

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

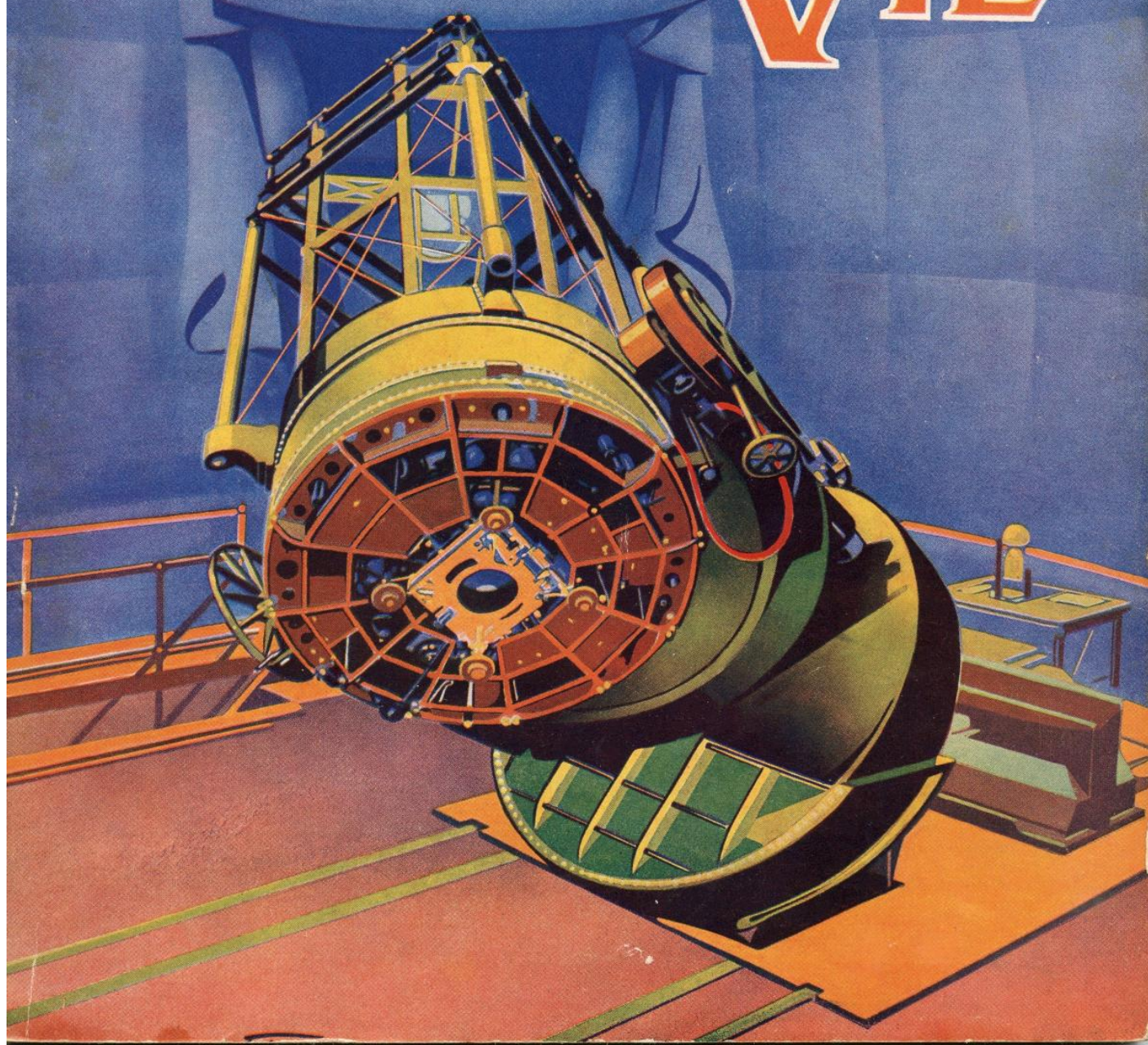
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 48. n. 221. Novembre 1935
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1935
Collation	1 vol. (XXIV p. - p. [345]-432) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 221
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.221

France et Colonies : 4 fr.

N° 221 - Novembre 1935

LA SCIENCE ET LA VIE



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

LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES⁽¹⁾

La Fonction

Le service des Poids et Mesures a pour but d'assurer la loyauté des transactions commerciales.

La mission peut se résumer ainsi :

- 1° Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;
- 2° Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;
- 3° Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels, et ordonner la réparation des instruments défectueux ;
- 4° Surveiller l'emploi des appareils de mesure dans le débit des marchandises et réprimer les fraudes quantitatives.

A ce rôle, à la fois technique et répressif, s'ajoute un rôle fiscal : taxation des poids et mesures possédés par les personnes assujetties à la vérification. Le service des Poids et Mesures est aussi chargé de la surveillance des appareils susceptibles d'être employés à la frappe des monnaies, et ses agents sont compris parmi ceux qui peuvent relever les infractions aux règlements concernant la police du roulage.

Avantages de la carrière

Travail intéressant. — Le travail des Vérificateurs des Poids et Mesures présente un réel intérêt. L'étude des dispositifs nouveaux et souvent très ingénieux employés dans les appareils de mesure (exemple : balances et bascules automatiques, appareils de pesage continu sur transporteurs, distributeurs d'essence automatiques, etc.), est une des plus attrayantes pour un esprit curieux et amateur de mécanique. La visite des usines assujetties au contrôle du Vérificateur lui permet d'acquérir une foule de notions utiles sur les produits fabriqués, les machines employées, les procédés de fabrication, etc...

Travail sain. — La profession réunit, dans une juste proportion, l'exercice physique et le travail de bureau pour le plus grand bien de la santé des agents.

Déplacements en automobile. — Pour effectuer leurs tournées dans les communes rurales, les Vérificateurs ont une carte de circulation sur les chemins de fer (2^e classe), mais beaucoup d'entre eux possèdent une automobile et il est question d'augmenter les indemnités actuelles pour frais de tournées, de manière à généraliser ce mode de transport. A noter que l'Administration met à la disposition des agents chargés du contrôle des distributeurs d'essence une voiture 10 ch, conduite intérieure.

Indépendance. — Le Vérificateur des Poids et Mesures est, dans sa circonscription, un véritable Chef de Service. Jouissant d'une grande indépendance, il organise ses tournées comme il l'entend, sous la seule réserve d'en faire approuver l'itinéraire par l'Inspecteur Régional.

Considération. — Le vérificateur jouit d'une grande considération près des industriels et commerçants, d'une part, près du public, d'autre part. Pour les premiers, il est le conseiller technique qui renseigne sur la valeur et l'exactitude des instruments ; pour le second, il est le défenseur des intérêts du consommateur, l'agent qui veille au bon poids et à la bonne mesure. Le Vérificateur a d'ailleurs le sentiment d'assurer une tâche utile et il en éprouve une légitime satisfaction qui a bien son prix.

Choix d'un poste. — L'Administration s'est efforcée jusqu'ici de donner, dans la plus large mesure, satisfaction aux agents qui demandent à être nommés dans une région de leur choix. Lorsqu'un Vérificateur se trouve dans un poste à sa convenance, il peut y passer toute sa carrière, s'il le désire, car l'avancement n'entraîne pas un changement de résidence : la classe de l'agent est attachée à la personne et non au poste occupé.

Congés. — Comme tous les fonctionnaires, les Vérificateurs des Poids et Mesures ont droit à trois semaines de congé par an.

En cas de maladie, ils peuvent obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

Emoluments (1).

Avancement (1).

Retraite (1).

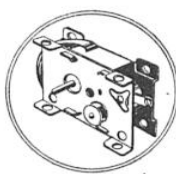
(1) La nature de la fonction de Vérificateur des Poids et Mesures aux Colonies est la même que celle de Vérificateur des Poids et Mesures en France. Pour le Maroc, les limites d'âge sont de 21 à 40, ou plus, suivant les services militaires. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Renseignements gratuits par l'École Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris-7^e.

Le Nouveau MECCANO Français Garanti

MECCANO est la seule véritable Mécanique en Miniature. Les 305 pièces qui le composent sont des reproductions exactes des pièces utilisées en mécanique pratique. Elles sont toutes standardisées, interchangeables, et peuvent servir à la construction de milliers de modèles variés. Voilà pourquoi MECCANO est le plus beau et le plus intéressant des jouets de construction du monde. MECCANO vous apporte de nouvelles surprises tous les jours et l'amusement qu'il procure est sans bornes. Achetez sans retard un MECCANO.

BOITES MECCANO de 7.50 à 2.200 Francs.

MOTEUR MECCANO "MAGIC"



Faites marcher vos modèles avec le nouveau moteur "MAGIC", mécanisme nouveau et merveilleux qui vous offre la possibilité de donner à vos modèles l'impression réelle de la vie. Demandez à le voir. Il ne coûte que : Fr. 12.



Gratuitement vous pouvez recevoir une jolie Brochure de 20 pages, richement illustrée, racontant les aventures d'un jeune garçon et son père, pendant leur visite aux Usines MECCANO. Il suffit d'envoyer vos nom et adresse, avec ceux de trois de vos amis pour recevoir franco ce livre passionnant de

MECCANO (Serv. 49), r. Rébeval, 78, Paris



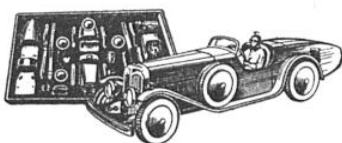
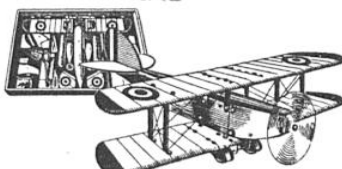
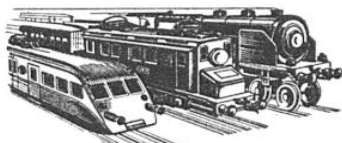
Un des 330 Modèles fait avec la Boîte Meccano C Frs 60.

Un des 98 Modèles fait avec la Boîte Meccano A Frs 30.

Un des 219 Modèles fait avec la Boîte Meccano B Frs 45.

GRAND CONCOURS DE MODÈLES 100.000^{fr.} de PRIX

(Renseignez-vous auprès de votre revendeur)



CANOTS DE COURSE HORNBY

Très bien finis, en jolies coques, coques métalliques monopiece très résistantes, lignes modernes et scientifiques, moteurs mécaniques très puissants. Canots de 20 à 105 Fr. — Racers 55 et 90 Fr.

DINKY TOYS 150 VARIÉTÉS

Ces petites miniatures font la joie des petits et des grands. Des nouveautés sont créées continuellement, composant une collection merveilleuse : nombreux types d'autos, camions, personnages, distributeurs d'essence, paquebots fameux, "Normandie" inclus, trains, autorails, les types les plus modernes d'avions. Prix : depuis Fr. 1. et séries spéciales pour cadeaux.

TRAINS ELECTRIQUES ET MÉCANIQUES HORNBY

Les locomotives sont puissantes, durables, d'un fini impeccable et garanties. Certaines comportent un dispositif breveté de renversement de marche automatique. Tout est simple, sûr et sans danger. Plus de 70 types de voitures et wagons équipés d'accouplements automatiques, ainsi que tout un assortiment d'amusants accessoires : gares, signaux, tunnels, etc.

Trains Electriques de 115 Frs à 510 Frs — Trains Mécaniques de 24 Frs à 280 Frs

Nouveauté - Train Autorail complet : Mécanique, 39 Frs - Electrique, 115 Frs
OFFRE SPÉCIALE. - Une loco neuve pour une vieille. La valeur de votre Locomotive HORNBY, aussi vieille et abîmée soit-elle, ne tombe jamais au-dessous de la moitié des prix du catalogue courant. Votre fournisseur de Train HORNBY vous déduira toujours son montant du prix d'une nouvelle locomotive d'égale ou de plus grande valeur.

CONSTRUCTEUR D'AVIONS

Ces boîtes permettent de faire différents modèles d'avions. Jouets amusants et instructifs, surtout s'ils sont équipés avec le moteur mécanique spécial. N° 0, 6 Mod. Fr. 27. - N° 1, 6 Mod. Fr. 45. N° 2, 20 Modèles. Frs 75.

CONSTRUCTEUR D'AUTOS

Avec les pièces de ces boîtes se construisent autos de sport, de course, de tourisme. Chaque boîte est fournie avec un moteur mécanique à grande puissance. Pièces émaillées, chromées ou nickelées. N° 1, 4 Modèles. Frs 60. N° 2, 4 Modèles. Frs 120.

EXPÉRIENCES ÉLECTRIQUES ELEKTRON

Équipement complet et instructions pour expériences en électricité statique et dynamique, moteurs électriques, sonneries, télégraphe et autres appareils. N° 1, Frs 45. — N° 2, Frs 125.

EXPÉRIENCES CHIMIQUES KEMEX

Tout un laboratoire chez soi, appareils et produits chimiques pour faire toutes sortes d'expériences des plus intéressantes.

N° 0, 75 Expériences. Frs 35.
N° 1, 130 Expériences. Frs 50.
N° 2, 250 Expériences. Frs 100.
N° 3, 400 Expériences. Frs 165.



L'Institut Moderne du Dr Grard à Bruxelles vient d'éditer un traité d'Électrothérapie destiné à être envoyé gratuitement à tous les malades qui en feront la demande. Ce superbe ouvrage médical en 5 parties, écrit en un langage simple et clair, explique la grande popularité du traitement électrique et comment l'électricité, en agissant sur les systèmes nerveux et musculaire, rend la santé aux malades, débilisés, affaiblis et déprimés.

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

Neurasthénie, Névroses diverses, Névralgies, Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Paralytiques.

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes séminales, Prostatite, Écoulements, Affections vénériennes et maladies des reins, de la vessie et de la prostate.

3me Partie : MALADIES de la FEMME

Métrite, Salpingite, Leucorrhée, Écoulements, Anémie, Faiblesse extrême, Aménorrhée et dysménorrhée.

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

Dyspepsie, Gastrite, Gastralgie, Dilatation, Vomissements, Aigreurs, Constipation, Entérites multiples, Occlusion intestinale, Maladies du foie.

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

Myalgies, Rhumatismes divers, Goutte, Sciatique, Arthritisme, Arterio-Sclérose, Troubles de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré de résistance organique.

La cause, la marche et les symptômes de chacune de ces affections sont minutieusement décrites afin d'éclairer le malade sur la nature et la gravité de son état. Le rôle de l'électricité et la façon dont opère le courant galvanique sont établis pour chaque affection.

L'application de la batterie galvanique se fait de préférence la nuit et le malade peut sentir le fluide bienfaisant et régénérateur s'infiltrer doucement et s'accumuler dans le système nerveux et tous les organes, activant et stimulant l'énergie nerveuse, cette force motrice de la machine humaine.

Chaque ménage devrait posséder cet ouvrage pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé, afin d'avoir toujours sous la main l'explication de la maladie ainsi que le remède spécifique de la guérison certaine et garantie.

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple carte postale à Mr le Docteur L. P. GRARD, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FOREST, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: Lettre 1,50. Carte 0,90.



JE L'AI
CONSERVÉ

MON VIEUX POSTE

mais j'ai remplacé les accumulateurs par une alimentation totale FERRIX.

Plus d'ennuis, une régularité parfaite : c'est maintenant le meilleur poste secteur que je connaisse.



DANS MA VOITURE

car, grâce à un radio-alimenteur spécial FERRIX, je puis le brancher sur la batterie de ma voiture.

Demandez à votre électricien les radio-alimenteurs

FERRIX

Doc. sur { 98, Avenue Saint-Lambert, Nice
demande { 2, Rue Villaret-de-Joyeuse, Paris

Pub. R.-L. Dupuy

SITUATION LUCRATIVE

**agréable, indépendante et active
dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital**

Par ces temps de chômage où tant de personnes des deux sexes sont sans emploi, il est regrettable qu'on ne sache pas que les Industriels de l'Union Nationale du Commerce Extérieur, disposent de plus de
300 situations lucratives sans candidat.

On ignore qu'en représentation, il n'y a jamais de chômage parce que l'industriel n'a jamais trop de commandes ni trop de travail pour ses ouvriers et par conséquent jamais trop de représentants capables pour apporter ces commandes. Les personnes instruites peuvent viser aux plus hautes situations. Il y a des représentations de toutes catégories. Pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes ; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Les mieux payés sont ceux qui ont des connaissances d'ingénieur, même sans diplôme, car ils sont les plus rares et peuvent traiter les plus grosses affaires. Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant industriel, chef de vente** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial** ; pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

FONDÉE ET SUBVENTIONNÉE PAR " L'UNION NATIONALE DU COMMERCE EXTÉRIEUR "
POUR LA FORMATION DE NÉGOCIATEURS D'ÉLITE

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

" Si j'avais su, quand j'étais jeune ! Mais j'ai dû apprendre seul pendant 30 ou 40 ans à mes dépens ", disent les hommes d'affaires, les agents commerciaux qui ont végété longtemps ou toujours et même ceux qui ont eu des dons suffisants pour se former seuls. Ne perdez pas vos meilleures années. Plusieurs milliers de représentants incapables sont à remplacer.

L'Ecole T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée ; c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves en les utilisant comme collaborateurs, et qui, seuls, sont qualifiés pour décerner un diplôme efficace ; la seule de ce genre qui enseigne d'abord par correspondance les meilleures méthodes et qui perfectionne ensuite facultativement l'élève sur place en le faisant débiter sous la direction de ses professeurs, *avec des gains qui couvrent ses frais d'études*. Avant toute décision, demandez la brochure n° 66, qui sera adressée gratuitement avec tous renseignements, sans aucun engagement, à

L'Ecole T. S. R. C., 3 bis, rue d'Athènes — PARIS



Un Succès

UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

SES AVANTAGES :

- **SILENCIEUSE**
- EAU ▪ MAZOUT ▪ ESSENCE
- LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
- LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION
- AUTO-AMORÇAGE
- NE GÈLE PAS

*tous débits
toutes pressions*

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

63-65, rue de la Mairie, VANVES (Seine) - Tél. : Michelet 37-18

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

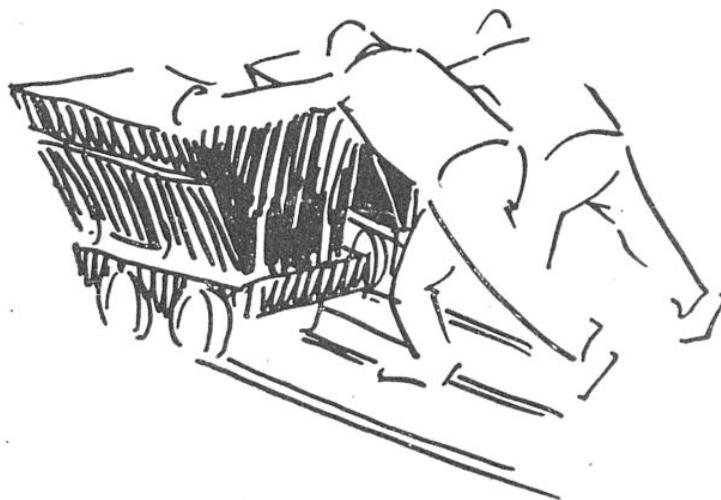
GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

●

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.	Trois mois	20 fr.
	Six mois.	40 fr.
	Un an.	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES.	Trois mois	25 fr.
	Six mois.	48 fr.
	Un an.	95 fr.
BELGIQUE.	Trois mois	32 fr.
	Six mois.	60 fr.
	Un an.	120 fr.
ÉTRANGER.	Trois mois	50 fr.
	Six mois.	100 fr.
	Un an.	200 fr.

Si vous pouvez écrire Vous pouvez **DESSINER**



Voici un simple dessin mais plein de force et d'expression. Il a été exécuté au stylo par un élève à sa sixième leçon. Quelques secondes de loisir, sur un chantier, ont suffi à le réaliser. C'est dire comme il vous est facile d'apprendre par la méthode A. B. C., puisque vous pouvez à tout moment croquer une scène pittoresque, en famille, en promenade, au travail.

Vous pouvez, sans abandonner vos occupations journalières, acquérir en très peu de temps toutes les qualités d'un excellent dessinateur, grâce à la Méthode de l'Ecole A. B. C.

Cette méthode, enseignée uniquement par correspondance, utilise l'habileté graphique que vous avez acquise en apprenant à écrire et, en même temps, vous permet de voir « juste et simple » très rapidement.

De plus, les artistes qui enseignent nos élèves étant eux-mêmes des professionnels, dirigent avec sûreté ceux d'entre eux qui veulent, dans un but lucratif, se spécialiser comme illustrateurs, dessinateurs de mode ou de publicité, décorateurs, etc.

Les témoignages de gratitude que nous recevons chaque jour de nos élèves, dont le nombre dépasse aujourd'hui 40.000, constituent d'ailleurs la plus éloquente des références.

Un album d'Art, luxueusement édité, vous donnera tous les renseignements que vous pouvez désirer sur notre méthode, le programme et le fonctionnement de nos cours.

Demandez-nous cet album, illustré par nos élèves ; il vous sera envoyé gratuitement.

L'ECOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio B7)

12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez faire **CHEZ VOUS, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE**, sans déplacement sans abandonner votre situation, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le **MINIMUM DE DÉPENSES**, dans le **MINIMUM DE TEMPS**, avec le **MAXIMUM DE PROFIT**, quels que soient votre degré d'instruction et votre âge, en toute discrétion si vous le désirez, dans tous les ordres et à tous les degrés du savoir, toutes les études que vous jugerez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper, ou pour changer totalement d'orientation.

Le moyen vous en est fourni par les **COURS PAR CORRESPONDANCE** de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat,

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 28 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

que remportent, chaque année, ses élèves aux examens et concours publics, ainsi que par les **milliers de lettres d'éloges** qu'elle reçoit de ses élèves et dont quelques-unes sont publiées dans ses brochures-programmes.

Pour être renseigné sur les avantages que peut vous procurer l'enseignement par correspondance de l'Ecole Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **vos adresse** et le **numéro de la brochure** qui vous intéresse, parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous la recevrez par retour du courrier, franco de port, **à titre absolument gracieux et sans engagement** de votre part.

Si vous désirez, en outre, des renseignements particuliers sur les études que vous êtes susceptible de faire et sur les situations qui vous sont accessibles, écrivez plus longuement. Ces conseils vous seront fournis de la façon la plus précise et la plus détaillée, toujours à titre absolument gracieux et sans engagement de votre part.

BROCHURE N° 98.404, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

(Enseignement donné par des inspecteurs primaires, Professeurs d'E. N. et d'E. P. S., Professeurs de Cours complémentaires, etc.).

BROCHURE N° 98.409, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

(Enseignement donné par des Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.).

BROCHURE N° 98.414, concernant la préparation à *tous les examens* de l'**Enseignement supérieur** : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.).

BROCHURE N° 98.416, concernant la préparation aux concours d'admission dans *toutes les grandes Ecoles spéciales* : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs, Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.).

BROCHURE N° 98.424, concernant la préparation à *toutes les carrières administratives* de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations et par des Professeurs de l'Université.)

BROCHURE N° 98.428, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc.
(Enseignement donné par des Officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 98.431, concernant la préparation aux **carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de Chantier, Contremaître** dans toutes les spécialités de l'**Industrie** et des **Travaux publics** : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc.

(Enseignement donné par des professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc.)

BROCHURE N° 98.438, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies.

(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 98.443, concernant la préparation à toutes les carrières du **Commerce** (Administrateur commercial, Secrétaire commercial, Correspondancier, Sténo-Dactylographe) ; de la **Comptabilité** (Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres) ; de la **Représentation**, de la **Banque** et de la **Bourse**, des **Assurances**, de l'**Industrie hôtelière**, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs d'Ecoles pratiques, Experts-Comptables, Techniciens spécialistes, etc.)

BROCHURE N° 98.448, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe**, de la **Mode** et de la **Chemiserie** : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 98.454, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 98.458, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 98.460, concernant l'étude de l'**Orthographe**, de la **Rédaction**, de la **Rédaction de lettres**, de l'**Eloquence usuelle**, du **Calcul**, du **Calcul mental** et extra-rapide, du **Dessin usuel**, de l'**Ecriture**, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 98.468, concernant l'étude des **Langues étrangères** : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto. — **Tourisme** (Interprète).

(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 98.473, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E.P.S., Lycées, Ecoles pratiques.

(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 98.478, concernant l'**enseignement complet de la Musique** : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition), Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la **Musique** et aux divers **Professorats** officiels ou privés.

(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 98.482, concernant la préparation à toutes les **carrières coloniales** : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

BROCHURE N° 98.488, concernant l'**Art d'écrire**, (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 98.493, concernant l'**enseignement pour les enfants débiles ou retardés**.

BROCHURE N° 98.498, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à MM. les Directeurs de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

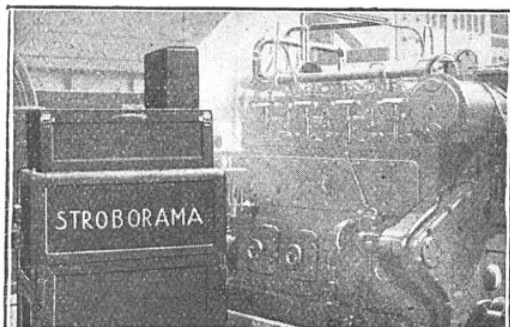
Recherches Mécaniques et Physiques

(BREVETS SEGUIN FRÈRES)

40, Rue de l'Echiquier, PARIS

Téléphone : Provence 18-35 à 37

Appareils stroboscopiques **STROBORAMA** à grande puissance



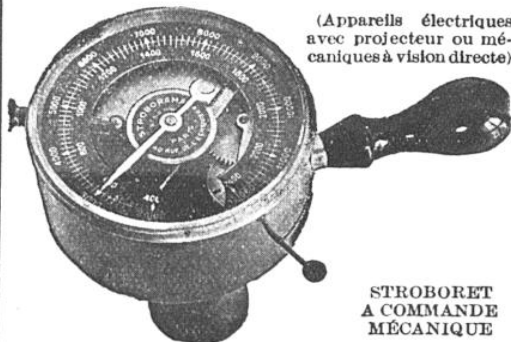
STROBORAMA TYPE A
Examen d'un moteur. — Office des Inventions, Bellevue

PHOTOGRAPHIE et CINÉMATOGRAPHIE *au millionième de seconde*

ETUDES STROBOSCOPIQUES A FORFAIT

Télétachymètres Stroborama

pour MESURE et CONTRÔLE des VITESSES
à distance et sans contact



(Appareils électriques
avec projecteur ou mé-
caniques à vision directe)

STROBORET
A COMMANDE
MÉCANIQUE

RÉGULATEURS SÉPARÉS pour Moteurs électriques et

MOTEURS A RÉGULATEUR
donnant sans rhéostat une parfaite
constance de vitesse à tous les régimes



Pourquoi chauffer les nuages ?...

Nul n'ignore que dans tout calorifère
à feu continu, le charbon distille du
gaz, qui s'échappe dans la cheminée
et " chauffe les nuages ".

LE **CALORIFÈRE "CINEY"**

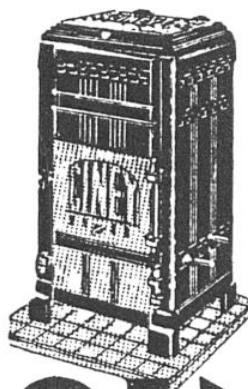
d'une conception scientifique nouvelle,
récupère et brûle ce gaz, augmentant
ainsi son rendement calorifique, et
restituant **91 % des calories.**

○ ○ ○

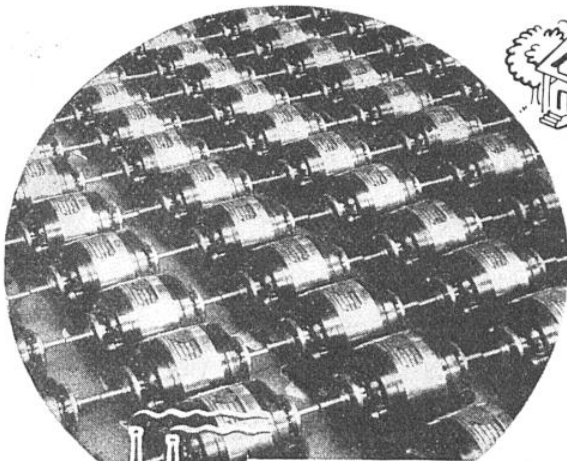
*Demandez brochure et ren-
seignements techniques qui
vous seront adressés gra-
cieusement par les*

Forges de CINEY
à GIVET (Ardennes)

Il existe des CINEY
de 60 à 1.500 m³



CINEY




Pas de foyer
Pas d'atelier
Pas d'usine
sans un
MOTEUR
RAGONOT-ERA
moteurs à réducteurs de vitesse - moteurs spéciaux - génératrices - convertisseurs
Ragonot-Delco
(Licence Delco)
...ou un

ET E. RAGONOT, les grands spécialistes des petits moteurs, 15 rue de Milan, Paris. Tél. 17-60

Pub. R.-L. Dupuy



**5 MINUTES de soins..., 1 fois par SEMAINE...
... et c'est tout**

Voulez-vous un **POÊLE D'APPARTEMENT** qui...

Ne présente aucun danger d'incendie ;	Ne dessèche pas l'atmosphère ;
Ne comporte ni tuyaux, ni canalisations ;	Ne produise ni poussières, ni cendres ;
Ne dégage aucune odeur ;	Fonctionne sans bruit ;
Ne produise aucun gaz nocif ;	Soit essentiellement mobile ;

Mesure seulement 46 centimètres de diamètre, 31 centimètres de hauteur ;
Ne pèse que 22 kilogrammes, y compris sa charge pour toute une semaine ;
Soit aussi économique qu'un poêle à charbon bien établi ;
N'exige aucune surveillance ; ne demande pour tous soins qu'un seul regarnissage en pleine activité (durée 5 minutes) une seule fois par semaine.

VOUS N'AVEZ PAS LE CHOIX

SEUL, le Poêle Catalytique THERM'X n° 44
réunit tous ces avantages

EN HIVER Absentez-vous de votre appartement, fermez en toute tranquillité votre bureau pendant les 44 heures consécutives de repos de la semaine anglaise. Au retour, vous y trouverez une température agréable grâce à THERM'X.

Catalogues et notices franco sur demande à la

STÉ LYONNAISE DES RÉCHAUDS CATALYTIQUES
2 bis, route des Soldats, LYON-SAINT-CLAIR (Rhône), France

AGENCE ET DÉPOT POUR PARIS : L. PELLETIER, 44, RUE DE LANCERY, PARIS-X*

CEINTURES Anatomic

MARQUE

DÉPOSÉE

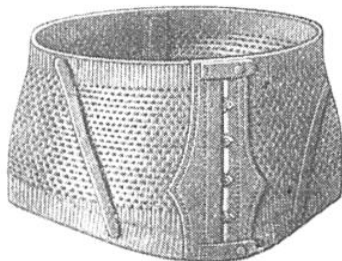
MONSIEUR,

Vous devez porter une ceinture « ANATOMIC » !
POUR VOTRE SANTÉ car elle combat ou prévient les affections de l'estomac, des reins et de l'abdomen en maintenant parfaitement les organes sans les comprimer.

POUR VOTRE ÉLÉGANCE car elle supprime immédiatement et définitivement l'embonpoint grâce à son action corrective et guérissante et vous permet d'acquérir une ligne jeune et une allure souple, avec un bien-être absolu.

ELLE EST INDISPENSABLE à tous les hommes qui « fatiguent » (marche, auto, moto, sport) dont les organes doivent être soutenus.

ELLE EST OBLIGATOIRE aux « sédentaires » qui éviteront « l'empâtement abdominal » et une infirmité dangereuse : l'obésité.



N ^{os}	TISSU ELASTIQUE — BUSC CUIR —	Hauteur devant	COTE Forte	COTE Souple
101	Non réglable...	20 $\frac{c}{m}$	69 ^F	79 ^F
102	Réglable.....	20 $\frac{c}{m}$	89 ^F	99 ^F
103	Non réglable...	24 $\frac{c}{m}$	99 ^F	109 ^F
104	Réglable.....	24 $\frac{c}{m}$	119 ^F	129 ^F

RECOMMANDÉ : N^{os} 102 et 104 (se serrant à volonté) en cote souple (à jours).

COMMANDE : indiquer votre tour exact de l'abdomen à l'endroit le plus fort.

ÉCHANGE : par retour si la taille ou le modèle ne convient pas.

ENVOI : rapide, discret, par paquet, poste recommandé.

FRAIS DE PORT : France et Colonies 5 fr., Etranger 20 fr.

PAIEMENT : mandat, chèque ou contre remboursement. (il n'est fait aucun envoi contre remboursement à l'Etranger).

CATALOGUE : (Dames et Messieurs) avec échantillon de tissus et feuilles de mesures franco, sans engagement.

BELLARD-V-THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS (9^e)

SOURDS



ACHETEZ UN APPAREIL
avec lequel vous pouvez
entendre immédiatement.

Les appareils à conduction osseuse **AUDIOS** peuvent convenir à tous les degrés de surdité, grâce au **Multiplicateur Audios**.

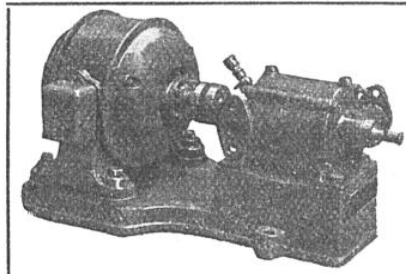
CRÉATION NOUVELLE DE NOS INGÉNIEURS.

Demandez le livre illustré du Docteur **RAJAU**

DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris-3^e
(Joindre 3 francs en timbres-poste)

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages

PETITES TURBINES HYDRAULIQUES



Utilisez
votre ruisseau
il vous donnera
lumière électrique
et
force motrice
POUR RIEN

CATALOGUE, RENSEIGNEMENTS ET DEVIS
Etablissement V. MONTANGE & C^{ie}
92, rue Jules-Ferry, CAUDERAN - BORDEAUX



Moi aussi...

**...JE "PRENDS" L'AMÉRIQUE
TOUS LES JOURS AVEC MON...**

Sonora
RADIO 

Grâce à la science, au talent et au génie de la découverte, **SONORA** a réussi à créer ce nouveau **Modèle T.O.6.**, dont l'équivalent n'a jamais encore été rencontré de par le monde.

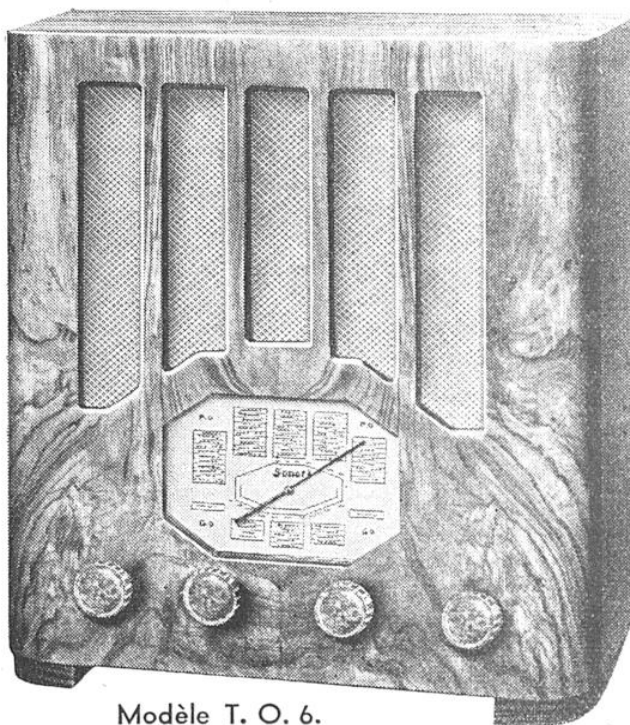
Ce superhétérodyne 6 lampes a un ton pur et naturel sur les trois gammes d'ondes : *Courtes, Moyennes, et Grandes Ondes*

Le dispositif de démultiplication est facile à régler sur toutes ondes.

**TRÈS SÉLECTIF ET PUISSANT
ÉBÉNISTERIE D'UNE BEAUTÉ
EXCEPTIONNELLE**

Fonctionne uniquement sur courant alternatif.

1295^F



Modèle T. O. 6.

Nous venons d'éditer la liste gratuite des stations ONDES COURTES avec longueurs d'ondes, ainsi que le nouvel exercice de mémoire, petit jeu amusant et instructif. Ces deux choses sont réunies dans le dépliant artistique en couleurs des nouveaux SONORA ondes courtes. Réclamez-les à nos Revendeurs Autorisés, ou par lettre adressée directement à l'usine SONORA, 5, Rue de la Mairie - PUTEAUX (Seine).

HORIZON
LA LUNETTE
LA CHAÎNE DE
VISION
COMPLÈTE

AUSSE BIEN DE PROFIL QUE
DE FACE OU
TROIS-QUARTS



Une Lunette
HORIZON
orne agréablement le visage

Cette forme nouvelle, brevetée S. G. D. G.,
est à la fois rationnelle et confortable.
Il en existe de nombreux modèles

Vous réaliserez pour vos yeux
UN ENSEMBLE PARFAIT
en faisant monter par un Opticien Spécialiste
des verres scientifiques de la Société des Lunetiers :
**STIGMAL, LEUCO-STIGMAL,
DIACHROM ou DISCOPAL**
(les uns ou les autres selon le cas
que détermine votre opticien)

sur une LUNETTE HORIZON.
Verres et Lunettes portent le poinçon de la Société.
De plus, le nom HORIZON est gravé sur la monture

En vente seulement
CHEZ LES OPTICIENS SPÉCIALISTES
La Société des Lunetiers ne vend pas aux particuliers

QUEL QUE SOIT LE TEMPS PORTEZ UN BURBERRY



Ni excès de chaleur !

Ni transpiration !

Pas davantage
de frissons glacés !

Seulement
la sensation d'une
**PROTECTION
confortable**

EXIGEZ LA MARQUE



— Catalogue et échantillons franco sur demande —

BURBERRYS
8 et 10, boul. Malesherbes, PARIS

un ensemble
unique...

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

pour
illustrer vos
Publicités

Établissements
Laureys F^{rs} * U
17, rue d'Enghien, Paris

Editeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI,
Bologne - AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT,
Leipzig - DAVID NUTT, Londres - G. E. STECHERT & Co.,
New York - RUIZ HERMANOS, Madrid - F. MACHADO
& Cie, Porto - THE MARUZEN COMPANY, Tokyo.

"SCIENTIA"

Revue internationale de synthèse scientifique
Paraissant mensuellement (en fascicules de 100 à 120 pages chacun)

Directeurs : F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES
Secrétaire général : PAOLO BONETTI

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale ; à diffusion vraiment mondiale ; de synthèse et d'unification du savoir, traitant les questions fondamentales de toutes les sciences : mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie, ethnologie, linguistique ; d'histoire des sciences, et de philosophie de la science ; qui, par des enquêtes conduites auprès des savants et écrivains les plus éminents de tous les pays (Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions astronomiques et physiques les plus fondamentales à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les questions de biologie les plus importantes, etc., etc.), étudie tous les plus grands problèmes qui agitent les milieux studieux et intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier exemple d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique ; qui puisse se vanter de compter parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs, et à chaque fascicule est joint un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. La revue est ainsi entièrement accessible même à qui ne connaît que le français. (Demandez un fascicule d'essai gratuit au Secrétaire général de « Scientia », Milan, en envoyant trois francs en timbres-poste de votre pays, à pur titre de remboursement des frais de poste et d'envoi).

ABONNEMENT : Fr. 200. »

Il est accordé de fortes réductions à ceux qui s'abonnent pour plus d'une année.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)

*un poste 1936 doit
comporter des bobinages à
noyaux de fer stabilisé*



NÉOSID

ET S. RAGONOT

15, Rue de Milan, PARIS

Pub. R.-L. Dupuy

Sans Savoir Vous Pouvez DESSINER

rapidement et exactement, sans études préalables,
d'après nature et d'après document, à N'IMPORTE
QUELLE GRANDEUR ! grâce au

DESSINEUR.... 110 Fr.

Port et emballage :
5 fr. France et
Colonies ;
10 fr. à l'Etranger

OU A LA

Chambre Claire Universelle... 280 fr.
(L'APPAREIL DE GRANDE PRÉCISION)

Emballage et port : France et Colonies, 8 francs ; Etranger, 25 francs

Nombreuses références officielles et privées
Envoi gratuit du catalogue n° 12

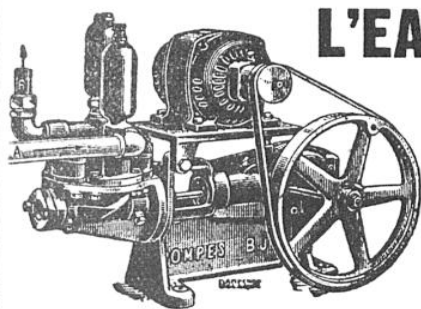
Donne dessins agrandis, copiés ou réduits de tous
sujets ou documents, portraits, paysages, objets,
photos, etc. — Gain de temps et de possibilités
pour les amateurs et les professionnels. — Permet
aux débutants de dessiner sans délai. — Permet
aux graveurs de dessiner directement à l'envers,
tout en agrandissant ou réduisant le sujet. —
Redresse les photos déformées, etc.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION ET FOURNITURES POUR LE DESSIN

P. BERVILLE

18, rue La Fayette, PARIS (9°)
Métro : Chaussée-d'Antin — Tél. : Provence 41-74
Compte Chèque Postal : 1271.92





L'EAU MOINS CHÈRE A LA CAMPAGNE QU'À LA VILLE

Grâce à la nouvelle POMPE à piston **HYDRATOR**
Petite merveille de précision mécanique
 Fonctionnant aussi bien sur les courants force et lumière
 Débit horaire, 1.000 litres - Hauteur d'élévation, 40 mètres

DÉPENSE 0 fr. 30 par heure de marche

CATALOGUE COMPLET SUR NOS POMPES
 FRANCO SUR DEMANDE ADRESSÉE AUX

Pompes B. J. M. - MARTIN et C^{ie}, Ing^{rs}-Const^{rs}
35, rue Barbès, Montreuil-s-Bois

R. C. SEINE 245.132 B - T. DORIAN 63-66

LE **303...**
 CONTIENT
4 FOIS
 PLUS d'ENCRE
 que votre stylo
 de même taille

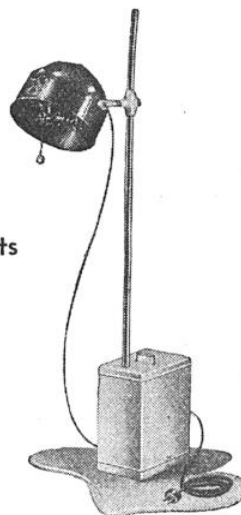
Breveté et usiné par
STYLOMINE
 2, Rue de Nice - PARIS. XI^e

ULTRA-VIOLET

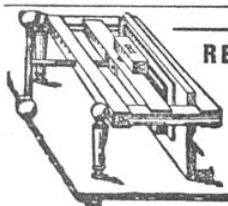
— Applications médicales —

Modèles
 pour traitements
 à domicile

VENTE
 ET LOCATION



LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
 12, AV. du MAINE. PARIS. XV^e T. Littré 90-13



RELIER tout SOI-MÊME

avec la *Relieuse-Méridieu*
 est une distraction
 à la portée de tous
 Outillage et Fournitures générales
 Notice illustrée franco : 1 franc
 V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÊME

INVENTEURS

POUR VOS **BREVETS** WINTHER-HANSEN
 L. DENÈS Ing. Cons.
 35, Rue de la Lune, Paris 2^e

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
 et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

Pour recevoir
**GRATUITEMENT
ET FRANCO**
cette intéressante brochure



POUR VOTRE CUISINE

Economisez

52 à 85%

*de combustible
et de temps*

LA CUISSON
HYGIÉNIQUE
ÉCONOMIQUE
ET
RAPIDE DES
ALIMENTS

MEILLEURE CONSERVATION
DES
SUBSTANCES ALIMENTAIRES
ET DES
SELS MINÉRAUX

CUISSON PARFAITE
CONSERVANT
LA COULEUR ET L'ARÔME

POUR TOUT RENSEIGNEMENT
S'ADRESSER À

S^{TÉ} D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES
19, Avenue Trudaine
Tél. Tru. 65-66 PARIS

IL SUFFIT
de découper ou de recopier
CE BON



S^{TÉ} D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES
19, avenue Trudaine — PARIS

Lecteur de LA SCIENCE ET LA VIE, je vous
prie de m'envoyer gratuitement votre brochure
à l'adresse suivante :

M
.....
.....

RÉVÉLATION DU SECRÉT DE L'INFLUENCE PERSONNELLE

Méthode simple que tout le monde peut employer pour développer les puissances du magnétisme personnel, de la mémoire, de la concentration et de la force de volonté ainsi que pour corriger les habitudes indésirables, au moyen de la science merveilleuse de la suggestion. Livre de 80 pages qui décrit en détail cette méthode unique et étude psycho-analytique du caractère, envoyés **GRATIS** à quiconque écrira immédiatement.

« La peur, sous quelque forme qu'elle se manifeste, est responsable de la moitié des échecs, des tristesses et des misères de ce monde », déclare un éminent psychologue, le Prof. Elmer E. Knowles. « L'habitude de se faire du souci, continue le professeur, s'est rapidement développée par suite de la tension des temps modernes et est devenue le plus dangereux ennemi de l'humanité; elle mine les plus robustes constitutions, aigrit les meilleures dispositions et supprime de la vie de ses malheureuses victimes la plupart des chants et des rires. » Mais, dit le Prof. Knowles, il existe, contre ces perfides désavantages, un remède certain que chacun peut employer dans l'intimité de son propre intérieur. Son nouveau livre : *La Clé du Développement des Forces Intérieures*, qui vient d'être édité pour une distribution gratuite, décrit une méthode simple et garantie pour surmonter l'impression d'infériorité, la timidité, l'ignorance de soi, le manque de sociabilité et la sensation de malaise devant des personnes étrangères.



Comte H. CSAKY-PALLAVICINI

Elle explique comment ces sérieux désavantages peuvent être remplacés par la confiance en soi, la volonté et la force de caractère; comment le magnétisme personnel, l'influence personnelle, le charme physique et mental ainsi que la mémoire et la concentration peuvent être facilement acquis.

Le Comte H. Csaky-Pallavicini écrit : « Chacun devrait posséder votre méthode si simple. Les instructions qu'elle contient sont aussi nécessaires à l'humanité que l'air l'est aux poumons ou la nourriture au corps. » Ce livre, distribué gratuitement, contient de nombreuses reproductions photographiques montrant comment ces forces invisibles sont employées dans le monde entier et comment des milliers de personnes ont développé certaines puissances de la possession desquelles elles étaient loin de se douter. La distribution gratuite a été confiée à une grande institution de Bruxelles et un exemplaire sera envoyé franco à quiconque en fera la demande.

En plus du livre gratuit, il sera également envoyé, à toute personne qui écrira immédiatement, une étude de son caractère. Cette étude, préparée par le Prof. Knowles, comptera de 400 à 500 mots. Si donc vous désirez un exemplaire du livre du Prof. Knowles et une étude de votre caractère, copiez simplement de votre propre écriture les lignes suivantes :

« Je veux le pouvoir de l'esprit,
La force et la puissance dans mon regard.
Veuillez lire mon caractère
Et envoyez-moi votre livre. »

Ecrivez très lisiblement votre nom et votre adresse complète (en indiquant Monsieur, Madame ou Mademoiselle) et adressez la lettre à PSYCHOLOGY FOUNDATION, S. A. (Dept. 3529-B), rue de Londres, 18, Bruxelles, Belgique. Si vous voulez, vous pouvez joindre à votre lettre 3 francs français en timbres de votre pays, pour payer les frais d'affranchissement, etc. Assurez-vous que votre lettre est suffisamment affranchie. L'affranchissement pour la Belgique est de 1 fr. 50.



Prenez soin de votre dentition

Le DENTOL, eau, pâte, poudre, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Créé d'après les travaux de Pasteur, il est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.

Le DENTOL se trouve dans toutes les bonnes Maisons vendant de la Parfumerie et dans toutes les Pharmacies

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de DENTOL, il suffit d'envoyer son adresse exacte et bien lisible, à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

Dentol

PROLONGER LA VIE

Il n'est pas naturel de faiblir à 30 ans, de vieillir à 40 et de mourir à 50 ou 60. Il est prouvé que nous pouvons

vivre deux à trois fois la durée actuelle de la vie.

Les meilleurs cerveaux de notre temps l'ont démontré : Metchnikoff, Voronoff, Steinach, Dopler, Busquet, Jaworski, Carrel, Frumusan, etc. Le professeur Théron — sans parler de ses nombreux élèves — en a fait l'expérience vivante sur lui-même. A plus de 70 ans, il a la souplesse et l'aspect d'un homme de 40. Il a réuni ses expériences en une méthode facile, applicable par tous.

Sans médicaments,

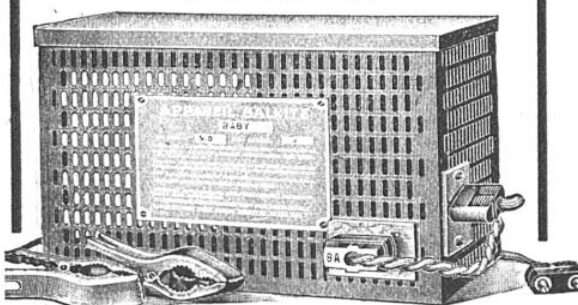
mais par des règles de vie simples, vous obtiendrez une vitalité décuplée, une ardeur infatigable et vous supprimerez les effets de l'âge.

Demandez gratuitement la brochure explicative *L'Art de vivre*, Ecole Théron (serv. 18), 334, rue Vanderkindere, Bruxelles. (Timbrer à 1 fr. 50.)

Aucune surveillance - Entièrement automatique
Insensibilité aux variations du secteur
Entretien nul — Economique

Telles sont les qualités du
“BALKITE-BABY”

GARANTI 2 ANS



CHARGE : 6 volts à 3 a, 5 — 12 volts à 2 a, 5

PRIX :

(110 et 130 volts) **295 fr.** - (220 volts) **315 fr.**

Etab. BALKITE, 6, rue des Ternes, PARIS (17^e)

Nous vous enseignerons les langues facilement et très vite

Vous pouvez, sans effort, doubler votre valeur par un véritable enrichissement de votre personnalité, devenir un autre homme, accéder à un poste de confiance et ceci rapidement, puisque quelques semaines suffisent. Pour cela, vous devez comprendre et parler une langue étrangère, et rien ne vous est plus facile.

Même si vous êtes d'un certain âge et même si vous ne connaissez pas un mot de la langue que vous désirez apprendre, nous pouvons vous assurer qu'au bout de quelques jours, vous commencerez à parler et à comprendre un peu. Ensuite vos progrès seront d'une rapidité extraordinaire. Notre méthode vous apporte, en effet, chez vous, à vos heures de loisir, les leçons merveilleusement graduées des plus célèbres professeurs des grandes facultés mondiales.



Voici H.-G. Wells, précurseur de la méthode moderne pour l'enseignement des langues. Un des premiers, ce penseur prestigieux a compris comment la science allait faciliter l'étude, jusqu'à en faire un passe-temps agréable.

Vous recevrez de véritables comprimés de savoir, présentés d'une façon si vivante que l'étude sera pour vous une distraction et que vous vous passionnerez très vite. Au bout de quelques leçons, vous parlerez avec un accent parfait, vous trouverez à vous perfectionner une joie réelle.

Les plus hautes autorités de la pensée font journellement l'éloge de cette méthode idéale.

Citons le célèbre penseur Maurice Maeterlinck, qui écrivait récemment : « En huit jours, j'ai fait plus de progrès que je n'en ai fait durant un mois de séjour à Londres. » Rappelons ces lignes élogieuses du grand anticipateur H.-G. Wells : « Enfin, j'ai eu le temps et l'occasion d'essayer ces cours ; ils sont admirables. » Et les lettres des élèves seraient toutes à reproduire ! « Je suis vraiment stupéfait, dit M. Jean Michelis, des résultats que je tire de votre méthode. » De

son côté, M^{me} C. Normandy écrit : « Ou je me méprends fort, ou le temps n'est pas loin où votre méthode sera d'un usage courant à tous les degrés de l'enseignement public et privé. » Ici, c'est une véritable prédiction qui sera bientôt réalisée puisque, à ce jour, plus de 12.100 Universités, Lycées et Collèges en Europe l'ont adoptée.



L'éminent recteur de la Faculté Catholique de Paris, Monseigneur Baudrillart, après des essais sévères et répétés, a reconnu l'importance du « Linguaphone » pour l'enseignement des langues.

Demandez à l'Institut Linguaphone, 12, rue Lincoln (Champs-Élysées), la brochure qui vous donnera tous les détails sur la méthode. Vous verrez, en lisant cette brochure, comment vous pouvez, pendant huit jours, chez vous, bénéficier de la méthode, sans qu'il vous en coûte un sou. Vous saurez comment l'étude des langues est devenue attrayante et commode. Il est absolument nécessaire de connaître cette brochure pour être informé sur la seule façon concevable aujourd'hui d'apprendre les langues étrangères. Ne laissez donc pas passer l'occasion qui vous est offerte de vous documenter à fond et envoyez ce coupon aujourd'hui même.

INSTITUT LINGUAPHONE (Annexe B 7)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées, PARIS)

Veuillez m'envoyer, gratuitement et sans engagement, la brochure m'apportant tous les renseignements sur la Méthode Linguaphone, et contenant l'offre d'un essai gratuit de huit jours chez moi.
Les langues qui m'intéressent sont :

Nom

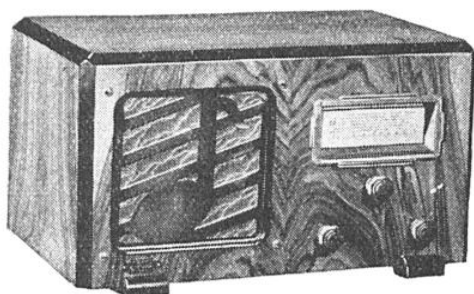
Adresse

Mécanique et Horlogerie
de haute précision,
dans toutes leurs applications
MOTEURS SYNCHRONES
avec et sans réducteurs de vitesse
CHRONOGRAPHES ÉLECTRIQUES

LIP

Fournisseurs de la Marine
et de l'Aviation de l'Etat

SOCIÉTÉ ANONYME D'HORLOGERIE
USINES à BESANÇON (Doubs)



MEDIUS GÉES
SUPERHÉTÉRODYNE **585 fr.**
— 5 LAMPES —
donnant toute l'Europe

Parce que nous construisons et vendons *sans intermédiaire*, nous pouvons vendre bon marché. Le Superhétérodyne 5 lampes, reproduit ci-dessus, est un bel exemple de ce que permet notre méthode de vente directe. Couramment offert à 1.000 ou 1.200 francs, il est livré par nous, absolument complet et garanti un an sur facture, à 585 francs seulement. Demandez notre catalogue où vous pourrez voir, outre le poste ci-dessus, toute une gamme d'autres appareils vendus à des prix extrêmement intéressants : 275, 385, 835 et 1.885 fr.

Vous pouvez acheter un « Gées » avec la même tranquillité d'esprit que l'appareil le plus coûteux, car toutes facilités vous seront données pour l'essayer chez vous avant de l'acquiescer définitivement.

GÉES-RADIO, Constructeur, 190 bis, avenue d'Italie (Métro PORTE d'Italie). Téléphone Gobelins 57-33. Magasins ouverts dimanches et fêtes.

UNE USINE ÉLECTRIQUE
DANS VOTRE POCHE
avec la Lampe à magnéto

"PYGMY"

qui assure INDÉFINIMENT
l'éclairage de secours.

INDISPENSABLE A TOUS :

Coloniaux
Chasseurs
Touristes

Automobilistes
Cyclistes
Etc.



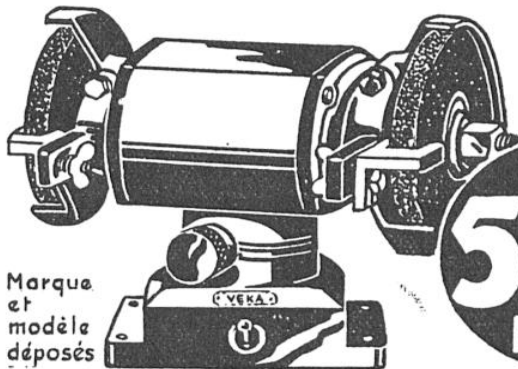
Prix : 50 fr.

En vente : Electriciens,
Grands Magasins, et à

l'Usine PYGMY
TOURNUS (S.-&-L.)

Notice **G** gratis sur demande à l'usine

*Une
Révolution
dans la
Mécanique*



Marque
et
modèle
déposés

550
FRS

LE TOURET ORIENTABLE

TYPE T. O. 22

Meule 150 - Vitesse 2.800 T.-M. - 50 périodes
Puissance 1/3 CV - Poids 15 kgs

Ce touret orientable est livré complet avec deux meules (ébarbage et finition). — Il est admis sur tous les compteurs force ou lumière. — Son système orientable permet l'utilisation précise des meules suivant les nécessités du travail à exécuter.

**SANS COLLECTEUR - SANS BALAIS
SANS PARASITES - SILENCIEUX**

PRIX DES ACCESSOIRES

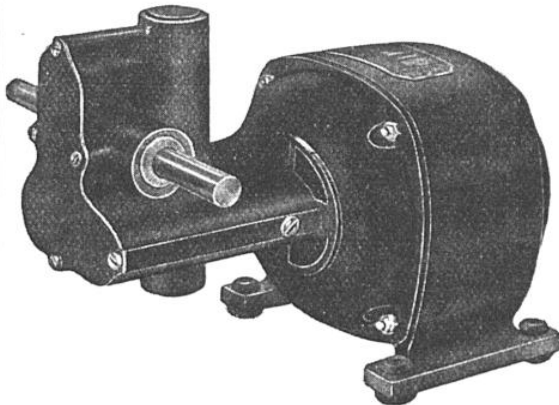
Meule	30. »	Plateau lapi- daire	50. »
Brosse acier.	30. »	Flexible	295. »
Mouffle	15. »	Dispositif pr ral- lur les pneus.	100. »
Mandrin	28. »		
Poulie	20. »		

VEKA

78 RUE ALSACE-LORRAINE
Tél.-Gravelle: 06-93
PARC ST. MAUR-Seine

Pub.G.S.

MOTEURS D'INDUCTION POUR TOUTES APPLICATIONS



700 T/m, 900 T/m, 1400 T/m, 2800 T/m

DE 1/100 A 1/2 HP



MOTEUR MONO, BI, TRI

à plusieurs vitesses,
à réglage de vitesses,
avec ou sans réducteur
de vitesse

R. VASSAL

INGÉN.-CONSTRUCTEUR

13, rue Henri-Regnault, SAINT-CLOUD (S.-&-O.) — Tél. : Val d'Or 09-68



Choisissez la montre à votre goût sur le superbe Album n° 35-65, présentant :

600 MODÈLES DE MONTRES DE BESANÇON

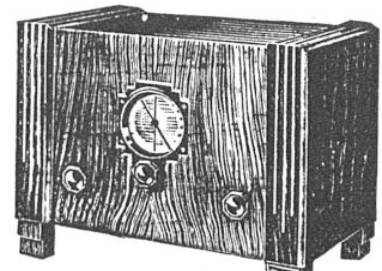
tous les genres pour Dames et Messieurs qualité incomparable

Adressez-vous directement aux

Ets SARDA
les réputés fabricants installés depuis 1893.

SARDA BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

Envoi gratuit



ÉGIS
ANTIFADING-LUXE

Le poste SANS HAUT-PARLEUR apparent.
Le poste qui vous transporte à la meilleure PLACE des FAUTEUILS d'ORCHESTRE.
LA RÉNOVATION DE L'ACOUSTIQUE
LA RÉVÉLATION DU SALON 1935

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES : Superhétérodyne de haute classe à 5 lampes, dont 1 valve, comportant : Lampe Super-Octode TK 2 : oscillatrice modulatrice à grande pente ; Lampe TP 3 : penthode HF à pente variable (effets de transmodulation réduits au minimum) ; Lampe TBC 1 : duodode triode à détection linéaire. Régulation automatique de volume (antifading) et amplification BF préliminaire ; Lampe TL 1 : penthode de puis. finale (2 w. 5 modules) ; Valve TZ 1 : biplaque à chauffage direct.

PRIX (franco) : 1.150 fr.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE GÉNÉRAL LÉWIS
181, rue Lafayette, PARIS

Recherches des Sources, Filons d'eau
Minerais, Métaux, Souterrains, etc.

par les

DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

L. TURENNE, ING. E. C. P.
19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17^e

Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

T.S.F.

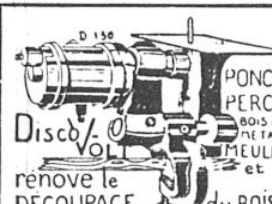
Plus aucun Parasite

Avec le nouveau
BLOC-FILTRE M.P.2
perfectionné
garanti un an
Aucun dispositif spécial,
s'adaptant sur la prise de courant
de votre récepteur

(Certificat n° 1203 du Laboratoire National
de Radioélectricité)

Pour quelques semaines seulement,
PRIX SPÉCIAL : Frs. 35 (au lieu de Frs. 40)
Envoi franco France et colonies contre
mandat ou chèque de 35 frs.

Compte Chèques Postaux : Paris 750-13
ÉTABLISSEMENTS A.R.T.A.
19, rue Debelleye - PARIS-3^e
(près République)



Discovolt
renove le
DÉCOUPAGE du BOIS.

PONCE,
PERCE
BOIS et
METAL
MEULE
et

Sans précédent :
DISCOVOLT

et autres Machines à
USAGES MULTIPLES
depuis **350 fr.**

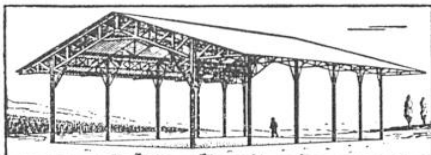
Milliers de références — Notices franco
S.G.A.S., 44, r. du Louvre, Paris (1^{er})

Moustiques, Dépressions ner-
veuses, Odeurs ne résistent
pas à OSGA-OZONOR.



Quelques-unes de nos Constructions métalliques

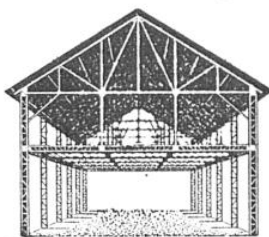
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



HANGAR AGRICOLE SIMPLE
5 à 22 mètres de portée. (Notice 144)



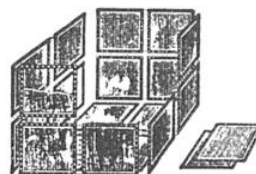
GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. (Notice 192)



GRAND HANGAR de 28 m. x 9 m., à grenier calculé pour 500 kilos au mètre carré. La charpente coûtait 29.000 francs.



Utilisez vos murs en y adossant des APPENTIS EN ACIER (Notice 123)



RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES pour eau et gaz oil 1.000 à 27.000 litres. Plus de 460 modèles différents. (Notice 187)



MOULINS À VENT et toutes INSTALLATIONS HYDRAULIQUES. (Notice 198)



ÉGLISES ET TEMPLES COLONIAUX avec toiture à pente de 80 centim. au mètre. (Notice 214).



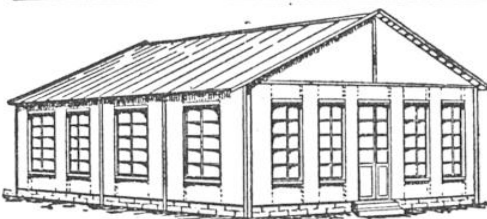
SALLE DE PATRONAGE ET CINÉMA. — Pente de 75 % au mètre, avec plafond voûté également. (Notice 208).



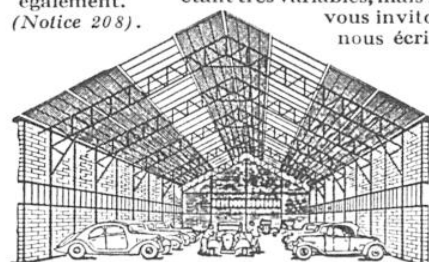
ESCALIERS MÉTALLIQUES. Nos escaliers ne se cataloguent pas, les besoins étant très variables, mais nous vous invitons à nous écrire.

Nous invitons nos lecteurs à nous écrire pour la notice qui les intéresse.

Rendez-vous : En atelier, depuis le lundi à 14 heures jusqu'au samedi à midi. — En voyage, depuis le samedi à 14 heures jusqu'au lundi à midi.



PAVILLON D'HABITATION À ÉDIFIER COMPLÈTEMENT SOI-MÊME. — 77 modèles distincts. — Fabrication en série. (Notice 205)



GARAGES ET ATELIERS Occupez-vous aujourd'hui même de votre agrandissement ou nouvelle construction pour la prochaine saison. (Notice 212)

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inférieure)

AUX INVENTEURS

“La Science et la Vie”

CRÉE

UN SERVICE SPÉCIAL DES NOUVELLES INVENTIONS

Dépôt des Brevets, Marques de Fabrique, Poursuite des Contrefacteurs

La Science et la Vie, qui compte parmi ses fidèles lecteurs de très nombreux inventeurs, vient de créer à leur usage un *Service Spécial* pour la protection et la défense de leurs inventions. Ce service, qui fonctionnera dans les meilleures conditions possibles, leur fournira gratuitement tous renseignements sur la manière dont ils doivent procéder pour s'assurer la propriété de leur invention et en tirer profit par la cession de leurs brevets ou la concession de licences.

Le Service Spécial de *La Science et la Vie* sera à la disposition de nos lecteurs pour :

- 1° Etudier et déposer leurs demandes de brevets en France et à l'étranger ;
- 2° Déposer leurs marques de fabrique et leurs modèles ;
- 3° Rédiger les actes de cession de leurs brevets ou les contrats de licences ;
- 4° Les conseiller pour la poursuite des contrefacteurs.

Faire une invention et la protéger par un brevet valable est, à l'heure actuelle, un moyen certain d'améliorer sa situation et, quelquefois, d'en trouver une. Tous ceux qui ont une idée se doivent d'essayer d'en tirer parti. Le moment est actuellement favorable, car tous les industriels cherchent à exploiter une invention pratique et nouvelle, un article plus ou moins sensationnel qu'ils seront seuls à vendre. Ce monopole exclusif ne peut exister que grâce au brevet d'invention.

La nécessité et l'observation sont les sources de l'invention, et il est possible de perfectionner, par conséquent d'inventer, dans tous les domaines. Chaque praticien, dans sa branche, qu'il soit ingénieur, ouvrier ou employé, peut trouver quelque chose d'intéressant et d'utile, et tenter d'en tirer profit tout en rendant aussi service à ses semblables.

Si donc vous avez imaginé un perfectionnement utile, trouvé un nouvel appareil, un produit original ou un procédé de fabrication, n'hésitez pas à vous en assurer immédiatement la propriété par un dépôt de brevet. Tout retard peut être préjudiciable à vos intérêts.

Parmi les inventions particulièrement recherchées actuellement, signalons les appareils ménagers, outils et machines agricoles, moteurs et modèles d'avions ; les jeux à prépaiement, les appareils automatiques épargnant la main-d'œuvre, les articles de sport et d'hygiène, les jouets, accessoires d'automobiles. Les inventions relatives à la T. S. F. sont aussi très appréciées, ainsi que tout ce qui touche au luminaire et à la cinématographie.

Une invention, si simple soit-elle (épingles de sûreté, ferret du lacet, diabolo), peut faire la fortune de son inventeur, à condition que celui-ci soit bien garanti et ne commette pas d'imprudences dès le début de son affaire.

C'est dans ce but qu'a été créé le Service Spécial des Nouvelles Inventions de *La Science et la Vie*.

Pour tous renseignements complémentaires, voir ou écrire : **Service Spécial des Nouvelles Inventions de “La Science et la Vie”, 23, rue La Boétie, Paris (8^e).**

RADIO-SOURCE vous présente

un ouvrage de la plus grande valeur technique
accompagné de la meilleure documentation commerciale

RADIO-MANUEL 1936

CONTIENT :

- 1° Une nouvelle sélection de schémas avec descriptions techniques et plans de câblage qui correspondent à des récepteurs nouvellement essayés.
- 2° Une documentation technique et commerciale illustrée relative à toutes les pièces et accessoires utilisés actuellement dans l'industrie de la radio.
- 3° Quelques études pratiques sur la radio-électricité signées par les principaux rédacteurs de la presse radio-électrique, et notamment par MM. :

E. AISBERG, directeur de *Toute la Radio* : CE QU'IL NE FAUT PAS FAIRE EN T. S. F.

PAUL BERCHE, rédacteur en chef du journal *l'Antenne* : COMMENT CONSTRUIRE UN RÉCEPTEUR MODERNE.

ROGER CAHEN, chef des Services techniques du journal *le Haut-parleur* : LES QUALITÉS DU RÉCEPTEUR MODERNE.

GÉO MOUSSERON, rédacteur en chef de *Radio-Plans* : VOUS DÉPANNEREZ VOUS-MÊMES VOS POSTES.

A l'aide de la nouvelle collection des schémas, ainsi que des précieux renseignements techniques et commerciaux que vous trouverez dans ce recueil, vous réaliserez à peu de frais les montages industriels les plus perfectionnés de la présente saison.

Nous rappelons à nos clients que nos montages sont équipés exclusivement avec du matériel de bonne qualité, et notamment avec les pièces et accessoires des grandes marques :



DEMANDEZ RADIO-MANUEL 1936



contre
3 fr 50
en timbres

RADIO-SOURCE

82, AVENUE PARMENTIER, PARIS (XI^e)

**Vous pouvez apprendre
à piloter un Avion
GRATUITEMENT**

Comment ?

Vous le saurez en lisant
avant le 3 Novembre
le grand hebdomadaire

I'Aéro

En vente partout

Le N° **0.75**

A titre de propagande...

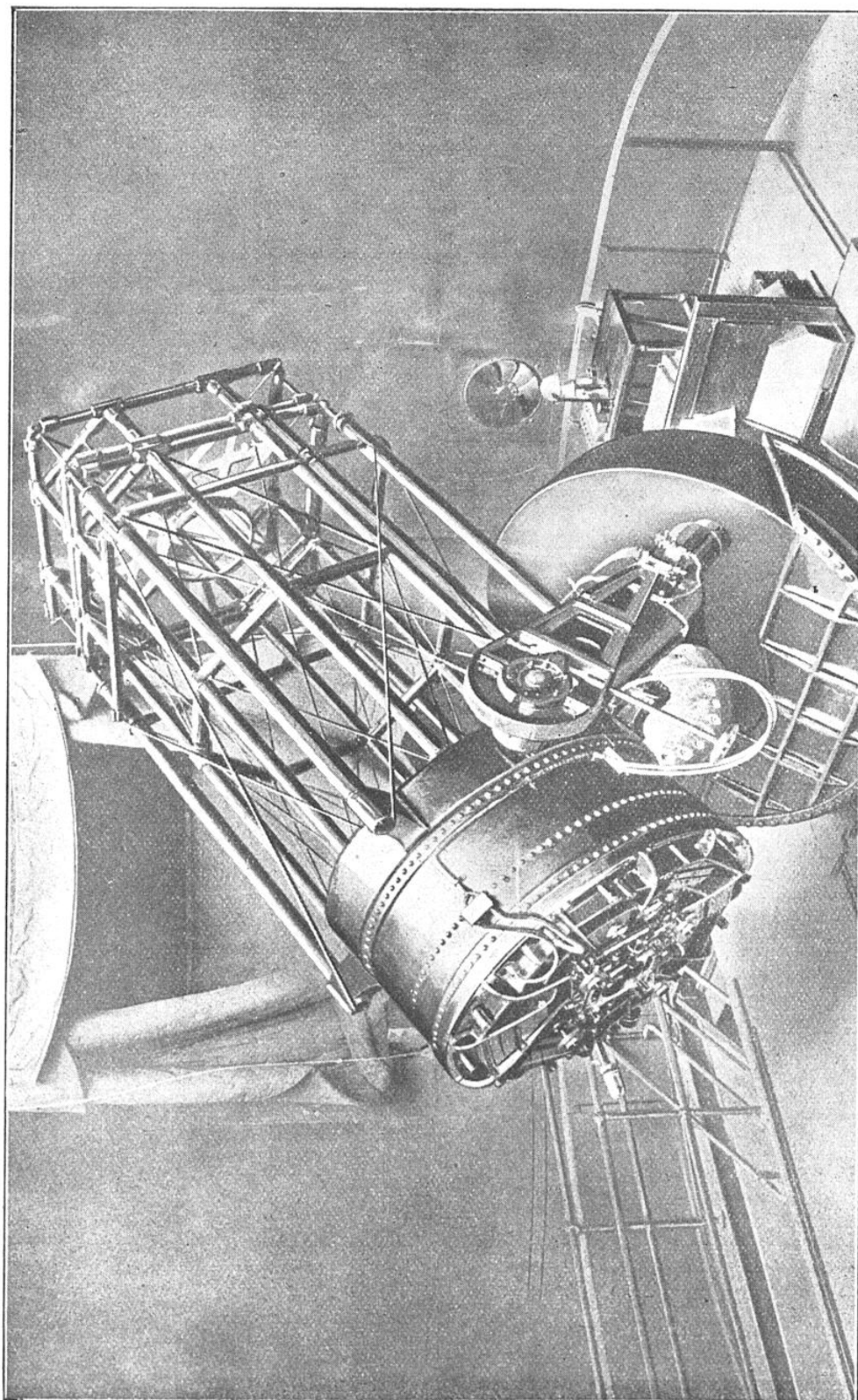
ABONNEMENT GRATUIT D'UN MOIS

sur simple demande, accompagnée de ce talon, adressée à

I'Aéro, 79, Champs-Élysées, Paris (8^e)

Nos connaissances astronomiques dépendent de la puissance de l'outillage	L. Houllévigie	347
<i>Etablissement de la carte du ciel, révision des longitudes, mesure et distribution du temps, constituent des problèmes actuels qui passionnent non seulement les astronomes, mais aussi tous les esprits curieux de pénétrer les mystères de l'univers.</i>	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
Qu'est-ce que la « génétique », science exacte de la vie ?	Jean Labadié	358
<i>Des découvertes récentes ont permis de mettre de l'ordre parmi les phénomènes héréditaires individuels, grâce à l'étude des « chromosomes ». Ces théories toutes nouvelles sont exposées en France pour la première fois et mises à la portée de tous.</i>		
C'est la métallurgie moderne qui a créé le canon moderne	Paul Régnault	367
<i>Un nouveau procédé d'autofrettage permet d'accroître la puissance des bouches à feu; celui du chemisage permet de combattre l'usure. Grâce aux aciers spéciaux modernes, on pourrait maintenant obtenir des vitesses initiales de 2 km par seconde! Et la technique laisse entrevoir encore des résultats plus surprenants!</i>	Ingénieur en chef de l'artillerie navale.	
Notre économie nationale exige des carburants de remplacement bon marché : bois, charbons	Henri Tinard	374
<i>Les combustibles liquides nécessaires à nos moteurs sont presque tous importés. La technique nouvelle des gazogènes, à bois ou à charbon, doit nous permettre de trouver sur notre sol ces carburants d'appoint. C'est un problème capital, du point de vue économique et militaire. Par contre, la sécurité exige encore la suppression de certaines causes d'incendie.</i>		
Notre poste d'écoute	S. et V.	383
<i>En Amérique, les fusées météorologiques et postales préoccupent les techniciens</i>	Willy Ley	389
<i>Les essais de fusées à combustibles liquides se poursuivent actuellement aux Etats-Unis. Certains résultats intéressants ont été récemment acquis.</i>		
Le balisage des lignes aériennes transatlantiques et le « renouveau » de la télégraphie sous-marine.. . . .	Georges Claude	396
<i>Toutes les stations de T. S. F. véritables « phares » pour l'aviation, grâce au « radio-compass »,</i>	Membre de l'Institut.	
<i>Voici le radio-compass qui permet au pilote de se diriger dans la brume ou dans la nuit vers l'aérodrome de son choix, en lui donnant automatiquement la direction à suivre.</i>	Charles Brachet	397
La télévision est née il y a cinquante ans	Jean Marchand	403
<i>L'évolution scientifique de la télévision, étroitement liée aux progrès de la physique moderne, nous permet de mesurer le chemin parcouru et d'apprécier les difficultés à vaincre avant de voir la télévision pénétrer — un jour — dans le domaine courant.</i>	Ingénieur I. E. G.	
A propos du Salon de la radio de Paris	G. B.	409
<i>Il y a encore à faire en France dans le domaine de la radio, où notre pays n'occupe que le quatrième rang dans le monde.</i>		
Pour remédier au givrage des avions	F. Brun.	411
<i>Le gros danger constitué par le givrage des carburateurs et des avions est maintenant vaincu par des dispositifs simples et ingénieux, qui apportent à la navigation aérienne un important facteur de sécurité.</i>	Ingénieur civil de l'Aéronautique.	
La France aura-t-elle bientôt des abonnés à la télédiffusion comme en Angleterre ?	C. Vinogradow.	417
<i>Deux nouveaux procédés, l'un utilisant des câbles spéciaux, l'autre le réseau téléphonique normal, sont en usage notamment en Angleterre, en Belgique et en Suisse. Ils permettent de recevoir dans les meilleures conditions techniques les programmes de radiodiffusion transmis par un centre de distribution parfaitement équipé. La France en est encore à étudier la question.</i>	Ingénieur radio E. S. E.	
La technique radioélectrique d'une grande station d'émission.. . . .	Jean Marival	422
<i>Comment fonctionne le poste Radio-Toulouse-Saint-Agnan.</i>		
Quelques nouveautés au Salon de la T. S. F. de Paris	J. M.	426
Les « A côté » de la science.	V. Rubor.	429
Chez les éditeurs	S. et V.	430

L'outillage astronomique si délicat des observatoires modernes s'est notablement perfectionné, au cours de ces dernières années, en ce qui concerne la puissance des instruments et la qualité des images fournies. La couverture de ce numéro représente le nouveau télescope « Ritchey-Chrétien », de l'Observatoire naval de Washington (Etats-Unis), qui, malgré sa puissance, possède cependant des dimensions remarquablement réduites, grâce au procédé spécial de taille des miroirs. Sa longueur totale ne dépasse pas en effet 3 mètres pour une ouverture de 102 centimètres. (Voir l'article, page 347 de ce numéro.)



VUE D'ENSEMBLE DU NOUVEAU TÉLÉSCOPE "RITCHIEY-CHRÉTIEU" DE L'OBSERVATOIRE NAVAL DE WASHINGTON (ÉTATS-UNIS)

Grâce à la disposition et à la taille spéciale des miroirs, cet instrument très puissant est de dimensions remarquablement réduites. Sa longueur totale ne dépasse pas 3 mètres pour un diamètre du miroir principal de 102 cm. Une coupole de 5 m 50 de diamètre (contre 26 m pour la grande lunette de Yerkes) suffit pour l'abriter. Ce télescope utilise des plaques photographiques courbes, car l'image qu'il donne se forme sur une calotte sphérique au lieu d'une surface plane.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Novembre 1935, R. C. Seine 116544

Tome XLVIII

Novembre 1935

Numéro 221

NOS CONNAISSANCES ASTRONOMIQUES DÉPENDENT DE LA PUISSANCE DE L'OUTILLAGE

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

L'astronomie a toujours passionné les esprits curieux de pénétrer les mystères de l'Univers. Le dernier Congrès de l'Union astronomique internationale nous fournit l'occasion d'exposer les progrès accomplis par les savants du monde entier dans le domaine de la mécanique céleste et de l'astrophysique. Voici d'abord la carte du ciel, entreprise depuis un demi-siècle et dont l'ampleur a nécessité la division du ciel en deux cent cinquante régions étudiées par les astronomes de tous les pays. D'autres études, non moins captivantes, portent sur la mesure et la distribution du temps, la détermination et la révision des longitudes, dont les résultats peuvent être de nature à accroître nos connaissances sur la constitution du globe terrestre (dérive des continents) et sur lesquelles se greffe la mesure de la vitesse des ondes électromagnétiques. Mais la résolution de tous ces problèmes scientifiques exige évidemment le perfectionnement de l'outillage de nos laboratoires, et surtout l'augmentation de la puissance et de la précision du télescope, qui remplace la lunette astronomique à cause de la netteté et de la finesse des images fournies. Le fameux télescope de 2 m 54 du mont Wilson (Californie) détient toujours le record du pouvoir séparateur, en attendant l'achèvement du miroir de 5 mètres de diamètre de l'Institut technique de Californie. D'autre part, il faut admirer les merveilleux progrès concernant la surface réfléchissante (emploi de l'aluminium au lieu de l'argent), la recherche de l'allègement et du moindre encombrement de ces délicats appareils d'optique (télescope Ritchey-Chrétien). Il n'y a pas, en effet, de science appliquée plus exigeante que l'astronomie qui nécessite la collaboration étroite et minutieuse des savants observateurs d'une part, des habiles constructeurs de l'autre.

L'organisation de la recherche astronomique

DU 10 au 17 juillet dernier, les plus notables astronomes des deux mondes se sont réunis à Paris, pour discuter et mettre au point les problèmes qui intéressent leur commune science. Cette réunion, la cinquième depuis la fondation de l'Union astronomique internationale, succède à celles qui se sont tenues successivement à Rome, à Cambridge, à Leyde et à Boston ; elle vise, comme elles, à coordonner le travail des

observatoires, à standardiser les définitions et les méthodes, de façon à rendre comparables les résultats.

Jadis, c'est-à-dire il y a cinquante ans, chaque pays travaillait « en vase clos » ; les seuls rapports scientifiques internationaux étaient établis par les Revues spéciales, qui publiaient les travaux effectués à l'étranger ; aucune discrimination n'était faite, dans ces publications, entre des travaux de valeurs fort inégales, et, d'autre part, faute d'une entente sur les définitions, les notations et les procédés de mesure, beaucoup

d'entre eux restaient inutilisables. Le besoin d'une entente internationale reçut un commencement de satisfaction en 1887, lorsque l'amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris, réunit les astronomes de divers pays en vue de réaliser une œuvre commune de haut intérêt : la carte photographique du Ciel. Il finit par obtenir les collaborations nécessaires à cette grande entreprise, et c'est à cette occasion que les astronomes de divers pays prirent l'habitude de ces réunions ; de nouveaux problèmes, la mesure et la définition internationale de l'heure, la détermination précise de la parallaxe solaire, c'est-à-dire de la distance du Soleil à la Terre, exigèrent de nouvelles réunions, qui prirent finalement un caractère périodique ; elles ont lieu tous les trois ans, sous les auspices de l'Union internationale, dont le président sortant, M. Schlesinger, directeur de l'Observatoire américain de Yale, vient d'être remplacé au fauteuil par M. Esclançon, directeur de l'Observatoire de Paris. Dans l'intervalle entre ces réunions, l'action de l'Union internationale se prolonge par celle des bureaux permanents, dont le plus actif est le Bureau international de l'Heure, qui siège à Paris et est chargé de tous les problèmes se rapportant à la mesure du temps.

En fait, l'activité de l'Union internationale porte sur les questions les plus variées ; on prendra une idée de cette diversité par le seul fait que le travail du Congrès de Paris a été réparti entre trente-six commissions, dont plusieurs ont dû partager la tâche qui leur était attribuée entre plusieurs sous-commissions. Des rapports préliminaires préparés avant le Congrès et discutés au cours des séances tenues au Centre Marcelin-Berthelot, permettent de se rendre compte de l'état des problèmes qui retiennent actuellement l'attention des astronomes ; certains d'entre eux présentent un intérêt purement professionnel : tels sont ceux qui se rapportent à la bibliographie, aux éphémérides, à l'uniformisation des notations, à l'envoi de télégrammes destinés à prévenir les observatoires des événements célestes (comètes, étoiles nouvelles, etc.). D'autre part, le Congrès n'avait pas à s'occuper, au moins officiellement, des « grands problèmes » qui ne sont en réalité que d'audacieuses hypothèses sur la constitution de l'Univers ; les astronomes réunis à Paris n'y discutèrent pas, en séance, ces troublantes énigmes ; leur but, plus modeste mais plus accessible, visait à fournir à la science des résultats certains et aussi précis que possible ; dans

l'œuvre des trente-six commissions, nous devons choisir et nous limiter aux questions qui peuvent intéresser le grand public auquel cette revue s'adresse.

La carte du ciel

L'œuvre entreprise, il y a un demi-siècle, par l'amiral Mouchez, et hautement patronnée par M. Baillaud, a pris, au cours de son exécution, un développement et une portée que ses initiateurs n'avaient pas imaginés. Leur objet initial avait été de couvrir l'étendue du firmament par une série de clichés permettant de photographier toutes les étoiles jusqu'à la troisième grandeur inclusivement ; l'ensemble de ces photographies doit établir, avec toute la précision possible, l'état civil actuel d'une trentaine de millions d'étoiles, dont 6.000 seulement sont visibles à l'œil nu. La tâche, assumée par dix-neuf observatoires, répartis sur toute la surface du globe, comprend, outre la prise de ces clichés, et la reproduction héliographique du plus grand nombre possible, un catalogue classé en coordonnées sphériques et en coordonnées rectilignes ; ce catalogue, qui porterait sur deux millions d'étoiles, exige un travail de calcul considérable, et qui pourrait occuper des centaines d'astronomes en chômage ; son point de départ est la détermination, directe et rigoureuse, de quelque 25.000 étoiles de référence, choisies sur toute la surface du Ciel de façon à ce que chaque élément de la carte contienne au moins deux de ces étoiles, qui permettront de repérer la position de toutes les autres sur le cliché photographique. Ce travail préliminaire avait été effectué pour 6.000 étoiles, par Boss, en 1910 ; son achèvement est une œuvre de longue haleine qui exige, pour chaque astre, des observations suivies pendant plusieurs années ; et, pourtant, c'est seulement ainsi qu'on pourra, plus tard, savoir si le firmament a changé de forme et quel mouvement anime la grande nébuleuse galactique dont nous sommes les infimes habitants.

Ces difficultés permettent de comprendre comment il se fait que la carte du Ciel tende, plus lentement qu'on ne l'aurait souhaité, vers son achèvement. Tous les observatoires participants, sauf deux, ont pris des clichés, les uns sur toutes les zones qui leur avaient été attribuées, les autres sur les zones paires ou impaires seulement. Cinq ont pratiquement terminé la publication de la carte, huit ne l'ont pas commencée, cinq autres sont en cours de publication. On peut donc dire que, s'il subsiste quelques lacunes, le travail effectué est des plus importants et on peut

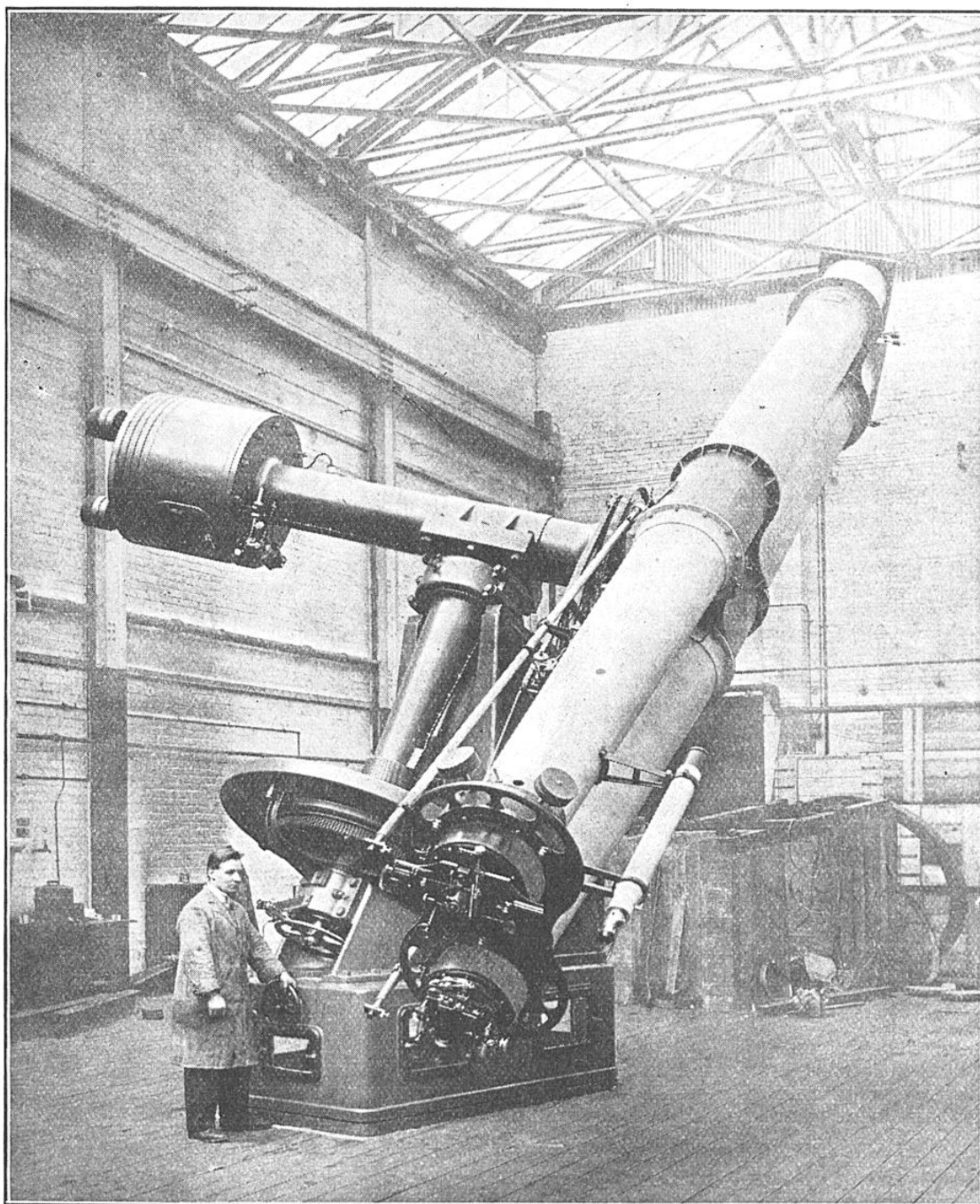


FIG. 1. — LA GRANDE LUNETTE DOUBLE DE L'OBSERVATOIRE DE SALTJÖBADEN, PRÈS DE STOCKHOLM (SUÈDE), SE COMPOSE DE DEUX APPAREILS DISTINCTS FIXÉS AU MÊME BATI MOBILE : AU-DESSUS, UNE LUNETTE DE 51 CM D'OUVERTURE POUR L'OBSERVATION DIRECTE, ET AU-DESSOUS, UNE DEUXIÈME LUNETTE DE 61 CM D'OUVERTURE RÉSERVÉE POUR LA PRISE DE PHOTOGRAPHIES. LA DISTANCE FOCALE DES OBJECTIFS EST DE 8 M 10. LA PETITE LUNETTE CHERCHEUSE ATTACHÉE AU TUBE SUPÉRIEUR A 10 CM D'OUVERTURE ET UNE DISTANCE FOCALE DE 1 M 20. L'INCLINAISON SUR L'HORIZONTALE DE L'AXE DU BATI EST TRÈS GRANDE ET CORRESPOND A LA LATITUDE TRÈS ÉLEVÉE DE L'OBSERVATOIRE SUÉDOIS

espérer que, d'ici à dix ans, ce grand monument astronomique sera complètement achevé.

Mais, à mesure que l'œuvre se développait, on en percevait plus nettement les lacunes ; la mise en service de puissants instruments a permis de reculer les limites du Ciel accessibles à l'observation et d'atteindre les étoiles jusqu'à la vingtième grandeur, sans compter les nébuleuses extra-galactiques. Ainsi, de nouveaux problèmes se posaient, tant sur l'étendue et les mouvements de la nébuleuse galactique à laquelle nous appartenons que sur les nébuleuses extérieures, sur la forme et les mouvements de l'Univers ; or, la carte du Ciel, limitée aux astres de treizième grandeur, n'atteint pas les profondeurs extrêmes et n'apporte aucun document pour leur étude.

Faudra-t-il donc reprendre, sur une échelle agrandie, l'œuvre inaugurée par l'amiral Mouchez ? Les difficultés de la tâche seraient insurmontables : il y faudrait plus d'argent, plus de temps, plus d'instruments puissants, plus d'observateurs que l'astronomie de toutes les nations réunies n'en pourrait réunir. C'est pour cette raison que l'illustre astronome hollandais Kapteyn suggéra, en 1906, le plan des « Selected Areas » ou aires choisies : au lieu d'étudier à fond la surface entière du firmament, on détermine dans le Ciel un certain nombre de régions, choisies comme les plus typiques, et on les étudie à fond. Ce plan fut adopté par les astronomes ; on fit choix de deux cent cinquante régions, distribuées sur les deux hémisphères, couvrant chacune environ un tiers de degré ; de ces aires sélectionnées, les unes se trouvent dans la Voie Lactée, les autres dans les régions où existent des amas globulaires, des nébuleuses spirales, des nuées lumineuses ou obscures ; et le pro-

gramme consiste à étudier ces coins du Ciel avec la plus scrupuleuse attention, en accumulant tous les renseignements que l'astronomie actuelle permet de recueillir : magnitudes stellaires, vitesses radiales et transversales, étude spectroscopique, etc.

Un problème connexe, et de haute importance, consiste à savoir si les milieux interstellaires présentent, ou non, une absorption mesurable pour la lumière ; jusqu'à ces derniers temps, on avait estimé que l'espace interstellaire était d'une transparence parfaite, et que la lumière n'y subissait pas d'autre affaiblissement que celui qui provient de la distance ; quelques astronomes sont aujourd'hui d'opinion contraire, et il faut bien dire que cette opinion, si elle était fondée, changerait toutes les notions admises actuellement sur les dimensions de notre Univers.

Quoi qu'il en soit, une Commission du Congrès de Paris a été chargée de coordonner le travail qui se rapporte à ces divers problèmes ; naturellement, les grands observatoires américains, et spécialement celui du

Mont Wilson, profitent de la puissance de leurs instruments pour contribuer efficacement à l'œuvre des « Selected Areas » ; les régions situées dans l'hémisphère Nord ont été soumises par eux à une étude très soignée ; mais le travail est loin d'être aussi avancé pour l'hémisphère austral.

Dans le domaine du B. I. H.

Le Bureau International de l'Heure (B. I. H.), qui réside à Paris, est chargé de présider à la mesure et à la distribution du temps, ainsi que d'un certain nombre de questions connexes, comme la détermination des longitudes. Bien entendu, il ne peut que servir de régulateur, de chef d'orchestre, aux divers observatoires dont ces opérations cons-

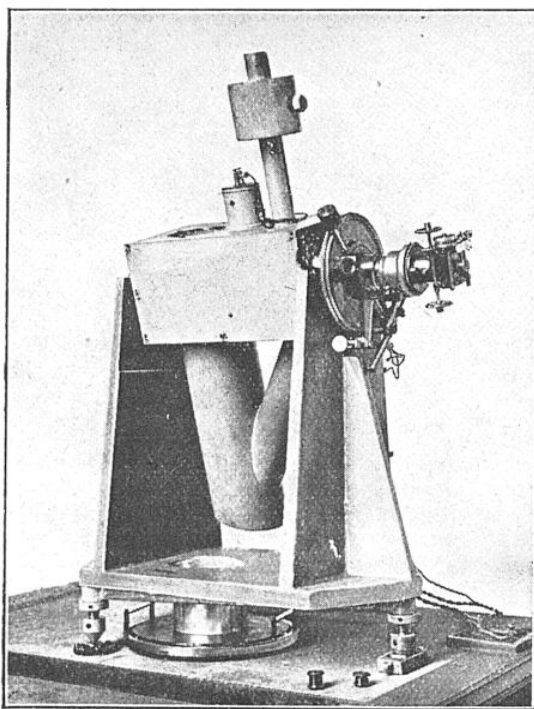


FIG. 2. — LE NOUVEL « INSTRUMENT DES PASSAGES » CONSTRUIT PAR M. DANJON, DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE STRASBOURG

tituent la tâche régulière. Opérations fort complexes, dont j'ai rappelé le principe dans un précédent article (1), mais dont la mise en œuvre exige des précautions minutieuses. Leur point de départ est l'observation du passage au méridien des étoiles horaires, d'où on déduit, par des calculs simples, l'instant de passage, au même méridien, d'une étoile fictive, qui est le *point vernal* ou *point gamma*, cher aux Polytechniciens ; cet instant définit le temps astronomique zéro, point de départ du jour astronomique, d'où on déduit ensuite, par le calcul, le temps civil, marqué par nos horloges et nos montres.

Or, ces observations, effectuées à la lunette méridienne, comportent des erreurs inévitables, dues aux flexions et aux dilatations de l'instrument de mesure ; pour atteindre une précision plus grande, M. Danjon, directeur de l'Observatoire de Strasbourg, a mis en service, depuis 1934, un *instrument des passages*, fondé

sur des principes tout différents, et dont on espère qu'il mesurera les angles à 1 centième de seconde près, ce qui correspond, pour la mesure du temps, à une précision voisine de 1 quinze-centième de seconde. Ainsi, le progrès s'affirme par l'exactitude des mesures ; il se manifeste aussi par l'amélioration des « garde-temps », c'est-à-dire des horloges chargées de conserver et d'enregistrer l'heure astronomique ; c'est ainsi qu'à Paris, le Bureau de l'Heure dispose, depuis 1932, de sept pendules installées, à 27 mètres audessous du sol, dans un caveau hexagonal, où les trépidations sont réduites au minimum, et où la température reste constante, à 1 ou 2 dixièmes de degré près, tout au long de l'année.

D'autres observatoires, usant de précautions analogues, procèdent, de leur côté, aux déterminations de leur heure locale, et c'est en corrigeant ces mesures les unes par

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 177, page 186.

les autres, que le B. I. H. fixe l'heure définitive ; les observatoires qui règlent ainsi le temps universel sont ceux de Buenos-Ayres, Greenwich, Hambourg, Leningrad, Moscou, Neufchâtel, Ottawa, Paris, Potsdam, Poulkovo, Rio de Janeiro, Tachkent, Uccle et Washington.

Mais, pour comparer et réduire ces observations, il est nécessaire de connaître la différence de longitude des diverses stations, puisqu'un écart de 15 degrés correspond à une heure de temps (1). Et c'est ainsi que le Bureau International de l'Heure a été amené à s'occuper de ce nouveau problème, auquel

notre Revue a déjà consacré un article (2) ; l'emploi de la T. S. F. a permis de mesurer ces longitudes avec une extrême précision, puisque, en se communiquant électriquement leurs heures locales, les observatoires n'ont qu'à en faire la différence pour obtenir celle des longitudes ; toutes ces opérations avaient



FIG. 3. — LE GRAND MIROIR DE 2 M 54 DE L'OBSERVATOIRE DU MONT WILSON, MÉTALLISÉ PAR L'ALUMINIUM

été effectuées une première fois, il y a six ans, et la précision des résultats avait été vérifiée par une épreuve très simple : si on a déterminé séparément les différences de longitudes d'un certain nombre de stations distribuées sur le contour du globe, la somme des nombres obtenus devra faire exactement une circonférence entière, soit 360 degrés ; et c'est, en effet, ce qu'on a vérifié, à quelques centièmes de seconde près.

Le succès de cette entreprise avait conduit l'Union astronomique à la renouveler ; c'est, en effet, ce qui a eu lieu en octobre et novembre 1933 ; quatre observatoires, ceux de Paris, Greenwich, Moscou et Tachkent, ont même prolongé les opérations du 15 septembre au 15 décembre. Les résultats de cette nouvelle campagne, qui doivent être

(1) Il faudrait aussi, d'après M. Dneprovsky, tenir compte de la variation des latitudes, due à de légers déplacements du pôle.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 177, page 186.

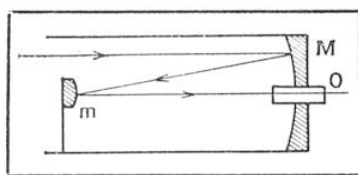


FIG. 4. — PRINCIPE DU MONTAGE D'UN TÉLESCOPE EN « CASSEGRAIN »

centralisés au B. I. H., sont attendus avec une grande impatience, non seulement par les astronomes, mais par les géodésiens et les géologues ; ils permettront, en effet, du moins on l'espère, de se prononcer sur la fameuse hypothèse de la *Dérive des continents*, due à Wegener et développée par Vening-Meinesz. Si les longitudes ont varié entre les deux campagnes, il faudra en conclure que les distances, comptées sur la surface du globe, se sont modifiées. Le Congrès de Boston, en 1932, avait même émis le vœu que des mesures spéciales des différences de longitude fussent exécutées entre des stations où cette dérive des continents pourrait le mieux être constatée, c'est-à-dire entre l'Ecosse et le Groenland, Madagascar et la Côte de Mozambique, l'Inde et les îles de la Sonde ; la première de ces épreuves, seule, a pu être exécutée. Mais les résultats de cette grande enquête n'ont pas encore été publiés ; en effet, au 15 mars 1935, le B. I. H. n'avait reçu que quarante-trois rapports, sur les quatre-vingt-dix qu'il attend et qui lui sont nécessaires pour aboutir à des conclusions précises.

Sur cette question elle-même est venue s'en greffer une autre, qui est celle de la vitesse de propagation des signaux de T. S. F., car cette vitesse n'est pas infinie, et il faut en tenir compte dans le calcul des différences de longitude : par exemple, le temps employé pour transmettre un signal électrique entre Paris et Washington atteint 2 centièmes de seconde, qui devront être retranchés de la différence des heures locales pour qu'on en puisse déduire la différence des longitudes. Or, les mesures semblent indiquer que la vitesse de propagation des ondes électriques n'est pas rigoureusement constante ; elles ont donné des nombres compris entre 289.000 et 269.000 kilomètres par seconde ; MM. Jouaust et Stoyko, en constatant que cette différence n'est pas due à des erreurs de mesure, suggèrent que la vitesse des ondes électriques serait modifiée lorsqu'elles passent au voisinage des pôles magnétiques du globe ; voilà donc un nouveau problème qui se greffe sur tous les autres ; aussi, le Congrès de Paris a-t-il jugé nécessaire de le soumettre à un nouvel examen.

Le progrès instrumental

J'aborde maintenant un point capital, qui a fait l'objet des délibérations de la 9^e commission, et de plusieurs autres. Le perfectionnement des appareils d'observation et de mesure est à la base de tous les progrès astronomiques ; il résulte d'une collaboration incessante entre les astronomes et les constructeurs, et on peut dire qu'il s'est affirmé dans deux directions opposées, correspondant, l'une, au travail individuel, et l'autre, au travail collectif ; en effet, certains observateurs, spécialisés dans telle ou telle branche des opérations astronomiques, tiennent à posséder l'instrument le mieux adapté à cette tâche ; au contraire, d'autres entreprises exigent la collaboration suivie de nombreux observateurs.

Parmi celles-ci, je citerai spécialement les études solaires. Dès 1931, le grand astronome américain G.-E. Hale avait, dans un rapport sur les relations entre les phénomènes solaires et terrestres, préconisé l'étude collective des éruptions de la chromosphère et des petits filaments, presque toujours très instables, qui prennent naissance dans les facules ; ces phénomènes sont, en effet, en relations probables, mais encore mal définies, avec les orages magnétiques terrestres, les aurores et les anomalies de propagation des ondes électriques. Pour cette étude, un merveilleux instrument avait été mis au point par Hale et Deslandres : c'est le spectrohéliographe, qui permet d'étudier séparément, en lumière monochromatique, les divers aspects du globe solaire ; on voit ainsi apparaître, successivement, et à volonté, le Soleil de calcium ou le Soleil d'hydrogène. Mais le prix élevé et la complication de cet appareil ont conduit l'astronome américain à en établir un modèle simplifié, le spectrohélioscope, qui, depuis 1934, permet à seize observatoires associés d'exercer une surveillance continue de la surface solaire, dont les résultats, centralisés à Meudon, sont publiés trimestriellement. Grâce à cet effort collectif, on espère être bientôt en état de préciser les relations entre notre globe et l'astre dominant.

Quant à l'effort individuel, il s'exerce sous des formes tellement variées,

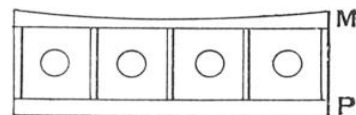


FIG. 5. — PRINCIPE DE LA CONSTRUCTION DES MIROIRS DE TÉLESCOPES SUIVANT LE PROCÉDÉ DU PROFESSEUR RITCHY

qu'il serait difficile d'en donner ici un tableau, même résumé. Mais le problème qui domine tous les autres, c'est l'accroissement de puissance des instruments d'observation, lunettes et télescopes; les solutions en sont multiples et diverses : tandis qu'au Canada, l'Observatoire Dunlap, près de Toronto, met en service un télescope de 1 m 88 d'ouverture, on installe un appareil du même type, mais plus puissant encore (car son ouverture dépassera 2 mètres), sur le mont Locke, au Texas, à 2.000 mètres d'altitude, dans une région particulièrement favorisée au point de vue de la transparence atmosphérique; plus modestement, le nouvel observatoire suédois de Saltzjöbaden, près de Stockholm, se fournit d'un télescope de 1 mètre d'ouverture et d'une lunette astronomique dont la caractéristique est de comporter deux tubes jumelés, l'un servant aux observations

visuelles, l'autre spécialement établi pour les prises de photographies.

Plus originale et plus riche de promesses est la transformation qui vient d'être appliquée récemment au miroir de 90 centimètres de l'observatoire Lick et au grand miroir de 100 pouces (2 m 54) du mont Wilson : jusqu'à présent, la surface concave était argentée, suivant le procédé imaginé par Foucault, mais l'argent, très réfléchissant pour la lumière visible, cesse de l'être pour l'ultraviolet, et cet inconvénient est particulièrement grave pour l'étude spectroscopique de certaines étoiles et des nébuleuses, dont l'ultraviolet forme le principal rayonnement. Les astronomes américains ont donc entrepris de substituer à l'argent une couche d'aluminium obtenue par évaporation dans le

vide, et ils ont réussi, par une délicate manipulation, à obtenir des surfaces d'aluminium dont le pouvoir réflecteur pour l'ultraviolet est compris entre 0,8 et 0,9; il est certain que cette nouvelle technique permettra de réaliser des progrès considérables.

Dans l'ensemble, l'effort de perfectionnements a porté principalement sur l'instrument-roi : le télescope, complété par les appareils annexes, chambres photographiques, spectroscopes et spectrographes,

cellules photo-électriques, etc., qui précisent et fixent l'observation oculaire par l'enregistrement automatique; mais la condition qui domine toutes les autres, c'est l'ouverture de l'instrument, c'est-à-dire le diamètre du miroir qui recueille les ondes. Si le télescope a relégué la lunette dans les tâches, inglorieuses mais toujours nécessaires, de l'astronomie de position, il le doit à la supériorité du

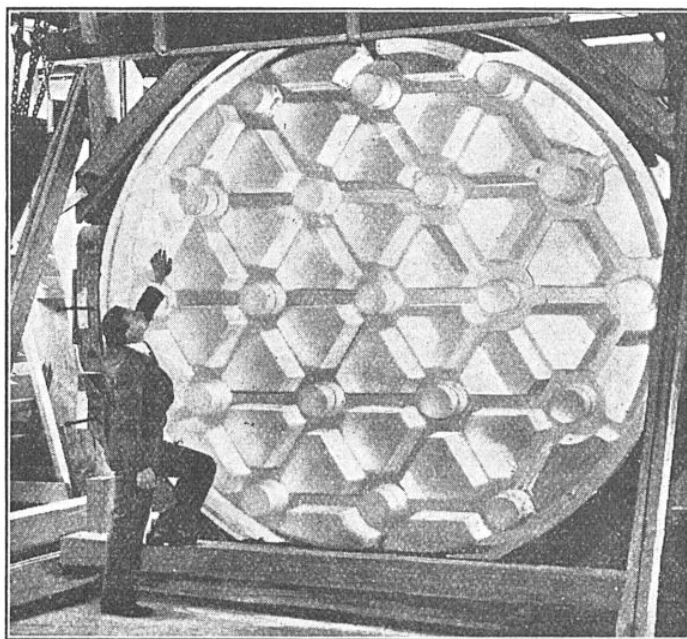


FIG. 6. — MODÈLE DE MIROIR DE 3 MÈTRES DE DIAMÈTRE ÉTABLI EN AMÉRIQUE PAR LES MÊMES PROCÉDÉS QUE LE GRAND MIROIR DE 5 MÈTRES DE DIAMÈTRE

miroir sur la lentille, et même sur l'assemblage de lentilles qui constitue un objectif achromatisé; l'absence de coloration des images, qui n'est jamais qu'approximative avec la lunette, est rigoureusement réalisée avec les miroirs, qu'on sait tailler, par ailleurs, de façon à obtenir des images parfaitement nettes, au moins dans le voisinage de l'axe; enfin, il est plus facile, et moins coûteux, de fabriquer un miroir qu'une lentille achromatique de même diamètre, et comme le pouvoir séparateur dépend de cette ouverture, on peut obtenir, avec le réflecteur, des détails qui échappent aux réfracteurs actuellement réalisables : la plus puissante lunette qui existe au monde, celle de l'Observatoire Yerkes, n'a que 102 centimètres d'ouverture, alors que le miroir du

grand télescope Hooker du mont Wilson atteint 2 m 54.

Ce puissant télescope, mis en service en 1919, a rendu d'inappréciables services et on le considère comme le chef-d'œuvre de l'optique moderne ; pourtant, l'audace américaine va s'efforcer de le dépasser : l'Institut technique de Californie a entrepris la construction d'un télescope de 200 pouces, soit 5 m 08, d'ouverture, et après deux années de préparation méthodique, après trois expé-

le disque de pyrex pourra être poli, creusé méthodiquement, métallisé et installé dans sa monture. L'appareil définitif ne sera pas une reproduction agrandie du télescope de 100 pouces ; il en différera par deux points essentiels : en premier lieu, pour diminuer le poids du disque de verre, qui, sans cela, aurait atteint 42 tonnes, tout en lui conservant la rigidité indispensable, le moule dans lequel il a été coulé présente des saillies et des nervures, dont la figure ci-dessous donne

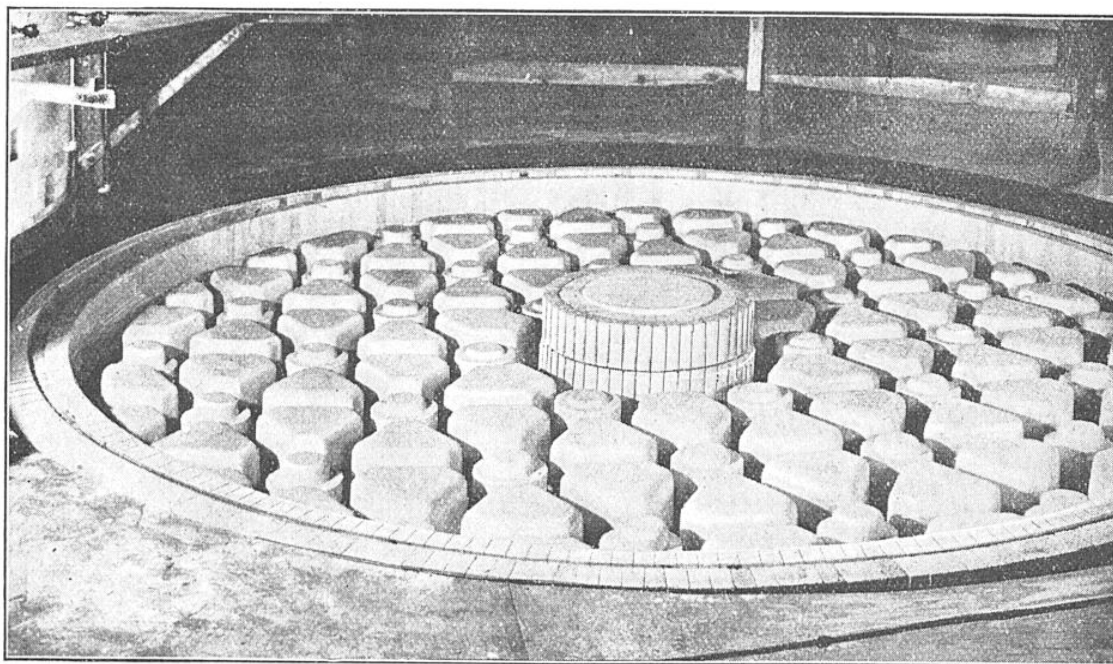
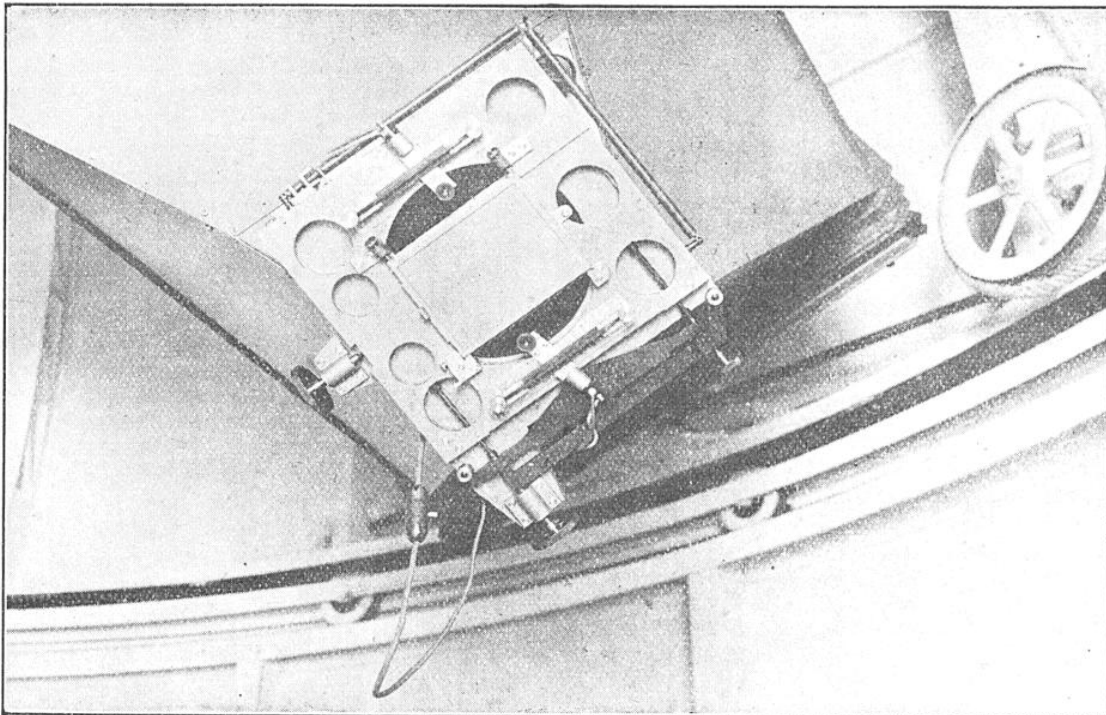


FIG. 7. — VOICI LE MOULE DE CÉRAMIQUE QUI A SERVI À COULER LE GRAND MIROIR DE 5 MÈTRES DE DIAMÈTRE ACTUELLEMENT EN FABRICATION EN AMÉRIQUE

Grâce aux alvéoles qui sont ménagées dans sa masse, le poids du grand disque de 5 mètres de diamètre, et dont la plus grande épaisseur atteint 63 centimètres, a pu être réduit de 42 à 18 tonnes.

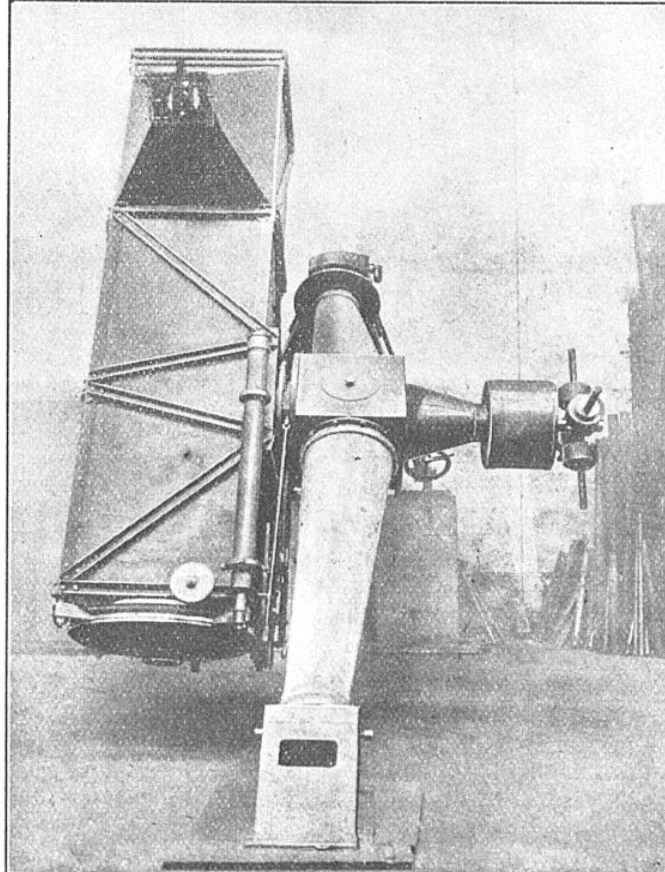
riences successives sur des disques de 75 centimètres, 1 m 50 et 3 mètres de diamètre, on a réussi à couler, en double exemplaire, un disque de verre « pyrex » large de 5 m 08, dont la plus grande épaisseur atteint 63 centimètres et dont le poids est de 18 tonnes. Je n'insisterai pas sur les difficultés que présente un pareil travail ; l'important est qu'on les ait surmontées. Mais l'œuvre colossale n'est qu'à son début ; il faut, d'abord, recuire cette masse de verre pour assurer son homogénéité ; on y procède actuellement, dans un four de construction spéciale, où le refroidissement est mené avec une extrême lenteur, à raison d'un degré par jour ; ce n'est qu'après cette opération que

l'apparence ; d'autre part, le disque est percé en son milieu d'une ouverture, qui permettra d'y faire passer le système oculaire, suivant le dispositif imaginé jadis par Cassegrain. Ce dispositif, dont la figure 4 explique le principe, comporte, en face du miroir principal *M*, un miroir convexe *m*, qui renvoie le rayon réfléchi par *M* dans l'oculaire installé en *O*. Ce dispositif, redevenu en grande faveur, possède deux avantages principaux : le premier est de réduire considérablement les dimensions des montures des télescopes qui, avec les appareils modernes, avaient acquis des proportions démesurées, et exigeaient, pour les protéger, des coupôles grandes comme des dômes de



(Georges Prin, constructeur.)

FIG. 8 ET 9. — LE TÉLÉSCOPE DE 80 CM D'OUVERTURE, ACTUELLEMENT INSTALLÉ À LA STATION DE FORCALQUIER (BASSES-ALPES), DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS



A gauche, l'ensemble du télescope, dans les ateliers du constructeur. En haut, le porte-châssis photographique de ce télescope. Les poses astronomiques peuvent atteindre et même dépasser dix heures. Il est donc nécessaire de poursuivre la pose pendant plusieurs nuits, en utilisant exclusivement les moments propices de chaque nuit. D'autre part, les variations de température influent sur la distance focale du miroir et, toutes les trente minutes, l'astronome doit procéder à une nouvelle mise au point. Enfin, l'image du corps céleste visé doit toujours se former au même point sur la plaque photographique, malgré les troubles pouvant provenir de l'instrument, de la réfraction atmosphérique et d'autres causes inconnues. Deux microscopes placés sur les côtés du châssis permettent de pointer des étoiles au voisinage de l'objet. L'astronome garde l'œil fixé sur ces oculaires et maintient les étoiles guides sur les croisées des réticules à l'aide des vis commandant les déplacements de la plaque. Cet instrument est surtout utilisé pour la photographie des nébuleuses (voir fig. 10 la photographie de la nébuleuse d'Andromède obtenue avec ce télescope)

cathédrales; la partie mobile du grand télescope Hooker ne pèse pas moins de 100 tonnes, et ce poids, joint à ses dimensions, entraîne des flexions qui, avec les dilatations produites par les inégalités de température, risquent d'altérer la netteté des images; or, à puissance égale, les dimensions du télescope monté en « Cassegrain » sont deux fois et demie plus petites qu'avec l'ancien dispositif, et il en résulte, avec une sérieuse économie,

entre temps, il n'est pas inutile de mettre en parallèle avec cette œuvre colossale celle qui se poursuit à la fois en France et en Amérique par les efforts conjugués du professeur Ritchey et de M. Henri Chrétien. La solution préconisée par ces deux éminents astronomes est, à coup sûr, plus élégante et plus fine que la méthode qui consiste simplement à agrandir les types connus. On en a déjà exposé ici le principe (1), mais il



FIG. 10. — PHOTOGRAPHIE D'UNE PARTIE DE LA NÉBULEUSE D'ANDROMÈDE OBTENUE PAR M. DE KÉROLYR A L'OBSERVATOIRE D'ASTROPHYSIQUE DE FORCALQUIER, EN PROVENCE

une réduction notable des flexions nuisibles. Enfin, second avantage, on peut régler la forme des deux surfaces réfléchissantes M et m , de façon à réduire les aberrations de sphéricité, c'est-à-dire à obtenir des images nettes, non seulement dans la direction de l'axe, mais encore dans la partie centrale du champ de l'instrument; ces considérations sont assez importantes pour imposer le montage en Cassegrain à la plupart des télescopes modernes.

Il faudra de longues années avant que l'œuvre entreprise par l'Institut de Californie ait atteint son achèvement, qui seul permettra d'apprécier les résultats. Mais,

n'est pas inutile de le rappeler brièvement.

M. Ritchey estime qu'il y a une véritable absurdité à fondre une pièce de verre qui pèse plusieurs tonnes (5 pour le télescope Hooker) uniquement pour servir de support à une pellicule d'argent dont le poids n'atteint pas 2 grammes; il s'est donc proposé de constituer le miroir sous forme d'une simple et légère armature (fig. 5), formée de deux plateaux de verre M et P , dont un seul sera taillé optiquement, réunis et consolidés par des montants également en verre; les plateaux M et P ne sont pas faits d'une seule pièce, mais formés par des lames de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 89.

verre, choisies soigneusement et assemblées à la bakélite. Outre la légèreté, ce dispositif possède l'avantage de pouvoir être soumis à une ventilation régulière, qui assure l'uniformité des températures : considération très importante pour la finesse des images, car il se produit, dans les miroirs massifs, des échauffements locaux qui déforment la surface réfléchissante : or, il suffit d'un changement de 1 micron (1 millième de millimètre) dans la forme imposée à cette surface pour altérer appréciablement la netteté des images. Enfin, un miroir plus léger exige une monture moins pesante, et, par suite, plus maniable et moins coûteuse.

MM. Ritchey et Chrétien ont poussé au maximum l'efficacité des nouvelles méthodes en adoptant le montage en Cassegrain, qui réduit, comme je viens de le dire, la longueur de l'instrument et les dimensions des coupes : ainsi, pour 1 mètre d'ouverture, la grande lunette de Yerkes exige une coupole dont le diamètre atteint 26 mètres, tandis que 5 m. 50 suffisent pour un télescope Ritchey-Chrétien de même ouverture.

Le seul inconvénient du nouveau dispositif est que l'image définitive se répartit, non sur une surface plane, mais sur une calotte sphérique, de telle sorte que les plaques photographiques qui la reçoivent et l'enregistrent, devraient être elles-mêmes sphériques, pour être « au point » dans toutes leurs parties ; on remédie partiellement à cette difficulté en disposant la plaque photographique sur un récipient, dont elle forme le couvercle élastique, et à l'intérieur duquel on fait le vide ; mais tous les astronomes estiment qu'il faudra en venir à établir des plaques photographiques sur calotte sphérique, ce qui, d'ailleurs, ne soulève pas de difficultés insurmontables.

Lorsqu'on se lance, comme le font nos deux

astronomes, sur une voie nouvelle, on est tenu d'opérer progressivement ; aussi, après l'appareil d'essai de 50 centimètres d'ouverture (1), le premier télescope Ritchey-Chrétien, construit à Paris par Couder, n'a que 80 centimètres d'ouverture. En présence des résultats obtenus, un nouvel exemplaire, dont l'ouverture atteint 1 mètre, vient d'être établi pour l'Observatoire naval de Washington.

Quant au télescope de 80 centimètres, il a été affecté à l'Observatoire d'astrophysique établi récemment à Forcalquier, dans la Haute-Provence ; il y a fait merveille, et cela s'explique, non seulement par les mérites propres de l'instrument, mais aussi par les qualités exceptionnelles de l'atmosphère dans cette région moyenne de la Durance : l'air y présente fréquemment, surtout en hiver, une limpidité due à l'absence complète d'humidité, de poussière et de vent, qui permet d'obtenir des images très nettes, malgré de longues poses photographiques ; c'est ainsi que M. de Kerolr a présenté récemment des photographies de la nébuleuse d'Andromède (fig. 10), obtenues en huit heures et demie de pose, qui peuvent lutter, pour la finesse des détails, avec les clichés, jusqu'ici incomparables, obtenus au mont Wilson. Ceci prouve que MM. Ritchey et Chrétien (et je dois ajouter M. Esclançon, directeur de l'Observatoire de Paris) ont vu juste, et que la solution la plus équilibrée n'est peut-être pas celle que préconisent leurs confrères d'Amérique : un télescope géant au sommet d'une haute montagne. Espérons, en tout cas, que leurs efforts permettront à l'astronomie française de reprendre la place éminente qu'elle occupait au temps de Laplace, de Le Verrier et de Foucault.

L. HOULLEVIGUE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 89.

D'après les récentes évaluations officielles, la propriété immobilière en France (bâtie et non bâtie) représente approximativement 450 milliards. Pour les immeubles, on estime que leur revenu représente actuellement en loyers bruts une dizaine de milliards environ. Le prélèvement de 10 % sur le revenu de la propriété immobilière (décret-loi du 17 juillet 1935) représente donc une somme voisine de 1 milliard. Les sacrifices imposés à « la fortune acquise » comportent, en outre, 1.200 millions pour les arrérages de la dette publique ; un demi-milliard sur les coupons payés pour les valeurs mobilières (taxe de 24 %), quelque 300 millions pour l'impôt de superposition (majoration de l'imposition générale sur les revenus). Tout ceci représente donc plus de 4 milliards prélevés sur les revenus des particuliers.

QU'EST-CE QUE LA « GÉNÉTIQUE », SCIENCE EXACTE DE LA VIE ?

Par Jean LABADIÉ

La génétique, science toute récente de l'hérédité, date de 1900, époque où trois botanistes, Correns (Allemand), de Vries (Hollandais) et Tschermak (Autrichien), parvinrent à « redécouvrir » les lois générales de l'hybridation qu'un obscur moine morave, Gregor Mendel, avait, par une intuition géniale, déduites, dès 1865, de ses expériences aujourd'hui fameuses sur le croisement des petits pois dans le jardin de son monastère. Pendant des siècles, le domaine de l'hérédité était resté plein de confusion et de contradiction. Depuis trente ans, les découvertes successives de la génétique ont permis de mettre de l'ordre parmi les phénomènes héréditaires individuels, en apparence capricieux, et de formuler des lois générales, applicables aussi bien au règne animal que végétal, touchant le mécanisme de la transmission des caractères des ascendants aux descendants. Comme l'a démontré le savant américain Thomas-Hunt Morgan, prix Nobel 1933 de médecine, par ses innombrables et scrupuleuses expériences sur la mouche « drosophile » (mouche du vinaigre,) la substance qui assure cette transmission — en ce qui concerne les caractères tant physiologiques que morphologiques — est concentrée dans des granulations visibles au microscope au sein du noyau des cellules vivantes : ce sont les « chromosomes », toujours en nombre constant chez une même espèce (48 pour l'homme, par exemple). Ces chromosomes, à leur tour, — d'une structure discontinue et hétérogène, — sont formés d'un nombre considérable (plusieurs milliers) de particules, toutes différentes les unes des autres : les « gènes » (du grec engendrer), véritables atomes héréditaires constituant les « facteurs de transmission » des caractères individuels ou des groupes de caractères. On verra ici comment furent acquises ces notions nouvelles, — si importantes aux points de vue biologique et philosophique, — dont les applications pratiques, déjà nombreuses, permettront de serrer de plus près le problème éternel et peut-être insoluble de la matière vivante.

LES physiciens jonglent avec les corpuscules : électrons, neutrons, protons, dont l'assemblage, divers mais précis, détermine l'identité de chacun des 92 corps « simples » de la chimie, éléments du monde matériel.

Depuis quelques années, les biologistes sont, eux aussi, en possession de leurs « atomes », d'atomes de vie, c'est-à-dire de particules « qui nous font ce que nous sommes » suivant l'expression de Julian Huxley — et « dont l'homme de la rue devra incorporer le nom à son vocabulaire », ajoute-t-il.

Dans son enthousiasme, l'éminent spécialiste ne doute pas que tout le monde veuille connaître, au moins de nom, les 48 particules élémentaires — les *chromosomes* — qui assurent à chacune de nos cellules son identité « humaine », et à notre personne tout entière les caractères infiniment variés et divers qu'elle tient de ses parents.

A mon sens, Huxley, trop peu philosophe comme la plupart des savants authentiques, se fait illusion sur la curiosité humaine touchant les sujets élevés. Seule une élite

désire connaître les choses essentielles et difficiles. Nous pensons que nos lecteurs, constituant cette exception, nous seront reconnaissants de l'effort que nous allons tenter ici pour vulgariser, à la suite de notre éminent confrère Jean Rostand (1), qui s'en est fait le propagateur en France, l'admirable *science exacte de la Vie* aujourd'hui couramment appelée « génétique » et qu'a fondée, en vingt ans, le célèbre naturaliste américain Thomas-Hunt Morgan, prix Nobel 1933 de médecine.

Un fait nouveau est d'ailleurs venu tout récemment apporter une merveilleuse confirmation à la thèse essentielle de la génétique : de même que les premiers atomes des physiciens ont été décomposés en électrons, protons et, peut-être aussi neutrons, de même les particules les plus fines, les *chromosomes* déjà nommés, dont disposaient jusqu'à présent le professeur Morgan et ses élèves, ont été subdivisées, au microscope, cette fois, en une infinité d'autres particules élémentaires — ce qui ouvre une ère de travail et de découvertes pour ainsi dire illimitée.

(1) *Les problèmes de l'hérédité et du sexe*, par JEAN ROSTAND.

Le problème de l'hérédité dans sa forme précise. Les lois de Mendel

Voyons d'abord d'assez près le problème qu'il s'agissait de résoudre.

C'est celui de *l'hérédité*, c'est-à-dire de la transmission aux enfants et plus généralement aux descendants, de leurs « caractères » de ressemblance avec leurs ascendants.

Existant depuis toujours sous cette forme commune, le problème de l'hérédité n'est posé toutefois, dans son énoncé rigoureux, que depuis 1900 — plus exactement depuis 1865 — date à laquelle un moine de génie, Gregor Mendel, découvrit les lois qui portent désormais son nom, et que redécouvrirent simplement, trente-cinq ans plus tard, et simultanément, le grand botaniste hollandais Hugo de Vries, l'Allemand Correns et l'Autrichien Tschermak. De même, pour avoir droit de cité, le célèbre principe de Carnot, formulé en 1832, dut attendre d'être redécouvert en 1875 par lord Kelvin. L'humanité pensante n'est jamais bien pressée.

Mendel avait la manie d'effectuer des croisements d'espèces entre les pois cultivés dans le jardin de son monastère en Moravie. Surveillant la descendance de ses hybrides, il nota des faits essentiels touchant la disparition et la réapparition de certains « caractères » tels que la couleur, la forme, la taille des pois récoltés. D'où il tira deux lois essentielles que nous allons avoir à formuler.

Pour le faire en profitant du progrès, nous allons abandonner — une fois de plus — ce pauvre Mendel et ses pois, et passer tout de suite aux animaux. Le Français Cuénot, le célèbre professeur de Nancy, et l'Anglais Bateson ont, en effet, montré depuis longtemps que les lois de Mendel s'appliquent à tous les êtres vivants.

PREMIER EXEMPLE : Croisons deux races animales ne différant l'une de l'autre que par un seul « couple » de caractères opposés tels que la *coloration noire* et la *coloration blanche*. Les volailles « andalouses » offrent cette particularité.

Observons la descendance résultant de leur mariage (1).

(1) Cette observation se fait dans les laboratoires, sur un grand nombre d'individus et de générations. Toutefois, pour la commodité du discours, nous nous exprimerons comme si les faits observés se produisaient régulièrement, à chaque génération, d'une même lignée.

Les biologistes, comme les physiciens, opèrent par statistique. Mais la statistique des biologistes n'a rien de commun avec la « loi des grands nombres » des

physiciens. Celle-ci tend à exprimer un fait *général* concernant l'ensemble des molécules ou des atomes, constituant le corps étudié. Les lois biologiques ressortent au contraire, d'une statistique de faits particuliers, relevés sur les individus : aussi bien, tandis que les physiciens tablent sur des milliards de molécules, il suffit aux biologistes de trier 10.000 graines, 1.000 plantes, 270 souris, 170 lapins, etc., pour en déduire avec certitude les deux grandes lois de Mendel.

Le coq noir et la poule blanche (ou, réciproquement, la poule noire et le coq blanc, peu importe) donnent naissance à des *hybrides* qui seront tous « bleus ». Le plumage de ces hybrides semble s'être coloré par un mélange très intime du pigment blanc et du noir, contenus dans les plumes des parents. (L'effet d'irisation donne du bleu et non du gris).

Choisissons un coq et une poule « bleus », parmi ces hybrides. Contrairement à ce qu'on attendait, les produits ne sont pas tous bleus : sur quatre poussins, il y a *deux bleus, un blanc, un noir*.

Accouplons ensemble les blancs fils de bleus : ils ne donneront que des produits blancs. De même les noirs ne donneront que des produits noirs. *Seuls, les bleus continueront à fournir une descendance mitigée.*

De ces faits, on est donc obligé de déduire que le « couple de caractères » : *blanc-noir* (dont l'indissolubilité semblait consacrée chez les hybrides bleus) *divorce* effectivement dans la descendance de ces mêmes bleus. Par conséquent, le « facteur » inconnu qui conditionne le noir et le facteur inconnu qui conditionne le blanc, sont demeurés distincts au sein des hybrides intermédiaires, et particulièrement dans les « cellules » de ces hybrides qui ont assuré la transmission de la vie à leur progéniture. Elles devaient contenir, par conséquent, à l'état indépendant, les deux « facteurs » *blanc* et *noir*.

Telle est la *première loi de Mendel*, qui constate l'indépendance des caractères considérés par couples et leur « divorce » toujours présent sous leur fusion apparente.

Mendel et ses disciples spontanés (de Vries, Correns, Tschermak et leurs successeurs) parlaient des « caractères » en tant que choses purement qualitatives. Grâce aux « chromosomes », nous allons voir, de nos yeux, les « facteurs » hypothétiques nous apparaître sous la forme d'« atomes » de matière vivante, portant dans leur masse infinitésimale ces caractères qualitatifs : la couleur, blanche ou noire, d'un plumage !

Mais, n'anticipons pas. D'autant qu'il nous faut maintenant acquérir une notion nouvelle, celle de la *dominance* d'un caractère. Le deuxième exemple va la mettre en évidence.

physiciens. Celle-ci tend à exprimer un fait *général* concernant l'ensemble des molécules ou des atomes, constituant le corps étudié. Les lois biologiques ressortent au contraire, d'une statistique de faits particuliers, relevés sur les individus : aussi bien, tandis que les physiciens tablent sur des milliards de molécules, il suffit aux biologistes de trier 10.000 graines, 1.000 plantes, 270 souris, 170 lapins, etc., pour en déduire avec certitude les deux grandes lois de Mendel.



FIG. 1. — LES RACES CARACTÉRISTIQUES DE VOLAILLES ANDALOUSES QUI ILLUSTRONT LE PLUS SIMPLEMENT L'APPLICATION DE LA THÉORIE DE MENDEL AU RÈGNE ANIMAL. Deux races de volailles andalouses sont nettement différenciées par la coloration de leur plumage : à gauche, un coq andalou noir ; au centre, une poule andalouse blanche. Les hybrides résultant du croisement d'une poule de race blanche avec un coq de race noire, ou d'une poule de race noire avec un coq de race blanche, sont uniformément d'une coloration gris-bleu, intermédiaire entre le noir et le blanc des parents. Deux individus « bleus » donnent non seulement des hybrides semblables à eux-mêmes, mais aussi des noirs purs semblables au grand-parent noir et des blancs purs strictement semblables au grand-parent blanc. On peut vérifier que, sur un nombre de produits suffisamment grand, la proportion est bien définie : sur quatre individus, il naît deux « bleus », un noir pur et un blanc pur. C'est la grande loi du « divorce des caractères », que Gregor Mendel mit en évidence par ses fameuses expériences sur les petits pois, et qu'illustre le schéma de la figure 3.

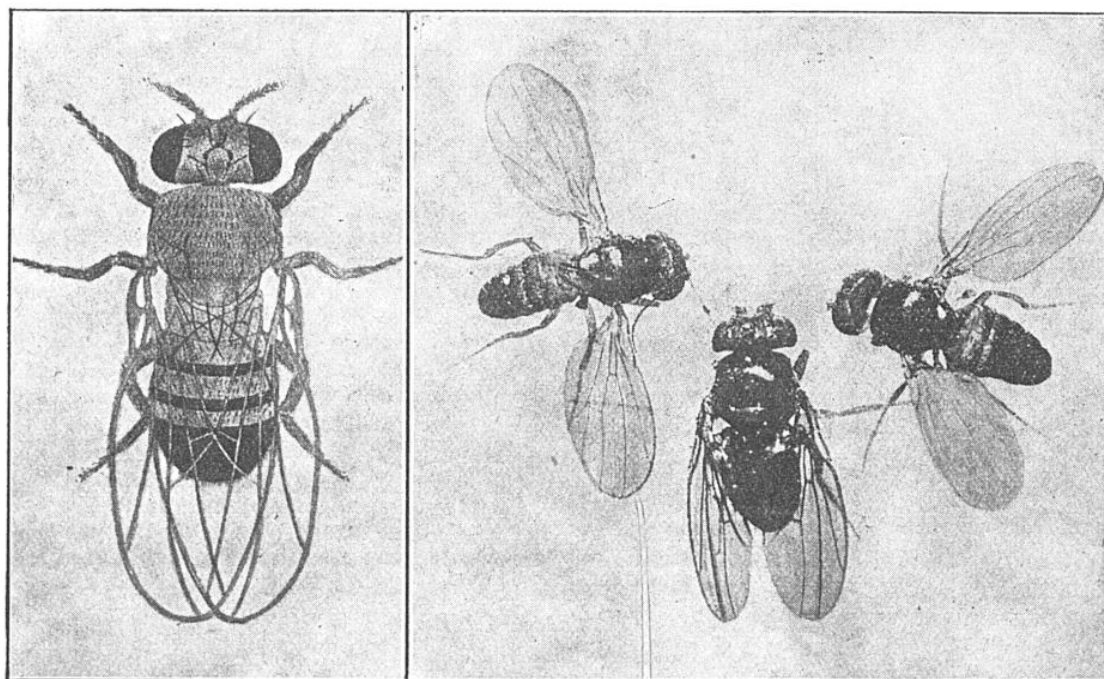


FIG. 2. — QUELQUES TYPES DE « DROSOPHILES A VENTRE NOIR », OU MOUCHES DU VINAIGRE, DONT L'ÉTUDE A PERMIS AU NATURALISTE AMÉRICAIN THOMAS-HUNT MORGAN ET A L'ÉQUIPE DE SES COLLABORATEURS, LE « FLY-SQUAD », D'ÉTABLIR D'UNE MANIÈRE DÉCISIVE LES LOIS GÉNÉRALES DE LA GÉNÉTIQUE, SCIENCE NOUVELLE DE L'HÉRÉDITÉ

A gauche, une drosophile mâle normale. A droite, quelques exemples de « mutations » (ou changements de caractères héréditaires) obtenues par l'action des rayons X. Ces mutations portent sur les ailes ; à gauche, mouche à ailes étendues ; au centre, mouche à ailes en toit ; à droite, mouche à ailes en trèfle.

DEUXIÈME EXEMPLE : Recommençons avec une *souris blanche* et une *souris grise* l'expérience de croisement.

Nous constatons que la première génération ne contient que des souris grises et non pas des « hybrides », comme dans le cas des poules andalouses. La seconde génération fait apparaître une *souris blanche* pour trois grises. Le caractère « blanc » de la souris semble donc marqué d'une infériorité. Il tend à disparaître à mesure que la lignée progresse en nombre : on dit que le blanc, dans ce cas, est un caractère récessif. Le gris est, au contraire, dominant.

L'importance capitale de cette notion de *dominance* d'un « caractère » apparaîtra mieux encore dans notre troisième exemple, duquel va ressortir la seconde loi de Mendel.

TROISIÈME EXEMPLE : Choisissons pour nos croisements deux races d'animaux différant non plus par un seul,

mais par deux « couples » de caractères. Prenons un cobaye noir à poil rude et un cobaye blanc à poil lisse. Le « couple de caractères » Noir-Blanc (que nous noterons par leurs initiales N. B.) coexiste ici avec le couple Rude-Lisse (R. L.). Comment vont se comporter, au cours des générations successives, ces caractères opposés ?

Nous observons d'abord que la première génération tout entière est Noire et Rude (N. R.) parce que le Noir domine le Blanc et que le Rude domine le Lisse.

Mais les individus de cette génération Noir-Rude, croisés ensemble, donnent quatre sortes d'individus.

Ces quatre sortes d'individus groupent des quatre façons possibles les caractères parentaux précédents : des Noirs-Rudes et Blancs-Lisses ainsi que des Noirs-Lisses et Blancs-Rudes. Toutefois, le dénombrement de ces quatre sortes d'individus fournira, sur 16

cobayes : 9 N. R. ; 3 N. L. ; 3 B. R. ; 1 B. L., c'est-à-dire : 9 individus possédant les deux caractères dominants ; 6 individus possédant tour à tour un caractère dominant et un caractère récessif ; et 1 seul individu affecté des deux caractères récessifs.

Tout se passe comme si les différents caractères avaient poursuivi leur chemin, indépendamment des individus, à travers la lignée.

Ceci exprime la *seconde loi de Mendel* dite « du divorce indépendant des caractères ».

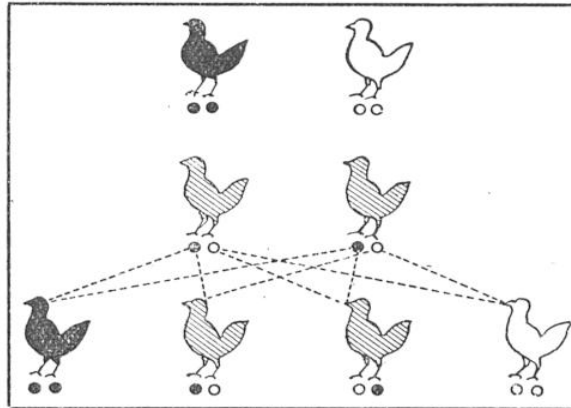


FIG. 3. — SCHÉMA SIMPLIFIÉ DE LA GÉNÉRATION SUIVANT LA PREMIÈRE LOI DE MENDEL DÉTERMINANT LE DIVORCE DES CARACTÈRES

Les parents initiaux (coq et poule « andalous », blanc et noir) ne diffèrent que par ce seul « couple » de caractères, dont aucun ne « domine » l'autre et qui peuvent se noter, en conséquence, par deux points équivalents : un blanc et un noir. Le jeu des combinaisons mathématiques montre que les premiers hybrides auront les deux caractères mêlés (bleu). Mais le divorce des caractères (aperçu par Mendel) conduit à la réapparition des sujets blancs et des sujets noirs en concomitance avec les « bleus ».

Enfin, les individus relativement à leurs parents. Les biologistes du siècle dernier n'avaient donc pas tout à fait le droit de dire, avec Yves Delage, « qu'en matière d'hérédité, nous ne savons rien et que tout se fait au hasard ». Dès le XIX^e siècle, les lois de Mendel étaient capables de donner des formules de complexité croissante, c'est entendu, mais autorisant tous les espoirs.

Sans doute, quand Gregor Mendel voulut appliquer à l'épinard les lois qu'il avait tirées de l'observation de ses petits pois, il échoua. Le hasard semblait reprendre ses droits. Aujourd'hui, on connaît la formule combinatoire s'appliquant à l'hérédité mendélienne de l'épinard. Elle est plus compliquée que celle des petits pois, voilà tout.

Les « chromosomes » contiennent les « facteurs » des « caractères » héréditaires

Je ne voudrais pas fatiguer mon lecteur par des considérations mathématiques. Mais la jonglerie à laquelle nous venons d'assister entre les quatre « facteurs » N., B., L., R., constitue ce que les mathématiciens dénomment « l'analyse combinatoire ». Les « arrangements » et les « combinaisons » entre les objets en nombre limité donnent lieu à des formules précises. Ce sont de tels arrangements, on le voit, qui caractérisent

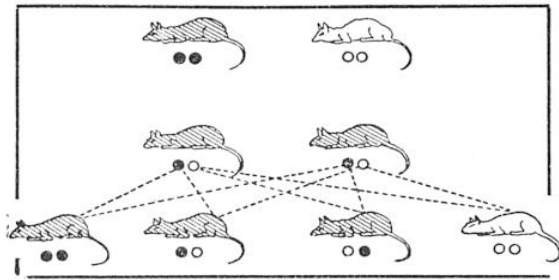


FIG. 4. — COMMENT PASSE, D'UNE GÉNÉRATION A L'AUTRE, UN CARACTÈRE « DOMINANT »

Contrairement à ce qui se produit avec les volailles andalouses, la descendance d'une souris grise et d'une souris blanche est de coloration uniformément grise, parce que le « caractère » gris domine le « caractère » blanc. Le « divorce » des deux caractères chez l'hybride (première loi de Mendel) entraîne ici la suprématie du gris à la deuxième génération.

Toutefois, la démonstration approchait à grand pas et d'une manière que le même savant, Yves Delage, semblait prophétiser quand il écrivait : « C'est une chose remarquable combien certains êtres, par des particularités en apparence sans intérêt, ont facilité la solution de problèmes presque insolubles sans eux... L'Ascaris, par le petit nombre de ses chromosomes ; les Echinodermes, par la facilité avec laquelle ils acceptent la fécondation artificielle... ». C'est sur ce principe que l'Américain Morgan a fondé son équipe de travailleurs, *fly-squad*, « l'escouade de la mouche », uniquement spécialisée dans l'étude de la *Drosophila* ou Mouche du vinaigre. C'est ce moucheron, non le lion, qui révolutionne, en effet, aujourd'hui, la théorie de l'hérédité et la hausse au niveau d'une science exacte.

Il est temps que nous parlions des fameux « chromosomes ». Au premier aspect, ce n'est rien ou presque. Au centre de toute cellule vivante, le microscope nous montre un noyau. Au centre du noyau fourmillent des « granulations », aux limites de la visibilité : ce sont les chromosomes (1).

Notre schéma (fig. 8) montre comment apparaissent au microscope les 8 chromosomes de la Mouche du vinaigre et la microphotographie de la figure 11 montre directement les 48 chromosomes qui gisent au centre de chacune des 100 quadrillions de cellules dont est composé le corps humain.

Le caractère essentiel des chromosomes, c'est leur constance numérique dans une

(1) Le mot « chromosome » vient de ce que ces fines granulations absorbent énergiquement les matières colorantes. D'où la commodité de leur préparation pour l'examen au microscope.

même espèce. On les a comptés, nous dit M. Jean Rostand, dans plus de mille espèces animales et végétales : « Il y en a 4 chez l'Ascaris ; 40 chez la Souris ; 12 chez la Mouche domestique ; 32 chez l'Abeille ; 36 chez le Chat ; 48 chez les Singes anthropoïdes comme chez l'Homme — 48 également chez le Tabac, 14 chez les Pois, 24 chez la Tomate, etc... »

Vous avez remarqué qu'ils sont en nombre pair. C'est qu'ils sont accouplés par paires. Chaque paire est faite de deux chromosomes jumeaux exactement semblables entre eux, mais totalement dissemblables des autres voisins.

Quand la cellule se divise (par karyokinèse) pour « proliférer », la cellule fille emporte avec elle un chromosome de chaque paire contenue dans la cellule mère. Mais, aussitôt, les jumeaux séparés se subdivisent afin de rétablir, chacun de leur côté, le couple indispensable à la vie de la cellule.

Toutefois, dans les races animales, les cellules-germes spécialement destinées par la nature à la reproduction, ne contiennent qu'un seul jeu de chromosomes — les « paires » devant être complétées par le jeu contenu dans la cellule du sexe opposé. C'est ainsi que 24 chromosomes du père attendent leur

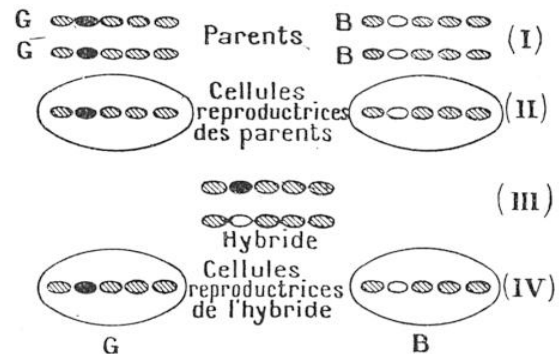


FIG. 5. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT ON RETROUVE LA PREMIÈRE LOI DE MENDEL EN PARTANT DE L'HYPOTHÈSE DES CHROMOSOMES

Les chromosomes des parents, dans le cas, ci-dessus, des souris grise et blanche, portent, par paires, les « facteurs » de ces caractères (I). Les cellules reproductrices ne possèdent que des chromosomes isolés (II). Le rétablissement de la « paire » dans l'hybride (III) est forcément hétérogène. Il s'ensuit qu'à la formation de ses cellules reproductrices, à chromosomes isolés, ceux-ci rétabliront les mêmes cellules reproductrices (IV) que les parents primitifs (I). C'est seulement quand deux chromosomes B seront appariés qu'il naîtra un sujet blanc. Dans tous les autres cas, le caractère gris G oblige le B à s'effacer. Ceci explique la généalogie qu'illustre pour les souris le tableau précédent.

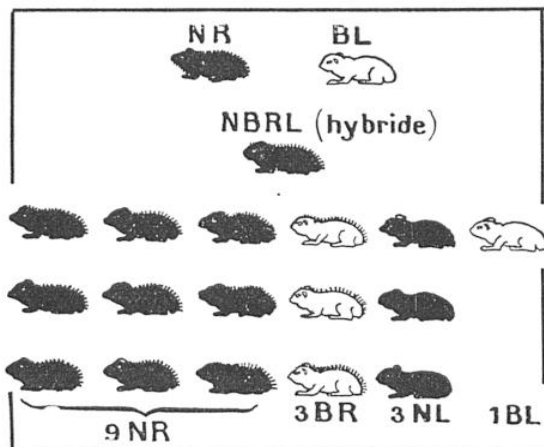


FIG. 6. — REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA GÉNÉRATION DES HYBRIDES TELLE QUE LA DÉTERMINATION DE LA SECONDE LOI DE MENDEL (DIVORCE INDÉPENDANT DES CARACTÈRES)

Les parents initiaux sont un cobaye Noir à poil Rude et un Blanc à poil Lisse. L'hybride contient à l'état latent les quatre caractères : N., R., B., L. En tenant compte de la dominance de N. sur B. et de R. sur L., le croisement de ces hybrides donne, mathématiquement : 9 N. R., 3 B. R., 3 N. L. et 1 B. L.

jonction avec 24 chromosomes de la mère pour donner ses 48 chromosomes à l'être humain qui naîtra de cette conjonction.

Les « caractères » biologiques dépendent, évidemment, de la structure des cellules. Les enfants héritent des caractères parentaux suivant les lois de Mendel — et leurs cellules héritent des « chromosomes » parentaux suivant des lois non moins précises.

Tout indique qu'il doit exister une corrélation entre la transmission des chromosomes et celle des caractères.

C'est la thèse qu'a soutenue et démontrée Th.-H. Morgan. Toutefois, il faut s'attendre à quelque complication si l'on pense que la mouche *Drosophile* ne comporte que 8 chromosomes, dont la conjugaison parentale ne suffirait pas pour expliquer l'apparition (ou la disparition) d'une foule de « caractères » que Morgan évalue à « beaucoup plus de deux mille » — après en avoir étudié tout juste une centaine.

Si le chromosome est l'agent de transmission des caractères héréditaires — ce qu'il faut dé-

montrer — il doit donc être considéré lui-même comme une véritable chaîne de facteurs, chaque facteur conditionnant au moins un caractère. Et ceci doit aussi se démontrer.

Explication de la première loi de Mendel par la théorie chromosomique

Nous ne pouvons suivre ici les expériences démonstratives de Morgan et de ses élèves sur la mouche du vinaigre. Malgré la simplicité du nombre des chromosomes de la *Drosophile* et en vertu d'hypothèses supplémentaires (dont nous donnerons cependant un aperçu), ces expériences déborderaient le cadre de cet article.

Remplaçons donc la démonstration par l'explication. Et revenons à l'hybridation de nos souris... sur le papier.

Supposons que, dans la cellule reproductrice de la souris grise, un chromosome contienne le « facteur » conditionnant le gris. Dans la cellule reproductrice de la souris blanche, le chromosome correspondant contient le « facteur » blanc. Dans les œufs hybrides, la paire de chromosomes réunissant le facteur gris et le facteur blanc forme un couple hétérogène qui persistera dans toutes les cellules de la souris grise née de cet œuf. Mais la séparation des deux

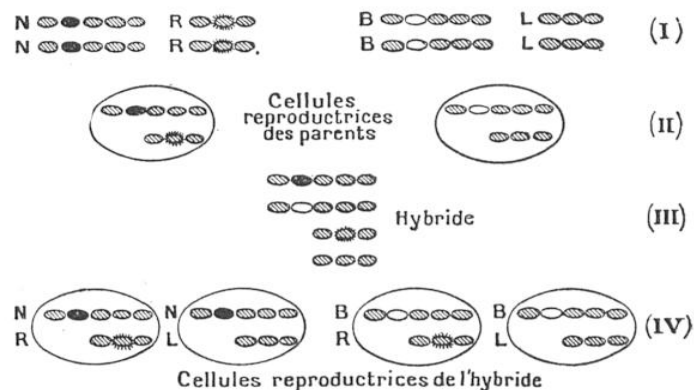


FIG. 7. — SCHÉMA ILLUSTRANT LA DEUXIÈME LOI DE MENDEL DANS L'HYPOTHÈSE DES CHROMOSOMES

Les paires de chromosomes des parents étant supposées porter chacune un « caractère » I, la réduction chromosomique des cellules reproductrices fournit la figure II. L'accouplement de ces cellules dans l'hybride donne la figure III, pour la constitution chromosomique de sa cellule normale. La réduction des paires de chromosomes dans les cellules reproductrices de l'hybride aboutit aux figures IV. Ces quatre sortes de cellules accouplées de toutes les manières différentes donnent (en tenant compte de la dominance de N. et de R.) les générations de N. R., de B. R., de N. L., et de B. L. suivant les quantités indiquées dans le tableau schématique précédent (deuxième loi de Mendel).

R. sur L. et de N. sur B. Ce qui donne finalement : 9 N. R. ; 3 B. R. ; 3 N. L. ; 1 B. L., conformément à la deuxième loi de Mendel.

Les facteurs et les « gènes »

Les lois de Mendel sont absolument générales. Elles régissent la transmission de toutes sortes de caractères, tant morphologiques que physiologiques ; elles sont d'une application aussi large dans le règne animal que dans le règne végétal.

La deuxième, en particulier, nous oblige à considérer les « caractères » d'un être vivant à la manière d'entités isolées, dont l'assortiment constitue l'individu, mais sans qu'il y ait continuité dans la transmission héréditaire. Et c'est ce qui explique la banale constatation populaire que le petit Pierre a le nez de sa mère, les yeux de son père, le menton de sa tante, le même tic qu'un sien cousin — sans parler de l'imagination, de l'intelligence, de la volonté, dont l'appréciation est trop précaire pour obtenir le même accord dans le diagnostic familial.

Que des « entités » aussi peu définissables, aussi *qualitatives*, que la courbe d'un nez, l'épaisseur de ses ailes, la couleur des yeux, puissent être liées par la théorie chromosomique à des « objets », visibles au microscope et d'apparence aussi uniforme qu'un chromosome, voilà qui nous laisserait perplexe s'il fallait en rester là. La seule notion de chromosome ne fait que reculer le problème. Si l'on tient le chromosome pour indivisible, il faut lui octroyer le don de porter en lui-même, à son tour, des caractères qualitatifs. Ce qui serait la faillite de la mesure. Le biologiste ne connaît que le microscope et, pour l'instant du moins, ne veut raisonner que sur des particules matérielles, dénombrables.

Les disciples de Th.-H. Morgan ont été amenés, par conséquent, à concevoir que chaque chromosome doit être un *chapelet*

d'éléments *plus fins*. Chacun de ces éléments ou *gène* (du verbe grec engendrer) serait la figuration matérielle de ce que nous avons appelé jusqu'ici le « facteur » de transmission du caractère. En sorte que les points noirs et blancs, rudes et lisses, de nos schémas explicatifs (page 364) seraient, au bout du compte, des réalités perceptibles au microscope.

Sur les chromosomes des cellules normales comme sur ceux des cellules reproductrices d'un animal, le microscope demeure à peu près impuissant à déceler ces prétendus

« gènes » — et n'oublions pas, à ce propos, que la cellule d'un éléphant est du même ordre de grandeur que celles de la souris et de l'homme.

Or, voici qu'à la fin de 1934, un fait nouveau est apparu, celui auquel j'ai fait allusion dès le début ; un document biologique d'importance capitale est tombé providentiellement sous le microscope de la *fly-squad* de Th.-H. Morgan.

Les « chromosomes géants » de la mouche du vinaigre laissent voir et compter les « gènes » par milliers

Le singulier moucheron, la *Drosophile*, « le plus précieux organisme expérimental qui soit au monde », n'avait pas fini de rendre service à la science. Jusqu'ici son mérite était de se reproduire avec une rapidité et une plasticité sans égales. Mais voici qu'en fouillant ses glandes salivaires, les collaborateurs de Morgan ont repéré, dans les cellules de ces glandes, des filaments si gros (tout est relatif) qu'ils y étaient pelotonnés. Il y avait huit filaments de ce genre dans chaque noyau. C'étaient quatre paires de chromosomes « géants ».

On a déroulé ces filaments sous le microscope, et ils sont apparus au biologiste avec la même richesse que le spectre lumineux aux yeux du physicien. Notre dessin reproduit à l'échelle du *micron* (qui vaut 1 millième de millimètre), d'une part, les 4 paires de chromosomes normaux étudiés jusqu'ici et,

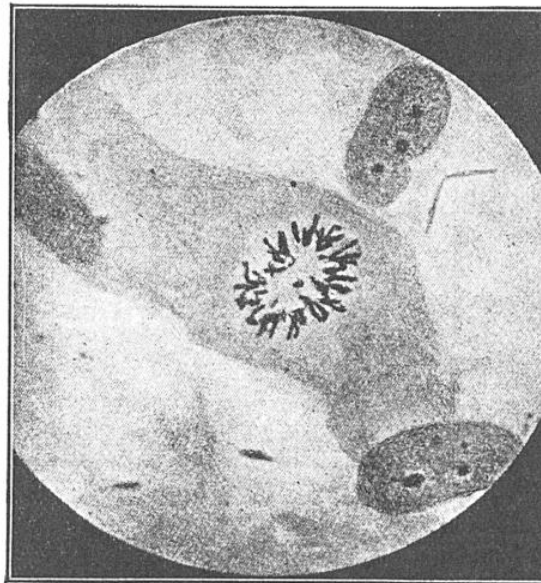


FIG. 11. - LES 48 CHROMOSOMES DE L'HOMME VUS SOUS UN TRÈS FORT GROSSISSEMENT

d'autre part, le chromosome géant correspondant aux plus petits des précédents : les « punctiformes ». Quant aux autres, il faut nous contenter de donner un fragment de l'un d'eux. Ces chromosomes géants, pour être développés à l'échelle du dessin, exigeraient un dépliant couvrant cinq fois le format de notre revue !

Le matériel d'étude des chromosomes géants de la *Drosophile* est absolument unique, inespéré. Désormais, les « génétistes » ont sous les yeux le « spectre » d'un individu vivant, avec probablement tous les « facteurs » que Th.-H. Morgan avait prévus pour sa mouche (2.000 au moins, 20.000 au plus). Le biologiste tient sous son œil l'infime particule, la micelle colloïdale peut-être élémentaire, constituant « l'atome héréditaire » — l'hérédon, a-t-on pu dire.

Inutile d'ajouter que l'*atlas* des facteurs chromosomiques de la *Drosophile*, le *mapping* consistant à relier les caractères et les gènes, sont à peine ébauchés. L'équipe de la mouche a des années de travail devant elle.

L'interdépendance des « facteurs »

Il ne nous reste plus qu'à signaler en terminant combien est incomplète notre étude trop rapide. Simple « initiation », elle ne vise qu'à formuler avec précision le principe de la génétique. Toutefois, le lecteur réfléchi ne peut se contenter de cette notion trop simple d'*atome héréditaire*.

Sachons d'abord que les « facteurs » ne sont pas indépendants les uns des autres : entre la couleur du pelage et celle des yeux chez la souris ; entre le nombre de rangées de l'épi chez le maïs et la couleur du péricarpe, il existe une *liaison* certaine — comme chez l'homme, entre l'hémophilie et le daltonisme, par exemple.

Cette liaison entre facteurs varie d'ailleurs avec le sexe.

Et le sexe lui-même intervient de façon péremptoire dans la transmission des caractères. Ceci résulte d'un véritable « théorème » démontré par la génétique et qu'il nous est impossible de développer ici : « le sexe d'un individu est déterminé dès la formation de l'œuf ».

En vertu de la pariaide (au sein de la cellule originelle) du chromosome paternel et du chromosome maternel correspondant, chaque individu reste toute sa vie, dans chacune de ses cellules, l'image fidèle, le résumé, de son père et de sa mère. Il conserve *en puissance* tous les « caractères » de ses parents. C'est seulement dans la formation de ses propres cellules reproductrices que

l'individu mélange les deux chaînes de facteurs maternels et paternels.

Chaque être humain peut former ainsi 16 millions de sortes de cellules reproductrices qui, combinées avec celles de l'autre sexe, peuvent produire 256 trillions d'œufs différents ! Autant dire qu'aucun homme n'a aucune chance de ressembler à son frère, sauf s'il est son « jumeau vrai » — c'est-à-dire si l'un et l'autre sont nés d'un même œuf possédant, par conséquent, les mêmes chromosomes. (Ceux-ci, en effet, dans le cas de gemmation comme dans la prolifération par karyokinèse, se subdivisent *longitudinalement* et conservent, en se dédoublant de la sorte, tous les facteurs de la chaîne.)

A en juger par la révélation des chromosomes géants de la *Drosophile*, combien de « gènes » faut-il attribuer aux 48 chromosomes de l'homme ? Plus de cent mille ?...

Cependant, d'ores et déjà, la génétique fournit des résultats pratiques touchant l'hérédité humaine, notamment elle précise les conditions de transmission de l'hémophilie et fournit l'explication du fait si mystérieux, mais si net, de la compatibilité et de l'incompatibilité des « quatre » groupes sanguins de Landsteiner (1).

Le problème de la vie déborde la matière

Et le problème philosophique posé par ces découvertes prend une singulière allure. Le microscope voit des particules élémentaires *dénombrées, mesurées, chimiquement analysables* et qui semblent liées à des « qualités » biologiques. Ce sont là les analogues des « monades » de Leibnitz qui, simples, reflètent un monde. Le passage de cela qui est la *matière* à ceci qui est la *vie* exige un facteur suprême, responsable de la synthèse : l'âme des religions, l'*élan vital* de Bergson ?

Niels Bohr, le grand physicien, ne disait-il pas l'autre jour, au micro d'une station danoise, que la physique moderne, de son côté, préparait, avec le principe d'incertitude, la renaissance du « vitalisme » ? Les biologistes auront peut-être bientôt à traiter d'un « agent » vital qu'ils définiront V tout comme le physicien définit l'électricité E et le magnétisme M — ce « symbolisme » inévitable demeurant l'*alpha* et l'*oméga* de toute science humaine.

Que l'on préfère un mot à l'autre, suivant son penchant ou sa foi, on peut affirmer que, dans l'un comme dans l'autre cas, c'est la fin des théories « matérialistes ». L'esprit reprend ses droits sur la matière.

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 34.

C'EST LA MÉTALLURGIE MODERNE QUI A CRÉÉ LE CANON MODERNE

Un nouveau procédé de fabrication : l'autofrettage

Par Paul RÉGNAULD

INGÉNIEUR EN CHEF DE L'ARTILLERIE NAVALE

C'est au treizième siècle que furent inventées les premières bouches à feu : les mortiers, auxquels succédèrent rapidement les bombardes, puis les canons, les couleuvrines et, dans la marine, les « caronades » — ou canons-obusiers — dont certaines étaient encore en service vers 1850. Le plus important parmi les progrès accomplis depuis l'origine, dans la construction des bouches à feu, est la pratique du « frettage » (1860), grâce à laquelle une bouche à feu « composée » permet d'obtenir, avec deux ou plusieurs éléments superposés, une puissance supérieure à celle d'un tube unique. La bouche à feu « idéale », c'est-à-dire composée d'un nombre infiniment grand d'éléments infiniment minces, chacun d'eux travaillant au taux maximum, a été réalisée il y a une vingtaine d'années par M. l'ingénieur général d'artillerie navale Malaval, dont le procédé d'« autofrettage » fut tenu secret jusqu'à ces derniers temps. D'autre part, la puissance de plus en plus grande des « pièces » modernes entraîne une « usure » d'autant plus rapide, à laquelle on sait maintenant remédier par un procédé élégant, dit procédé du « chemisage ». Telles sont les solutions, aujourd'hui classiques, apportées aux problèmes posés par l'« architecture » des bouches à feu. Comment sera construit le canon de l'avenir ? Grâce aux nouveaux aciers à haute limite élastique que les progrès de la métallurgie permettent d'obtenir, on pourrait déjà réaliser des vitesses initiales de 2 kilomètres à la seconde (7.200 kilomètres à l'heure), tout en combattant l'usure soit par le chemisage, soit par l'emploi de roulements à billes à la ceinture de l'obus par exemple. Mais des résultats encore bien meilleurs au point de vue rendement pourront être enregistrés le jour où l'on saura utiliser rationnellement le temps que le projectile met à parcourir l'âme du canon, en remplaçant l'explosion brusque de la charge par des actions successives et graduées. Peut-être — alors — fera-t-on appel pour cela à la forme la plus souple de l'énergie : l'énergie électrique, en attendant l'époque — peut-être lointaine — où seront mises au point, sur le plan des réalisations vraiment pratiques, les fusées à réaction (1).

LA mission de l'artillerie est essentiellement de détruire et, en dernière analyse, tout effet de destruction est produit par le projectile.

Avec le lancement de *bombes*, qui acquièrent une vitesse suffisante sous la seule action de la pesanteur, le problème est relativement simple : on n'a guère à se préoccuper que de la capacité de l'enveloppe, et non de la résistance que doit offrir non seulement l'obus, mais encore le *matériel* au départ du coup ; les calculs relatifs aux canons et aux affûts deviennent inutiles.

Cependant l'artillerie *classique* n'est pas en voie de disparition ; des projectiles continueront encore à s'élever au-dessus de la terre ou de la mer, pour retomber ensuite, avec une vitesse restante dépendant des

conditions initialement réalisées. On doit alors considérer des problèmes complexes de résistance des matériaux.

Pour préciser : un obus doit résister à la déflagration de la poudre, au moment où on y met le feu ; il doit ensuite pouvoir prendre un mouvement de rotation suffisant, grâce aux rayures de l'âme ; il doit garder une stabilité convenable sur sa trajectoire, d'allure parabolique ; sa précision sera fonction de son guidage et des réactions subies pendant son parcours dans le canon, etc... Ajoutons encore qu'il convient de pouvoir tirer le plus vite possible et le plus loin possible ; et le lecteur n'aura pas besoin d'autres arguments pour être convaincu qu'il est aussi important — et aussi difficile — de réaliser un bon matériel qu'un bon projectile. Pour ne pas être entraînés trop loin, nous limiterons l'étude qui suit à la bouche à feu elle-même.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 388 et n° 215, page 381.

Des mortiers du moyen âge aux bouches à feu modernes

Il paraît difficile de connaître la date exacte de l'invention des bouches à feu. On croit généralement que le hasard joua un grand rôle dans leur découverte. Vers la fin du XIII^e siècle, une certaine quantité de salpêtre et de matières combustibles, mélangées, ayant été laissée dans un mortier recouverte d'une pierre, le feu se trouva mis par hasard, et la pierre fut projetée avec force. Au milieu du XIV^e siècle, les divers Etats avaient déjà compris tout le parti qu'on pouvait tirer de cet incident, d'où étaient nées les pièces appelées précisément : mortiers. Par la suite, les « bombardes » succédèrent rapidement aux mortiers : elles s'en distinguèrent par la forme de la chambre à poudre, qui devint cylindrique et put prendre ainsi un volume bien déterminé... tout au moins théoriquement, puisqu'au début, le projectile était mis à poste à la main plus ou moins profondément.

Les premières bombardes étaient composées d'un canon en fer forgé, court et très épais. Tout autour de son extrémité antérieure, on soudait les bouts de longues barres de fer jointives, comme les douves d'un tonneau. On les reliait ensuite fortement au moyen de cercles placés de distance en distance, et quelquefois serrés les uns contre les autres. La longueur d'âme était de cinq à huit fois le calibre.

A partir de 1370, on commença à couler régulièrement des pièces en bronze, puis en fonte de fer ; mais il est à remarquer qu'on lançait encore des boulets de pierre, puis de grès, de poids fort respectables d'ailleurs, puisqu'on allait couramment de 50 à 200 livres, et que les annales de l'époque parlent ensuite de 600, 1.500 et même 1.800 livres ; dans ces derniers cas, les calibres atteignaient de 60 centimètres à 1 mètre !

Le « canon » apparut enfin : ce nom signifie, initialement, que l'âme était cylindrique sur toute sa longueur. Une variante, qui eut son heure de succès, fut la « couleu-

vrine » : c'était un canon de très grande longueur d'âme — puisqu'on alla jusqu'à 58 calibres, ce qui était une véritable Bertha pour l'époque ! On pouvait ainsi utiliser des quantités de poudre jugées considérables.

Peu à peu, cependant, étant donné la nature des explosifs connus, qui s'enflammaient assez mal, on revint en arrière, et on admit une limite à la longueur de la charge. Et la marine maintint longtemps en service — puisqu'on en retrouve en 1850 ! — des « caronades », ou « canons-obusiers », à chambre moins large que l'âme, et avec une longueur se rapprochant de celle des canons. Il a fallu arriver aux systèmes se chargeant par la culasse — c'est-à-dire à la période de 1870 — pour voir adopter le « chambrage »,

c'est-à-dire un diamètre de chambre supérieur au calibre de la bouche à feu.

La France, il y a un siècle, en était encore aux bouches à feu en bronze ou en fonte de fer. Leur désignation était assez curieuse ; l'artillerie de

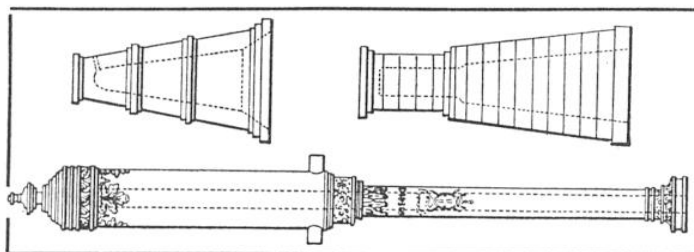


FIG. 1. — VOICI, D'APRÈS DES GRAVURES DE L'ÉPOQUE, DES EXEMPLES DE L'ARTILLERIE D'AUTREFOIS

En haut, à gauche, un mortier ; à droite, une bombarde ; en bas, la coulevrine de Nancy, longue de 7 mètres (1598).

terre avait, par exemple, des pièces de 48, 24, 16, 12, 8 et 4 ; ce qui voulait dire : bouche à feu pouvant tirer un boulet en fonte qui pesait — au début — 48 livres, 24 livres, etc. En fait, les modes de fabrication avaient changé, et la correspondance n'était plus rigoureusement exacte.

Quant aux effets de cette artillerie, qui nous semble maintenant préhistorique, — il nous faut en dire un mot, pour montrer que l'exagération fut et sera de tous les temps :

En 1470, on a prétendu qu'en Italie, un boulet de l'époque avait mis 30 hommes hors de combat ; en 1758, à Zorndorf, on écrivit 43 (mais on n'ajouta pas à quelle distance !) En 1845, Piobert indique très sérieusement, dans son *Traité d'artillerie théorique et pratique*, que la pièce de 24 (calibre de 150 mm environ) traverserait à 1.000 mètres... « d'après les résultats de quelques expériences... » (!) environ 11 chevaux ou 23 hommes ! Il est juste d'ajouter que ces « expériences » sont des extrapolations faites d'après des mesures de pénétration dans du bois de chêne ! Ne soyons pas trop sévères, d'ailleurs, à l'égard de ces

« optimistes » ; il nous souvient qu'au début de la guerre de 1914, à la suite d'expériences faites — paraît-il — sur des moutons d'Algérie, un seul obus de 75, chargé de la mystérieuse « turpinite », *devait* tuer, à coup sûr, un nombre d'ennemi au moins aussi considérable que celui que nous avons indiqué plus haut !

**Le frettage est le plus important
parmi les progrès
dans la construction des canons**

En 1860-1866, la France et l'Allemagne mirent en service des pièces « frettées ». En

totale, on devait obtenir, avec deux éléments superposés, une puissance supérieure à celle d'un tube unique. Et on commençait à entrevoir que si le nombre d'éléments pouvait être multiplié, le résultat optimum serait obtenu (au point de vue théorique) lorsqu'on aurait employé *un nombre infiniment grand d'éléments infiniment minces*, chacun d'eux travaillant au taux maximum.

Il restait à obtenir pratiquement un tel résultat : c'est à M. l'ingénieur général d'artillerie navale Malaval que revient le mérite d'avoir construit, il y a une vingtaine

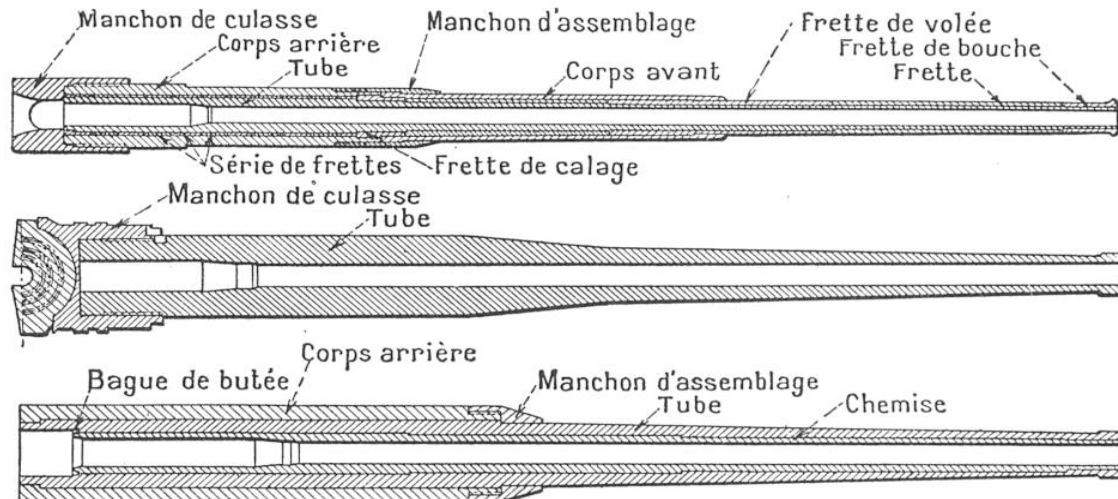


FIG. 2. — SCHÉMAS MONTRANT LA CONSTITUTION DE DIVERS MODÈLES DE BOUCHES A FEU MODERNES DE GRANDE PUISSANCE « FRETTEES » ET « AUTOFRETTEES »

Le schéma le plus perfectionné d'avant-guerre, et aussi le plus compliqué, est celui du haut. Les deux schémas du bas correspondent à une construction très simplifiée grâce à la pratique moderne de l'autofrettage, et ont été appliqués par la suite tant en France qu'à l'étranger.

fait, les frettes — en acier plus ou moins bien réussi — avaient pour but principal de retenir les éclats de fonte, en cas de rupture. Les Anglais s'en servirent également ; puis, vers 1890, utilisèrent un système essayé en 1871 par le capitaine français d'artillerie Schutz, et qu'ils furent à peu près les seuls à maintenir par la suite : l'enroulement de *fils d'acier* autour d'un tube intérieur.

Mais, en même temps qu'ils poursuivaient leurs études expérimentales, les savants commençaient à s'attaquer au problème *théorique* de la résistance de la bouche à feu. En 1866, *Lamé* publia son traité sur l'élasticité, qui est resté classique. En 1873, le général *Virgile* , de l'artillerie de marine, établit des formules qui servirent jusqu'en 1906 au calcul des projets de canons. L'avantage des bouches à feu « composées » apparut alors clairement : à égalité d'épaisseur

d'années, la bouche à feu idéale, où, par « autofrettage », les diverses couches du métal se superposent « automatiquement » dans les conditions désirées.

Auparavant, comme la fabrication de tubes et d'éléments divers en acier ne paraissait pas encore d'une sécurité absolue, — surtout pour les gros tonnages — le bronze et la fonte avaient essayé de lutter, dans un dernier sursaut. Et les deux procédés qui eurent leur heure de célébrité furent ceux de *Rodman* et d'*Uchatius* .

Le procédé *Rodman* visait à obtenir une trempe « différentielle ». Voici comment : les canons étaient coulés, en fonte, sur un noyau creux, le moule étant entouré d'un fourneau qui maintenait la chaleur. Après coulée, un courant d'eau circulait dans le noyau, qui se solidifiait le premier. Puis, après solidification de la masse entière, les

couches extérieures, primitivement distendues, serraient les couches internes.

Le procédé *Uchatius* était moins original. Le canon, en bronze, était intérieurement mandriné, à froid. On « serrait » ainsi les couches de métal les unes sur les autres.

Cependant, au fur et à mesure que les procédés d'élaboration de l'acier au four Thomas, puis au four Martin, se développaient, les bouches à feu composées d'éléments présentant individuellement des garanties suffisantes devenaient d'un usage général pour toute artillerie « puissante », c'est-à-dire devant tirer avec grande vitesse initiale — et, par suite, forte pression. Avant-guerre, on peut dire que le schéma le plus perfectionné était représenté par la figure 2 (en haut).

On y remarque le rôle important joué par les frettes, jointes aux corps, viroles, jaquettes, etc., qui contribuaient d'une façon générale à la résistance transversale et, également, pour certains d'entre eux, à la résistance longitudinale. Ultérieurement, les profils se sont bien simplifiés. La figure 2 (au centre et en bas) montre les principes de deux autres solutions qui ont été appliquées, suivant les cas, tant en France qu'à l'étranger.

En quoi consiste l'« autofrettage »

Pratiquement, on prend un tube monobloc d'acier. On fait agir à l'intérieur, soit hydrauliquement, soit par l'explosion de charges déterminées de poudre, des pressions calculées à l'avance de façon à ce que la couche interne soit distendue, au delà de sa limite élastique, d'une façon bien déterminée, en « serrant » ainsi sur les couches externes.

Les pressions étant supprimées, c'est au tour des couches externes de chercher à revenir à leur dimension initiale ; elles n'y parviennent pas entièrement ; et, finalement,

au repos, un équilibre s'établit, l'intérieur étant comprimé et l'extérieur très légèrement distendu.

On peut « chiffrer »

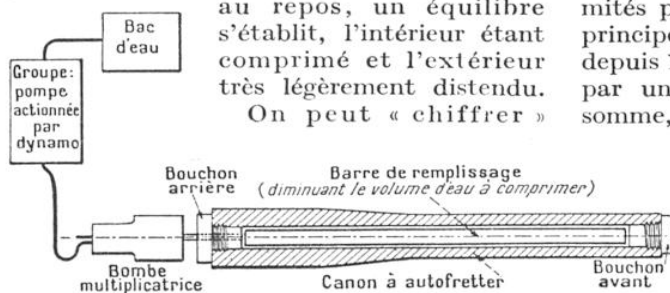


FIG. 3. — COMMENT S'EFFECTUE, EN PRINCIPE, L'AUTO-FRETTAGE HYDRAULIQUE D'UNE BOUCHE À FEU

Voir figure 4 le schéma de détail de la pompe multiplicatrice.

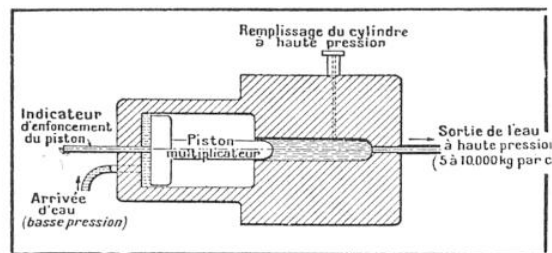


FIG. 4. — SCHÉMA D'UNE « BOMBE MULTIPLICATRICE » DE PRESSION POUR L'AUTOFRETTAGE HYDRAULIQUE D'UNE BOUCHE À FEU

Cet appareil n'est, en somme, qu'une presse hydraulique dans laquelle de l'eau à basse pression est injectée par la gauche (côté du grand diamètre du piston). La pression se trouve multipliée du côté du petit diamètre du piston.

l'avantage du résultat obtenu comme suit :

Supposons qu'un canon soit fait d'un seul tube, d'épaisseur égale au calibre, avec de l'acier à 60 kilogrammes de limite élastique. Sa « puissance » sera de 2.650 kg par cm², d'après les calculs classiques. Si on le constitue de deux éléments, avec la même épaisseur totale, on pourra arriver aisément à 3.500 kg par cm², mais il ne sera guère prudent d'escompter plus.

Au contraire, avec le canon autofretté, la puissance est de 6.000 kg par cm², c'est-à-dire que (théoriquement) on pourrait tirer à cette pression sans aucune crainte. En fait, on gardera toujours une « marge de sécurité », car, lors de l'explosion de la poudre, il peut naître des mouvements ondulatoires et des surpressions locales. Quoi qu'il en soit, les chiffres précédents montrent l'importance des résultats obtenus.

Pratiquement, l'« autofrettage par pression hydraulique » est une opération relativement simple et rapide.

Le tube, usiné aux environs de ses dimensions de livraison, est fermé aux deux extrémités par des « obturateurs » fondés sur le principe de de Bange, utilisé pour les culasses depuis 1870. La pression de l'eau est obtenue par un « multiplicateur », qui n'est, en somme, qu'une presse hydraulique. Un manomètre, ou un appareil de mesure analogue, indique le nombre de kilogrammes par centimètre carré que l'on développe ainsi à l'intérieur de l'élément traité. Il n'est nullement nécessaire de prolonger l'opération au delà de quelques minutes : les déformations recherchées sont immédiatement atteintes. D'ailleurs, on

peut aisément se rendre compte que jamais, en service, le canon ne subira d'épreuve aussi dure ; sa « vie » active sera, en effet, des plus courtes. Soit, pour fixer les idées, un canon devant tirer 10.000 coups ; le temps pendant lequel s'exerce la pression maximum est, à chaque coup, de l'ordre du centième de seconde ; donc, au bout de 10.000 coups, le canon n'aura réellement vécu qu'une minute et demi à peine !

Les Américains, en appliquant le système de l'autofrettage après la guerre, ont cherché à le combiner avec la fabrication de tubes « par coulée rotative », dont il a été précé-

tion générale dite du « chemisage », qui comporte encore de nombreuses variantes.

Dès 1911, les Etats-Unis mettaient en place, à la presse hydraulique, des chemises en acier à l'intérieur de canons neufs. Elles présentaient généralement une faible conicité, facilitant l'introduction et la sortie ; un seul « adent », à l'avant de la chambre à poudre, assurait la tenue à poste. Le nom de chemise s'expliquait, dès l'origine, par la faible épaisseur (relative) du tube introduit : celle-ci était, par exemple, de 16 millimètres pour un canon de 150 mm.

Ce système s'était également généralisé

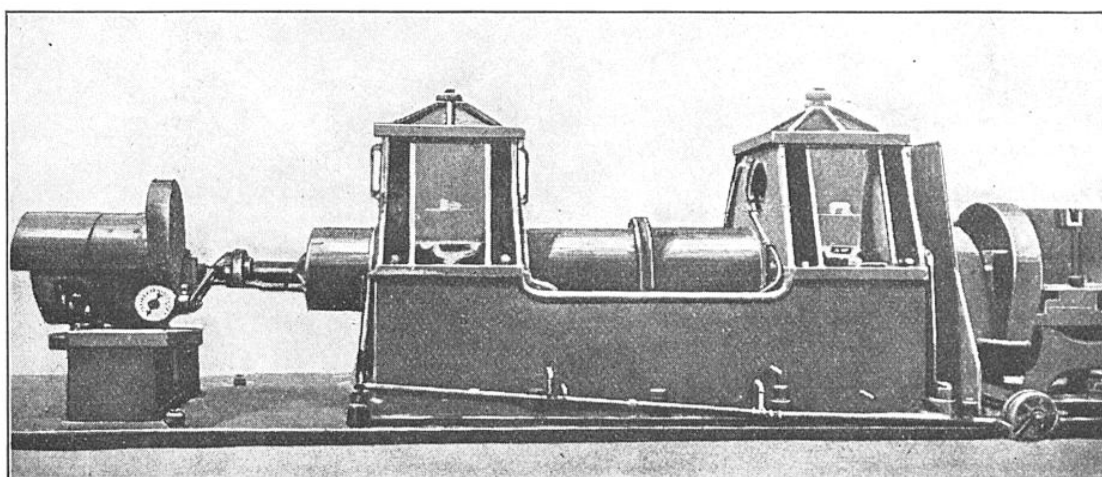


FIG. 5. — MACHINE SERVANT A LA COULÉE DES CANONS PAR LA MÉTHODE CENTRIFUGE A L'ARSENAL DE WATERTOWN (MASSACHUSETTS, ÉTATS-UNIS)

demment question dans cette revue (1), mais pour la réalisation de corps creux en fonte seulement. Le colonel T.-C. Dickson affirme avoir ainsi obtenu, à une cadence particulièrement rapide (qui serait précieuse en temps de guerre), des canons antiaériens de 90/100 mm, ayant donné en service toutes garanties de sécurité.

La lutte contre l' « usure »

Tout le monde se souvient du nombre considérable de bouches à feu qu'il fut nécessaire de construire au cours de la dernière guerre ; une cause importante de cette consommation provenait de l'usure, d'autant plus grave que les pièces étaient plus puissantes. Un pis-aller consistait à réalésier l'âme ; il serait évidemment meilleur de pouvoir « changer » celle-ci, lorsque le diamètre et intérieurement agrandi et les rayures arasées. On arrive ainsi à la solu-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 64, page 257.

en Italie, en Angleterre, en Russie, etc., avec des succès inégaux. Il est aisé de comprendre que l'élément mince introduit peut, trop souvent, prendre des déformations parasites qui compromettent la réussite de l'opération ; il faut combiner un usinage précis et un tour de main habile. Un point semble maintenant acquis : bien que l'usure se limite surtout à la région de l'âme qui voisine la chambre, il ne faut pas se contenter de changer seulement cette région en introduisant des « demi-liners » ; la longueur réduite de ces éléments les rend plus faciles à obtenir ; mais les affouillements dans la région de raccordement avec l'âme primitive se manifestent trop vite, — sans oublier les possibilités plus grandes de « dévirage », sous l'action du mouvement de rotation des projectiles.

La France possède actuellement une très élégante solution du problème du chemisage, due aux travaux de M. l'ingénieur général

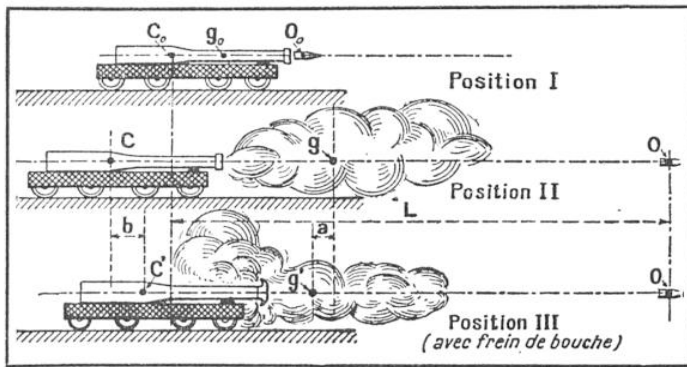


FIG. 6. — COMMENT FONCTIONNE UN « FREIN DE BOUCHE »

Treuille de Beaulieu et de Place (1885) eurent, les premiers, l'idée d'atténuer le recul des bouches à feu en arrêtant, du mieux possible, le « lancé » vers l'avant des gaz de l'explosion. Le principe du « frein de bouche » est donc de canaliser les veines gazeuses et de les rejeter en arrière. — Dans la position I (figure ci-dessus), le canon, monté sur un chariot à recul libre, est représenté sitôt le départ du coup. O_0 est le centre de gravité de l'obus; C_0 , celui du canon; g_0 , celui des gaz qui sont encore dans l'âme, en quasi-totalité. — La position II montre où se trouvent ces divers centres de gravité : C , g , O , lorsque l'obus est parvenu à une distance donnée L ; le canon est supposé sans frein de bouche. — La position III correspond à cette même distance L de l'obus; mais on suppose le canon muni d'un frein de bouche. On voit qu'ainsi le centre de gravité des gaz ne se trouve qu'en g' ; il est donc, en fait, rejeté à gauche d'une quantité marquée a . Le centre de gravité du canon, au contraire, reste à droite de C . Le recul est donc « atténué » de la longueur b .

d'artillerie navale Paquelier et de M. l'ingénieur général Malaval; les chemises sont facilement amovibles, ce qui permet à nos navires de guerre actuels de n'avoir pas à s'inquiéter du problème de l'usure.

Voici quelques autres problèmes que pose la construction des bouches à feu

Nous n'avons guère parlé que des questions de résistance transversale. En fait, la résistance *longitudinale* a souvent causé de graves ennuis : les « déculassements » ont été nombreux, à certaines époques de l'histoire de l'artillerie; et les discussions furent alors très vives pour savoir quelles régions de l'arrière devaient assurer la bonne tenue de la culasse (question de la « virole dépendante... ou indépendante », etc.) La culasse, elle-même, doit-elle être « à vis » ou « à coin »?... ou même utiliser des blocages analogues à ceux du 75 réglementaire, du 75 Schneider, etc. ? Nous ne discuterons pas les diverses solutions, qui n'intéressent pas la fabrication de la bouche à feu proprement dite.

Plus intéressante est la question de savoir

si, un jour, les matériels auront normalement un « frein de bouche »; la question reste controversée, tout au moins dans la marine (voir fig. 6 et 7).

Plus intéressant, enfin, est le problème de la relation possible entre la construction de la bouche à feu et sa précision en service. Les dispositions intérieures jouent un rôle essentiel, mais le mouvement vibratoire du canon peut également influencer; or, la construction même de la pièce entre alors en ligne de compte. Il y a une dizaine d'années, nous avons déjà essayé de mettre en évidence, par des moyens simples, les régions de « ventres » et de « nœuds » que présente le canon, en vibrant au départ du coup. De cette observation, on doit pouvoir déduire pourquoi telle ou telle pièce est plus ou moins précise.

Comment sera construit le canon de l'avenir ?

Il serait vain de penser que l'« architecture des bouches à feu » s'inspirera dans l'avenir

de principes immuables. Mais, dans tous les cas, elle correspondra nécessairement à des puissances de plus en plus considérables. Or, nous pouvons, dès maintenant, envisager deux sortes de progrès :

1^o Gardons le mode de propulsion par les poudres, en admettant, il est vrai, quelques perfectionnements. Avec des aciers donnant 80 à 100 kilogrammes de limite élastique, on doit pouvoir maintenant (grâce à l'autofrettage et aux progrès de la métallurgie), résister à 8.000, 10.000 kg par cm^2 et obtenir des vitesses initiales de

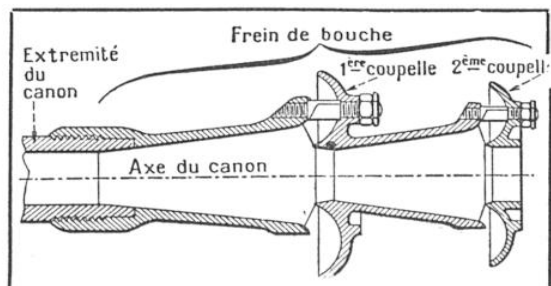


FIG. 7. — COUPE D'UN FREIN DE BOUCHE A DOUBLE COUPELLE A L'EXTREMITÉ D'UN CANON

2 kilomètres à la seconde (soit 7.200 kilomètres à l'heure). L'usure sera nécessairement beaucoup plus élevée qu'actuellement ; mais on l'atténuera non seulement par le remède du chemisage (indiqué plus haut), mais encore par l'emploi de métaux plus résistants à chaud et par des dispositifs amortissant le « plaquage » du projectile dans l'âme, suivant une région de génératrices (par exemple, par des roulements à billes mis à la ceinture, ou au bourrelet). De plus, les fabrications de tubes minces par *laminage oblique* (1) permettront, de plus en plus facilement, le remplacement de l'âme du canon : il ne nous paraît pas impossible qu'on obtienne ainsi des « intérieurs interchangeables », avec les rayures réalisées *directement* par le laminage lui-même ;

2° Mais le mode de propulsion actuel n'est lui-même pas parfait. Bessemer, il y a trois quarts de siècle, indiquait que le rendement serait bien meilleur si l'on pouvait remplacer l'explosion brusque et unique par des actions successives et convenablement graduées. Son canon « à tuyères » ne vit jamais le jour ; à notre avis, Bessemer fut ici un précurseur. Il est vraisemblable qu'on arrivera à utiliser d'une façon plus satisfaisante le temps que le projectile passe

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 115.

à parcourir l'âme. L'aspect de la bouche à feu sera alors modifié ; il correspondra « au tube d'égale résistance » sur toute la longueur. L'emploi de l'énergie électrique, souple par essence, viendra peut-être aider à trouver la solution du problème ainsi posé. On en

parlait déjà au début de la dernière guerre ; les recherches se poursuivent ; mais le lecteur nous excusera de ne donner aucun détail à ce sujet.

Pour conclure, nous dirons seulement que, lorsqu'on se livre à des anticipations sur ce chapitre, bien des opinions sont également justifiées ; mais il en est une à laquelle, personnellement, nous ne croyons pouvoir souscrire : c'est celle qui consiste à dire que le problème de la construction d'une bouche à feu ne se posera pas d'ici un certain temps... parce qu'il n'y aura plus de bouches à feu, les projectiles devenant des *fusées perfectionnées*.

Certes, l'étude des fusées, actuellement très poussée en Allemagne et en Amérique, est intéressante, et nous sommes loin d'avoir épuisé leurs possibilités (1) ; mais, en tout état de cause, il ne faut pas renoncer — ne fût-ce que pour lancer lesdites fusées dans la stratosphère — aux vitesses initiales élevées que peut donner le canon — et, jusqu'à ce jour, le canon *seulement*.

P. RÉGNAULD.

(1) Voir dans ce numéro, page 389.

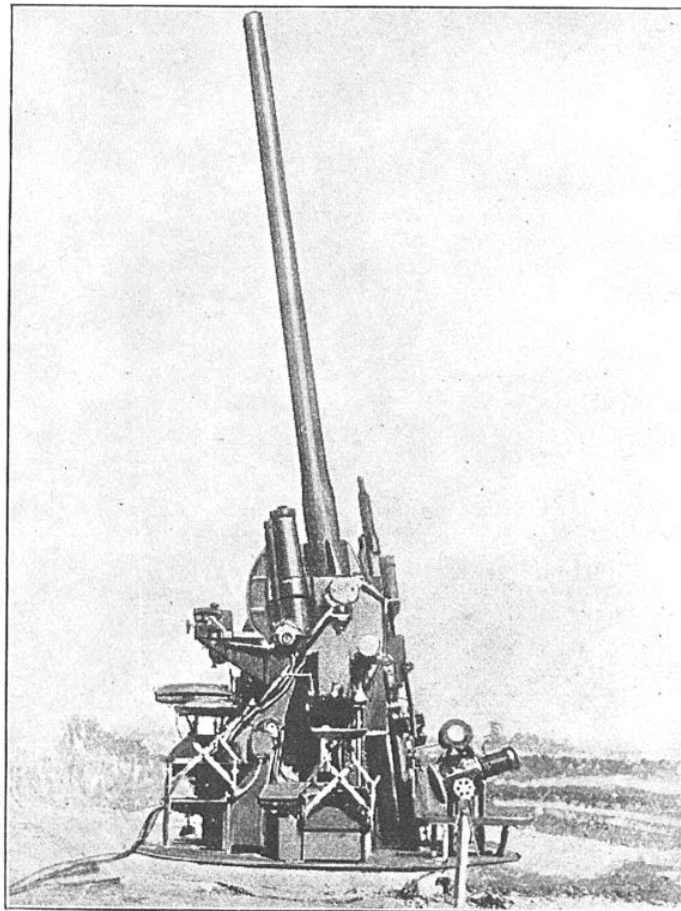


FIG. 8. — CANON AMÉRICAIN A TRÈS LONGUE PORTÉE ÉTABLI D'APRÈS LES PRINCIPES LES PLUS MODERNES
Ce canon de 105 mm anti-aérien a une portée verticale de 12 kilomètres ou horizontale de 19 kilomètres. Sa rapidité de tir est de l'ordre de 20 coups à la minute, ce qui est probablement le record pour un tel calibre.

L'ÉCONOMIE NATIONALE EXIGE DES CARBURANTS DE REMPLACEMENT BON MARCHÉ : BOIS, CHARBONS

Par Henri TINARD

Le développement aussi rapide que considérable de la circulation routière, au cours de ces quinze dernières années, donne au problème de l'alimentation des moteurs de nos véhicules automobiles (industriels surtout) une importance de premier plan. Il convient, tout d'abord, de satisfaire aux exigences techniques qu'impose le fonctionnement normal des moteurs à explosion et à combustion. Il est, en outre, essentiel de réaliser des conditions d'alimentation économiques, à la fois par un rendement élevé et par l'utilisation de produits d'un prix aussi réduit que possible. Ce vaste problème demande aussi à être envisagé sous l'angle encore plus grand de l'économie nationale. Il importe, en effet, de pouvoir disposer de combustibles issus de notre propre sol, soit en temps de paix pour améliorer la balance commerciale, soit en cas de conflit pour parer aux conséquences d'un blocus éventuel. Pour répondre à ce but, on a cherché à utiliser — couramment et pratiquement — des produits nouveaux, ou tout au moins à rendre assimilables par nos moteurs actuels des combustibles qui, jusqu'ici, semblaient peu adaptés à cet usage. Les combustibles liquides « classiques » dérivés du pétrole (essence, Diesel-oil) sont presque en totalité de produits d'importation (1). Aucun autre combustible liquide, parmi ceux susceptibles d'alimenter les moteurs à explosion ou à combustion interne (alcool, benzol, huiles de schiste et de houille, huiles végétales et huiles de tourbe), ne peut être produit en quantité suffisante pour satisfaire aux besoins de la consommation courante. C'est donc, pour l'instant, vers les combustibles solides (bois, charbon de bois, charbon maigre, semi-coke, etc.), qu'on doit logiquement s'orienter. La technique nouvelle des « gazogènes » (2), à bois ou à charbon, est maintenant au point : les diverses étapes du dernier Rallye des Carburants nationaux, échelonnées sur 3.000 kilomètres, ont suffisamment démontré la régularité et l'économie de fonctionnement réalisées par les camions, et même les voitures de tourisme, alimentés au « combustible solide ».

Combustibles liquides Combustibles solides

L existe à l'heure actuelle deux grandes catégories de combustibles pour moteurs thermiques légers : les combustibles liquides et les combustibles solides, étant entendu que les premiers sont propres à une introduction directe dans les cylindres des moteurs, alors que les seconds doivent passer par le stade intermédiaire de la gazéification dans des appareils spéciaux (3).

Les combustibles liquides sont familiers à tous, au moins les principaux. Il s'agit, en premier lieu, des produits volatils, dont le type le plus répandu est l'essence de pétrole. L'essence est souvent utilisée pure,

(1) Les gisements de pétrole d'Alsace (Péchelbronn) ne fournissant qu'un appoint insignifiant de moins de 2 % de la consommation.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 169, page 26.

(3) On a pu réaliser quelques moteurs fonctionnant directement au charbon pulvérisé ; nous les laisserons ici de côté. Voir, à ce sujet, *La Science et la Vie*, n° 219, page 208.

mais les progrès accomplis dans la construction des moteurs et des considérations d'ordre économique ont conduit à composer des mélanges d'essence et d'autres combustibles, comme l'alcool et le benzol, appréciés pour leurs propriétés antidétonantes et leur origine nationale. Un corps étranger, dont les fonctions se bornent à contrarier le phénomène de la détonation dans les moteurs modernes à haute compression, est aussi fréquemment ajouté à l'essence pure ou préalablement mélangée à de l'alcool ou à du benzol, voire à ces deux produits ensemble : c'est le plomb tétraéthyle (1). En définitive, les combustibles liquides légers de grande consommation sont, pour l'instant : l'essence pure, l'essence alcoolisée et les « supercarburants » de composition plus ou moins complexe, mais généralement à base d'essence.

A côté des combustibles liquides volatils prend place une autre série de combustibles

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 105 page 189.

liquides : celle des produits lourds. Ceux-ci jouent maintenant un grand rôle dans l'activité des transports routiers. Il s'agit principalement, d'ailleurs, du gas-oil extrait du pétrole, connu encore sous le nom d'« huile lourde », suivant une expression — remarquons-le en passant — assez incorrecte, puisque le gas-oil est précisément plus léger que les huiles lourdes proprement dites, qui conviennent plutôt pour le chauffage industriel que pour les moteurs.

D'autres combustibles « lourds » commencent aussi à trouver leur emploi dans les moteurs thermiques : ce sont, notamment, les huiles de schistes, les huiles de houille, certaines huiles végétales et de tourbe, etc. Mais, jusqu'à présent, le gas-oil fait l'objet, et de loin, de la plus grosse consommation.

Nous arrivons maintenant aux combustibles solides, qui sont représentés principalement par le bois, le charbon de bois et certaines qualités de houille. Ces combustibles servent de matière première, nous l'avons noté, pour la préparation d'un combustible gazeux assimilable par les moteurs à explosion. Nous envisagerons seulement le cas du gaz pauvre obtenu à partir soit du bois, soit du charbon de bois, soit du charbon de terre, en écartant le cas du gaz de houille proprement dit, qui a été étudié ici (1).

Voici les caractéristiques des combustibles convenant aux moteurs à explosion

Une donnée fondamentale pour un produit destiné à brûler dans un moteur est son *pouvoir calorifique*. A cet égard, les essences et les gas-oils sont sensiblement sur le même pied, avec environ 11.000 calories au kilogramme. Le benzol est déjà un peu moins riche avec 10.000 calories, ainsi que les huiles de schistes avec 9.000 calories. Quant à l'alcool, il ne libère, en moyenne, que 6.000 calories. Dans la gamme des combustibles solides, ce qui nous intéresse, ce n'est pas le pouvoir calorifique de la matière première, mais celui du gaz engendré par sa transformation. Le pouvoir calorifique du gaz pauvre est de l'ordre de 1.100 à 1.400 calories par mètre cube, ce qui lui vaut son nom, par comparaison avec le gaz d'éclairage qui contient environ 5.000 calories par mètre cube.

Mais ces quelques chiffres demandent à être interprétés, car il ne suffit pas qu'un produit soit riche en calories pour conduire

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 251.

à une utilisation avantageuse : il faut encore qu'il puisse brûler dans des conditions telles que les calories qu'il apporte soient transformées en travail avec un déchet minimum. C'est ainsi qu'apparaît le *rendement thermique*, tributaire du taux de compression, lequel ne peut être élevé, pour un combustible déterminé, au delà d'une certaine valeur sans que le fâcheux phénomène de la détonation se manifeste. Or, des combustibles défavorisés au point de vue de la richesse en calories se révèlent précieux par leur résistance à la détonation ; c'est le cas, en particulier, de l'alcool qui, en permettant d'atteindre des taux de compression plus élevés qu'avec l'essence, compense en partie son maigre pouvoir calorifique. La même remarque est applicable au benzol, et comme ce produit possède un pouvoir calorifique voisin de celui de l'essence, il se montre finalement un combustible supérieur ; cela suffit à expliquer sa présence dans nombre de « supercarburants ».

En ce qui concerne le gaz pauvre, le raisonnement précédent est également valable. Ce combustible ne trouve pas, dans son pouvoir calorifique réduit, un obstacle à son emploi, car il permet d'atteindre un bon rendement thermique en ayant recours à de forts taux de compression. Mais, pour le gas-oil et les combustibles lourds en général, la question des compressions élevées se pose de façon plus directe encore, car elle conditionne le fonctionnement même des moteurs. Le principe de ces moteurs, du type Diesel, repose, en effet, sur l'inflammation spontanée du combustible injecté dans les cylindres. Or, cette inflammation n'est possible que si l'air contenu dans les cylindres au moment de l'injection est porté à une température assez élevée : c'est à la compression préalable que l'on demande de fournir l'appoint de chaleur nécessaire, et l'on sait que, pour cela, elle doit atteindre une valeur considérable. Il en résulte que l'auto-allumage est à la base même du fonctionnement des moteurs Diesel. De là à en déduire que leur rendement est excellent, il n'y a qu'un pas. Celui-ci est d'autant plus aisé à franchir que l'expérience prouve qu'un moteur à huile lourde du type pour camions, donc de puissance relativement faible, se contente couramment d'une consommation de 210 à 230 grammes de gas-oil au cheval-heure, alors qu'un moteur à essence de même puissance absorbe de 280 à 300 g de carburant pour fournir la même quantité d'énergie. Nous en arrivons ainsi à une considération d'importance primordiale : celle du

prix de revient du kilomètre parcouru.

D'une part, ce prix apparaît comme étant plus petit avec le gas-oil qu'avec l'essence, puisque la consommation, pour un résultat identique, est moindre. Mais l'économie réalisée se trouve encore nettement accrue du fait que le prix du premier combustible est inférieur au prix du second. Ces prix étant sujets à variations, il est difficile de chiffrer très exactement la dépense avec les deux genres de combustibles. Néanmoins, nous citerons, à titre d'exemple, une évaluation qui repose sur des essais effectués avec un camion de gros tonnage. Cette évaluation

les risques d'incendie, si graves avec l'essence. Bien entendu, le gaz pauvre fabriqué par les gazogènes bénéficie aussi du même avantage.

Dans un autre ordre d'idées, l'huile lourde procure au moteur qu'elle nourrit une remarquable régularité de couple et une aptitude à supporter les surcharges qui ne sont pas négligeables ; en outre, la consommation de ce moteur est mieux proportionnée au poids total roulant et au profil de la route qu'avec l'essence. Enfin, de son côté, le gaz pauvre donne aux moteurs à explosion une grande souplesse de marche, qui se traduit par

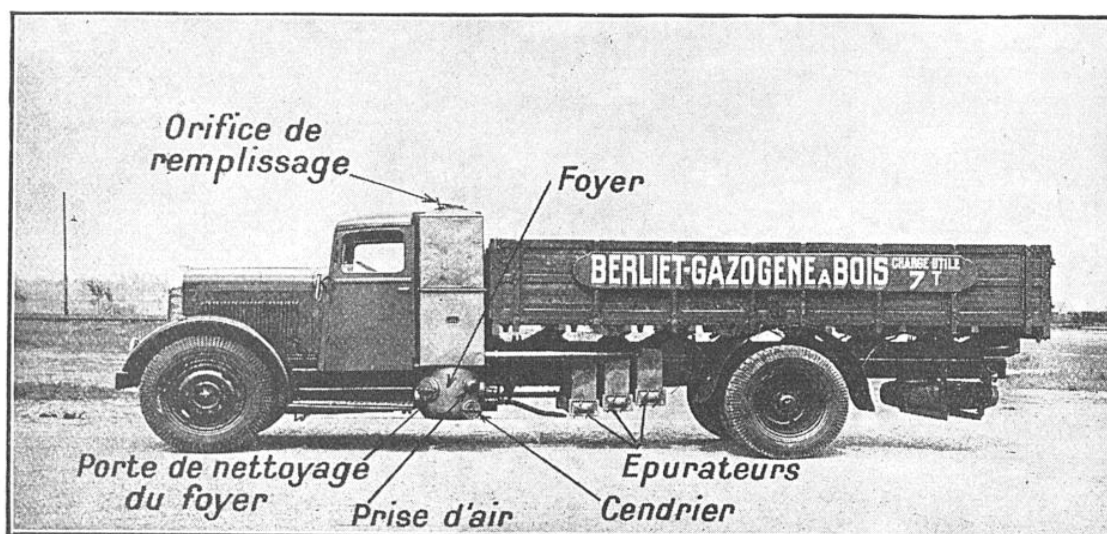


FIG. 1 — CAMION ÉQUIPÉ D'UN GAZOGENE A BOIS « BERLIET »

a permis de déterminer approximativement que la dépense en combustible varie du simple au double lorsqu'on passe du gas-oil à l'essence. Il y a là, certes, un gain très intéressant. Pourtant, il est encore inférieur à celui que permet de réaliser l'alimentation du moteur avec du gaz pauvre. Si nous nous reportons aux essais précédemment mentionnés, mais effectués, cette fois, avec un moteur alimenté en gaz pauvre provenant du charbon de bois, nous constatons que le même parcours est couvert avec une dépense quatre fois moindre qu'avec l'essence. Avec un gazogène consommant du bois, l'économie serait encore un peu plus considérable.

Pour en terminer avec ce rapide parallèle entre les principaux combustibles pour moteurs thermiques légers, signalons encore que le gas-oil est apprécié pour la sécurité qu'il présente en supprimant pratiquement

une réelle commodité d'utilisation et une faible fatigue des organes en mouvement.

Les carburants de remplacement, carburants nationaux

Les caractéristiques techniques, les avantages des combustibles au point de vue de la moindre consommation, etc., ne doivent pas nous faire oublier la question de leur origine. Or, à part l'alcool et le benzol, à part les huiles de schistes et de houille et certaines huiles végétales et de tourbe, les combustibles liquides sont des dérivés du pétrole, produit d'importation. La nécessité de s'affranchir de la tutelle de l'étranger, grâce à des carburants nationaux de remplacement, est apparue il y a longtemps, puisque, dès 1925, elle motivait la création de l'Office National des Combustibles Liquides. Elle revêt aujourd'hui une importance particulière du fait, notamment, du

nombre si grand des véhicules en circulation. Or, dans l'état actuel des choses, il semble que les combustibles solides mis en service directement sur les véhicules soient parmi les plus aptes à donner au problème posé une solution rationnelle.

Si, en exceptant le gaz pauvre, nous reprenons les différents combustibles qui ne sont pas extraits du pétrole — ce qui nous permet de les considérer comme des carburants nationaux de remplacement — nous constatons que les quantités disponibles sont loin de pouvoir satisfaire aux besoins courants de la consommation.

En ce qui concerne l'alcool, nous disposons annuellement d'environ 2 millions d'hectolitres produits par les distilleries. Certes, on peut envisager une autre forme de production avec l'alcool éthylique tiré de la cellulose et l'alcool méthylique de synthèse, sous-produit des cokeries, mais cette autre forme paraît appelée à ne prendre une réelle importance que dans un avenir encore lointain.

Le benzol nous est fourni déjà en quantité considérable, avec une moyenne annuelle de 700.000 hectolitres, qui pourrait être augmentée sensiblement en débénzolant toute notre production de gaz d'éclairage.

Le gaz d'éclairage et, plus généralement, le gaz de houille à l'état de gaz comprimé, constitue aussi un combustible national important. Bien que nous nous soyons promis de n'en pas parler dans cet article, nous ne pouvons, néanmoins, manquer d'observer que les sources de ce gaz, très nombreuses et disséminées sur l'ensemble de notre territoire, représentent une réserve capable d'alimenter de nombreux services des transports réguliers.

Enfin, les huiles de schistes et de houille offrent, pour l'instant, à la carburation, environ 1 million d'hectolitres ; mais on ne peut établir de chiffres précis pour les huiles végétales et de tourbe, en l'absence d'une utilisation étendue dans les moteurs.

Il ressort de ces quelques chiffres que notre production territoriale actuelle de car-

burants liquides et gazeux non pétroliers est bien faible, si on la compare aux besoins d'essence et de pétrole brut qui se sont élevés à 36.000.000 d'hectolitres en 1932. Les combustibles solides, consommés directement sur les véhicules, nous offrent précisément, à cet égard, d'intéressantes perspectives. Cela suffit, pensons-nous, à justifier leur étude plus approfondie, d'autant plus que leur utilisation a pris un essor nouveau avec la démonstration de la possibilité d'action-

ner, à l'aide du gaz pauvre, dans de très bonnes conditions, non seulement des « poids lourds », mais aussi des voitures de tourisme.

Le « gaz des forêts »

La houille, puis le pétrole et ses dérivés, ont pris aujourd'hui, comme sources d'énergie thermique, les premières places. Mais faut-il en conclure que le bois et le charbon de bois sont définitivement évincés ? Il semble bien que non, grâce justement aux moteurs de véhicules qui offrent à ces combustibles de nouveaux débouchés.

Actuellement, l'exploitation forestière permet de disposer, sous forme de charbonnette, fagots et rémanents, d'environ 20 millions de stères. Une partie doit être réservée encore aux emplois domestiques, mais on évalue à 11 millions de stères la quantité de combustible pouvant être consacrée à

l'alimentation des moteurs. Il en peut résulter une économie d'environ 7 % sur les produits pétroliers importés. Ce chiffre, loin d'être négligeable, montre que le sol de notre pays peut fournir un intéressant appoint de carburants, appoint qui, en période critique, pourrait même être doublé ou triplé par prélèvement sur le capital forestier : en temps de paix, pour notre équilibre commercial ; en temps de guerre, pour notre sécurité, il y a là un facteur à considérer. Mais il faut que les problèmes techniques soulevés par l'alimentation des moteurs avec ce combustible soient entièrement résolus. Les rallyes des Carburants nationaux, qui se déroulent chaque année,

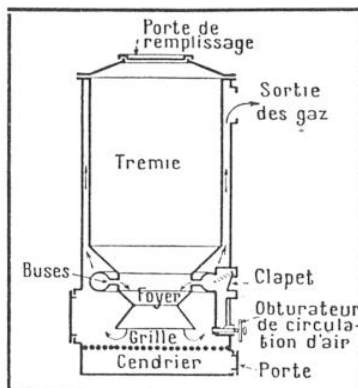


FIG. 2. — COUPE DU GÉNÉRATEUR AU BOIS DE BERLIET

L'air de combustion pénètre dans le foyer par une série de huit buses horizontales, alimentées par une couronne reliée à l'extérieur par un clapet battant. Ce clapet empêche, pendant la marche, les retours de flammes et, à l'arrêt, l'échappement des fumées. L'air nécessaire à la marche en veilleuse est fourni par l'obturateur. Le gaz produit passe, à sa sortie du générateur, dans les épurateurs où il dépose ses poussières par choc et son eau par évaporation.

nous offrent la possibilité d'enregistrer les progrès accomplis dans cet ordre d'idées et les rallyes de 1934 et de 1935, où des voitures de tourisme se sont distinguées, permettent d'affirmer que toutes les difficultés ont été surmontées.

Nous rappellerons, à ce propos, quelques résultats du rallye de 1934, en ce qui concerne les voitures de tourisme (deux « Berliet » 4 cylindres 13 ch fonctionnant au bois, et une

650 kilomètres ; le même parcours avec l'essence coûterait environ 170 francs, soit plus de quatre fois plus cher. Avec la voiture « Panhard », on a relevé des consommations de 18 kilogrammes de charbon de bois aux 100 kilomètres, soit, à 400 francs la tonne, une dépense environ quatre fois plus faible qu'avec l'essence.

En 1935, le rallye, qui revêtait la forme internationale, a donné des résultats non

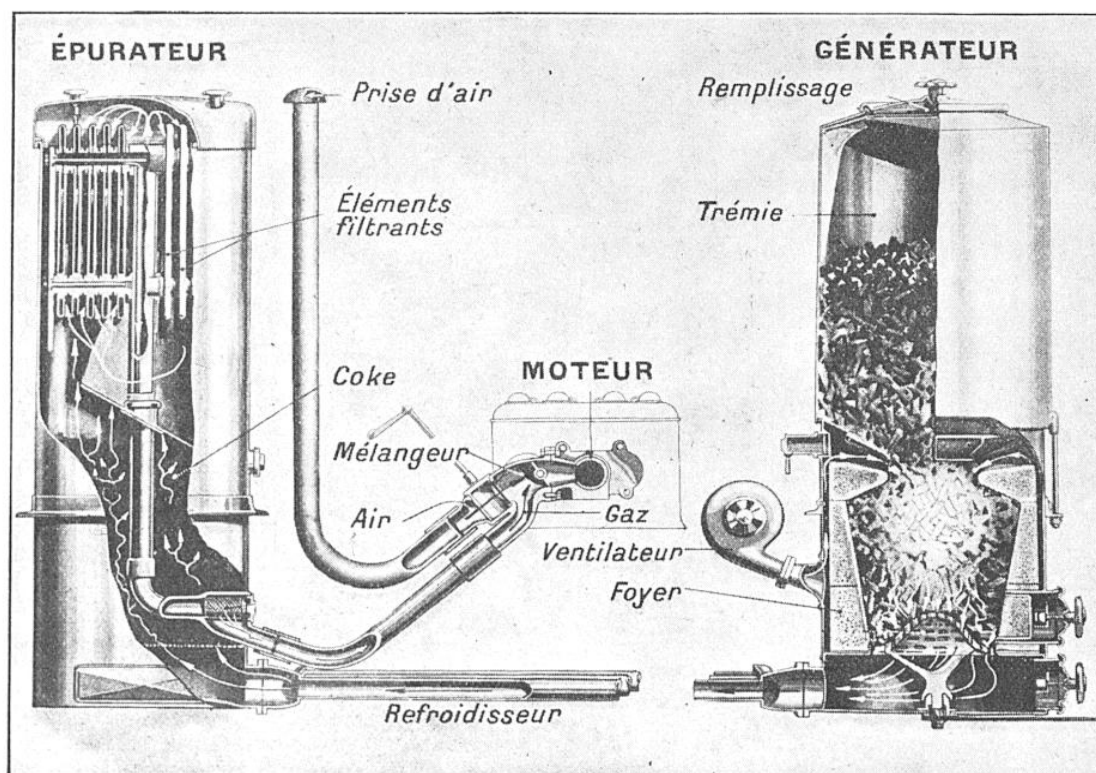


FIG. 3. — COUPE D'UN GAZOGÈNE « PANHARD » FONCTIONNANT AU CHARBON DE BOIS

« Panhard » 6 cylindres 14 ch utilisant le charbon de bois). Sur un parcours de 3.700 kilomètres, passant par les régions accidentées du Jura, des Cévennes, du Massif Central, elles ont soutenu des allures voisines de celles obtenues avec l'essence : vitesse instantanée, 88 à 98 km à l'heure en palier ; vitesse commerciale sur les parcours faciles, 70 km à l'heure ; vitesse commerciale sur les parcours de montagne, 50 km à l'heure. Quant à la consommation, les voitures « Berliet » ont dépensé en moyenne 36 kilogrammes de bois aux 100 kilomètres, de telle sorte qu'un stère de bois pesant environ 240 kilogrammes, et valant 40 francs sur la route, permettrait de couvrir plus de

moins concluants. Une première épreuve de vitesse, effectuée au départ, sur le circuit automobile de Littorio, en Italie, a montré qu'une « Alfa-Romeo », avec gazogène à charbon de bois, pouvait couvrir 300 kilomètres à la moyenne de 90 km 423 et qu'une « Berliet », avec gazogène à bois, pouvait atteindre la moyenne de 84 km 100 sur le même parcours. Au cours des diverses étapes, qui s'échelonnaient sur environ 3.000 kilomètres, à travers des régions fort accidentées (en montagne, notamment), une parfaite régularité de fonctionnement fut constatée. Enfin, sur le Circuit du Mans, presque au terme du rallye, une ultime épreuve de vitesse permit aux deux voi-

tures précitées de couvrir 400 kilomètres respectivement à la vitesse de 72 km 595 et de 77 km 256. D'autre part, les chiffres de consommation ont été comparables à ceux de l'année précédente.

De tels résultats — qui prouvent la sécurité de marche des automobiles à gazogène, et qui confirment l'économie que nous avons déjà mentionnée plus haut — n'ont pas besoin d'être commentés. Ce qu'on peut remarquer simplement, c'est que, si des voitures de tourisme alimentées avec un combustible solide se comportent si brillamment, à plus forte raison les véhicules utilitaires, plus robustes et qui peuvent être équipés plus lourdement, doivent se montrer d'une marche parfaite. On peut, dès lors, estimer que les 10.000 camions fonctionnant au bois ou au charbon de bois, jugés nécessaires, en temps de paix, pour le recrutement du personnel d'équipement, de réparation et de conduite du parc important des mêmes véhicules que l'état-major mettrait en service en temps de guerre, répondent à un besoin pouvant être rigoureusement satisfait désormais.

Il n'est sans doute pas inutile de préciser rapidement sous quelle forme le bois et le charbon de bois sont assimilables par le gazogène, qui sert, entre eux et les moteurs, d'indispensable intermédiaire, et comment fonctionne le gazogène lui-même.

Comment fonctionne un « gazogène »

Le gazogène proprement dit, destiné à engendrer un combustible gazeux à partir d'un combustible solide, comprend, en principe, trois éléments : le générateur, le refroidisseur et l'épurateur. Le générateur constitue, comme son nom l'indique, le centre même de la production du gaz pauvre. Le refroidisseur a pour fonction d'abaisser la température de ce gaz, et l'épurateur de le débarrasser des substances nuisibles, solides et volatiles, c'est-à-dire de le rendre apte à assurer la marche régulière du moteur. A ces trois éléments fondamentaux, il convient d'ajouter le mélangeur, dispositif complémentaire qui remplace le carburateur des moteurs à essence.

Pratiquement, générateur, refroidisseur et épurateur sont un peu différents suivant qu'il s'agit d'un gazogène à bois ou à charbon de bois.

Dans le cas du charbon de bois, nous décrirons le gazogène « Panhard ».

Le générateur est constitué par une cuve en tôle garnie d'un revêtement réfractaire ; à la partie supérieure se trouve la trémie

formant réservoir de combustible. Le charbon est distribué au foyer par un déflecteur terminant la trémie et déterminant un cône d'éboulement autour duquel se répartit l'air de combustion. Cet air pénètre par l'ouïe d'un ventilateur d'allumage, est aspiré vers le bas et provoque, par son passage, la formation du gaz. Celui-ci se rend alors vers le refroidisseur, constitué par une rangée de tubes, et, aspiré par le moteur, poursuit son trajet vers l'épurateur. L'épurateur fonctionne entièrement à sec. Le gaz y chemine de bas en haut, à travers des morceaux de coke, puis rencontre, à la partie supérieure, un filtre en étoffe qui retient toutes les poussières ; il n'y a pas à envisager d'autre épuration du gaz, car le gazogène étant du type à combustion renversée, brûle les produits hydrocarbonés que peut dégager la pyrogénéation du combustible, et notamment les goudrons.

Au sortir de l'épurateur, le gaz pénètre dans le mélangeur, toujours sous l'effet de l'aspiration du moteur. L'appareil se compose d'un robinet à plusieurs voies recevant le gaz pauvre et l'air, et un papillon, actionné par la pédale d'accélérateur, agit sur l'admission du mélange, rendant ainsi la conduite identique à celle d'un véhicule à moteur à essence.

La commodité d'utilisation provient encore du fait que l'allumage du gazogène et la mise en marche du moteur s'effectuent en quelques minutes.

Le gazogène à bois, dont la construction Berliet nous offre un intéressant modèle, également du type à combustion renversée, se distingue de l'appareil à charbon de bois en ce qu'il comporte un élément dans lequel se produit une sorte de carbonisation du bois.

Par ailleurs, son foyer réduit est en tôle spéciale, sans garniture réfractaire. Les éléments épurateurs, disposés sous la carrosserie, sont des caisses en tôle, contenant des plaques perforées formant chicanes, sur lesquelles le gaz aspiré par le moteur dépose des impuretés par chocs successifs ; ces éléments sont en communication constante avec l'extérieur par un orifice servant à l'évacuation automatique de l'eau de condensation.

Pour la mise en marche, un aspirateur électrique, placé en dérivation sur la tuyauterie du gaz, permet d'obtenir très rapidement, c'est-à-dire en trois ou quatre minutes, le gaz pauvre et contribue à faciliter le remplissage de tous les appareils et tuyauteries, ce qui favorise les premières explosions.

Quant au mélangeur, il repose sur le même principe que l'appareil précédemment décrit.

Avec une voiture de tourisme, la question du rechargement du gazogène revêt un intérêt particulier ; notons que le gazogène « Berliet » permet de parcourir de 250 à 300 kilomètres sans qu'il soit besoin de le recharger.

Maintenant que nous sommes un peu plus familiarisés avec le principe des gazogènes, voyons quelles sont les qualités à exiger des combustibles et sous quelle forme ils sont le plus avantageusement utilisables.

Le gaz engendré est doué d'un pouvoir calorifique élevé, de l'ordre de 1.300 calories par mètre cube, en raison de la richesse du combustible en matières volatiles ; ce gaz, enfin, est particulièrement inflammable du fait de la proportion élevée d'hydrogène.

Le charbon de bois, obtenu par distillation en cornues ou par carbonisation en meules, a des propriétés très variables suivant le traitement qu'il a subi. La carbonisation à haute température (de l'ordre de 700°) en fait un charbon dur et dépourvu de matières volatiles, tandis que des tempé-

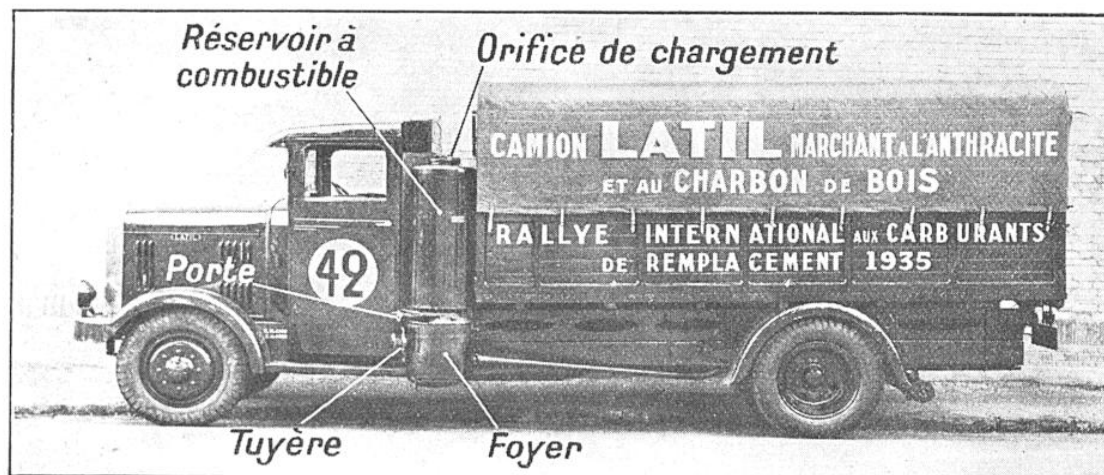


FIG. 4. — CAMION ÉQUIPÉ D'UN GAZOGÈNE A CHARBON « GOHIN-POULENC »

Bois, charbon de bois et charbon roux, combustibles solides pour les moteurs à explosion

Le bois est un combustible propre, non friable, très inflammable, riche en matières volatiles, mais il peut absorber beaucoup d'eau. A l'état humide, ou « vert », il provoque, dans les gazogènes, des troubles très sérieux, dus à l'apparition d'une grande quantité de vapeur d'eau, qui inonde littéralement les épurateurs et nuit à la composition du gaz, dont la teneur en gaz carbonique devient exagérée. Le bois doit donc être employé sec, c'est-à-dire ne conservant que 10 % environ d'eau en plus de l'eau de constitution. Il est nécessaire aussi que le bois soit dur et débité en morceaux plus ou moins cubiques, ou cylindriques, de 3 à 4 centimètres de côté. Dans ces conditions, grâce à son inflammabilité, il se prête à des mises à feu rapides et assure de bonnes reprises au moteur. En outre, malgré une teneur toujours assez forte en gaz carbo-

ratrices plus basses (de l'ordre de 400°) le laissent friable, facilement inflammable et riche en matières volatiles. Néanmoins, à la condition de n'avoir pas séjourné à l'humidité, il ne donne, d'une façon générale, qu'une faible quantité de produits condensables dans les épurateurs et fournit un gaz de bonne qualité. Pour une utilisation rationnelle, il doit être concassé en morceaux de 5 à 6 centimètres de longueur, et le seul reproche qu'on puisse lui faire est d'être d'une manutention assez difficile. Par ailleurs, il ne faut pas oublier que, pour carboniser le bois, plus du tiers des calories qu'il est susceptible de fournir sont nécessaires, d'où il résulte une perte appréciable.

Sous forme d'agglomérés, le charbon de bois peut être utilisé plus commodément. Il est moins encombrant, de transport plus aisé et doué d'un pouvoir calorifique élevé. Mais sa fabrication, qui doit donner des produits de mêmes propriétés, est relativement délicate et entraîne à des prix de revient assez considérables.

Le bois et le charbon de bois présentent des avantages et des inconvénients, et il est logique que l'on ait cherché à réunir dans un même produit le maximum des propriétés intéressantes. C'est ainsi qu'est né le « charbon roux », dû au professeur Dupont, ancien directeur de l'Institut du Pin, à Bordeaux (1).

Le charbon roux est, en quelque sorte, du bois stabilisé. Cette stabilisation est obtenue en faisant subir au bois un début de distillation à une température comprise entre 250° et 280°, qui a pour effet d'éliminer l'eau d'hydratation et une partie de l'eau de constitution, tout en conservant une forte proportion de la richesse du bois en matières volatiles. Le charbon roux est propre et non friable ; il possède un rendement calorifique élevé, qui a été évalué au double du rendement du charbon de bois distillé à 500°, et, pour un volume déterminé de combustible, il produit un volume maximum de gaz. Néanmoins, le gaz provenant du charbon roux possède sensiblement la même teneur en gaz carbonique que celui engendré par du bois bien sec. Il en résulte que c'est le gazogène à bois qui convient encore dans ce cas.

Pour en terminer avec ces combustibles, signalons que le charbon roux, tel que nous venons de l'étudier, peut voir ses qualités s'accroître si on a recours à un catalyseur ; en particulier, le pouvoir calorifique du gaz produit est nettement augmenté si le début de distillation s'opère sur du bois imprégné d'acide phosphorique.

(1) Voir *La Science et La Vie*, n° 169, page 24.

Les gazogènes à charbon

A côté du « gaz des forêts », le gaz pauvre provenant des combustibles minéraux, réservé autrefois aux installations fixes de grande et moyenne puissance, occupe aujourd'hui une place notable parmi les produits d'alimentation des moteurs de véhicules. Nous donnerons, à ce propos, quelques indications sur le gazogène « Gohin-Poulenc », qui

équipait cinq camions dans le rallye mentionné plus haut.

Ce gazogène, qui peut d'ailleurs fonctionner au charbon de bois, a été plus spécialement étudié pour utiliser le charbon maigre, le semi-coke, le lignite, etc., combustibles bon marché, peu encombrants, et combustibles nationaux. Il se distingue par l'insufflation violente de l'air au sein du combustible, ce qui a pour résultat d'engendrer de l'oxyde de carbone, en ne

laissant subsister qu'une très faible proportion de gaz carbonique, et de détruire les produits condensables. Il s'agit, comme l'appelle son créateur, d'un véritable « carburateur pour solide », l'injecteur d'air ou tuyère faisant l'office du gicleur dans le carburateur à essence. Cette tuyère, qui caractérise l'appareil, localise le feu au centre du combustible ; elle est à l'abri de la destruction par la chaleur grâce à une double paroi de circulation d'eau en communication avec le radiateur du véhicule.

L'épuration du gaz de semi-coke et de charbon maigre s'effectue au moyen d'un épurateur par filtration à sec. Si les gaz sont

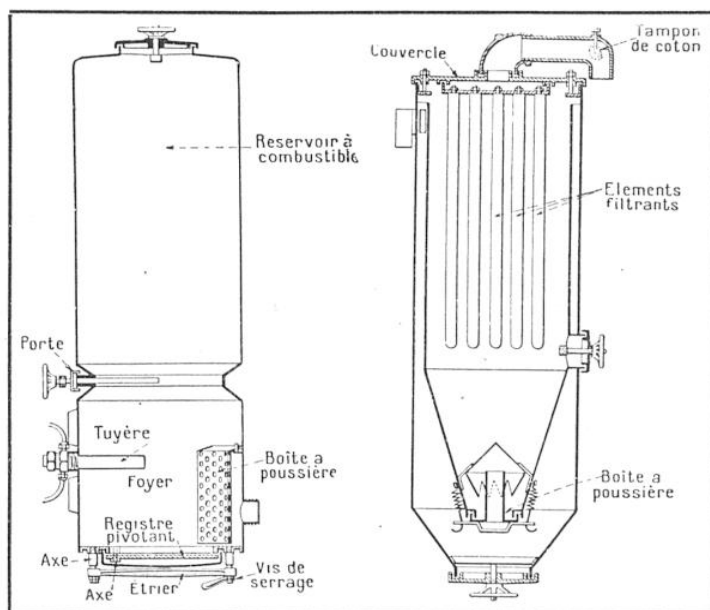


FIG. 5. — COUPES DU GÉNÉRATEUR ET DU FILTRE « GOHIN-POULENC » POUR LE CHARBON OU LE CHARBON DE BOIS

Ce gazogène est caractérisé par la tuyère à circulation d'eau dont est muni son générateur (à gauche) et qui est branchée sur le radiateur du véhicule. L'air entre par la tuyère et sort par la boîte à poussière pour aller vers le filtre (à droite). Le tampon témoin en coton blanc renseigne sur la propreté du gaz produit. Le gaz descend dans un mouvement hélicoïdal et traverse une buse contenant de la poussière de charbon de bois spécial.

humides, on a recours à un épurateur à chicanes, type « Berliet ».

Enfin, l'allumage s'opère facilement, l'aspiration étant assurée soit au moyen du moteur marchant à l'essence, soit au moyen d'un ventilateur à main ou électrique. Avec un charbon convenable, on a, après quelques minutes d'aspiration, un gaz assez riche pour que le moteur soit correctement alimenté. La consommation au banc, avec un moteur possédant un taux de compression de 6 kg 5, est de l'ordre de 400 grammes de charbon (à 7.500 calories) par ch-heure (1).

Les combustibles minéraux pour les moteurs à explosion

Laissons de côté le charbon de bois, déjà examiné, pour nous limiter au semi-coke et à quelques charbons naturels.

Alors que le coke est obtenu en chauffant la houille au voisinage de 900°, le semi-coke provient de la carbonisation limitée à 600°, qui laisse au combustible une teneur de 7 à 10 % de matières volatiles. Par son inflammabilité et la richesse du gaz qu'il produit, le semi-coke se rapproche du charbon de bois.

Parmi les charbons naturels, le charbon des mines de Bessèges (Gard), à l'état menu, constitue le combustible type pour le « carburateur à solide ». Contenant 11 % de matières volatiles, de bonne tenue au feu et d'allumage rapide, il permet au moteur de développer sa puissance et procure au véhicule un grand rayon d'action. D'ailleurs, tous les charbons maigres : Aniche, Anzin, Vicoigne, etc., sont aptes à la gazéification.

Nous avons fait allusion plus haut à la puissance fournie par le moteur. Avec le gaz pauvre, il est usuel de compenser la perte de puissance due à l'apport médiocre de

calories par une augmentation considérable du taux de compression, voire par un accroissement de cylindrée. Avec le gazogène « Gohin-Poulenc », une autre solution est préconisée, tout au moins pour les pays peu accidentés : celle de l'alimentation mixte. Elle consiste à enrichir, dans les côtes, le mélange tonnant en y ajoutant, au moyen d'un carburateur auxiliaire, un peu d'air carburé à l'essence, au carburant national ou au gas-oil. Nous trouvons là un mariage des combustibles solides, réduits à l'état gazeux, et des combustibles liquides auquel nous ne nous attendions pas ; il renforce nos conclusions relatives à la substitution d'un combustible à un autre.

Au cours du dernier rallye, la consommation aux 100 kilomètres, pour un véhicule d'une charge totale de 7.000 kilogrammes, s'est chiffrée par 5 litres de carburant liquide et 20 kilogrammes de charbon minéral, d'où une économie considérable par rapport à la seule alimentation avec un combustible liquide. Pour une utilisation du véhicule en pays accidenté, la solution du gros moteur à taux de compression élevé, spécialement étudié pour l'alimentation au gaz pauvre, est sans doute plus rationnelle ; mais la formule mixte n'en est pas moins intéressante par certains côtés : comme en toute chose, à chaque problème sa solution.

A côté des dérivés du naphte, les combustibles nationaux, et particulièrement les combustibles solides, se montrent capables de tenir un rôle honorable, et même, un jour, un rôle brillant. Il est permis de fonder sur leur avenir de grands espoirs, et la répercussion que leur développement peut avoir sur notre économie nationale est énorme. Rien ne doit être négligé pour favoriser cet essor. C'est vers ce but que tendent les plus louables efforts, et il nous plaît, à ce propos, de rendre ici hommage à M. Chaplain, directeur général des Eaux et Forêts, qui, depuis 1926, est le véritable animateur de la traction par gazogènes, dont nous avons signalé les étonnants résultats.

HENRI TINARD.

L'U. R. S. S. intensifie la construction des sous-marins. Elle compte, en 1936, pouvoir disposer de plus de 50 de ces bâtiments récemment construits. Elle espère même atteindre d'ici deux ans le chiffre actuel de la flotte anglaise. Un certain nombre de ces unités est destiné à la Baltique pour faire face à la menace de l'Allemagne en pleine reconstitution de sa marine militaire et notamment de sa flotte sous-marine. Mais le sous-marin constitue-t-il encore l'arme la plus redoutable des combats modernes sur mer, si on tient compte des progrès de l'aviation ?



PRENONS L'ÉCOUTE

LES FORCES NAVALES EN MÉDITERRANÉE

Alors que la Grande-Bretagne a notablement réduit l'importance de son armée navale par rapport à 1914 (effectifs et bâtiments), — sans oublier que l'aviation anglaise ne figure plus maintenant qu'au quatrième ou cinquième rang dans le monde, — l'Italie, au contraire, a poursuivi une politique navale et aérienne qui l'a dotée d'une flotte moderne sur mer comme dans les airs.

En Méditerranée, l'Angleterre possède une force qui varie assez peu et qui est, en moyenne, constituée par 1 croiseur de bataille (*Hood*), 4 ou 5 cuirassés vieillissants (1) (bien que supérieurs aux meilleurs français en service), une demi-douzaine de croiseurs de 10.000 tonnes, autant de petits croiseurs de 3 à 5.000 tonnes, 25 à 30 torpilleurs et quelques sous-marins. Cette escadre a été récemment renforcée pour parer aux difficultés actuelles.

L'Italie possède au contraire, en 1935, des navires pour la plupart récemment construits, et beaucoup plus rapides : 4 bâtiments de ligne de 21.000 tonnes en cours de refonte à 26 nœuds, du type *Cavour* (2) ; 7 croiseurs de 10.000 tonnes-Washington, à grande vitesse de l'ordre de 35 nœuds, une soixantaine de sous-marins (3) ; 13 croiseurs de 2^e classe du type *Condottieri*, de 5.500 tonnes (4), et 55 contre-torpilleurs, sans mentionner ici les nombreux bâtiments de toutes catégories actuellement en voie de construction (croiseurs, contre-torpilleurs, sous-marins). Pas de porte-avions au programme, inutiles dans une mer étroite, alors qu'ils sont indispensables, au contraire, dans l'océan Pacifique, pour les flottes américaine et japonaise.

La France, depuis que l'entente franco-italienne lui a donné la faculté de déplacer ses forces vers l'océan et la Manche, possède dans les eaux méditerranéennes 6 croiseurs de 10.000 tonnes-Washington, une dizaine de contre-torpilleurs et une vingtaine de sous-marins. Notons à ce propos que les contre-torpilleurs français récents de 2.500 tonnes, du type *Gerfaut* ou *Cassard*, ne sont pas supérieurs, au combat, à certains italiens de moindre tonnage (1.600 tonnes), qui comportent les perfectionnements les plus modernes (par exemple, trois télémètres pour l'artillerie, au lieu d'un seulement sur les bâtiments français).

Mais revenons à la flotte italienne : elle poursuit actuellement la réalisation de

(1) La « Home Fleet », dans le Nord, possède 7 cuirassés encore plus lents (type *Nelson*) et malgré leur âge, ce sont les plus puissants d'Europe (canons de 381 mm et de 406 mm).

(2) Ces 4 cuirassés déjà anciens sont en transformation pour atteindre la vitesse de 26 nœuds et augmenter leur protection ; ils sont armés de 10 pièces de 305 mm et de 24 du calibre de 100 mm environ. Dans le « corps de bataille », l'Italie apparaît donc comme en retard par rapport à certaines puissances navales. C'est pour cette raison que l'Amirauté italienne avait décidé de mettre en chantier 2 cuirassés rapides (30 nœuds) armés de 12 canons de 380 mm, de 35.000 tonnes, — comme la France, — pour remédier à cette situation. Mais l'entente franco-italienne — avons-nous annoncé — a permis d'ajourner cette tranche du programme naval qui aurait encore lourdement grevé les finances italiennes de plus de 2 milliards de francs.

(3) Certains sous-marins italiens (de 1.300 tonnes, ayant une vitesse en surface de l'ordre de 18 nœuds) ont notamment effectué des plongées à grande profondeur : 100 à 120 mètres environ.

(4) Les croiseurs de 5.500 tonnes — dits *Condottieri* — construits en grande série possèdent des qualités offensives remarquables : ils sont armés de 8 pièces de 152 mm et peuvent filer 42 nœuds à toute puissance. Ils peuvent tenir tête à nos croiseurs de 8.000 tonnes (type *Duquesne-Trouin*).

son programme naval en croiseurs de 1^{re} et 2^e classe, en contre-torpilleurs et en sous-marins, et bien entendu en hydravions. Elle a, par contre, suspendu — depuis les récents accords conclus avec la France — la mise en chantier, à Trieste et à Gênes, des fameux cuirassés de 35.000 tonnes du type *Vittorio Veneto*, si onéreux à construire. L'Italie est en train de conquérir la suprématie en Méditerranée aux dépens de la France (qui est déjà dépassée) et de l'Angleterre, qui, même avec ses bases de Malte et de Gibraltar, est sérieusement menacée.

Telle est, actuellement, la situation en Méditerranée ; une flotte anglaise pas très moderne, une flotte française réduite, une flotte italienne pleine d'offensivité, moderne, rénovée sous le signe de la vitesse (entre 36 et 42 nœuds), de l'homogénéité, de l'armement, et qui répond à cette formule de Mussolini : « Vivre ne suffit pas, il faut encore naviguer. » Aussi a-t-il maintenant plus de 400.000 tonnes de navires armés (sans compter quelque 60.000 tonnes en construction), alors que l'Angleterre en a trois fois plus seulement en service (1.200.000 tonnes) (1).

Depuis plus de deux siècles, la Méditerranée, qui avait jadis appartenu à un empire maître de toutes ses côtes, était effectivement contrôlée par une puissance qui lui était à peu près totalement extérieure. La Grande-Bretagne réalisait ce tour de force par la possession de Gibraltar, de Malte et de Port Saïd, par l'action d'une diplomatie toujours remarquablement souple, et aussi grâce au maintien, en Méditerranée, d'une partie de sa flotte, suffisante jusqu'à présent pour y affirmer la maîtrise de ses canons en période normale.

Aujourd'hui, la possession des points stratégiques, autrefois considérés comme essentiels, ne confère plus qu'un avantage illusoire. L'Italie ne vient-elle pas de montrer qu'elle était prête : 1^o à étrangler tout le trafic anglais à son passage entre la Tunisie et la Sicile ; 2^o à détruire Malte ; 3^o à fermer le détroit de Gibraltar ; 4^o à répondre à la fermeture du canal de Suez par un blocus de ce même canal. Ainsi, avant même d'entrer en action, sous-marins et avions — les deux armes nouvellement conquises par le XX^e siècle — vont obliger la Grande-Bretagne à transformer radicalement les « bases et moyens » de son hégémonie en Méditerranée (2), si elle veut conserver le libre usage de sa voie de communication essentielle avec ses possessions coloniales et ses dominions.

LE NIL ET LE CONFLIT ITALO-ÉTHIOPIEN

« Le Nil, disait un éminent ingénieur égyptien au représentant du *Miroir du Monde*, a trop d'eau pendant la période de crue et il en aura trop encore si, même, on étend le réseau d'inondations. Mais, pendant l'étiage, son débit reste insuffisant. Il donne 12 milliards de mètres cubes : il nous en faudrait 30 pour développer les cultures et généraliser la double récolte annuelle. Il resterait donc à trouver 13 milliards de mètres cubes et à les mettre en réserve pour les « lâcher » à travers l'Égypte durant l'étiage. Nous pourrions alors voir augmenter indéfiniment la population du royaume sans concevoir de craintes pour ses moyens d'existence. » Sur un long parcours, le Nil, en effet, — de Assouan (Égypte) à Khartoum (capitale du Soudan), — ne comporte aucun aménagement prévu. Par contre, à 40 kilomètres environ au delà de Khartoum, sur le Nil Blanc, on a entrepris la construction d'un nouveau barrage susceptible de fournir un supplément de 2 milliards et demi de mètres cubes d'eau en réserve. Sur le Nil Bleu se trouve déjà le barrage de Sennar (3).

Pour modifier le régime du fleuve, le fameux lac Tsana, de 3.000 kilomètres carrés,

(1) Pour que cette revue sommaire, sinon générale, des forces en Méditerranée soit complète, ajoutons que l'Espagne a entrepris la réalisation d'un programme naval comportant la mise en chantier d'une dizaine de sous-marins, d'une douzaine de contre-torpilleurs, de mouilleurs de mines (huit), de vedettes lance-torpilles.

(2) La présence de la « Home Fleet » en Méditerranée ne peut être que provisoire.

(3) Voir la *Science et la Vie* n° 106, page 278.

situé à 1.800 mètres d'altitude, dans une région montagneuse d'Éthiopie, alimente le Nil Bleu et peut jouer un rôle capital dans l'aménagement hydraulique au profit des territoires britanniques, grâce à la construction d'un barrage permettant de constituer un réservoir de 2 milliards de mètres cubes d'eau ! Mais le gouvernement abyssin n'a pas autorisé les Anglais à s'établir ainsi sur son territoire, et, de leur côté, les Italiens cherchaient des concessions pour améliorer leurs colonies africaines (voie ferrée reliant l'Erythrée à la Somalie à travers l'Éthiopie). L'importance du lac Tsana, régulateur des eaux du Nil, pour la prospérité des cultures de coton au Soudan et en Égypte, suffit à expliquer l'attitude politique de la Grande-Bretagne vis-à-vis de toute nation susceptible de menacer les intérêts de l'Angleterre dans ses possessions africaines, en « touchant » aux sources du Nil « régularisé » par la série de barrages édifiés par les ingénieurs britanniques depuis un demi-siècle ! Le plus célèbre est celui d'Assouan, qui — construit en trois étapes successives et relativement rapprochées — permet aujourd'hui de « stocker » 5 milliards de mètres cubes d'eau ! Magnifique travail qui fait honneur à la technique britannique.

LES NOUVEAUX MATÉRIELS D'AVIATION AUX MANŒUVRES FRANÇAISES DE 1935

Les officiers étrangers, comme les représentants accrédités de la presse, ont pu faire certaines constatations, au cours des manœuvres françaises de 1935, que nous n'hésitons pas à reproduire ici :

Pour la première fois, nos nouveaux matériels : aviation lourde de défense, aviation légère de défense (chasse), appareils d'observation (autogire) (1), ballon motorisé (2), estafettes (pour la liaison, les renseignements, la photographie), enfin, les avions sanitaires, ont pris part aux opérations, afin que le commandement puisse se rendre compte de l'emploi tactique et stratégique des forces aériennes (3) dont la puissance croissante apparaît comme un élément décisif dans la guerre moderne. C'est ainsi que nous avons vu les avions de bombardement récemment livrés à l'armée de l'Air atteindre aisément 240 km à l'heure (moyenne horaire), avec 1.000 kilomètres d'autonomie et une charge utile de 1.000 kilogrammes de bombes, ce qui constitue évidemment un progrès technique appréciable par rapport aux matériels anciens et périmés encore en service. Mais il ne faut pas s'extasier outre mesure sur ces résultats, si on se souvient qu'actuellement, dans certaines aviations étrangères (4), des appareils récemment construits sont capables de transporter, dans un rayon d'action de 4.000 kilomètres, plusieurs tonnes de bombes à la vitesse de 400 km à l'heure ! C'est toute la politique de notre ministère de l'Air qui se trouve ainsi mise en cause ; c'est aussi toute la technique de nos constructeurs qui intervient. Le problème mérite une enquête impartiale et complète, que nous entreprendrons ultérieurement.

Les manœuvres nous ont encore révélé que l'artillerie moderne (méthodes de tir et instruments de précision de la D. C. A.) était de plus en plus dangereuse ; aussi le vol au ras du sol rend aujourd'hui l'avion moins vulnérable qu'à haute altitude. C'est une constatation qui, il y a quelques années seulement, aurait semblé paradoxale. Elles nous ont montré aussi que nos lourds avions de défense ne sont pas assez maniables pour voler en « rase-motte » et accomplir efficacement leur mission, sans risquer... d'y rester. Enfin, il y a encore beaucoup à faire pour résoudre pratiquement, sur le champ de bataille, les problèmes de liaison entre les équipages en vol et les troupes au sol (5).

(1) Voir *La Science et La Vie*, n° 191, page 406. — (2) Voir *La Science et La Vie*, n° 211, page 75.

(3) Voir *La Science et La Vie*, n° 219, page 175. — (4) Voir *La Science et La Vie*, n° 210, page 503, et n° 219, page 250.

(5) Le terrible accident d'aviation survenu récemment dans les Ardennes provient de ce fait, connu de tous les pilotes, que le vol dans les nuages est très favorable du point de vue militaire (dissimulation), mais est toujours dangereux lorsqu'on ne possède pas des instruments de contrôle de pilotage (voir *La Science et La Vie*, n° 203, page 428, et dans ce numéro, page 397). C'était, hélas ! le cas.

L'AVIATION AUX MANŒUVRES ITALIENNES

Les dernières manœuvres et les événements d'Abyssinie ont appelé à nouveau l'attention sur l'aviation italienne, dont *La Science et la Vie* a montré ici (1) les rapides progrès. C'est ainsi que ses appareils surclassent — d'après nos spécialistes — la plupart des nôtres, tant au point de vue de la vitesse que du rayon d'action et de l'armement. Rappelons, notamment, le *Savoia-S. 79* et le *Savoia-S. 81*, destinés au bombardement à grande distance, atteignant 400 kilomètres à l'heure, avec un rayon d'action de 4.000 kilomètres et un chargement de 2 tonnes de bombes. En ce qui concerne les appareils de chasse, l'aviation italienne n'est pas moins bien partagée : le biplan *Fiat-C. R. 42* a dépassé 450 kilomètres à l'heure et est armé de cinq mitrailleuses de 13 millimètres. Ajoutons enfin que tous ces appareils *modernes* sont déjà — ou vont être prochainement — équipés avec les dispositifs de pilotage automatique que nous avons décrits ici (2) dès leur mise au point. Enfin, le ministère de l'Aviation de Rome vient de créer des escadrilles destinées à naviguer à *haute altitude* (de l'ordre de 16.000 mètres), et, dans ce but, poursuit la fabrication d'appareils munis de cabines étanches (3), à pression et température constantes, destinés au vol dans la stratosphère. *La Science et la Vie* a été la première à exposer comment, à l'Ecole de « supervitesse » de Desenzano (4), on forme des spécialistes capables de piloter des « machines » dépassant couramment 500 kilomètres à l'heure, dans des conditions toutes différentes du vol ordinaire (résistance des matériaux, résistance du pilote, etc.). D'autre part, un autre centre d'études a été établi récemment à Montecelio pour rechercher les conditions physiologiques dans lesquelles se trouve l'organisme humain à des altitudes de 10.000 à 20.000 mètres, au sein d'une atmosphère plus ou moins raréfiée et à des températures relativement basses. Dans le domaine des hydravions, — où l'Italie affirme de plus en plus sa maîtrise, — le nouveau centre d'expériences de Guidonia, unique en son genre, — et qui sera prochainement décrit ici, — dénote une conception scientifique et une réalisation technique hors de pair. Aussi, à la suite de notre récente visite en Italie, nous pouvons affirmer impartialement que la France est très en retard à ces différents points de vue. Il est vrai que de trop nombreux constructeurs ont — chez nous — plus souci de leurs intérêts matériels que des intérêts supérieurs de l'aviation française. La suppression des bureaux d'études (foyers de recherches et de progrès) dans la plupart des firmes françaises suffit à le démontrer. Aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner que non seulement notre industrie soit inférieure à celle de l'Italie, de l'Allemagne et des Etats-Unis, notamment, mais qu'elle ait encore perdu la clientèle de la plupart des pays étrangers, à commencer par la Belgique... qui a trouvé mieux en Angleterre.

NOUVELLES APPLICATIONS DU MOTEUR DIESEL

L'emploi du moteur Diesel se généralise de plus en plus, aussi bien dans les installations fixes que sur les véhicules automobiles; aussi bien pour la propulsion des navires que pour les transports aériens. Récemment, au Congrès des Combustibles de Berlin, le docteur Heinrich Becker, d'Augsbourg, constatait que le nombre des « motorships » (navires à moteurs) lancés au cours de ces dernières années dépassait de beaucoup celui des vapeurs. Pour l'année 1934, en particulier, le tonnage global des nouveaux bâtiments au-dessus de 100 tonneaux a atteint 563.166 tonnes pour les motorships contre 391.166 tonnes seulement pour les navires à vapeur. Dans la catégorie spéciale des « tankers » (navires servant au transport des hydrocarbures), on peut noter que sur un tonnage total de 193.337 tonnes, 181.593 (soit 94 %) reviennent à des navires à moteurs. La proportion des motorships parmi

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 245. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 203, page 428.
— (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 51. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 93.

les bâtiments en construction dans le monde atteint actuellement 66 % ! Dans les chantiers allemands en particulier, le tonnage des vapeurs commandés par l'étranger ne dépasse pas 9.300 tonnes contre 94.676 tonnes pour les motorships, soit environ dix fois plus !

Une évolution semblable commence à se faire sentir dans les autres domaines d'application du moteur Diesel. Dans nombre d'installations fixes, le Diesel parvient, en effet, à concurrencer la turbine à vapeur pour la production d'énergie électrique. Il existe aujourd'hui des centrales électriques à moteurs Diesel dans presque tous les pays du monde. Il faut citer à cet égard la nouvelle centrale de Neuhof (Allemagne) avec son moteur géant de 15.000 ch, 9 cylindres (1), et celle récemment inaugurée à Vernon, en Californie (Etats-Unis), d'une puissance totale de 35.000 ch.

Dans le domaine des transports terrestres, le moteur Diesel parvient aussi à concurrencer sérieusement, non seulement le moteur à explosion pour les transports lourds sur route (2), mais encore la machine à vapeur pour la traction ferroviaire. Sur tous les réseaux du monde, aujourd'hui, on utilise les automotrices (3) à moteurs Diesel et transmission mécanique ou électrique. Dans certains pays même (au Canada par exemple), de véritables locomotives « lourdes » à moteur Diesel remplacent les machines à vapeur pour la traction des trains de voyageurs (4). Ainsi, le moteur à combustion interne, type Diesel, a maintenant triomphé dans tous les domaines de la production d'énergie mécanique.

VERS L'EMPLOI D'UN NOUVEAU CARBURANT NATIONAL : L'HYDROGÈNE

L'unique application de l'hydrogène comme *combustible* a été, jusqu'à présent, la soudure à l'hydrogène atomique (5) ou au chalumeau oxyhydrique. Il est possible cependant de l'utiliser comme carburant dans les moteurs à explosion, soit seul, soit en mélange avec d'autres carburants, comme l'essence ou les huiles lourdes. Son pouvoir calorifique est, en effet, élevé (30.000 calories par kilogramme environ), mais, étant donné sa très faible densité (c'est le plus léger de tous les gaz), il faut compter pour son transport, même comprimé sous 200 atmosphères, un poids mort considérable, environ 5 kilogrammes par mètre cube — ce qui représente plus de 200 kilogrammes pour transporter l'équivalent de 100 litres d'essence qui ne pèsent que 75 kilogrammes. La principale difficulté à laquelle se heurte encore l'emploi de l'hydrogène dans les moteurs à explosion réside surtout dans sa grande vitesse d'inflammation, qui atteint 2.400 mètres par seconde contre 10 mètres par seconde seulement pour le mélange classique d'air et d'essence ! En dépit de tous ces inconvénients, il semble, aujourd'hui, que le moteur à hydrogène soit au point. Les chemins de fer allemands possèdent déjà un moteur à hydrogène d'une centaine de chevaux et le gouvernement allemand a acquis récemment les brevets de l'inventeur. Nous savons, d'autre part, que le gouvernement français s'intéresse également à la question de l'hydrogène carburant.

Dans la marine, l'emploi du moteur à hydrogène est susceptible de transformer radicalement la technique de la construction des sous-marins, en rendant possible le *sous-marin à moteur unique*. Ce moteur unique serait capable de brûler, en plongée, un mélange d'hydrogène et d'oxygène fabriqué à bord même du bâtiment par électrolyse de l'eau, pendant la marche en surface, le même moteur brûlant alors de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 184, page 340.

(2) Depuis le 1^{er} août, le gouvernement britannique a frappé le diesel-oil d'une taxe très élevée, atteignant 8 pence par gallon, soit 55 centimes environ par litre. Le prix de vente du diesel-oil devient ainsi sensiblement le même que celui de l'essence. La Société des autobus de Londres, qui exploite 600 omnibus à moteurs Diesel, évalue à 55.000 livres par an les frais supplémentaires qu'entraînera pour elle l'établissement de cette taxe. Malgré cela, elle n'envisage pas encore d'abandonner ce mode de traction. Rappelons qu'il existe en Grande-Bretagne 5.200 camions et 4.300 omnibus à moteurs Diesel.

— (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 3. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 283.

— (5) Voir *La Science et la Vie*, n° 110 page 124.

l'huile lourde additionnée d'un peu d'hydrogène pour faciliter l'allumage. Par ailleurs, en dosant convenablement l'hydrogène et l'oxygène fournis au moteur à explosion (un volume d'oxygène pour deux d'hydrogène), les gaz d'échappement se réduisent à de la vapeur d'eau, d'où la possibilité de réaliser la *torpille invisible*.

Actuellement, les principales sources industrielles d'hydrogène (1) sont, d'une part, les gaz de fours à coke, d'autre part, le gaz à l'eau (procédé Haber). Dans les deux cas, c'est le charbon qui se trouve à la base de la fabrication. Mais on peut aussi l'obtenir tout simplement par électrolyse de l'eau, procédé normalement coûteux, mais beaucoup plus économique lorsqu'on dispose d'énergie électrique produite à très bon marché (l'énergie hydraulique ou même thermique des heures de faible demande, dites heures « creuses »). On sait que la France est encore loin d'utiliser avec le rendement maximum la « puissance installée » de ses centrales hydrauliques et thermiques, et son équipement hydroélectrique est actuellement fort incomplet. Elle pourrait donc aisément fabriquer sur son propre territoire, à partir de sources d'énergie vraiment nationales, le carburant nécessaire à ses besoins et se libérer ainsi des importations d'hydrocarbures étrangers. Il faut ajouter que le problème du transport du combustible (pour le ravitaillement des véhicules automobiles) se trouverait ainsi résolu d'une manière aussi simple qu'élégante, puisque, partout où l'on rencontrerait l'eau et un réseau de distribution d'électricité, il serait possible de fabriquer de l'hydrogène électrolytique : les électrolyseurs à haute pression sont maintenant d'un fonctionnement sûr, d'un rendement élevé, et économisent, en outre, les frais de compression du gaz hydrogène dans les bouteilles réservoirs (2).

Rappelons enfin que le professeur anglais J.-B.-S. Haldane voit dans l'hydrogène — obtenu par électrolyse de l'eau, grâce à l'énergie fournie par des « centrales éoliennes » — le combustible de l'avenir, lorsque les ressources mondiales de charbon et de pétrole seront épuisées ! Mais n'anticipons pas et concluons qu'en cas de conflit, le moteur à hydrogène — définitivement mis au point — pourrait rendre de réels services à la défense nationale, surtout dans un pays de « houille blanche » comme le nôtre.

LES GAZ PROPANE ET BUTANE POUR L'AUTOMOBILE

On sait quel succès ont rencontré, en Amérique et en Europe, auprès de la clientèle, les gaz combustibles liquéfiés par les raffineries de pétrole : propane dans l'industrie, butane pour les applications ménagères (3). On se préoccupe actuellement d'étendre le champ de leurs applications et, en particulier, de mettre au point leur emploi pour la traction automobile. Après de nombreux essais, la *Los Angeles Railway Company* a décidé la transformation de 170 autobus, en service tant à Los Angeles qu'à Hollywood, pour utiliser un mélange de propane et butane livré par les raffineries de Californie. En Allemagne, dans la Ruhr, plus de 60 véhicules automobiles sont alimentés régulièrement en « ruhrgasol », gaz liquéfié contenant surtout du propane livré par la Société *Rührchemie*. Enfin, la *Deurag (Gewerkschaft Deutsche Erdöl-Raffinerie)* de Hanovre poursuit actuellement des essais avec un mélange de 40 % de butane et 60 % de propane obtenu par « cracking » des huiles brutes de pétrole extraites en Allemagne même. Au point de vue économique, tous ces essais ont démontré que l'exploitation de véhicules à gaz liquéfié est — quant à présent — plus onéreuse que celle des véhicules à moteur (genre Diesel) à huile lourde. Par contre, les gaz liquéfiés pourraient devenir, dès maintenant, de sérieux concurrents pour l'essence, qui coûte encore trop cher. C'est ainsi que la Compagnie des Transports Automobiles de Saxe transforme actuellement, pour l'emploi du butane, l'ensemble de son parc, comprenant 543 autobus et 121 camions ; chacun de ces véhicules conservera cependant la possibilité de marcher à l'essence.

(1) Voir l'article de *La Science et la Vie*, n° 153, page 231. — (2) Voir l'article de *La Science et la Vie*, n° 219, page 254. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 342.

EN AMÉRIQUE, LES FUSÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET POSTALES PRÉOCCUPENT LES TECHNICIENS

Par Willy LEY

La propulsion par réaction fait aujourd'hui l'objet, dans tous les pays du monde, de recherches théoriques et expérimentales dont La Science et la Vie n'a pas manqué de signaler, au fur et à mesure, les progrès (1). Aux Etats-Unis, après les premiers succès remportés par le professeur Robert-H. Goddard (2) (maintenant au service du gouvernement américain et dont les travaux ultérieurs demeurent secrets), les essais pratiques de moteurs à réaction isolés et de fusées complètes se poursuivent sous la direction de deux associations scientifiques de New York et de Cleveland (Ohio). Suivant l'exemple des chercheurs allemands, la poudre, d'effet trop brutal, a été abandonnée pour les combustibles liquides, d'emploi beaucoup plus souple. Il y a encore loin, certes, des résultats pratiques, pourtant fort encourageants, obtenus jusqu'à présent aux conceptions audacieuses de certains théoriciens. Une mise au point expérimentale, sans doute longue, sera nécessaire avant que l'on puisse envisager les premières réalisations vraiment pratiques de cette technique, qui seraient certainement la fusée météorologique et la fusée postale, dont on trouvera ci-dessous les essais effectués tout récemment.

LA technique des fusées se trouve exactement aujourd'hui au même stade de son développement que l'aviation il y a trente-cinq ans, avec, toutefois, cette différence que les études théoriques préliminaires ont été beaucoup plus poussées pour les fusées que pour le « plus lourd que l'air » de 1900.

Aujourd'hui, comme autrefois pour l'avion, le développement de cette nouvelle branche de la technique est abandonné à l'initiative privée, soit de simples particuliers, soit d'associations qui se sont fondées spontanément dans ce but. Comme il n'est pas possible, jusqu'à présent, d'entrevoir la moindre possibilité d'exploitation commerciale de la technique des fusées, aucun organisme économique ne s'y est encore intéressé financièrement.

Les progrès enregistrés jusqu'ici dans ce domaine sont donc dus uniquement à l'énergie des chercheurs désintéressés et à la générosité de certains mécènes. Parmi ces derniers, il faut citer MM. Robert Esnault-Pelterie et André Hirsch (3), qui fondèrent, il y a quelques années, un prix annuel pour le meilleur travail théorique ou pratique concernant la science nouvelle de l'astro-

nautique ou les recherches qui s'y rattachent.

On sait que ce prix fut attribué, pour la première fois en 1929, au professeur Hermann Oberth (1) dont les ouvrages font autorité en la matière et qui est regardé aujourd'hui comme un des principaux théoriciens de la technique des fusées. Outre le professeur Oberth, il faut encore citer dans le monde, parmi les théoriciens éminents : en France, M. Robert Esnault-Pelterie (2) et M. Mélot (3) ; en Allemagne, le docteur Walter Hohmann ; en Autriche, le docteur Eugen Sänger et Guido Baron von Pirquet ; en Russie, Constantin Ziolkowsky et Nicolaï Rynin ; en Amérique, le professeur Robert-H. Goddard (4).

Mais, comme cela se produit assez souvent, ce ne sont pas les théoriciens qui ont remporté les succès pratiques les plus notables, mais bien de patients expérimentateurs, formés dans les associations qui se consacrent à l'étude de la technique des fusées. Les plus importantes parmi ces associations sont : en Russie, la « Gird » (Groupe d'Etude de la Propulsion par Réaction), à laquelle appartiennent le professeur Rynin et le docteur Perlmann et qui s'est bornée, jusqu'à présent, à des conférences et à des travaux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 375 ; n° 159, page 199 ; n° 170, page 103 ; n° 173, page 388, et n° 215, page 381.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 105.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 369.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 110, et n° 173, page 392.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 199.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 381.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 105.

théoriques ; il en est de même pour la « British Interplanetary Society » de Liverpool, dirigée par Phil.-E. Cleator. Par contre, le « Verein für Raumschiffahrt » allemand (Association pour l'Astronautique), l'« American Rocket Society » de New York et la « Cleveland Rocket Society » de Cleveland — toutes deux américaines — ont effectué de nombreux essais pratiques fort intéressants, dont nous allons passer en revue les résultats.

Les travaux du « Verein für Raumschiffahrt ». Les premières autos-fusées

Ce sont les recherches de cette association allemande, entre 1929 et 1932, effectuées sur un terrain spécial près de Berlin, l'« aérodrome pour fusées », qui ont servi de modèles aux travaux américains de ces dernières années.

Fondé en 1927 à Breslau, le « Verein für Raumschiffahrt » comptait parmi ses premiers membres Max Valier, le professeur Oberth et Johannes Winkler. On sait que c'est Max Valier qui, dès 1928, engagea l'usine d'automobiles Opel dans des essais avec des autos-fusées et des trains-fusées, dont on a reconnu aujourd'hui le peu d'intérêt scientifique et pratique. Après une série d'essais analogues avec la collaboration de l'usine de pyrotechnie d'Eisfeld, il s'orienta, cette fois en liaison avec le docteur Heylandt, de Berlin, vers les fusées à combustible liquide et construisit une automobile qui fonctionna pour la première fois le 19 avril 1930. Moins d'un mois plus tard, l'inventeur fut tué par l'explosion d'une tuyère.

Johannes Winkler avait été orienté dès l'abord, par des considérations théoriques, vers les fusées à combustible liquide et construisit le premier engin de cette sorte, qui effectua son premier vol à Dessau, le 14 mars 1931. Dès le deuxième essai, quelques

mois plus tard, à Pillau, une explosion prématurée projeta la fusée hors du bâti de lancement et la détruisit.

Le professeur Oberth commença ses travaux en 1929, à l'occasion du film fantastique : *Une femme dans la Lune*, pour lequel une firme cinématographique l'appela à Berlin comme conseiller technique et scientifique. On avait formé le projet de lancer, le jour même de la première représentation,

une fusée qui devait battre tous les records d'altitude. Mais, étant donné le peu d'expérience acquise avec les fusées à combustible liquide, le temps fit défaut et l'attraction, bien qu'annoncée, n'eut pas lieu.

Le « Verein für Raumschiffahrt » acquit les quelques pièces déjà terminées de la fusée d'Oberth ainsi que tout le matériel qui existait à cette époque. Parmi celui-ci se trouvait un « moteur » de fusée (moteur à réaction) de forme générale conique, construit en acier avec un revêtement intérieur de cuivre. Le 23 juillet 1930, cette tuyère conique fut essayée par un organisme officiel en présence du professeur Oberth, et brûla impeccablement pendant

quatre-vingt-dix secondes, en exerçant sur son support un effort de réaction de 7 kilogrammes environ. La consommation de combustible (essence) fut de 1 kilogramme et exigea 6 kilogrammes d'oxygène liquide.

Le moteur à réaction

Par la suite, les travaux portèrent principalement sur le « moteur à réaction ». En effet, l'idée directrice était que la construction d'une fusée complète pour combustibles liquides ne présentait pas de difficultés particulières, à l'exception d'un seul organe : la chambre de combustion. Aussi, remettant à plus tard la construction d'une fusée, s'atta-

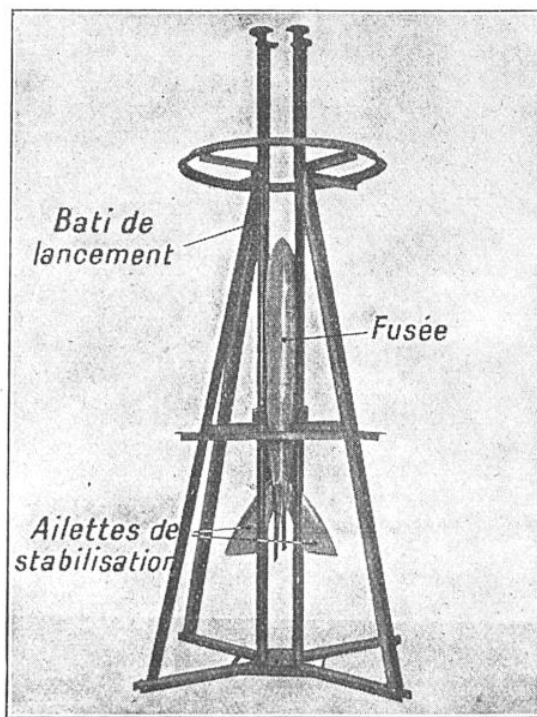


FIG. 1. — UNE DES PREMIÈRES FUSÉES CONSTRUITES PAR LE PROFESSEUR OBERTH, INSTALLÉE SUR SON BÂTI DE LANCEMENT. Cette fusée mesure environ 2 mètres de longueur.

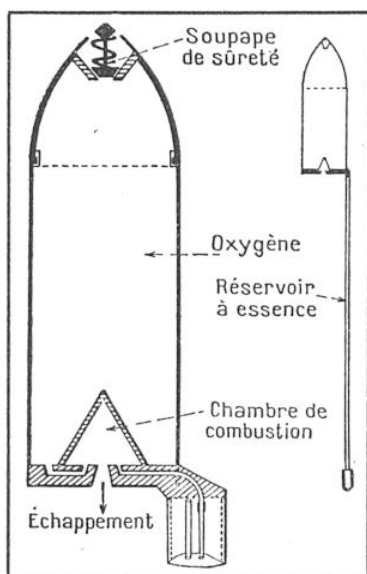


FIG. 2. — LA FUSÉE A ESSENCE « MIRAK N° 1 » CONSTRUITE EN ALLEMAGNE

A droite : vue d'ensemble de la fusée Mirak (abréviation de Minimum Rakete : fusée construite dans les plus petites dimensions possibles). A gauche : coupe de la chambre de combustion et du corps de la fusée formant réservoir à oxygène. Le bâton de guidage habituel sert ici de réservoir à essence. Au sommet se trouve une soupape de sûreté. Cette fusée est construite entièrement en aluminium, à l'exception des parties hachurées qui sont en cuivre.

gaz de la combustion. On mit ainsi en évidence des vitesses de l'ordre de 2.000 mètres par seconde, fort inférieures au chiffre qu'exige la théorie, mais suffisantes pour que l'on puisse construire des fusées légères.

Les premières fusées construites alors furent baptisées « Mirak », abréviation de « Minimum-Rakete », qui signifie que ces fusées pour combustibles liquides étaient construites dans les plus petites dimensions possibles — d'ailleurs pour de simples raisons d'économie. Ces fusées furent expérimentées seulement au banc d'essai car, ne possédant pas de parachute, elles auraient été détruites en retombant sur le sol. Un

(1) Cette formule est $P = c \frac{dm}{dt}$, où P est l'effort de réaction en kilogrammes, c la vitesse des gaz d'échappement, et $\frac{dm}{dt}$ la quantité de combustible consommée par seconde.

cha-t-on à mettre au point systématiquement, au banc d'essai, le « moteur à réaction ». En quelques mois seulement, il atteignit un haut degré de perfection. On obtint régulièrement des efforts de réaction de l'ordre de 30 kg. En mesurant ces efforts de réaction et connaissant la quantité de combustible brûlé par seconde, on a pu calculer facilement, par une formule simple (1), la vitesse d'échappement des

autre modèle, baptisé « Répulsor », fut équipé d'un parachute et exécuta son premier vol le 14 mai 1931. D'autres « Repul-sor », de construction analogue, atteignirent des hauteurs de l'ordre de 1.500 mètres et des portées de 3 kilomètres ; le plus lourd de ces engins pesait 70 kilogrammes. On avait formé le projet d'exécuter sur ce modèle la première fusée transportant un passager, mais cette idée fut abandonnée, car la sécurité n'était pas encore suffisante.

Les travaux de l'« American Rocket Society »

Au début de 1931, M. G.-Edward Pendray, alors vice-président de l'association américaine qui venait d'être constituée, visita l'aérodrome pour fusées de Berlin. A son retour en Amérique, on décida, en profitant de son expérience, d'exécuter des essais originaux. La première décision à prendre concernait le choix du combustible.

Tous les essais décrits et discutés dans les ouvrages du professeur Robert-H. Goddard avaient été effectués avec de la poudre. En Allemagne, au contraire, on s'était décidé, dès l'origine, pour les combustibles liquides.

En effet, ils donnent des vitesses d'échappement notablement supérieures à celles de la poudre. Puisque, comme il est normal, on cherche d'abord à construire des fusées capables de monter verticalement à la plus grande hauteur possible, il faut obtenir de grandes vitesses, et il convient de remarquer que le

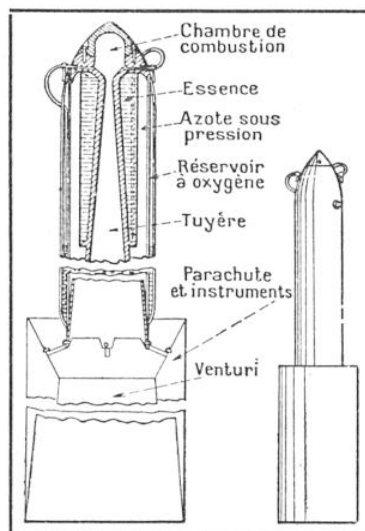


FIG. 3. — FUSÉE « N° 3 » CONSTRUITE PAR L'« AMERICAN ROCKET SOCIETY » DE NEW YORK

A droite : vue d'ensemble de la fusée. A gauche : coupe. Les réservoirs de combustible (essence) et d'oxygène (comburant) sont disposés concentriquement, séparés par un réservoir d'azote sous pression. Le tout est suspendu, par des tiges métalliques, au-dessus d'une tuyère Venturi.

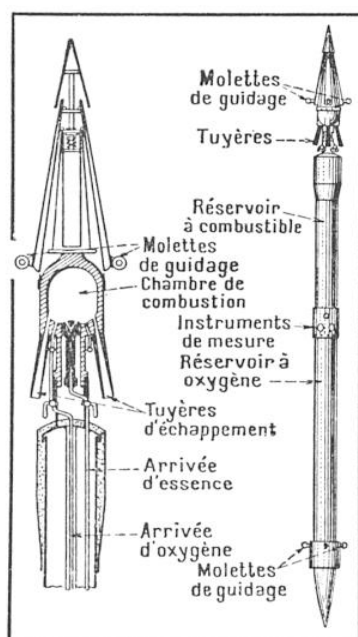


FIG. 4. — LA FUSÉE « N° 4 » CONSTRUITE PAR L'« AMERICAN ROCKET SOCIETY » DE NEW YORK

A droite : ensemble de la fusée. A gauche : coupe de la tête de la fusée montrant la chambre de combustion et les quatre tuyères. Cette fusée ne possède pas de parachute ; des ailettes métalliques disposées près de sa tête, doivent en s'ouvrant, freiner sa chute en communiquant à l'ensemble un mouvement de rotation.

par des jeux de soupapes, toutes choses qui sont, ou impraticables, ou très difficiles à réaliser avec la poudre.

Pour toutes ces raisons, les ingénieurs de l'« American Rocket Society » résolurent d'employer exclusivement les combustibles liquides. Tout d'abord, pour acquérir un peu d'expérience, on construisit un « Repulsor » semblable à ceux qui venaient d'être essayés en Allemagne. Il fonctionna pour la première fois le 12 novembre 1932, dans la banlieue proche de New York. Le moteur donna toute satisfaction ; mais la fusée ne quitta pas le sol. Elle fut en partie détruite par accident et sa construction fut modifiée.

Lors de son premier vol libre, le 14 mai 1933, elle atteignit une hauteur de 75 mètres. A ce moment, le réservoir à oxygène fit explosion, probablement parce que la fusée avait été faussée par un effort transversal

rendement d'une fusée n'est pas constant, mais dépend de sa vitesse propre. Il est maximum lorsque cette dernière est égale à la vitesse d'échappement des gaz de la combustion.

Par ailleurs, le combustible liquide est beaucoup plus facile à manipuler ; on peut régler aussi bien les proportions de son mélange avec le carburant que sa quantité totale ; on peut arrêter totalement sa combustion et introduire des dispositifs de sécurité constitués

trop grand pendant les deux premières secondes de vol et que la flamme du « moteur » venait, par suite, frapper les parois du réservoir. Le parachute n'était pas conçu pour fonctionner dans de telles circonstances et la fusée fut précipitée à la mer, l'expérience ayant heureusement eu lieu sur une plage déserte. Comme dans tous les essais semblables, le combustible était l'essence et le comburant l'oxygène liquide.

Ces deux essais furent désignés par l'« American Rocket Society » par les nos 1 et 2, le n° 2 représentant une construction légèrement modifiée de la fusée n° 1. Depuis, trois autres fusées ont été construites, les nos 3, 4 et 5, parmi lesquelles, seul, le n° 4 a effectué un vol.

Les récents progrès des fusées à combustibles liquides

La fusée n° 3, construite par M. G.-Edward Pendray et M. Bernard Smith,

réunit un certain nombre de conceptions nouvelles. En premier lieu, le « moteur » de la fusée n'est plus seulement refroidi par l'air comme le n° 2 (les fusées allemandes avaient un dispositif de refroidissement par eau), mais par le combustible lui-même. La tuyère d'échappement, très allongée, forme l'axe de la fusée et, autour de cet axe, sont disposés concentriquement les différents réservoirs : d'abord le réservoir à essence, puis un réservoir contenant de

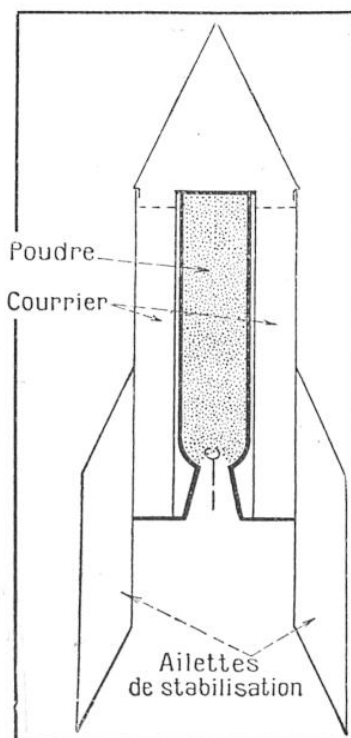


FIG. 5. — COUPE D'UNE FUSÉE « POSTALE » CONSTRUITE PAR L'INGÉNIEUR AUTRICHIEN ZUCKER

C'est une fusée à poudre, munie d'ailettes stabilisatrices. Ce système, très simple, s'est révélé d'un fonctionnement sûr, au moins pour les petits modèles.

l'azote sous pression et enfin, à l'extérieur, le réservoir à oxygène. Le tout possède la forme d'un obus et est suspendu par des montants métalliques au-dessus d'une grosse tuyère « Venturi », qui, aspirant l'air extérieur, doit élever le rendement. En effet, comme la durée de la combustion ne peut être que très courte, on doit compter sur un rendement très bas (à cause de la faible vitesse de la fusée), d'où l'intérêt de cette disposition. Par l'effet « Venturi », l'air extérieur est aspiré, et ainsi la masse d'air mise en mouvement dans la tuyère est accrue

pour le lancement. Il faut remarquer que le « moteur » possède quatre tuyères et que le combustible lui est amené en son centre, là où généralement est placée la tuyère unique.

Cette fusée fit ses essais le 9 septembre 1934 sur le terrain de Staten Island, près de New York. Aussitôt après la mise à feu de la capsule d'allumage (opération faite électriquement à distance), le mélange combustible s'enflamma et la fusée quitta verticalement l'affût de lancement. En quelques secondes, elle avait atteint 100 mètres de haut, lorsque, brusquement, on la vit chan-

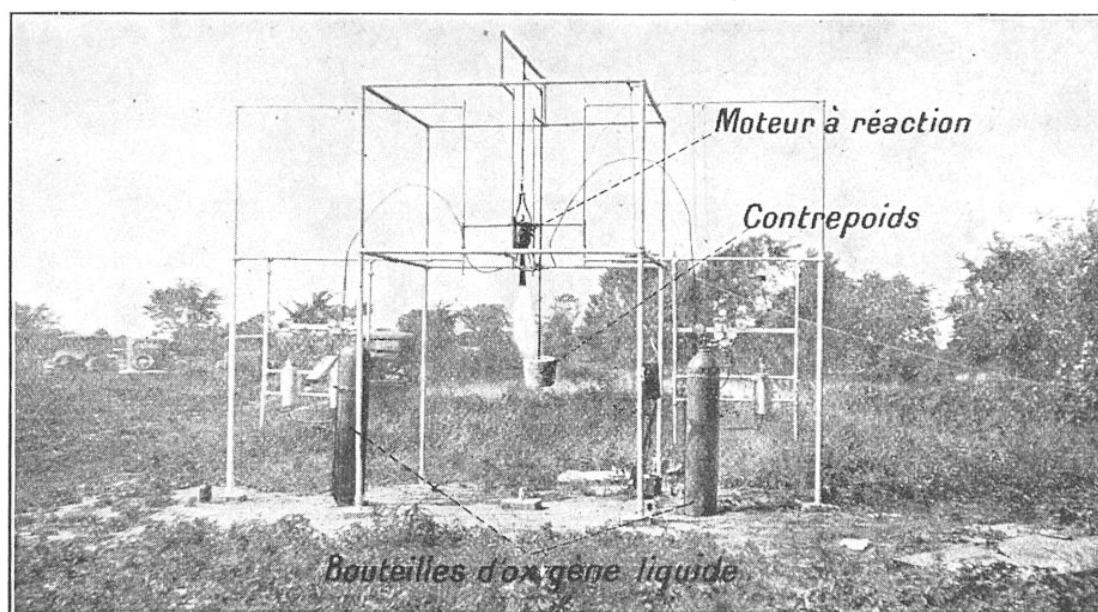


FIG. 6. — LE BANC D'ESSAIS POUR L'ÉTUDE DES MOTEURS A RÉACTION INSTALLÉ PAR L' « AMERICAN ROCKET SOCIETY » DANS LA BANLIEUE DE NEW YORK

en même temps que sa vitesse est réduite. La différence entre la vitesse de la fusée, faible au début de sa course, et celle des gaz d'échappement est ainsi diminuée ; le rendement est donc amélioré.

La fusée n° 4 fut construite par MM. Ahrens, Manning, Best et Shesta, suivant un modèle tout différent. Ils se sont efforcés, en diminuant la section de la fusée, de réduire la résistance de l'air. Dans ce but, tous les réservoirs sont placés en ligne, les uns derrière les autres. Les réparations et changements de pièces sont ainsi grandement facilités, mais la résistance transversale s'en ressent nécessairement. Aussi la tuyère d'échappement est-elle tractrice et non plus propulsive ; le « moteur » forme la tête de la fusée et un bâti spécial doit être prévu

ger de direction et se diriger horizontalement vers la mer avec une vitesse de plus en plus grande. On constata plus tard qu'une des quatre tuyères avait été arrachée sous l'effet de la pression développée par la combustion dans le « moteur ». La fusée poursuivit sa course et se précipita dans les flots, d'où on put retirer plus tard ses débris.

C'est la fusée n° 5 qui présente les caractéristiques les plus nouvelles. Les réservoirs d'essence et d'oxygène sont réunis dans la même enveloppe cylindrique et sont séparés par un piston mobile. Comme l'oxygène liquide se vaporise constamment, les inventeurs comptent utiliser la pression ainsi développée pour amener non seulement l'oxygène (comme jusqu'ici) mais encore le combustible (essence) dans la chambre de combustion.

Les travaux de l'année 1935 ont été également consacrés au développement du « moteur » à réaction. Depuis plusieurs années, on sait en réaliser qui fonctionnent d'une manière satisfaisante, mais de nombreux problèmes restent encore à résoudre. Non seulement le choix entre les nombreux métaux et alliages nouveaux reste indéterminé, mais de longues séries d'essais seront nécessaires pour fixer la direction suivant laquelle il convient d'admettre le mélange combustible et en quelle quantité, dans quel rapport doivent être mélangés carburant et comburant, comment doit être refroidi le « moteur », etc. Les considérations théoriques ne peuvent que guider les recherches expérimentales indispensables.

Pour les mêmes raisons, la « Cleveland Rocket Society » de Cleveland (Ohio) n'a pas encore construit de fusée complète et s'est bornée à des essais au point fixe, le combustible choisi étant, là aussi, l'essence, et le comburant, l'oxygène liquide, alors que la poudre est abandonnée.

Les fusées météorologiques

Comme nous venons de le voir, la technique des fusées présente un très grand intérêt théorique, ce domaine ayant été longtemps négligé par les chercheurs. A-t-elle également un intérêt pratique ?

Nous avons déjà évoqué les expériences faites en Allemagne avec des autos, des wagons sur rails ou des traîneaux propulsés par réaction. On construit également des avions-fusées, ou plutôt des planeurs-fusées. Ces solutions peuvent paraître séduisantes au premier abord. En réalité, il n'en est rien. Le rendement d'une fusée est certes plus élevé que celui des autres machines (entre

50 et 75 %, alors que la machine à vapeur ne dépasse pas 9 à 12 %, et le moteur à explosion, 20 à 24 %), mais on n'atteint des chiffres élevés que pour de très grandes vitesses. Tous les véhicules sur roues, et même les avions, sont trop lents par nature pour que le rendement du moteur à réaction devienne acceptable. Chez les autos-fusées d'Opel, par exemple, le rendement était inférieur à 1 %.

Il faut donc se limiter aux seuls projectiles-fusées capables d'atteindre des vitesses élevées.

En Amérique, le but immédiat que se sont fixés les chercheurs est la réalisation de fusées pour la météorologie. Un tel engin devrait être capable d'emporter des instruments météorologiques à une altitude comprise entre 15 et 20 kilomètres, et là, d'une part, de projeter le compartiment aux instruments suspendu à un parachute, d'autre part, de rejoindre le sol, grâce à un parachute, lui

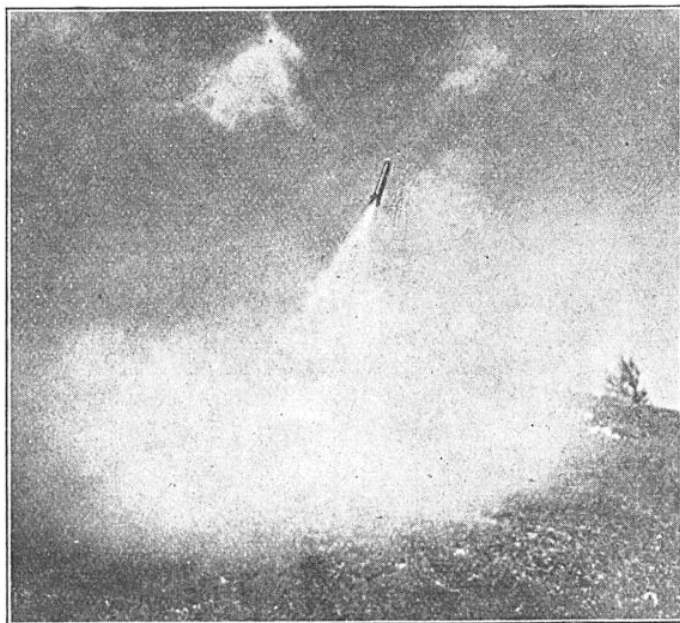


FIG. 7. — LANCER D'UNE FUSÉE POSTALE BRULANT DE LA POUDRE, CONSTRUITE PAR L'INGÉNIEUR SCHMIEDL ET ESSAYÉE DANS LES ENVIRONS DE GRAZ (AUTRICHE)

aussi. Au cours de la descente, des instruments enregistreurs noteraient la direction et la force du vent, la pression et l'humidité de l'atmosphère. De petits appareils électriques constituant des émetteurs miniatures de T. S. F. — donnant un son continu sur une longueur d'onde déterminée — permettraient de retrouver rapidement instruments et fusée. Grâce à la simplicité de fonctionnement de ces appareils, leur nombre pourrait être multiplié, et, par la meilleure connaissance de la haute atmosphère ainsi acquise, il deviendra possible de prévoir le temps à longue échéance.

Les premières fusées postales

Une autre application possible des fusées est le transport du courrier. Grâce aux

vitesses très élevées que permettent les couches raréfiées de la haute atmosphère ou de la stratosphère, des fusées postales pourraient parcourir de très grandes distances en très peu de temps. Divers pays ont déjà tenté d'en réaliser. Les plus connus de ces essais sont ceux qui ont eu lieu en Autriche, au début de 1931, avec les fusées construites par Friedrich Schmiedl. La fusée « R 1 », qui exécuta son premier vol le 9 septembre 1931, emporta 333 lettres et cartes postales. Elle avait 1 m 70 de longueur et 24,5 cm de diamètre. Exécutée en tôles d'aluminium et de laiton, son poids à vide était de 7 kilogrammes. Le combustible était un mélange de poudre de composition spéciale tenue secrète ; on en consommait 24 kilogrammes par vol.

Schmiedl exécuta au total plusieurs dizaines de lancers de fusées postales, à des heures rigoureusement fixées à l'avance et par tous les temps. Un bâti spécial, convenablement orienté et incliné, servait au lancement. La durée de la combustion était relativement courte et la fusée parcourait ensuite, comme un véritable obus, une distance de 3 à 4 kilomètres. Un dispositif à retardement déclenchait alors le parachute, qui déposait sans dommage la fusée et son chargement sur le sol. Ce système paraît

remarquablement sûr et régulier. Mais, pour des raisons de construction, il est destiné à disparaître. En effet, on ne peut fabriquer de fusées à poudre de toutes les dimensions, alors que rien ne s'y oppose pour les combustibles liquides.

Deux inventeurs allemands s'efforcèrent également de mettre au point des services réguliers de fusées postales : l'un, Gerhard Zucker, entre la côte anglaise et l'île de Wight ; l'autre, Reinhold Tiling, pour franchir la Manche. Tous deux échouèrent dans leur tentative, le dernier tragiquement (1).

Après cette revue rapide des derniers travaux expérimentaux effectués en Allemagne et en Amérique, la technique des fusées nous paraît encore bien primitive et peu avancée. Nous sommes loin, certes, pour le présent, de pouvoir réaliser sur le plan de la pratique les conceptions audacieuses et séduisantes de certains théoriciens. A ce domaine, comme autrefois à l'aviation, lors de ses débuts, s'applique la parole du capitaine Ferber, le pionnier du plus lourd que l'air : « Concevoir une machine volante n'est rien ; la construire est peu de chose ; l'essayer est tout. »

WILLY LEY.

(1) Ces tentatives ont été reprises récemment par un inventeur hollandais, M. Ch. Roberti, avec une fusée de 1 m 75 de haut et 50 cm de diamètre, pouvant contenir environ 1.200 lettres.

Depuis que de récents accords politiques ont permis de modifier la répartition de nos forces navales, il est question de reprendre à nouveau un projet, déjà ancien, d'aménagement du port de Dunkerque comme base militaire dans la mer du Nord. C'est une question de crédits qui a retardé jusqu'ici la réalisation de ce programme, dont l'importance n'échappe à aucun esprit soucieux d'assurer notre défense nationale sur mer comme sur terre. La flotte allemande, en pleine résurrection et désormais maîtresse incontestée de la Baltique, constitue une menace pour nos côtes dont il faudra, un jour prochain, tenir compte. Pour l'instant, notre budget, déjà si lourdement chargé par les dépenses exceptionnelles, ne pourrait évidemment pas supporter les frais de construction, se chiffrant par centaines de millions, qu'occasionnerait la création immédiate d'un port militaire sur nos côtes de la mer du Nord avec toutes les coûteuses installations techniques qu'elle comporte.

*
* *

Si la situation du budget américain est de plus en plus déficitaire (près de 54 milliards de francs au dernier exercice clos), la dette publique des Etats-Unis est néanmoins beaucoup moins lourde que celle de la France et de l'Angleterre, puisqu'elle ne dépasse pas 450 milliards (en francs) pour un peuple de 120 millions d'habitants. En outre, la part du fisc dans le revenu national atteint 12 % seulement, alors qu'en France elle dépasse actuellement 30 %.

LE BALISAGE DES LIGNES AÉRIENNES TRANSATLANTIQUES ET LE « RENOUVEAU » DE LA TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARINE

A la suite de l'article sur le balisage des routes océanes aériennes paru dans La Science et la Vie du mois de septembre dernier, sous la signature de Jean Labadié, notre collaborateur a reçu de M. Georges Claude les très intéressantes remarques suivantes, dans lesquelles l'éminent savant souligne la possibilité de réaliser ces projets en y ajoutant un point de vue qui ne nous avait pas du reste échappé : l'utilisation, à grand rendement, d'un câble télégraphique immergé entre deux eaux, suivant la ligne des balises flottantes.

J'AI lu, avec beaucoup d'intérêt, votre proposition d'appliquer au balisage continu des routes aériennes transatlantiques, la possibilité que j'ai signalée d'amarrer, en plein océan, de petits bateaux sur des corps-morts appropriés.

Cette proposition me paraît très réalisable, bien qu'à vrai dire, il y ait loin des 700 mètres de fond par lesquels je me suis amarré aux 4.000 mètres et plus qu'on ne pourrait éviter pour la traversée New York-Europe, au moins pour quatre ou cinq stations, — et encore à la condition de maintenir la presque totalité de la ligne au-dessus du 47°, ce qui est peut-être regrettable au point de vue aviation. *Je ne pense cependant pas que, même dans ce cas, les difficultés soient insurmontables.*

Il faut d'ailleurs faire, en faveur de l'importance et de l'habitabilité de ces stations, — à moins que les bouées elles-mêmes ne soient rendues habitables, — une remarque analogue à celle qui m'avait conduit aux expériences de la *Tunisie* : c'est que, constamment au repos, sauf leur voyage d'aller et retour, les bateaux stations n'auraient évidemment que faire de qualités exceptionnelles de vitesse et de solidité. Comme dans mon cas, on pourrait donc affecter à cette destination des bateaux désarmés dont le prix est très bas et on ne serait pas limité à de très petits bateaux dont l'habitabilité serait mauvaise.

Il y aurait une possibilité curieuse d'uti-

lisation accessoire de cette ligne de balisage que je tiens à signaler pour son intérêt tout au moins théorique. Ce serait de constituer, avec des tronçons de câbles aboutissant à chaque bouée, une ligne télégraphique comportant autant de relais automatiques instantanés qu'il y a de stations. On sait, en effet, qu'en raison des phénomènes de capacité, le débit d'une ligne télégraphique sous-marine, toutes choses égales d'ailleurs, diminue comme le carré de sa longueur.

Supposons la ligne divisée en deux tronçons séparés par un relais. Chaque tronçon, considéré seul, permettrait une vitesse quadruple de transmission des télégrammes. Les deux en série permettront une vitesse double.

On verra de même que dans le cas de trois tronçons égaux, la vitesse utile serait triplée, et qu'elle serait multipliée par trente — toujours théoriquement — dans le cas d'une ligne formée de trente tronçons égaux. Ainsi, les câbles télégraphiques sous-marins, si fortement battus en brèche par la T. S. F., pourraient-ils reprendre l'avantage. Je ne sais d'ailleurs dans quelle mesure les procédés de « pupinisation » des câbles, qui ont précisément pour objet de combattre la capacité des câbles par de la self-induction convenablement répartie, diminueraient l'intérêt de cette solution — que je me contente de verser au dossier de la question. GEORGES CLAUDE.

N. D. L. R. — Nous rappelons à nos lecteurs que la « pupinisation » à laquelle fait allusion M. Georges Claude, et dont il indique la fonction, se réalise techniquement par l'insertion, dans le circuit électrique, de bobines spéciales — inventées par l'ingénieur Pupin. (Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 375.) Grâce à ces bobines, qui seraient installées sur les bouées-refuges et sur les stations de veilles, la téléphonie elle-même deviendrait possible. Les vigiles seraient en perpétuelle communication et pourraient, de la sorte, signaler l'avion au passage et prévenir qu'il est en difficulté.

TOUTES LES STATIONS DE T. S. F., VÉRITABLES « PHARES » POUR L'AVIATION, GRACE AU « RADIO-COMPAS »

Par Charles BRACHET

La brume et la nuit constituent de graves dangers pour la navigation maritime et pour la navigation aérienne. Les phares et les feux côtiers pour le navire, le « balisage » lumineux des « routes » aériennes pour l'avion, sont les défenses, aujourd'hui classiques dans les deux cas, contre l'obscurité d'une nuit normale. Le brouillard, au contraire, représente encore, surtout pour l'avion qui doit atterrir coûte que coûte au bout de sa provision d'essence, un obstacle que, seules, les ondes hertziennes permettent de traverser. Déjà, grâce à la radiogoniométrie (1) qui « relève » sa position, aux radioroutes et au « balisage électromagnétique » des aérodromes, l'avion, guidé jusqu'au terrain d'atterrissage, peut prendre contact avec le sol même par temps de brume. Aujourd'hui, grâce au radio-compas, officiellement adopté en France, son autonomie est complète. Les pilotes disposent avec lui d'un moyen rapide et sûr pour connaître, instantanément et automatiquement, la direction suivie par rapport à n'importe quelle station hertzienne. Tous les postes émetteurs du monde de télégraphie, ou même de radiodiffusion, constituent donc ainsi autant de « phares » toujours apparents dans ce réseau universel. N'importe quel avion isolé ne peut donc plus s'égarer ; grâce au « radio-compas », il retrouvera sans peine l'aérodrome visé dont le balisage lumineux ou hertzien guidera alors avec sécurité son atterrissage (2).

LA brume et la nuit sont, pour la navigation marine, un obstacle relatif ; pour la navigation aérienne, elles constituent un danger absolu, en ce sens que l'avion doit atterrir coûte que coûte dès qu'il est à bout de course. Et, sans visibilité, tout atterrissage devient une catastrophe, sauf par quelque miraculeux hasard.

Contre l'obscurité d'une nuit claire, le navire possède des défenses séculaires : les phares et les feux. Naturellement, ces défenses sont mises également à la disposition de l'aviation. Les phares et signaux lumineux sont prodigués, de plus en plus, le long des routes aériennes ; l'effort de « balisage », dans ce sens, est universel. Mais l'obstacle du brouillard demeure encore à peu près intact. L'onde hertzienne seule peut assurer l'avion d'une victoire totale et simultanée *sur la brume et sur l'obscurité*.

Depuis longtemps déjà, des radiophares, vers lesquels l'avion s'oriente, et surtout la radiogoniométrie (effectuée par des veilleurs installés à terre, opérant sur l'émission hertzienne de l'avion lui-même) rendent à la navigation aérienne de précieux services. Nous avons, par exemple, décrit ici la méthode très efficace, mise au point pour la

première fois à l'aérodrome de Tempelhof (Berlin) par la compagnie Air-France, pour guider ses avions jusqu'au sol, en conjuguant les deux moyens : repérage du phare hertzien par l'avion, indication par les veilleurs au sol du moment propice à la descente pour atterrir au point désiré (1).

Nous ne reviendrons pas, non plus, sur le principe des « radioroutes » formulé par l'inventeur W. Loth, ni sur le « balisage électromagnétique » (2) des aérodromes au moyen de câbles parcourus par des courants de haute fréquence que ce même technicien préconise. Tout cela concerne l'organisation à terre, le « balisage » proprement dit — et les essais dans ce sens ne chôment pas. Nous tiendrons nos lecteurs au courant des résultats qui seront acquis.

Cependant le balisage d'une route aérienne, au sens strict du mot, intéresse avant tout l'aviation de ligne, à parcours déterminés. Les appareils du tourisme, de l'aviation militaire, de l'aviation au très long cours constituent, par contre, des unités autonomes qui devront toujours faire leur route par les moyens du bord — le balisage hertzien fût-il devenu pratique et général, ce qui est encore bien loin de la réalité.

Si l'on pouvait fournir aux pilotes un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 127.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 124.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 405.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 307.

moyen rapide de reconnaître *instantanément et automatiquement* la direction qu'ils sont en train de suivre *relativement à n'importe quelle station hertzienne* (Darenty ou Luxembourg, Bruxelles ou les P. T. T. parisiens), il est évident que tous les postes émetteurs du monde constitueraient *ipso facto* autant de « phares », toujours clairs, pour n'importe quel aéronef. Dans ce réseau universel, l'avion isolé ne risquerait plus de s'égarer. Il retrouverait toujours l'aérodrome désiré — où jouerait pleinement l'efficacité d'un balisage, encore embryonnaire, répétons-le, mais perfectible dans sa forme hertzienne et

l'un et l'autre cadre, la station-repère se trouvait dans le plan bissecteur des deux cadres. La direction de la station-repère était ainsi déterminée.

Si l'avion se mettait à changer de cap relativement à cette station (entraînant avec lui le système des cadres fixes), une inégalité dans la réception de l'un et de l'autre cadre apparaissait, que MM. Tosi et Belli appréciaient au moyen d'un troisième cadre récepteur, mobile, placé au centre du système. La perception d'un zéro, sur l'écoute de ce troisième cadre, se produisait quand celui-ci se trouvait dans le plan de la station émettrice

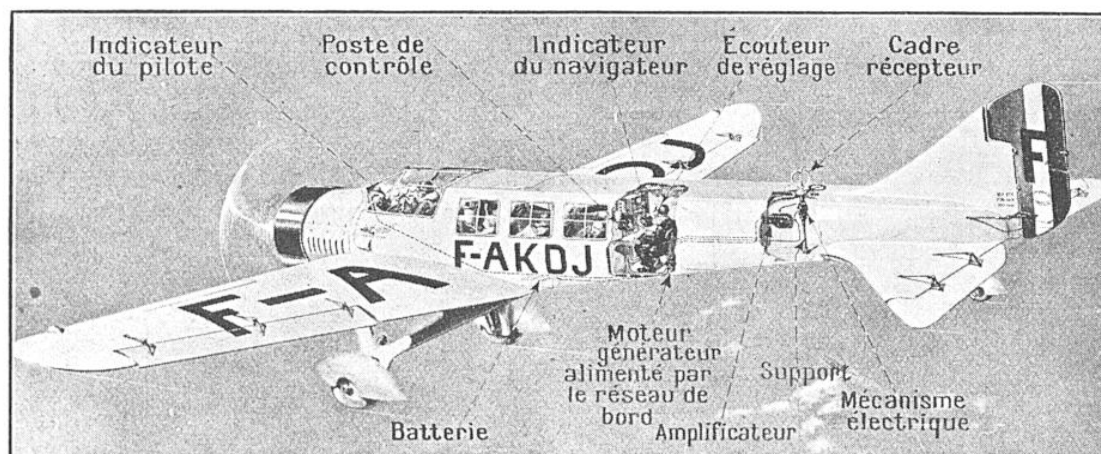


FIG. 1. — MONTAGE D'ENSEMBLE, A BORD D'UN AVION, DU RADIO-COMPASS « BUSIGNIES »

d'ores et déjà de plus en plus parfait dans sa forme lumineuse visible.

C'est ce problème d'un « radio-compass » automatique, efficace suivant tous les angles, qui vient d'être résolu. Le ministère de l'Air l'a adopté et l'hydravion géant *Lieutenant-de-Vaisseau-Paris* s'en trouve équipé le premier.

Je vais le décrire dans son ingénieuse simplicité, d'autant plus volontiers que nous avons été les premiers à attirer l'attention dans cette revue sur une première réalisation effectuée par M. Busignies, en 1927 (1).

L'orientation autonome d'un avion relativement à une station émettrice quelconque

La première « boussole hertzienne » imaginée par M. Busignies était établie avec deux cadres fixes perpendiculaires entre eux, placés sur l'avion. Déjà les ingénieurs italiens Tosi et Belli avaient montré que, si l'intensité de réception hertzienne (d'une station émettrice quelconque) était égale sur

(et quand il lui était perpendiculaire, l'audition donnait un maximum) : aussi, malgré la fixité des deux cadres orthogonaux sur l'aéroplane, celui-ci retrouvait la direction de son phare hertzien *sans avoir* à modifier ni son cap, ni la position du système récepteur. Le troisième cadre faisait l'office d'une *aiguille de boussole* dont le pôle magnétique eût été la station choisie comme repère.

M. Busignies voulait réellement construire cette aiguille indicatrice, sur un vrai cadran, — au lieu de se confier à la perception d'un minimum (ou d'un maximum) d'audition, car l'oreille n'est jamais sûre dans une appréciation aussi délicate.

Le système imaginé par M. Busignies consistait à substituer au troisième cadre de Tosi et Belli un système de deux condensateurs tournant avec rapidité (20 tours par seconde), qui recueillaient tour à tour le courant du premier cadre récepteur et celui du deuxième cadre. Ces réceptions, alternées et rapides, des deux courants (*d'intensité différente* suivant l'orientation de l'avion),

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 119, page 381.

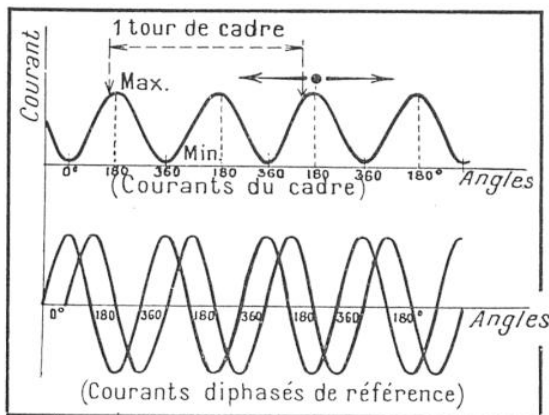


FIG. 2. — SCHÉMA INDICANT LE PRINCIPE DU RELÈVEMENT D'UNE STATION HERTZIENNE PAR LE RADIO-COMPAS

En haut, la courbe du courant induit par l'onde hertzienne dans le cadre-récepteur tournant. Ce courant, de forme sinusoïdale, est ici « redressé », — en raison du principe même de la détection, — ce qui explique qu'il ne change jamais de signe. — En bas, les courbes (en traits gras) de deux courants « diphasés » à forme alternative et déphasés de 90° . Ces courants provoquent dans l'indicateur un champ magnétique tournant à la fréquence du courant ci-dessus. On conçoit dès lors que, si (par un montage quelconque) on compose le champ magnétique tournant (immuable, quel que soit le cap de l'avion) avec le champ provoqué par le courant détecté dans l'indicateur (lequel change de phase avec l'orientation de l'avion), le déphasage des deux champs magnétiques indique précisément l'angle que fait le cap de l'avion avec la direction de la station-repère. Les figures suivantes montrent par quel montage cette indication se trouve réalisée à bord de l'avion.

étaient « composées » dans le premier système de M. Busignies sur un « équipage mobile » porteur d'une aiguille. La position d'équilibre de cette aiguille sur un cadran indiquait la direction de la station repère.

Mais ce système était encore très délicat et comportait des incertitudes de 90° et de 180° (faciles à lever à la réflexion, mais gênantes tout de même). On était loin de l'appareil automatique pouvant servir à n'importe quel pilote, — celui qu'exige l'aviation actuelle.

Le « radio-compas » idéal sera celui qui renseignera le

pilote (ou le navigateur) par un seul coup d'œil sur un cadran. Toutes les opérations concernant la réception hertzienne proprement dite devront être effectuées, automatiquement, par l'appareil.

C'est ce « radio-compas » qui a été réalisé aux Laboratoires L. M. T. et qui assure dès maintenant l'orientation intégrale d'un avion, relativement à n'importe quelle station hertzienne connue — tout en écoutant le concert, si c'est un poste de radiodiffusion.

Le « radio-compas » automatique

Ayant épuisé toutes les possibilités contenues dans le principe des cadres orthogonaux de Tosi et Belli, M. Busignies a merveilleusement simplifié le système récepteur en le réduisant à un seul cadre tournant au-dessus du fuselage de l'avion.

La rotation de ce cadre s'effectue à raison d'environ 5 tours par seconde.

Au cours de chaque révolution, quand le cadre récepteur (en l'espèce, très sensible et de forme circulaire) se présente face à la station émettrice, le « flux » des ondes qui la traverse est *maximum*. Quand il a tourné de 90° , le cadre ne présente aux ondes que son profil : le flux reçu est *minimum*. Le courant électrique induit dans le circuit du cadre révélera les mêmes maxima et minima. Mais, comme la rotation est cons-

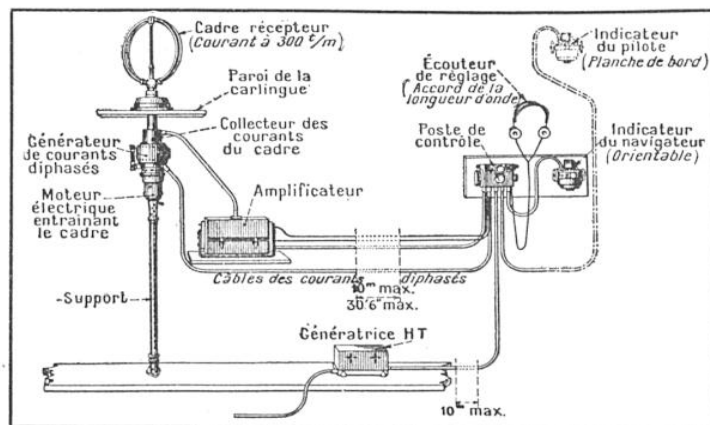


FIG. 3. — SCHÉMA DU MONTAGE D'ENSEMBLE DU RADIO-COMPAS AUTOMATIQUE A BORD D'UN AVION

Le cadre récepteur tournant (circulaire) est monté sur un support pivotant, actionné par un moteur électrique branché sur le réseau du bord. Le support pivotant actionne, d'autre part, le générateur du courant diphasé qui doit servir de repère. Le courant de cadre, amplifié, rejoint le courant diphasé à l'indicateur. Cet appareil accuse le « déphasage » relatif des deux espèces de courant, et le traduit par la déviation d'une aiguille sur un cadran. Un indicateur est destiné au navigateur, et un second (répétiteur) au pilote. Un casque d'écoute est utilisé pour le réglage d'accord avec la station émettrice — réglage qui s'effectue sur le « poste de contrôle ».

tante, ce courant apparaîtra à la détection sous la forme « sinusoïdale » classique des courants alternatifs (voir le schéma page 399).

La courbe « sinusoïde » du courant permet de suivre son évolution dans toutes ses « phases » — c'est-à-dire en chacun de ses instants — et non pas seulement dans ses *maxima* et ses « zéros » (*minima*) d'intensité.

La succession de deux maxima correspond à un tour complet (360°) du cadre. Mais chacune des phases du courant — chacun des points de la « sinusoïde » — marque une position angulaire différente du cadre au cours de la rotation. Et le tour complet de 360° peut, dès lors, être divisé en fractions aussi serrées que l'on veut, — c'est-à-dire *au moins en degrés*.

La détection pure et simple des *maxima* ou des *zéros* de courant (solution de la boussole primitive) permettait seulement de fixer par des *tops*, les positions dans lesquelles le cadre se présentait de face ou de profil à la direction géographique de la station émettrice, — c'est-à-dire de repérer cette direction. Mais si l'on établit un dispositif capable de suivre l'évolution du courant (désormais aussi régulier que celui d'un alternateur), ce dispositif indiquera, par là

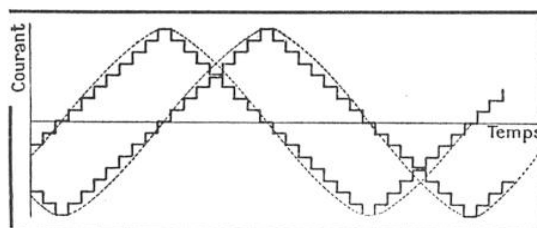


FIG. 5. — FORME EXACTE DES COURANTS « DIPHASÉS » PRODUITS PAR L'APPAREIL SPÉCIAL DE LA FIGURE PRÉCÉDENTE

A chaque plot correspond un palier minuscule de courant. L'ensemble de l'« escalier » donne une courbe sinusoïdale très suffisamment approchée.

même, automatiquement, l'angle précis que fait le cadre (avec l'axe de l'avion pris comme repère naturel de direction) au moment où il fait face à la station-repère.

Pour passer de la théorie à la pratique, il s'agit maintenant d'établir, à bord même de l'avion, un second courant alternatif, dont la « sinusoïde » sera exactement la même que celle du cadre, mais qui, elle, sera immuable, quelle que soit la position de l'avion : un tel courant est obtenu par un petit « alternateur », qui a pour axe de rotation le pivot tournant du cadre lui-même. Ainsi

les deux générateurs de courant alternatif, le cadre tournant et l'« alternateur » lié à l'avion, ont même « période » (5 tours par seconde). Leurs « sinusoïdes » sont identiques. Mais celles-ci ne coïncident que si l'avion avance dans la direction de la station-repère.

Si l'avion se met à obliquer relativement à cette direction, les maxima et les minima de l'une et de l'autre courbes de courant accusent aussitôt un décalage — un « déphasage » — d'autant plus accentué que l'obliquité du « cap » pris par l'appareil est plus accentuée. L'angle mesurant cette obliquité est exactement donné par le « déphasage » en question, — c'est-à-dire, répétons-le, par la distance qui sépare les maxima, les minima (ou toute autre « phase ») respectifs des deux courbes.

Le problème se trouve donc résolu.

La réalisation pratique de l'appareil

Réaliser la solution théorique ainsi exposée n'a pas été une chose

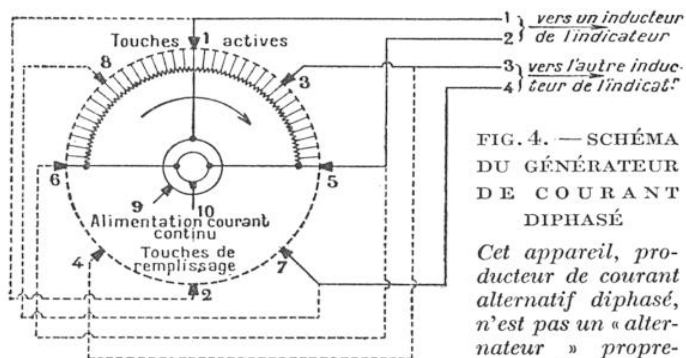


FIG. 4. — SCHÉMA DU GÉNÉRATEUR DE COURANT DIPHASÉ

Cet appareil, producteur de courant alternatif diphasé, n'est pas un « alternateur » proprement dit. Il est

composé d'une suite de touches disposées en demi-cercle et reliées en série par des résistances. L'ensemble tourne devant huit balais fixes diamétralement opposés. Le circuit des résistances est alimenté en courant continu par d'autres balais placés au centre. L'alimentation est répartie au circuit des résistances comme l'indique la figure. Il est évident que le « rotor » ainsi constitué fournit, au passage à chaque balai fixe, un courant dont l'intensité varie en raison du nombre de résistances engagées dans le circuit à chaque instant (ou phase) de la rotation, d'après le nombre de touches insérées entre les contacts. Comme il existe deux quadrants de résistance également semblables, le courant continu d'alimentation apparaît en deux courants sinusoïdaux (décalés de 90°) aux balais 1 et 2 d'une part, et 3 et 4 d'autre part. Ces deux courants « diphasés » vont actionner un indicateur pour le pilote et un indicateur de navigation. (Le demi-cercle opposé aux deux quadrants actifs dont nous venons de parler est garni de touches de remplissage sans résistances.)

aisée. On ne soupçonne pas, sans l'avoir vu de près, toutes les difficultés qui attendent le constructeur d'un dispositif aussi délicat.

L'avion refuserait d'embarquer tout dispositif dont l'encombrement, ou le poids, dépasserait un certain taux de sa charge utile. Construire léger et solide (car l'avion impose souvent des « accélérations » plutôt inattendues pour un instrument de laboratoire); assurer la « télécommande » des indications de l'instrument proprement dit à deux cadrans *indicateurs* (un pour le pilote, un pour le navigateur); ajoutez à cela que les courants induits du cadre doivent être considérablement *amplifiés*, par lampes triodes, si on veut les porter au niveau d'intensité nécessaire pour mouvoir l'équipage mobile de l'aiguille sur son cadran, et qu'enfin tout le montage repose sur une bonne réception susceptible d'accord rapide avec les longueurs d'ondes les plus variées; et vous serez émerveillé que l'ensemble ainsi réalisé ne pèse que 19 kg 500.

Les photographies et schémas ci-joints permettent de comprendre l'agencement de cet ensemble et son emménagement à bord de l'aéroplane.

On remarquera, principalement, l'originalité du générateur du courant alternatif fixe, servant de repère. Ce courant comporte en réalité non pas une seule, mais deux « sinusoïdes » décalées, l'une par rapport à l'autre, d'une manière invariable. C'est là un courant « diphasé » classique, comme en produisent encore certains alternateurs des réseaux électriques. Mais, ici, ce courant diphasé ne provient pas d'un « alternateur ». Il est obtenu à partir du courant continu fourni par le réseau électrique du bord (lui-même nourri par les accumulateurs). Ceci était indispensable afin de ne pas surcharger l'arbre du cadre, qui porte déjà un *moteur*

électrique d'entraînement. L'« alternance » diphasée est imposée à ce courant continu de base par une couronne de touches qui, dans la rotation de l'ensemble, viennent successivement au contact de huit balais fixés en quadrature. Les touches sont reliées par des résistances dont les connexions assurent précisément, aux paires de balais fixes, des variations alternatives de courant exactement analogues à celles que fournit un véritable alternateur. En raison de ce montage, les variations de courant s'effectuent *par paliers successifs* (un palier par plot), —

en sorte que les deux « sinusoïdes » représentant le courant diphasé issu de ce montage ne sont pas continues, mais en échelons. La régularité de ces échelons compense leur discontinuité.

Comment j'ai navigué « automatique »

Il m'a été donné d'expérimenter l'appareil en vol. Voici comment on opère.

On s'adresse d'abord au *poste de contrôle*, dont on abaisse le bouton de mise en marche; puis on cherche, en tournant une molette, l'accord avec l'onde du poste choisi. Nous avons pris Droitwich, dont le jazz envahit bientôt notre casque écouteur.

Le pilote gouverne l'avion jusqu'à ce que l'aiguille de l'*indicateur* passe par un repère figurant l'origine des graduations. A ce moment, l'avion se dirige sur Droitwich.

Une fois ce réglage obtenu, l'avion peut prendre l'orientation qui lui convient; à mesure qu'il s'écarte de la direction Droitwich, l'aiguille de l'*indicateur* tourne également, et quand le pilote a bouclé un vaste cercle autour des hangars d'Orly, l'aiguille, elle aussi, a fait un tour complet. On dirait que Droitwich est le « pôle » magnétique de cette curieuse boussole.

Un instant plus tard, nous décidons que le « pôle » de repère sera Luxembourg. La

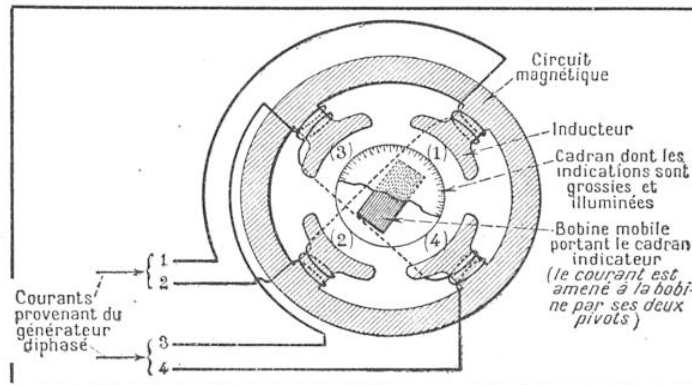


FIG. 6. - COMMENT FONCTIONNE L'INDICATEUR DE « DÉPHASAGE » QUI DONNE LA DIRECTION SUIVIE PAR L'AVION

L'indicateur est constitué par un inducteur circulaire à quatre pôles. Ces pôles forment, deux à deux, les deux inducteurs qui reçoivent chacun l'un des deux courants diphasés. Le courant du cadre alimente la bobine centrale constituant l'induit. L'équilibre du système s'établit quand la bobine fait, avec le système inducteur, un angle correspondant au déphasage du courant du cadre avec les courants « diphasés » immuables de base.

manœuvre nous révèle entre la direction Dro'twich et la direction Luxembourg, le même écart angulaire que ceux indiqués par la carte et par le compas magnétique ordinaire.

Pour passer d'une station à l'autre, il suffit de quelques secondes, et ces opérations de relèvement n'ont besoin, pour faire une route correcte, que d'être effectuées toutes les demi-heures.

Si, d'aventure, l'aérodrome auquel nous

route provenant de la dérive sous le vent.

Peu à peu, à la suite de ces corrections accumulées, notre avion tournerait son cap au vent, tout en visant la station de l'aérodrome. Et quand nous aborderions celui-ci, nous serions justement prêts à atterrir, le nez sur l'antenne et face au vent, ainsi qu'ils est de règle pour aborder le sol avec le maximum de sécurité.

En d'autres termes, tout se passe, dans ce cas, comme si l'appareil volant était

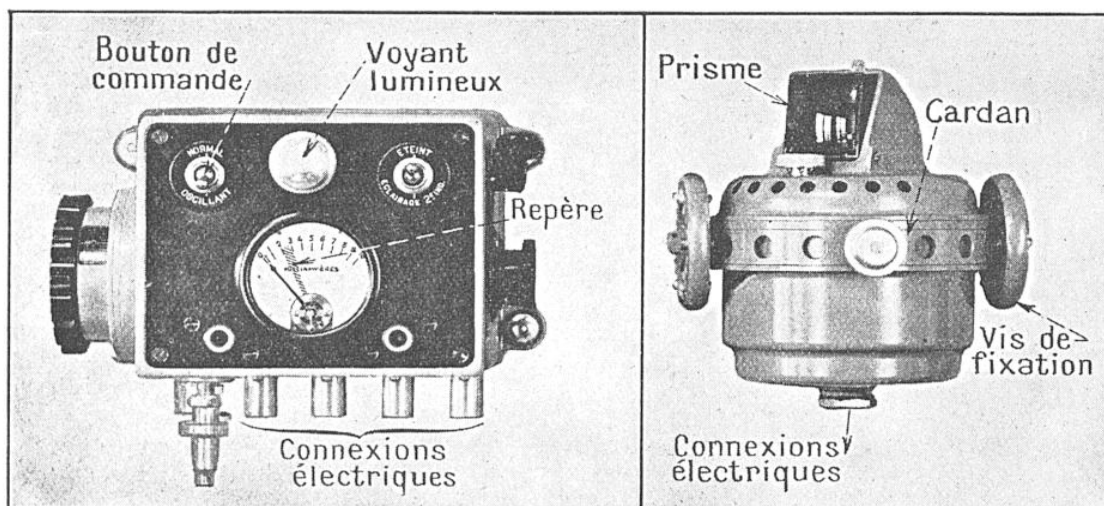


FIG. 7. — LE POSTE DE CONTRÔLE DU RÉGLAGE (A GAUCHE) ET L'INDICATEUR DE NAVIGATION (A DROITE) TELS QU'ILS APPARAISSENT AU RADIOTÉLÉGRAPHISTE ET AU PILOTE
Les variations angulaires du cadran intérieur, qui est illuminé, sont vues à travers un prisme grossissant. L'ensemble, suspendu à la cardan, peut prendre toutes les positions relativement à l'usager.

déciderions d'atterrir possédait une antenne émettrice, nous nous dirigerions en accordant notre récepteur sur cette station et en maintenant notre indicateur au zéro — sans même tenir compte d'un vent latéral éventuel et de la « dérive » qu'il nous imposerait. Il suffit, en effet, de quelque réflexion pour comprendre qu'à chaque relèvement, et à chaque rectification de cap, nous rectifierions, par le fait même, toute erreur de

rattaché par un fil tendu au poste de radio de l'aérodrome et comme si le vent l'obligeait à tourner à la manière d'une girouette, — tandis que le fil de liaison se raccourcirait progressivement en raison de l'avance vers le but.

En vérité, nous estimons que l'aviation possède, désormais, le *radio-compas* qu'elle attendait depuis si longtemps.

CHARLES BRACHET.

La politique expansionniste du Nippon vise, progressivement, tous les pays du globe. Voici maintenant les Indes néerlandaises de plus en plus envahies par les textiles japonais. Il y a encore cinq ans, la Hollande et l'Angleterre étaient les seuls fournisseurs du marché. Aujourd'hui, les Malais sont vêtus — neuf sur dix — avec des produits des industries nippones. Il en est de même, du reste, pour la fourniture de la plupart des autres objets manufacturés à des prix défiant toute concurrence.

LA TÉLÉVISION EST NÉE IL Y A CINQUANTE ANS

Evolution scientifique de sa naissance à son adolescence

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G., LICENCIÉ ÈS SCIENCES

Pour bien comprendre la technique actuelle de la télévision, il est nécessaire d'en connaître l'évolution qui a suivi celle de la physique au cours de ces dernières années. La découverte des propriétés du sélénium fut à la base des premiers essais de télévision, car elle permettait de transformer des intensités lumineuses variables en intensités variables de courants électriques. L'analyse de l'image à transmettre et sa reconstitution furent tout d'abord réalisées au moyen de dispositifs mécaniques (miroirs oscillants, disques perforés). Mais le principal perfectionnement, tout récent, d'une part, est dû à l'emploi de tubes à rayons cathodiques pour la réception ; d'autre part, aux appareils de Zworykin (1) et de Farnsworth (2) pour l'émission, qui ont affranchi victorieusement la télévision de tout organe mécanique mobile, grâce à nos connaissances de plus en plus approfondies sur la constitution intime de la matière. Des stations d'essais de télévision sont aujourd'hui installées, notamment en Allemagne, en Angleterre et en France où un poste va être bientôt établi au sommet de la Tour Eiffel. On peut donc prévoir que, dans un avenir plus ou moins éloigné, la télévision — si différente de la radiodiffusion et exigeant par suite des appareils spéciaux — entrera dans le domaine vraiment pratique.

LES immenses et rapides progrès de la radiodiffusion ont tellement étendu le champ de nos espérances que l'on a tendance maintenant à considérer comme trop lentes — du point de vue pratique — la mise en exploitation des découvertes et des succès obtenus au laboratoire.

Comment est née la télévision

Les premiers tâtonnements de la télévision datent des conceptions de Carey, en 1875. A cette époque, la radioélectricité ne pouvait lui apporter le concours des ondes hertziennes, puisque les travaux de Hertz, de Marconi ne se trouvaient encore qu'en « puissance » dans les calculs de Maxwell. Trente ans s'écouleront donc avant que ne commence réellement ce que nous appellerons l'ère des progrès systématiques.

Les idées de Carey valent néanmoins d'être rappelées ; elles permettent de mieux comprendre les développements ultérieurs de la télévision.

On sait que les images qui se forment dans notre œil sont composées d'éléments très petits, contigus, plus ou moins éclairés, dont l'ensemble donne l'impression du dessin et de ses ombres (la rétine comporte, en effet,

plus de 50.000 petites cellules). A cette sensation du « fondu » s'ajoute la persistance des images rétinienne, telle que l'œil ne peut séparer des perceptions se succédant à plus de $1/16^e$ de seconde. La cinématographie est basée sur ce phénomène qui donne l'impression du mouvement continu si l'on projette plus de 16 images par seconde.

La décomposition des images en petits éléments contigus, utilisée en typographie pour la confection des clichés d'imprimerie (similigravure), devait donc logiquement s'imposer aux premiers chercheurs dans le domaine de la télévision.

Ainsi que l'a fort magistralement exposé le colonel Brenot (1), il faut, tout d'abord, partager l'image en un nombre d'éléments contigus assez grand pour que leur juxtaposition donne une impression continue. Il faut ensuite transmettre à distance les éclairissements divers de ces éléments en les répartissant sur l'écran récepteur dans le même ordre que celui de l'image à transmettre. Si on recommence 16 fois par seconde cette opération, on doit obtenir, sur l'écran, l'illusion de la vision directe des objets en mouvement.

Il va de soi que seul le courant électrique devait permettre de reproduire, à distance

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 411.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 378.

(1) *La Revue de Paris*, 15 juillet 1935.

et instantanément, les divers éclairagements des éléments de l'image explorée.

Par conséquent, il s'agit dès lors de transformer à l'émission les éclairagements en courants électriques qui soient proportionnels à ces éclairagements, et effectuer l'opération inverse à la réception.

La rétine de sélénium

La découverte de May, vers 1873, de certaines propriétés du sélénium (métalloïde de la famille du soufre), allait être utilisée à cet effet. Le sélénium offre, comme on le sait, au passage d'un courant électrique, une résistance variable avec l'intensité de la lumière qu'il reçoit.

C'est en se basant sur cette propriété que Carey a été amené à constituer une sorte de « rétine » formée par la juxtaposition d'un grand nombre d'éléments de sélénium, sur laquelle serait projetée l'image à transmettre, avec ses ombres et

ses lumières. Chaque élément de sélénium serait relié, par fil, à une petite lampe disposée sur un tableau à la place même occupée sur la rétine artificielle par l'élément correspondant (fig. 1).

Dans ces conditions, et les circuits ainsi formés étant alimentés par des piles, chaque lampe donne une intensité lumineuse fonction du courant qu'elle reçoit. Comme ce courant est lui-même proportionnel à la conductibilité du circuit qui dépend, à son tour, de l'éclairage de la cellule de sélénium, l'ensemble du tableau des lampes produit alors l'impression de la reconstitution à distance de l'image. En effet, chaque lampe brille avec une intensité proportionnelle au point correspondant de l'image. Ce système avait l'inconvénient d'exiger de nombreux circuits électriques et ne pouvait donner que de grossières images. L'image n'était, en effet, décomposée qu'en quelques dizaines d'éléments, alors qu'il en aurait fallu des milliers,

Comment on analyse une image à transmettre par télévision

Cette première tentative de transmission *simultanée* des nombreux éléments n'ayant pas donné de résultats pratiques, on s'ingénia, cette fois, à les transmettre *successivement* par un seul conducteur. Effectuée à grande vitesse, cette opération devait donner, en vertu de la persistance rétinienne, un résultat identique. Supposons, par exemple, que la « mosaïque » au sélénium comporte 2.000 cellules; on les mettra successivement en liaison électrique avec le poste récepteur, pendant

1/40.000^e de seconde chacune, étant entendu que cette communication électrique apportera, à chaque instant, le courant à chacune des 2.000 petites lampes réceptrices situées sur l'écran récepteur à l'emplacement correspondant à l'élément de sélénium en circuit. Il ne faudra donc que 1/20^e de seconde pour cela, et l'œil

aura l'impression — bien qu'encore grossière — de voir l'image ainsi transmise.

Si on réussit enfin à transmettre 20 images complètes *par seconde*, l'illusion du mouvement sera réalisée.

Tel est, succinctement exposé, le problème complexe à résoudre. Les multiples solutions proposées pour atteindre ce but peuvent se classer en deux catégories.

La première dérive des conceptions de Sawyer, M. Leblanc, Ekström (1877, 1880, 1910). Elle est basée sur le balayage de l'image par une tache lumineuse projetée au moyen de petits miroirs oscillants fixés, par exemple, sur les branches d'un diapason de façon à obtenir des oscillations régulières.

Près du sujet, ou de l'image à transmettre, se trouve une cellule de sélénium réunie au circuit électrique du poste récepteur correspondant. Le sujet, ou l'image à transmettre, est balayé par la tache lumineuse mobile envoyée au moyen du miroir oscillant

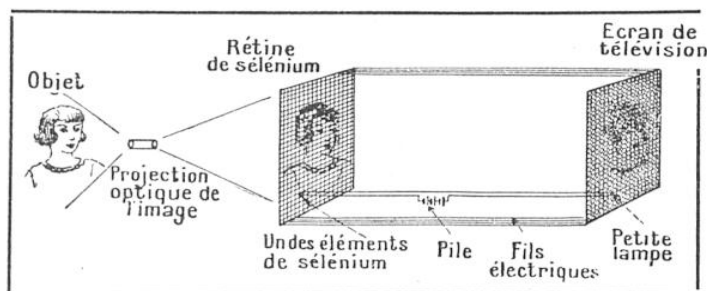


FIG. 1. — LE PREMIER DISPOSITIF DE TÉLÉVISION

L'objet à téléviser est projeté sur une « rétine » artificielle composée d'éléments de sélénium juxtaposés. Chaque élément fait partie d'un circuit électrique alimentant une petite lampe placée, sur l'écran récepteur, à la place correspondante à l'élément. Le sélénium laissant passer un courant proportionnel à son éclairage, les lampes brillent plus ou moins selon que l'élément de sélénium correspondant est situé dans une partie éclairée ou ombrée de la projection de l'objet sur la « rétine ». On a donc, sur l'écran, l'impression visuelle de l'objet. Le trop petit nombre d'éléments ne peut donner qu'une image grossière.

suivant des lignes horizontales. Quand toute l'image est ainsi parcourue, le balayage recommence automatiquement. A son tour, l'image explorée réfléchit la lumière reçue vers la cellule photoélectrique. Celle-ci reçoit donc des quantités de lumière variables selon que la tache lumineuse projetée sur l'image rencontre des parties claires ou sombres de celle-ci. Par conséquent, la résistance électrique de la cellule varie également, et les courants traversant la cellule sont donc eux-mêmes variables en intensité selon

Comment les progrès de la physique moderne ont contribué à ceux de la télévision

Les progrès de la radioélectricité ont mis à la disposition de la télévision des dispositifs nouveaux : amplificateurs, tubes à rayons cathodiques, cellules photoélectriques, ce qui a permis de s'affranchir du fil pour utiliser exclusivement les ondes hertziennes. Le principe reste le même. Il s'agit de disséquer l'image à transmettre en un grand

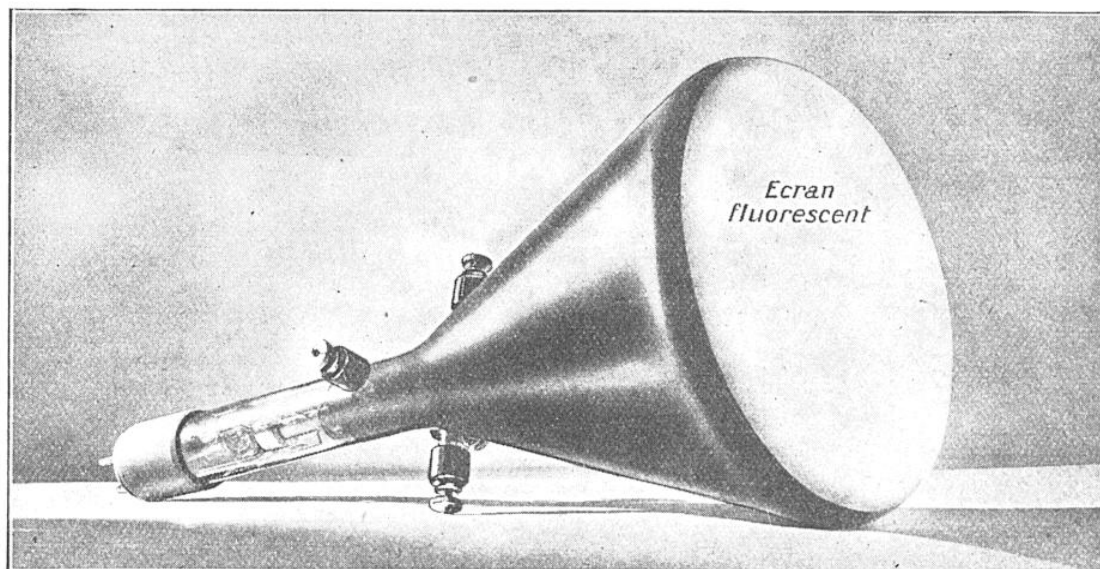


FIG. 2. — TUBE A RAYONS CATHODIQUES UTILISÉ ACTUELLEMENT POUR LA RÉCEPTION DANS LES APPAREILS DE TÉLÉVISION. L'IMAGE SE FORME SUR L'ÉCRAN FLUORESCENT

La partie cylindrique de gauche constitue le « canon à électrons ». Les électrons émis par un filament sont canalisés de façon à former un faisceau qui est dévié par les courants modulés reçus. Le faisceau balaye ainsi l'écran, qui devient fluorescent et sur lequel apparaît l'image de l'objet télévisé.

l'éclairement. A la réception, ces courants agissent sur une lampe dont les éclaircissements suivent sans aucun retard les variations de courant. On utilise à cet effet la lampe au néon dont les éclats variables sont reçus par des miroirs oscillant *en synchronisme absolu* avec ceux du poste émetteur. L'écran récepteur se trouve ainsi « balayé » de la même façon que l'objet ou l'image à transmettre. L'œil a alors l'impression de « voir » à distance cette image.

Une seconde catégorie de solutions proposées pour résoudre le problème de la télévision comprend, notamment, les travaux de Nipkow (1884). On utilise un disque tournant perforé en spirale déjà décrit ici (1).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 25.

nombre d'éléments par le balayage lumineux de lignes successives. On obtient aisément 240 lignes par image et 20 à 50 images par seconde et même récemment 360 lignes.

Zworykin (1) est parvenu à décomposer des images en plus de 200.000 points, avec 500 lignes sur 16 centimètres de haut et 14 de large.

Qu'est-ce que le canon à électrons ?

La recherche de la suppression des organes mécaniques tels que miroirs oscillants ou disques perforés, a conduit à un intéressant perfectionnement, grâce à l'utilisation du tube à rayons cathodiques (2) étudié en 1897

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 411.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 186.

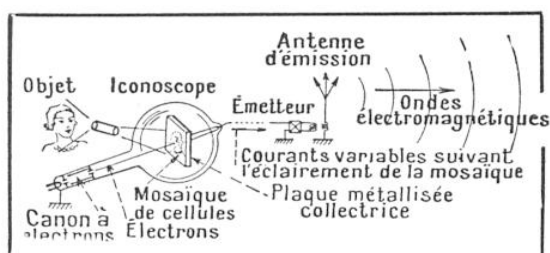


FIG. 3. — SCHÉMA D'UN ÉMETTEUR DE TÉLÉVISION UTILISANT L'ICÔNE DE ZWORYKIN (MO-SAÏQUE DE CELLULES)

Grâce à la mosaïque de cellules, Zworykin a pu décomposer une image de 16 centimètres de haut et 14 centimètres de large en plus de 200.000 points, avec 500 lignes, ce qui donne une grande finesse.

par Braun. En 1906 et 1907, Dieckmann et Glage l'employèrent pour la transmission des images, puis Rosing pour la télévision proprement dite. Ce sont les études de plus en plus poussées sur la constitution de la matière (atomes constitués par des systèmes d'électrons tournant autour de petits noyaux centraux : protons, neutrons, etc.), qui ont permis d'utiliser le fonctionnement des tubes à rayons cathodiques, analogues aux tubes à rayons X, fermés et assez gros, dans lesquels on a fait le vide. A une extrémité est situé un filament qu'un courant électrique peut porter à l'incandescence ; un peu plus loin, une plaque métallique percée d'un trou. Entre le filament et cette plaque, on crée une tension électrique de plusieurs centaines, même de plusieurs milliers de volts. Les électrons émis par le filament sont violemment attirés par la plaque, mais seul un petit faisceau peut passer par l'ouverture de cette dernière. D'autres trous en ligne droite, ménagés dans plusieurs cloisons successives, limitent encore le faisceau d'électrons. Bien que la masse de ces derniers soit très faible, leur énorme vitesse (plusieurs dizaines de milliers de kilomètres par seconde) leur donne une énergie cependant assez grande pour produire des « désagré-gations » atomiques, qui sont à l'origine des rayons X. Leur inertie est infime.

Supposons maintenant que, dans le récepteur de télévision, on fasse agir précisément les courants variables reçus sur le « jet d'électrons » du tube. On pourra alors le dévier et une partie de ce jet sera arrêtée par les trous des cloisons successives du tube précédemment décrit. Le fond de ce tube recevra, dans ces conditions, plus ou moins d'électrons, selon l'intensité du courant reçu, fonction elle-même de l'éclairage

de l'image à transmettre. L'arrivée des électrons sur le fond du tube, recouvert d'une matière spéciale, produit une fluorescence qui varie selon le nombre d'électrons reçus.

Si l'on fait balayer le fond du tube par ce jet d'électrons en synchronisme avec le balayage de l'objet ou de l'image transmis, l'œil aura vraiment l'impression de voir à distance cet objet ou cette image.

L'œil électrique

La cellule au sélénium dont nous avons parlé présente cependant certains inconvénients : elle se fatigue vite et possède une assez forte inertie.

L'« œil électrique » le plus répandu (1) est constitué par une petite ampoule de verre, où le vide a été effectué et où sont placées, par exemple, deux petites électrodes très voisines l'une de l'autre. L'une d'elles est une plaque (pouvant être constituée par la paroi même de l'ampoule) recouverte d'un composé de potassium, de césium ou d'un corps analogue. L'autre est une tige métallique. Ces deux électrodes sont reliées à une pile à l'extérieur de l'ampoule, dont le courant est évidemment arrêté par l'espace vide qui les sépare.

Si on éclaire le potassium, son « agitation » moléculaire s'exalte. Des électrons s'en échappent, projetés dans l'ampoule vers l'autre électrode par l'action électrique de la pile, dont ils ferment ainsi le circuit à travers le vide. On explique ce phénomène en admettant que la lumière aussi est due à la projection par les corps lumineux de particules infiniment petites, dont les masses, beaucoup plus faibles en général que celles de l'électron, varient avec la nature de la lumière : on les a appelées des « photons ».

Cependant, cette hypothèse se révélait impuissante à expliquer certains phénomènes de la propagation de la lumière (diffraction, interférences) dont les manifestations

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 214, page 265.

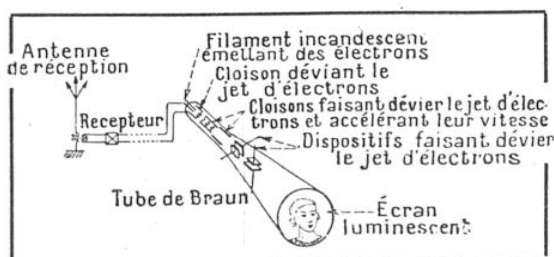


FIG. 4. — SCHÉMA D'UN RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION UTILISANT UN TUBE DE BRAUN A RAYONS CATHODIQUES REPRÉSENTÉ FIGURE 2

apparaissaient semblables à celles produites par les ondes sonores et autres phénomènes ondulatoires (vagues, etc.).

De là sont nées les théories ondulatoires de Young, de Fresnel, et, par suite, l'hypothèse d'un fluide universel (l'éther) remplissant tout l'espace, pénétrant tous les corps, et dont les vibrations, dues aux ébranlements causés par les mouvements des électrons, provoquaient — suivant leur longueur d'onde (distance qui sépare deux sommets de vagues consécutives) — les phénomènes lumineux, calorifiques, électriques.

Cette théorie ondulatoire s'est révélée à son tour insuffisante pour expliquer d'autres phénomènes, en particulier l'action de la lumière sur certains corps, tel que le potassium qui nous intéresse ici puisqu'elle est la base du fonctionnement de la cellule photoélectrique. C'est alors que Louis de Broglie (1) établit les lois fondamentales de la mécanique ondulatoire, d'après laquelle les corpuscules projetés par les corps lumineux (théorie de l'émission) constituent des centres d'énergie d'où émanent des ondes infiniment courtes (théorie des ondulations).

Revenons à la cellule de potassium. L'énergie du photon projeté par la source lumineuse brise un des liens de l'électron tournant autour du noyau de l'atome de potassium. Cet électron s'échappe, mais il est immédiatement attiré par l'autre électrode. Ces électrons transportant une certaine quantité d'électricité, de leur flux vers la deuxième électrode de la cellule résulte un courant électrique dont l'intensité est susceptible de suivre, sans aucun retard (étant donné la minime inertie des électrons), toutes les variations de l'éclairement de la cellule photoélectrique.

La télévision et les ondes hertziennes

Ces courants variables très faibles une fois obtenus, on les amplifie au moyen des appareils imaginés pour la T. S. F. (lampes à plusieurs électrodes). On peut alors les utiliser — tout comme les courants microphoniques de la radiodiffusion — pour moduler une onde porteuse entretenue rayonnée par une antenne. Nous allons voir comment l'emploi des ondes électromagnétiques (hertziennes) facilite le problème de la télévision.

En effet, on a vu qu'une décomposition grossière d'une image à téléviser exige au moins 40.000 points, soit 20.000 variations de courant et 25 « analyses » par seconde ; cela fait 500.000 variations de courant par seconde à transmettre. Or les câbles télé-

phoniques modernes ne le permettent pas.

On s'est donc adressé aux ondes ; là encore, on se heurte à de sérieuses difficultés. On sait, en effet, que la modulation des ondes par des courants variables entraîne des perturbations dans les oscillations. Ainsi, si la fréquence (1) d'une onde est de 1.000.000 (1.000 kilocycles) et si un microphone reçoit le la_3 , par exemple (435 vibrations par seconde), les impulsions électriques microphoniques agissant sur les oscillations de cette onde la transforment en deux groupes d'oscillations se succédant successivement à $1/1.000.000^e + 435$ et à $1/1.000.000^e - 435$ de seconde. Supposons que les vibrations à transmettre atteignent 10.000 par seconde, les fréquences des deux groupes d'oscillations seront alors de $1.000.000 + 10.000$. Dans ces conditions, on dit que les oscillations modulées couvrent une bande de 10.000 des deux côtés de l'oscillation fondamentale. Cette observation fondamentale est à la base même des plans de radiodiffusion — tel que celui de Lucerne (2), qui exige une différence de fréquence de 9 kilocycles entre les stations d'émission pour éviter tout chevauchement nuisible pour la réception.

Ce phénomène est encore plus redoutable en télévision. Nous savons maintenant que le minimum de points à transmettre entraîne 500.000 impulsions de courant par seconde ! La bande occupée dans l'espace est donc 50 fois plus étendue que pour une émission musicale ! Mais, pour des images plus précises, il faudra multiplier encore ce chiffre par 4 ou par 5 ! Il en résulte que tous les postes risqueraient de se gêner mutuellement et de se brouiller.

C'est pour éviter ce grave inconvénient que l'on utilise des ondes très courtes (au-dessous de 10 mètres). Par contre, celles-ci n'ont qu'une portée réduite et sont arrêtées par les obstacles, par la courbure de la Terre. Il faudra donc prévoir l'établissement de nombreux postes émetteurs (pouvant d'ailleurs se relayer mutuellement). D'autre part, nous savons aussi, d'après ce qui précède, que le récepteur de télévision devra être totalement différent du récepteur de radiodiffusion, puisque les phénomènes dont ils sont le siège sont différents et que la sélectivité doit être également différente.

(1) La fréquence représente le nombre de périodes par seconde d'un mouvement périodique, c'est-à-dire se retrouvant dans les mêmes conditions au bout de temps égaux. Ces temps sont la période du mouvement. Le « cycle » correspond à une fréquence d'une période par seconde. Le kilocycle vaut 1.000 cycles (1.000 périodes par seconde).

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 200, page 169.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 369.

L'émission sans organe mécanique

Nous avons vu que le tube à rayons cathodiques a supprimé tous les organes mécaniques à la *réception*. C'est là un progrès considérable. L'émission, elle aussi, devait profiter de ce perfectionnement (1).

Vers la télévision pratique

De ce long exposé technique mais indispensable pour bien comprendre l'évolution des recherches scientifiques dans le domaine de la télévision, que devons-nous conclure?

Actuellement, il est possible de transmettre des vues de paysages, des scènes animées, des personnages plus ou moins éloignés, sur des écrans de quelques décimètres de côté. On peut utiliser aussi la prise de vue sur un film ordinaire et le transmettre ensuite par télévision. Enfin, comme on sait utiliser les rayons infrarouges invisibles (2), pour « balayer » le sujet, l'objet ou l'image (la cellule photoélectrique étant sensible à ces rayons), on peut faire de la télévision nocturne.

Les ondes employées vont de 4 à 7 mètres seulement et on obtient une puissance de 25 kW-antenne, suffisante pour atteindre l'horizon, portée maximum puisque nous avons vu que ces ondes courtes étaient arrêtées par la courbure de la Terre. Ainsi, la

(1) *La Science et la Vie* a montré comment l'icônoscopie de Zworykin (n° 209, page 411) et l'appareil de Farnsworth (n° 215, page 378) avaient résolu le problème.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, page 177.

Tour Eiffel « porterait » à 60 kilomètres environ (1).

Nous sommes encore dans le domaine expérimental et encore très loin de pénétrer dans le domaine industriel (applications pratiques pour l'usager). Les installations de télévision ayant donné jusqu'ici les meilleurs résultats sont celles d'Allemagne, puis celles d'Angleterre, enfin les essais récents poursuivis en France, qui permettent de bien augurer de l'avenir de la « Radiotélévision », cette nouvelle conquête de la radioélectricité.

JEAN MARCHAND.

(1) En France, les émissions faites chaque semaine par le poste des P. T. T., sur une longueur d'onde de 180 mètres, avec une exploration de 60 lignes par image, ont permis de mettre au point la technique d'exploitation de studios de prise de vue directe. Un nouveau poste émetteur de 10 kilowatts va être installé au sommet de la Tour Eiffel. Ce poste, qui fonctionnera sur une longueur d'onde de 7 mètres et avec une exploration de 180 lignes par image, permettra une bonne réception dans toute la région parisienne. Sa mise en service est prévue pour le printemps 1936. Mais un poste provisoire doit commencer ses émissions le 16 novembre prochain.

Aux *Etats-Unis*, la nouvelle installation expérimental de Camden (New Jersey) transmet 24 images par seconde avec une exploration de 240 lignes par image. Le studio de télévision est établi à 1.500 mètres environ de l'émetteur radioélectrique. D'intéressants essais ont été effectués, notamment la retransmission à partir de l'émission de télévision de New York, relayée en un point intermédiaire, reçue à 5 kilomètres environ de Camden et finalement relayée par l'émetteur de Camden. Il faut signaler que le récepteur utilisé ne comporte qu'un seul système de commande pour l'accord, qui devient aussi facile que celui d'un poste récepteur de radiodiffusion.

La production de la soie artificielle (*rayonne*) a augmenté, dans le monde, d'environ 20 % pendant le premier semestre de 1935 par rapport à celui de 1934. On estime, en effet, à près de 210.000 tonnes la quantité de rayonne fabriquée pendant cette même période. Les trois pays qui viennent en tête sont : les Etats-Unis, le Japon et l'Italie. Le Japon tend même à rattraper les Etats-Unis. Pendant les six premiers mois de 1935, il a, en effet, dépassé 45.000 tonnes, qui, précisément, représentent le chiffre réalisé par l'Amérique l'an dernier, pendant la même période. Aujourd'hui, les Etats-Unis ont déjà atteint 54.000 tonnes en six mois ! C'est un record. La France, patrie de la découverte de la soie artificielle, ne vient qu'au cinquième rang (avec 16.000 tonnes pour le premier semestre de cette année), derrière les trois nations précitées, ainsi que l'Angleterre et l'Allemagne. Elle précède, par contre, la Hollande, la Pologne, la Belgique et la Suisse (1). Ainsi les textiles artificiels (2) s'avèrent des concurrents de plus en plus redoutables pour la plupart des textiles naturels. Cela s'explique surtout par leur bas prix de revient, qui leur permet, pour les produits fabriqués de qualité secondaire, de trouver des débouchés beaucoup plus étendus que ceux réservés aux industries de luxe (pour la soie, par exemple), surtout à une époque de restriction où la clientèle est plus limitée.

(1) Il est à noter que, seules, la Suisse et la Hollande sont en régression. Cela tient, sans doute, aux difficultés d'exportation de ces pays n'ayant pas dévalué leur monnaie depuis la guerre.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 21.

A PROPOS DU SALON DE LA RADIO DE PARIS

LES Salons de Radio (Paris, Londres, Berlin) — qui, périodiquement, présentent ce que l'on désigne sous le nom impropre de « nouveautés en T. S. F. » — ont au moins l'avantage de permettre aux organes indépendants de faire, à cette occasion, le point dans ce vaste domaine de la radiodiffusion et d'éclairer l'immense public qui s'intéresse à ses progrès.

Pourquoi la France n'occupe que le quatrième rang dans le Monde

Tout d'abord, quelques considérations générales : alors que les Etats-Unis enregistrent 20 millions de récepteurs, l'Allemagne, 6.520.000, l'Angleterre, 7 millions environ, la France accuse humblement 2.009.777 postes déclarés (au 31 août dernier) (1). Ce retard — chez un peuple de plus de 42 millions d'habitants — s'explique, selon nous, par plusieurs motifs, dont voici les principaux : puissance inférieure des postes émetteurs français ; valeur médiocre des programmes ; prix encore trop élevés en France pour acquérir des appareils de qualité. L'Administration des P. T. T. vient de se décider à développer — grâce à de nouvelles stations transformées ou en cours de construction — la radiodiffusion à *grande puissance* (60, 90 et 120 kW), qui est encore loin de rivaliser avantageusement avec l'étranger (2). Jusqu'ici, nos émissions étaient, en effet, le plus souvent, « dominées » par celles des autres nations, mieux équipées, comme l'Italie et l'Allemagne, par exemple.

A ce propos, pourquoi établir en France tant de stations (de 60 kW et plus) si *rapprochées* les unes des autres (Lyon, Grenoble, Marseille, Nice, par exemple)? Une seule, bien équipée et puissante, suffirait dans cette région et coûterait moins cher que quatre stations moyennes. Les premiers essais de Nice-La Brague ont prouvé que

(1) Sans compter les fraudeurs ! On estime à plus de 20 % les « usagers » qui ne déclarent pas leurs postes récepteurs aux P. T. T. Aussi le budget français mis à la disposition du service de la Radiodiffusion n'est-il que de 90 millions. Et encore, sur cette somme minime, la moitié est affectée à d'autres chapitres de dépenses. L'Angleterre consacre 400 millions à la Radio et l'Allemagne, près de 800 millions.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 45.

l'on entendait parfaitement cette station des villes précitées ! Quant à nos postes émetteurs « privés », on sait qu'ils sont provisoirement « tolérés » par les P. T. T., qui jouissent du monopole de la radiodiffusion, comme c'est le cas, du reste, pour la plupart des Etats. De telles exploitations non officielles sont donc, en quelque sorte, provisoires et ne subsistent que grâce au secours de cette publicité radiophonique, si fastidieuse pour l'auditeur. Cependant, il est juste de reconnaître qu'elles ont témoigné d'un effort artistique et documentaire beaucoup plus méritoire que celui manifesté, il y a peu de temps encore, par le réseau de l'Etat français. Celui-ci nous gratifie notamment de « causeries », dites documentaires ou scientifiques, dont l'indigence — pour la plupart — ne le dispute qu'à l'absence de tout souci d'actualité et de tout effort d'information pour explorer ce vaste domaine de l'activité intellectuelle internationale, sans cesse en gestation (1).

Dans les études régulièrement consacrées ici aux progrès radiotechniques, nous avons exposé au jour le jour les perfectionnements réalisés dans le monde entier pour améliorer les qualités d'un récepteur : *sélectivité* (normale ou réglable), *musicalité* (ces deux qualités s'opposant techniquement dans un même appareil), *sensibilité*, sans omettre les dispositifs aujourd'hui couramment adoptés : réglage visuel (cadran-avion des Américains), postes « toutes ondes » de 20 à 2.000 mètres, antifading (2), etc. Nous y reviendrons sous la signature de nos techniciens spécialisés.

Nos appareils sont encore trop chers

Quant aux prix de vente — et ce n'est pas là le facteur le moins important pour la diffusion de la Radio — ils sont encore trop élevés

(1) Le journal par radio constitue déjà une concurrence sérieuse pour la presse quotidienne d'information. Il est à prévoir que les progrès électromécaniques que la science a mis à sa disposition, depuis un quart de siècle à peine, la transformeront dans un avenir plus ou moins éloigné. Nous assisterons à une évolution — plus ou moins rapide — des moyens d'information, d'illustration, de distribution des journaux, dont on ne peut actuellement que pressentir les transformations profondes et prochaines.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 127.

en France (1). Pour acquérir ce que l'on appelle un *bon* poste 1935-1936, de 5 à 8 lampes (2), en superhétérodyne, avec tous les perfectionnements actuels, les prix oscillaient, au dernier Salon de Paris, entre 1.200 et 2.500 francs (prix fort du catalogue), ce qui n'accuse pas de diminution par rapport à ceux de l'an dernier. Cependant, quand on compare la qualité et les prix de la plupart des appareils fabriqués en Allemagne ou en Amérique, notamment, on s'explique mieux pourquoi la France ne vient qu'au troisième rang en Europe pour le nombre des sans-filistes répartis sur son territoire (3). En ce qui concerne ces prix, combien de lettres n'avons-nous pas reçues à ce sujet, surtout depuis qu'une récente affaire de fraude en matière de douanes a révélé au grand public qu'une lampe de T. S. F. (de valeur technique au moins égale) coûtait à Paris six fois plus cher qu'à New York ! Et les appareils à l'avenant.

En France, nous n'en sommes pas encore là et le profane s'étonne ! C'est le rôle des périodiques techniques indépendants et heureusement libérés du souci excusable d'accroître leurs ressources grâce à la publicité des grandes firmes, d'orienter l'opinion dans la bonne voie : choix de la qualité scientifique dûment établie et contrôlée, justification des prix demandés (4). G. B.

* * *

Rappelons ici quelques définitions pour nos sans-filistes débutants :

La sensibilité d'un récepteur de radiodiffusion consiste dans sa faculté de recevoir des émissions lointaines ou de faible puissance. Elle est le résultat de l'amplification des courants

haute fréquence avant leur détection, qui a pour but de rendre l'audition possible.

La sélectivité d'un appareil se définit par son pouvoir de séparation des ondes de diverses fréquences. Elle dépend donc de la constitution des différents circuits étudiés pour ne laisser passer qu'une certaine *bande* de fréquences. Le plan d'organisation de Lucerne (voir *La Science et la Vie*, n° 200, p. 169) ayant accordé aux stations d'émission une bande de fréquences de 9 kilocycles (9.000 périodes par seconde), on doit pouvoir ainsi séparer deux émissions dont les fréquences ne diffèrent que de 9 kilocycles. Rien n'empêche, d'ailleurs, de réaliser une sélectivité encore plus poussée, mais obtenue, par contre, au détriment de la reproduction des notes basses ou aiguës. C'est pourquoi on tend, actuellement, vers la *sélectivité variable* (étudiée ici, n° 211, page 56), le maximum de *fidélité* de reproduction correspondant au minimum de *sélectivité* compatible avec l'audition (distincte et sans brouillage) de la station reçue.

La puissance d'un poste récepteur correspond à l'intensité sonore de l'audition. Elle est fonction des étages basse fréquence (après détection) de l'appareil récepteur. Si, par exemple, la tension-plaque d'une lampe est de 300 volts et que sa consommation soit de 30 milliampères, sa puissance (voltage multiplié par ampérage) est de 9 watts. Mais, pour la portion modulée du courant, la puissance réellement utile à la sortie et reçue par le haut-parleur est forcément inférieure, par exemple 6 watts seulement. C'est ce qu'on appelle la puissance modulée.

La musicalité consiste dans la reproduction des sons émis devant le microphone. Toute question d'émission et d'organisation d'un auditorium mise à part, la musicalité dépend de l'amplification, par le récepteur, des diverses fréquences correspondant aux notes émises. Il n'y aura aucune distorsion si toutes les fréquences sont amplifiées par le poste de la même façon.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 458.

(2) Nous mettons en garde le lecteur contre l'attrait du grand nombre de lampes : un poste à 5 lampes peut avoir un rendement double de celui d'un poste à 6 et même 7 lampes ; tout dépend uniquement des *caractéristiques* des lampes utilisées et de leur *montage*.

(3) Proportionnellement au chiffre de sa population, c'est le Danemark qui vient au premier rang dans le monde, avec 16 appareils pour 100 habitants, les deux tiers des foyers y sont en effet possesseurs d'un appareil récepteur.

(4) Nous ne pouvons nous empêcher de constater — en parcourant les annonces de fabricants de postes de « T. S. F. » dans les quotidiens et les revues spéciales — l'abus qu'y font les constructeurs de termes techniques incompréhensibles pour la plupart des lecteurs, ces clients éventuels. Qu'on en juge par ces quelques exemples à propos du dernier Salon de Paris : super-antifading, antifading retardé, réglage gyroscopique, fréquences accordées sur tant de kilocycles, compensation automatique, puissance en watts modulés, push-pull, haute fidélité musicale, présélecteurs par bobinages à fer, condensateur variable à double démultiplication, multi-inductance, changeuse pentagride correspondant aux trois plages : courtes, moyennes, grandes ondes, push-pull cathodique. Par l'emploi abusif de ces termes techniques, — compréhensibles pour les seuls spécialistes et

quelques amateurs particulièrement initiés, — il semble que cette publicité n'a pour résultat que d'égaler l'acheteur en lui faisant croire qu'on lui présente des « nouveautés sensationnelles ». En réalité, d'une année à l'autre, les postes émetteurs n'offrent — dans la plupart des cas — que les perfectionnements de détail dont l'utilité est parfois contestable. Pour compléter ces quelques réflexions, qu'il nous soit permis de protester contre cette épithète de « technique stabilisée » dont on a voulu gratifier le Salon de la Radio de 1935, comme si — dans les domaines de la science appliquée — le progrès n'était pas continu et infini. Tout au plus peut-on admettre que le perfectionnement technique marque des « paliers » au cours de son évolution, — et encore ces temps d'arrêt sont de très courte durée...

Les revendeurs des grandes ou petites agglomérations nous ont souvent exprimé le désir de voir les fabricants limiter leurs modèles à un petit nombre, répondant à une catégorie bien définie d'acheteurs possibles. Il n'est pas rare de constater qu'une firme offre au public cinq ou six appareils différents... C'est une charge supplémentaire pour le commerçant, et un choix compliqué pour l'acheteur. Que l'industrie de la Radio prenne modèle sur celle de l'Automobile, qui, ces temps derniers, — par un esprit louable de rationalisation, — a su, pour chaque firme, se contenter de quelques types bien adaptés suivant la clientèle visée.

POUR REMÉDIER AU GIVRAGE DES AVIONS

Par F. BRUN

INGÉNIEUR CIVIL DE L'AÉRONAUTIQUE

On se souvient que le raid transatlantique de Lindbergh (1) faillit être interrompu par le dépôt de glace formé sur les ailes de l'avion, qui, en l'alourdissant, diminuait considérablement ses qualités de vol. De même, on a voulu attribuer la catastrophe de l'Emeraude (2) au givrage des carburateurs. La formation de glace constitue, en effet, un des plus graves dangers qui menacent les aviateurs. Ce danger est aujourd'hui heureusement écarté, soit par le réchauffage des carburateurs (au moyen des gaz d'échappement, de l'eau de refroidissement ou de l'huile de graissage), soit par des dispositifs tout récents contre le dépôt de glace se produisant notamment sur le bord d'attaque des ailes (méthode thermique, pneumatique ou physico-chimique). De même, les instruments de bord indispensables au pilotage, surtout par temps de brume favorable à la formation de givre, sont aujourd'hui protégés contre ce phénomène qui les paralyse.

LES progrès réalisés dans l'établissement des avions sont tels qu'à l'heure actuelle il est très rare qu'une catastrophe puisse être imputée à un défaut de construction. L'étude des moteurs, leurs essais prolongés rendent la « panne » de moins en moins probable ; les qualités des matériaux employés, notamment des alliages légers à grande résistance, permettent à la cellule de vaincre d'importantes surcharges.

Mais il ne faut pas oublier que l'avion se déplace dans un milieu, l'atmosphère, dont les caractéristiques sont éminemment variables. Sa sustentation et sa stabilité sont dues à l'équilibre des forces engendrées par la réaction de l'air sous les plans, selon la vitesse de l'appareil et la densité de l'air qui le supporte. Un défaut de fonctionnement du moteur, un alourdissement de l'appareil dus aux conditions météorologiques risquent donc de provoquer l'atterrissage forcé, sinon la chute. Or, quel que soit le soin consacré à la préparation d'un raid ou d'un voyage aérien, quelle que soit la minutie apportée à l'étude de la carte météorologique, certains phénomènes imprévisibles à l'avance, et néfastes, guettent l'appareil volant et ses passagers.

Parmi ceux-ci, il faut particulièrement signaler le « givrage ».

Qu'est-ce que le givrage des avions ?

On sait que le givre est une couche de glace, généralement assez mince, qui se

forme au contact d'une atmosphère chargée d'humidité avec un corps suffisamment refroidi.

En ce qui concerne les avions, il faut distinguer deux causes de givrage, selon qu'il s'agit du moteur ou de la cellule, en y comprenant les instruments de navigation.

Le givrage du groupe moteur Comment on le combat

Dans le groupe propulseur, c'est du givrage du carburateur qu'il faut parler, car le moteur est toujours assez chaud pour rendre impossible la formation de glace, occasionnant le grippage des organes en mouvement.

On sait que le moteur est alimenté par un mélange gazeux dû à la volatilisation de l'essence dans l'air. C'est le rôle du carburateur de préparer le mélange combustible. Or, l'évaporation d'un liquide produit toujours un abaissement de température. Si cette évaporation se produit sans un apport extérieur de chaleur, elle s'effectue en empruntant au liquide lui-même les calories nécessaires. (Certaines machines à glace sont basées sur ce phénomène d'évaporation de l'eau.) Le liquide (ici l'essence) est donc refroidi. Les parois du carburateur en contact avec cette essence se refroidissent également, de même que l'air contenu dans le mélange, car lui aussi cède des calories à l'essence qui s'évapore. Dans ces conditions, il peut se produire une condensation de la vapeur d'eau contenue dans cet air et même un dépôt de glace. Celle-ci se

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 123, page 209.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 201, page 248.

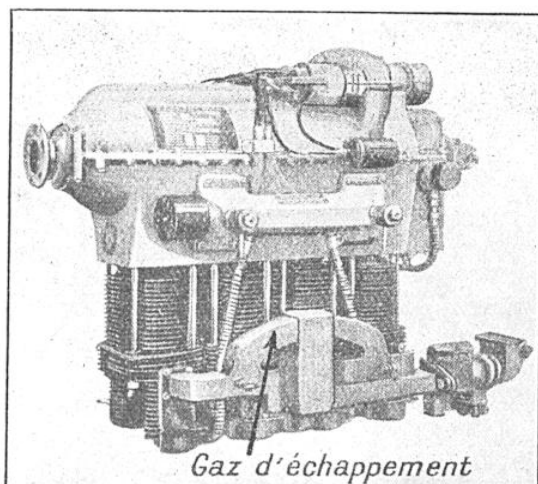


FIG. 1. — RÉCHAUFFAGE DE LA TUBULURE D'ADMISSION PAR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT. La tubulure d'admission est entourée d'une gaine, en tôle d'acier inoxydable (de section carrée sur la figure), parcourue par les gaz chauds à la sortie des culasses, avant de s'échapper dans l'atmosphère.

formant sur le « papillon », sur le « venturi », entraîne des troubles de fonctionnement pouvant aller jusqu'à l'impossibilité de manœuvre du papillon lui-même. De plus, la qualité du mélange combustible air-essence n'est plus régulièrement assurée ; en effet, il peut être enrichi par diminution de la section d'air ou appauvri par diminution de la sortie d'essence.

En automobile, on place le carburateur aussi près que possible du bloc moteur afin que la chaleur de la masse des cylindres se communique au carburateur. En aviation, l'air aspiré variant sans cesse de température — et dans de très larges limites — avec l'altitude, on doit prévoir le réchauffage du carburateur et de la tuyauterie d'admission. Trois

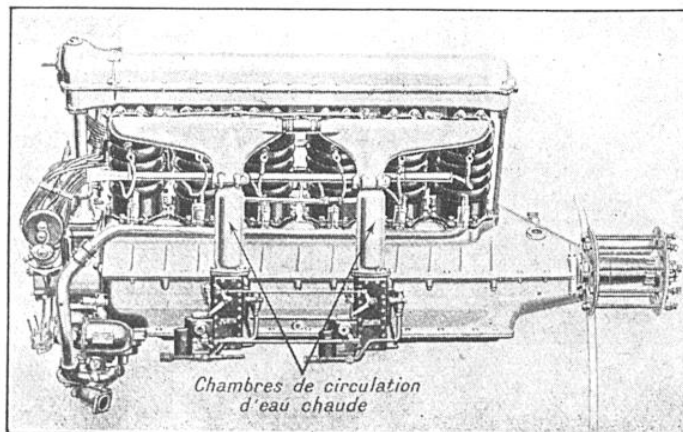


FIG. 3. — MOTEUR D'AVION OU LE RÉCHAUFFAGE DES CARBURATEURS EST ASSURÉ PAR CIRCULATION D'EAU CHAUDE. Venant de fonderie avec la tubulure d'admission, on voit nettement la chambre d'eau, parcourue par l'eau de refroidissement qui maintient la température sensiblement constante.

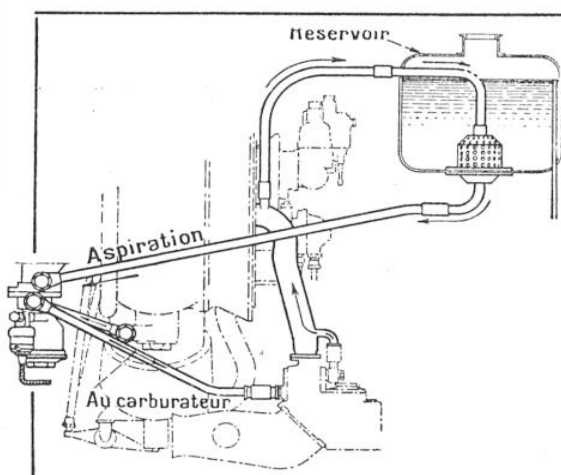


FIG. 2. — SCHÉMA DU RÉCHAUFFAGE PAR LA CIRCULATION D'HUILE

Les flèches indiquent clairement le circuit de l'huile venant du réservoir, graissant le moteur où elle s'échauffe, puis passant dans le filtre, allant au carburateur qu'elle réchauffe ainsi que la tubulure d'admission, avant de retourner au réservoir.

sources de chaleur peuvent être utilisées :
— les gaz d'échappement ;
— l'eau de refroidissement du moteur ;
— l'huile de graissage.

Les solutions sont donc multiples. Il suffit d'entourer les tubes d'une chemise dans laquelle circule l'élément choisi pour le réchauffage. En réchauffant l'air aspiré, on évite la condensation dans les tubulures, cause de perturbation dans le régime du

moteur. On peut, généralement, régler la température de cet air. Dans certains appareils, un thermostat assure automatiquement ce réglage.

Ainsi le problème du givrage est résolu en ce qui concerne l'alimentation du moteur.

Signalons que si les gaz d'échappement assurent un réchauffage

immédiat, ils peuvent être insuffisants au ralenti. L'emploi de l'eau de refroidissement exige un certain temps pour atteindre la température convenable ; par contre, elle conserve sa température au ralenti ou dans un vol piqué un peu long. L'huile semble allier les avantages et inconvénients

des deux premières sources de chaleur et souvent on utilise à la fois les trois modes de réchauffage.

Le givrage de l'avion lui-même et des instruments de bord

Nous avons vu que le refroidissement du carburateur et des tubulures d'admission du mélange combustible provenait surtout de l'évaporation de l'essence, consommant des calories dont la perte doit être compensée par un apport extérieur de chaleur.

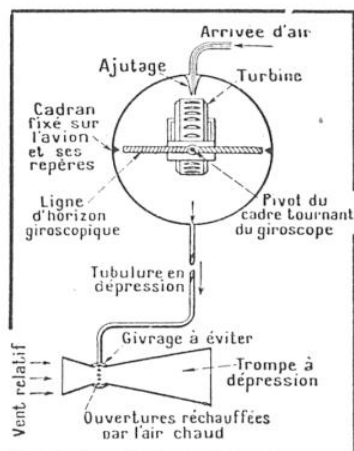


FIG. 4. — SCHÉMA DU FONCTIONNEMENT DU RÉCHAUFFAGE DE L'AIR DANS L'INDICATEUR D'HORIZON

Le tube d'arrivée d'air prend naissance dans la cabine de pilotage ; l'air aspiré est donc à température voisine de 18 à 20°, et les ouvertures minuscules de la trompe sont réchauffées par la circulation d'air tiède.

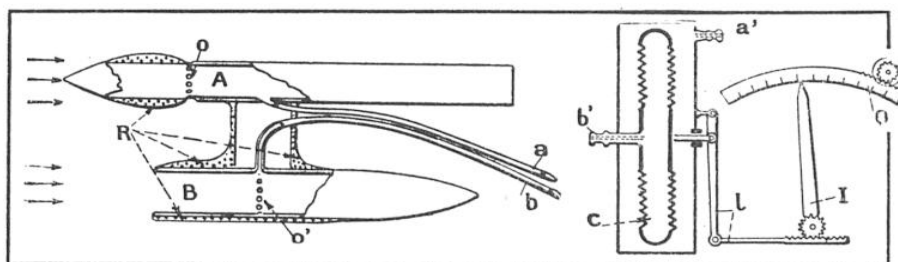


FIG. 5. — TUBE DE PITOT DE L'INDICATEUR DE VITESSE ET SYSTÈME DE RÉCHAUFFAGE ÉLECTRIQUE PERMETTANT D'ÉVITER LE GIVRAGE

Le tube de Pitot se compose ici de deux parties distinctes : 1° l'antenne d'aspiration en A est en relation par les ouvertures O avec le tube a, relié à a' de la boîte manométrique ; 2° l'antenne de pression B est en relation par les trous O' avec le tube b, relié à b' de la capsule manométrique, qui reçoit donc un effort différentiel variant avec la vitesse et commande les mouvements de l'aiguille I par le levier l. Le réchauffage des orifices O et O' est obtenu au moyen de la résistance électrique R.

tanément, mais il cesse dès que l'appareil a pris la température ambiante. Si celle-ci est supérieure à 0°, la glace fond ;

2° Les éléments de nuages traversés sont au-dessous de 0°. Ils déposent sur la voilure une couche de glace. Ce dépôt est balayé par le vent relatif, d'autant mieux que la vitesse est plus grande, mais, sur l'avant de l'aile, il demeure ;

3° Des nuages s'abattent sous forme de pluie, par suite de courants d'air froid. Au contact de l'avion, l'eau se transforme en glace et se dépose sur la surface supérieure des ailes ;

4° Chaque fois qu'un avion traverse certaines brumes à température relativement basse, il suffit que la pression barométrique varie pour qu'il y puisse se former du givre.

Comment on protège les instruments de bord

On sait que l'avion en vol est en équilibre sous l'action de forces dont les résultantes longitudinales et transversales doivent passer par son centre de gravité. Le pilote maintient l'appareil dans la position voulue en se guidant sur l'horizon. Lorsque celui-ci n'est pas visible, par temps de brume ou pendant la nuit, on utilise des appareils de bord dont les deux principaux, pour le vol dit « aveugle », sont l'horizon artificiel et l'indicateur de vitesse. Que ceux-ci cessent de fonctionner normalement et c'est le risque de catastrophe.

L'horizon artificiel est constitué par un gyroscope entraîné par une turbine à air (fig. 4). Le second appareil est un manomètre dont la pression varie suivant la vitesse. En effet, l'effort dynamique de l'air est transformé en effort statique par une

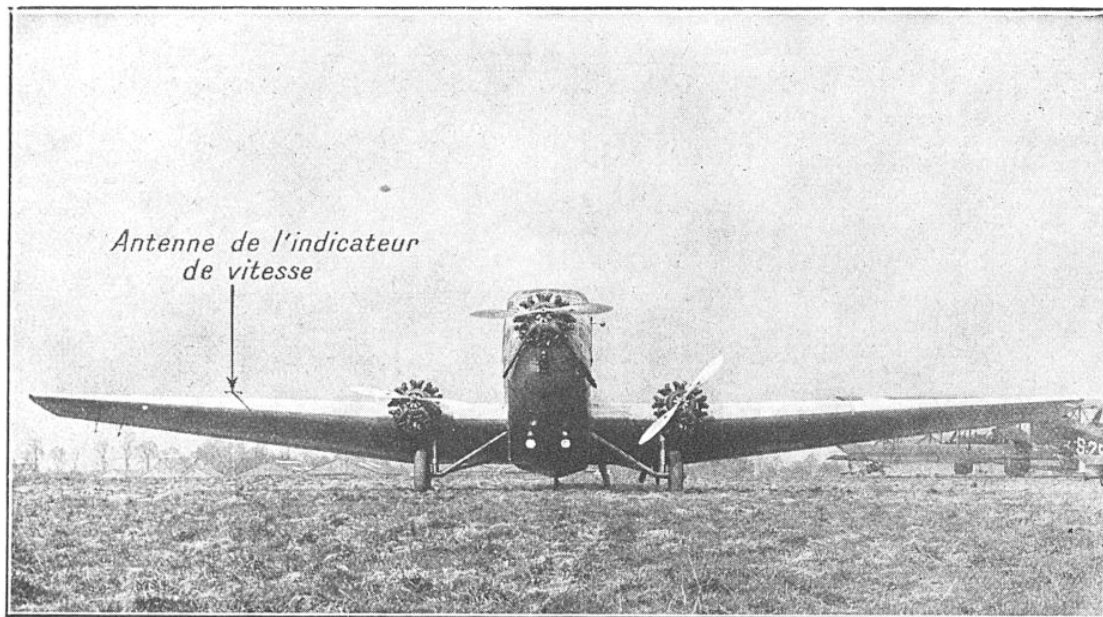


FIG. 6. — MONTAGE, SUR UN AVION « WIBAULT » DE TRANSPORT, DE L'ANTENNE DE L'APPAREIL INDICATEUR DE VITESSE QUI DOIT ÊTRE PROTÉGÉ CONTRE LE PHÉNOMÈNE DE GIVRAGE. La photographie montre la position de l'antenne support d'indicateur de vitesse. Celle-ci est composée d'un long mât horizontal, dont l'extrémité antérieure est ainsi située en dehors des remous formés par le bord d'attaque de la voilure, afin de donner les indications les plus précises possibles.

trompe spéciale placée dans le lit du vent.

Ces deux appareils (turbine et manomètre) sont actionnés par le vent passant dans des tubulures alimentés par des trous très fins et situés en avant du fuselage. Le givrage, en bouchant ces ouvertures, arrête le fonctionnement des instruments.

Pour éviter ce danger, en ce qui concerne l'horizon artificiel, on peut placer la trompe d'alimentation dans une zone d'air chaud et sec, en arrière des collecteurs d'échappement. De plus, en branchant l'entrée d'air sur une tubulure en relation avec l'intérieur de la cabine, la tubulure étant en dépression, l'air arrivant à la trompe est tiède et peu chargé d'humidité.

Le givrage ne peut se produire.

On peut aussi brancher l'« horizon artificiel » sur la tubulure d'admission au moteur, la dépression assurant la marche du gyroscope. Mais, en cas de panne du moteur, cette méthode est inopérante, au moment même où le pilote a besoin de voler « en aveugle » pour chercher à atterrir. Aussi, cette solution n'est-elle adoptée que dans le cas où, pour plus de sécurité, on double les instruments de bord.

En ce qui concerne l'indicateur de vitesse, alimenté par une trompe à air spéciale (tube de Pitot), on réchauffe le plus souvent le petit orifice de la zone de dépression au moyen d'une résistance électrique branchée sur les accu-

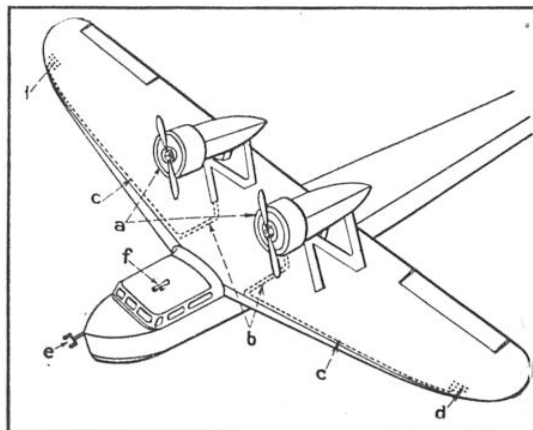


FIG. 7. — SYSTÈME ANTIGIVREUR CALORIFIQUE : SYSTÈME « BURELLO »

Des collecteurs annulaires d'échappement a, les gaz chauds arrivent par les canalisations b dans les bords d'attaque et s'échappent par les grilles d. La tubulure c court tout le long du bord de l'aile. On remarque sur la figure en e l'antenne de l'indicateur de vitesse de vol et la trompe f de l'indicateur gyroscopique d'horizon.

mulateurs ou la génératrice alimentant l'appareil de T. S. F. de l'avion.

La lutte contre le givrage de la voilure

Le dépôt de glace sur la voilure présente de dangereuses conséquences que l'Institut

éliminer ce grave danger. Plusieurs solutions ont été imaginées.

Méthode Goodrich. — Sur le bord d'attaque de l'aile, et tout le long de celle-ci sont placées trois chambres à air spéciales, en caoutchouc, dont la partie postérieure est

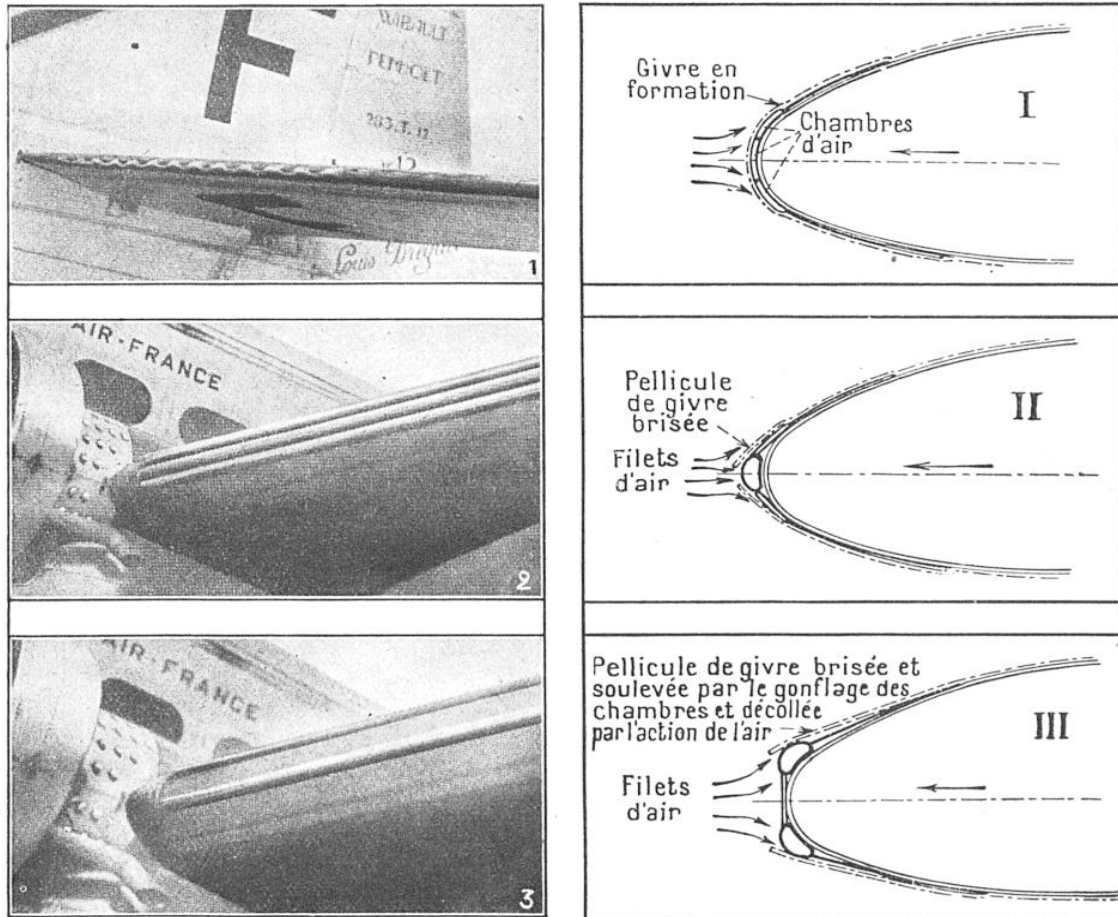


FIG. 8. — PHOTOGRAPHIES ET COUPES DU DÉGIVREUR « GOODRICH », COMPOSÉ DE TROIS BOURRELETS PNEUMATIQUES SUPERPOSÉS, MONTÉS SUR LE BORD D'ATTAQUE D'UN AVION I, dégivreur de l'empennage au repos ; II, dégivreur en fonctionnement (1^{re} phase) : le bourrelet central se gonfle et brise la glace ; III, dégivreur en fonctionnement (2^e phase) : les bourrelets latéraux se gonflent et décollent la glace qui est alors arrachée par le vent relatif dû à la vitesse de l'avion.

allemand de Recherches aérodynamiques a ainsi résumées :

1^o Surcharge considérable de l'avion (plusieurs centaines de kilogrammes pour quelques millimètres de glace) pouvant dépasser la charge maximum admise ;

2^o Modification du profil de l'aile et, par suite, diminution du rendement aérodynamique pouvant empêcher le vol.

La chute peut être rapide, suivie d'une destruction totale. Aussi a-t-on cherché à

collée sur la paroi profilée. Au repos, ces chambres épousent la forme de l'arrondi extérieur de la voilure. Ces trois chambres, parallèles, peuvent être mises en communication avec un distributeur d'air comprimé.

Du givre vient-il à se déposer ? Le pilote gonfle d'abord la chambre centrale qui fait éclater la glace, puis les chambres supérieure et inférieure qui écartent les morceaux de glace. La vitesse du vent relatif se charge de balayer cette glace. Ce dispositif a été

utilisé avec succès en France sur un avion de transport Wibault.

Méthode thermique Burello. — Ce procédé semble donner également satisfaction. Il consiste à réchauffer le bec métallique de l'aile au moyen des gaz d'échappement du moteur circulant dans une tubulure appropriée. Ajoutons qu'il apporte une solution au problème — depuis longtemps à l'étude — de la diminution du bruit de l'échappement.

Méthode physico-chimique Dunlop. — Ce système consiste à injecter, dans une canalisation située sur l'arête avant de l'aile, un liquide se combinant à l'eau avec dégagement de chaleur et en même temps évitant l'adhérence de la glace. Celle-ci est alors enlevée par le balayage du vent relatif.

L'inventeur, M. Lockspeiser, utilise un mélange d'éthyl-glycol et d'alcool éthylique (le but de ce dernier est de retarder l'augmentation de la viscosité du liquide).

L'appareil, appelé *Anticer*, se compose

d'un tube percé de trous capillaires tous les 5 ou 6 millimètres et encastré dans une bande de caoutchouc collée à l'avant de l'aile. Le tout est recouvert d'une gaine de coton poreux, elle-même enveloppée de cuir spongieux. Le liquide injecté sous pression

filtre à travers ces parois et suinte à la surface du cuir, où il fait fondre la glace.

Ce procédé a donné d'excellents résultats. La dépense de liquide est faible, quelques kilogrammes pour plusieurs heures de vol pour un gros avion. L'ensemble du dispositif ne pèse qu'une dizaine de kilogrammes pour un appa-

reil de 5 à 6 tonnes, ce qui est négligeable.

La science et la technique ont donc réussi à nous armer contre ce terrible ennemi que constitue le givrage. Il est à souhaiter que tous les avions, militaires ou civils, des grandes compagnies aériennes ou des particuliers, soient munis de ces dispositifs simples qui leur assureront le maximum de sécurité.

F. BRUN.

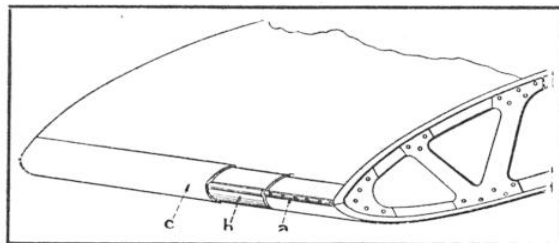


FIG. 9. — MONTAGE DE L'« ANTICER DUNLOP » SUR L'ARÊTE DE LA VOILURE

a, tube percé de trous capillaires; b, gaine en coton formant mèche; c, cuir spongieux, répartissant le liquide sur le bord d'attaque.

Sur mer, — comme dans les autres domaines de la locomotion, — la vitesse est une condition essentielle du développement des transports à grande distance. C'est pourquoi les compagnies maritimes se préoccupent d'accélérer sans cesse les traversées pour attirer le plus possible de passagers sur leurs lignes de navigation (1).

Depuis la mise en service du paquebot *Normandie*, ce souci n'a fait que croître. Les chantiers de la Clyde achèvent la *Queen-Mary*, qui, dit-on déjà, surclassera le liner français. Mais voici que les Allemands ont décidé de transformer leurs magnifiques unités *Bremen* et *Europa*, pour leur donner une vitesse plus grande. Les ingénieurs du Reich vont porter ainsi de 120.000 ch à 180.000 ch la puissance de ces deux navires. Ils sont su mettre à profit les perfectionnements récents de la technique mécanique et de la métallurgie pour diminuer notamment le poids, l'encombrement, la consommation en combustible (fuel-oil).

Dans le même ordre d'idée, on procède, dans certaines marines nationales, à des transformations semblables pour les bâtiments de combat. D'anciens cuirassés (type *Doria* en Italie, type *Bretagne* en France) ont été ainsi rajeunis en les dotant d'appareils de propulsion plus puissants, ce qui les a rendus évidemment plus rapides.

Il semble que l'Amirauté britannique s'oriente aussi vers la modernisation des anciens cuirassés. Déjà, le fameux croiseur de bataille *Renown* avait été allongé pour y loger un plus grand nombre de chaudières; mais voici que le non moins fameux cuirassé de 45.000 tonnes *Hood* doit être prochainement modifié.

Ainsi, au fur et à mesure que croît la rapidité des navires, les marines marchandes et militaires rajeunissent leurs flottes, car la vitesse est l'apanage de la jeunesse.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 220, page 317.

UNE FORME ORIGINALE DE RADIODIFFUSION

LA FRANCE AURA-T-ELLE BIENTOT DES ABONNÉS A LA TÉLÉDIFFUSION COMME EN ANGLETERRE ?

Par C. VINOGRADOW

INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

Si les appareils récepteurs modernes dits de T. S. F. permettent d'entendre un grand nombre de stations, même éloignées, la majorité des auditeurs se contente cependant de fixer son choix entre un petit nombre de programmes définis, choix facilité aujourd'hui par les « relais » de plus en plus adoptés. Se basant sur cette constatation, certains pays, comme l'Angleterre, la Belgique, la Suisse, ont créé une vaste organisation de « télédiffusion », qui assure à ses abonnés une réception de qualité (puissance constante, pureté, musicalité, et, par suite, exempte de parasites) d'un certain nombre de programmes. Deux méthodes sont utilisées pour atteindre ce but, que nous dénommerons, en traduisant littéralement leur appellation d'origine : « rediffusion » et « téléprogramme ». Le premier procédé, indépendant de tout réseau existant, consiste à relier les abonnés au « centre de distribution » par autant de câbles spéciaux que de programmes offerts. Le deuxième utilise le réseau téléphonique normal. Chaque abonné dispose d'un sélecteur pour le choix de l'audition. On compte déjà en Angleterre plus de 150.000 abonnés à ces services de « télédiffusion » ; plus de 30.000 en Suisse ; 6.000 en Belgique et 1.200 en Autriche. Une organisation de ce genre est actuellement à l'étude au ministère des P. T. T. ; mais, quant à présent, il n'existe rien en France dans ce domaine original de la radiodiffusion.

LES progrès réalisés dans les postes radio-récepteurs permettent aujourd'hui d'établir des appareils capables de recevoir un grand nombre de stations et de les séparer convenablement. Certaines circonstances limitent malheureusement les avantages des meilleurs postes. Ce sont notamment les parasites atmosphériques et industriels (on sait que la lutte est engagée contre ces derniers), le fading (1) (à peu près vaincu aujourd'hui), les interférences entre certaines stations, l'accroissement de la sélectivité et de la sensibilité nécessaires pour satisfaire la clientèle. Aussi ne croyons-nous pas exagéré d'affirmer qu'un très grand nombre de sans-filistes se contentent, en pratique, de l'écoute de stations rapprochées, préférant la facilité des réglages et la qualité musicale à la captation, un peu sportive, de stations lointaines. D'ailleurs, les « relais » effectués dans tous les pays, surtout des postes d'Etat, par des émetteurs disséminés sur le territoire national, permettent aux auditeurs d'entendre dans d'excel-

lentes conditions, les émissions un peu éloignées. On sait que cette méthode est surtout utilisée en Allemagne, en Angleterre, en Italie (1). Certes, le nombre de programmes est ainsi limité, mais ceux-ci peuvent être améliorés.

Dans le même but a été créé dans certains pays (Angleterre, Belgique, Suisse), un service de « télédiffusion » garantissant, pour les programmes choisis, la meilleure réception possible aux « abonnés » à ce service.

Deux méthodes sont actuellement mises en œuvre pour cela. Nous les nommerons, en traduisant littéralement leurs appellations d'origines : « rediffusion » et « téléprogramme ». La première est indépendante de tout réseau préexistant ; la deuxième utilise les lignes téléphoniques déjà en service.

Comment fonctionne le système de « rediffusion »

Un centre de distribution reçoit, sur des appareils séparés, un nombre déterminé

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 127.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 45.

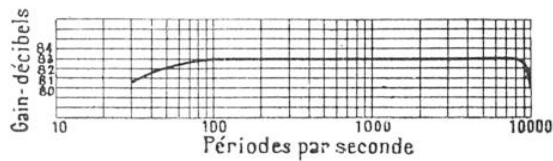


FIG. 1. — COURBE CARACTÉRISTIQUE D'UN AMPLIFICATEUR DE REDIFFUSION

La partie rectiligne de la courbe montre la constance de l'amplification avec la fréquence (de 100 à 8.000 périodes-seconde) pour l'amplificateur L M T de 250 watts utilisé pour la rediffusion.

de programmes. Tout est mis en œuvre pour assurer l'excellence de la réception : les appareils sont installés (ou tout au moins leurs antennes), dans des régions dépourvues de parasites industriels et sont parfaitement réglés.

Des amplificateurs transmettent ensuite les programmes aux « abonnés » par l'intermédiaire de câbles spéciaux. Ce réseau comprend un certain nombre de câbles doubles permettant par conséquent le choix entre plusieurs programmes. Il suffit à l'abonné de brancher un haut-parleur sur la ligne correspondant au programme choisi.

L'auditeur est assuré, d'une part, de disposer de la puissance nécessaire pour son haut-parleur (entre 50 et 100 milliwatts) et, d'autre part, d'avoir une excellente audition, grâce à l'étude poussée des amplificateurs de départ dont la variation de puissance selon la fréquence ne dépasse pas 5 décibels (1) (entre 100 et 5.000 périodes par seconde par rapport à la fréquence de 800 périodes par seconde prise comme base). Ainsi les sons graves et aigus sont parfaitement rendus. La courbe (fig. 1) est précé-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 110.

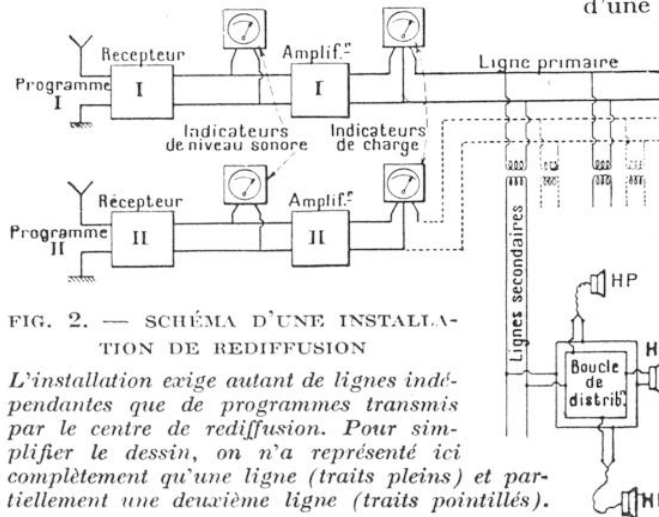


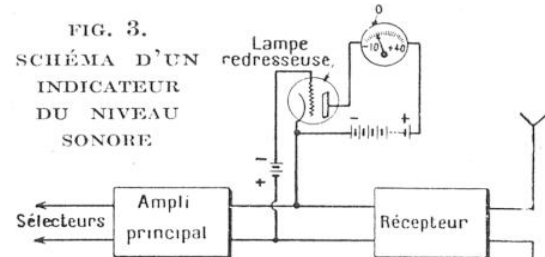
FIG. 2. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION DE REDIFFUSION

L'installation exige autant de lignes indépendantes que de programmes transmis par le centre de rediffusion. Pour simplifier le dessin, on n'a représenté ici complètement qu'une ligne (traits pleins) et partiellement une deuxième ligne (traits pointillés).

sément une remarquable « caractéristique » d'amplificateur de rediffusion établi par L M T. On voit qu'elle est rectiligne sur presque toute son étendue.

Voici comment fonctionne une telle installation de rediffusion (fig. 2). Chaque récepteur est relié à un amplificateur alimentant une ligne primaire réunie, par des transformateurs abaisseurs, à des lignes secondaires desservant chacune un quartier ou un groupe d'immeubles au moyen de « boucles de distribution » sur lesquelles sont branchés les haut-parleurs.

Mais le nombre d'auditeurs étant essentiellement variable, pour assurer une repro-



Les signaux reçus font varier le potentiel de la grille de la lampe redresseuse. Cette grille étant polarisée négativement, les signaux sont redressés. La déviation du milliampèremètre est proportionnelle à l'amplitude des signaux. La graduation est faite en décibels. Le zéro de l'échelle correspond à l'amplitude moyenne.

duction régulière et avec le meilleur rendement économique, il faut régler la puissance d'amplification selon la « charge » de la ligne. Des indicateurs spéciaux, connectés en permanence, font connaître d'une façon continue cette charge, et un signal avertisseur retentit chaque fois que celle-ci a varié d'une quantité déterminée, nécessitant un nouveau réglage des amplificateurs. Bien entendu, l'abonné n'a à se préoccuper de rien.

Signalons également, pour éviter toute surcharge de l'amplificateur, cause de déformations, la présence au centre de rediffusion d'un « indicateur de volume » ou « programme-mètre » (fig. 3). Il se compose essentiellement d'une lampe redresseuse pouvant être branchée directement (grâce à l'impédance élevée de son circuit de grille) sur le circuit d'entrée de l'amplificateur. Un milliampèremètre est ainsi parcouru par un courant proportionnel à la tension moyenne fournie à l'amplificateur. Le zéro

de la graduation correspond à une puissance d'entrée de 5 milliwatts et l'échelle est graduée directement en décibels (de -10 à $+40$).

Cette méthode de rediffusion donne d'excellents résultats, aucune perturbation extérieure ne pouvant gêner une audition.

Le « téléprogramme » utilise les réseaux téléphoniques

Etant donné le prix d'installation du réseau de câbles spéciaux nécessaires à la « rediffusion », on a pensé à utiliser des lignes déjà existantes, par exemple un réseau téléphonique. Chaque abonné au téléphone, moyennant un léger supplément à son abonnement, peut recevoir un certain nombre de programmes sélectionnés.

Le problème à résoudre, un peu plus compliqué, est le suivant : transmettre à l'abonné, par sa ligne, le programme choisi parmi ceux qui sont retenus par le centre de distribution, tout en laissant à l'abonné la possibilité de répondre à un appel téléphonique.

L'installation est donc un peu plus complexe que celle de la « rediffusion ». En effet, les lignes ne peuvent transporter la puissance de 50 à 100 milliwatts nécessaire pour le fonctionnement d'un haut-parleur. L'induction mutuelle entre les lignes rendrait impossible tout service régulier. L'abonné doit donc disposer d'un amplificateur spécial.

Ainsi le centre de distribution comporte un certain nombre de radiorécepteurs suivis d'amplificateurs appropriés. Mais, dans la méthode « téléprogramme », l'abonné possède un disque sélecteur analogue au disque

du téléphone automatique. En faisant fonctionner convenablement ce disque, l'abonné met en route, à la station centrale, un sélecteur qui connecte sa ligne au radiorécepteur correspondant au programme demandé. L'installation centrale est représentée par la figure 4.

En résumé, nous trouvons chez l'abonné, en dehors de son appareil téléphonique, un amplificateur avec son haut-parleur, et un disque sélecteur. De plus, un dispositif spécial, le « programme-box », isole l'amplificateur et le haut-parleur pendant les appels ou les conversations téléphoniques. L'ensemble se présente sous l'aspect d'un appareil de T. S. F. de petites dimensions. L'amplificateur ne comporte qu'une lampe alimentée par le secteur par l'intermédiaire d'une valve redresseuse. Le haut-parleur, du type électrodynamique, est excité également par le courant du secteur. Quant

au « programme box » (fig. 5), il peut soit faire partie de l'appareil, soit en être distinct.

Comment fonctionne le « téléprogramme »

Normalement, la ligne de l'abonné est amenée, par le contact de repos du relais *A* (fig. 6) et par l'intermédiaire de deux capacités de 4 microfarads C_1 C_2 , aux contacts du commutateur « pas à pas » *B*. Celui-ci est commandé par l'électroaimant *C* placé en série avec la batterie *D*. Le sélecteur *B* comporte un nombre de plots deux fois plus grand que le nombre des programmes. Grâce à cet artifice, exigeant deux mouvements

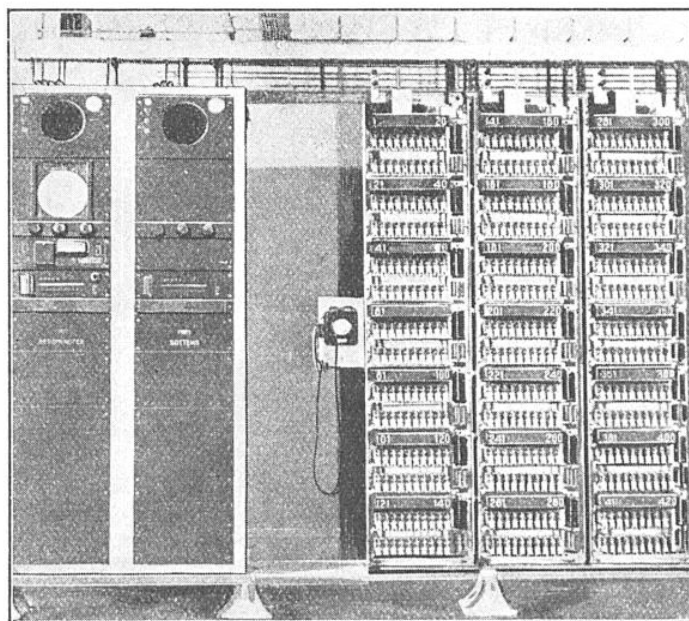


FIG. 4. — ENSEMBLE D'APPAREILLAGE D'UN CENTRE DE DISTRIBUTION DE « TÉLÉPROGRAMME »

A gauche, les amplificateurs avec leurs appareils de mesure et les haut-parleurs de contrôle. A droite, les sélecteurs individuels de chaque abonné. L'ensemble des sélecteurs représenté ici peut desservir 420 abonnés différents au service de téléprogramme.

du sélecteur pour chaque changement de programme, on évite les courts-circuits possibles au passage d'un programme à l'autre en cas de fonctionnement défectueux du « pas à pas ».

L'enroulement *E* du relais conjoncteur-disjoncteur, intercalé dans la ligne de l'abonné, est normalement court-circuité par le contact *F*.

Si l'abonné désire se mettre à l'écoute, il doit tourner le bouton du « programme-box » ou enfoncer le poussoir de la boîte. L'enclenchement du commutateur *G* met alors en marche l'amplificateur (contact *H*), réunit ce dernier à la ligne téléphonique (contacts *I I'*), connecte le fil *L₂* de la ligne au dispositif de sélection et enfin intercale l'enroulement du disjoncteur dans la ligne du téléphone (en coupant le contact *F*).

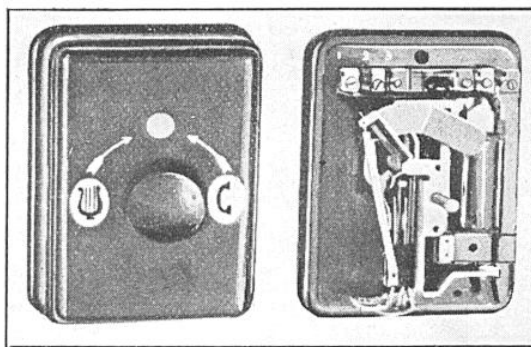


FIG. 5. — LE « PROGRAMME-BOX » UTILISÉ PAR L'ABONNÉ AU « TÉLÉPROGRAMME » POUR CHOISIR LE PROGRAMME DÉSIRÉ

L'abonné tourne alors son disque chercheur dans un sens déterminé jusqu'à ce qu'apparaisse dans une fenêtre le numéro du programme choisi. La rotation du disque met un certain nombre de fois à la terre la ligne *L₂*. Le courant de la batterie *D* traverse le relais *C* et fait tourner le sélecteur « pas à pas » *B*, qui met l'abonné en communication avec le programme voulu. Un potentiomètre permet de régler la puissance de la reproduction.

En cas d'appel téléphonique pendant l'écoute, le courant de l'appel fait fonctionner le relais *A*, déconnecte la ligne du commutateur-sélecteur et fait déclencher le disjoncteur (enroulement *E*). Le courant de l'amplificateur de l'abonné est coupé et les liaisons téléphoniques normales sont rétablies. Il en est de même quand l'abonné,

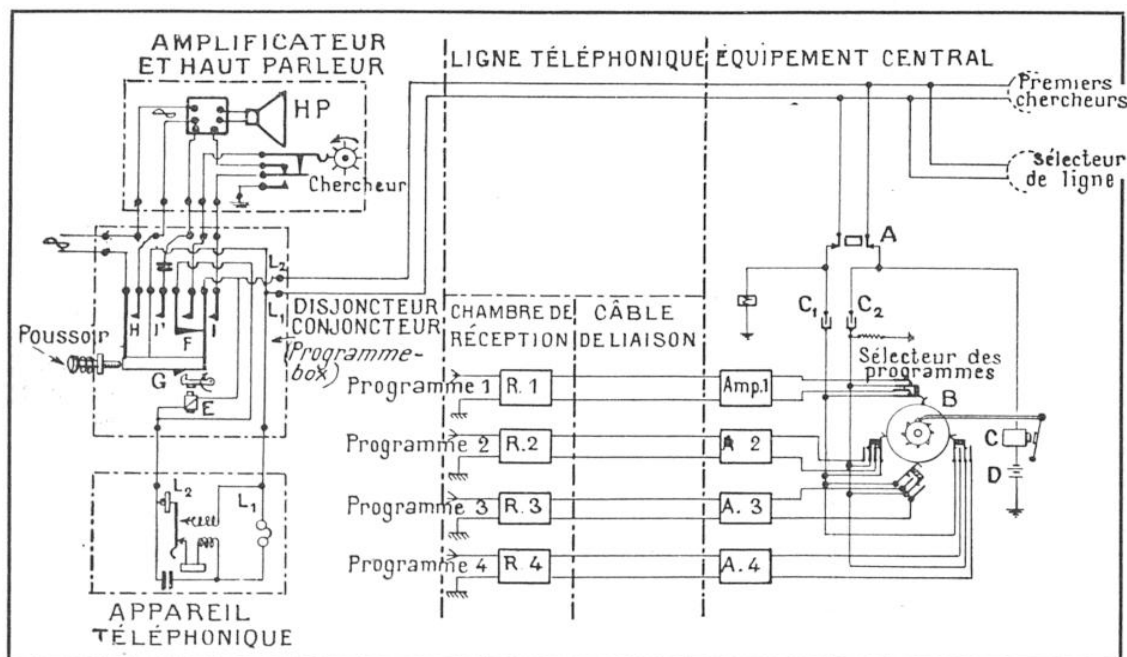


FIG. 6. — SCHÉMA D'INSTALLATION DE DISTRIBUTION DITE « TÉLÉPROGRAMME »

Ce système utilise, pour la redistribution des programmes, les lignes téléphoniques ordinaires des abonnés au téléphone. En plus de l'appareil téléphonique, l'installation de l'abonné comprend un disjoncteur-conjoncteur, dit « programme-box », et un amplificateur avec son haut-parleur. L'abonné choisit le programme désiré en faisant fonctionner le chercheur rotatif du système « pas à pas ».

désirant appeler, décroche le « combiné » de son appareil téléphonique. Dans ces deux cas, pour reprendre l'écoute du programme, il faut actionner à nouveau le bouton ou le poussoir du conjoncteur-disjoncteur.

On le voit, l'appareillage local est plus compliqué que dans le cas de la « rediffusion ». Il peut cependant se limiter au conjoncteur-disjoncteur (programme-box) si l'abonné possède un radio-récepteur muni d'une prise de pick-up. Par contre, on peut mettre à la disposition de l'abonné un nombre de programmes plus élevé qu'avec la « rediffusion » sans accroître, d'une façon appréciable, les frais d'installation puisqu'aucun réseau spécial n'est nécessaire.

Comme dans le cas de rediffusion, les amplificateurs de départ doivent, à chaque instant, être adaptés au nombre d'appareils branchés sur chacun d'eux. Dans une installation suisse, par exemple, chaque système amplificateur se compose d'un amplificateur d'entrée pouvant actionner de un à quatre amplificateurs secondaires de 10 watts chacun. Souvent, pour éviter une dépense excessive, on n'installe qu'un jeu de ces appareils — un commutateur permettant de les brancher dans chacun des « programmes » sans interrompre le service.

Les amplificateurs et les appareils de liaison doivent être minutieusement étudiés pour assurer à l'abonné une réception pratiquement exempte de toute distorsion, entre 100 et 5.000 cycles. On admet, néanmoins,

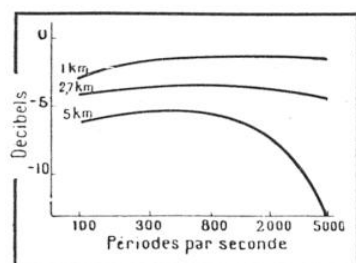


FIG. 7. — COURBES MONTRANT L'ACCROISSEMENT DE LA DISTORSION ADMISE POUR LES « TÉLÉPROGRAMMES » AVEC LA DISTANCE

Jusqu'à 2 kilomètres, la distorsion est pratiquement nulle.

une légère déformation pour des lignes particulièrement longues, comme le montre la figure 7.

Afin de rendre le fonctionnement du système aussi automatique que possible, les amplificateurs et récepteurs desservant un

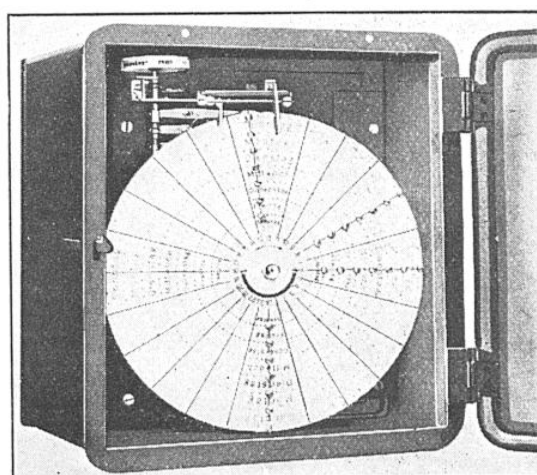


FIG. 8. — APPAREIL AUTOMATIQUE DE COMMANDE D'AMPLIFICATEURS

Dans les installations de téléprogramme, les amplificateurs sont mis en marche et arrêtés automatiquement, grâce à une minuterie munie d'un disque parfois interchangeable et contrôlant les circuits du centre de distribution pendant sept jours, sans aucune intervention du personnel.

programme déterminé sont mis en marche et arrêtés automatiquement, suivant les heures d'émission, par une minuterie à horloge. Un disque à contacts commande la minuterie et permet d'établir l'horaire de travail pour une semaine d'avance (fig. 8).

Les installations de télédiffusion existent déjà dans un grand nombre de pays. Le système de « rediffusion » est employé, en particulier, dans les agglomérations isolées, des groupes d'immeubles, usines, etc., tandis que le système de « téléprogramme » est adopté par certains réseaux téléphoniques nationaux. Ce dernier système est notamment employé avec succès en Suisse, Belgique et Angleterre. Les premiers essais sérieux de télédiffusion des radioprogrammes datent à peine de l'année 1931. Le public a accueilli favorablement ce nouveau service et, vers la fin de l'année 1934, le nombre d'abonnés dans les divers pays se chiffrait déjà par dizaines de milles. On en comptait, en effet : 152.000 en Angleterre ; 31.820 en Suisse ; 5.931 en Belgique ; 1.200 en Autriche.

C. VINOGRADOW.

On sait que l'U. R. S. S. vient au deuxième rang pour la production de l'or dans le monde. Or, l'extraction aurifère se développe de plus en plus : les cinq premiers mois de 1935 accusent un accroissement de près d'un tiers par rapport à 1934. Ainsi l'U. R. S. S. aurait produit plus de 65.000 kg d'or de janvier à mai 1935.

LA TECHNIQUE RADIOÉLECTRIQUE D'UNE GRANDE STATION D'ÉMISSION

Comment fonctionne le poste Radio-Toulouse-Saint-Agnan

Par J. MARIVAL

IL y a un peu plus de dix ans, le 15 avril 1925, Radio-Toulouse lançait pour la première fois ses ondes dans l'espace. L'émetteur, installé sur le plateau de Balma, à 60 mètres d'altitude au-dessus de la plaine toulousaine, avait une puissance de 2 kilowatts, rapidement portée à 5, puis à 8 kilowatts, avant la fin de 1927. L'activité de cette station fut telle que tous les Conseils généraux du Sud-Ouest lui renouvelèrent chaque année leurs subventions et qu'elle fut soutenue par de nombreux organismes (Radio-Clubs, Syndicats d'Initiative, Sociétés d'Agriculture). De même ses auditeurs, de plus en plus nombreux, ne cessèrent de l'encourager.

Aussi, dès 1930, commença dans le domaine de Saint-Agnan l'installation d'un

nouvel émetteur à grande puissance situé à 33 kilomètres de Toulouse, devant atteindre 60 kilowatts-antenne. Dès le mois de mai 1932, il fut procédé aux essais officiels de la station, qui entra définitivement en service en juillet 1933. Elle est actuellement, avec Radio-Paris, le nouveau poste des P. T. T. et le Poste Parisien, la plus importante station française.

Nous devons également signaler que Radio-Toulouse a été à la tête de nombreuses innovations. Ainsi elle réalisa la première liaison aérienne à l'occasion du premier voyage du *Graff Zeppelin*; elle est à l'origine des radioreportages, en transportant des microphones à l'extérieur sur des terrains de sports, etc.; mentionnons encore l'en-

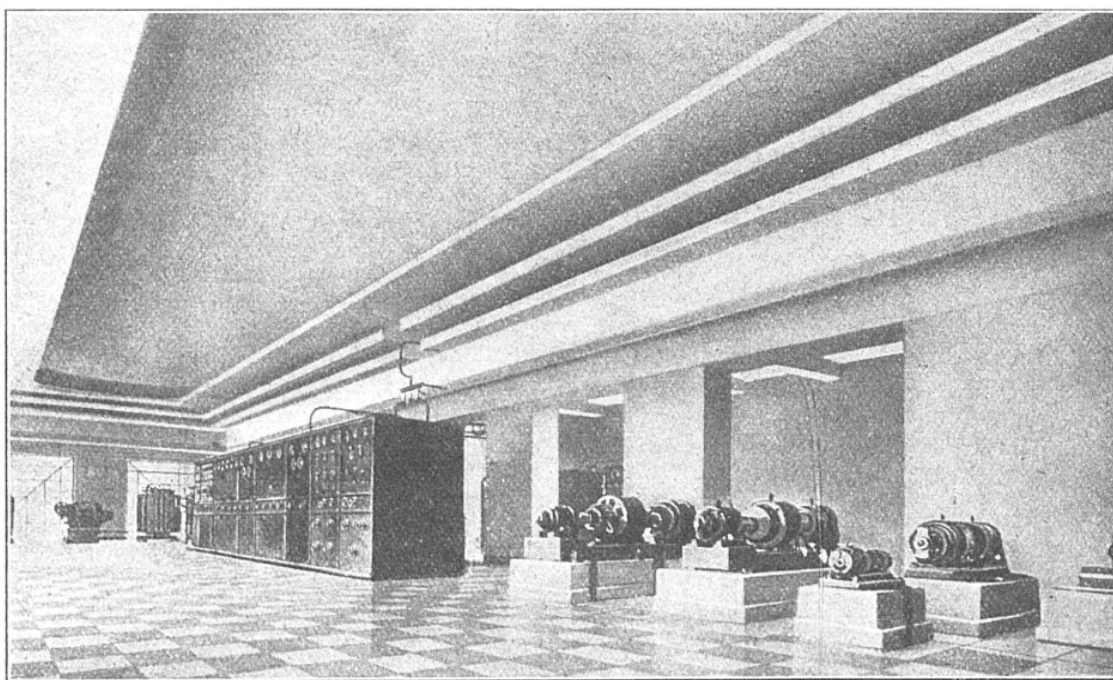


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DE LA SALLE DES MACHINES GÉNÉRATRICES D'ÉNERGIE ET DU MEUBLE D'ÉMISSION (AU DEUXIÈME PLAN) DE LA STATION RADIO-TOULOUSE-SAINT-AGNAN

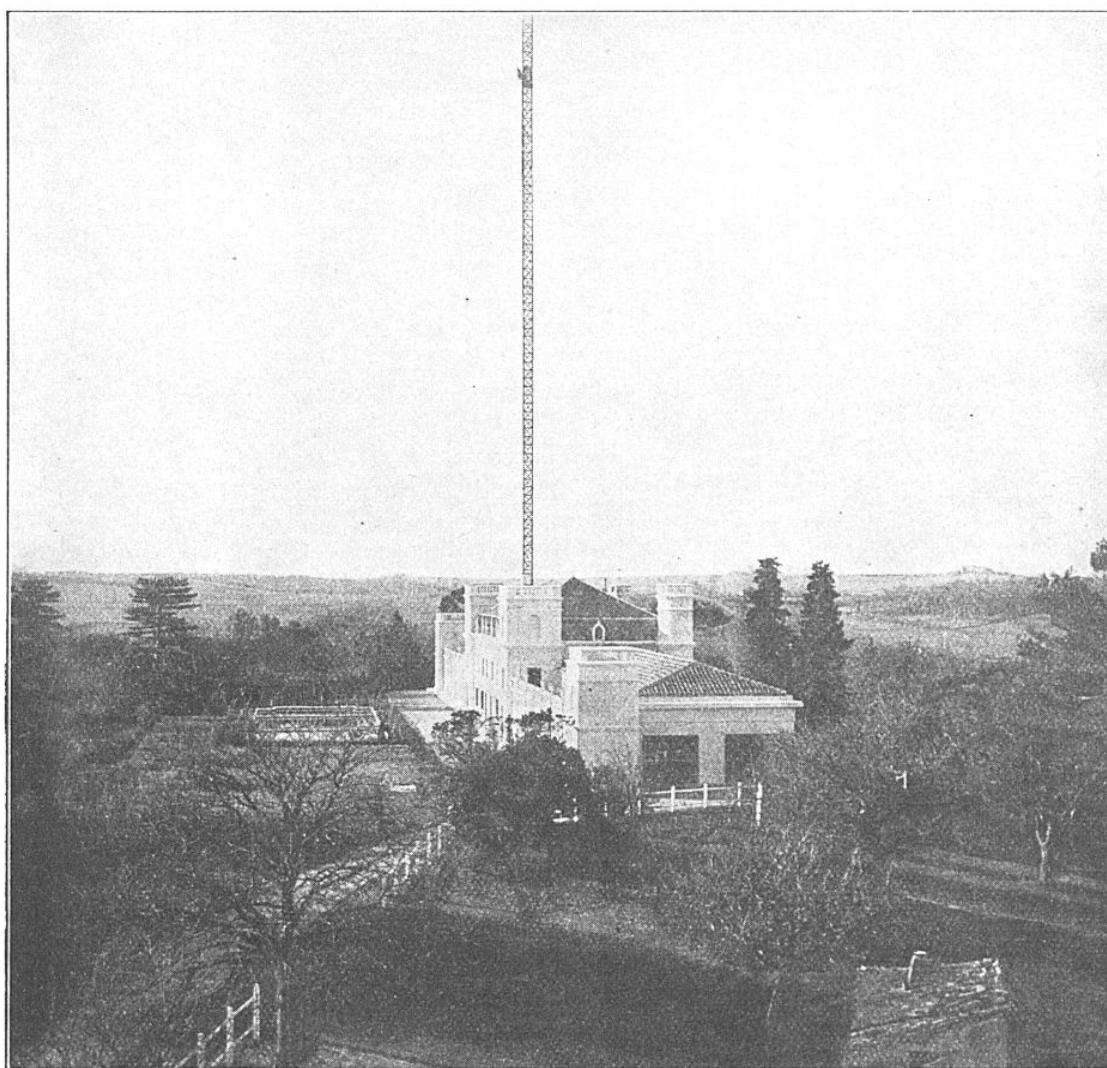


FIG. 2. — VUE GÉNÉRALE DU CHATEAU DE SAINT-AGNAN ET DES BASSINS DE RÉFRIGÉRATION DE L'EAU DE CIRCULATION NÉCESSAIRE AUX LAMPES D'ÉMISSION DE GRANDE PUISSANCE

enregistrement sur disques et sur films (1).

Ces efforts, joints à ceux apportés dans le domaine technique de l'émission, ont été couronnés de succès, ainsi qu'en témoignent les nombreux résultats d'écoute reçus aussi bien des colonies françaises les plus lointaines que de tous les pays (Égypte, Dakar, Cambodge, Amérique, Canada, jusqu'au Groenland, en U. R. S. S. et en Chine).

Voyons donc comment fonctionne la station Radio-Toulouse-Saint-Agnan.

Le matériel d'émission moderne

On sait que l'émission consiste à produire un courant alternatif d'une fréquence aussi constante que possible, modulée ensuite par

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 220, page 333.

les courants microphoniques, puis amplifié avant d'être envoyé dans l'antenne qui rayonne dans l'espace des ondes électromagnétiques. Celles-ci résultent donc de la modulation d'une onde porteuse entretenue (à la fréquence du courant alternatif) modulée par les courants microphoniques.

Pour assurer le maximum de régularité de l'onde porteuse, on utilise, à l'heure actuelle, un maître oscillateur stabilisé par un quartz piézoélectrique (1). Celui-ci est enfermé dans une enceinte dont la température est maintenue constante, à moins d'un dixième de degré près, par un thermostat.

Les vibrations de ce quartz sont reçues par un étage séparateur et un premier étage

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 17.

d'amplification, qui assurent l'obtention d'une courbe d'amplitude en fonction de la fréquence la meilleure possible. De même, les amplificateurs des courants modulés par les microphones et les premiers étages d'amplification ont été spécialement étudiés pour que l'amplification soit la même, quelle que soit la fréquence.

Ces petits étages attaquent un étage intermédiaire équipé de deux lampes à circulation d'eau de 20 kilowatts.

Cet étage agit enfin sur les deux lampes de 100 kilowatts qui équipent l'amplificateur final de l'émetteur de Saint-Agnan.

6.000 et 16.000 volts. A cet effet, ce régulateur agit sur un transformateur alimentant lui-même le redresseur à vapeur de mercure capable d'assurer la fourniture de courant à tous les étages de puissance.

Un filtre composé de selfs et de condensateurs dans l'huile, placé après le redresseur, donne au courant une forme absolument continue.

Quant aux autres tensions nécessaires au poste, allant de 12 à 2.000 volts, elles sont fournies par une série de redresseurs de moindre importance, et surtout par des groupes générateurs de courant. C'est ainsi

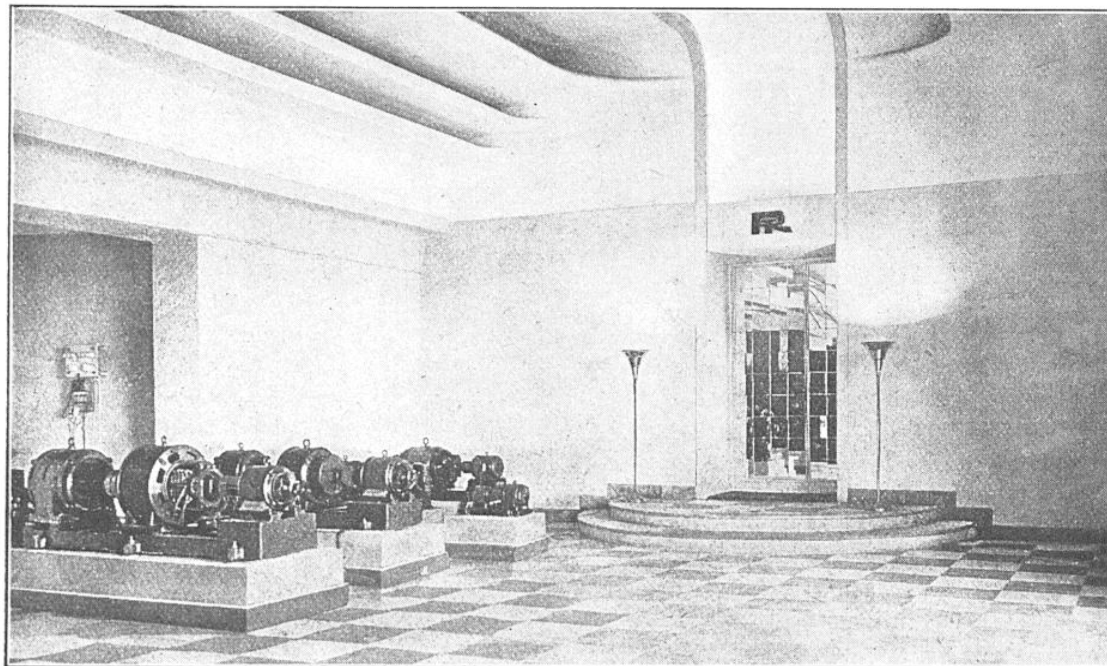


FIG. 3. — QUELQUES-UNS DES MOTEURS AUXILIAIRES DE L'ÉMETTEUR DE RADIO-TOULOUSE

Celles-ci furent les premières de cette puissance utilisées en France. Grâce à elles, à l'époque où elles furent adoptées, la qualité de l'émission put être énormément améliorée.

La puissance nécessaire à ce dernier étage atteint, en courant redressé, 250 kilowatts sous 16.000 volts, et la puissance totale disponible pour l'alimentation générale de l'installation dépasse 500 kilowatts.

L'alimentation de l'émetteur

Pour fournir les divers courants nécessaires à l'alimentation du poste, plusieurs installations ont été groupées autour de lui.

On trouve tout d'abord un meuble de redressement alimenté par du courant triphasé à 13.500 volts et 50 périodes, et d'une puissance de 400 kilowatts. Un régulateur permet de faire varier la tension fournie entre

que le chauffage des filaments et les polarisations nécessaires aux divers étages sont obtenus au moyen de générateurs, dont l'un ne débite pas moins de 550 ampères sous 30 volts.

Enfin, le refroidissement permanent et énergique des lampes de 20 et 100 kilowatts a exigé un important système de réfrigération, la station fonctionnant pendant plus de dix heures par jour. Pour cela, des pompes à grand débit font circuler dans tout l'émetteur un courant d'eau froide de 400 litres à la minute. Un triple bassin, d'une capacité de 400.000 litres, assure en plein air le refroidissement de l'eau.

Pour la qualité de l'émission

La qualité d'une émission repose sur deux facteurs essentiels : la stabilité absolue de

la fréquence et la fidélité de la reproduction des sons.

La stabilité de la fréquence — ou, si l'on préfère, de la longueur d'onde — est évidemment indispensable. L'écoute serait, en effet, impossible si la longueur d'onde variait, non seulement parce qu'il faudrait constamment changer le réglage du récepteur, mais surtout par suite des interférences inévitables avec les stations dont la longueur d'onde est voisine. On sait qu'il a fallu établir un plan — plan de Lucerne (1) — pour éviter précisément ces interférences, étant donné le grand nombre des postes émetteurs.

Nous avons dit plus haut que la stabilité de la fréquence de Radio-Toulouse était assurée par un quartz piézoélectrique maintenu à température constante par un thermostat.

Quant à la fidélité de reproduction des sons, elle a donné lieu également à de nombreuses recherches. Les sons fondamentaux à transmettre sont, on le sait, compris dans la gamme de 30 à 5.000 périodes par seconde, la fréquence 5.000 correspondant au son le plus aigu de la flûte.

Mais on sait également que la transmission pure et simple de ces sons fondamentaux, tout en donnant exactement les notes jouées, ne permettrait pas de distinguer entre eux les différents instruments d'un orchestre. La même note, jouée par un piano et un violon, serait entendue exactement de la même façon à la réception. Il faut, en effet, pour rendre le *timbre* d'un instrument ou d'une voix, transmettre, en même temps que les sons fondamentaux, certaines vibrations harmoniques principales. Aussi admet-on généralement que, pour avoir une reproduction fidèle de la musique, il faut trans-

mettre toutes les fréquences comprises entre 30 et 10.000 périodes par seconde (10 kilocycles).

Cette modulation de l'onde porteuse fait que l'antenne rayonne deux séries d'ondes dont la fréquence est égale à celle de l'onde porteuse augmentée et diminuée de la fréquence de modulation. La station doit donc disposer d'une bande de 10 kilocycles au-dessus et au-dessous de la fréquence de l'onde porteuse. En fait, le plan de Lucerne a affecté une bande de 9 kilocycles aux différentes stations, et c'est pourquoi la sélectivité des récepteurs doit être de 9 kilocycles. Il en existe d'ailleurs de plus sélectifs. Mais, pour profiter de toute la modulation, on tend aujourd'hui vers la sélectivité variable et réglable, de sorte que, lorsque deux stations ne sont pas trop voisines, on peut recevoir intégralement toutes les vibrations harmoniques transmises par l'émetteur.

Mais cette transmission des harmoniques n'est encore pas suffisante. Il importe, en effet, que les intensités des courants arrivant à l'émetteur et provenant de l'auditorium (courants microphoniques amplifiés) aient entre elles les mêmes rapports que ceux qu'elles possédaient à l'auditorium. On dit qu'il ne faut pas admettre de distorsion. La transmission d'une gamme étendue de fréquences a donc nécessité une longue mise au point, et notamment des câbles spéciaux reliant l'auditorium à l'émetteur.

Quoi qu'il en soit, toutes ces difficultés ont été surmontées, ainsi que le prouvent les résultats d'écoute dont nous avons parlé et qui rendent également hommage aux efforts poursuivis pour apporter aux programmes de radiodiffusion de Radio-Toulouse le maximum de variété.

J. MARIVAL.

On sait que les automobiles américaines importées en France sont sévèrement contingentées (1). Or, en dépit des droits de douane, certaines marques appréciées sont fort demandées. Pour accroître le nombre des véhicules offerts à notre clientèle, en dépit de la réglementation restrictive à leur entrée sur notre territoire, il existe, dans l'un de nos grands ports, un atelier, fort bien organisé, qui a pour mission de monter les carrosseries américaines sur les châssis américains qui franchissent séparément nos barrières douanières, et reconstitue ainsi des voitures complètes. On sait, en effet, que le contingentement a fixé pour les constructeurs des Etats-Unis, à l'importation en France : un certain nombre de voitures, un certain nombre de châssis nus, un certain nombre de carrosseries. La firme qui a eu l'ingénieuse idée de « remonter » chez nous les éléments expédiés séparément, a ainsi tourné à son profit les restrictions douanières. Les services des douanes se préoccupent de mettre un terme à cet état de choses.

(1) C'est l'une des raisons qui a déterminé la firme américaine Ford à constituer, en France, une organisation autonome pour fabriquer sa 8 cylindres, notamment dans ses nouvelles usines de Strasbourg. L'expérience prolongée nous démontrera les qualités respectives (solidité, durée, etc.) des véhicules de fabrication française et de fabrication américaine (les modèles étant identiques).

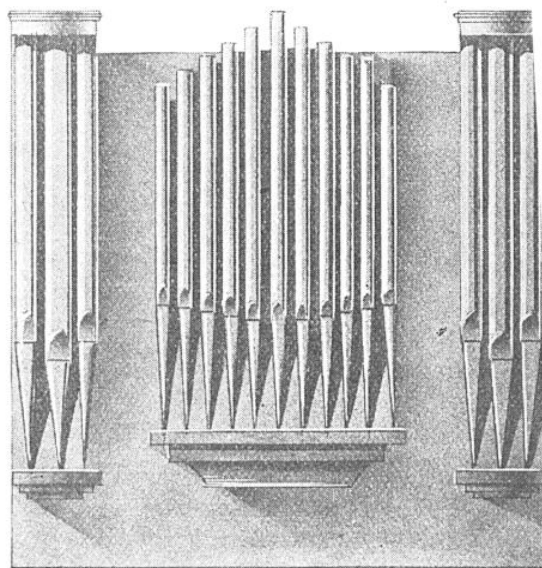
QUELQUES NOUVEAUTÉS DU SALON DE LA T. S. F.

La science au service de la reproduction musicale

PARMI les belles réalisations présentées au dernier Salon de la T. S. F. de Paris nous sommes heureux de signaler celles de l'un des pionniers de la T. S. F., M. Horace Hurm, qui s'est consacré depuis vingt-sept ans à perfectionner les appareils qu'il a conçus en collaboration avec M. Duprat. Nous ne pouvons prétendre en donner ici une description complète, qui exigerait l'exposé détaillé des récents progrès effectués en radioélectricité, auxquels il contribue pour une grande part. Voici du moins un aperçu des plus intéressantes nouveautés de ces constructeurs.

Postes récepteurs de radiodiffusion. — Signalons parmi ces postes le *Sectadyne 536*, changeur de fréquence, équipé avec les nouvelles lampes à grand rendement, muni d'un dispositif antifading très efficace, possédant une grande puissance, sélectivité et sensibilité. Le haut-parleur électrodynamique *Princeps*, licence Huguenard, dont nous parlerons plus loin, assure une remarquable puissance et fidélité dans la reproduction des sons.

Le combiné *Moduladyne 536* — qui, la saison dernière, a prouvé ses qualités — a reçu, bien entendu, les perfectionnements dus à l'emploi des lampes européennes les plus modernes. C'est un changeur de fréquence à 5 lampes avec antifading, dispositif de réglage de la sonorité, moyenne fréquence élevée supprimant le souffle et atténuant les parasites, réglage visuel et silencieux, haut-parleur électrodynamique *Princeps*, cadran sombre à visibilité totale, trois gammes de



L'ÉCRAN BUFFET D'ORGUE

longueur d'onde (G-O, P-O, O-C, 17 à 50 mètres), prise de modulation pour deuxième haut-parleur séparé (ou casque ou enregistrement séparé), prise pour pick-up indépendant (phono portatif, coffret ou table tourne-disques). Ce poste peut comporter un enregistreur.

Le haut-parleur « Princeps » sans suspension. — On sait que, dans un haut-parleur électrodynamique, on utilise un dispositif spécial destiné à empêcher les déplacements latéraux de la bobine mobile du haut-parleur. Il y a là une cause d'amortissement et de déformation du son, ce dispositif présentant une certaine inertie et risquant de limiter aussi les déplacements longitudinaux de la bobine. Dans le nouveau haut-parleur *Princeps* sans suspension, les spires de la bobine sont dans le même plan que la fixation de la membrane, de sorte que tout contact est rendu impossible et la suspension centrale est rendue inutile.

Coffrets et tables tourne-disques. — Les coffrets et tables tourne-disques s'adaptent aux récepteurs de radiodiffusion dont l'étage basse fréquence a été particulièrement étudié pour la reproduction.

L'électroreproducteur « Voxia ». — Résultat de quarante années d'expériences et d'études en phonographie et de vingt-sept



L'ENSEMBLE ENREGISTREUR « VOXIA »

années en radioélectricité, ce reproducteur-amplificateur donne des résultats vraiment remarquables. Le pick-up sélectionné, à impédance variable pendant l'audition, permet de modifier le timbre afin d'assurer la plus grande vérité dans la reproduction. L'amplificateur est situé dans la partie inférieure du coffret, et les commandes d'allumage ou d'extinction des potentiomètres de puissance et du « mélangeur » sont actionnées de l'extérieur. L'amplificateur comporte 5 lampes. Il est monté en « push-pull » cathodique (1), équilibré et spécialement adapté au haut-parleur *Princeps*. Aucune distorsion ; le maximum de puissance modulée (2) (6 watts) est obtenu grâce à la pureté de la modulation sur toute l'étendue de l'échelle musicale. Un dispositif mélangeur permet, à l'aide d'un micro, d'annoncer et de commenter, en cours d'exécution, tous les disques joués, particularité précieuse pour les écoles, les salles de conférence, etc.

L'écran sonore. — Le diffuseur électrodynamique du reproducteur est monté à part sur un écran d'aussi grandes dimensions que possible, assurant le maximum de vérité. Cet écran ne trouvant pas aisément sa place dans tous les intérieurs, il peut être agrémenté de tuyaux d'orgue factices le transformant en un buffet d'orgue, véritable meuble artistique. Avec un disque d'orgue, l'illusion visuelle s'ajoute à l'impression auditive.

Le bloc enregistreur « Voxia ». — Puissant moyen d'éducation pour les musiciens, artistes, orateurs, juge impartial, l'enregistrement d'amateur a été longuement étudié. Le bloc enregistreur comporte tous les éléments mécaniques de l'enregistrement : moteur électrique puissant, plateau lourd de précision, dispositif d'entraînement du graveur, graveur et pick-up reproducteur. Ce bloc s'adapte sur le *Moduladyne 936*, dont il utilise la basse fréquence (combiné enregistreur *Voxia*).

Le Super enregistreur Voxia est présenté, avec l'amplificateur push pull cathodique, de manière identique à l'électroreproducteur,

(1) On sait que le montage « push-pull » consiste à alimenter en opposition les grilles des deux dernières lampes, l'une recevant les impulsions positives, l'autre les impulsions négatives provenant de la lampe précédente. Ce résultat est normalement obtenu au moyen d'un transformateur à prise médiane alimentant les deux dernières lampes. Dans le montage push-pull cathodique, le transformateur entre les deux derniers étages n'existe pas. Une liaison par deux résistances le remplace, l'une dans le circuit d'anode, l'autre dans le circuit de la cathode de la lampe de l'avant-dernier étage. Elles actionnent chacune la grille d'une des deux lampes finales. Les phénomènes à l'anode et à la cathode étant inverses, ce montage produit un équilibre parfait des deux dernières lampes. Le transformateur étant supprimé, aucune cause de déformation ne subsiste.

(2) Une tension-plaque de 300 volts et une consommation de 30 milliampères correspondent à une puissance de 9 watts. Mais, pour la portion modulée du courant, la puissance réellement utile, à la sortie, est forcément inférieure.

sous différentes formes : 1° un plateau enregistreur reproducteur ; 2° deux plateaux, dont l'un enregistreur reproducteur, et l'autre simplement reproducteur pour duplication de disques ; 3° deux plateaux enregistreurs reproducteurs pour enregistrement de durée illimitée. Il faut mentionner encore les nouvelles *aiguilles en bambou « Voxia »*, de forme spéciale, pouvant s'adapter à tous les trous ronds de porte-aiguilles, n'occasionnant aucune usure des disques et pouvant donner cinq à dix auditions sans être retouchées. Un disque d'essai a été joué plus de 6.000 fois sans usure visible. Enfin, les *pochettes « Voxia »* pour discothèques permettent de protéger les disques et de les classer.

La toute dernière nouveauté de la Société Hurm et Duprat est un poste de T. S. F. à 9 lampes, dont la basse fréquence est du même montage push pull cathodique que l'électroreproducteur « Voxia ». C'est dire sa puissance et sa fidélité exceptionnelles. Ce poste est muni d'un nouveau cadran lumineux à réglage autovisuel.

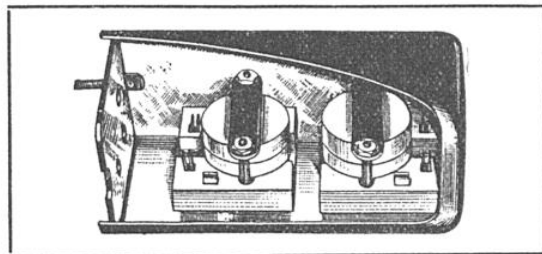
Ainsi dans tous les domaines de reproduction électrique de la musique, MM. Horace Hurm et Duprat ont mis au point, dans tous les détails, des appareils capables de satisfaire les plus difficiles.

HORACE HURM ET DUPRAT, 14, rue J.-J.-Rousseau, Paris (1^{er}).

Les noyaux à poudre de fer accroissent le rendement des bobinages

Nous avons montré déjà (1) les avantages résultant de la substitution d'un noyau de fer à l'air dans les bobinages utilisés pour les appareils de T. S. F. En effet, les nouvelles pertes d'énergie introduites, par la présence du noyau à fer divisé, dans le champ électromagnétique variable de la bobine sont non seulement petites pour les fréquences radiophoniques, mais encore largement compensées par la diminution des pertes dans le cuivre : la self induction étant considérablement accrue, la bobine conservera le même coefficient de self-induction avec un nombre plus faible de spires, d'où une réduction de la résistance ohmique. Ce genre de bobinages, alors établis en Allemagne et en Angleterre,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 52.



BOBINAGE SUR NOYAU MAGNÉTIQUE « NÉOSID »

est maintenant fabriqué en France. Tels sont les noyaux de poudre de fer stabilisé « Néosid ». On ne pouvait employer, en effet, un noyau de fer massif, dans lequel prendraient naissance des courants parasites (Foucault). D'autre part, il faut que le fer soit à faible perte hystérésis. On utilise donc du fer très pur, finement pulvérisé et noyé dans un vernis isolant. Ce fer est, en outre, traité pour ne subir aucune altération ultérieure.

Ainsi la perméabilité magnétique de la masse des noyaux est égale à 14 fois environ celle de l'air. La perméabilité « effective » des noyaux (c'est-à-dire le rapport de la self à fer et de la self à air) est supérieure de 3 à 6 fois à celle de l'air. Il en résulte une réduction du nombre des spires, une diminution du flux de fuite et la possibilité de réaliser des circuits à faible amortissement.

La courbe de résonance de tels bobinages se rapproche beaucoup plus de la courbe idéale rectangulaire que celle des bobinages à air. La sélectivité obtenue grâce aux noyaux de fer peut donc être plus poussée sans préjudice à la haute fidélité de reproduction. Enfin, il est possible d'ajuster exactement la valeur de la self induction de ces bobinages, d'où suppression de condensateurs d'appoint sur les transformateurs moyenne fréquence.

Ainsi, à nombre d'étages d'amplification égal, un récepteur équipé avec des bobinages à noyaux de fer sera plus sensible et plus sélectif. A sélectivité égale, il sera plus musical.

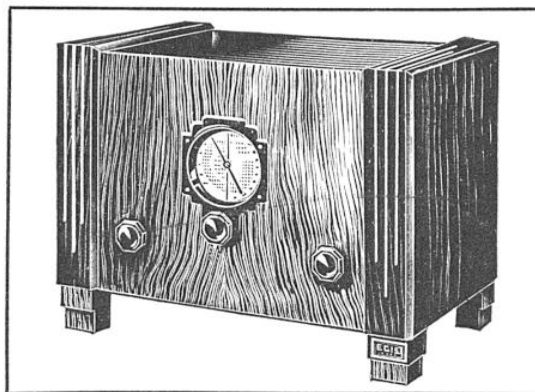
ETABLISSEMENTS RAGONOT, 15, rue de Milan, Paris (9°).

L'audition indirecte est à l'oreille ce que l'éclairage indirect est à l'œil

UNE Société, qui, dès 1930, contribua au perfectionnement des radiorécepteurs en plaçant le haut-parleur dans l'ébénisterie du poste lui-même, a poursuivi ses recherches en vue de donner à l'auditeur la meilleure impression possible, c'est-à-dire lui procurer l'illusion de se trouver dans la salle même du concert qu'il écoute.

Voici le principe de la nouvelle solution adoptée : au lieu de projeter le faisceau directement vers l'auditeur, ou de le diriger vers le plafond, on s'est adressé au phénomène bien connu de la réflexion du son sur une paroi, analogue à celle de la lumière sur un miroir.

Les postes récepteurs étant toujours posés sur quelque chose, table, cheminée ou plancher, on a pensé à tourner le haut-parleur vers le sol, à une certaine distance. C'est la table ou le plancher qui sont ainsi appelés à servir de miroir-plan. Les premières expériences ne furent pas heureuses. En dehors des questions de formes spéciales à donner à la membrane et à la bobine du haut-par-



POSTE « EGIS » SANS HAUT-PARLEUR APPARENT

leur, en dehors des questions de dimensions, de l'étude de l'influence des tapis, du marbre, ou autres supports-rélecteurs, un problème se posait, bien connu et particulier à l'acoustique : celui de la suppression du phénomène des « nœuds et ventres de vibrations ». Cette grave difficulté est aujourd'hui vaincue dans les récepteurs *Egis* sans haut-parleur apparent. Grâce à ce dispositif, la présentation peut être parfaite, notamment pour les appareils importants, les combinés phonos-T. S. F. pour lesquels on a pu établir de véritables meubles ou copies de meubles anciens.

Cependant le point essentiel réside dans les qualités que nous pouvons ainsi résumer :

- 1° Fidélité et vérité des vibrations et suppression des parasites mécaniques ;
- 2° Répartition sonore remarquable.

Nous allons les examiner successivement.

Lorsque le haut-parleur est tourné vers l'auditeur, la bobine — qui est l'organe final moteur essentiel — est horizontale et se déplace d'avant en arrière sous les impulsions du courant. Sa propre inertie, le décentrement, le frottement, la transmission des vibrations métalliques sont des causes de déformation.

Dans les appareils *Egis*, la bobine, posée en souplesse verticalement sur sa membrane, peut obéir avec fidélité à toutes les impulsions qu'elle reçoit ; dans ses déplacements verticaux, elle ne risque ni de se décentrer, ni de venir peiner son logement. Aucune poussière ne peut gêner ses mouvements. Sa position est si libre qu'elle ne provoque, ni ne reçoit aucune vibration ayant pour origine les éléments métalliques qui l'environnent.

Dans ces conditions, le brio, les finesses, la fantaisie de l'exécution ressortent avec une précision tout à fait remarquable, et la reproduction devient l'image fidèle de l'exécution.

Voyons maintenant comment cette reproduction rigoureuse parvient à nos oreilles.

Les rayons sonores émis par les différents points de la membrane sont réfléchis par la table dans toutes les directions, et constituent non plus un cône, mais bien une nappe sonore. N'est-ce pas là ce qui se produit autour d'une personne qui chante ou qui joue d'un instrument?

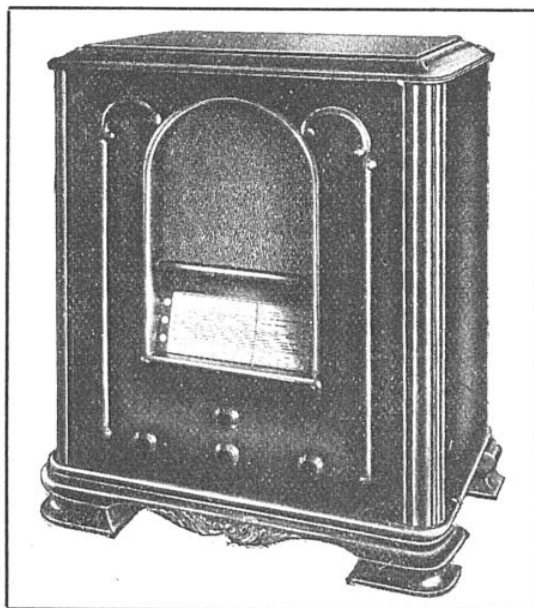
Ainsi l'audition devient particulièrement agréable, grâce à sa qualité et à la répartition judicieuse des sons.

APPAREILLAGE ELECTRIQUE GÉNÉRAL LEWIS, 181, rue La Fayette, Paris (10^e).

La présentation alliée à la technique

UN grand nombre d'appartements sont aujourd'hui décorés de meubles rustiques ou anciens. Il faut donc convenir que les plus belles ébénisteries modernes qui recouvrent les postes récepteurs de T. S. F. ne s'accordent pas avec ces intérieurs. C'est pourquoi *Olympic* a créé la nouvelle série *Club* d'ébénisteries de grand luxe, style ancien genre « Chipendale », qui s'harmonisent avec tous les genres.

Cette présentation n'a pas fait négliger, bien entendu, la technique des appareils. Voici, par exemple, le récepteur 8 lampes, comportant un antifading très poussé, un indicateur visuel d'accord, une amplification basse fréquence puissante et pure. Ce poste reçoit les ondes courtes de 19 à 50 mètres et les ondes moyennes ou longues de 200 à 1.900 mètres. Une signalisation lumineuse indique les positions O. C., P. O., G. O., et pick-up. Son cadran, étalonné en noms de



POSTE RÉCEPTEUR « OLYMPIC-CLUB » HUIT LAMPES A DEUX HAUT-PARLEURS DYNAMIQUES

stations et en longueurs d'ondes, facilite les réglages. Enfin, deux haut-parleurs électrodynamiques, de tonalités différentes, assurent une grande fidélité de reproduction, aussi bien dans le grave que dans l'aigu.

A. THOMAS & C^{ie}, 15, rue Martel, Paris (10^e).

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Une nouvelle technique dans l'appareil des sourds

CERTAINES surdités — notamment les surdités nerveuses — ne peuvent supporter les appareils électriques par suite du trop grand volume de son qui frappe brutalement le tympan. C'est pourquoi on doit pouvoir régler l'intensité sonore. Le réglage utilisé jusqu'à ce jour était effectué à la main.

Aujourd'hui, grâce à un nouveau procédé de filtrage progressif, les appareils *Audios* ne laissent passer que l'exact volume de son nécessaire à une audition naturelle. Ainsi, dans une conversation générale, le sourd entendra aussi nettement les personnes qui parlent bas que celles qui parlent fort.

Le réglage automatique de puissance ga-

rantit donc, à tous les sourds, une audition sans effort, sans fatigue, et quelle que soit la distance.

ETABLISSEMENTS AUDIOS, 140, rue du Temple, Paris (3^e).

Un nouvel appareil à calculer

NOUS avons décrit déjà dans cette revue (1) comment la règle à calculs permettait d'effectuer rapidement de nombreuses opérations arithmétiques. Nous signalons aujourd'hui un nouvel appareil, le *Logarithmètre*, susceptible de rendre d'intéressants services dans un bureau. Il se compose d'un tableau comportant les éléments de la numération décimale, suivant une échelle logarithmique, d'un compteur à lignes et de deux curseurs.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 101, page 393.

Grâce à ces organes, on peut utiliser les propriétés bien connues des logarithmes qui permettent de remplacer : une multiplication par une addition, une division par une soustraction, une élévation à la N^{me} puissance par une multiplication, une extraction de racine N^{me} par une division.

Ainsi un produit se trouvera par l'addition de deux longueurs, un quotient en soustrayant une longueur d'une autre, opérations évidemment simples.

Si l'on considère que le logarithmètre réalise une règle à calcul de dix mètres de longueur, on se rendra facilement compte de sa capacité de production.

M. ELOI ACCART, 19 bis, rue du Chemin-Neuf, Roubaix (Nord).

La sténotype Grandjean, « la machine à économiser le temps du patron »

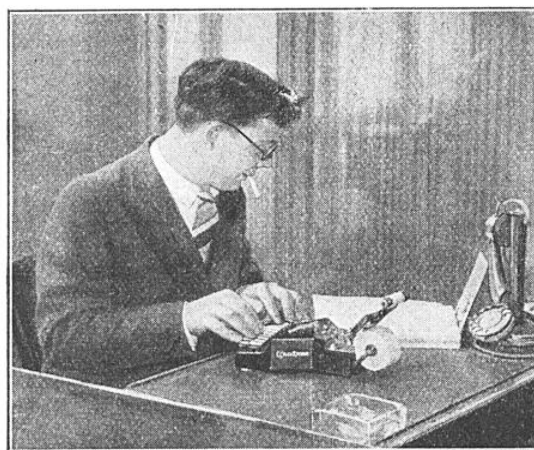
POUR répondre à une question qui nous a été posée à différentes reprises à la suite d'articles parus sur la *sténotype Grandjean* (1), nous revenons sur un point qui intéresse particulièrement les chefs de maisons : l'utilisation par eux-mêmes de la sténotypie.

En voyage, dans le cadre de l'intimité familiale, à l'heure où le cliquetis des machines et la sonnerie du téléphone ne le dérangent plus, quel est l'homme qui n'a souhaité avoir près de lui une secrétaire pour dicter un plan de travail, une lettre difficile ou encore les idées intéressantes qui, dans le calme du moment, se présentaient clairement à son esprit ?

Cette secrétaire, il peut la trouver dans son entourage : en effet, l'étude de la sténotypie est si facile — si amusante pourrait-on dire — que nombreuses déjà sont les femmes d'avocats, de littérateurs, d'architectes qui collaborent ainsi avec leur mari.

On se rappelle que les bandes sténotypées

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 84, et n° 220, page 341.



LA STÉNOTYPE « GRANDJEAN » CHEZ SOI

peuvent être relues par n'importe qui, c'est-à-dire que la transcription peut en être confiée, le lendemain matin, aux employés habituels.

Mais tout le monde n'a pas pareille secrétaire sous la main ou certains préfèrent travailler seuls. Alors qu'un avocat ne peut songer à trouver le temps nécessaire pour apprendre la sténographie, il peut se familiariser avec la sténotypie chez lui, en quelques heures, à l'aide d'une simple méthode, ou, s'il le préfère, par quelques leçons particulières ou même par correspondance. La chose est d'autant plus aisée que, dans ce cas, on ne cherche pas à atteindre l'habileté d'un professionnel : écrire deux ou trois fois plus vite qu'à la main est déjà un résultat appréciable et, la plupart du temps, on n'en demande pas davantage.

La machine à sténographe devient ainsi une sorte de machine à écrire légère, transportable, silencieuse et éminemment rapide.

ECOLE NORMALE DE STÉNOTYPIE ET DE SECRÉTAIRAT, 8 et 8 bis, rue Saint-Augustin, Paris (2°).

V. RUBOR.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Le problème de l'hérédité, par Jean Rostand. Un volume de 92 pages avec 60 planches hors-texte. Prix franco : France, broché 21 fr. 50, relié, 26 fr. 60 ; étranger, broché, 24 fr. 50, relié, 29 fr. 50.

La Science et la Vie (2) a consacré une étude de mise au point aux nouvelles découvertes sur les *Chromosomes*, artisans désormais iden-

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

(2) Voir dans ce numéro, page 358.

tifiés de l'individualité organique. C'est sur ce sujet d'actualité biologique et encore controversé — surtout en France — que Jean Rostand vient d'écrire une centaine de pages qui sont un modèle de précision et de clarté, complétées par une soixantaine de photographies originales (et pour la plupart inédites) concernant l'hérédité humaine. Une science est ainsi née depuis un quart de siècle environ : c'est celle des phénomènes héréditaires ou « génétique ». Depuis l'expérience de Mendel (1865), qui a conduit aux

lois de l'hybridation, jusqu'aux travaux des savants qui, vers 1900, édifièrent les véritables fondements de la génétique moderne et dont les laboratoires américains continuent actuellement — et avec quel succès — les recherches scientifiques, il est possible de se faire aujourd'hui une idée exacte des conceptions biologiques suivantes : mendélisme, chromosomes, sexe, parthénogenèse, mutation, influence du milieu, eugénique et politique germinale. Ce petit volume constitue une excellente initiation aux problèmes de la biologie moderne.

La Société Edison, dont le siège est à Milan, vient d'éditer, à l'occasion de son cinquantenaire, un ouvrage en quatre volumes, in-4°, dont la documentation ne le dispute qu'au luxe de la présentation.

Le tome I traite, dans sa première partie, des moteurs hydrauliques, des moteurs thermiques, des moteurs électriques, en un mot, de tout ce qui produit l'énergie. La deuxième partie est consacrée au transport et à la distribution de cette énergie.

Le tome II étudie l'industrie électrique dans les problèmes économiques qu'elle soulève. On y trouve développée l'évolution de l'industrie électrique en Italie et de l'électrification du pays.

Le tome III continue l'exposé des progrès de l'industrie électrique dans le monde, en étudiant successivement les grands pays producteurs. Cet ensemble constitue, à notre

avis, l'œuvre la plus représentative de l'électricité dans le monde au XX^e siècle.

Le dernier tome de cette œuvre magistrale est réservé à la région de Milan, où nous trouvons des études minutieusement mises au point sur la production, le développement de l'industrie, les communications, le commerce, l'organisation du crédit et des finances : en un mot, tout ce qui concerne l'armature politique, économique et sociale de l'édifice de la production. Milan est, dans l'ordre des réalisations concrètes dérivant des transformations de la « matière », ce que Rome représente dans le domaine politique, intellectuel et artistique.

Une telle documentation constitue une heureuse manifestation de l'effort constructif de l'Italie nouvelle.

La technique alimentaire et l'hygiène, par le D^r Gottschalk et Prosper Montagné.

C'est un fait reconnu que notre état de santé dépend, en grande partie, de notre régime alimentaire. L'ouvrage du docteur Gottschalk et de M. Prosper Montagné, un des maîtres de la gastronomie française, n'est d'ailleurs pas un livre de régimes. Ce n'est pas non plus un simple livre de cuisine. On y trouve, en effet, 600 recettes différentes, accompagnées chacune d'indications, ou contre-indications, de la technique médicale la plus moderne.

LES APPLICATIONS SCIENTIFIQUES, 19, avenue Trudaine, Paris (9^e).

N. D. L. R. — Dans l'article intitulé *Paris-Rhône au Salon de l'Automobile de 1935*, paru dans notre dernier numéro d'octobre, page XXXV, il convient d'invertir les légendes concernant le « dynamoteur ». Celle de la première figure devient donc : *Le dynamoteur à commande par courroie sur châssis Berliet « Dauphine »*, et celle de la seconde : *Le dynamoteur à commande par courroie monté sur un moteur de 5 à 6 ch.*

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois... 50 —

Pour les autres pays :

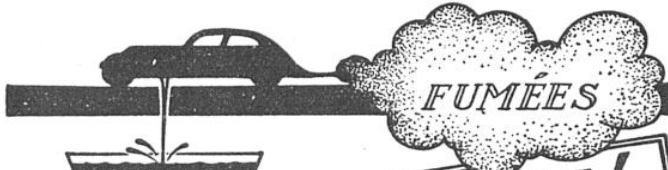
Envois simplement affran-	{ 1 an 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Engaïen.



VIDANGES

Vous dépensez TROP d'HUILE !...

Economisez 40% sur l'huile

SÉCURITÉ !..

GRAPHOÏL

27, Boulevard des Italiens - PARIS

Pub. R. L. Dupuy

Demandez Brochure N° 18 à

GRAPHOÏL

27, Boulevard des Italiens - PARIS

Pub. R. L. Dupuy

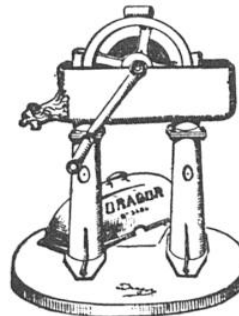
UNIS-FRANCE

GRAPHOÏL ajouté à l'huile, double la durée de lubrification et permet d'espacer les vidanges tous les 10.000 kilomètres.

GRAPHOÏL, par la formation de surfaces graphoïdes, lisses et polies, diminue l'usure et permet de reculer la révision de 40.000 kms.

GRAPHOÏL est donc intégralement remboursé par les économies qu'il procure, et diminue en outre la dépense d'huile de 40 o/o.

Résultats contrôlés par P.V. de l'A. C. F. N° 1186 et 1234.



DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. À la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulies de fond. Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans**

Elévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
Pour la Belgique :
39, allée Verte - Bruxelles

Voir l'article, n° 83, page 446.



Nouvelle Loupe binoculaire réglable à écartement pupillaire variable
(Brevetée France et Etranger)

L. BERLAND
Opticien-Const^r
ÉTRÉCHY
(Seine-et-Oise)
Chèques post.
527.87 Paris

PERMET tous travaux et examens à la loupe par la vision simultanée des deux yeux, donne une netteté et un relief parfaits avec plusieurs grossissements. **Laisse les deux mains libres.** Supprime toute fatigue. — Appareil type laboratoire, complet, avec 3 gross^{ts}, en boîte bois et mode d'emploi, **65 fr.** Le même appareil pliant, type luxe de poche, en boîtier métal et mode d'emploi, **100 fr.** - Suppl^t pour frais d'envoi, France et Colon., 1 fr. 50, ou contre rembour^s, 3 fr.

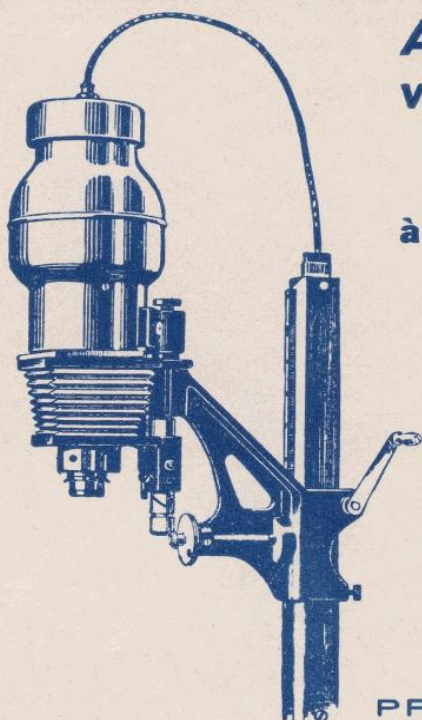
COMME CHAQUE ANNÉE

LA
SCIENCE
ET LA **VIE**

éditera un Numéro SPÉCIAL de

NOËL

et il est prudent de le
retenir d'ores et déjà
chez votre libraire.



**Agrandissez vous-mêmes
vos bons clichés avec le**

"NOXA"

**à mise au point AUTOMATIQUE
(Modèles 1936)**

La mise au point du NOXA automatique se fait par une came cy'indrique à vitesse de rotation constante sans interposition de leviers ou de câbles.

Un **dispositif de débrayage** permet de passer instantanément de la commande automatique à la commande à la main et vice versa, et permet l'utilisation d'objectifs supplémentaires.

Serrage du film par pression du condensateur. Lanterne escamotable. Objectif fixé sur une douille à monture à baïonnette.

NOXA n° 14, agrandissant les négatifs 4×4, 3×4, 24×36 $\frac{m}{m}$ de 2 fois $\frac{1}{2}$ à 12 fois.

NOXA n° 15, agrandissant les négatifs 6×9 et plus petits de 1 fois $\frac{1}{2}$ à 5 fois.

NOXA n° 16, agrandissant les négatifs 9×12 et plus petits de 1 fois $\frac{1}{2}$ à 4 fois.

PRIX (sans optique)

N° 14

N° 15

N° 16

980. » ou 12 mens. de **86. »**
Avec KYNOR ROUSSEL 2,9 de
50 $\frac{m}{m}$ **1.180. »**
ou 12 mensualités de. **104. »**

1.180. » ou 12 mens. de **104. »**
Avec TRYLOR ROUSSEL 6,8 de
100 $\frac{m}{m}$ **1.230. »**
ou 12 mensualités de. **112. »**

1.380. » ou 12 mens. de **121. »**
Avec TRYLOR ROUSSEL 6,8 de
135 $\frac{m}{m}$ **1.480. »**
ou 12 mensualités de. **130. »**

PRIX DES OBJECTIFS

POUR NOXA n° 14 (4×4)		POUR NOXA n° 15 (6×9)		POUR NOXA n° 16 (9×12)		SUPPLÉMENTAIRES POUR NOXA n° 15 ET 16	
50	Kynor F : 3/9 .. 200. »	100	Trylor F : 6/8.. 100. »	135	Trylor F : 6/8.. 100. »	85	Trylor F : 6/8 .. 100. »
50	Stylor F : 4/5 .. 264. »	100	Stylor F : 6/3.. 207. »	135	Stylor F : 6/3.. 255. »	85	Stylor F : 6/3 .. 207. »
54	Flor F : 4/5 .. 330. »	105	Stylor F : 4/5 .. 303. »	135	Flor F : 4/5.. 425. »	85	Stylor F : 4/5 .. 291. »
		105	Flor F : 4/5 .. 385. »	135	Saphir F : 4/5. 390. »	85	Flor F : 4/5 .. 350. »
		105	Saphir F : 4/5.. 305. »			85	Saphir F : 4/5 .. 290. »
		105	Saphir F : 6/3.. 235. »			85	Saphir F : 6/3 .. 210. »

VENTE ET DÉMONSTRATIONS AUX ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

35, 37, 39, RUE LA FAYETTE - PARIS-Opéra

SUCCURSALES

142, rue de Rennes, PARIS-Montparnasse
104, rue de Richelieu, PARIS-Bourse
15, Galerie des Marchands (rez-de-ch.), Gare St-Lazare
6, place de la Porte-Champerret, PARIS-17^e

CATALOGUE PHOTO-CINÉMA 1935

**GRATIS
ET FRANCO**

Toutes les marques en stock : KODAK, ZEISS-IKON
AGFA, VOIGTLANDER, LEICA, ROLLEIFLEX,
LUMIÈRE, PATHÉ-BABY, etc.

Expéditions en province à domicile
franco de port et d'emballage



LA PRODUCTION
Peugeot
1936