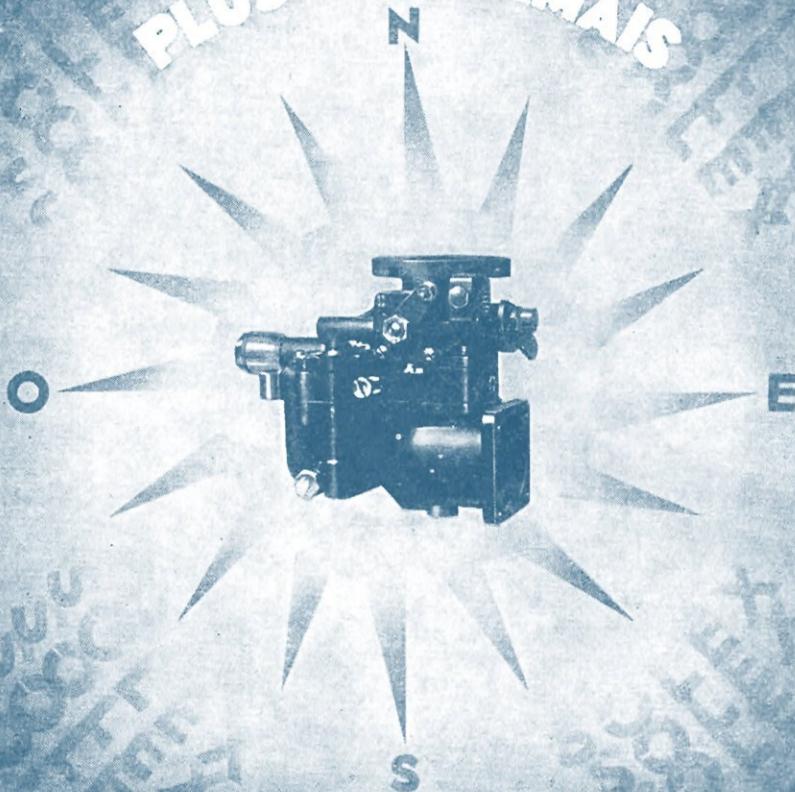


# LA SCIENCE ET LA VIE



**PARTOUT  
ET  
PLUS QUE JAMAIS**



**LE CARBURATEUR**

**SOLEX**

à s t a r t e r

**TIENT LE RECORD DE LA FAVEUR  
EN 1933**

GOUDARD ET MENNESSON, 190, AVENUE DE NEUILLY, NEUILLY-SUR-SEINE

La Science et la Vie n'accepte que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

**ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL** **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous  
le haut patronage de l'État

Directeur Général: J. GALOPIN \*O. OI.

19, rue Viète (Métro Wagram) - PARIS (17<sup>e</sup>)

**Cours sur place ou par correspondance**

**DES SITUATIONS**

**COMMERCE & INDUSTRIE**

Obtention de Diplômes et accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES  
DESSINATEURS  
CHEFS DE SERVICE  
INGÉNIEURS  
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

**ÉCOLES  
BANQUES  
P. T. T.  
CHEMINS DE FER  
ARMÉE  
DOUANES  
MINISTÈRES, etc.**

Programme gratuit  
N° 807

**M A R I N E**

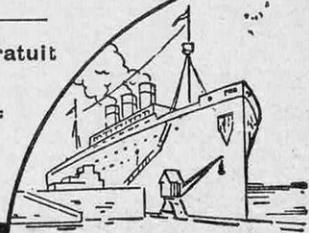
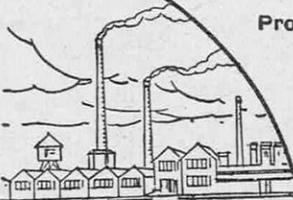
Admission aux  
**ÉCOLES DE NAVIGATION**  
des **PORTS**  
et de **PARIS**

Préparation des Examens  
**ÉLÈVES-OFFICIERS  
LIEUTENANTS  
CAPITAINES**  
**Mécaniciens, Radios,  
Commissaires**

Préparation à tous les  
**EMPLOIS DE T. S. F.**  
**Mécaniciens, etc.**  
de la **Marine de Guerre** et  
de l'**Aviation**

Programme gratuit  
N° 809

Accompagner toute demande de renseignements  
d'un timbre-poste pour la réponse



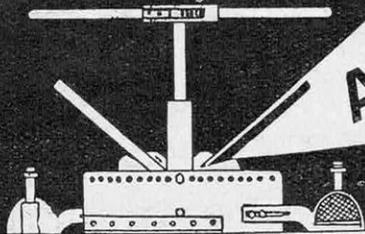
**LUBILOY**

*F. Paracini*

# CINTREUSE MINGORI

A FROID SANS REMPLISSAGE

Syst. Renou-Mingori B<sup>re</sup> France S.G.D.G  
et Etranger



A VIS ET A POMPE

SUR N'IMPORTE QUEL PLAN

C. MINGORI - Const<sup>r</sup> Brevet<sup>e</sup> - 7 & 8, rue Jules VALLÈS - PARIS (X<sup>le</sup>)  
TÉL ROQUETTE 90.68

6 modèles du 12×17 au 102×114 inclus

**PLUS DE 15.000 EN SERVICE**

Demander la Brochure n° 4

## CINEY, le poêle de l'élite, l'élite des poêles

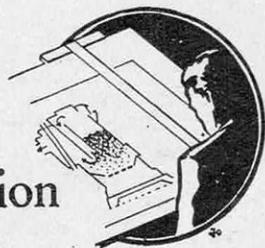
*D'une conception scientifique  
totalement nouvelle,*

### LE CALORIFÈRE "CINEY"

est le seul appareil à feu continu  
qui brûle du charbon bon marché  
(braisette 10/20) et les gaz qui  
s'échappent habituellement dans la

cheminée. -- De ce fait, il vous fera réaliser une économie de 65 0/0 sur votre chauffage. -- Allez le voir dans toutes les bonnes maisons de chauffage ou demandez la brochure explicative gratis aux

Conception  
nouvelle ...



FORGES DE

# CINEY

GIVET (Ardennes)

Le calorifère CINEY est en vente dans toutes les bonnes maisons de chauffage.  
Dépôt général de vente et d'exposition : 7, boul. du Temple, PARIS-3<sup>e</sup>

# Ovez-vous pensé à votre chauffage

L'Hiver approche. Allez-vous continuer à dépenser 2 fois plus de charbon qu'il en faut pour bien chauffer votre demeure ?

Pourquoi vous refuser l'essentiel d'un bon confort moderne, alors que vous pouvez si facilement l'obtenir avec le Chauffage central "IDEAL CLASSIC" ?

Son installation est simple et sa consommation très inférieure à celle des autres systèmes de chauffage :

**moins de 7 centimes l'heure, par radiateur.**

## LE CHAUFFAGE CENTRAL "IDEAL CLASSIC"

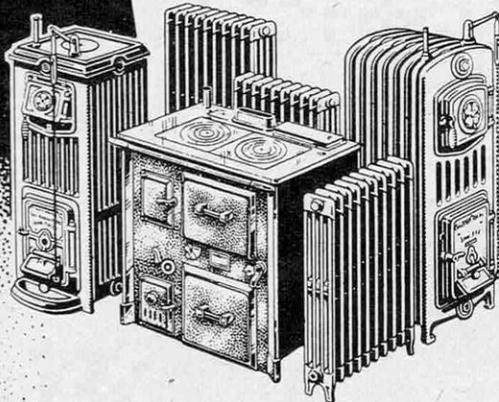
est incontestablement le plus économique de tous les modes de chauffage connus à ce jour.

**Qu'attendez-vous pour le  
faire installer chez vous ?**

Au reçu du coupon ci-dessous, nous vous ferons parvenir gratuitement, et sans engagement de votre part, notre Brochure illustrée N° 68 donnant tous renseignements sur le Chauffage central "IDEAL CLASSIC".

Veuillez m'adresser votre Brochure  
illustrée N° 68

NOM ..... N° .....  
RUE .....  
VILLE .....  
DÉP' .....



## COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

CRÉATRICE DU CHAUFFAGE CENTRAL "IDEAL CLASSIC"  
149, Boulevard Haussmann, PARIS (8<sup>e</sup>)

433

LILLE  
141, Rue du Molin

LYON  
4 bis Place Gensoul

MARSEILLE  
26, Cours Lieuteud

BORDEAUX  
128, Cours d'Alsace-Lorraine



**HUET**  
PARIS  
MARQUE DÉPOSÉE

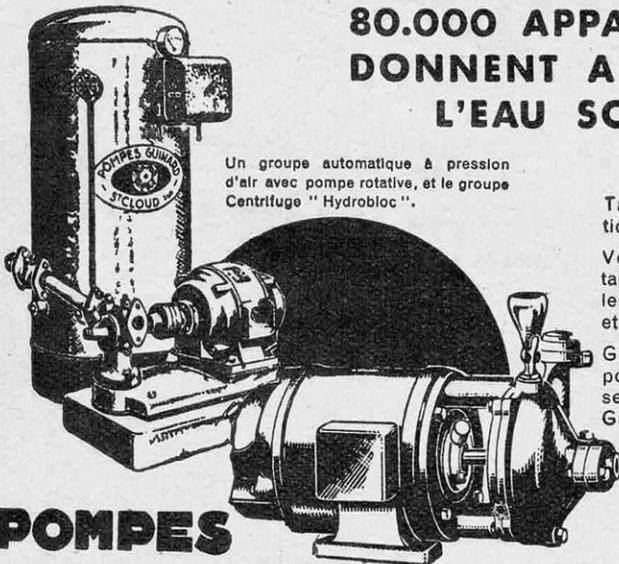
Rien n'échappe aux jumelles Huet

**TOURISME  
CHASSE  
SPORT**

En vente dans toutes les  
bonnes maisons d'Optique  
Catalogue franco sur demande  
(Mentionner le nom de la Revue)

**SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE**  
76, BOULEVARD DE LA VILLETTE · PARIS

**80.000 APPAREILS EN SERVICE  
DONNENT AUTOMATIQUEMENT  
L'EAU SOUS PRESSIION**



Un groupe automatique à pression  
d'air avec pompe rotative, et le groupe  
Centrifuge "Hydrobloc".

Tant vaut la pompe, tant vaut l'installa-  
tion d'eau sous pression.

Vous choisirez la vôtre parmi les cen-  
taines de Modèles GUINARD, parce que  
les Pompes GUINARD ignorent les pannes  
et comptent 80.000 clients satisfaits.

Groupes électriques ou à essence, avec  
pompe rotative à pistons s'amorçant  
seule. Groupes à commande automatique.  
Groupes centrifuges, etc...

**Demandez les Catalogues  
abondamment illustrés**

**POMPES  
GUINARD**



Société Anonyme au Capital de 5.250.000 France

19, Chemin de la Fouilleuse - St-Cloud (S.-&-O.)

Téléph. : Val-d'Or 08-01, 08-02, 01-19

# LE DESSIN est *indispensable*, de plus en plus.

Le bagage moderne de l'ingénieur, de l'inventeur, du savant doit être souple et vaste. Science et technique révolutionnent périodiquement chaque métier. Les plus ingénieuses initiatives sont à tout moment nécessaires.

Et, dans les métiers scientifiques et mécaniques, nul ne peut s'exprimer sans un adroit « coup de crayon », sans la pratique approfondie des diverses techniques du Dessin.

On ignore trop que le don du dessin peut être mis rapidement au point : en faisant appel à une méthode éprouvée, avec des dispositions moyennes et un peu d'initiative, vous pouvez acquérir cette magnifique formation qui ajoutera tant de joies et de profits à votre existence.

Par la méthode A. B. C. de dessin, vous apprendrez à dessiner *chez vous*, à vos heures de loisirs, vite et facilement. L'École tient à votre disposition *toutes les techniques* : peinture, aquarelle, gravure sur bois, dessin publicitaire, dessin pour modes, illustration, décoration, etc... Vous recevrez un enseignement strictement individuel, donné par des artistes parisiens notoires. Dès le début vous apprenez à *créer par vous-même*, vingt ans d'expérience ayant permis à l'École A. B. C. de rejeter toute théorie inutile, toute perte de temps. Cet enseignement écrit n'a que des avantages. Vous conservez les corrections reçues, vous y reportant à loisir. La gamme de vos progrès reste sous vos yeux. A toute minute libre, le Professeur est là, en un précieux dossier. Et même avant la fin du cours, selon votre degré d'habileté et d'enthousiasme, vous pourrez réussir à augmenter vos revenus en vendant vos travaux.

**RENSEIGNEZ-VOUS** : venez nous voir, demandez notre luxueux album d'information de 20 pages, accompagné d'un dépliant de 18 pages qui constitue une véritable exposition permanente de travaux d'élèves de l'École A. B. C. Pour recevoir cet album *gratuitement et sans engagement pour vous*, s'il vous est peu facile de venir, écrivez-nous à l'adresse :

**ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN, Studio B**  
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris-8<sup>e</sup>



Ce croquis si bien campé, vivement enlevé au pinceau, dénotant à la fois élégance et vérité, fut exécuté par notre élève, Mademoiselle Odette Fumet, l'Isle-Adam

# 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'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 26 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'École Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement  **votre adresse et le numéro des brochures** qui vous intéressent parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous les 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 aucun engagement de votre part.

**BROCHURE N° 61.203**, 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*, etc.

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

**BROCHURE N° 61.206**, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, 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*.

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

**BROCHURE N° 61.212**, 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° 61.222**, 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 Facultés, Professeurs agrégés, etc.)*

**BROCHURE N° 61.224**, 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° 61.234**, 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° 61.237**, concernant la préparation aux carrières d'Ingénieur, Sois-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° 61.247**, 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° 61.250**, 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° 61.259**, 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, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

**BROCHURE N° 61.265**, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.  
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

**BROCHURE N° 61.268**, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

**BROCHURE N° 61.273**, 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'écriture, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

**BROCHURE N° 61.281**, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).  
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

**BROCHURE N° 61.285**, concernant l'enseignement de tous les Arts du dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats de Dessin, Composition décorative, Peinture, etc.  
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

**BROCHURE N° 61.290**, 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.)

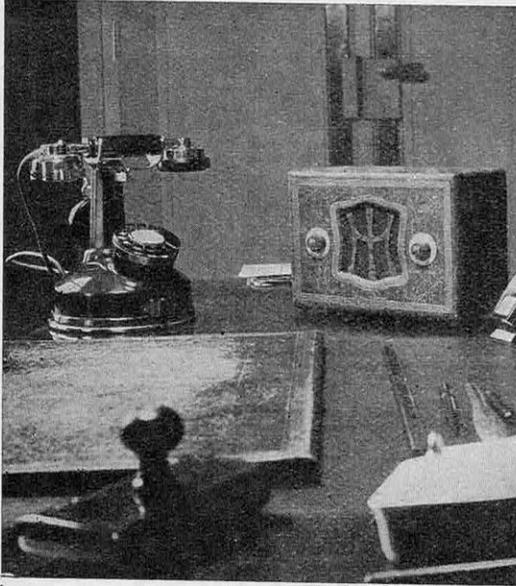
**BROCHURE N° 61.295**, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.  
(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à  
**MESSIEURS LES DIRECTEURS** de

# L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16<sup>e</sup>)

# PYGMY T. S. F.



## LA GRANDE MARQUE DES PETITS POSTES

Les présentations les plus luxueuses.  
Les prix les plus avantageux, de 995  
à 1.595 francs.

Une seule qualité... **LA MEILLEURE.**

Fonctionnent indifféremment sur courant **alternatif** et sur courant **continu**, sur secteur ou batterie d'automobile.

Equipés d'une prise de Pick-up, de grandes et petites ondes d'origine.

**Avec un PYGMY,**  
**pas de soucis**

Exigez la marque **PYGMY**

Société Centrale des Inventions Pratiques

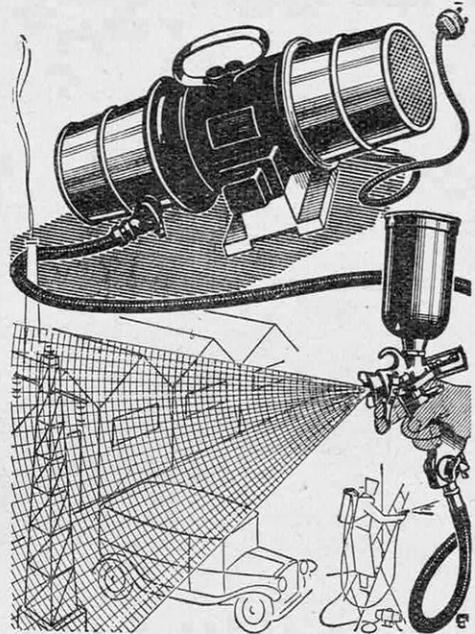
*Société anonyme au capital de 6.000.000 de francs*

**31, rue La Boétie -- PARIS**

Tél. : Elysées 15-56 et 15-57

AGENTS DEMANDÉS PARTOUT

## Carrossiers Entrepreneurs Industriels



la peinture pneumatique  
à basse pression  
constitue un progrès considérable

## Le groupe LILO à basse pression

BREVETÉ S. G. D. G.

*qui fonctionne sur courant lumière  
vous offre les avantages suivants :*

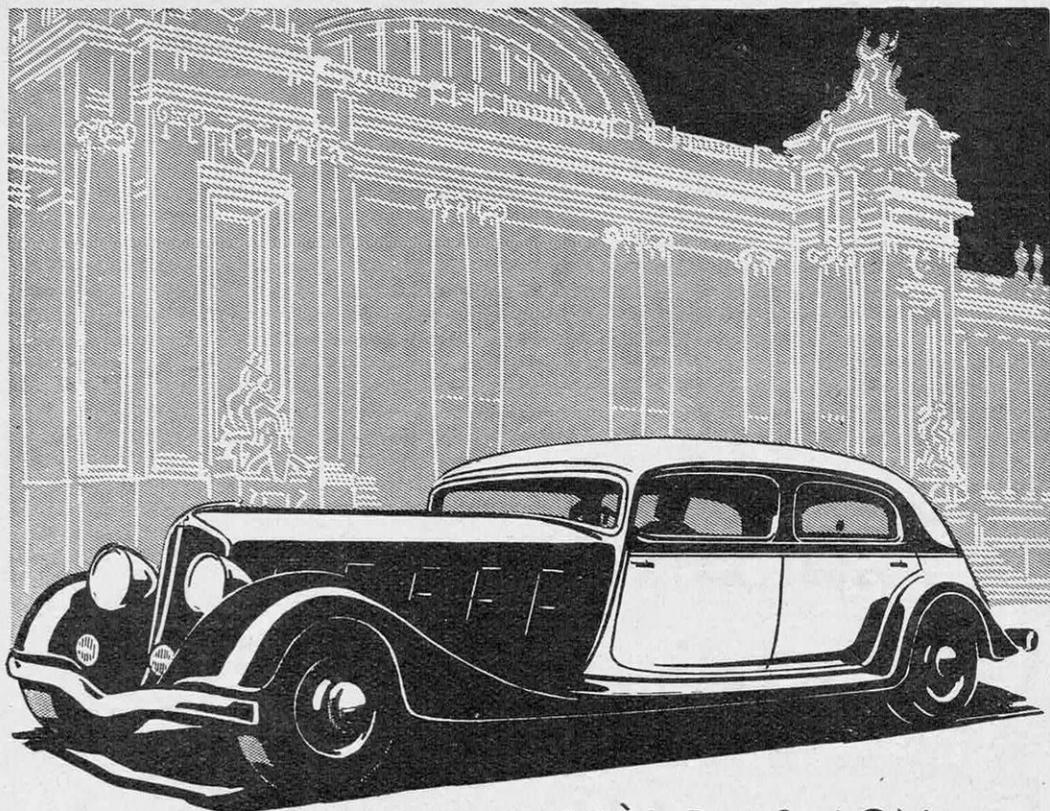
- Moteur 1/3 de CV ;
- Suppression des vapeurs de peinture, gênantes et dangereuses pour l'ouvrier ;
- Travail rapide avec toutes peintures ;
- Economie de force motrice et de main-d'œuvre (travail à 1/2 kg au lieu de 3 à 4 kg) ;
- Economie de peinture,

**Etab<sup>ts</sup> LUCHAIRE**

*Société anonyme au capital de 5.000.000 de francs*

**155, rue de la Chapelle, SAINT-OUEN**

Téléphone : BOTZARIS 94-80



LE PLUS GRAND SUCCÈS DU SALON

## Les STELLA 6 et 8 cylindres

Leur vogue, toujours croissante, n'est ni fortuite ni passagère. Voitures de très grand luxe — par leur perfection mécanique, leur ligne et leur confort — leurs prix ne s'expliquent que par la puissance unique des Usines RENAULT. Ce sont véritablement **les voitures les plus intéressantes du monde.**

En 1933, les Stella RENAULT ont triomphé dans tous les concours d'élégance.

Plus belles que jamais, les Stella 1934 présentent la ligne aérodynamique, profilée et plus rationnelle encore. Ligne de l'avenir qui permet, avec la meilleure pénétration dans l'air, de plus grandes vitesses et plus d'économie.

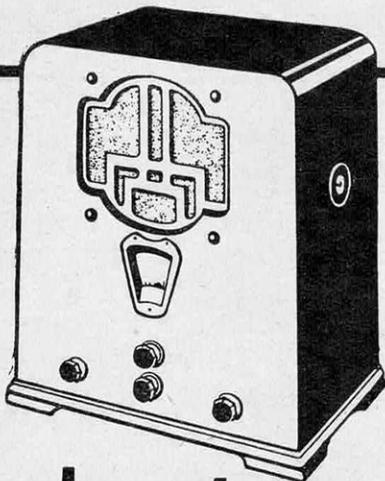
Voiture de l'Élite, une Stella classe son propriétaire parmi les gens de goût.

De 3 litres à 7 litres de cylindrée, la gamme des STELLA qui comprend 7 types de voitures, permet de répondre exactement à tous les désirs et à tous les budgets.

Faites l'essai gratuit d'une STELLA qui vous procurera plaisir et sensations nouvelles.

Vente à crédit avec le concours de la D.I.A.C. 47 bis, avenue Hoche, PARIS. Renseignements et essais à nos Usines à Billancourt (Seine) et chez nos Agents.

# RENAULT



**robustesse  
et perfection  
technique**

caractérisent le  
poste de T. S. F.  
6 lampes n° 64

**Pathé**

à 1.950 francs

(facilités de paiement avec  
195 frs seulement au comptant)

Jugez vous-même des qualités résultant  
de la perfection technique de ce  
superhétérodyne français :

- Musicalité prodigieusement exacte.
- Maximum de sélectivité.
- Sensibilité absolue.
- Maniabilité à la portée d'un enfant.
- Suppression du fading.

DÉMONSTRATION GRATUITE PAR :

**PATHÉ**

30, boulevard des Italiens,  
ET PAR LES REVENDEURS

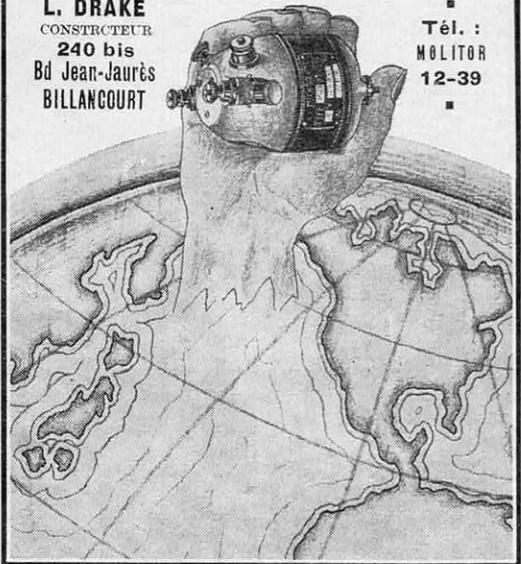
**"MICRODYNE"**

LE PLUS PETIT MOTEUR INDUSTRIEL DU MONDE

**MOTEURS UNIVERSELS**  
de 1/100 à 1/10 ch.

L. DRAKE  
CONSTRUCTEUR  
240 bis  
Bd Jean-Jaurès  
BILLANCOURT

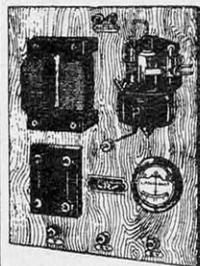
Tél. :  
MOLITOR  
12-39



CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS  
sur le Courant Alternatif devient facile  
avec le

**CHARGEUR L. ROSENGART**

B T S G D G



MODÈLE N°3. T. S. F.

sur simple prise de  
courant de lumière  
*charge toute batterie*  
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

SIMPLICITÉ  
SÉCURITÉ  
ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande

61, boul. Soult, PARIS

TÉLÉPHONE : DIDEROT 07-21

10 ANS D'EXPÉRIENCE.  
80.000 APPAREILS  
EN SERVICE.



**CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE JEUMONT**

**TOUT CE  
QUI CONCERNE  
LES  
APPLICATIONS  
INDUSTRIELLES  
DE  
L'ELECTRICITE**

et en particulier :

- Moteurs électriques depuis 0.3 CV
- Fils et Câbles pour tous usages
- Appareillage gros et petit
- Groupes moto-pompes
- Appareils de levage
- Tracteurs d'usines
- Treuil et cabestans
- Tapis de Caoutchouc
- Turbines

*34 ans  
d'expérience*

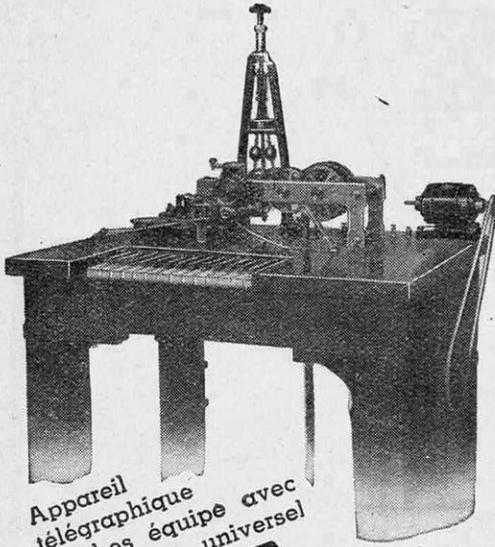
*4.000 ouvriers  
1.000 employés*

*3 groupes  
d'usines*

**CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE**

133

DIRECTION GENERALE A JEUMONT (NORD)  
**Jeumont**  
75, BOULEVARD HAUSSMANN, PARIS (8<sup>e</sup>)



Appareil  
télégraphique  
Hughes équipé avec  
un moteur universel

**ERA.**

**Ce petit moteur**

représente une des 4325 applica-  
tions actuellement mises au  
point par nous dans les spécia-  
lités les plus complexes et les  
plus diverses. Quel que soit  
votre problème, nous avons  
ce qu'il faut pour le résoudre

**MOTEURS**

**ERA**

E<sup>ts</sup> E. RAGONOT  
15, Rue de Milan - PARIS  
Tél. Trinité 17-60 et la suite



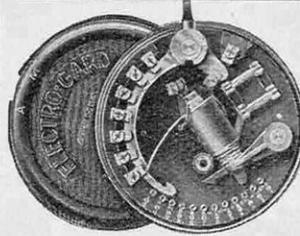
Pub. R. I. Dupuy

## CAMBRIOLAGES INCENDIES FUITES DE GAZ ET D'OXYDE DE CARBONE

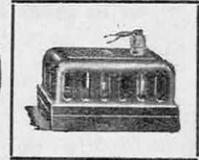
Protégez-vous ! Défendez-vous !

PAR LES APPAREILS DÉTECTEURS

### ELECTRO-GARD'



Electro-Gard'-vol ouvert



Electro-Gard'  
incendie

**La SÉCURITÉ à la portée de tous**

Demandez la notice de renseignements à

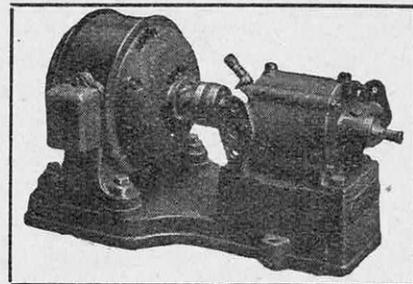
**ELECTRO-GARD'**

Société à responsabilité limitée au capital de 250.000 fr.

46, RUE DE SÈZE, LYON

## 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

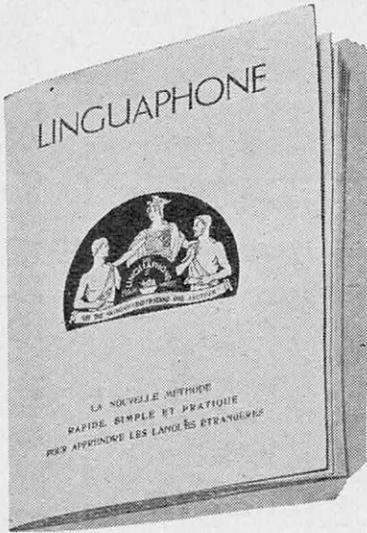
**DAUBRON**

**POMPES INDUSTRIELLES**

tous débits, toutes pressions, tous usages

# Pour apprendre l'Anglais

ou toute autre langue,  
soyez celui qui **discerne**  
**le vrai progrès**



La brochure gratuite ci-contre vous exposera la méthode moderne, rapide et pratique, pour apprendre les langues.

**Parlez enfin** la langue que, jusqu'ici, *vous savez* comme un muet. *C'est l'oreille qui saisit* les mots.

**Pourquoi les sourds-muets sont-ils muets ? Seulement parce qu'ils sont sourds.**

## ESSAI GRATUIT pendant huit jours

Pour bien vous rendre compte, vous pouvez avoir chez vous le cours entier, méthode et disques, dans la langue qui vous intéresse, sans aucun engagement, durant huit jours. (Voir tous détails dans la brochure ci-dessus mentionnée, élégant petit livre dans lequel de nombreux écrivains, hommes d'action, artistes, saluent en Linguaphone la *formule de l'avenir*.)

**SUCCÈS CERTAIN :** Des milliers d'élèves, plus de dix mille professeurs manifestent chaque jour leur enthousiasme pour les progrès rapides, pour le plaisir que leur donne leur Linguaphone. Vous aussi, vous recommanderez Linguaphone à vos amis quand vous connaîtrez cette méthode vraiment moderne. C'est l'étranger chez vous, les meilleurs professeurs du monde et *plusieurs professeurs dans chaque langue* (voir brochure) à votre disposition, à toute minute libre, instantanément. *Le progrès était là : il fallait le réaliser, en retenant des autres méthodes ce qu'elles avaient de meilleur.*

**ÉCOUTEZ, ÉCOUTEZ, ÉCOUTEZ** ces leçons sur disques ; faites répéter vingt fois la phrase, le mot qui vous manque, par ce professeur infatigable. Et à bref délai vous avez cette surprise : *vous savez parler.*

**VENEZ NOUS VOIR**, si cela vous est facile. Sinon, ne vous retardez plus.

Envoyez ce coupon à l'adresse : **INSTITUT LINGUAPHONE**, Annexe B  
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS (8<sup>e</sup>)

Gratuitement et sans engagement pour moi, veuillez me faire parvenir la Brochure Linguaphone et les indications pour faire chez moi un essai gratuit de huit jours. Voici mon adresse :

NOM .....

SIGNATURE,

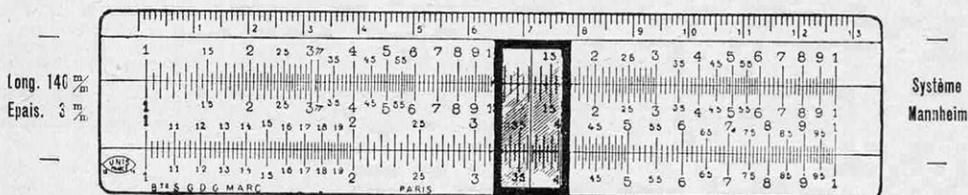
ADRESSE .....

LANGUES DÉSIRÉES .....

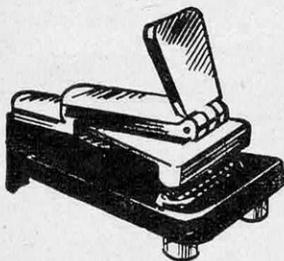
CRÉER DU NEUF en matière de  
LANGUES VIVANTES, c'est  
apprendre et enseigner avec la

**MÉTHODE LINGUAPHONE**

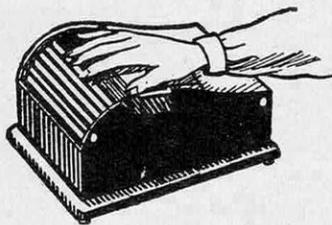
# Les Règles à Calcul de Poche "MARC"



SYSTÈME MANNHEIM, SINUS, TANGENTES, ÉLECTRICIEN, depuis 24 fr.



LES FIXE-CHÈQUES  
Depuis 22 fr.



LA CACHETEUSE  
350 fr.



LA DÉCACHETEUSE  
120 fr.

..... CONSTRUCTEURS - FABRICANTS .....

## CARBONNEL & LEGENDRE

SOCIÉTÉ À RESPONSABILITÉ LIMITÉE AU CAPITAL DE 206.000 FRANCS

12, rue Condorcet, PARIS (9<sup>e</sup>) - Tél.: Trudaine 83-13



la plus belle collection de montres de précision :

le nouveau catalogue "MONTRES" N° 33-65 de Etablissements SARDA, où la réputée firme offre à votre choix 500 modèles pour dames ou messieurs, que vous pourrez ainsi acheter **directement**, **30% moins cher** que dans le commerce.

# SARDA

BESANCON  
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

Consultez nos catalogues gratuits des rayons annexes "GROSSE HORLOGERIE", "BIJOUTERIE-JOAILLERIE-ORFÈVRE", Envois à conditions. Echange de montres anciennes.



Si votre ancien poste est bon conservez-le

en l'alimentant directement sur le secteur avec un coffret

## TOUTALOXYD SOLOR

Si non... n'oubliez pas que les Ets LEFÉBURE - SOLOR - FERRIX spécialistes depuis 15 ans de l'alimentation sur secteur peuvent vous fournir, et aux meilleures conditions les

Postes: SOLOR-FAR-ERGOS  
ET LE NOUVEAU PETIT POSTE  
Midget "BRÉGUET"

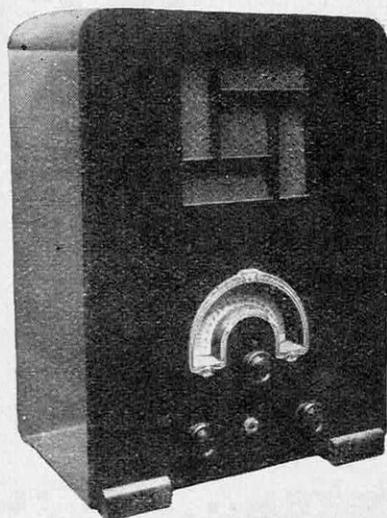
LEFÉBURE - SOLOR - FERRIX  
5, rue Mazet, Paris (6<sup>e</sup>)

TECHNIQUE NOUVELLE  
**SUPERHÉTÉRODYNE DE QUALITÉ**

A 6 LAMPES DONT 1 VALVE

**“ CRISTALTON VI ”**

(DÉCRIT DANS CETTE REVUE)



**A RÉGLAGE UNIQUE  
 PRÉSÉLECTEUR ET  
 DÉTECTRICE BINODE**

ÉQUIPÉ AVEC

**LES NOUVELLES PENTHODES  
 H. F. PHILIPS**

ET AVEC

**LE MEILLEUR MATÉRIEL EXISTANT**

*Par sa sélectivité, sa sensibilité et sa musicalité  
 ce montage ravit tout amateur de bonne musique.*

FONCTIONNE SUR :  
 110, 130 ou 220 volts alter-  
 natif 40 à 60 périodes.

A N T E N N E :  
 5 à 10 mètres, même inté-  
 rieure, avec prise de terre ;  
 ou encore prise de terre  
 comme antenne.

PRIX COMPLET :

**1.800 fr.**

avec Electrodynamique  
 merveilleux (licence  
 THOMSON - HOUSTON)

R E Ç O I T :  
 Plus de 100 stations Euro-  
 péennes avec grande pureté  
 — — et puissance — —

P I C K - U P :  
 La prise de Pick-Up assure  
 la plus belle reproduction  
 musicale grâce à la binode.

Ce poste est fourni également en pièces détachées ou en châssis câblé à MM. les Constructeurs et Revendeurs. Conditions sur demande.

**Etab. RADIO-SOURCE**

82, avenue Parmentier, Paris (11<sup>e</sup>)

TÉLÉGR. : SOURCELEC-119  
 CHÈQUES POST. PARIS 664-49

TÉLÉPH. : ROQUETTE 62-80  
 62-81

# MOTOGODILLE

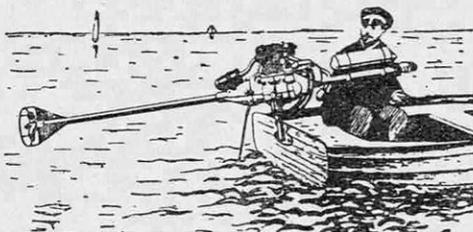
**PROPULSEUR AMOVIBLE (COMME UN AVIRON) POUR TOUS BATEAUX**  
(Conception et Construction françaises)

**PÊCHES - TRANSPORTS - PLAISANCE**  
2 CV 1/2 - 5 CV - 8 CV

Véritable instrument de travail - Trente années de pratique  
Nos colons français l'utilisent de plus en plus  
Naturellement, **IL PASSE PARTOUT**

**G. TROUCHE, 26, pass. Verdeau, Paris-9<sup>e</sup>**

Catalogue Gratuit — Téléph. : Provence 85-94



Depuis sa fondation  
"LA SCIENCE ET  
LA VIE" fait exé-  
cuter toutes ses  
illustrations par les

Établissements

**LAUREYS Frères** \*o

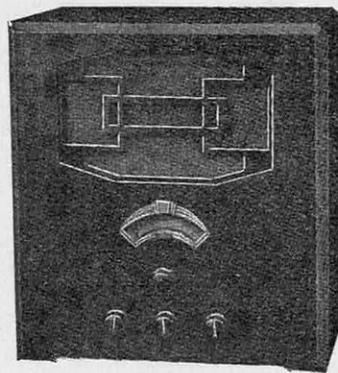
**17, Rue d'Enghien, PARIS-10<sup>e</sup>**

Téléph. : PROVENCE 99-37, 99-38, 99-39



PHOTOGRAVURE—  
GALVANOPLASTIE—  
STÉRÉOCHROME—  
COMPOSITION  
PUBLICITAIRE —  
STUDIO DE PHOTOS  
DESSINS

## UNION-RADIO RÉCEPTEUR



**TYPE C 4**

Prix imposé, prêt à fonctionner : **1.475 fr.**

**TYPES C 44**, avec la nouvelle lampe américaine 58  
Présentation de luxe. Prix imposé : **1.680 fr.**

**TYPE S 7**, superhétérodyne 7 lampes  
**ENSEMBLE RADIO-PHONO**

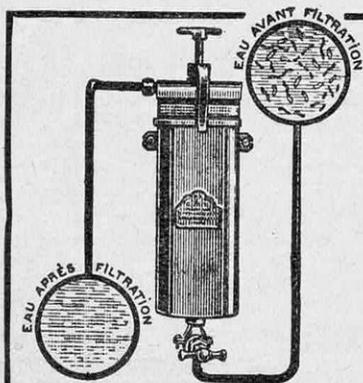
Notices gratuites sur demande à

**UNION-RADIO, 80, boul. Gallieni**

**ISSY-LES-MOULINEAUX**

Démonstrations : **RADION, 61, r. du faub.-Poissonnière, PARIS**

Téléphone : TAITBOUT 42-53



## FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR

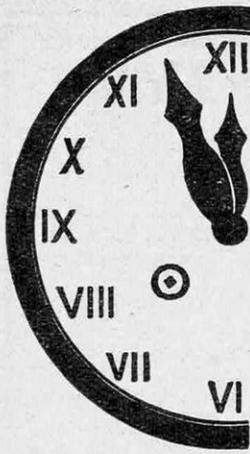
sans emploi d'agents chimiques

donne l'eau vivante et pure avec tous ses sels digestifs et nutritifs.

**FILTRES A PRESSION**    **FILTRES DE VOYAGE**  
**ET SANS PRESSION**    **ET COLONIAL**

**BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES**

**80 bis, rue Dutot, PARIS - Tél. : Vaugirard 26-53**



# FAITES SONNER L'HEURE DU SUCCÈS

EN DÉVELOPPANT LES DISPOSITIONS  
NATURELLES QUE VOUS POSSÉDEZ ET  
EN AUGMENTANT VOTRE VALEUR  
PERSONNELLE DANS LES AFFAIRES  
COMME DANS LA VIE PRIVÉE

Vous trouverez la compétence et la force,  
vous serez familiarisé avec la chance, c'est-  
à-dire avec l'art de réussir, si vous savez  
tirer parti de vos facultés, de vos aptitudes,  
de cette combinaison de qualités que vous  
êtes seul à posséder.

## ÉTUDIEZ LE SYSTÈME PELMAN

Ce cours par correspondance vous élèvera au  
sommet de l'échelle sociale, où il y a tou-  
jours de la place pour un homme de valeur,  
et où la personnalité se paye à prix d'or.

Vous augmenterez vos connaissances, décu-  
plerez vos capacités et centuplerez votre  
expérience, si vous appliquez le  
**SYSTÈME PELMAN,**  
véritable technique du succès.

Demandez, aujourd'hui même, la brochure  
explicative n° 18 de cette méthode attrayante,  
simple et pratique. Ecrivez ou venez nous voir.

# SYSTÈME PELMAN

80, boulevard Haussmann (et rue de Rome), PARIS-8<sup>e</sup>

LONDRES  
DUBLIN

NEW-YORK  
STOCKHOLM

DURBAN  
MELBOURNE

DELHI  
CALCUTTA

*Sous la Direction effective de Professeurs de Facultés et d'Hommes d'Affaires expérimentés*  
40 ANS D'EXPÉRIENCE MONDIALE DANS TOUTES LES CLASSES DE LA SOCIÉTÉ

*La petite merveille!*  
**SUPERHÉTÉRODYNE**  
**Sonora**  
 CLEAR AS A BELL 

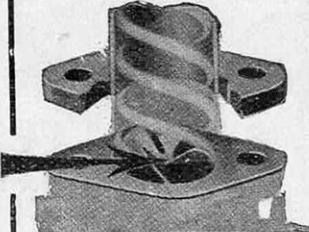


**5 lampes**  
 Marche sur tous courants  
 alternatifs ou continus

**995 francs au comptant**  
 ou 100 fr. à la commande  
 100 fr. à la livraison  
 et le solde en  
 12 mensualités de 75 francs

© **RADIOCINÉ** ©  
 11, Boulevard Saint-Martin, PARIS-3<sup>e</sup>

Un accessoire vraiment moderne  
**“ GAZOGR ”**



**SPÉCIALITÉS**  
**A. M.**

Le kilomètre plus vite, plus aisé et moins cher.

**GAZOGR A. M.**  
 Marque déposée  
 Gazéificateur fixe breveté S. G. D. G.

Nouveau mode d'application de la turbulence.

Rien de commun avec les turbines rotatives qui s'usent rapidement dans le courant gazeux qu'elles freinent en affaiblissant le moteur.

Meilleur rendement thermique, économie de carburant 10 à 20 %, réduction de la consommation d'huile, suppression de la calamine, alimentation régulière et régulière de tous les cylindres.

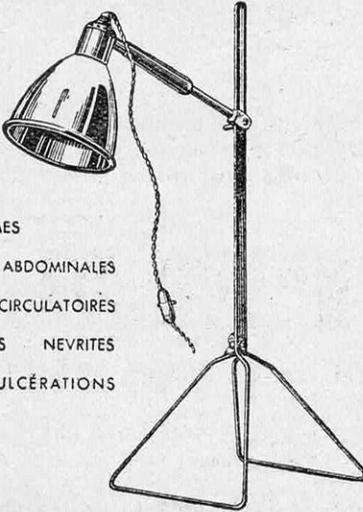
Livré prêt à monter . . . . **42. »**  
 à la commande

Livré prêt à monter . . . . **45. »**  
 contre remboursement

(Indiquer la marque et le type du véhicule)  
**GARANTIE.** — Remboursement sous 8 jours en cas de non satisfaction.

**SPÉCIALITÉS A. M., 54, r. Louis-Blanc**  
**COURBEVOIE (Seine)**  
 Voir l'article dans le n° 193, page 84  
 PUBL. C. BLOCH

**L'INFRA - ROUGE**  
 — A DOMICILE —  
**PAR LE PROJECTEUR**  
**THERMO-PHOTOThÉRAPIQUE**  
 DU DOCTEUR ROCHU-MERY



RHUMATISMES  
 DOULEURS ABDOMINALES  
 TROUBLES CIRCULATOIRES  
 NÉVRALGIES · NEVRITES  
 PLAIES · ULCÉRATIONS  
 ETC., ETC.

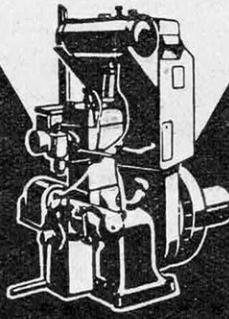
**LA VERRERIE SCIENTIFIQUE**  
 12, AV. DU MAINE, PARIS, XV<sup>e</sup> T. Litre 01-63  
 Litre 04-82

**LES**  
**MOTEURS A ESSENCE**  
**RENAULT**

Nouveaux prix :

**2<sup>CV</sup> = 1.700 Frs**  
**4/5<sup>CV</sup> = 2.150 -**  
**6/8<sup>CV</sup> = 2.750 -**

Les Usines RENAULT construisent également :  
 Moteurs industriels à essence jusqu'à 80 CV  
 Moteurs industriels à huile lourde 8 à 1000 CV  
 Usines RENAULT BILLANCOURT  
 (Seine)



**RENAULT**



## **Reliez vous-même vos livres et ceux de vos amis.**

*Gagnez de l'argent pendant  
vos loisirs !*

Reliez vous-même les livres de votre bibliothèque, les livres que vous aimez. Rien n'est plus facile, rien n'est plus agréable.

Après quelques mois d'études, vous exécuterez aussi bien qu'un professionnel de jolies et solides reliures qui, dans le commerce, sont couramment payées 12 à 15 francs et qui vous coûteront dix fois moins.

Vous gagnerez, au surplus, de l'argent. Rien qu'en travaillant pour leurs amis et relations, de nombreux adhérents s'assurent, chaque mois, de jolis bénéfices. Si vous voulez créer chez vous une petite entreprise de reliure, nous vous enverrons des clients.

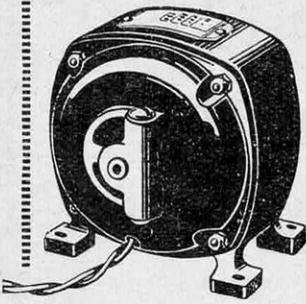
Gratuitement, nous vous adresserons par retour notre brochure : "RELIONS", qui vous donnera tous conseils et renseignements utiles pour devenir un relieur expérimenté.

### **INSTITUT ARTISANAL DE RELIURE**

28, boulevard Poissonnière  
PARIS

**BON A DÉCOUPER OU A RECOPIER**  
 Veuillez m'adresser gratuitement et sans  
 engagement votre brochure : "RELIONS".  
 Nom et prénoms : .....  
 Adresse : .....





## MOTEURS ÉLECTRIQUES

MONOPHASÉS DE FAIBLE PUISSANCE  
TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES

DÉMARRANT EN CHARGE — SANS ENTRETIEN — SILENCIEUX  
— VITESSE FIXE — NE TROUBLENT PAS LA T. S. F. —

### R. VASSAL

Ingénieur-Constructeur

13, rue Henri-Regnault - SAINT-CLOUD (S.-et-O.)

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

# EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

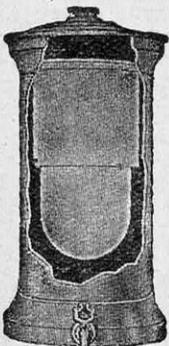
#### ABONNEMENTS

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... ..	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER.....	Trois mois... ..	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	200 fr.

#### SPÉCIMEN FRANCO sur demande

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,  
par mandat ou chèque postal  
(Compte 5970), demandez la liste et  
les spécimens des

#### PRIMES GRATUITES fort intéressantes



Protégez-vous des Epidémies

## FILTRE PASTEURISATEUR

# MALLIÉ

Premier Prix Montyon  
Académie des Sciences

PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE

DANS TOUTES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE  
et 155, rue du Faubourg-Polssonnière - PARIS (9<sup>e</sup>)

# DESSINEZ

rapidement, exactement, sans connaissance du dessin, d'après nature et d'après documents, à n'importe quelle grandeur

grâce au

**DESSINEUR : 120 fr.**

(Chambre claire simplifiée)

Franco d'emballage et port tous pays

**Nombreuses références officielles et privées dans toutes les villes.**

D'un seul coup d'œil, cet appareil permet d'**agrandir, réduire, copier** paysages, portraits, objets quelconques, photos, dessins, etc. Indispensable aux débutants, amateurs ou professionnels.

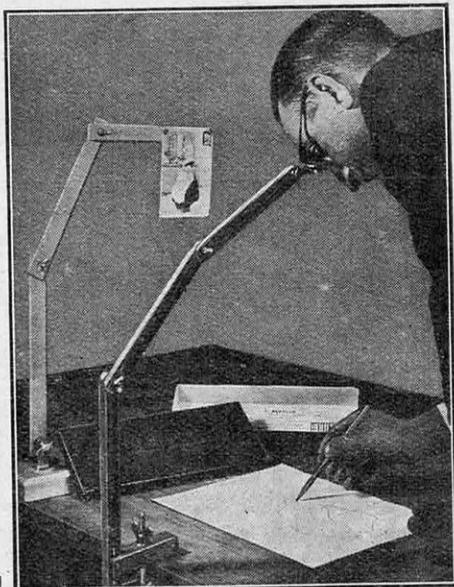
Catalogue D 12 gratuit sur demande

INSTRUMENTS ET FOURNITURES POUR LE DESSIN

**P. BERVILLE**

18, rue La Fayette, PARIS (9<sup>e</sup>)

Chèques Postaux 1271-92 Tél. : Prov. 41-74 Métro : Chaussée-d'Antin



# HUBENS

68, rue des Archives  
PARIS (3<sup>e</sup>)

*créé et lance la mode du luminaire artistique !*

## L'EXCELLENTE AFFAIRE DU MOIS

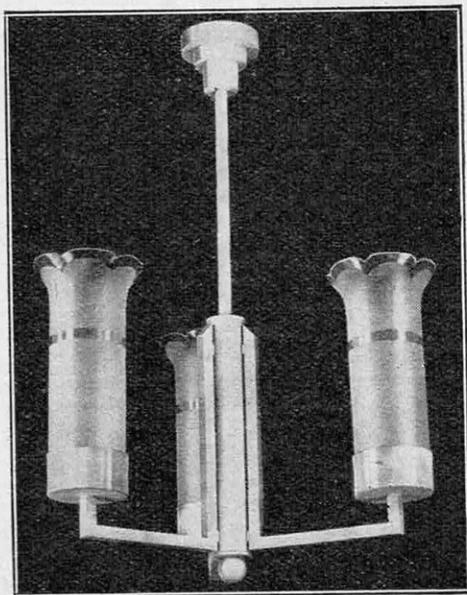
N° 68.504. **LUSTRE en bronze fondu**  
à 3 lumières. Hauteur 0<sup>m</sup>60. Diamètre 0<sup>m</sup>40.  
Verrerie gravée blanche, jaune ou rose, au choix.

**PRIX NET :**

Décor or mat ou argent mat  
ou **nickel chromé véritable. 250 fr.**

**EXPÉDITION** franco de port et d'emballage  
dans toute la France continentale.

*Le prix ci-dessus n'est valable que du  
1<sup>er</sup> au 31 Octobre 1933. Le prix  
de l'article-réclame ne compte pas pour  
l'application du franco aux autres articles.*



N° 68.504

**BON à découper** et à nous adresser pour recevoir  
gratuitement et sans engagement, notre  
**ALBUM "ART ET LUMINAIRE"** S. V.



# SOURDS

AUDIOS présente  
pour 1933 deux nouveautés sensationnelles :  
**L'EXTRA-PLAT et le SUPER-RÉSONNANT**  
basés sur une récente découverte  
**révolutionnant la surdité**

Demandez dès aujourd'hui le livre illustré du Docteur RAJAU  
à DESGRAIS, fabricant, 140, rue du Temple, PARIS  
(Joindre 3 fr. en timbres-poste.)

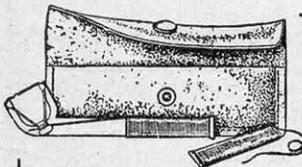
UNE  
RÉVOLUTION  
TARIFAIRE...



PLUS  
DE TAXES  
COMPLIQUÉES.  
UN PRIX DE  
LOCATION DES WAGONS  
AVEC FACILITE DE  
CHARGER N'IMPORTE  
QUELLES MARCHANDISES.  
UN PRIX DE TRANSPORT  
AU KILOMÈTRE SUR LE RAIL COMME  
SUR LA ROUTE

RENSEIGNEMENTS DANS LES GARES DU

**RÉSEAU DE L'ÉTAT**



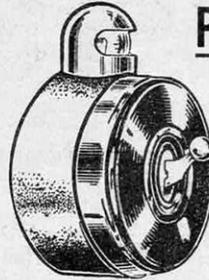
LE SUPPORT  
DE SOIE DENTAIRE  
**BAXTER**

SEUL, le fil de soie tendu à  
l'extrémité de ses deux petits  
bras métalliques, peut pénétrer dans tous les interstices  
des dents et les nettoyer parfaitement.

**BAXTER. 8 fr.**  
Etui... 3.50  
Recharge. 2.75

TOUTES PHARMACIES  
GRANDS MAGASINS  
Dépôt Général O. C. P.  
ou écrire, p<sup>r</sup> envoi f<sup>o</sup>, à P. DOLLFUS  
Usine du Gué Saint-Jean, MONTBARD (Côte-d'Or)

Voir article « A côté de la science, n<sup>o</sup> de Septembre



## PLUS DE GACHIS!

Cet interrupteur économise votre  
courant et vos lampes. Avec lui  
vous n'oublierez plus d'éteindre  
vos lampes.

Indispensable pour le contrôle de  
l'éclairage de cave, water-closets,  
placards, greniers, T. S. F., etc.

Le SEUL permettant un montage  
de tableau de contrôle, cham-  
bre d'hôtel, vraie et efficace.

Tél. : Ménilm. 50-84

Etab. R. TALMON

55, rue de l'Ermitage  
PARIS-XX<sup>e</sup>

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

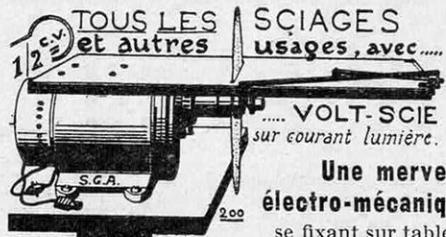
par les

**DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES**

L. TURENNE, ING. E. C. P.  
19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17<sup>e</sup>

Vente des Livres et des Appareils  
permettant les contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS  
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

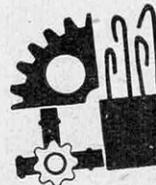


TOUS LES SCIAGES  
et autres usages, avec...  
12 C.V. ... VOLT-SCIE  
sur courant lumière.

Une merveille  
électro-mécanique,  
se fixant sur table :

**VOLT-SCIE**  
pour :  
Artisans,  
Menuisiers,  
Ebénistes,  
Emballeurs,  
Encadreurs,  
Laboratoires,  
Ruraux et Citadins,  
etc.  
... et VOLT-OUTIL pour vos autres travaux.

**S.G.A.S.** ING.-CONSTR<sup>TS</sup> 44, rue du Louvre  
Brevetés PARIS (1<sup>er</sup>)  
S. G. D. G.



Si vous hésitez dans le choix d'une carrière,  
nous vous offrons une documentation gran-  
deur et sans aucun engagement de votre part.  
Vous pouvez après quelques mois d'études  
faciles et attrayantes chez nous devenir techni-  
cien, dessinateur ou ingénieur spécialisé en  
Aviation, Automobile, Béton Armé ou Chauf-  
frage Central. En demandant notre program-  
me n<sup>o</sup> 1<sup>er</sup> gratuit, spécifiez la branche qui  
vous intéresse. Ecrire aujourd'hui même à l'  
**INSTITUT MODERNE POLYTECHNIQUE**  
34-38, RUE HALLÉ - PARIS



Si les travaux d'école fatiguent la vue de votre enfant,

il est grand temps de vous en rendre compte et d'y remédier ! Tout retard peut être préjudiciable à ses yeux et entraver ses progrès, non seulement à l'école, mais aussi, plus tard, dans la vie.

## Les Verres **ZEISS** *Punktal*

qui offrent des images également nettes dans toutes les directions du regard, et conservent ainsi aux yeux leur mobilité naturelle, sont, sans contredit, le moyen le plus efficace pour préserver la vue des adolescents.

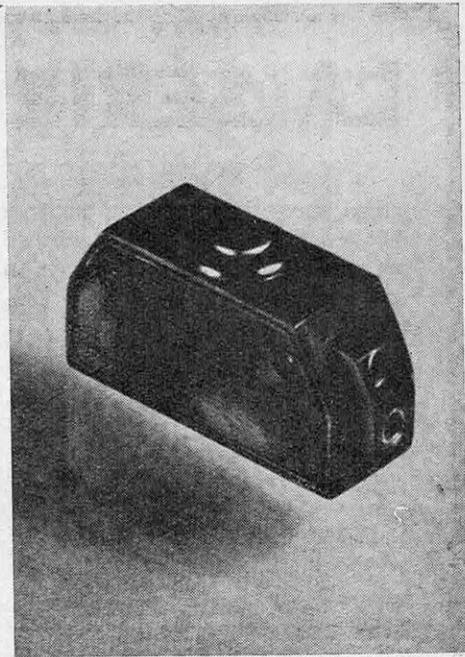
**“ Rien de mieux pour vos yeux ”**

*En vente chez tous les bons opticiens, qui en assurent l'adaptation rigoureuse.*

Brochure illustrée “ Punktal 77 ”, gratis et franco, sur demande adressée à

**Sté OPTICA, 18-20, faub. du Temple, PARIS-XI<sup>e</sup>**

Concessionnaire pour la France de



## **S**onotonor

**REND AUX SOURDS  
LA JOIE D'ENTENDRE**

Les études et recherches faites sur la “ CONDUCTION OSSEUSE ” ont permis de mettre au point un appareil donnant le maximum de rendement, avec le minimum d'encombrement et de poids.

On ne saurait trop conseiller aux sourds d'essayer le “ SONOTONOR ”. Grâce à lui, un grand nombre d'entre eux percevront à nouveau parfaitement la gamme des sons dans leurs moindres nuances ; ils pourront entendre au théâtre et assister aux conférences, ce que ne pouvait leur permettre aucun autre appareil actuellement existant.

Pour certains même, dont l'audition, quoique corrigée, reste presque nulle, le “ SONOTONOR ” sera une révélation.

.....  
Catalogue sur demande  
.....

**E. B. Meyrowitz**

OPTICIEN

**18, boul. Haussmann  
PARIS (IX<sup>e</sup>)**

R. C. Seine 98.302

# LA SÉRIE 46 à HAÏTI ...

La vogue de nos pavillons métalliques, sans être une des merveilles du siècle, marque tout de même une avance sérieuse dans le style et dans la qualité du travail livré, jusqu'à présent, aux pays d'outre-mer.

C'est qu'ils sont d'une réussite, cher lecteur, nos pavillons ! Pas une réussite de fortune, mais une réussite de mérite — permettons-nous, cette fois-ci, la vanité de le dire. Ils sont étudiés exactement et intelligemment — encore de la vanité direz-vous — mais c'est vrai. Il y a presque quatorze ans que le pavillon à ossature métallique et à remplissage en briques ou en agglomérés est un problème bien près de notre cœur. Si, chaque année,

nous y ajoutons encore quelques perfectionnements, nous sommes bien contents de nous-mêmes. Aujourd'hui, la **Série 46** de nos pavillons est d'emploi universel. Ses caractéristiques esthétiques et robustes sont connues et archi-connues — non seulement dans toutes les colonies françaises, mais également dans bien d'autres pays d'outre-mer. **Elle est souvent employée ici, en France, comme maison d'habitation, ainsi qu'en Afrique du Nord.**

Un pays que nous ajoutons aujourd'hui à notre liste est celui de Haïti. C'est la première fois que nous envoyons une de nos constructions dans cette importante île des Antilles, et nous la suivons en imagination jusqu'à destina-

tion. Est ce que la moindre chose dans notre envoi pourrait manquer de plaire à notre client ? Aura-t-il toute la boullonnerie nécessaire ? Mais oui, et 10 % en plus ! Les plans d'assemblage seront-ils précis, et leur clarté lui permettra-t-elle de monter son pavillon sans aucun mal ? Ces plans sont ce que dix ans de pratique et d'expérience peuvent nous dicter. Les portes et les fenêtres métalliques vont-elles aussi plaire ?

Nous l'espérons bien, car voilà du travail qui nous donne du cassement de tête et qui nous coûte cher à exécuter.

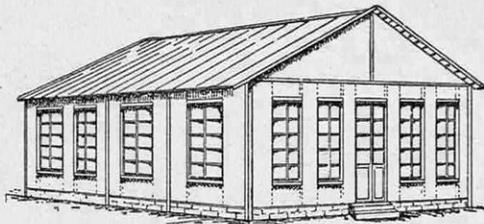
Les portes et fenêtres métalliques de nos pavillons sont, en effet, des accessoires fort goûtés par nos estimés clients. Nous

ne les avons pas toujours fabriqués ; ce n'est que depuis quelques années que ce rayon s'ajoute — comme celui des escaliers métalliques et des réservoirs démontables — à notre fabrication journalière.

Confiez-nous donc, cher lecteur, le projet de votre pavillon métallique.

Dans n'importe quel coin du monde que le hasard vous place, vous pouvez toujours nous interpeller.

Expliquez-nous ce que vous désirez ; demandez la notice explicative n° 101 bis ; mettez-vous en rapport avec nos ateliers ; vous nous trouverez toujours prêts à vous répondre au mieux de nos capacités — et le résultat pourrait être bien moins désagréable que vous le supposiez.



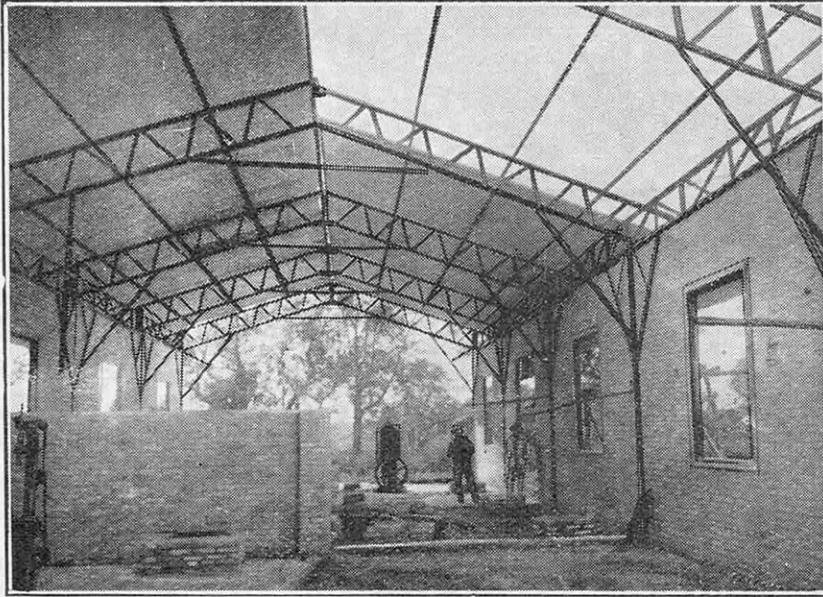
*Pavillon d'habitation envoyé à M. le Docteur Bourand, à Haïti, aux Antilles. Modèle complet, avec portes, plafond, fenêtres et toiture, mais sans vérandas. Coût total : 29.000 francs.*

## Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

Bâtiments et Pavillons Métalliques pour tous les besoins de l'Industrie et de la Culture

Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LÈS-ROUEN (Seine-Inf.).

## ...ET LA SÉRIE 39, SUR LA ROUTE DE DIEPPE



LE GARAGE DE M. MALLET, DE BIVILLE-LA-BAIGNARDE (près Tôtes)

Il est rare qu'il se passe un mois sans que nous ne fabriquions et ne posions un bâtiment sortant de la **Série 39** destiné à un de nos estimés clients qui donne de l'extension à son garage ou qui en monte même un neuf. — On a beau parler de la crise — pour le garagiste ce mot est inconnu. La circulation routière est **toujours** en augmentation, à la voiture particulière vient s'ajouter continuellement une production intense de camions, camionnettes, et il ne faut pas oublier les autobus. Le transport de marchandises, se fait de plus en plus par la route et donne du travail aux garages, même jusque dans les plus petits pays.

Le garage de **M. Mallet** est d'un modèle que nous faisons très souvent — un bâtiment tout à fait de série et d'un coût relativement insignifiant. — Nous voudrions que tous nos lecteurs puissent aller le voir (Biville-la-Baignarde est sur la route directe de Rouen à Dieppe, à 5 kilomètres de l'autre côté de Tôtes), mais, pour ceux qui ne sont pas dans la région, nous nous permettons de donner le détail de cette construction :

Comme longueur, elle a 20 mètres et comme largeur 10 mètres. La hauteur du sol jusqu'aux gouttières est de 4 mètres. La charpente du bâtiment est faite à l'aide de la **Série 39** et son coût total, y compris les armatures des parois pour le remplissage en briques de 11 centimètres, n'est que de **7.010 francs**, pose comprise. La toiture est en ardoises de fibro-ciment rouges et blanches panachées, qui sont d'un très joli effet. Le coût total de la partie toiture, y compris les pannes en sapin du nord, est de **7.000 francs**, tandis que le remplissage en briques de 11 centimètres des parois et des pignons n'a pas dépassé **6.000 francs**. Ajoutons à ces chiffres les portes, la deuxième couche de peinture, les châssis de vitrage sur les longs côtés et nous avons un coût global de moins de **25.000 francs** pour l'ensemble de la construction, sans le dallage en béton qui pourrait coûter **4.000 francs**.

Ce n'est pas précisément le coût qui nous plaît, c'est que l'ensemble de la construction est bien, tout en évitant des gros frais qui pourraient grever trop le budget de **M. Mallet**. Telle qu'elle est, il a seulement 1.500 francs par an d'amortissement de capital — ce qui ne constitue pas un loyer formidable — et il peut placer son garage **exactement où il le veut**, soit sur la route nationale, entre Rouen et Dieppe, où il passe des fois 6.000 voitures dans une seule journée.

Si la question garage vous intéresse, cher lecteur, faites-nous le plaisir de nous écrire. Il se pourrait très bien que nous vous rendions service d'une façon appréciable.

**Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs**  
Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LÈS-ROUEN (Seine-Inf.)

# ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS, DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

M. Léon EYROLLES, C. ✱, ☉ I., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard  
PARIS (V°)

Ecole d'Application et Polygone  
CACHAN, près Paris

## 1° ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS

146 professeurs

CINQ SPÉCIALITÉS :

- |   |   |
|---|---|
| 1° <b>Ecole supérieure des Travaux publics</b> : Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics ;    | 3° <b>Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité</b> : Diplôme d'Ingénieur Mécanicien-Electricien ; |
| 2° <b>Ecole supérieure du Bâtiment</b> : Diplôme d'Ingénieur-Architecte ;                     | 4° <b>Ecole supérieure de Topographie</b> : Diplôme d'Ingénieur-Géomètre.                               |
| 5° <b>Ecole supérieure du Froid industriel</b> : Diplôme d'Ingénieur des industries du Froid. |   |

Cette Ecole est placée sous un régime spécial

*En vertu du décret du 13 février 1931 et de l'arrêté ministériel du 31 mars 1931, les Ingénieurs diplômés de l'Ecole sont admis à s'inscrire dans les Facultés des Sciences, en vue de l'obtention du diplôme d'INGÉNIEUR DOCTEUR. Un service spécial de recherches scientifiques, organisé à l'Ecole des Travaux Publics, les prépare à ce diplôme.*

**SECTION ADMINISTRATIVE** pour la préparation aux grandes administrations techniques.  
(Ingénieurs des Travaux publics de l'Etat, du Service vicinal, de la Ville de Paris, etc.)

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. La première session a eu lieu en juillet; la seconde, fin septembre.

## 2° L' "ÉCOLE CHEZ SOI"

(ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 élèves par an - 173 professeurs spécialistes

*La première Ecole d'enseignement technique par correspondance fondée en Europe, il y a 42 ans, et la seule qui s'appuie sur une Ecole de plein exercice, aussi indispensable à l'enseignement par correspondance que le Laboratoire l'est à l'Usine.*

DIPLOMES ET SITUATIONS AUXQUELS CONDUIT L'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE  
"L'ÉCOLE CHEZ SOI"

- 1° **Situations industrielles** : Travaux publics - Bâtiment - Electricité - Mécanique - Métallurgie - Mines - Topographie - Froid industriel ;
- 2° **Situations administratives** : Ponts et Chaussées et Mines - Postes et Télégraphes - Services vicinaux - Services municipaux - Génie rural - Inspection du Travail - Travaux publics des Colonies - Compagnies de chemins de fer, etc., etc...

*Un service de renseignements fournit, sur simple demande, tous documents et conseils au sujet de ces situations.*

NOTICES, CATALOGUES ET PROGRAMMES SUR DEMANDE ADRESSÉE A L'

### ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS

12 et 12 bis, rue Du Sommerard, PARIS (V°)

### LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

Editions d'ouvrages techniques de premier ordre soigneusement choisis et souvent professés.

Catalogue gratuit sur demande, 3, rue Thénard, Paris (5°).

# SOMMAIRE

N° 196

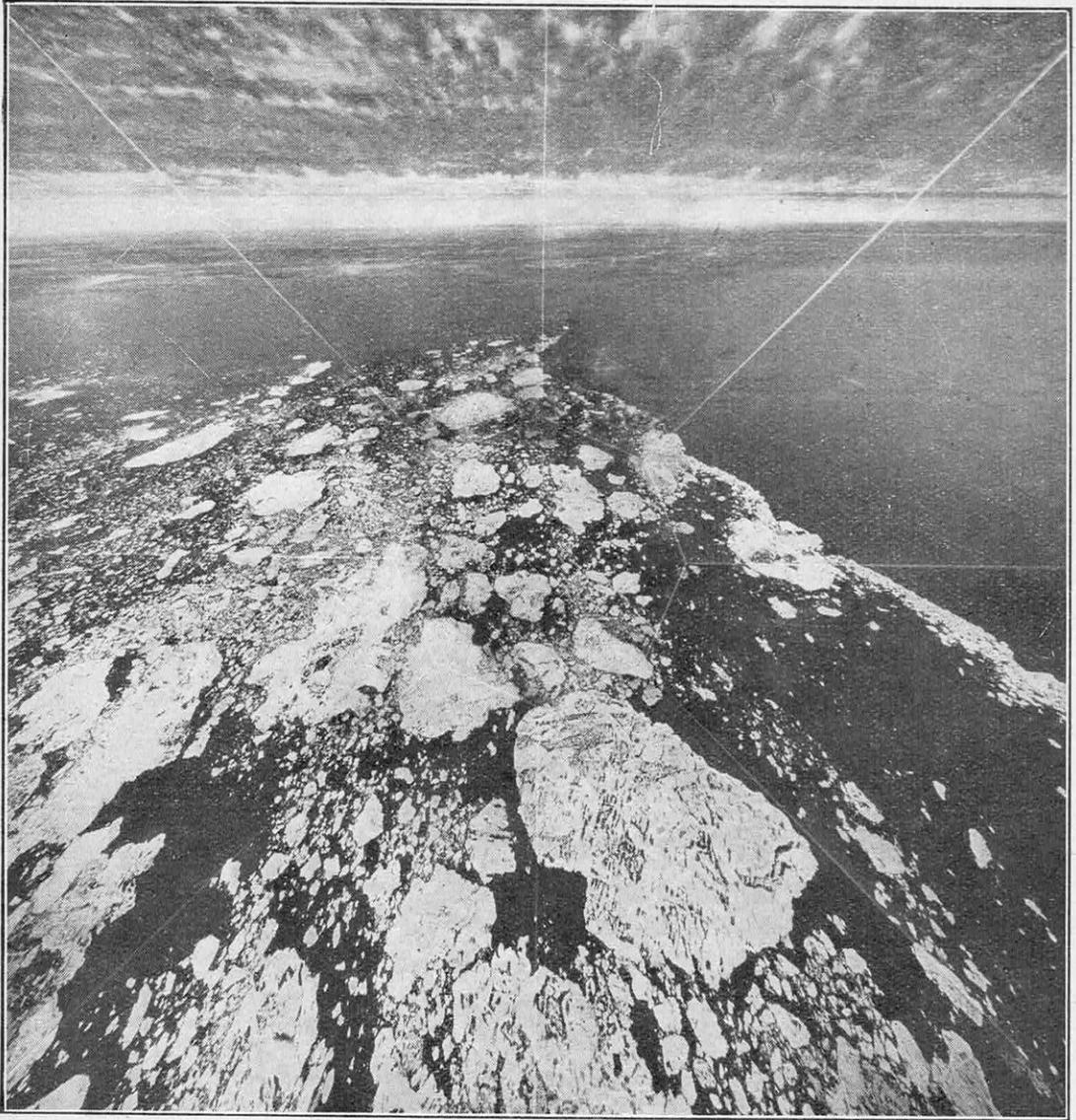
Tome XLIV

OCTOBRE 1933

<p><b>La photographie aérienne a fait des progrès sensationnels en France et en Allemagne.</b>  <i>Avec les appareils modernes — qui ont profité des perfectionnements réalisés dans tous les domaines de la science et de la technique — on arrive aujourd'hui à prendre automatiquement des séries de photographies directement utilisables pour les levers de plans. C'est en France et en Allemagne que les plus notables progrès ont été réalisés.</i> . . . . .</p>	<p><b>Max Vignes . . . . .</b> 271  <small>Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Ingénieur des Manufactures de l'Etat.</small></p>
<p><b>Que savons-nous maintenant de l'Univers ?</b>  <i>L'Univers, tel qu'on le conçoit à l'heure actuelle, est formé d'amas d'étoiles, ou nébuleuses, et le monde solaire auquel nous appartenons fait partie de l'un de ces amas, la Galaxie.</i> . . . . .</p>	<p><b>L. Houlevigue . . . . .</b> 281  <small>Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.</small></p>
<p><b>La turbine hydraulique moderne a engendré les grandioses réalisations de Kembs et de la Truyère.</b>  <i>Grâce aux différents types de turbines, on peut aujourd'hui capter la houille blanche avec un rendement jusqu'ici inatteint, — qu'il s'agisse de hautes chutes à faible débit ou de faibles chutes à grand débit.</i> . . . . .</p>	<p><b>Jean Marival . . . . .</b> 287</p>
<p><b>En France, l'aviation de tourisme demeure encore timide.</b>  <i>Pour que l'aviation de tourisme puisse prendre en France son essor, il faut modifier une réglementation désuète et établir un véritable « code de l'air ». La France, sur ce point, est encore en retard.</i> . . . . .</p>	<p><b>José Le Boucher . . . . .</b> 293</p>
<p><b>Comment, en mécanique, les « roulements » ont vaincu les « frottements ».</b>  <i>Les roulements à billes, à rouleaux, à aiguilles, sur huile, etc., ont permis de vaincre les frottements: grâce à eux, la mécanique appliquée a pu se développer.</i> . . . . .</p>	<p><b>André Charmeil . . . . .</b> 303  <small>Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.</small></p>
<p><b>La vitesse moyenne d'une voiture dépend de ses qualités d'accélération et de freinage.</b>  <i>La faculté de pouvoir accélérer et freiner rapidement est, pour un véhicule à traction mécanique, une caractéristique peut-être plus importante encore que la vitesse maxima qu'elle peut atteindre.</i> . . . . .</p>	<p><b>Henri Tinard . . . . .</b> 310</p>
<p><b>Comment on vient d'expliquer l'action des radiations sur les cellules vivantes.</b>  <i>Une étude expérimentale toute récente vient de confirmer une hypothèse audacieuse, qui explique l'action des radiations sur les cellules vivantes en se basant sur les théories « quantiques » des rayonnements.</i> . . . . .</p>	<p><b>Jean Labadié . . . . .</b> 317</p>
<p><b>Ce que l'industrie peut attendre d'une découverte de physique mathématique.</b>  <i>La découverte du phénomène de la « diffraction des électrons », conséquence des travaux théoriques de Louis de Broglie sur la mécanique ondulatoire, a déjà reçu diverses applications en métallurgie et en chimie.</i> . . . . .</p>	<p><b>J.-J. Trillat . . . . .</b> 325  <small>Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon, Maître de recherches.</small></p>
<p><b>L'aménagement hydraulique de la Truyère est un chef-d'œuvre de la houille blanche.</b>  <i>Cet aménagement, pour lequel on a mis en œuvre des techniques aussi nouvelles qu'originales, complète rationnellement le plan de mise en valeur de l'énergie hydraulique du Massif Central.</i> . . . . .</p>	<p><b>Jean Marchand . . . . .</b> 332  <small>Ingénieur I. E. G.</small></p>
<p><b>Voici quelques nouvelles solutions que nous verrons au Salon de l'automobile.</b>  <i>Roues indépendantes, roues avant motrices, boîtes de vitesses automatiques. Ce qu'il faut en attendre.</i> . . . . .</p>	<p><b>André Caputo . . . . .</b> 336</p>
<p><b>La lutte contre les insectes.</b> . . . . .</p>	<p><b>L. de Saint-Rat . . . . .</b> 341  <small>De l'Institut Pasteur</small></p>
<p><b>Comment on mesure la résistance des routes modernes</b> . . . . .</p>	<p><b>J. B. . . . .</b> 345</p>
<p><b>Les sourds peuvent, désormais, entendre par conduction osseuse.</b> . . . . .</p>	<p><b>P. Hémardinquer . . . . .</b> 346</p>
<p><b>Un cri surbaissé pour les voitures surbaissées.</b> . . . . .</p>	<p><b>J. M. . . . .</b> 349</p>
<p><b>Les « A côté » de la science</b> . . . . .</p>	<p><b>V. Rubor . . . . .</b> 351</p>

La captation de la houille blanche (c'est-à-dire la transformation en énergie électrique de l'énergie hydraulique des chutes d'eau et des cours d'eau) a posé le problème capital de la TURBINE. C'est, en effet, du « rendement » des turbines hydrauliques que dépend, en définitive, le rendement de l'installation hydro-électrique et, par suite, sa « rentabilité ». Depuis quelques années, les progrès réalisés dans ce domaine ont été considérables : on a maintenant à sa disposition différents types de turbines appropriées à chaque hauteur de chute et qui permettent d'obtenir des rendements de 80 %, ce qui est magnifique. La couverture du présent numéro représente la plus récente turbine « Kaplan », de 42.500 ch, adaptée à la captation de l'énergie hydraulique à grand débit, sous une faible chute (aménagement d'un fleuve). (Voir l'article, p. 287.)

## UNE VUE AÉRIENNE QUI EMBRASSE UNE SUPERFICIE DE 30 KILOMÈTRES SUR 30 KILOMÈTRES !



Le problème de l'établissement des cartes est aujourd'hui intimement lié à la photographie aérienne et à la photogrammétrie (1). C'est surtout au cours de la guerre 1914-1918 que les avions et les ballons captifs furent utilisés, non seulement pour l'observation, mais encore pour fixer sur un cliché les formes des terrains survolés, en vue de venir en aide au réglage précis des tirs d'artillerie et de situer exactement les points principaux repérés. Un appareil photographique d'avion doit, on le conçoit, présenter des qualités toutes particulières, étant donné la distance des objets à enregistrer. On fit appel tout d'abord à des appareils à long foyer, pour obtenir des vues à grande échelle. Mais ceux-ci étaient lourds et encombrants, d'autant plus que le nombre de plaques à emporter est considérable. De grands progrès ont été réalisés dans ce domaine ; on les trouvera détaillés dans l'article ci-après. En Allemagne, notamment, on a cherché à perfectionner des appareils donnant des vues à petite échelle. Le plus récent modèle ne comporte pas moins de neuf objectifs donnant neuf photographies, telles qu'elles sont représentées page 277. Un transformateur spécial permet de les redresser convenablement pour que, accolées, ces neuf photographies n'en forment plus qu'une, comme celle que l'on voit ci-dessus. Le champ de cet appareil permet de photographier une superficie de 30 kilomètres sur 30 kilomètres. Avec un peu d'attention, on voit sur le document ci-dessus la courbure de la ligne d'horizon qui prouve l'énorme étendue ainsi enregistrée.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 61, page 321.

# 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<sup>e</sup> — Téléph. : Provence 15-23

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

*Copyright by La Science et la Vie, Octobre 1933 \* R. C. Seine 116.544*

Tome XLIV

Octobre 1933

Numéro 196

## LA PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE A FAIT DES PROGRÈS SENSATIONNELS EN FRANCE ET EN ALLEMAGNE

Par Max VIGNES

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,  
INGÉNIEUR DES MANUFACTURES DE L'ÉTAT

*La guerre de 1914-1918 a ouvert un vaste champ d'expérimentations plus ou moins audacieuses qui devaient, par la suite, donner naissance à de remarquables progrès dans de nombreux domaines scientifiques et techniques. Il est hors de doute, par exemple, que l'aviation moderne a dû son essor à l'aviation de combat. Il en est de même pour la photographie aérienne, qui s'est développée tout d'abord pour assurer le réglage précis des tirs d'artillerie, puis pour l'établissement des « plans directeurs », auxiliaires précieux de la manœuvre. Mais les appareils photographiques d'alors, qui cherchaient à obtenir des vues à la plus grande échelle possible, étaient lourds et encombrants, exigeant de multiples châssis pour des plaques fragiles. Par la suite, l'emploi de magasins de plaques perfectionnés, puis du film, contribua à alléger ce matériel. Enfin, la réalisation de l'automatisme intégral a constitué un progrès décisif. Mais il y a mieux : en Allemagne, de récentes recherches ont abouti à une autre solution basée sur des prises de vues à très petite échelle (le 1/100.000<sup>e</sup>). C'est ainsi qu'on a mis au point dernièrement un appareil comportant neuf objectifs principaux, donnant par suite neuf photographies disposées en étoile et couvrant une étendue de terrain de 30 kilomètres sur 30 kilomètres. C'est là une véritable révolution dans la photographie aérienne qui doit permettre d'accélérer notablement les multiples opérations de la cartographie qui fait appel à son tour à cette délicate technique qui constitue la photogrammétrie (désignée aussi sous le nom de métrophotographie) (1).*

**S**IL est vrai qu'en toute matière il faut savoir regarder les choses de haut, cela est encore plus incontestable en matière d'observation et d'étude cartographique du terrain. Et, comme l'observation ne peut se suffire à elle-même, mais doit, de toute nécessité, être traduite en renseignements graphiques, que l'on puisse conserver indéfiniment sans altération, on se trouve dans l'obligation d'adjoindre aux moyens de reconnaissance des moyens d'inscription rapides et précis des formes du sol observé.

Deux techniques doivent donc logique-

ment, par leur coopération, présider à la solution du problème de l'établissement des cartes et des plans. La première sera celle de l'élévation maximum du point de vue : observation à bord d'aérostats, puis d'avions ; la seconde sera celle de la photographie du terrain à bord de ces aéronefs. En fait, l'une poussant l'autre, ces deux techniques sont arrivées, à l'heure actuelle, à un degré de perfectionnement tel que le profane, à l'énoncé des résultats, en reste stupéfait.

Mais l'idée n'est pas nouvelle et l'évolution historique en est curieuse. Marquons-en rapidement les principales étapes : en 1839,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 61, page 321.

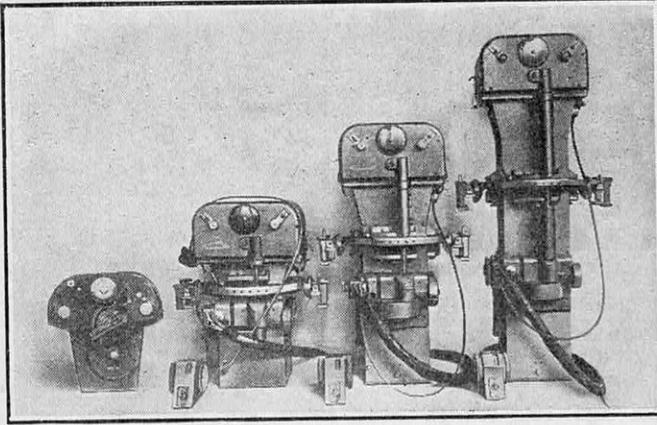


FIG. 1. — VOICI LES QUATRE MODÈLES D'APPAREILS CLASSIQUES DE PRISES DE VUES AÉRIENNES

*Leurs foyers ont des longueurs échelonnées de 30 à 70 centimètres. Ces appareils utilisent des films plus légers que les plaques et leur fonctionnement est entièrement automatique.*

Nadar considère la photographie comme la base d'une science et, le premier, a l'idée précise de la faire servir à l'établissement des cartes. Mais les seuls moyens techniques d'alors étaient le ballon captif et le cerf-volant, moyens encore insuffisants pour arriver à une solution d'ensemble. On en reste là pendant longtemps. Ce n'est, en effet, que pendant la guerre de 1914-1918 que l'on prend conscience de l'importance primordiale du sujet. Tant bien que mal, on adapte alors un appareil photographique à un avion, et l'on prend des clichés du terrain ennemi afin de guider, avec le plus de renseignements possibles, le tir de l'artillerie amie. A la fin de la guerre, le matériel est parfaitement au point pour remplir sa mission militaire. Mais, à l'armistice, il se trouve sans utilisation. On songe alors à lui confier une mission qui paraît un peu analogue à la précédente : les *levés topographiques* des régions envahies, afin d'établir des plans cadastraux sur la base desquels sera faite la redistribution des propriétés. Mais on s'aperçoit bien vite que les moyens techniques sont de nouveau insuffisants, toujours à cause de leur manque de précision. Et c'est alors que l'on entreprend l'étude générale et rationnelle qui nous a conduits, après quinze ans de patients efforts, à la perfection d'aujourd'hui qui est vraiment digne d'éloges.

### Comment se présente le problème de l'appareil de prises de vues aériennes

Le problème de l'établissement d'un appareil parfait de prises de vues aériennes n'est,

à vrai dire, pas plus susceptible de solution que celui de la construction d'un canon parfait. Là, comme dans tous les domaines, doit intervenir la division du travail : de même qu'il y a des canons lourds et des canons légers, selon l'objectif qu'on leur assigne, de même il doit y avoir toute une gamme d'appareils répondant aux diverses missions qu'ils auront à exécuter. Le but à atteindre est toujours, en définitive, d'obtenir une carte ou un plan (nous passons volontairement sous silence les photographies aériennes panoramiques qui n'ont qu'un intérêt documentaire ou publicitaire sans intérêt scientifique), c'est à-dire un dessin où les directions du terrain conservent leurs angles et où les dis-

tances de deux points quelconques sont toujours réduites dans le même rapport. Ce rapport est l'*échelle*, qui peut varier, pour embrasser toute la généralité des cas, du centième au cent-millième. De là, deux grandes branches de la photographie aérienne, ou plutôt deux grandes tendances opposées, mais qui se complètent : la recherche du cliché à grande échelle (supérieure au

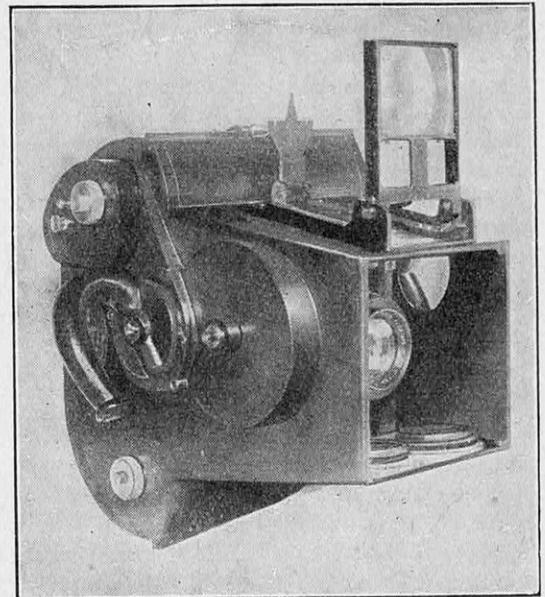


FIG. 2. — L'APPAREIL A MAIN DIT « ALTIPHOTE »

*C'est un appareil que l'opérateur tient appuyé sur la poitrine au moment de la prise de vue. Celle-ci est déclenchée automatiquement par un mouvement de la poignée visible à gauche.*

1/5.000<sup>e</sup>) reproduisant le plus de détails possibles, et la recherche du cliché à petite échelle (du 1/20.000<sup>e</sup> au 1/100.000<sup>e</sup>), couvrant d'un seul coup la plus grande surface de terrain possible. Entre ces deux extrêmes, pas de solution vraiment adéquate, parce que c'est inutile, étant donné les facilités d'agrandissement ou de réduction des photographies initiales.

C'est la photographie à grande échelle qui, la première, a connu une solution satisfaisante. C'est, en effet, naturellement celle-là que l'on a surtout travaillée dès la fin de la guerre, puisqu'elle se présentait comme un simple perfectionnement de la photographie d'observation telle qu'on l'avait pratiquée durant les hostilités. Mais alors qu'on avait commencé par prendre des vues à une altitude d'environ 1.500 mètres, les nécessités tactiques avaient conduit rapidement, dans un but de sécurité, pour l'« avion photographe », à s'élever

au voisinage de 5.000 mètres. On atteint maintenant 10.000 mètres, et lorsque l'on aura à sa disposition l'avion stratosphérique (1), on photographiera encore beaucoup plus haut ! Pour conserver alors la même échelle, on se trouva dans l'obligation d'allonger les appareils en conséquence — l'échelle étant déterminée par le rapport de la distance plaque-objectif (ou longueur de foyer) à l'altitude du point de vue. Et c'est pourquoi, ayant disposé initialement

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 265.

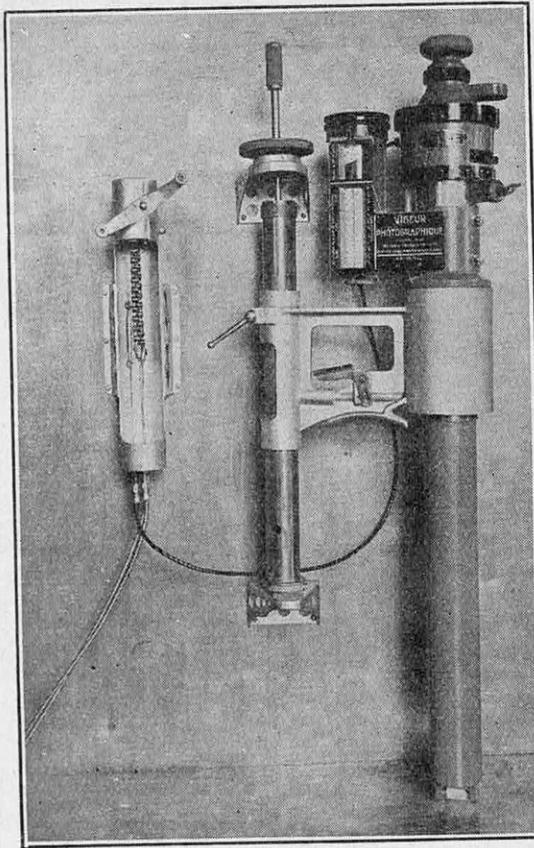


FIG. 3. — LE VISEUR, APPAREIL TOUT NOUVELLEMENT MIS AU POINT, PERMET D'ASSURER AVEC PRÉCISION ET DE FAÇON SEMI-AUTOMATIQUE, LE « POINTAGE » DE L'APPAREIL DE PRISES DE VUES

*Un niveau à bulle permet d'assurer la verticalité du viseur. On vise dans l'appareil des doigts mobiles (dont le mouvement est donné par un petit moteur électrique) que l'on maintient en coïncidence avec un point du terrain. Une lecture permet alors de connaître la vitesse absolue de l'avion par rapport au sol en km-heure, une autre lecture donne le temps d'espace en secondes des prises de vues nécessaire pour obtenir un recouvrement donné des photographies. On peut aussi assurer de la même façon le recouvrement latéral de deux bandes prises successivement.*

d'appareils d'une longueur de foyer d'environ 30 centimètres, on en construisit successivement de 50, 60 et même 120 centimètres de foyer. Cela n'alla pas sans inconvénient, car, là où il y a accroissement de longueur, il y a aussi, bien évidemment, accroissement de poids, le plus grand « ennemi » de l'avion. Et le poids croît même plus vite que la longueur, car les appareils les plus longs étant destinés aux plus hautes altitudes, il faut les construire de façon d'autant plus robuste, afin que les différences de température auxquelles ils sont soumis ne les déforment pas, leurs dimensions étant réglées au centième de millimètre. C'est alors que sont entrés en jeu — gros progrès dans la construction, — les métaux spéciaux légers, ou les alliages ultralégers comme l'électron (alliage de magnésium, aluminium, zinc, manganèse), par exemple. On est ainsi arrivé à diminuer le poids dans une proportion notable.

### L'allégement progressif du matériel pose de multiples problèmes

Mais, néanmoins, le matériel, encombrant par définition, était encore d'un poids quasi prohibitif. Par exemple, un appareil de 1 m 20 de foyer, emportant dans son magasin 12 plaques de 18 × 24, pesait 25 kg 500, ce qui — pour prendre un exemple qui frappe — correspond à 1 demi-kilomètre carré de terrain relevé par kilogramme de matériel emporté. Engagé dans une telle

voie, il fallait chercher l'allègement par tous les moyens sans changer les dimensions des appareils. Un premier progrès a consisté à modifier le magasin de plaques. Tout d'abord, on l'a monté de telle sorte qu'il puisse être changé en vol, ce qui permettait un renouvellement des plaques, opération impossible sur les premiers appareils construits. Puis on a cherché à accroître la capacité de ce magasin, et c'est ainsi que l'on est parvenu à obtenir des magasins amovibles contenant 60 et même 90 plaques, et ne pesant, cependant, pas beaucoup plus que les anciens modèles à 12 plaques. Cependant, ce n'était pas encore suffisant : heureusement, le film de pellicules s'offrait,

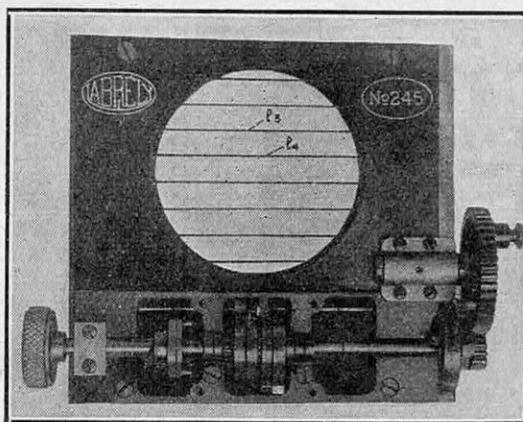


FIG. 4. — VUE DE FACE DE L'OBTURATEUR A PERSIENNE

*Cet appareil permet, pour des objectifs d'un diamètre inférieur à 8 centimètres, des instantanés allant du 1/250<sup>e</sup> au 1/350<sup>e</sup> de seconde. Son rendement lumineux est de 80 %. Les lames tournent d'abord de 90°, puis marquent un temps d'arrêt, puis tournent encore de 90° dans le même sens.*

difficile de le « repérer » exactement, autrement dit d'obtenir une même longueur de déroulement entre deux prises de vues, et de plus une position absolument fixe, au moment de l'impression, du film par

bien tentant pour les techniciens à cause de son incomparable légèreté. Mais ce qui retarda longtemps son emploi, ce fut toujours ce souci constant de précision indispensable. Un film, en effet, en se déroulant, n'est jamais parfaitement *plan* comme l'est naturellement une plaque de verre soigneusement préparée. De plus, il subit des déformations par suite des tensions ou tiraillements variés, auxquels il est soumis de la part du mécanisme dérouleur. Enfin, il est

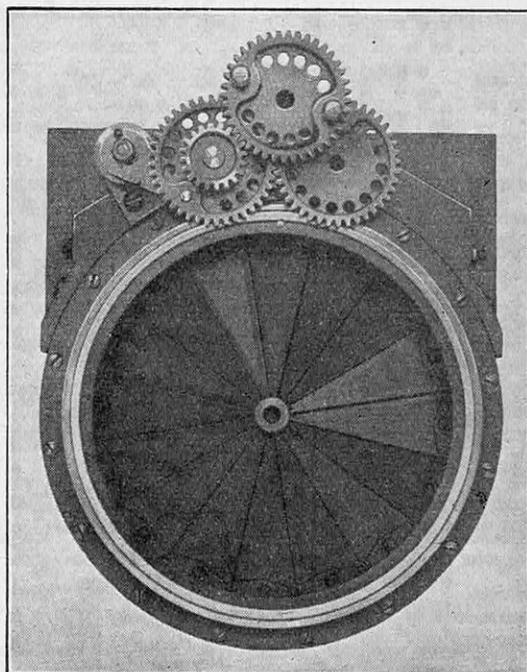
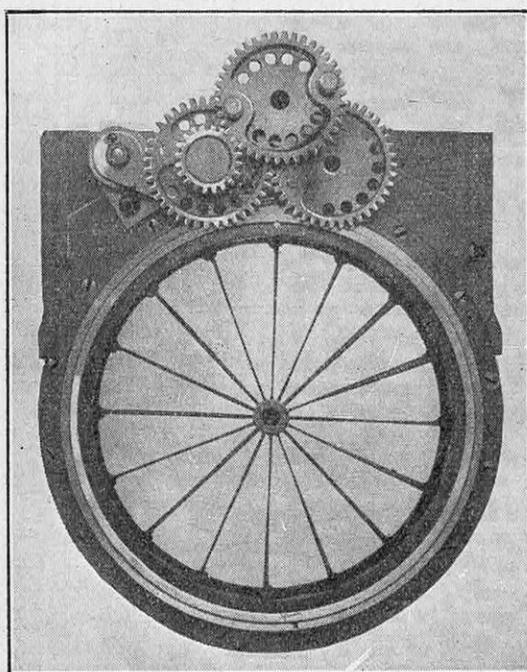


FIG. 5. — L'OBTURATEUR A LAMES RADIALES CONSTITUE LE DERNIER CRI DU PROGRÈS  
*Il convient pour des objectifs allant jusqu'à 12 centimètres de diamètre. Il permet le 1/150<sup>e</sup> de seconde et son rendement lumineux est de 70 %. Les lames tournent d'abord de 90°, marquent ensuite un temps d'arrêt correspondant au temps de pose, puis reviennent en arrière de 90°.*

rapport à l'objectif. Toutes ces difficultés sont maintenant avantageusement résolues : aujourd'hui, en général, tout un mécanisme commande à la fois le déroulement, le repérage et la fixation du film, ainsi que les mouvements correspondants de l'obturateur, permettant une certaine cadence de prises de vues et une certaine vitesse d'instantané. Cet ensemble est commandé électriquement par un petit moteur excité lui-même à l'aide d'une batterie de 24 volts, et susceptible d'être réglé, une fois pour toutes (au début de la reconnaissance), ce qui laisse ensuite toute liberté d'action et d'esprit au pilote, point d'un grand intérêt du point de vue militaire. Cette automaticité parfaite est également réalisée dans les magasins à plaques les plus modernes. Mais revenons au film : comment le fixe-t-on ? Un dispositif très simple consiste à l'appliquer, par succion, sur une plaque métallique bien plane. Mais, selon certains spécialistes, cela entraîne encore des déformations locales. Aussi le montage, qui semble actuellement le meilleur, est celui qui consiste à pincer fortement le film tendu entre deux cadres métalliques. Ainsi sa position est aussi rigoureusement assurée que celle d'une plaque et sa planéité est

réalisée à 1/150<sup>e</sup> de millimètre près, ce qui est remarquable de précision ! Les difficultés de construction étant, désormais, résolues, quel est le résultat pratiquement obtenu ? Pour un même poids de matériel, ce n'est plus 12 ou même 60 vues que l'on peut prendre, mais 200, 300, voire 500 clichés. On croit rêver devant de tels nombres, alors qu'il y a dix ans...

Le poids mort est donc aussi fortement réduit, d'où une plus grande vitesse de reconnaissance et un plus grand rayon d'action. En outre, l'indépendance du pilote est également assurée, grâce à une installation électrique qui fait de l'appareil un véritable automate. Mais ce n'est pas là le seul rôle de l'électricité : le courant sert également à réchauffer la chambre de l'appareil, ce qui est indispensable pour empêcher les déformations de la monture de l'objectif, aux hautes altitudes. Cette monture est cependant en métal *invar* (acier au nickel) indilatable, ou *dilaver* ayant la même dilatation que le verre. La chambre noire est, en outre, calorifugée

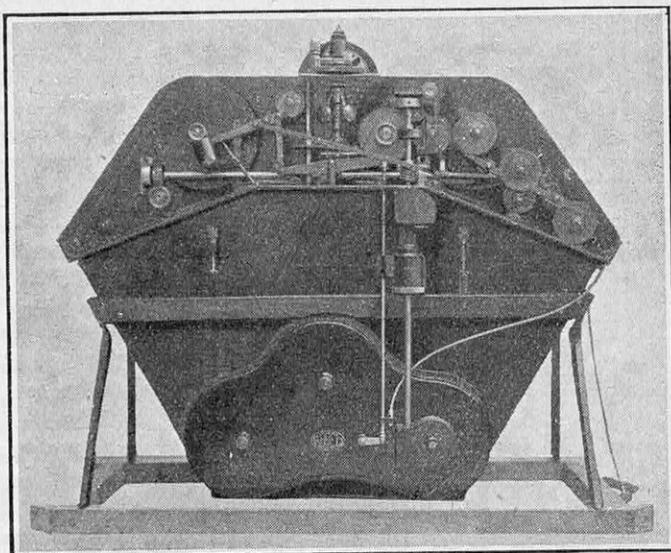


FIG. 7. — VOICI L'ASPECT INTÉRIEUR D'UN APPAREIL A TROIS CHAMBRES : LE TRICÔNE « LABRÉLY »

Il prend à la fois une vue centrale de  $155 \frac{m}{m} \times 165 \frac{m}{m}$  et deux vues latérales de  $165 \times 165$ . Il a une capacité de trois cents vues ; deux objectifs de 30 centimètres de foyer ; l'objectif central a 27 centimètres de foyer ; poids, 30 kilogrammes ; champ, 76° ; fonctionnement entièrement automatique.

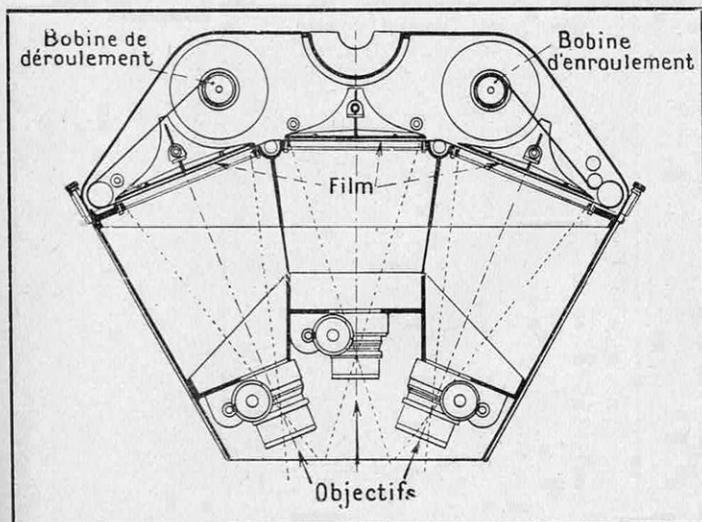


FIG. 6. — SCHÉMA D'UN APPAREIL MODERNE DE PRISES DE VUES A TROIS OBJECTIFS QUI PERMET DE PRENDRE CENT GROUPES DE TROIS VUES

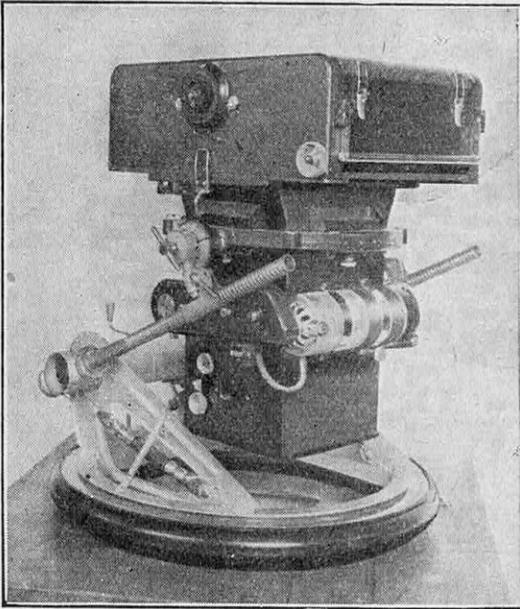


FIG. 8. — LE PLUS MODERNE ET LE PLUS PRÉCIS DES APPAREILS A PLAQUES

*Cet appareil français est le seul au monde qui réalise l'automatisme complète avec des plaques. Rappelons que celles-ci sont toujours préférables aux films, du fait de leur rigidité sous le rapport de la précision et de la conservation des documents. On le représente ici monté sur une tourelle permettant toutes les orientations et réalisant un support antivibrant par l'interposition d'une chambre à air entre les deux anneaux de base.*

d'abord par interposition d'une paroi en matière spéciale (*kieselguhr* ou terre siliceuse très fine), et d'un matelas d'air isolant, puis réchauffée par des plaques électriques chauffantes.

### Un objectif « aérien » est fort complexe

On voit donc que toute une installation est prévue pour parer aux moindres déformations de la partie optique de l'appareil. La nécessité de ces précautions est évidente si l'on considère qu'ici l'objectif présente une surface très grande (80 millimètres de diamètre) et est soumis, par suite, de façon appréciable, en cours de vol, à de multiples influences mécaniques et thermiques. Or, la photographie qui sera le seul document de base d'après lequel on édifiera la

carte définitive, doit présenter le maximum de netteté et de précision. L'objectif comportera, tout d'abord, un dispositif optique complexe et susceptible, en particulier, de ne donner aucune déformation des lignes (*distorsion*) ni aucun flou dû aux différences de couleurs des diverses parties de terrain (*orthochromatisme*), ni de déformation causée par la grande étendue photographiée (*courbure du champ*). En outre, les photographies étant prises à très haute altitude, la quantité de lumière *diffusée* par le sol dans la direction de l'appareil sera naturellement très faible en vertu de la grande épaisseur de l'atmosphère interposée. S'il y a brume, ce phénomène d'absorption sera encore accru. Quant aux nuages, ils forment écran, sans doute, mais ils sont surtout gênants par le fait qu'ils portent ombre sur le paysage. Aussi, peu importe que l'on soit au-dessus ou au-dessous d'eux, car les qualités de l'objectif ne peuvent remédier, en aucun cas, à cet inconvénient. Quoi qu'il en soit, il faut — à cause de l'absorption atmosphérique et de la brume — que cet objectif soit large pour être suffisamment éclairé. Cette condition entraîne de nouvelles difficultés pour la correction des défauts optiques de l'objectif. Cependant, à l'heure actuelle, tant en France qu'à l'étranger (les Allemands, les

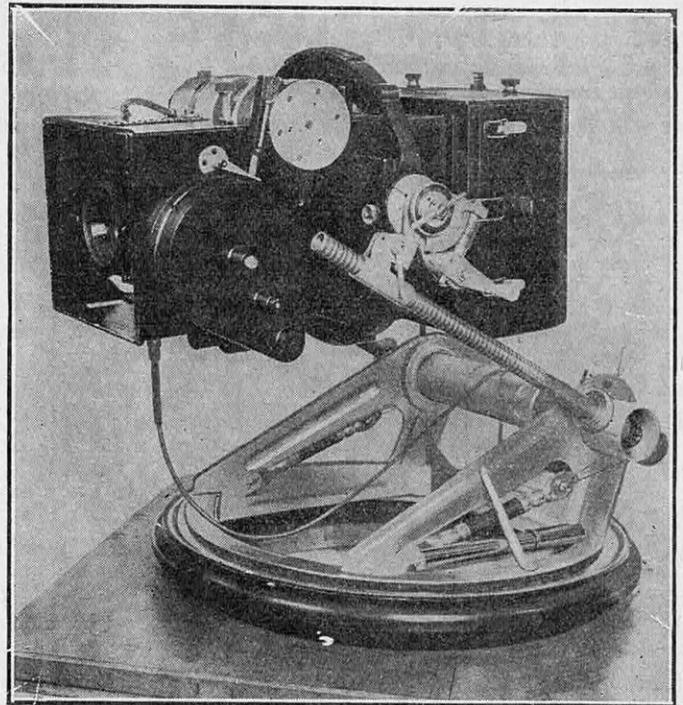


FIG. 9. — VOICI LE MÊME APPAREIL MUNI DE SON MAGASIN AUTOMATIQUE A PELLICULES

Suisses et les Américains ont particulièrement étudié cette question), le problème de l'objectif est résolu de façon rigoureuse et fort satisfaisante.

Mais il y a une autre conséquence inattendue due à l'influence de la brume : celle-ci diffuse, en effet, en tous sens les radiations lumineuses qui ont une courte longueur d'onde (du côté du bleu, et même au delà, vers l'ultraviolet). Or, chacun sait que les émulsions photographiques ordinaires sont surtout sensibles à ces courtes longueurs d'onde. Par conséquent, même en quantité très faible, les rayons diffusés de tous les points de l'atmosphère brumeuse (c'est-à-dire ne venant pas du terrain visé) suffiraient à « voiler » la photographie. Le remède consiste donc, tout d'abord, à absorber ces rayons nuisibles par l'adjonction de « filtres colorés », écrans de verre jaune (ou munis d'une couche de gélatine jaune) placés en avant de l'objectif. Ce dispositif doit être complété par l'emploi de plaques ou films sensibilisés par une émulsion de caractère spécial (orthochromatique), dont le maximum de sensibilité se trouve situé, comme pour l'œil humain, au voisinage du jaune. Dans de telles conditions, la brume, assez opaque pour empêcher la vision nette de l'objet, n'impressionnera pas la plaque, et la vue prise sera aussi nette que si elle avait été obtenue par temps clair.

### De la photographie des couleurs et de la photographie de nuit

Nous venons d'aborder en passant la question délicate des émulsions spéciales. Nous pouvons affirmer que, dans tous les domaines de la photographie aérienne, là est l'avenir ! C'est, en effet, dans cette voie, qu'il faut patiemment chercher pour réaliser la *photographie des couleurs*. Certaines récentes expériences ont permis de se rendre compte combien nous approchions de la solution de cet important problème.

Sur terre, avec un appareil et un objet immobiles, les plaques et écrans *panchromatiques* ont permis, depuis déjà plusieurs années, la reproduction des couleurs. Mais ils exigeaient jusqu'ici un temps d'exposition assez long. Ce n'est que tout dernièrement que l'on est parvenu à prendre des *instantanés panchromatiques* allant jusqu'au  $1/150^{\text{e}}$  de seconde. Et cela n'est pas encore suffisant pour obvier aux déformations dues à la vitesse de déplacement de l'avion. En réalité, les photographies obtenues, si elles sont d'un grand intérêt pittoresque, n'ont pas encore toutefois la netteté désirable pour ses applications d'ordre topographique.

Seule une amélioration de la sensibilité des émulsions utilisées permettra d'atteindre une vitesse d'instantané satisfaisante.

Nous mentionnerons également ici les admirables tentatives de *photographies de nuit* d'un intérêt tactique indéniable. Elles ont été poursuivies surtout

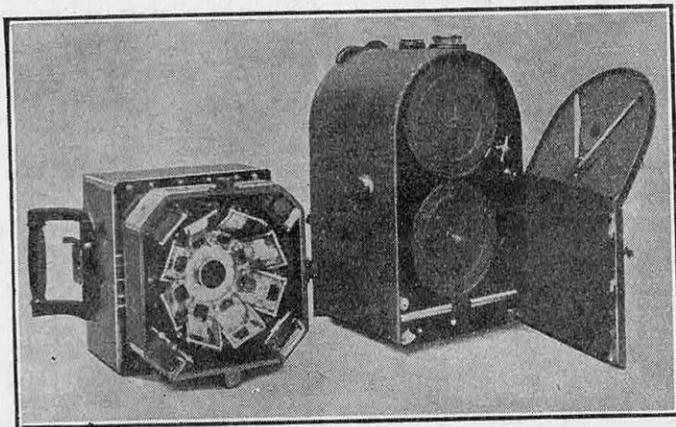


FIG. 10. — VOICI, DÉMONTÉ, L'APPAREIL PANORAMIQUE ALLEMAND QUI PERMET DE PRENDRE A TRÈS PETITE ÉCHELLE UNE ÉTENDUE DE TERRAIN DE 30 KM CARRÉS

en Amérique, lors des dernières grandes manœuvres aériennes. Afin de permettre de telles prises de vues, on éclaire le terrain à photographier par des bombes lumineuses lancées, soit de l'avion, soit du sol par canon spécial. La composition de ces bombes est encore tenue secrète. Nous savons seulement qu'elles contiennent un mélange à base de magnésium, mais non de magnésium pur, car la lumière de celui-ci contient un excès de rayons rouges réfractaires à l'impression photographique. Des parachutes à *hauteur réglable* maintiennent ces bombes-fusées à l'altitude voulue, pendant que le photographe opère à bord de son avion. Naturellement, l'appareil photographique est aménagé de façon particulière : il est muni d'un *écran compensateur* qui filtre les rayons de trop grande longueur d'onde. De plus, il est muni d'un objectif de quartz pur, car la lumière causée par le magnésium serait absorbée en trop grande proportion par le verre ordinaire. Enfin, et surtout, la plaque spéciale utilisée est sensible à

*l'infrarouge* (1). Ainsi donc, disposant initialement de couches sensibles seulement au bleu et à l'ultraviolet, le technicien a su habilement parvenir à mettre à la disposition du praticien des plaques dont la zone de sensibilité, progressivement déplacée à travers le spectre de lumière visible, en a maintenant dépassé les limites dans l'autre sens, permettant ainsi une impression nette dans les conditions d'éclairage les plus diverses et les mieux appropriées.

### Voici les nouveaux obturateurs à « grand rendement »

Quoi qu'il en soit, — nous l'avons déjà signalé — l'objectif ne reçoit que peu de lumière et, par suite, il faut le faire large. En outre, comme l'avion se déplace avec une vitesse de 150 km-heure, il faut recourir à des instantanés de l'ordre de  $1/300^e$  et même du  $1/400^e$  de seconde ! Toutes ces con-

ditions concourent donc à compliquer singulièrement le problème de l'obturateur. Primitivement, on utilisait l'obturateur à rideau : un rideau portant une fente passait rapidement devant la plaque permettant son impression par bandes successives. Mais, pendant que le rideau se déplaçait, l'avion, bien entendu, continuait à avancer, si bien que les fractions successivement découvertes de la plaque donnaient des photographies de bandes successives de terrain prises de points différents ! De là résultait, évidemment, une *déformation systématique* dont il était impossible de tenir compte ensuite, lors de l'établissement des cartes, d'où erreurs impossibles à redresser. Il s'agissait donc de trouver un obturateur *découvrant d'un seul coup* toute la surface de l'objectif

et permettant l'instantané du  $1/300^e$  de seconde. De plus, cet obturateur devait conserver, malgré cela, un bon *rendement lumineux*. Rappelons que ce rendement s'exprime par le rapport de l'énergie lumineuse reçue par la plaque entre l'instant de l'ouverture et celui de la fermeture à celle que la plaque aurait reçue si l'obturateur était resté constamment grand ouvert pendant ce temps. Les deux meilleures solutions,

aujourd'hui adoptées, ont été imaginées en France. Avec l'obturateur à persiennes Labrély (fig. 4), ou avec un obturateur stroboscopique à disques tournants, percés de trous (dont la conjonction en face de l'objectif découvre celui-ci), on obtient des rendements lumineux supérieurs à 80 %, alors que les rendements obtenus avec un obturateur ordinaire sont inférieurs à 50 %. C'est là un magnifique

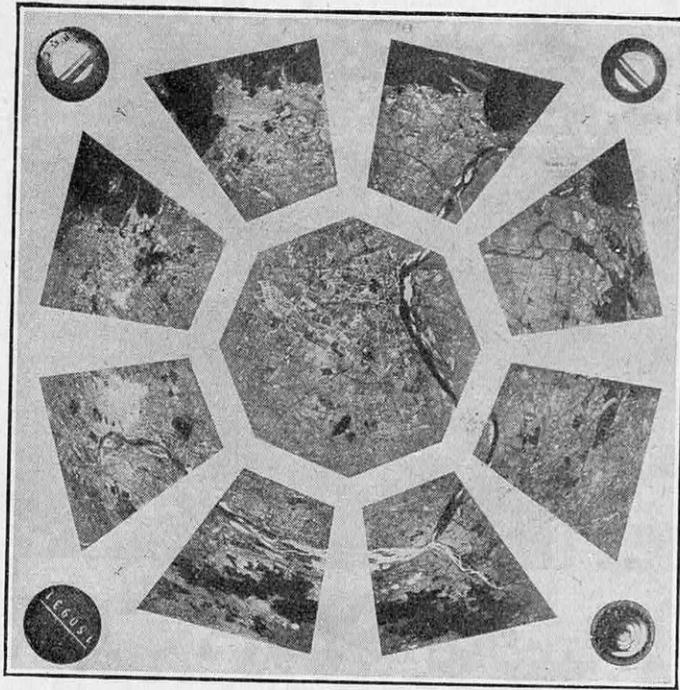


FIG. 11. — COMMENT SE PRÉSENTENT LES NEUF PHOTOGRAPHIES PRISES SIMULTANÉMENT PAR L'APPAREIL PANORAMIQUE ALLEMAND

résultat qui fait honneur aux savants et aux constructeurs français.

### Et voici les derniers perfectionnements

Nous avons vu que l'appareil de prises de vues à grande échelle avait fait appel aux techniques les plus diverses pour la mise au point de tous les problèmes soulevés. Il y en a d'autres. L'appareil moderne, entièrement automatique, à grand rendement, auquel s'adjoint une véritable petite usine électrique en miniature, est passé, par contre, de 25 à 30, 50 et même 60 kilogrammes. Il semble que nous nous soyons ainsi éloignés du but primitif, qui était de « faire léger ». Mais nous aurons une idée plus exacte des progrès cependant ainsi réalisés, si nous disons simplement qu'en moyenne, à cet accroissement de poids, cor-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 197.

respond un rendement de 10 à 80 kilomètres carrés de terrain relevé par kilogramme de matériel, c'est-à-dire 100 à 150 fois plus que dans le matériel primitif ! Voilà un gain appréciable. Pour être complet, signalons, enfin, que l'appareil de prises de vues est monté sur l'avion par l'intermédiaire d'une tourelle orientable dans tous les sens et reposant elle-même sur des supports « anti-vibrants » en caoutchouc. C'est là un autre progrès non moins appréciable.

On a encore fait mieux : on a essayé de remplacer le support « avion » par... un pigeon voyageur. C'est l'opération que l'on a tentée (avec un succès relatif, toutefois) dernièrement en France. Mais il s'agit alors d'un appareil « joujou », entièrement automatique, qui ne pèse que 100 grammes, et est capable de prendre 15 vues d'un format de 8 mm × 10 mm. Le but de cette tentative est d'éviter, lors d'observations militaires, d'exposer des vies humaines. Dans ce même but, les Allemands ont mis au point un véritable projectile « dirigé » par commande radioélectrique et lancé par une catapulte, portant un appareil automatique de prises de vues, et dont la chute est amortie au moyen d'un parachute. Ils ont réussi, de la sorte, à « lever » en une demi-heure une bande de terrain de 5 km × 25 km. Mais nous nous éloignons de la réalité pratique.

### Une nouvelle solution des levers à petite échelle

Mais voici une invention beaucoup plus sérieuse, mise au point en Allemagne également. C'est un appareil à très grand champ, donnant des photographies à très petite échelle (le cent millième) et dont les résultats semblent tout simplement prodigieux. Il suffit, pour s'en rendre compte, de considérer qu'un tel appareil permet de photographier, en un seul déclic, une étendue de terrain de 30 km × 30 km, soit toute la surface de l'agglomération parisienne, y compris sa banlieue. Naturellement, cet appareil est

muni de tous les perfectionnements techniques que nous venons de décrire. Il opère aux mêmes altitudes (5.000 à 6.000 mètres), pèse 50 kilogrammes, et emporte dans son magasin un film correspondant à plus de 500 vues. Son aménagement est original (fig. 10) : il comprend treize objectifs correspondant à treize chambres noires, dont quatre petites servent à noter, pour chaque cliché, un numéro d'ordre, l'heure, l'altitude et l'inclinaison de l'axe de l'appareil par photographie d'un niveau à bulle. Les neuf autres objectifs,

rigoureusement semblables, sont disposés l'un au centre et huit aux sommets d'un octogone entourant le premier ; huit prismes à double réflexion, placés devant les objectifs extérieurs, permettent de prendre des vues très obliques par rapport à l'objectif central. La longueur du foyer commune est seulement de 5 cm 35. C'est un chiffre jusqu'ici non atteint par les constructeurs français. La pellicule impressionnée est à grain très fin. Le champ total atteint 140°, si bien qu'en photographie oblique on peut obtenir des points nets à

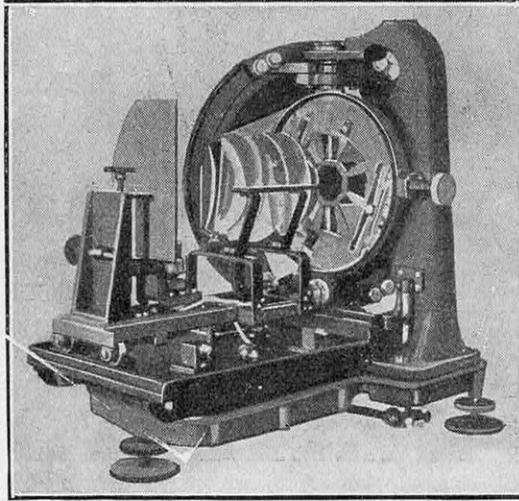


FIG. 12. — L'APPAREIL DE REDRESSEMENT QUI PERMET DE TRANSFORMER LES PHOTOS OBTENUES (FIG. 11) POUR OBTENIR UNE VUE D'ENSEMBLE TELLE QUE CELLE QUI EST REPRÉSENTÉE FIGURE 13

une distance de 250 kilomètres, et que la courbure de l'horizon, due à la sphéricité de la terre, est, dans ces conditions, visible sur le cliché ! Comme les objectifs sont ici de dimensions fort réduites, on a pu simplifier notablement l'obturation et accroître le temps de pose.

En France comme en Amérique, on avait déjà essayé d'agrandir le champ des appareils par juxtaposition de trois ou quatre chambres semblables. Mais, ici, la solution est poussée ingénieusement à l'extrême par la recherche simultanée du très grand champ et de la très petite échelle, et cela grâce à l'utilisation des très courts foyers, contrairement aux tentatives antérieures qui maintenaient la longueur du foyer aux environs de 20 centimètres, ce qui, par suite, entraînait tous les inconvénients déjà signalés (encombrement, largeur de l'objectif).

Trente kilomètres sur trente kilomètres !

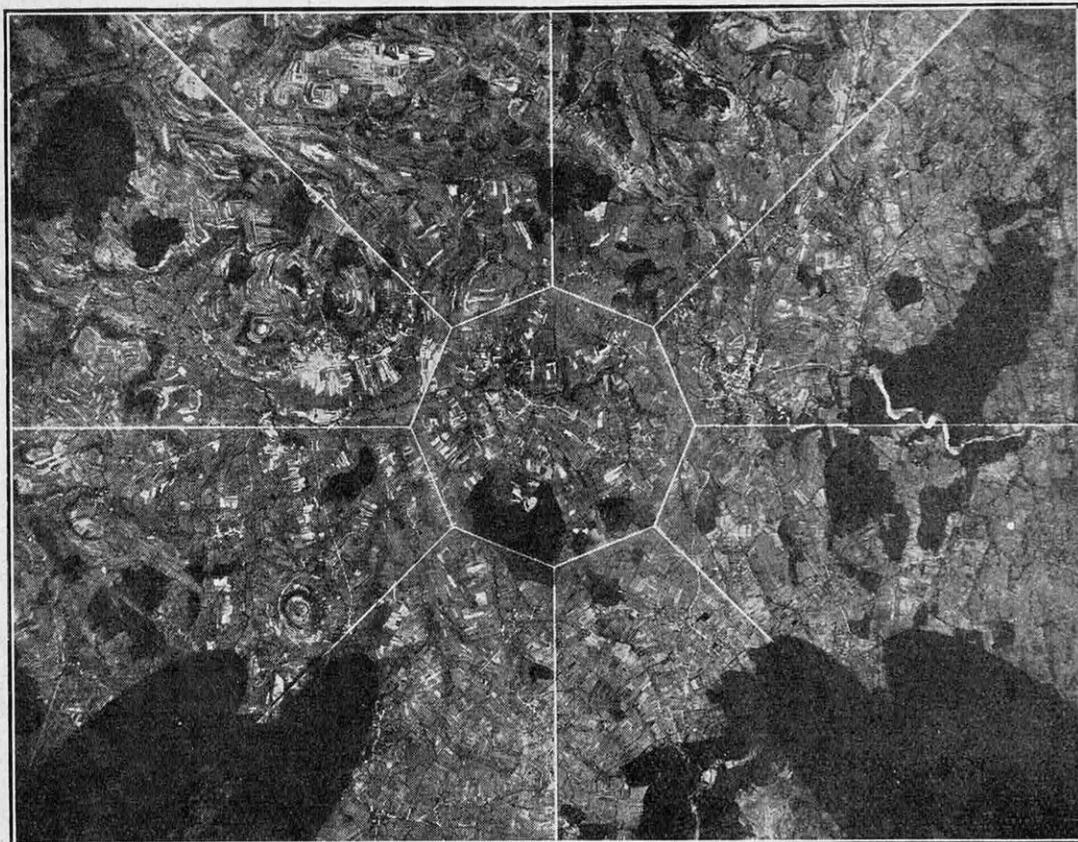


FIG. 13. — APRÈS LEUR PASSAGE DANS L'APPAREIL TRANSFORMATEUR (FIG. 12), LES NEUF PHOTOGRAPHIES OBTENUES SE TROUVENT ASSEMBLÉES

*On voit, sur la photo ci-dessus, les roues de l'avion sur lequel était monté l'appareil.*

Voit-on ce que cela représente comme vitesse d'opérations topographiques ? Sur un seul film, on pourrait alors obtenir une bande de terrain de 12.000 km  $\times$  30. Cela dépasse l'imagination. Il ne faut donc pas s'étonner si cet appareil suscite, dans un avenir plus ou moins proche, une véritable révolution dans l'art de la cartographie aérienne. Ce serait, à l'heure actuelle, le seul matériel susceptible d'être utilisé dans les relevés des pays neufs, où il s'agit de reconnaître, avec rapidité, d'immenses étendues de terrain inhabitées et souvent inhabitables, avant de se livrer à toute opération topographique à terre.

L'étude de la topographie aérienne sortirait du cadre de cet article. Rappelons seulement qu'en général le passage d'une photographie aérienne à une carte nécessite un certain nombre d'opérations (1) pour lesquelles il est obligatoire d'avoir, préalablement, déterminé, sur le terrain, les « coordonnées » de trois points au moins à

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 61, page 321.

l'intérieur de chaque surface de terrain photographié sur un même cliché. L'accroissement considérable du champ de l'appareil « à 9 cônes » serait déjà un progrès, mais il y a mieux. On envisage en effet la possibilité de supprimer toute opération à terre (sauf la détermination exacte de la position de deux points sur la surface photographiée dans le premier cliché) et de faire toutes les mesures cartographiques *sur les photographies elles-mêmes*, lorsque la précision de celle-ci sera suffisante. Alors serait vraiment réalisée la libération complète du topographe de ses instruments encombrants bien connus, tels que théodolites, planchettes, mires, etc.

Ainsi, grâce aux progrès réalisés dans les différents domaines des sciences et de leurs techniques, l'on a pu réaliser, en moins de vingt ans, ces merveilles de la téléphotographie aérienne. Toutes les branches de la Science et de l'Industrie y ont collaboré, en vue de réaliser de plus en plus, dans ce domaine, un automatisme complet.

MAX VIGNES.

# QUE SAVONS-NOUS MAINTENANT DE L'UNIVERS ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

*La connaissance de l'Univers a, de tout temps, hanté le cerveau de l'homme. A la conception d'un monde limité a succédé, tout d'abord, celle de l'étendue infinie. Aujourd'hui, grâce aux perfectionnements des méthodes d'investigation scientifique, on a pu établir que l'Univers se compose de nébuleuses (essaims d'étoiles assez nettement délimités dans l'espace), la Terre faisant partie de l'une d'entre elles (la Galaxie). Poussant plus avant leurs recherches, les astronomes et les physiciens ont pu assigner une forme à cette Galaxie et montrer que notre univers n'est pas immobile, pas plus que les autres nébuleuses. Ce sont ces conceptions modernes, et les méthodes récentes qui ont permis de les étayer scientifiquement, que nous exposons ci-dessous.*

## Notre Univers ne s'étend pas indéfiniment

**P**OUR les anciens et, à vrai dire, pour tous les hommes jusqu'à Galilée, le monde des étoiles visibles à l'œil nu se composait (pour notre hémisphère Nord) de trois à quatre mille points brillants, fixés « comme des clous d'or sur une sphère de diamant » et tournant avec cette sphère autour de l'axe polaire. L'Univers finissait là. Certains, il est vrai, imaginaient que cette sphère était opaque et percée de trous à travers lesquels on apercevait la sphère de feu qui s'étendait au delà. De toutes façons, le monde était limité. Mais cette opinion, qui fut celle de l'humanité durant des millénaires, se modifia peu à peu à mesure que des lunettes plus puissantes, fouillant plus avant dans la profondeur du ciel, y découvraient des astres nouveaux ; Pascal était oppressé par cette immensité des espaces célestes et par l'infinité des mondes qui les occupent. Ainsi, il fut un temps où, en présence de cette multiplication indéfinie des étoiles, on imagina qu'elles s'étendaient

autour de nous, sans limites ; mais une étude plus serrée a conduit à réviser cette opinion.

On peut remarquer tout d'abord que si le firmament s'étendait sans limites en profondeur, toujours aussi riche en étoiles, il devrait nous apparaître comme une phère éblouissante, car, quelque direction qu'on vise, on y trouverait toujours, près ou loin, un point lumineux ; chacun sait que la réalité est toute différente et qu'en observant

le ciel, même avec les plus puissants télescopes, on trouve toujours, entre les points brillants, de larges espaces sombres ; c'est pour cela que toutes les étoiles réunies ne nous donnent, ensemble, que 15 millions de fois moins de lumière que

le Soleil ne nous en envoie à lui seul.

Un raisonnement plus serré peut être fait en considérant la répartition des étoiles suivant les différentes grandeurs : on sait que, par convention universelle, les grandeurs apparentes de deux étoiles diffèrent de *un* lorsque le rapport de leurs intensités lumineuses est 2,5. D'après cette règle, on a réparti les étoiles en une vingtaine de classes, dont chacune comprend un nombre d'astres

Grandeur	Nombre d'étoiles	Rapport	Grandeur	Nombre d'étoiles	Rapport
0	3	3,7	10	380.200	2,7
1	11	3,5	11	1.026.000	2,5
2	39	3,4	12	2.588.000	2,3
3	133	3,4	13	5.894.000	2,2
4	446	3,3	14	13.120.000	2,1
5	1.466	3,2	15	27.540.000	2,1
6	4.732	3,2	16	57.150.000	1,9
7	15.000	3,1	17	107.200.000	1,8
8	46.240	3,0	18	197.200.000	1,7
9	139.300	2,7	19	335.000.000	1,6
10	380.200		20	530.000.000	

TABLEAU MONTRANT LA RÉPARTITION DU NOMBRE DES ÉTOILES SUIVANT LEUR GRANDEUR

que représente le tableau de la page précédente.

Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, le nombre des étoiles s'accroît rapidement d'une grandeur à la suivante ; ce résultat s'explique évidemment par la raison que les étoiles moins brillantes sont, en général, plus éloignées, donc plus nombreuses, puisqu'elles s'étendent sur des sphères de plus en plus larges. Or, on peut établir, par un calcul assez simple, que si l'Univers s'étendait indéfiniment, en conservant toujours la même distribution d'étoiles, le nombre des astres devrait quadrupler (exactement être multiplié par 3,98) lorsqu'on passe d'une grandeur à la suivante. Pourtant il n'en est rien, comme le montrent la troisième colonne du tableau de la page précédente et le graphique de la figure 1 ; ce rapport va sans cesse en décroissant depuis 3,7 jusqu'à 1,6. Ce résultat peut s'interpréter en admettant qu'à mesure qu'on pousse plus avant dans les profondeurs du firmament, les étoiles se raréfient, comme on voit, du haut d'un avion, les lumières d'une grande cité devenir plus rares dans les banlieues, puis s'éteindre tout à fait. Mais une autre explication reste possible, celle d'un milieu absorbant, répandu dans l'espace et qui éteindrait les lumières les plus lointaines comme le brouillard éteint celles de la cité ; telle est l'opinion de l'astronome

Piet Van de Kamp qui, dans un récent mémoire, estime à 39 pour 100 la fraction de lumière absorbée en provenance des plus lointaines étoiles.

Mais on peut objecter justement, semble-t-il, que l'absorption de la lumière par le milieu interstellaire doit être extrêmement faible, puisqu'elle n'empêche pas d'aper-

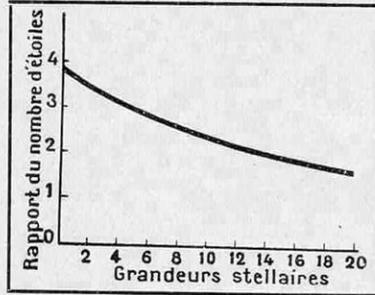


FIG. 1. — LE RAPPORT DU NOMBRE D'ÉTOILES DÉCROIT CONSTamment AVEC LES GRANDEURS STELLAIRES

cevoir des points brillants, qui sont sûrement des étoiles dans la nébuleuse d'Andromède, située, bien plus loin que notre Univers, à 900.000 années de lumière. S'il existe une absorption sensible, elle doit être *sélective*, c'est-à-dire porter exclusivement sur certaines radiations, comme celles du calcium, et non sur l'ensemble de la lumière visible. En tout cas, les moyens d'investigation dont dispose actuellement l'astronomie sont

d'une puissance quasi illimitée, car, à l'emploi du télescope dont le pouvoir de résolution est énorme, vient s'adjoindre celui de la photographie qui permet, en accroissant la durée de pose, d'accumuler les impressions sur la plaque sensible, et il semble bien que ces derniers progrès nous ont fait découvrir des astres plus petits ou moins brillants, mais non pas des étoiles plus éloignées ; ce qu'ils nous montrent, par delà de grands espaces vides, ce sont, aux confins du ciel, les apparences un peu floues des *nébuleuses spirales* dans lesquelles déjà, le grand Herschell croyait voir des Univers comparables au nôtre. Celui auquel nous appartenons, le fourmillement d'étoiles qu'on appelle la *Galaxie*, présenterait sans doute la même apparence, s'il pouvait être observé de l'une de ces lointaines îles d'Univers qui flottent, comme la nôtre, dans l'immensité. Ainsi, l'examen « qualitatif » du firmament nous

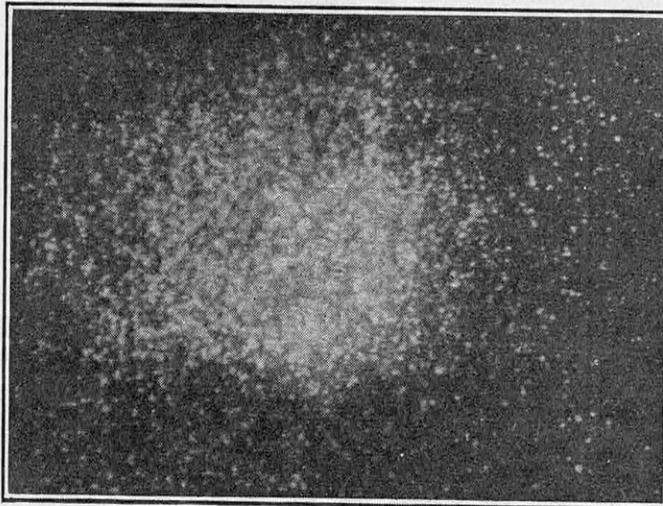


FIG. 2. — L'AMAS GLOBULAIRE DU CENTAURE, LE PLUS RAPPROCHÉ DE NOUS, EST CEPENDANT SITUÉ À UNE DISTANCE DE 20.000 ANNÉES DE LUMIÈRE

porte à croire que nous appartenons à un essaim d'étoiles assez nettement délimité dans l'espace, et dont on a évalué le nombre à 3 ou 4 milliards. Il s'agit maintenant, pour pousser plus avant, de déterminer la structure et la forme de cette Galaxie. Comme la direction de chaque étoile est fixée très exac-

tement par ses coordonnées astronomiques, l'ascension droite et la déclinaison, il suffira d'évaluer sa distance à la terre pour obtenir un plan en relief de notre Univers ; mais, si le but est clairement défini, les moyens pour l'atteindre sont loin de présenter la même simplicité et ont exercé la sagacité des astronomes.

**Les distances stellaires**

J'ai déjà montré, dans un article de cette revue (1) par quels prodiges d'ingéniosité les astronomes sont parvenus à évaluer ces distances si formidables que, pour en donner une idée, on est obligé de choisir une unité, *l'année de lumière* qui représente elle-même 60.000 fois la distance du Soleil à la Terre. En quelques mots, j'en rappellerai ici le principe.

La première méthode, la *mesure directe des parallaxes*, consiste à viser l'étoile des deux bouts de l'orbite décrite annuellement par la Terre autour du Soleil ; vues des extrémités de cette base, longue de 300 millions de kilomètres, quelques centaines d'étoiles paraissent s'être légèrement déplacées, d'un angle dont la moitié mesure leur parallaxe.

Cette méthode avait permis, en trois

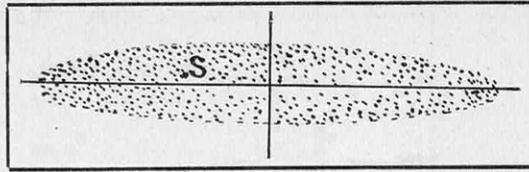


FIG. 3. — LA « GALAXIE » A LA FORME D'UN AMAS LENTICULAIRE DONT L'ÉPAISSEUR EST COMPRISE ENTRE 15.000 ET 30.000 ANNÉES DE LUMIÈRE ET DONT LA LONGUEUR MESURE ENVIRON 150.000 ANNÉES DE LUMIÈRE

quarts de siècle, d'apprécier la distance des étoiles les plus rapprochées de nous, dont la lumière met, pour nous parvenir, entre quatre et cinquante ans ; ces premières mesures avaient donné une première idée de l'étendue du système galactique : si on

représente l'orbite terrestre autour du Soleil par une circonférence d'un centimètre de rayon, l'étoile la plus rapprochée de nous, alpha du Centaure, se place à 2.800 mètres, et l'étoile polaire est à plus de 30 kilomètres. Pourtant, ces mesures ne font qu'égratigner le monde des étoiles.

En 1916, l'astronome américain Walter A. Adams utilisa une méthode toute différente, basée sur la comparaison des intensités lumineuses de certaines raies spectrales ;

soumise à des vérifications nombreuses, elle est appliquée aujourd'hui dans plusieurs observatoires ; comme elle s'applique aux étoiles les plus éloignées comme aux plus proches, dont les distances ont pu être mesurées avec une incertitude moindre que 20 %, elle permet un arpentage méthodique de la Galaxie ; on peut évaluer à 5.000 le nombre des étoiles dont les positions ont été fixées par ce procédé.

Enfin, ces résultats ont été complétés par l'observation si curieuse des étoiles varia-



FIG. 4. — LA GRANDE NÉBULEUSE D'ANDROMÈDE PHOTOGRAPHIÉE A L'OBSERVATOIRE DE YERKES (ÉTATS-UNIS) Cette nébuleuse a une forme analogue à la Galaxie.

(1) V. La Science et la Vie, n° 165, page 187.

bles qu'on nomme Céphéïdes; ces astres, dont l'éclat et la coloration varient périodiquement, sont des étoiles « pulsantes », c'est-à-dire des sphères gazeuses qui se dilatent et se contractent alternativement; deux céphéïdes de même période sont nécessairement identiques, et, par suite, leur éclat apparent est en raison inverse du carré de leur distance à la Terre. Shapley a tiré de là une méthode d'une rare élégance, et qui a reçu d'impressionnantes confirmations. C'est ainsi qu'il existe, dans un coin reculé du ciel, un amas de plusieurs millions d'étoiles serrées comme les abeilles d'un essaim (fig. 2); parmi celles-ci, soixante-seize sont des Céphéïdes, justiciables de la méthode de Shapley; or, ces soixante-seize mesures ont donné, à 5 % près, le même nombre, 20.000 années de lumière (ces résultats sont remarquablement concordants); telle est donc la distance de l'amas Oméga du Centaure. Quelle autre méthode aurait permis de traîner jusque-là la chaîne d'arpenteur ?

### La forme de la Galaxie

Tous ces résultats ont permis de prendre une idée assez précise du monde d'étoiles dans lequel nous sommes plongés. Il a pour colonne vertébrale la Voie Lactée dont chacun de nous a observé, dans le ciel, la traînée laiteuse; examinée à la lunette, cette voie lactée se résout elle-même en un fourmillement d'étoiles qui forment la région la plus peuplée de la nébuleuse à l'intérieur de

laquelle nous sommes placés, sans en occuper le centre; le croquis de la figure 3 nous montre cette Galaxie comme un amas lenticulaire; son épaisseur serait comprise entre 15.000 et 30.000 années de lumière, et sa plus grande dimension serait voisine de 150.000 années de lumière; quant à notre infime habitat terrestre, il serait situé, avec tout le système solaire, au point marqué *S*

sur ce croquis, c'est-à-dire un peu au-dessus du plan équatorial et à quelques 50.000 années de lumière du centre galactique situé quelque part dans la constellation du Sagittaire; la région où se trouve le Soleil est d'ailleurs particulièrement abondante en étoiles; elle paraît faire partie d'un point de concentration de la Voie Lactée, qui a reçu le nom d'*Amas local*.

En réalité, la nébuleuse galactique s'écarte sensiblement de la forme lenticulaire et géométrique que nous lui avons attribuée. La meilleure représentation

qu'on puisse s'en faire est donnée par les *nébuleuses spirales*, qui, aux confins du ciel, éloignées peut être d'un million d'années de lumière, semblent être des répliques de notre Univers; une des plus proches, la grande *nébuleuse d'Andromède* (fig. 4), nous montre, dans d'admirables clichés photographiques, que les mondes sont constitués réellement par des traînées d'étoiles, semblables à un filament de brouillard cosmique que le vent d'un tourbillon aurait enroulé sur lui-même. Et si nous revenons au point *S*, qui est véritable-



FIG. 5. — NÉBULEUSE SPIRALE DES CHIENS DE CHASSE  
*Cette photographie prise à l'Observatoire du Mont Wilson (Etats-Unis) montre que cette nébuleuse, d'après sa forme même, est également une réplique de la Galaxie.*

ment celui d'où nous contemplons ce panorama d'étoiles, nous comprenons l'aspect que présente le firmament, vu de la Terre ; la Voie Lactée correspond à ce filament de matière stellaire, enroulé dans le plan de la nébuleuse, et quand nos yeux se portent sur une autre région du ciel, le rayon visuel traverse la nébuleuse dans la plus petite épaisseur, et il y rencontre nécessairement bien moins d'étoiles.

Mais ce tableau est encore incomplet, parce que la Galaxie ne se compose pas que d'étoiles séparées ; dans la banlieue de cette vaste cité apparaissent des formations d'un type spécial ; ce sont d'abord les amas *globulaires*, pareils à des essaims ; on en connaît une centaine distribués assez irrégulièrement dans l'espace et dont le plus rapproché de nous en est à 18.000 années de lumière ; ces amas renferment des milliers d'étoiles dont beaucoup sont plus brillantes que notre Soleil et pourtant, telle est leur distance, que les plus rapprochés sont à peine visibles à l'œil nu ; d'autres, visibles seulement au télescope, sont dix fois plus éloignés.

Le télescope montre d'autres apparences qui paraissent se rattacher encore à notre galaxie ; ce sont les *nébuleuses galactiques* (fig. 6).

« On dirait, dit sir James Jeans, des masses de fumée emportées par le vent, telles qu'on en voit lors de l'incendie d'une maison ou d'une meule de foin, et, à la vérité, elles ne sont que la fumée de notre propre cité d'étoiles, éclairées par la lumière

de cette cité ; ce sont des nuages de poussière et de fluide lumineux s'étendant d'étoiles en étoiles à l'intérieur de la Voie Lactée. »

### Notre Univers n'est pas immobile

La fixité des étoiles sur la voûte céleste n'est qu'une illusion due à leur distance, et aussi à la brièveté du temps dont nous disposons ; tous les astres se déplacent les uns par

rapport aux autres, donc par rapport à nous, et la science possède le moyen d'apprécier ces mouvements (fig. 7) : l'effet *Doppler Fizeau* donne, par le déplacement des raies spectrales, la *vitesse radiale*, c'est-à-dire celle qui correspond à l'éloignement ou au rapprochement de l'étoile par rapport à nous ; on peut, en même temps, mesurer sa *vitesse tangentielle*, c'est-à-dire perpendiculaire au rayon visuel, il suffit pour cela de superposer deux photographies du Ciel, prises à plusieurs années



FIG. 6. — NÉBULEUSE DANS LA CONSTELLATION DU CYGNE PHOTOGRAPHIÉE PAR M. RITCHEY, A L'OBSERVATOIRE DE YERKES (ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE)

d'intervalle ; si l'étoile s'est écartée de la direction première, on constate un déplacement, d'où, connaissant sa distance, on peut déduire sa vitesse tangentielle.

Par l'emploi simultané de ces deux méthodes, les astronomes ont accumulé des documents innombrables, dont le dépouillement exige une grande perspicacité ; dès à présent, constatons que les diverses étoiles présentent, par rapport à la Terre, des mouvements ayant toutes les orientations possibles, avec des vitesses relatives comprises entre 10 et 50 kilomètres par seconde. Heureusement, nous avons pour guide l'assimi-

lation de notre galaxie aux nébuleuses spirales, dont la structure indique, en l'expliquant, les mouvements généraux qui les animent. Leur disposition en spirale ne peut avoir été produite que par un mouvement tourbillonnaire, enroulant sur lui-même un filament du nuage cosmique qui s'est ensuite condensé en étoiles, comme un brouillard en gouttes de pluie. Pareille aventure a dû advenir à notre Galaxie, et ce mouvement initial doit continuer, puisqu'il n'existe dans le ciel aucun frein qui l'arrête ; chaque étoile doit donc tourner autour du centre de gravité de l'ensemble, suivant une orbite fermée obéissant aux lois de la gravitation ; en appliquant ces lois, on a trouvé que la rotation de notre nébuleuse serait voisine de 250 millions d'années ; le Soleil, comme les autres étoiles, ferait le tour de la grande piste probablement en une centaine de millions d'années et c'est ainsi qu'il nous paraît se diriger vers la Constellation d'Hercule (*l'apex* de William Herschell), qui, entraînée par le même mouvement giratoire, fuit devant lui.

Ces énormes durées nous permettent de ramener à leur juste valeur ce que j'ai, dans un précédent article, appelé *l'incohérence du firmament* (1) ; certes, la lumière qui nous vient des confins de notre Galaxie met 150.000 ans à nous parvenir, et nous montre la position de ces astres aux débuts de l'époque quaternaire, quand l'homme n'était encore qu'une bête sauvage et affamée ; mais si on compare cette durée, qui nous paraît énorme, aux 250 millions d'années de la révolution galactique, elle paraît insignifiante et insuffisante pour avoir produit une modification notable dans la structure générale de l'Univers.

Mais cette représentation n'explique pas tout ; lorsqu'on observe au spectroscopie, ou avec des dispositifs interférentiels encore plus sensibles, les raies brillantes des régions les plus éloignées de notre Univers (par exemple les nébuleuses galactiques et les étoiles à hélium), on constate généralement que ces raies sont déplacées vers le rouge, ce qui, en vertu de l'effet Doppler Fizeau, cor-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 101.

respond à un éloignement ; par exemple, la grande nébuleuse d'Orion s'éloignerait de nous avec une vitesse de 18 kilomètres par seconde.

Poussons plus loin, jusqu'à ces nébuleuses spirales que nous considérons, après le grand Herschell, comme des Univers extérieurs au nôtre ; neuf fois sur dix, les raies spectrales de ces nébuleuses sont encore déplacées vers le rouge, et la vitesse d'éloignement correspondante serait, en moyenne, de 730 kilomètres par seconde.

Si ces résultats ne sont pas dus à un phénomène spécial, encore ignoré des physiciens, ils traduisent un fait de la plus haute importance : *l'Univers se dilate rapidement* ; il y a 10 trillions d'années, son rayon était deux fois plus petit qu'aujourd'hui ; il aura doublé dans 10 trillions d'années.

Ce point de vue (très hypothétique, ne l'oublions pas) est actuellement défendu par des savants de très haut mérite, comme, en Angleterre, Eddington et Jeans, et en Belgique, W. de Sitter et l'abbé Lemaitre. Il paraît conforme à la représentation relativiste que j'ai exposée récemment, et qui assimile l'Univers à la surface d'une grande bulle sur

laquelle s'entrecroisent, en tous sens, les lignes de l'Espace-temps (1).

Pour Eddington, un tel système ne peut rayonner et rester en équilibre ; la pression de radiation recule sans cesse ses limites ; on peut donc concevoir que toutes les portions d'Univers en viendront à se fuir avec une vitesse égale à celle de la lumière et alors, chacun cessera d'exister pour les autres, puisqu'aucune radiation ne passera jamais de l'une à l'autre.

De telles conceptions sont tellement aventurées, que je ne me pardonnerais pas d'en parler ici, si elles n'étaient défendues par des savants de grande classe ; à titre documentaire, il est utile de savoir qu'elles existent ; cela ne veut pas dire qu'on leur donne créance. Mais la personnalité de ceux qui les présentent ne permet plus qu'on les passe sous silence à l'heure actuelle.

L. HOULLEVIGUE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 101.

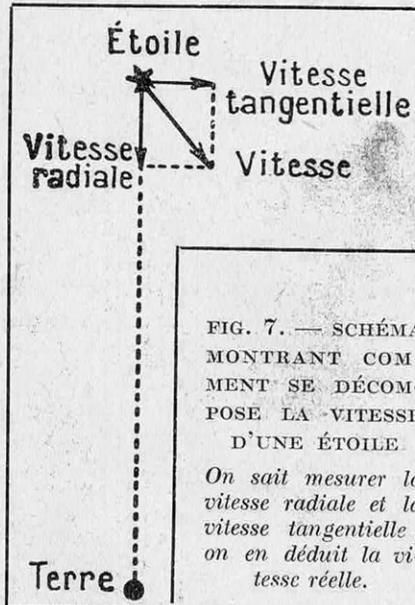


FIG. 7. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT SE DÉCOMPOSE LA VITESSE D'UNE ÉTOILE.

On sait mesurer la vitesse radiale et la vitesse tangentielle ; on en déduit la vitesse réelle.

# LA TURBINE HYDRAULIQUE MODERNE A ENGENDRÉ LES GRANDIOSES RÉALISATIONS DE KEMBS ET DE LA TRUYÈRE

Par Jean MARIVAL

*Il y a un peu plus de cent ans que les ingénieurs français Fourneyron et Fontaine mirent au point la turbine hydraulique (1830). Aujourd'hui, près de la moitié de l'énergie électrique consommée en France est fournie par la houille blanche. Ce résultat n'a pu être obtenu que grâce à l'adaptation, toujours améliorée, de la turbine aux conditions de son fonctionnement, notamment à la hauteur de la chute d'eau utilisée. Nous avons déjà exposé (1) comment la roue Pelton convient aux hautes chutes et la turbine Francis aux chutes moyennes. Cependant, pour conserver à ce genre de moteur une vitesse suffisante aux basses chutes (dans le but d'actionner directement les alternateurs) et un bon rendement, de nouvelles formes ont été étudiées. Ainsi est née la roue à hélice, puis la roue Kaplan, dans laquelle les pales de l'hélice peuvent pivoter autour de tourillons et maintenir le meilleur rendement pour les faibles charges. La Centrale de Kembs (2) est équipée de roues à hélice de 36.600 ch, alors que la Centrale de Rybourg-Schwörstadt sur le Rhin, non loin de Bâle, est munie de turbines Kaplan de 42.500 ch. Ainsi, pour les hautes chutes (montagnes) à faible débit, comme pour les très basses chutes à grand débit (aménagement des fleuves), l'énergie hydraulique est captée avec le meilleur rendement dans l'état actuel de nos connaissances mécaniques. C'est un résultat magnifique que celui que l'on obtient avec une turbine Kaplan aussi puissante que celle représentée sur la couverture de ce numéro, puisqu'on atteint un rendement de plus de 80 % avec un simple barrage jeté dans le lit d'un fleuve. Les hydrauliciens d'il y a quelques années seulement n'osaient envisager une si heureuse solution à un tel problème.*

**L**ORSQUE les ingénieurs français Fourneyron et Fontaine inventèrent, vers 1830, la turbine hydraulique, ce fut une véritable révolution au point de vue de l'utilisation de la houille blanche. L'énorme progrès réalisé par rapport aux antiques roues à aubes — seul moyen connu alors pour utiliser l'énergie de l'eau — était dû, en effet, à deux facteurs principaux. Tout d'abord, l'eau agissait sur l'aube de la turbine en accomplissant sur elle un trajet toujours de même sens — alors que, sur les anciennes roues, l'eau quittait une palette par le même bord qu'elle avait attaqué. Ainsi, elle effectuait un aller et retour, d'où une perte d'énergie. De plus, la turbine hydraulique présentait un rendement amélioré par suite du *guidage de l'eau*, le long de sa trajectoire. Il en résultait le minimum de tourbillons et une diminution des pertes.

Jusqu'à ces dernières années d'ailleurs, le grand souci des ingénieurs hydrauliciens fut précisément d'accompagner l'eau le plus loin possible, jusqu'au canal de fuite de

l'usine, sans lui laisser le loisir de prendre aucune liberté dans son cours. Nous parlons ici, évidemment, de turbines à réaction, par opposition aux turbines à impulsion, dans lesquelles un véritable jet vient frapper les aubes en forme de cuillères, portées par la roue mobile (roue Pelton). Ces différents types de turbines ont été décrits déjà dans *La Science et la Vie* (1). Nous ne nous y arrêterons pas. La turbine Francis est le type des machines utilisées pour transformer en mouvement de rotation continue les chutes d'eau de hauteurs faibles ou moyennes. On sait que cette eau, amenée par des conduites forcées, pénètre tout d'abord dans une roue fixe à aubes, appelée *distributeur*, qui a pour but de guider les veines liquides vers les eaux d'une roue mobile, le *rotor*. D'ailleurs, les aubes du distributeur peuvent prendre des inclinaisons différentes selon le travail imposé à l'alternateur actionné par la turbine, de façon à maintenir constante la vitesse du groupe et, par suite, la tension du courant produit. C'est au régulateur (2)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 58, page 225.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 18, page 67.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 58, page 225.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 149, page 353.

qu'est dévolu le rôle de réaliser la fermeture plus ou moins complète du distributeur.

A la fin du siècle dernier, le développement intense de la production de l'énergie hydro-électrique incita les techniciens à accoupler directement la turbine et l'alternateur, alors qu'auparavant un système d'engrenages assu-

lyser toutes ici. Signalons la roue Francis, représentée figure 1, dans laquelle le mouvement radial de l'eau se transformait en mouvement axial, ce qui conduisait à des formes d'aubes compliquées pour assurer le guidage de l'eau. A ce moment, on abandonna également la théorie qui voulait que l'espace entre

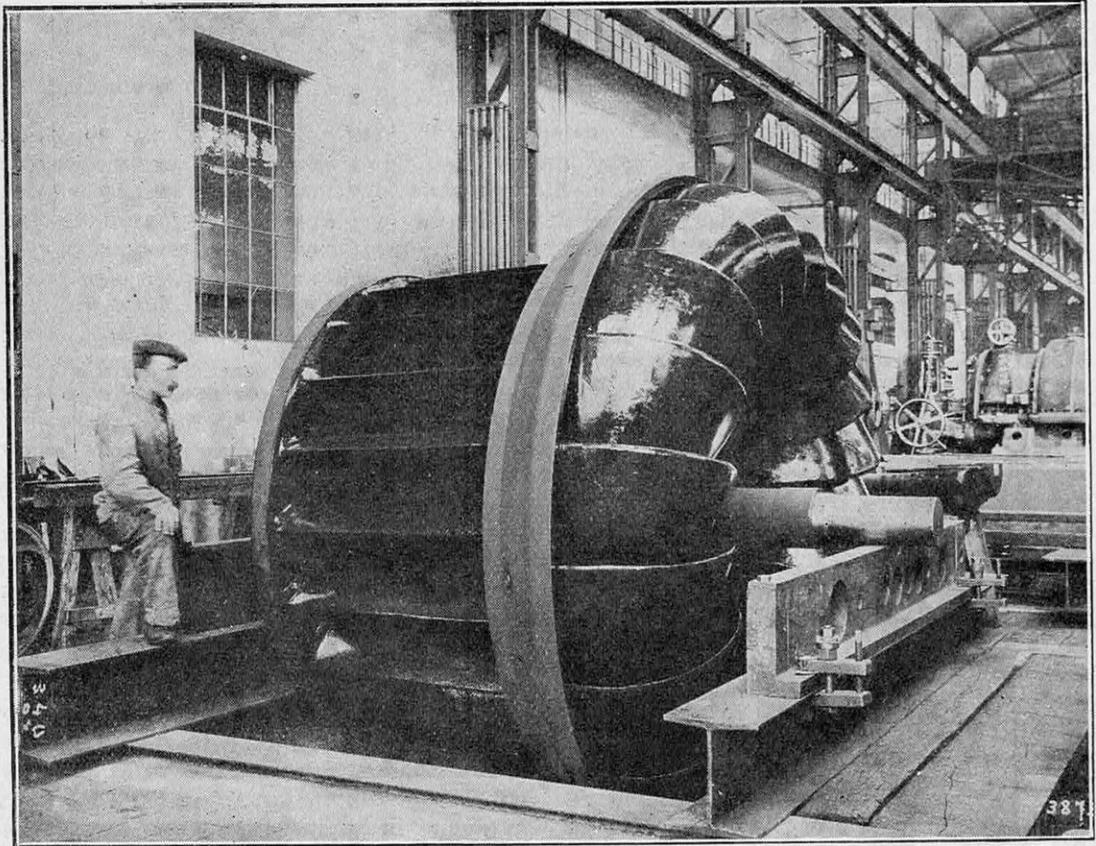


FIG. 1. — ROUE D'UNE TURBINE « FRANCIS » TOURNANT A 300 TOURS PAR MINUTE

*L'eau, guidée par les aubes directrices du distributeur fixe, non représenté ici, attaque la partie tournante dans le sens radial (de la périphérie vers le centre). Le mouvement de l'eau se transforme ensuite et devient axial, grâce à la forme allongée et retournée des aubes. Ce dispositif a permis d'accroître la vitesse de rotation de la turbine de façon à entraîner directement l'alternateur, à la vitesse convenable pour son rendement, sans emploi d'engrenages. Pour assurer le guidage de l'eau, il fallait, on le voit, compliquer la forme des aubes, d'où un accroissement du prix de la machine*

rait la transmission du mouvement avec un rapport de vitesse convenable, de façon à conserver à l'alternateur le meilleur rendement. Pour réaliser l'accouplement direct, il était indispensable de faire tourner les turbines à la vitesse favorable pour la machine électrique entraînée. Autrement dit, il fallait construire des turbines hydrauliques tournant assez vite.

### La turbine à hélice et la turbine Kaplan

Les solutions préconisées furent trop nombreuses pour que nous puissions les ana-

lyser toutes ici. le distributeur fixe et le rotor (entrefer), soit le plus petit possible, toujours afin de ne jamais laisser l'eau livrée à elle-même. Or, dans l'entrefer, l'eau rencontrant des sections diminuant de surface la vitesse d'écoulement s'accroît sans cesse, ce qui écarte tout danger de tourbillonnement. Seul, le ralentissement de l'écoulement engendrerait des difficultés à ce point de vue. Une roue motrice établie d'après ce principe, avec des aubes étroites en forme de faucille et avec un pas allongé, fonctionna parfaite-

ment. Aussi, au lieu de faire appel uniquement à la force centrifuge pour équilibrer la pression de chute (écoulement purement radial), on n'envisageait cette solution que pour la partie centrale de la roue. Pour cela, on a dû donner aux aubes des formes compliquées et tracées de telle sorte que l'écoulement de l'eau, radial au début, devint axial à la sortie de la turbine. On a pu ainsi obtenir des vitesses de 400 tours à la minute, mais on conçoit que de telles machines soient d'un prix de revient élevé.

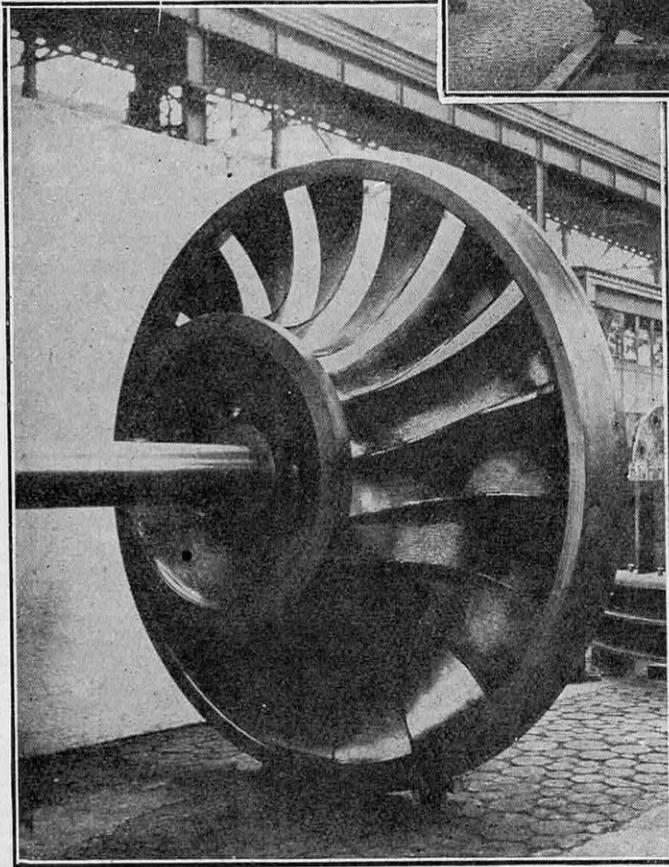


FIG. 2. — ROUE D'UNE TURBINE « FRANCIS », A AUBES ÉTROITES, TOURNANT A 400 TOURS-MINUTE

*La forme des aubes est différente de celle représentée figure 1, mais elle correspond au même souci de guider l'eau le plus loin possible en vue d'améliorer le rendement. Toutefois, les aubes sont ici plus étroites et leur pas est plus allongé.*

Mais voici déjà cent ans qu'existaient des turbines purement axiales (Jonval) dont les vitesses étaient cependant insuffisantes pour entraîner directement les machines élec-

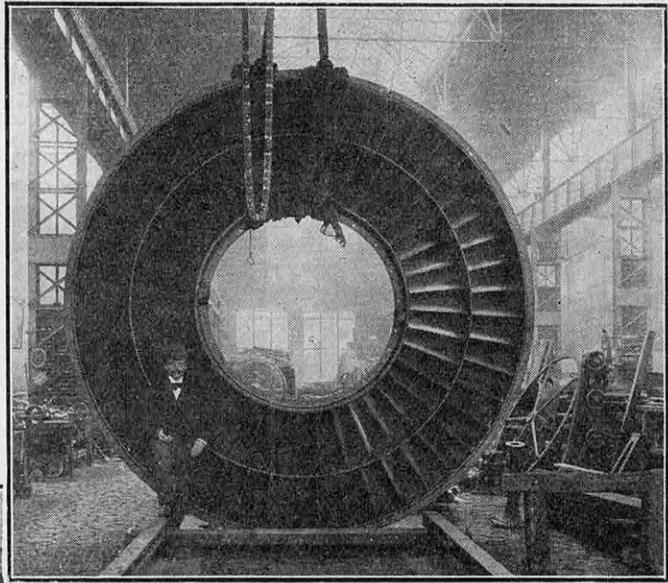


FIG. 3. — VOICI UNE ROUE DE TURBINE « JONVAL » DANS LAQUELLE LE MOUVEMENT DE L'EAU EST CONSTAMMENT AXIAL

*Ce type de turbine, qui date d'un siècle, ne tournait pas assez vite pour entraîner directement un alternateur.*

triques. Toutefois, c'est précisément cette tendance qui revient à l'ordre du jour, grâce à la conception de la turbine à hélice. En considérant une telle roue, on voit que les canaux ménagés dans le rotor, entre les aubes pour le guidage de l'eau, n'existent plus. Cette roue ressemble, à s'y méprendre, à une hélice de navire. Quant au distributeur, il comporte toujours des aubes dont l'inclinaison est réglée par le régulateur du groupe turbo-électrique.

Le rendement d'une telle roue est très élevé, dépassant parfois 90 % à pleine charge, mais il décroît assez rapidement lorsque la charge diminue elle-même. Cela tient évidemment à ce que le débit de l'eau étant alors rendu plus faible par la fermeture du distributeur, l'espace libre entre les pales de l'hélice est trop grand.

C'était là un grave inconvénient de cette turbine. Mais l'éminent ingénieur Kaplan a trouvé le remède à cette faiblesse. Grâce à un dispositif spécial, l'inclinaison des

pales de l'hélice est elle-même réglable selon la charge. Ainsi disparaît la cause de diminution de rendement et celui-ci se maintient parfaitement. Si on compare en effet les courbes de rendement des diverses turbines, on constate qu'elles présentent toutes un maximum très élevé (supérieur à 90 %) pour la puissance maximum. Mais la turbine Francis ne con-

guidage, on constate que la déviation de l'eau par la roue motrice est très faible pour la roue Kaplan (2 degrés), alors qu'elle atteint 75 degrés pour la roue Jonval. Ceci explique pourquoi on peut se contenter de quelques aubes seulement dans la roue Kaplan.

Autre point également important. A la sortie de la roue Kaplan, l'eau conserve une

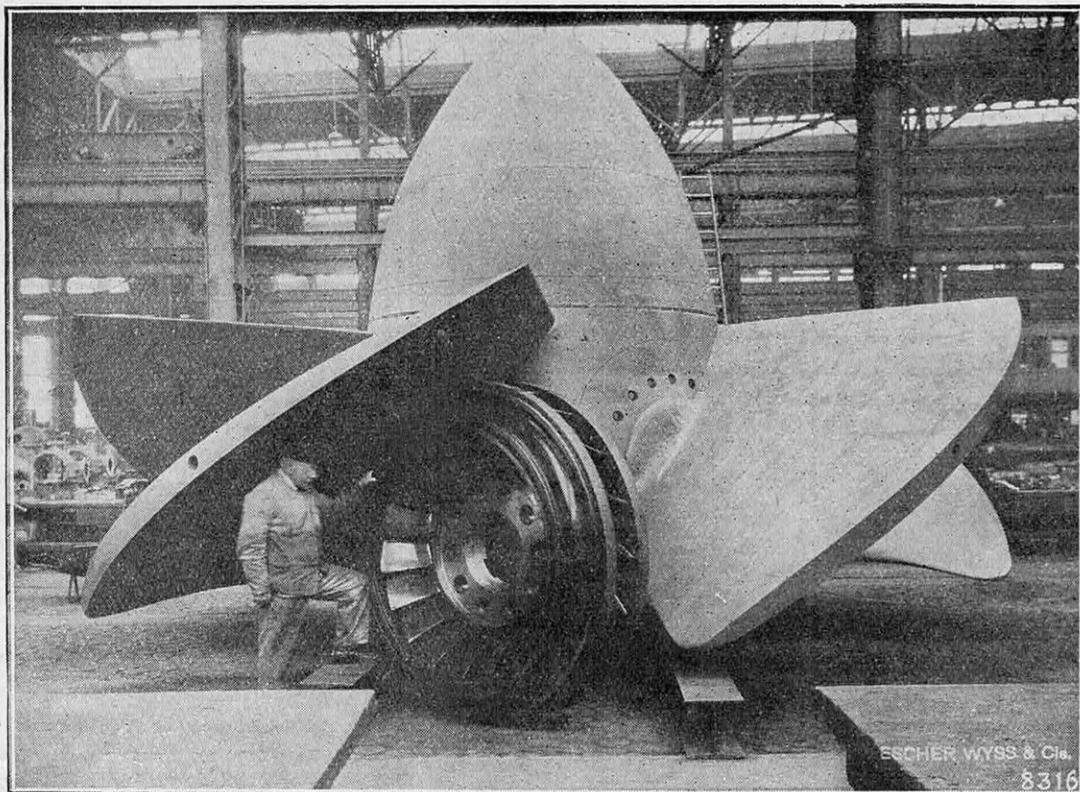


FIG. 4. — TURBINE « KAPLAN », DE 7 MÈTRES DE DIAMÈTRE, A CINQ AUBES MOBILES ORIENTABLES, UNE DES PLUS PUISSANTES DU MONDE A L'HEURE ACTUELLE

*Dans sa position normale de travail, cette roue est placée en sens inverse de celui représenté ci-dessus. La turbine Kaplan est une roue à hélice dont les pales peuvent tourner autour des tourillons de façon à proportionner les sections de passage de l'eau à la charge de la machine. Cette régulation, qui complète celle du distributeur fixe, permet au rendement de se maintenir aux faibles charges.*

serve un très bon rendement que pour des vitesses spécifiques faibles. Quant à la roue à hélice simple, son rendement décroît rapidement avec la charge (il n'est plus que 70 % pour les 60 % de la puissance maximum). Au contraire, avec une roue Kaplan de vitesse spécifique 750, le rendement reste au-dessus de 90 % depuis la pleine charge jusqu'à la demi-charge et même plus bas.

Ce n'est pas tout, cependant. Si l'on considère une roue Jonval et une roue Kaplan, entièrement axiales toutes deux, l'une avec guidage de l'eau. l'autre sans aucun

vitesse et, par suite, une énergie cinétique considérables. Ce devrait être là une cause de mauvais rendement. Mais il ne faut pas oublier que les turbines ne laissent pas partir l'eau qui a travaillé dans des conditions quelconques. Un tuyau d'aspiration, entièrement rempli, guide l'eau vers le canal de fuite de l'usine. Dans la turbine Kaplan, la vitesse de l'eau dans ce canal d'aspiration étant très élevée, il en résulte, sous la roue, une dépression considérable, qui ajoute son action à la pression de l'eau à l'entrée de la roue. C'est dire que, pour une turbine Kaplan,

l'étude du tuyau d'aspiration est fort importante et que de son tracé convenable dépend, en grande partie, le bon fonctionnement de la machine. Notamment, la position du coude de ce tuyau doit être déterminée avec minutie. On a reconnu également que la présence d'une paroi de guidage de l'eau dans ce tube accroissait le rendement.

### Deux récentes applications des nouvelles turbines

Un des plus beaux exemples d'utilisation de turbines à hélice est fourni par la centrale hydro-électrique de Kembs déjà décrite ici (1). Les groupes générateurs

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 67.

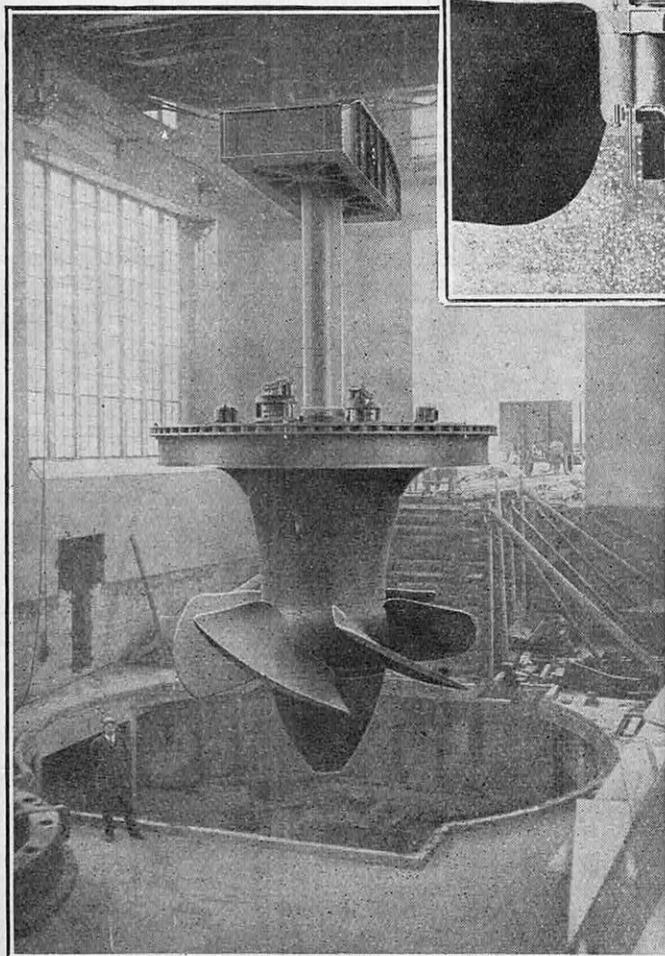


FIG. 5. — ROUE A HÉLICE DE L'UN DES GROUPES TURBOALTERNATEURS DE 36.600 CH DE LA CENTRALE DE KEMBS

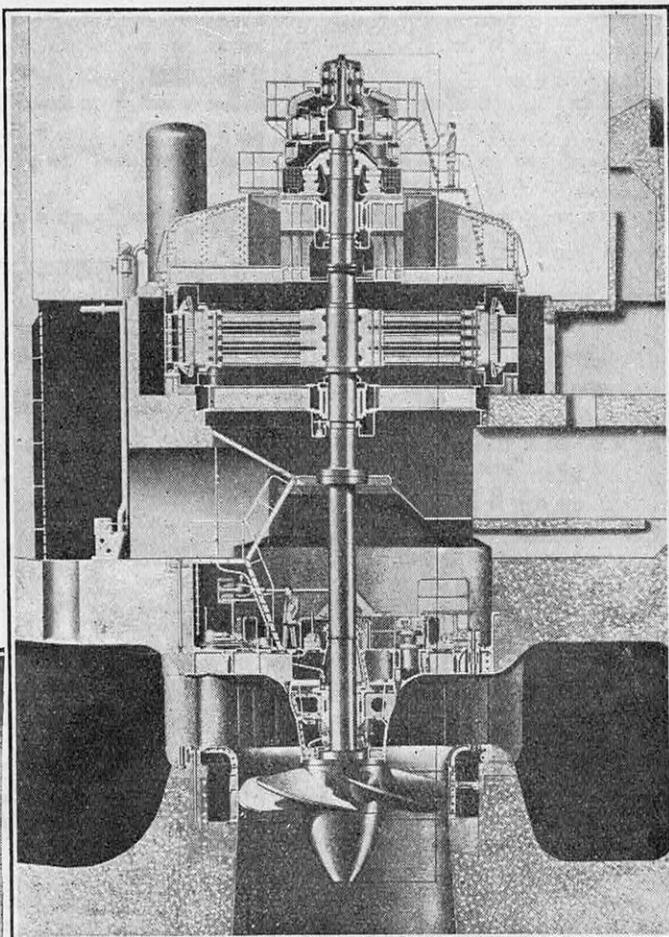


FIG. 6. — VUE EN COUPE D'UN DES GROUPES TURBOALTERNATEURS DE 36.600 CH DE LA CENTRALE DE KEMBS

*On voit, à la partie inférieure, la roue à hélice actionnant l'alternateur.*

comprennent une turbine à axe vertical d'une puissance de 36.600 ch sous une hauteur de chute de 16 m 60 et tournant à 93,6 tours par minute. Cette turbine a un débit maximum de 185 mètres cubes par seconde — le distributeur comporte vingt-quatre aubes directrices. Il est scellé à l'intérieur d'une bache spirale en béton. La roue mobile mesure 5 m 60 de diamètre et comprend six pales. Elle tourne à l'intérieur d'un anneau métallique fixe auquel vient se raccorder le tuyau d'aspiration en béton. Celui-ci, de dimensions considérables, a une section qui s'ac-

croît sans cesse, passant de 25 mètres carrés à 120 mètres carrés, au point où il débouche dans le canal de fuite. Pour atténuer les phénomènes de cavitation qui pourraient se produire sous la roue par suite de la grande vitesse de l'eau dans le tuyau d'aspiration, on a réduit la hauteur de celui-ci qui atteint, au maximum, 0 m 50 à l'étiage et dont la valeur est normalement négative. De plus, le distributeur est muni de soupapes automatiques qui admettent de l'air dans le tuyau d'aspiration en cas de décharge brusque de la turbine. Dans cet aérateur, se trouvent deux cloisons longitudinales perpendiculaires canalisant les filets liquides et atténuant les tourbillonnements de l'eau.

Le poids de la partie mobile et du couvercle du distributeur atteint 180 tonnes.

Parmi les plus grandes turbines Kaplan en service, il faut citer celles de la centrale suisse

de Rybourg-Schwörstadt, sur le Rhin. C'est une usine-barrage dont la puissance atteint 130.000 ch. Elle comprend quatre groupes de turbines à axe vertical avec roues à pales mobiles du type Kaplan et distributeur fixe à aubes mobiles. Leur puissance est de 42.500 ch, sous 12 m 50 de chute ; leur vitesse, de 75 tour -minute. Le distributeur comprend vingt-quatre aubes en acier coulé, mesurant 2 m 60 de hauteur et pesant 1.850 kilogrammes chacune. Le régulateur de la turbine agit à la fois sur ces

aubes et sur les pales de la roue Kaplan.

La capacité normale de ces turbines est de 250 m<sup>3</sup>/seconde. Ainsi, grâce à cette surcharge possible, on a pu économiser la présence d'un groupe de secours dans l'usine, d'où une économie notable.

La roue mobile comprend cinq pales en acier coulé au nickel, portées par un moyeu

en acier coulé de 3 mètres de diamètre. La roue a un diamètre extérieur de 7 mètres ; son poids atteint 105 tonnes. Chaque pale — qui pèse 10 tonnes — peut pivoter autour d'un tourillon. Le graissage des tourillons est obtenu par de l'huile épaisse dont le moyeu est rempli : il en contient 3.500 kilogrammes.

La turbine à hélice ou la turbine Kaplan est donc susceptible d'utiliser avec un excellent rendement de très gros débits sous des chutes basses, tout en tournant assez vite pour pouvoir être directement accouplée à l'alter-

nateur qu'elle est chargée d'entraîner. C'est là une conception relativement nouvelle qui, dans certains cas, est appelée à résoudre, dans les meilleures conditions, le problème de la captation de la houille blanche.

Les progrès de la technique ont ainsi permis de réaliser, au cours de ces dernières années, des turbines à très haut rendement, aussi bien pour les chutes élevées à faible débit que pour les basses chutes à gros débit.

JEAN MARIVAL.

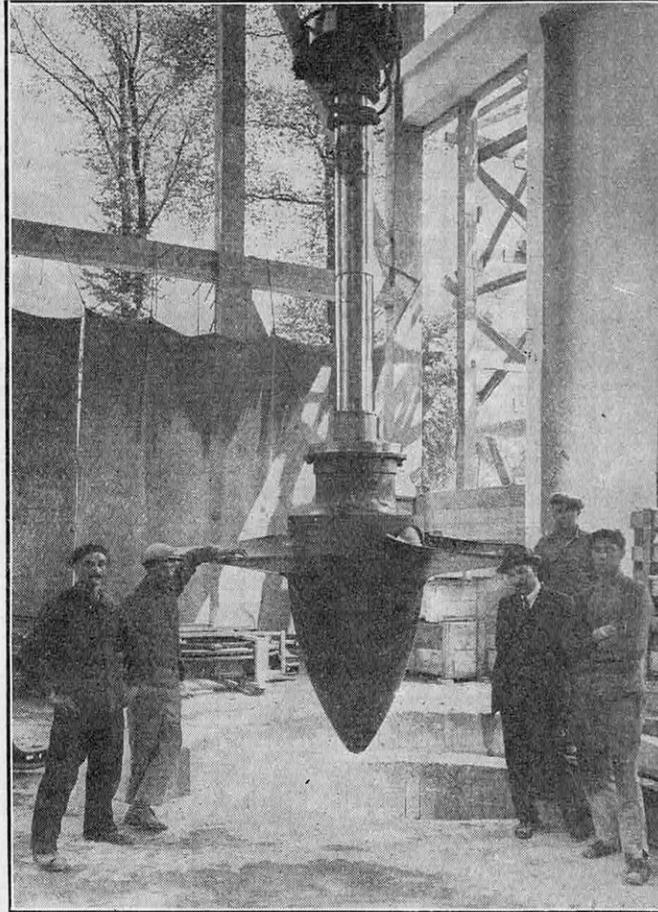


FIG. 7. — ROUES A AUBES RÉGLABLES POUR TURBINE « JEUMONT-RIVAL », ADAPTÉE A UNE CHUTE DE 4 MÈTRES ET A UN DÉBIT DE 34 MÈTRES CUBES A LA SECONDE. LE DIAMÈTRE DE CETTE ROUE EST DE 2 M 80

# EN FRANCE, L'AVIATION DE TOURISME DEMEURE ENCORE TIMIDE

Par José LE BOUCHER

*Le récent Tour de France des avions de tourisme vient de prouver que l'on dispose aujourd'hui d'appareils à la fois légers et sûrs, capables d'effectuer sans défaillance, et avec une certaine régularité, une série d'étapes successives. Faut-il en conclure que le problème de l'aviation touristique est résolu dans son ensemble ? Nous en sommes loin et encore au stade de la promenade aérienne sportive. D'autre part, notre code de l'air est encore à faire. Ainsi l'atterrissage ne peut s'effectuer que sur des aérodromes autorisés : l'homologation obligatoire des appareils par les services techniques du ministère de l'Air restreint singulièrement la liberté d'action des constructeurs. Nul doute qu'avec de la patience, de la ténacité — les autorités aidant — l'avion de tourisme ne conquière — un jour — sa place au ciel, surtout s'il est vendu et coûte moins cher : le prix d'un avion de tourisme ne devrait pas différer beaucoup de celui d'une voiture de tourisme moyenne.*

**L**E problème de l'aviation de tourisme soulève deux questions bien différentes, mais intimement liées : celle des terrains, et celle du matériel.

Avant d'examiner l'une et l'autre, on peut se demander s'il existe des touristes aériens, ou, plutôt, si l'on observe dès maintenant un sens du tourisme aérien.

A notre avis, il existe bien des touristes aériens, puisqu'il y a des propriétaires d'avions particuliers dans tous les pays, en nombre plus ou moins important ; mais la plupart d'entre eux ont-ils réellement le sens du tourisme aérien ?

En Angleterre et en France, où le nombre des avions privés atteint un certain chiffre, 460 pour la France, plus de 600 pour la Grande-Bretagne, on constate que la très grande majorité des propriétaires est, avant tout, éprise de « sport ». Si le tourisme et le sport ne sont nullement inconciliables, on ne doit pas, néanmoins, les confondre. L'un est tout de délassément, l'autre, d'activité heureuse de se déployer. L'un recherche des sensations avant tout d'apaisement ; l'autre, au moins dans le domaine du sport automobile et aéronautique, des émotions fortes.

Ces nuances psychologiques jouent incontestablement un rôle dans l'établissement du matériel. Le constructeur d'avions particuliers suit tout naturellement le goût du client. Le sens du tourisme doit, à notre avis, exclure le goût du record, du raid, au bénéfice de satisfactions d'un tout autre ordre.

C'est parce que tous les propriétaires d'avions particuliers ne l'ont pas encore compris qu'est née, en tout premier lieu, une aviation qu'on peut appeler beaucoup plus justement une aviation de sport que de tourisme. Peuvent être compris dans cette catégorie les appareils monoplans ou biplans atteignant le 200 à l'heure et d'une puissance variant entre 100 et 200 ch.

D'autre part, à côté de l'homme jeune, épris de sport aéronautique, quelques hommes d'affaires ont saisi rapidement tout le parti publicitaire ou autre qu'ils pouvaient tirer de la possession d'un ou de plusieurs avions particuliers. C'est pour cette clientèle, peu nombreuse mais riche, qu'ont été construits des appareils qualifiés de grand tourisme, alors que ce sont avant tout des avions de travail. Font partie de cette catégorie les appareils d'une puissance supérieure à 200 ch.

Ces considérations préliminaires nous amènent à conclure que le tourisme aérien est encore, surtout en France, à l'état embryonnaire, parce qu'on n'en a pas encore le sens. Il faut avouer, en outre, que des lois ou des règlements périmés apportent au développement du tourisme aérien des entraves excessives. S'il apparaît normal, dans une certaine mesure, que des zones militaires réduites limitent le droit d'un Français de survoler son pays sans en excepter la moindre partie, s'il apparaît normal de réserver certains terrains uniquement à l'aviation militaire, il est absolument abusif d'obliger le propriétaire d'un avion à se poser

exclusivement sur des aérodromes autorisés, sous peine de contraventions. Si les automobilistes devaient suivre rigoureusement un itinéraire, s'ils devaient s'arrêter uniquement à des points fixés à l'avance, il n'y aurait jamais eu de vrai tourisme automobile.

Or, le touriste aérien ne jouit pas de la liberté de son frère, l'automobiliste. Une loi, votée en 1924, fait de l'atterrissage en campagne un délit, si même l'aviateur a reçu l'autorisation préalable du propriétaire du champ dans lequel il s'est posé. De plus, à l'heure actuelle, en France, l'avion de tourisme est soumis à des prescriptions de fabrication qui, pour être autres que celles des avions de transport public, n'en sont pas moins strictes. Non seulement le bureau Veritas doit délivrer un certificat de navigabilité pour l'appareil, mais tous les organes de la machine, y compris les réservoirs, les sièges, les radiateurs, sont soumis à l'homologation des services techniques. Si l'intrusion du bureau Veritas dans le domaine du tourisme peut encore se justifier dans une certaine mesure, et surtout à partir d'une certaine puissance motrice et d'un certain tonnage, l'obligation de n'utiliser que des accessoires homologués est absolument abusive, comme il est tout à fait injustifié d'imposer, en 1933, au constructeur d'un avion particulier des cotes d'état.

Cet excès a des répercussions d'autant plus graves, en France, que nos services techniques sont les plus sévères, qu'il s'agisse de la construction d'un avion militaire ou autre. Si une aviation doit s'affranchir le plus possible de la tutelle de l'Etat, c'est l'aviation de tourisme. Or, la nôtre se trouve, pour le moment, aussi étroitement contrôlée que l'aviation de transport public. Il en résulte : tout d'abord une entrave au développement du matériel, une entrave à l'utilisation de ce matériel, enfin, une entrave au libre jeu de la concurrence.

### **Les avions de tourisme sont trop chers**

A l'heure actuelle, on peut acheter un avion de tourisme français pour une somme variant de 60.000 à 200.000 francs, selon la puissance motrice.

L'un des appareils les plus remarquables au dernier Salon de l'Aéronautique, à côté des *Potez 43*, des *Caudron Phalène* et *Superphalène*, était un petit monoplane parasol, *Safa*, établi sur une licence Koolhoven, mais construit en France, dont le prix était fixé à 64.000 francs pour une puissance de 115-120 ch. Or, sur ce prix de vente, l'Etat fait don à l'acheteur, de 50 % sous forme

d'une prime d'achat. L'appareil ne coûte donc au client que 32.000 francs environ. Mais son prix de revient n'en demeure pas moins de 64.000 francs. N'hésitons pas à conclure que c'est encore trop cher. Si le constructeur se trouvait plus libre d'établir une machine de tourisme, s'il ne devait pas satisfaire à toutes sortes de contrôles, d'homologations, de règles de construction, si, enfin, la politique des primes était supprimée, on demeure persuadé que la libre concurrence abaisserait dans des proportions intéressantes le prix de revient.

A l'inverse du but poursuivi, qui était de démocratiser en quelque sorte l'aviation, on n'est parvenu qu'à constituer une catégorie de privilégiés parmi les privilégiés de la fortune. Or, ceux-là eussent pu constituer une clientèle normale sans aucune prime. On peut dire que 90 %, si ce n'est pas 100 % des propriétaires actuels d'avions privés eussent acheté leur appareil aussi bien 60.000 francs que 32.000. Et s'ils eussent trouvé 60.000 francs trop cher, ce qui est exact, on peut être certain que des constructeurs eussent trouvé le moyen, en 1932, d'offrir à cette clientèle naturelle des biplans ou des monoplans de 100 ch dont le prix eût été plus modeste. Il ne faut pas oublier, en effet, que la construction théorique d'un petit appareil est infiniment moins complexe que celle d'une voiture de 10 ch. L'aviation ne connaît ni la délicate boîte de vitesses, ni le différentiel, ni la transmission. Sans aucune prime d'Etat, un constructeur de voitures de série livre à l'heure actuelle pour 25.000 francs environ une 10 ch équipée des plus modernes accessoires. On peut se demander, dans ces conditions, si le système de primes pratiqué dans le domaine de l'aéronautique n'a pas abouti, en dernière analyse, à maintenir des prix de revient à un taux que rien ne justifie.

### **Les terrains d'atterrissage manquent encore à l'heure actuelle**

Faisons remarquer que jusqu'en juillet dernier l'Etat n'accordait pas de primes d'achat ni d'entretien aux petits avions de 40 ch par exemple. Il fallait disposer de 80 ch au moins pour pouvoir prétendre à ces primes. Certes, on comprend bien l'idée directrice des auteurs de ce règlement. Ils voulaient encourager la création d'une aviation de « remplacement » beaucoup plus que la création d'une aviation de plaisance. Depuis le mois de juillet, un nouveau règlement est à l'étude. Les primes d'entretien sont supprimées. Quant aux primes d'achat

dont le principe est maintenu, seront-elles octroyées aux appareils de faible puissance, 20, 30 ou 40 ch, comme aux appareils de moyenne puissance de 80, 120 ch, c'est ce qu'il est impossible de savoir pour le moment encore.

Il ne suffit pas que vienne au tourisme aérien une clientèle naturelle pour que celui-ci existe. Il faut pouvoir pratiquer réellement le tourisme. Dans ce dessein, il faut, évidemment, multiplier les terrains d'atter-

déjeuner, par exemple. Comment s'y rendre?

Le tourisme en avion se réduira à fort peu de choses tant qu'une solution n'aura pas été trouvée à ce problème de liaison. Le touriste aérien devrait donc trouver, sur le champ d'atterrissage même, un moyen de communication peu onéreux. L'ingénieur en chef Louis Hirschauer, qui a examiné le problème sur toutes ses faces, est arrivé à cette conclusion que chaque aérodrome — fût-il de fortune — devrait comporter

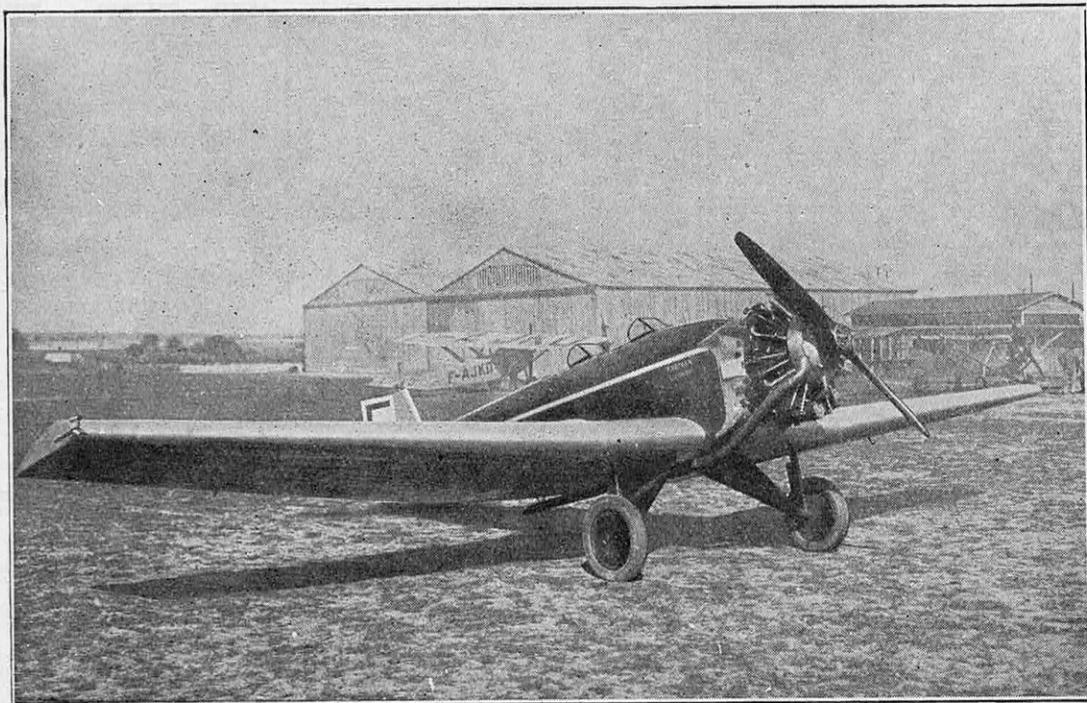


FIG. 1. — LE « FARMAN 234 » ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR SALMSON DE 95 CH

*C'est un appareil biplace de tourisme, mais sa finesse et sa vitesse en font plutôt un appareil de sport qui convient aux amateurs de rallyes et de compétitions de toutes sortes.*

rissage. La Direction de l'aviation civile s'y emploie.

A l'heure actuelle, cinq cents terrains environ sont aménagés en France. C'est déjà un chiffre intéressant. Il n'est pas encore suffisant. L'idéal serait, évidemment, que chaque ville, chaque commune, offrit au touriste de l'air la possibilité de se poser auprès d'elle. Y parviendra-t-on?

Mais si, d'ailleurs, on supposait le problème des terrains à peu près résolu par leur multiplicité même, on peut se demander si ce serait suffisant pour développer le tourisme en avion. Ce n'est pas tout, en effet, de se rendre d'un terrain d'atterrissage à un autre terrain. Il faut rejoindre la ville ou le bourg, ou la propriété, choisis pour

plusieurs voitures sans chauffeur à la disposition du touriste de l'air. Pour le moment, on n'imagine pas d'autre solution. Mais il faut bien avouer que celle-ci n'est pas simple, si même elle est pratique.

Il en serait certainement tout autrement si l'appareil du touriste aérien permettait à celui-ci de se poser à proximité du point choisi, ou sur ce point même, sans avoir à se préoccuper s'il existe ou non un terrain organisé et entretenu.

On se trouve ainsi amené à penser que l'avion, esclave de sa vitesse sur la trajectoire, n'est peut-être pas apte au véritable tourisme aérien. Alors? La silhouette de l'autogire apparaît immédiatement à l'esprit. Avec les possibilités extraordinaires

offertes par cette machine, qui atterrit presque sur place sans rouler, qui décolle en quelques mètres, l'avenir du tourisme aérien s'éclaire d'un seul coup (1).

### Que faut-il penser du matériel ?

On distinguera dans les matériels modernes, un peu arbitrairement classés dans la catégorie tourisme, deux sortes de machines : les machines dont la puissance ne dépasse

est un Salmson A D 9 de 45 ch. Il est monté sur un bâti en tubes d'acier soudés à l'auto-gène et séparé de l'habitacle du pilote par une cloison pare-feu. Les roues du train d'atterrissage sont carénées. L'appareil comporte des freins sur roues et une béquille orientable.

On voit déjà combien ce type d'appareil extrêmement léger comporte néanmoins de perfectionnements.

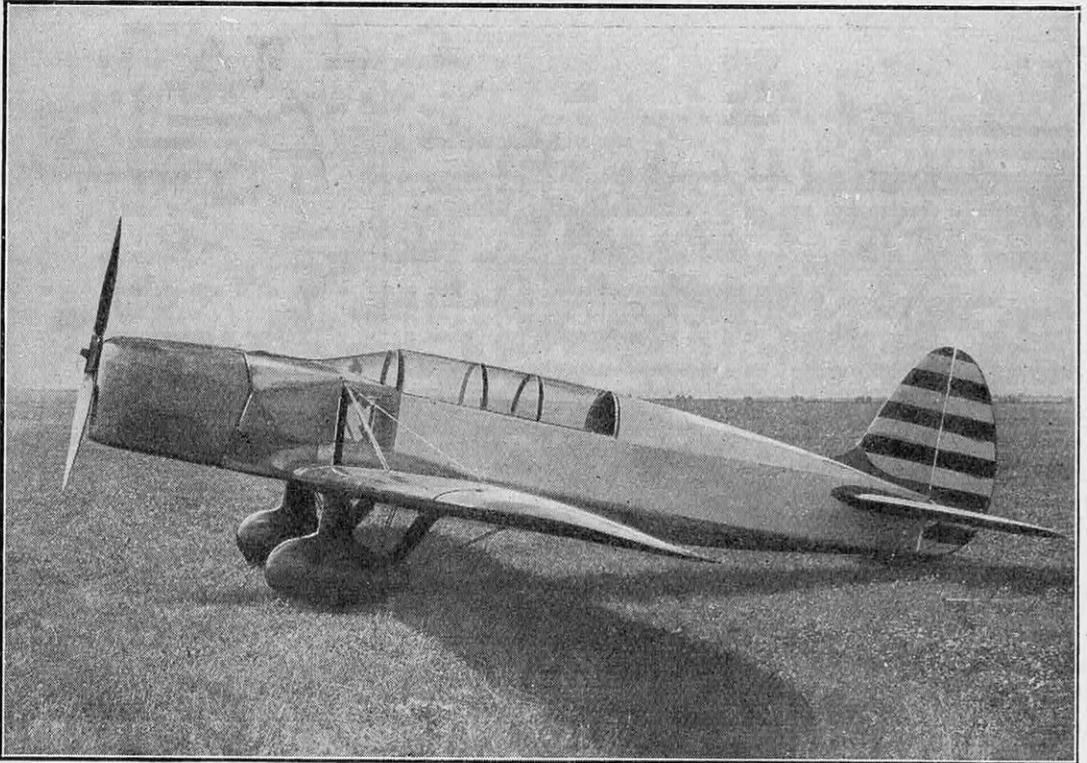


FIG. 2. — LE « BREDA 33 », TRIPLACE ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR GIPSY III DE 115-120 CH EST UN DES APPAREILS LES PLUS CARACTÉRISTIQUES DE LA CONSTRUCTION ITALIENNE

*Cet appareil à aile surbaissée a participé au dernier concours international des avions de tourisme. Ses qualités de vitesse, de maniabilité ont été fort appréciées, mais des vibrations d'ailes dangereuses furent enregistrées et provoquèrent d'ailleurs des accidents graves.*

pas 100 ch et celles qui atteignent 200 ch.

En France, l'un des appareils modernes de plus faible puissance est le *Mauboussin-Zodiac XII*, équipé d'un moteur de 45 ch.

L'envergure de ce petit appareil est de 11 m 750, sa longueur de 6 m 40, sa surface de 13 m 250, son poids à vide de 335 kilogrammes, son poids total de 360 kilogrammes, son poids au mètre carré de 40 kilogrammes, son poids au cheval de 12 kilogrammes. Le poste des passagers est à deux places en tandem ; il peut être équipé d'une carrosserie amovible. Le groupe motopropulseur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 406.

Voyons maintenant quelles sont ses possibilités. Ce petit biplace atteint la vitesse maximum de 145 km/heure. Il se pose à 65 km/heure. Le rayon d'action de la machine est de 600 kilomètres, avec 60 litres d'essence et 6 litres d'huile. Son plafond est de 4.000 mètres. La pente minimum de vol plané est de 8 %.

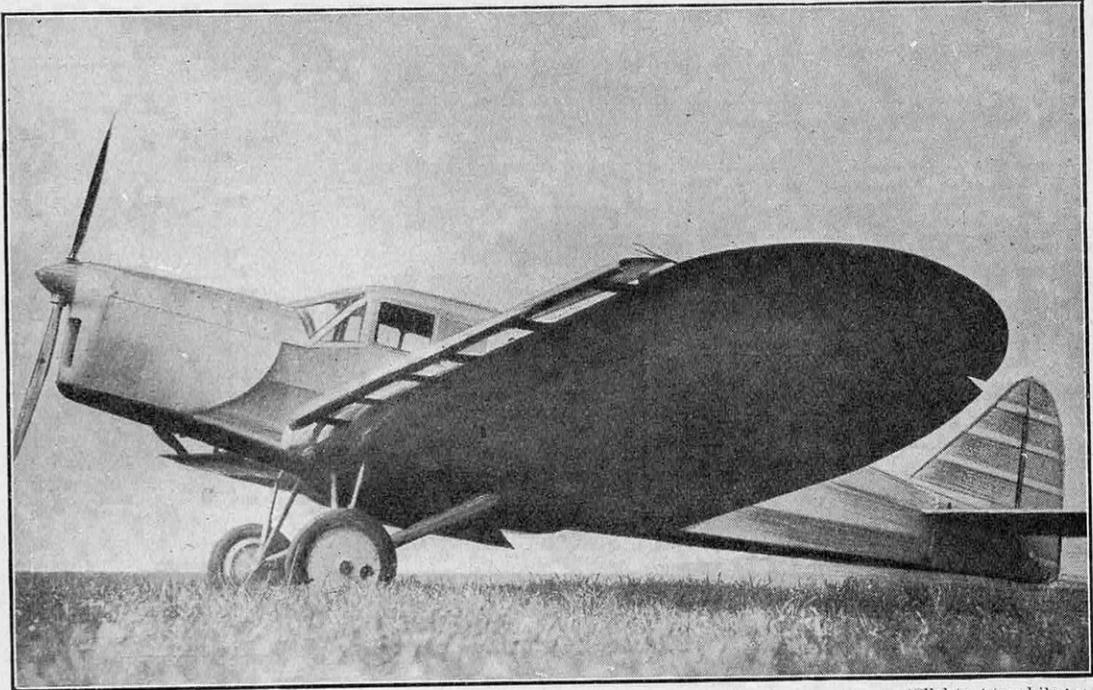
C'est sur une machine analogue que René Lefebvre, le navigateur d'Assolant et Lotti au cours de la traversée de l'Atlantique Nord, a réalisé, il y a quelques mois, une liaison France-Madagascar. Il est donc prouvé qu'avec un 45 ch, un bon pilote peut réali-

ser des performances très remarquables.

Est-ce à dire que 45 ch soient suffisants pour équiper un avion de tourisme de série? On ne le croit pas. En biplace, un moteur de 45 ch exigera toujours, croyons-nous, une maîtrise certaine de la part du pilote. Un plus grand excès de puissance permet de diminuer cette maîtrise et pardonnera plus aisément des fautes de pilotage. A cet égard, on peut donc dire qu'avec un 45 ch, un appareil peut se rapprocher beaucoup plus de l'avion de sport que de l'avion de

maximum 110 km/heure; vitesse d'atterrissage, 65 km/heure; montée à 1.000 mètres en dix minutes.

Une extraordinaire floraison de petites machines répondant à ces conditions fut présentée au concours. Citons le *Mayer-Aachen M.-M. 1*, monoplan parasol entièrement de bois, équipé d'un moteur Daimler 2 cylindres flat-tween, refroidi par l'air. Le poids à vide de cet appareil est de 285 kilogrammes. S'il eût été présenté au concours, il eût certainement présenté sensiblement les mêmes qua-



(Cliche « Aérophile »)

FIG. 3. — LE TRIPLACE DE TOURISME « P.-Z. 4-19 » ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR GIPSY 100-120 CH EST UNE DES DERNIÈRES RÉALISATIONS DE L'AVIATION POLONAISE

*C'est ce type d'appareil qui est sorti victorieux du concours international de tourisme.*

tourisme proprement dit, où la sécurité joue un rôle absolument primordial.

### L'aviation à très petite puissance

Les Allemands semblent vouloir se spécialiser dans ce genre d'aviation à très petite puissance. Un concours officiel a été établi dans le dessein de primer un appareil très économique, pouvant être construit par les clubs d'aviation et utilisable pour l'entraînement et même les vols de virtuosité. Le moteur devait être d'une puissance d'environ 20 ch. L'appareil devait être assez robuste pour être classé dans la catégorie des avions de sport et d'acrobatie, avec 100 kilogrammes de charge utile.

Les performances exigées étaient : vitesse

lités que le *Mayer-Aachen M.-M. 1*, son poids, en revanche, est beaucoup plus léger. A vide, la machine établie par l'ingénieur Schrenk ne pèse que 185 kilogrammes. On voit ce qu'il est possible de faire dans cet ordre.

A titre d'indication, donnons les caractéristiques générales du *Akaflieg-Berlin 4* :

Envergure, 9 mètres; longueur, 5 m 71; hauteur, 2 m 07; surface, 10 mètres carrés; poids à vide, 185 kilogrammes; poids utile, 100 kilogrammes; poids total, 285 kilogrammes; poids au mètre carré, 28 kg 5; poids au cheval, 14 kg 3.

Les performances réalisées ont été conformes aux conditions du concours : 110 km/heure de vitesse maximum, 60 de

vitesse minimum, montée à 1.000 mètres en dix minutes.

La maison Klemm a présenté un monoplan biplace *Tyle 4 30*, équipé d'un moteur Argus A S 1 6 de 35-45 ch. Le poids à vide de la machine est de 275 kilogrammes. Le *Klemm L. 33* est un monoplan monoplace, muni d'un moteur D. K. W. de 15 à 18 ch, refroidi par l'eau. Le poids à vide de l'appareil est de 200 kilogrammes, sa vitesse d'atterrissage de 50 km/heure, le rayon d'action

transmission, moteur avec radiateur, capotage, moteur, réservoirs combustible et huile, tuyauteries, filtre à essence, compte-tours, commande moteur ;

2° Voilure et empennages : longerons avec ferrures, mâts, articulations, gouvernes :

3° Atterrisseurs : roues avec pneus, axe, haubannage, sandows ;

4° Commandes : manche à balai avec câbles et poulies ; palonnier avec câbles et poulies ;



FIG. 4. — LE « POTEZ 43 », TYPE D'APPAREIL FRANÇAIS QUI RÉUNIT DES CONDITIONS DE SÉCURITÉ TOUT A FAIT INTÉRESSANTES A CELLES D'UNE TRÈS GRANDE FACILITÉ DE PILOTAGE ET QUI CONSTITUE UN DES TYPES LES PLUS ACCOMPLIS DE L'AVION DE TOURISME. La vitesse réelle de l'appareil pourrait peut-être laisser à désirer, bien qu'elle représente un gros progrès sur celle du Potez 36, frère aîné du 43. Le moteur du Potez 43 est un Potez 100 ch.

de 450 kilomètres. Détails curieux : ces Klemm sont vendus, soit en état de vol par le constructeur, soit livrés en pièces détachées, avec les dessins de montage, par les ateliers de la Ligue aéronautique allemande (D. 4 V.).

Il faut signaler encore le *M. 33*, équipé d'un moteur D. K. W. de 15-18 ch. Cet avion est livrable en pièces principales détachées, le reste pouvant être construit par le client d'après les dessins de construction, ou d'après ses propres idées.

Voici les pièces livrées par le constructeur :

1° Groupe motopropulseur complet, livré avec moyeu, roulements, pignons, arbre de

5° Poutre fuselage, avec bâti-moteur avec ferrures pour empennages, ailes, train, siège ;

6° Instruments de bord : badin et altimètre, ceinture.

Il ne reste plus au jeune client, car celui-ci ne saurait être qu'un jeune épris de sport, à monter cet assemblage et... à décoller.

C'est l'Allemagne qui se lance avec le plus de frénésie dans la construction de cette aviation ultra-légère, qui constitue un moyen terme entre le planeur et l'avion. Que faut-il attendre de ces petites machines ? Non pas des records, non pas des voyages de tourisme proprement dit, mais un effet d'attraction immense sur une multitude de jeunes gens qui viendront, par ce moyen,

à l'aviation de tourisme et à l'aviation commerciale ou militaire.

En France et en Angleterre, l'aviation de 20 et 30 ch ne connaît pas le même succès.

### Avions de tourisme au-dessus de 100 ch

Cette aviation de tourisme est de beaucoup la plus développée, aussi bien en France qu'en Angleterre, qu'en Allemagne. Elle offre, dès maintenant, des appareils remar-

avec 160 litres d'essence, 535-549 kilogrammes ; essence, 100 litres, 73 kg 50 ; essence, 160 litres, 117 kg 50 ; huile, 8 litres, 7 kg 50 ; pilote, 75 kilogrammes. *Charge utile* : avec 100 litres d'essence, 243-230 kilogrammes ; avec 160 litres d'essence, 195-181 kilogrammes. *Poids total* maximum admissible, 930 kilogrammes.

De l'appareil en soi, il y a peu de choses à dire, tant sa silhouette est devenue popu-

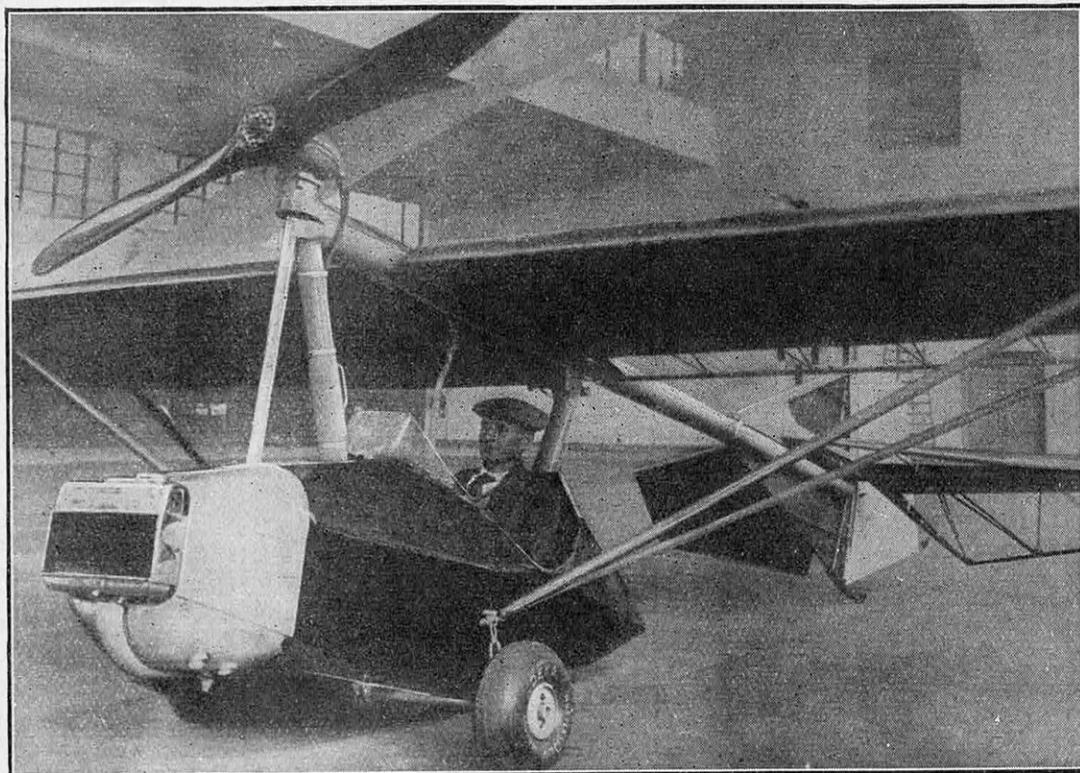


FIG. 5. — LE « MESSERSCHMITT M 33 », A MOTEUR D. K. W. DE 15 A 18 CH

*Ce type de machine, construit en Allemagne, connaît une certaine vogue. On travaille en effet beaucoup, de l'autre côté du Rhin, l'appareil à très faible puissance motrice. Si ces petites machines sont relativement faciles à construire, on aurait tort de croire qu'elles soient aussi faciles à piloter et ne présentent aucun danger. Bien au contraire ! Trop de puissance vaut mieux que pas assez.*

quablement au point sous tous rapports.

Le plus célèbre d'entre eux est incontestablement le *Puss-Moth*, construit par la firme anglaise de Haviland. Il est équipé d'un moteur Gipsy III de 120 ch. Le *Puss-Moth* est issu d'une longue famille de Moth qui, tous, ont fait leurs preuves. Comme cet appareil, dans sa catégorie, domine tout le lot de ses concurrents, nous allons en donner les caractéristiques principales :

Envergure, 11 m 200 ; longueur, 7 m 620 ; hauteur, 2 m 100 ; puissance, un moteur D H Gipsy III de 120 ch. *Poids à vide* : avec 100 litres d'essence, 531-544 kilogrammes ;

laire à la suite des raids accomplis, soit par Bert Hinckler (traversée de l'Atlantique-Sud dans le sens ouest-est), des voyages répétés Londres-Le Cap et Le Cap-Londres, du ménage Mollison. Signalons, toutefois, pour montrer à quel degré de perfectionnement peuvent arriver aujourd'hui des appareils de tourisme de 120 ch, la présence sur le *Puss-Moth* d'un frein aérodynamique. Voici en quoi il consiste.

Le train d'atterrissage est constitué de deux demi-trains à pyramide, composé d'une jambe élastique télescopique, d'un essieu coudé et d'un contrefiche. La jambe élas-

tique est à rondelles de caoutchouc profilées et forme un frein aérodynamique pouvant pivoter de 90° à la volonté du pilote. Elle présente ainsi une surface perpendiculaire au vent.

Les performances réalisées par le type *Puss-Moth* sont les suivantes :

Vitesse maximum, 200 km/heure ; vitesse de croisière, 168 km/heure ; vitesse minimum, 76 km/heure ; vitesse ascensionnelle

ne faire que du tourisme proprement dit.

On peut l'avouer sans nuire à qui que ce soit. Le *Puss-Moth* a été quelque peu copié dans tous les pays. En France, c'est le *Caudron Super-Phalène*, qui constitue la meilleure réplique du célèbre appareil anglais de grand tourisme. En revanche, le *Super-Phalène* a une supériorité sur le *Puss-Moth* ; il atterrit moins vite que lui. Puisqu'il s'agit de tourisme, c'est là une

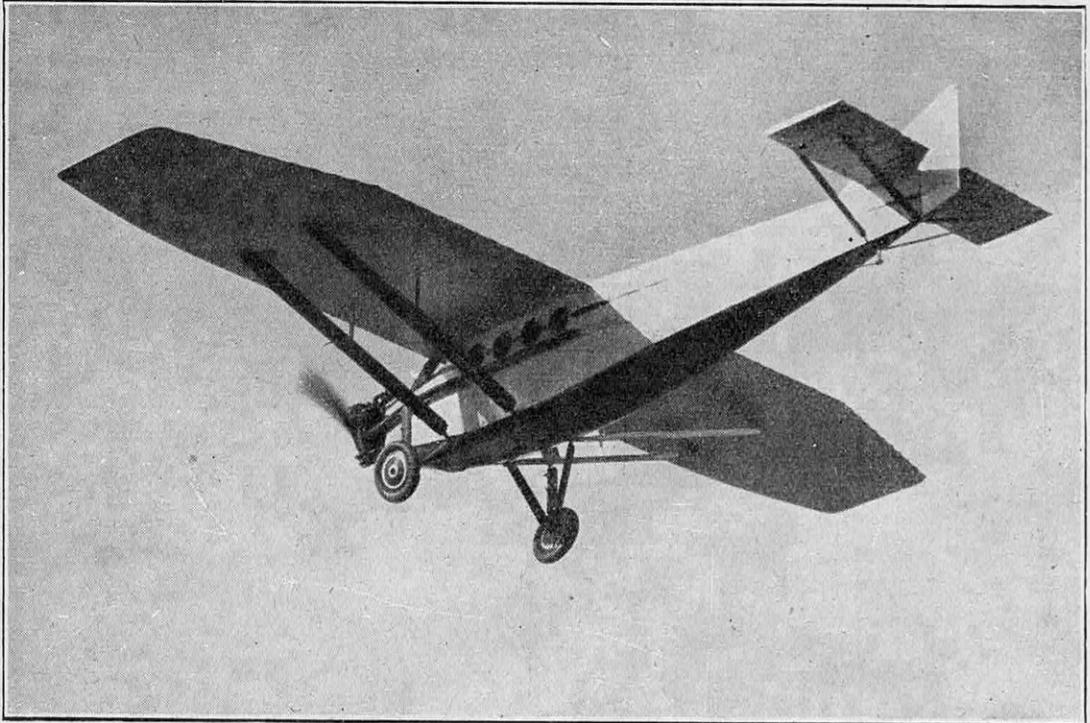


FIG. 6. — LE « FARMAN 190 », A MOTEUR TITAN DE 230 CH, EST, PAR EXCELLENCE, L'APPAREIL FRANÇAIS DE TRÈS GRAND TOURISME

*C'est l'avion de transition entre l'avion de tourisme proprement dit et l'appareil commercial. Les voyages intercontinentaux de cette machine lui ont valu une réputation très flatteuse, mais il s'agit là d'un appareil qui vaut 238.000 francs (équipé avec un Titan) et ne bénéficie d'aucune prime du ministère de l'Air, parce que sa puissance dépasse 200 ch. Il ne peut donc espérer une grande diffusion.*

au sol, 200 millimètres ; plafond pratique, 3.950 mètres ; rayon d'action à la vitesse de croisière, 700 kilomètres.

Si cette machine, dans l'état actuel de l'aviation de tourisme, offre des qualités exceptionnelles, on peut se demander si ce n'est pas un avion de grand sport. La vitesse maximum de 200 km/heure et celle minimum de 75 kilomètres sont trop élevées à notre avis. Les raids réalisés sur le *Puss-Moth* montrent bien, d'ailleurs, qu'on se trouve, là encore, en présence d'une machine susceptible de faire de trop grandes choses pour être réellement destinée à

qualité très appréciable au premier plan.

Le *Super-Phalène*, ou *Caudron C. 2865* est quadriplace. On l'équipe, soit d'un moteur Gipsy III Senior 135 ch, soit d'un Renault de puissance équivalente.

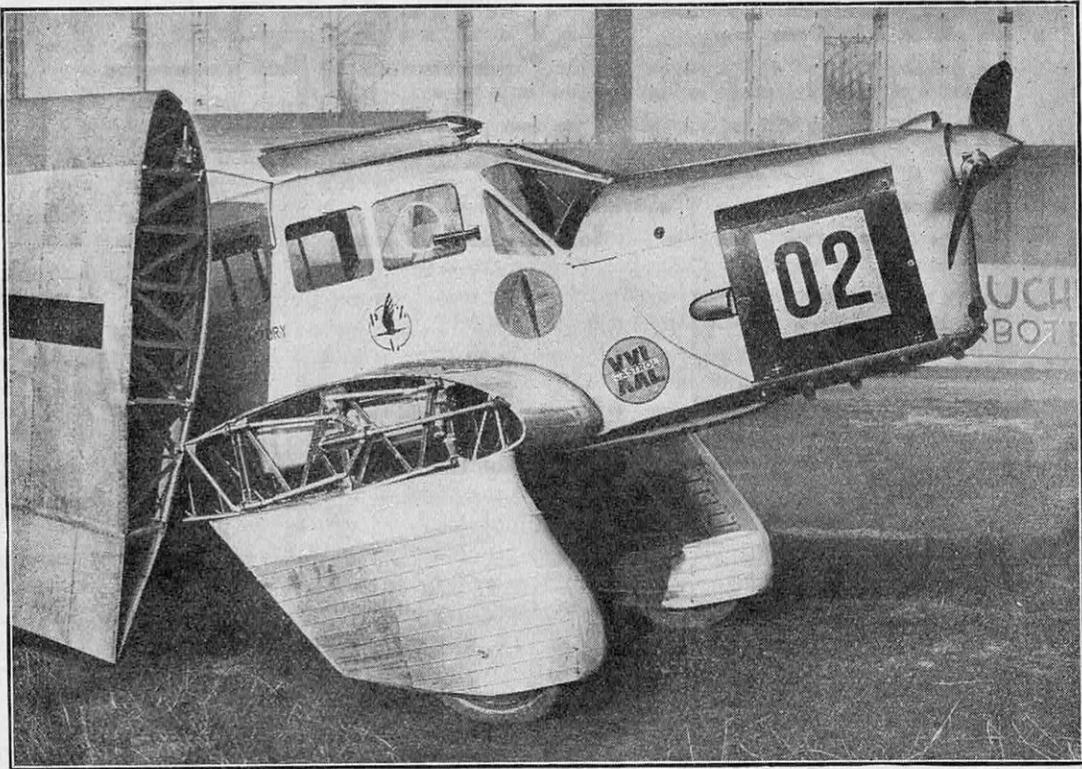
Les caractéristiques générales de l'appareil sont les suivantes :

Envergure.....	11 m 40
Largeur, ailes repliées..	3 m 70
Longueur.....	8 m 06
Hauteur.....	2 m 19
Surface.....	20 m <sup>2</sup>
Puissance.....	135 ch
Poids à vide équipé....	540 kg

Poids du combustible . . .	130 kg
Poids disponible . . . . .	380 kg
Poids total . . . . .	1.050 kg
Charge au mètre carré . .	52 kg 500
Charge par cheval . . . . .	7 kg 800
Puissance au mètre carré	6 ch 75

La construction est en bois et toile, ce qui permet de ne pas atteindre des prix de revient trop élevés. L'appareil est muni d'un dispositif hypersustentateur autostable. Dans

La vitesse maximum du *Super-Phalène* est de 200 km/heure, mais la vitesse de croisière ne doit pas dépasser 175 km/heure. La vitesse d'atterrissage est de 60 km/heure, ce qui représente un écart tout à fait remarquable. L'appareil a besoin de 150 mètres seulement pour décoller et de 100 mètres pour atterrir. Le plafond pratique est de 5.600 mètres, le rayon d'action de 950 kilomètres. Equipé en triplace avec 45 kilo-



(Cliche « Aerophile »).

FIG. 7. — PHOTOGRAPHIES MONTRANT LES AILES DU « P. Z. 4 » REPLIÉES

*Le repliage des avions de tourisme est une qualité très intéressante à considérer, en raison de la facilité qu'elle permet de garer les appareils. Le problème du hangar est loin d'être négligeable, en effet.*

le dessein de réduire la vitesse minimum ou d'augmenter la vitesse maximum, la voilure peut être déformée par rotation vers le bas ou vers le haut, au moyen de deux volets de portance s'articulant sur le longeron arrière et de deux volets de gauchissement s'articulant sur un faux longeron, la modification de la courbure de l'aile donnant naissance à un couple cabreur ou piqueur. Ceux-ci sont équilibrés par une variation de l'incidence du plan fixe. Comme sur la plupart des appareils de tourisme moderne, le *Super-Phalène* est muni de freins à commande différentielle qui permettent de ralentir la course à l'atterrissage et facilitent grandement les manœuvres au sol.

grammes de bagages et des réservoirs de grande capacité, le rayon d'action du *Super-Phalène* passe à 1.600 kilomètres.

C'est là, comme on le voit, une machine destinée au très grand tourisme.

Plus modestes et plus touristiques aussi sont les qualités de machines telles que le *Potez 43*, issu du *Potez 36*, des *Farman 230*, des *Allert type A. 66*.

Le *Potez 43*, comme le *36*, est célèbre par son « bec de sécurité » ; celui-ci lui permet de s'accrocher littéralement dans l'air et tolère des fautes mêmes lourdes de la part du pilote. La lenteur relative du *36* — il ne dépasse guère le 120 à l'heure — lui a souvent été reprochée. Il est évident que si l'on

songe aux vitesses couramment atteintes par des voitures de série de 10/11 ch, le *Potez 36* apparaît comme un avion de débutants. Le *43*, qui peut, dorénavant, être livré au public, est plus rapide. Toutefois, avant de se prononcer, il faut avoir vu à l'épreuve le moteur *Potez 100 ch*; celui-ci vient, en effet, de faire son apparition sur le marché. Remarquons toutefois que le *43* peut être équipé de *Gipsy II* ou *III*, qui ont plusieurs fois accompli Londres-Le Cap sans la moindre réparation ou révision.

Les *Farman 234*, *Allert type A. 60*, sont déjà des avions de pilotes confirmés, bien qu'on note dans les qualités des *Allert* des écarts de vitesse tout à fait intéressants.

Une mention spéciale doit être faite au *Farman 190*. Sa puissance n'en fait pas proprement un avion de tourisme, sauf pour milliardaires. L'utilisation en grand tourisme du *Farman 190* n'est et ne sera jamais, croyons-nous, qu'exceptionnelle. C'est déjà un avion de travail, mais ses qualités en font une machine commerciale à faible puissance de premier ordre, ce qui vaut pour le *190* vaut également pour le *390*, qui n'est qu'un dérivé du premier.

### Prix et confort

Ce sont là deux éléments particulièrement intéressants à considérer, quand il s'agit de tourisme. Donnons quelques chiffres : un *Potez 43* à moteur *Renault* vaut, à l'heure actuelle, prime déduite, 34.200 francs. Le même appareil, équipé d'un moteur *Potez* est vendu 40.000 francs, prime déduite, bien entendu.

Un *Farman F. 360*, monoplace à aile surbaissée, torpédo, équipé d'un moteur *Salmson* de 60 ch, est vendu 56.000 francs. La prime est de 20.000 francs. Un *Farman F. 355*, monoplane à aile surbaissée, conduite intérieure, moteur *Renault 120 ch inversé*, est estimé, au prix du catalogue, 75.000 francs. La prime versée par l'Etat est de 28.000 francs.

Le *Farman F. 400*, triplace, monoplane à aile haute, conduite intérieure, moteur *Renault 120 ch inversé*, est vendu 89.000 francs. La prime est de 38.000 francs.

Bien que le chiffre de ces primes soit important, on peut estimer néanmoins que le prix des avions de tourisme actuels sont encore trop élevés.

La Journée de Tourisme organisée, au mois de juin, sur l'aérodrome d'Orly par

l'Aéro-Club de France, a permis de voir réunies toutes les machines que peut acquérir aujourd'hui l'amateur de tourisme aérien. Cette exhibition a mis en vedette les extraordinaires qualités de sécurité et de confort offerts dès maintenant par des appareils comme le *Potez 43*, les *Caudron Phalène* ou *Superphalène*. L'installation de véritables conduites inétrieures spacieuses, fort bien aménagées et très élégantes, dénote un effort certain des constructeurs. La généralisation des freins sur roues, des procédés de repliement des ailes, des dispositifs de sustentation, des facilités de mise en route du moteur, montrent les progrès très intéressants réalisés dans ce domaine de l'aviation au cours de ces deux dernières années. Il faut regretter toutefois que les constructeurs français de moteurs aient trop longtemps méconnu l'intérêt présenté par l'établissement d'un moteur de 100 ch environ, robuste, simple et bon marché. C'est ainsi que la maison anglaise de *Haviland*, qui a dessiné et réalisé cette étonnante série des *Gypsy*, qui va de 80 ch à 135 ch, règne incontestablement sur le marché mondial depuis des années. L'apparition du *Potez*, 100 ch, du *Renault Bengali*, démontre toutefois que quelques-uns de nos constructeurs ont enfin compris qu'il y a un marché nullement négligeable à conquérir. Espérons que leur exemple sera suivi.

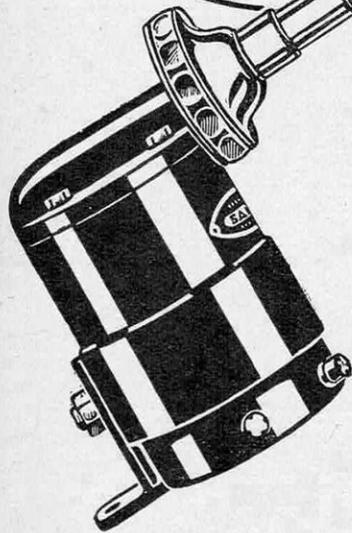
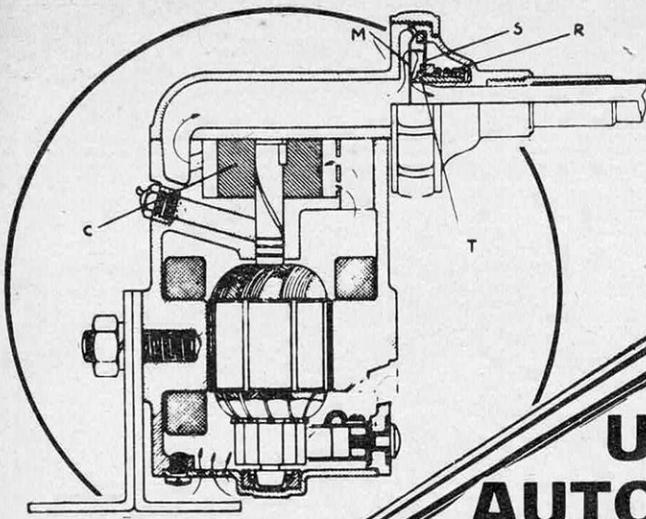
On peut dire, en résumé, que nous avons en France des machines de tourisme excellentes. Que nous disposons de moteurs français intéressants. Il existe une clientèle. Que faut-il donc à l'aviation de tourisme pour prendre réellement son essor chez nous ?

Tout d'abord réviser la loi de 1924 en facilitant l'atterrissage des appareils de tourisme, au lieu de pourchasser leurs occupants ; multiplier les terrains ; abaisser le prix d'achat des appareils ; abaisser considérablement le prix des pièces de rechange et le taux des primes d'assurances. Voilà pour le tourisme en avion, le seul qui soit actuellement pratiqué en France.

Si l'on orientait les constructeurs et la clientèle vers la formule autogire (1), répétons, en terminant, que l'avenir du tourisme aérien encore incertain à l'heure actuelle, serait probablement beaucoup plus sûr et beaucoup plus brillant.

J. LE BOUCHER.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 406.



## ENFIN... UNE TROMPE AUTO-REGLABLE

Le son harmonieux de la trompe électrique lui a valu d'innombrables partisans, mais elle n'en restait pas moins jusqu'à présent un appareil délicat, susceptible de dérèglages intempestifs, et, par conséquent, d'une sécurité relative.

SANOR met aujourd'hui au service de l'automobiliste les trompes "Auto-réglables" RD et RD2. Grâce à un dispositif acoustique breveté, la membrane vibrante M donne à tout instant le son maximum ; aucune influence extérieure ne peut venir contrarier sa période de vibration. La pression d'air fournie par le compresseur C s'établit sur chaque face de la membrane M ; elle agit par l'intermédiaire du cuir S sur la tubulure mobile T, appliquée au repos sur M par le ressort R. Cette tubulure est décollée de M et occupe ainsi par rapport à la membrane la position la plus propice à l'obtention du son maximum.

Aucun dérèglement n'est possible. Outre cet avantage primordial, les trompes RD et RD 2 se signalent par leur étanchéité parfaite aux poussières et à l'eau, leur moteur largement calculé, faisant bloc avec la pompe et monté sur palier à billes. Grâce à leur décolleur de membrane, elles démarrent instantanément.

Documentation sur demande aux Etabl.  
SANOR, 86, rue de la Garenne, Courbevoie.

### TROMPES

# SANOR

SANOR RD  
390 Frs  
SANOR RD2  
580 Frs

# RD & RD2

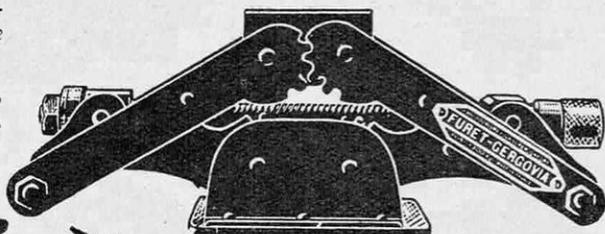
Voyez la gamme complète des Avertisseurs SANOR, au SALON DE L'AUTO, Balcon Z, Stand 137.



Sous les carrosseries modernes, surbaissées et très débordantes, allez donc placer, bien à l'aplomb de l'essieu arrière, un cric de modèle courant, sans vous baisser, sans tâtonner, sans vous salir... Une vraie corvée !

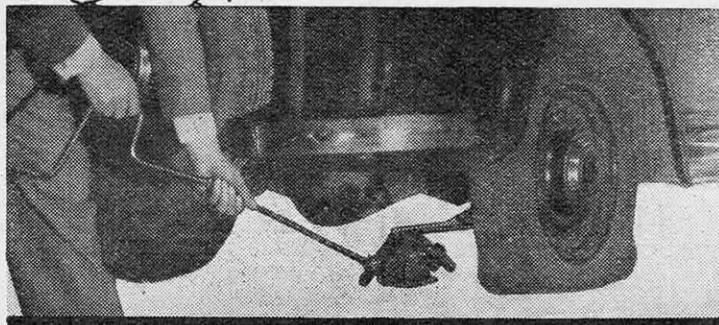
Pour votre agrément et votre sécurité, le Père Gergovia a créé le **Cric FURET**.

**Aucun cric n'est plus facile à mettre en place**



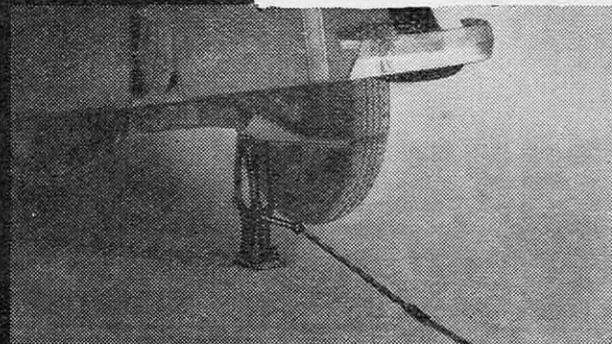
Deux rails de guidage sont montés à demeure sur l'essieu arrière, à droite et à gauche. Ce montage se fait en un quart d'heure ; 4 écrous à serrer et c'est tout.

Vous engagez le FURET à leur extrémité affleurant à l'arrière de la carrosserie et vous le poussez à fond à l'aide de sa longue clé à double manivelle ; il trouve sa place automatiquement sous l'essieu. Il ne reste plus qu'à manœuvrer la clé. La roue est décollée du sol avec une extrême aisance. Le grand développement du cric facilite au maximum démontages et remontages.



Sous l'essieu avant ou sous tout autre point accessible du châssis, on utilise le FURET comme un cric ordinaire.

Force réelle ; **1200 kgs** - Hauteur, développé ; 385 m/m (avec rallonge) - Hauteur, replié : 110 m/m.



**CRIC FURET  
GERGOVIA**

Au Salon, démonstrations au stand habituel.  
Salon d'Honneur, près Michelin

Cric Furet, seul avec sa clé :

**85 frs**

Cric Furet "guidé" complet

**160 frs**

# COMMENT, EN MÉCANIQUE, LES « ROULEMENTS » ONT VAINCU LES FROTTEMENTS

## Roulements à billes, - à rouleaux, - à aiguilles, - sur huile

Par André CHARMEIL  
ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

*L'avènement des roulements à billes a constitué, vers la fin du siècle dernier, une véritable révolution dans le domaine de la mécanique. Depuis cette époque, l'étude de la viscosité et de l'onctuosité des fluides a permis de les perfectionner en expliquant scientifiquement les phénomènes dont ils sont le siège. Ainsi, tandis que les roulements à billes ou à rouleaux ont uniquement pour but de substituer au frottement par glissement celui par roulement, dans le dispositif à aiguilles on réalise un véritable glissement sur couche d'huile, les aiguilles qui ne sont, en somme, que des rouleaux allongés de faible diamètre ne tournant sur elles-mêmes qu'accidentellement. Enfin, on a étudié récemment le « roulement sur huile » d'un arbre sur son coussinet par exemple, sans interposition de rouleaux. Ce système a été notamment appliqué sur les machines marines pour la propulsion des navires. Ainsi, pour chaque cas particulier, on se trouve en présence de problèmes différents dont les données varient avec la charge et la vitesse. Les techniciens disposent maintenant de solutions parfaitement appropriées à chacun d'eux, ce qui leur permet de lutter victorieusement contre le frottement, cet ennemi « né » de la mécanique. Combien de nos contemporains ignorent encore que les roulements sont à la base du mouvement dans tous les domaines de la construction industrielle.*

SI, à la fin du siècle dernier, la bicyclette et l'automobile ont pris l'essor que l'on connaît, elles le doivent assurément, pour une grande part, à l'utilisation des « roulements à billes » qui avaient fait leur apparition à cette époque. Ces roulements

à billes permettaient, en effet, de réduire dans de très fortes proportions l'énergie perdue par frottement des roues sur leurs essieux et, par cela même, d'avoir un « rendement » mécanique infiniment supérieur. Depuis lors, leur emploi s'est diffusé dans

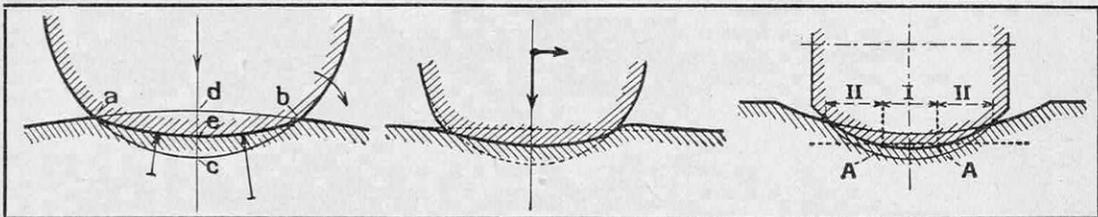


FIG. 1. — VOICI LES CAUSES PRINCIPALES DU « FROTTEMENT DE ROULEMENT »

Lorsque deux corps roulent l'un sur l'autre, au lieu d'être en contact suivant un point (billes) ou une ligne (rouleaux), ils sont en fait en contact suivant une surface, par suite de leurs déformations élastiques. Sur le schéma de gauche, une bille roulant dans le sens de la flèche (à droite) est en contact, suivant a e b, avec son chemin de roulement. Mais les réactions qui s'exercent sur elle (indiquées par les flèches inférieures) ne sont pas égales entre elles et il en résulte une force qui tend à s'opposer au mouvement. Voici, d'autre part, une autre cause du frottement de roulement. Sur le schéma du milieu, on voit qu'il se produit en avant de la bille, sur le chemin de roulement, une sorte de bourrelet qui provoque une résistance au roulement. Voici, enfin, une troisième cause (schéma de droite), dans le cas de roulements à rouleaux. Sur ce schéma, le rouleau se déplace perpendiculairement au plan de la figure. Il s'applique, en fait, sur son chemin de roulement, suivant une ligne incurvée. Seules, les parties du rouleau en contact en A et A' peuvent rouler correctement. Les autres parties, en contact dans les zones I et II, sont obligées d'avoir un certain « glissement » sur leur chemin de roulement, d'où frottement et, par suite, résistance au mouvement.

tous les domaines de l'industrie partout où il y a des pièces qui tournent sur des parties fixes ; mais, en même temps, les progrès réalisés dans la technique du graissage (1) ont permis de mettre au point d'autres dispositifs tels que les roulements à aiguilles et les roulements sur huile, qui, utilisant au mieux la viscosité des liquides, ont permis de réduire par d'autres moyens les pertes dues au frottement.

Roulements à billes et leurs dérivés, roulements à rouleaux (2), roulements sur huile, roulements à aiguilles, voici donc différents moyens de vaincre cet ennemi, le frottement.

Nous allons examiner et comparer leurs qualités propres. Rappelons tout d'abord brièvement les lois du frottement.

### Qu'est-ce que le frottement ?

Lorsque deux corps glissent l'un sur l'autre, il s'exerce entre eux une force dite force de frottement qui tend à s'opposer à ce mouvement relatif. Cette force, tangente aux surfaces de contact, est perpendiculaire à la force normale qui applique les deux surfaces l'une sur l'autre ; le rapport de ces deux forces, tangentielle et normale, constitue ce que l'on appelle le coefficient de frottement qui dépend uniquement de la nature des surfaces en contact. Il est clair que, plus ce coefficient sera faible, moins il y aura de frottement entre les surfaces et, par suite, d'énergie perdue, cette énergie étant transformée en chaleur.

La première solution pour réduire le frot-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 205.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 35, page 489. On sait que, dans les roulements à rouleaux, les organes roulants interposés entre les surfaces de roulement sont constitués par des cylindres, des cônes, etc., qui remplacent les billes des « roulements à billes »

tement consiste à graisser les parties en contact, mais ce problème du graissage, quand on l'étudie sous l'angle scientifique, est extrêmement complexe et n'a pas encore, d'ailleurs, été complètement élucidé.

En fait, on admet aujourd'hui que l'interposition d'un lubrifiant peut agir de deux manières différentes, par frottement « onctueux » e par frottement « visqueux ».

### Le frottement onctueux

La théorie du frottement « onctueux » est basée sur les propriétés « moléculaires » du lubrifiant interposé. On admet que, sous l'effet de l'onctuosité, les molécules du lubrifiant, pressées les unes contre les autres, sur les surfaces en contact, forment un revêtement continu et adhérent d'une épaisseur infime — parfois l'épaisseur d'une seule molécule — que l'on nomme « épilamen » (1) et qui, par sa nature, diminue considérablement le coefficient du frottement. L'onctuosité est d'ailleurs une qualité propre à certaines huiles et à certains graisses. Il n'en est pas de même pour la « viscosité », utilisée dans le graissage « visqueux » et qui est une propriété de la plupart des liquides.

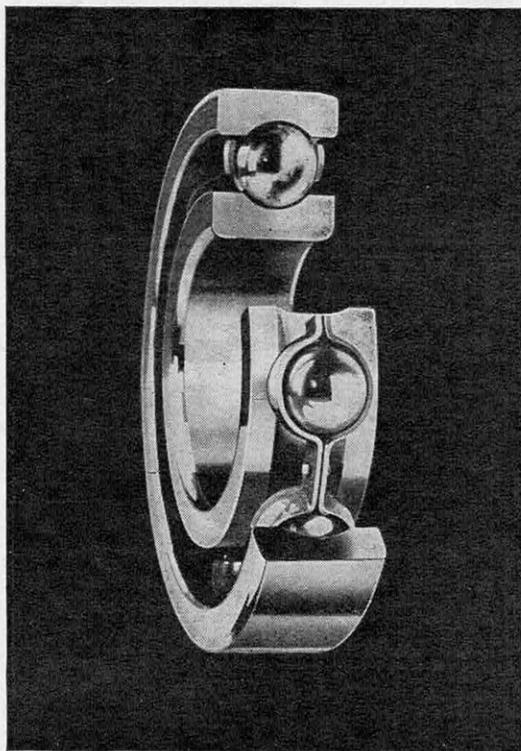


FIG. 2. — VUE D'UN ROULEMENT A BILLES OU CELLES-CI SONT MAINTENUES DANS UNE CAGE FORMÉE DE DEUX PARTIES RIVÉES

*Si on laissait les billes libres dans leur chemin de roulement, en contact les unes après les autres, cela provoquerait entre elles des pressions et des frottements. C'est pourquoi on les maintient séparées les unes des autres au moyen de cages.*

### Le frottement visqueux

La théorie du graissage visqueux met ainsi en jeu d'autres propriétés des liquides. Elle correspond d'ailleurs à un nouveau mode de graissage : le graissage sur couche d'huile. Dans ce cas, il existe, entre les deux éléments qui glissent l'un sur l'autre, une couche de liquide d'une certaine épaisseur formant tampon, et ce ne sont plus alors les deux surfaces solides, revêtues d'une simple pellicule onctueuse, qui frottent l'une sur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 187, page 19.

l'autre, mais les divers plans de la couche liquide qui, sous l'effet de la « viscosité », glissent l'un sur l'autre ; le frottement n'existe donc plus entre les éléments solides, mais entre ces divers plans liquides superposés. Nous verrons ci-après comment le glissement sur couche d'huile a été réalisé pratiquement au moyen des « roulements sur huile » et des « roulements à aiguilles ».

Signalons dès maintenant, toutefois, une application curieuse, réalisée à la fin du siècle dernier et qui montre tout le parti que l'on peut tirer du « frottement visqueux ». Il s'agit d'une invention relative à la traction sur voie ferrée. L'inventeur Girard proposait ni plus ni moins que la suppression des roues de wagons et leur remplacement par des patins glisseurs sur des rails

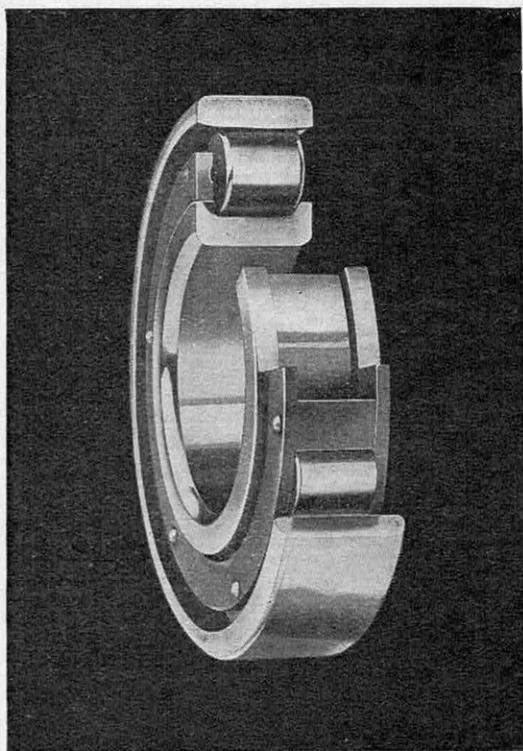


FIG. 3. — ROULEMENT A ROULEAUX

Dans les roulements à billes, chaque bille est en contact avec ses chemins de roulement, théoriquement en un seul point, pratiquement en une petite surface autour de ce point. Si le roulement a à supporter de lourdes charges, les efforts demandés aux billes sont trop grands. On les remplace alors par des rouleaux, c'est-à-dire de petits cylindres, qui sont en contact avec leurs chemins de roulement, théoriquement suivant une ligne (génératrice du cylindre), pratiquement suivant une bande étroite s'étendant le long de cette ligne. La surface d'appui est alors beaucoup plus grande que dans le cas des roulements à billes ordinaires.

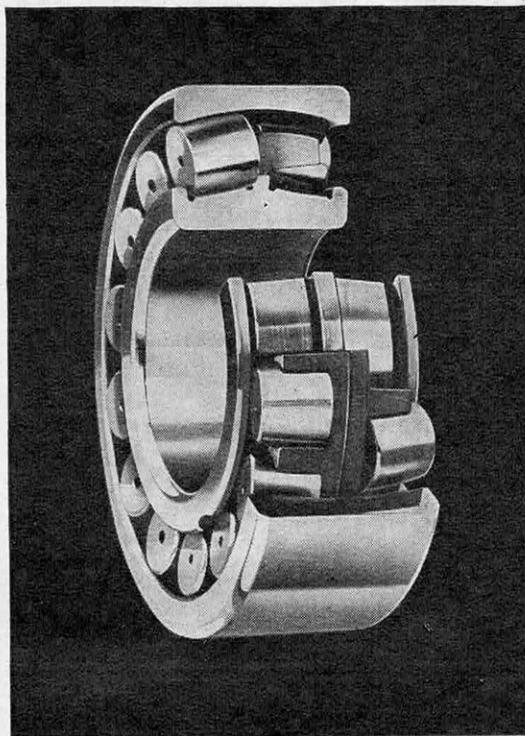


FIG. 4. — ROULEMENT A ROTULE

Lorsqu'un arbre est supporté par plusieurs paliers, il est souvent difficile de bien centrer les différents paliers les uns sur les autres. On emploie alors des paliers à rotule. Dans ceux-ci, le chemin de roulement extérieur des rouleaux a, comme on le voit sur le dessin, la forme d'une couronne sphérique concave. Si bien que les rouleaux, leur cage et leur chemin de roulement intérieur peuvent pivoter légèrement, d'un bloc, dans cette couronne sphérique et prendre, par suite, automatiquement l'orientation convenable pour supporter l'arbre.

convenablement élargis. A priori, les techniciens objectaient que le coefficient de frottement devait entraîner des efforts de 10 kilogrammes par tonne tirée, soit environ cinq fois plus que l'effort correspondant à la traction sur roues.

Le chemin de fer de Girard, qui a, en fait, été réalisé à l'Exposition universelle de 1889, a fonctionné de façon régulière, et l'effort demandé n'a pas été de 10 kilogrammes par tonne, ni même de 2, comme pour un chemin de fer sur roues, mais de 0 kg 500 seulement. Cela tient au dispositif utilisé par Girard et qui réalisait en fait le glissement sur liquide. Le patin comportait une cavité centrale par laquelle on injectait de l'eau sous pression, qui constituait la couche liquide. De l'eau, avons-nous dit ! Ce seul fait montre que l'« onctuosité » ne jouait aucun rôle dans le cas envisagé.

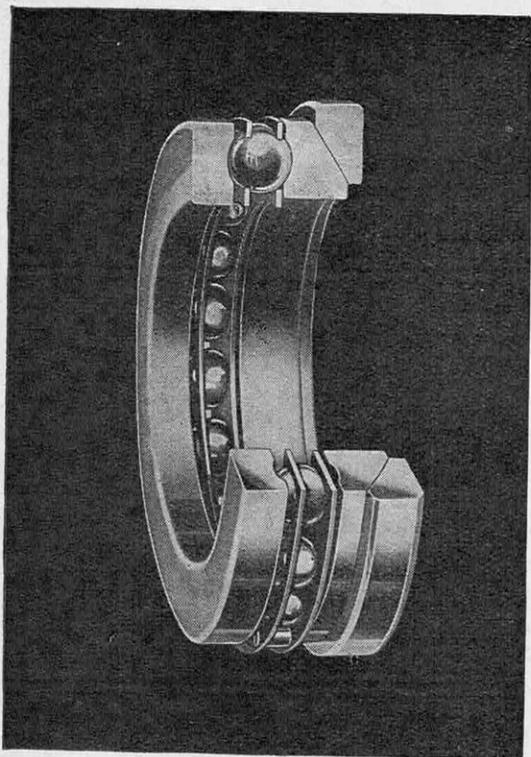


FIG. 5. — BUTÉE A BILLES

Lorsque deux pièces tournent l'une sur l'autre, il est généralement nécessaire de les empêcher de se déplacer axialement l'une par rapport à l'autre. C'est le rôle dévolu aux « butées ». Celles-ci, pour diminuer le frottement, peuvent également comporter un roulement à billes comme ci-dessus.

Quoi qu'il en soit, voici, à titre indicatif, les valeurs approchées des coefficients de frottement dans les différents cas qui se rencontrent normalement :

Frottement sec, entre	0,4	et 0,1,	moy. 0,25
» onctueux, »	0,1	et 0,01, »	0,05
» visqueux, »	0,01	et 0,001, »	0,005

On peut ainsi vérifier le gros avantage offert par le frottement visqueux. Mais, en pratique, le graissage sur couche d'huile, qui l'utilise rationnellement, n'a été réalisé que très récemment ; et, en fait, le seul moyen employé jusqu'à ces dernières années pour réduire au maximum le frottement entre deux pièces tournant l'une sur l'autre a été d'utiliser, partout où cela était possible, des roulements à billes ou à rouleaux.

### Comment fonctionnent les roulements à billes. Qu'est-ce que le frottement de roulement ?

Le fait d'intercaler entre deux surfaces tournantes des « billes » ou des « rouleaux » qui roulent entre ces deux surfaces a pour

effet de substituer au frottement de glissement, dont nous venons de parler, un frottement de « roulement ». C'est l'application aux surfaces tournantes du principe de la roue, qui, comme l'expérience journalière nous le prouve, permet de traîner des fardeaux avec une dépense d'énergie beaucoup moins grande que si on les faisait glisser simplement sur le sol.

Notons d'ailleurs que la dépense d'énergie, quoique diminuée dans de fortes proportions, existe toujours néanmoins ; c'est même ce qui constitue ce que l'on appelle improprement le « frottement de roulement » et qui est plus exactement la « résistance au roulement ». Nous allons montrer de quel ordre en peuvent être les causes, qui sont d'ailleurs diverses et encore assez mal déterminées.

Quand deux corps élastiques sont pressés l'un sur l'autre, ils se déforment légèrement du fait de leur « élasticité » propre, si bien que leur contact, au lieu de s'établir suivant un point ou suivant une ligne, — comme cela se passerait s'il s'agissait de solides (sphères ou cylindres) absolument indéformables, —

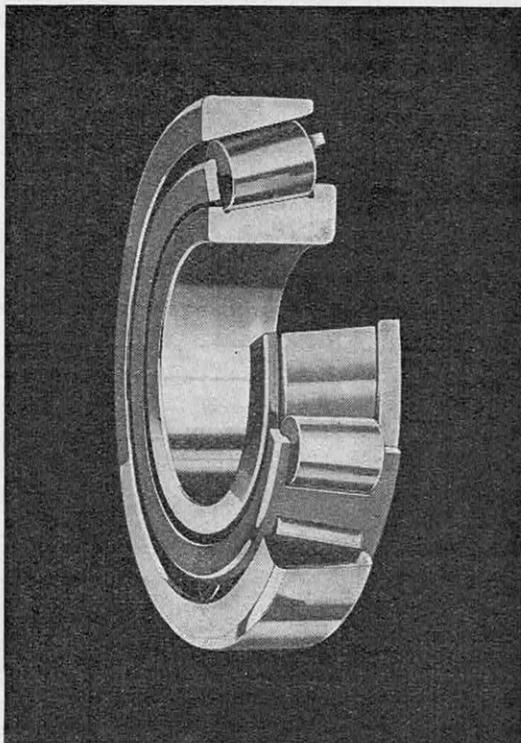


FIG. 6. — ROULEMENT A ROULEAUX CONIQUES, FORMANT EN MÊME TEMPS BUTÉE

Ce roulement à rouleaux coniques, empêchant tout déplacement latéral, sert également de butée. Les rouleaux jouent à la fois le rôle des rouleaux ordinaires et celui des billes de la figure 5.

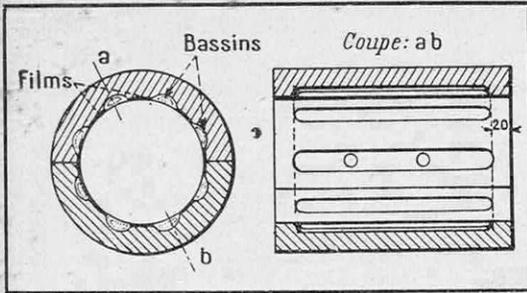


FIG. 7. — COMMENT FONCTIONNE UN DISPOSITIF A GLISSEMENT SUR COUCHE D'HUILE AU MOYEN DE BASSINS-RELAIS

Dans le coussinet sont creusés des bassins remplis d'huile. L'arbre, en tournant, entraîne l'huile entre ces bassins et est, par suite, constamment écarté du coussinet par un véritable film d'huile.

s'établit suivant une surface (voir fig. 1).

Si l'un de ces corps commence à rouler sur l'autre, la matière des deux corps se comprime dans les parties qui précèdent la surface de contact pour être déchargée dans les parties qui suivent cette surface. Or, en fait, les déformations à l'augmentation de la charge correspondent à des tensions plus fortes que les mêmes déformations à la diminution de la charge. C'est cette propriété qui provoque, en fin de compte, tout au moins en partie, la résistance au roulement. Celle-ci a, en effet, d'autres causes. En particulier, il peut se produire, sous l'action des forces tangentielles dues au frottement de glissement, des déformations, des surfaces en contact telles que celles représentées figure 1. La surface de roulement en avant du corps roulant présente une sorte de bourrelet, tandis qu'en arrière, au contraire, il se produit un creux. On conçoit que cela soit de nature à créer une résistance plus ou moins notable. Cet

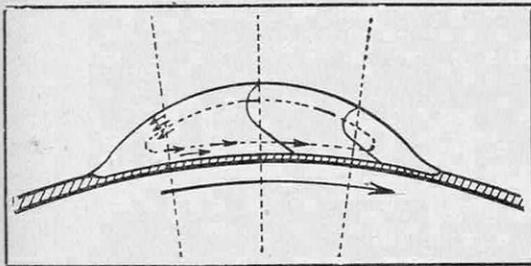


FIG. 8. — LE GLISSEMENT SUR FILM D'HUILE, A BASSINS-RELAIS, EST UN VÉRITABLE ROULEMENT SUR HUILE

Dans les bassins-relais, l'huile, entraînée par la rotation de l'arbre, prend un mouvement de rotation — indiqué par les petites flèches — analogue à un véritable mouvement de roulement.

effet dépend d'ailleurs de l'élasticité du corps roulant, ainsi que de la plus ou moins grande plasticité de ces deux corps.

Il y a enfin d'autres éléments qui concourent à accroître la résistance du roulement. Nous ne saurions les décrire tous ici, mais signalons toutefois un phénomène accessoire qui se produit en particulier dans le cas du roulement à rouleaux (voir fig. 1).

La déformation de ceux-ci sous l'effet des pressions entraîne, en certains points de contact, des glissements, d'où frottements et, par suite, pertes d'énergie.

Signalons enfin que la nature du lubrifiant influe sur le frottement et qu'enfin la température modifiant les propriétés de la matière joue un rôle très important.

C'est en améliorant progressivement les qualités de l'acier utilisé pour la fabrication

des rouleaux et des billes, ainsi que l'usinage de ces pièces et les procédés de graissage, que l'on est arrivé à obtenir les excellents rendements que l'on atteint aujourd'hui d'une manière courante.

Par ailleurs, étant donné la diversité des

conditions posées, en pratique, par les problèmes de roulement, on a été amené à créer un assez grand nombre de types adaptés à chaque cas particulier (voir les figures 2, 3, 4, 5 et 6).

En principe, les roulements à billes, où le contact entre la surface se fait en un seul point et où, par conséquent, le frottement est réduit au minimum, seront surtout utilisés lorsque la charge qu'ils auront à subir ne sera pas trop forte. Les roulements à rouleaux où, au contraire, le contact avec les chemins de roulement se fait suivant une ligne, seront surtout utilisés là où il y aura de lourdes charges à supporter.

Dans ces deux cas d'ailleurs (roulements à billes ou à rouleaux), les organes roulants seront maintenus dans des cages (voir fig. 2, 3 et 4) destinées à les empêcher de venir en contact l'un avec l'autre pendant le

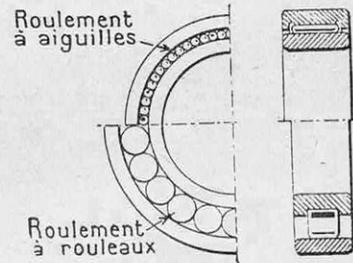


FIG. 9. — QUELLE EST LA DIFFÉRENCE D'ASPECT ENTRE UN ROULEMENT A AIGUILLES ET UN ROULEMENT A ROULEAUX ?

Les « aiguilles » se présentent comme de longs rouleaux à diamètre très réduit. Elles ne sont pas maintenues dans des cages.

roulement, ce qui provoquerait des frottements inutiles.

Signalons enfin l'emploi répandu, depuis quelques années, de rouleaux « élastiques », formés par une lame métallique enroulée sur elle-même, en hélice, et qui assure une certaine élasticité aux roulements.

Mais, comme nous l'avons dit au début, d'autres dispositifs ont été récemment mis au point pour diminuer le frottement entre parties tournantes.

### Qu'est-ce que le roulement à aiguilles ?

Les roulements à aiguilles, en particulier, sont de plus en plus utilisés en automobile.

Extérieurement, ils présentent l'aspect de « roulements à rouleaux » dont les rouleaux, très allongés (1), auraient un très faible diamètre par rapport à leur longueur. Nous allons voir, d'ailleurs, qu'ils ne fonctionnent pas du tout comme des roulements à rouleaux mais qu'ils constituent, en réalité, une

solution du problème du « glissement sur couche d'huile ». Examinons, en effet, ce qui se passe quand le roulement se met à tourner. Il est nécessaire, bien entendu, au bon fonctionnement que les aiguilles soient baignées dans l'huile. Au début, les aiguilles, en contact immédiat avec leurs surfaces de roulement, tendent à rouler. Ce faisant, elles entraînent dans leur mouvement le lubrifiant qui y adhère et qui s'interpose alors entre elles et le chemin de roulement ; cela donne naissance à la couche du « film » d'huile. Ce film persiste, car les pressions qui s'exercent sur les aiguilles, du fait du grand nombre de celles-ci, ne sont pas suffisantes pour le déchirer. D'un autre côté, en ce qui concerne les aiguilles elles-mêmes, elles sont soumises, d'une part, aux forces de frottement sur le « film » d'huile, qui tendrait à les faire tourner, mais, d'autre part, elles frottent les unes contre les autres et contre l'huile amassée

(1) D'où leur nom d'aiguilles dû à leur aspect.

entre elles (voir fig. 11). Or, ce dernier frottement, qui s'exerce sur une beaucoup plus grande partie de leur surface et qui tend à les freiner, est très supérieur à celui exercé par le film d'huile et qui tendrait à les faire rouler, si bien qu'au total *elles ne tournent pas* sur elles-mêmes. Elles se déplacent ainsi d'un seul bloc, formant une « couronne » qui tourne entre les deux surfaces de roulement, à une vitesse intermédiaire, d'ailleurs, entre celles de ces deux surfaces, dont elle est séparée par deux films d'huile. Il convient de souligner que le film d'huile ainsi créé tend à se reconstituer automatiquement au cas où, pour une cause ou pour une autre

(choc, percussion, etc.), il viendrait à se déchirer. En effet, le film étant déchiré, les aiguilles reviennent en contact avec l'un ou l'autre des chemins de roulement et tendent, par suite, à tourner sur elles-mêmes ; elles entraînent dans ce mouvement de l'huile qui s'interpose à nouveau entre elles et ce

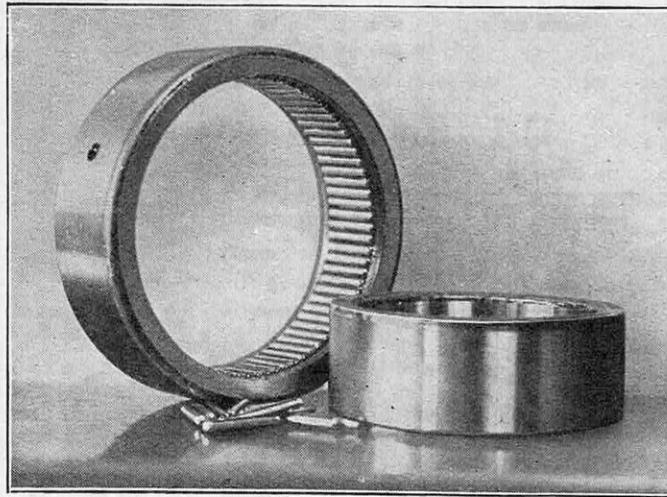


FIG. 10. — ASPECT D'UN ROULEMENT A AIGUILLES DÉMONTÉ : A DROITE, CHEMIN DE ROULEMENT INTÉRIEUR

chemin de roulement, si bien que le film d'huile se reforme presque immédiatement.

Dans la pratique, les roulements à aiguilles sont maintenant employés là surtout où les roulements à billes et à rouleaux ne peuvent être utilisés, soit parce qu'il est difficile de les graisser, soit parce qu'ils sont trop encombrants ou trop lourds. Le graissage des roulements à aiguilles est, en effet, au contraire, des plus faciles, car l'huile n'a pas tendance à s'échapper. En outre, par suite des faibles dimensions des aiguilles, on peut les loger un peu partout. Enfin, les aiguilles n'ont pas à être enfermées dans une « cage », comme les roulements à rouleaux.

Dans les moteurs à explosion et à combustion, on a pu ainsi les monter sur les têtes ou les pieds de bielles, pour remplacer les paliers lisses utilisés jusqu'à présent. Egalement dans les boîtes de vitesses, réducteurs, ponts arrière, joints de cardan. Il en est de même dans le matériel de chemin

de fer, où les applications se font, de jour en jour, de plus en plus nombreuses. Enfin, en aviation, où la légèreté est de rigueur, les roulements à aiguilles sont aujourd'hui couramment utilisés.

### Les roulements sur huile

Une autre solution du glissement sur couche d'huile a été réalisée par l'ingénieur Brillié, au moyen du dispositif appelé « roulement sur huile ».

Le problème consistait, comme d'ailleurs dans le cas des roulements à aiguilles, à assurer entre deux parties tournantes, un arbre et son coussinet, par exemple, la présence d'une couche d'huile s'étendant sur tout le pourtour de l'arbre sans qu'il y ait contact direct entre l'arbre et le coussinet en un point quelconque. Pour atteindre ce résultat, on creuse, dans la surface même des coussinets, des rainures longitudinales constituant des « bassins relais » destinés à contenir de l'huile. Du fait que ces bassins sont disposés parallèlement à l'axe, l'huile n'a pas tendance à s'échapper par les extrémités, comme cela se passe

avec les conduits de graissage transversaux ou en diagonale, dits « en pattes d'araignée ».

Il faut, en outre, que les bassins aient un « profil » convenable, en forme d'« ajustage », qui favorise l'introduction de l'huile entre les surfaces à la sortie de ces bassins (fig. 7).

Dans ces conditions, lors de la rotation, un film d'huile, entraîné par cette rotation, prend naissance à la sortie du bassin relais et s'étend, à partir de ce bassin, sur une certaine distance. Si, alors, on dispose de bassins-relais, suffisamment rapprochés les uns des autres pour que ce film s'étende jusqu'au bassin suivant, on aura une couche d'huile continue sur toute la surface de l'arbre. Le glissement se fera entièrement sur huile. L'étude, tant théorique que pratique de ce phénomène, a d'ailleurs montré un effet curieux. L'huile accumulée dans

les bassins-relais subit un mouvement de rotation (voir fig. 8) qui est analogue à un mouvement de roulement; c'est pourquoi on a pu dénommer ce dispositif roulement sur huile.

Jusqu'à présent, il a été surtout employé dans les machines marines où il a permis une augmentation de rendement — qui correspond à une diminution de la consommation — d'environ 8 %, chiffre considérable.

En fait, les roulements sur huile établis dans de bonnes conditions, comme d'ailleurs les roulements à aiguilles, ont un rendement sensiblement égal à celui des roulements à billes ou à rouleaux. C'est ce qui explique l'emploi de plus en plus répandu de ces dispositifs.

Signalons toutefois un avantage des roulements à rouleaux. Dans la pratique, quand deux corps tournent l'un sur l'autre, il est, en général, nécessaire de les empêcher de glisser longitudinalement l'un sur l'autre. Ce rôle est dévolu aux « butées ». Sous leurs formes les plus simples, elles sont constituées par de simples surfaces frottant l'une contre l'autre, avec ou sans interposition de lubrifiant,

et, bien entendu, ce frottement supplémentaire accroît la perte d'énergie. Aussi les remplace-t-on, lorsque les conditions s'y prêtent, par des butées à « billes » (voir fig. 5), ou par des « roulements sur huile ». Mais les roulements à billes ou à rouleaux peuvent être construits de manière à constituer eux-mêmes butées (voir fig. 6), ce qui n'est pas le cas pour les roulements à aiguilles, par exemple, auxquels il faut adjoindre une butée spéciale.

Ainsi chaque dispositif présente des particularités propres qui le font préférer dans certains domaines d'utilisation; ceux-ci ne sont d'ailleurs pas nettement déterminés.

C'est grâce à cette diversité de dispositifs que le frottement a pu être éliminé en grande partie dans la plupart des applications techniques.

ANDRÉ CHARMEIL.

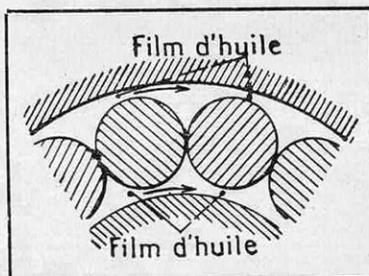


FIG. 11. - COMMENT FONCTIONNE UN ROULEMENT A AIGUILLES

*Dans un tel dispositif, les aiguilles ne « roulent » pas, sauf au démarrage, mais forment un bloc entre les chemins de roulement, dont elles sont séparées par un film d'huile.*

## LA VITESSE MOYENNE D'UNE VOITURE DÉPEND DE SES QUALITÉS D'ACCÉLÉRATION ET DE FREINAGE

Par Henri TINARD

*Les caractéristiques mécaniques d'une voiture ne dépendent pas seulement de la vitesse maximum qu'elle peut atteindre, mais également de ses « reprises » — c'est-à-dire de ses possibilités d'accélération — ainsi que de ses qualités de freinage. C'est pour cette raison que, dans certaines courses d'automobiles — telles que le Rallye de Monte-Carlo —, on a très judicieusement imposé aux concurrents des épreuves d'accélération et de freinage. Nous exposons ici quelles sont les conditions à réaliser pour obtenir les meilleurs résultats en ce qui concerne ces deux propriétés caractéristiques et essentielles, ainsi que les méthodes scientifiques utilisées pratiquement pour les mesurer.*

LES épreuves automobiles constituent, sans aucun doute, un facteur essentiel de progrès dans la construction des véhicules à moteur. C'est un fait admis par tout le monde lorsqu'il s'agit de courses de vitesse, où chacun apprécie sans peine, même s'il est tout à fait profane, les mérites du conducteur et la valeur de la voiture, tant les conditions dans lesquelles travaillent l'homme et la machine sont notoirement pénibles.

Mais, dans une autre catégorie d'épreuves, et notamment dans les rallyes, on discerne généralement de façon moins rapide et moins précise, les avantages que peut retirer l'industrie automobile tout entière, des résultats enregistrés. Ces rallyes sont souvent considérés comme de longues promenades pour gens du monde, et l'on croit communément qu'il suffit d'un peu de chance et d'adresse pour se classer favorablement. Rien n'est moins exact, surtout lorsque les rallyes, comme c'est le cas du Rallye de Monte-Carlo, comprennent des particularités intéressantes en ce qui concerne la manière de départager finalement les concurrents.

Par définition, le rallye soumet conducteurs et voitures à de rudes fatigues par un parcours long et accidenté, qui doit être couvert dans des conditions de temps et de vitesse très strictes. Cela permet déjà de mettre en relief les qualités du pilote et de la mécanique : le fait qu'ils ont « tenu » est significatif. Mais si l'épreuve générale est

complétée par une épreuve judicieusement choisie — l'épreuve d'accélération et de freinage qui termine le rallye de Monte-Carlo est de ce genre — les enseignements qu'on en peut tirer sont plus fructueux encore.

Pour beaucoup, cependant, cette épreuve finale ne représente qu'une sorte d'acrobatie imposée aux conducteurs, sans profit réel. Il suffit de songer, pour être convaincu du contraire, que demander à une machine fourbue par une longue route, et à son maître qui l'est souvent autant, un effort supplémentaire, c'est édicter une dure loi, tout à fait propre à faire ressortir les qualités que l'on veut justement prouver. Mais si l'on pénètre plus au fond de la question, si l'on étudie de près les conditions de l'épreuve d'accélération et de freinage, on comprend alors qu'elle est une épreuve sérieuse, et non le fruit de la fantaisie.

Délaissant l'épreuve générale qui est à la base de tout rallye, et avec laquelle presque tout le monde est familiarisé, nous allons nous efforcer de préciser les caractéristiques de l'épreuve complémentaire d'accélération et de freinage, et d'en dégager la signification pratique. Nous en profiterons pour donner ensuite quelques indications sur les appareils de chronométrage employés couramment pour ce genre d'épreuve ; ils en constituent, on le conçoit sans peine, l'un des éléments fondamentaux, dont la carence permettrait de suspecter les résultats obtenus.

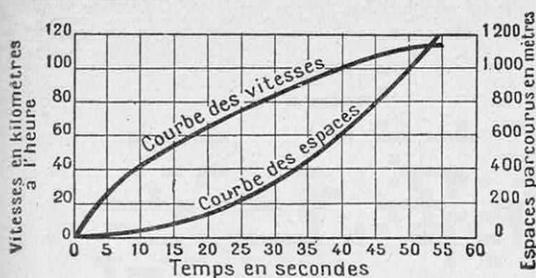


FIG. 1. — DIAGRAMME D'UN ESSAI D'ACCÉLÉRATION D'UNE VOITURE AUTOMOBILE

Voici les courbes indiquant les espaces parcourus et les vitesses atteintes à chaque instant, en fonction du temps, par une voiture automobile.

### Le sens pratique de l'épreuve d'accélération et de freinage

D'après les règlements mêmes du Rallye de Monte-Carlo, que nous choisissons comme exemple-type, il ressort que l'épreuve finale d'accélération et de freinage, qui consiste à parcourir le plus rapidement possible une distance de 100 mètres et à freiner ensuite de façon à s'arrêter dans le plus court espace, a été créée en vue de faire intervenir, dans le calcul du classement, un facteur représentant à l'arrivée au but de l'épreuve générale, l'état mécanique de la voiture.

Ce programme est fort intéressant *a priori*, mais encore faut-il savoir de quelle façon l'état mécanique de la voiture peut être décelé par l'épreuve en question.

Examinons séparément les deux éléments qu'elle comporte : l'accélération et le freinage. On remarque immédiatement qu'ils sont opposés. Ils permettront, chacun de leur côté, d'obtenir des indications différentes sur l'état mécanique de la voiture, et des indications qui se compléteront de façon à donner une idée d'ensemble sur cet état mécanique.

### L'accélération

L'accélération que peut prendre une automobile est d'autant plus brillante qu'il faut à cette automobile un temps plus court pour passer d'une vitesse déterminée à une vitesse supérieure. Cela revient à dire, pour l'épreuve qui nous intéresse, que la voiture à l'accélération la plus vigoureuse sera la mieux placée, puisque, partant de la vitesse zéro, c'est la promptitude avec laquelle elle peut atteindre une vitesse aussi élevée que possible qui lui permet de franchir l'espace imposé de 100 mètres dans le temps minimum.

L'accélération dépend de plusieurs facteurs. Le plus important est un rapport que

l'on trouve à la base même de l'étude du véhicule : le rapport de la puissance du moteur au poids de la machine, ou, plus simplement, le rapport puissance-poids.

La relation entre ce rapport et l'accélération s'explique aisément, car on comprend qu'il est facile d'entraîner, en un court instant, à une grande vitesse, un véhicule léger pour peu qu'on lui attelle un moteur assez puissant, alors que la même performance est impossible à accomplir avec un moteur trop faible pour le poids du véhicule à actionner. Il est donc manifeste que les voitures possédant le meilleur rapport puissance-poids seront plus favorablement placées au cours de l'épreuve d'accélération.

Le rapport puissance-poids dépend, au sortir de l'usine, des caractéristiques du moteur et de celles du châssis. Ces dernières, si l'on admet que la voiture est normalement chargée — ce qui est le cas de la pratique — ne se modifient pas à l'usage. Il n'en est pas de même des caractéristiques du moteur. La fatigue, l'usure, l'encrassement sont autant d'éléments qui modifient ses caractéristiques et, bien entendu, dans le mauvais sens. La répercussion de l'état mécanique du moteur sur les aptitudes du véhicule au point de vue de l'accélération, apparaît donc clairement. Une voiture brillante lorsqu'elle était neuve, relèvera bientôt l'altération plus ou moins profonde de son organe essentiel : le moteur, si ses accélérations, après un certain temps de service, sont devenues moins vigoureuses.

On comprend, désormais, toute l'importance de l'épreuve d'accélération qui « corse » le Rallye de Monte-Carlo. Après une rude randonnée, par des chemins souvent fort

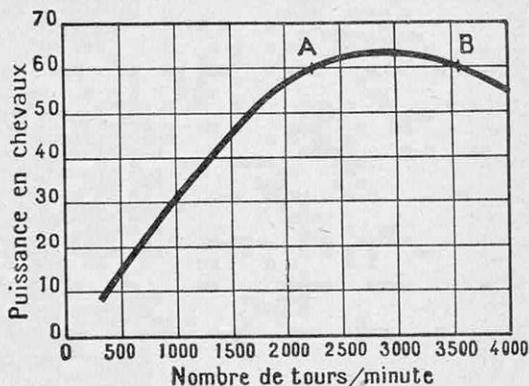


FIG. 2. — LA PUISSANCE D'UN MOTEUR EST FONCTION DE SON « NOMBRE DE TOURS »

Voici une courbe-type donnant cette puissance en fonction du nombre de tours. La zone comprise entre A et B est la zone de meilleure utilisation du moteur, correspondant à la puissance maxima.

défectueux, la voiture qui a conservé tous ses mérites, en ce qui concerne l'accélération, est une voiture qui possède un moteur robuste et durable, que les fatigues de l'épreuve générale n'ont pas affaibli. Cependant, il ne faudrait pas méconnaître pour cela la valeur du conducteur qui a aussi son importance.

La façon dont on se sert d'une voiture est capitale lorsqu'il s'agit d'une épreuve d'accélération, et il n'est pas jusqu'à certains « trucs » du métier qui ne puissent avoir des conséquences heureuses. Cela nous amène à parler des facteurs secondaires qui déterminent, dans une certaine mesure, l'accélération, en dehors du fameux rapport puissance-poids. Prenons le cas d'une voiture pour laquelle le rapport puissance-poids est considéré comme fixe. La façon dont le moteur est mis à même de développer sa pleine puissance dans un temps aussi court que possible a nécessairement sa répercussion sur l'accélération. C'est pour cette raison que deux organes fort importants du châssis, la boîte des vitesses et le pont arrière, jouent un rôle considérable dans le cas qui nous intéresse.

Un moteur à explosions, dont la puissance est évidemment nulle lorsqu'il est immobile, voit cette puissance se développer et croître avec sa vitesse de rotation jusqu'à un certain régime, à partir duquel elle se stabilise sensiblement pour décroître ensuite. La relation entre la vitesse et la puissance est assez complexe, puisqu'elle dépend du couple moteur qui est lui-même variable ; heureusement, une courbe simple en donne facilement une image d'interprétation commode.

Si l'on se reporte à cette courbe, on voit

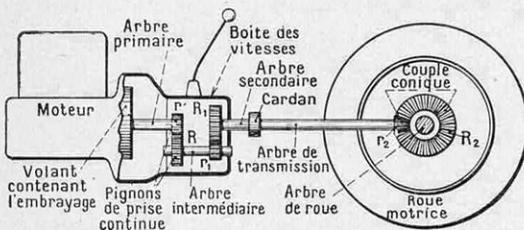


FIG. 3. — SCHEMA DU DISPOSITIF DE DÉMULTIPLICATION PLACÉ ENTRE LE MOTEUR ET LES ROUES MOTRICES D'UNE AUTOMOBILE. La boîte de vitesse est supposée, sur ce schéma, ne contenir qu'une seule combinaison d'engrenages : la première vitesse. La vitesse des roues est réduite, par rapport à celle du moteur, dans un rapport qui est égal au produit des rapports de réduction des différents engrenages intercalaires :

ici, les rapports  $\frac{r'}{R_1}$ ,  $\frac{r_1}{R_1}$  et  $\frac{r_2}{R_2}$  du nombre de dents respectifs des pignons en prise.

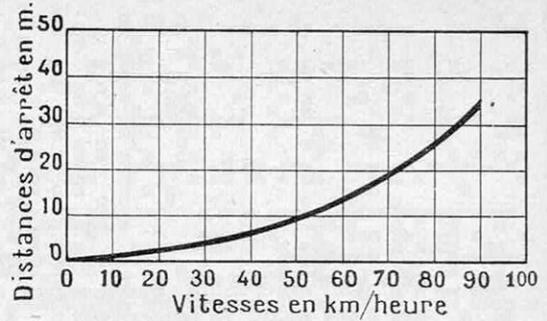


FIG. 4. — COURBE DE FREINAGE-TYPE D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE

Cette courbe indique, pour un sol donné, les distances parcourues par la voiture jusqu'à ce qu'elle s'arrête, à partir du moment où l'on freine, en fonction de la vitesse atteinte à ce moment.

qu'il est avantageux d'utiliser le moteur dans la zone des régimes qui correspondent à sa pleine puissance. Pour cela, on est conduit à interposer entre le moteur et les roues des systèmes démultiplicateurs permettant de rendre la marche du moteur aussi indifférente que possible aux allures de la voiture. Ces systèmes démultiplicateurs doivent comporter des rapports différents suivant les circonstances. En fait, généralement, seule la boîte des vitesses est étudiée de cette façon, alors que le pont arrière comporte un couple d'engrenages d'angles ou autres à rapport constant : c'est le couple conique dont on parle couramment entre automobilistes.

Il est facile de comprendre que plus les rapports sont petits entre le régime du moteur et la vitesse de rotation des roues, plus le moteur a de commodité pour atteindre son régime de pleine puissance. C'est un avantage mis à profit pour la montée des côtes, mais qui est aussi précieux dans une épreuve d'accélération ; on remarque alors que la boîte des vitesses, utilisée graduellement depuis le rapport le plus démultiplié jusqu'à la prise directe (c'est-à-dire l'absence d'engrenages intermédiaires), dans des conditions telles que le moteur atteigne sur chaque rapport sa puissance maximum, joue un rôle capital.

Le rapport du couple conique, bien que fixe, intervient aussi de façon analogue : peu démultiplié, il entrave l'essor du moteur, très démultiplié, il le favorise.

A ce propos, on conçoit que le remplacement du pont arrière de la voiture par un pont à couple conique plus démultiplié est singulièrement propice à l'obtention d'accélération remarquables. Si la modification en question n'intéresse pas directement le moteur, elle a, néanmoins, comme nous

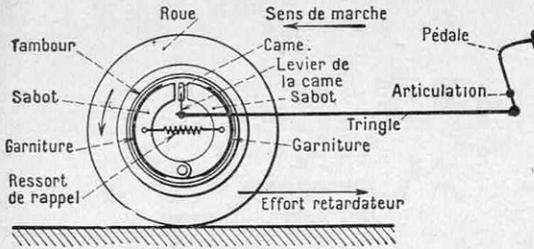


FIG. 5. — SCHEMA DU MECANISME DE FREINAGE D'UNE AUTOMOBILE

*C'est le frottement des « sabots » sur le tambour de frein qui produit le freinage.*

l'avons montré, une influence décisive sur la manière dont celui-ci peut traduire son effort, au cours de l'épreuve d'accélération. Mais il s'agit là d'un « truquage » exceptionnel et qui vient fausser le caractère véritable de l'épreuve. N'insistons pas plus longuement sur ce point, et revenons aux mérites du conducteur en tant que pilote et non en tant que mécanicien.

La manière dont le pilote fait usage de la boîte des vitesses, sa rapidité à opérer les manœuvres d'embrayage et de passage d'une combinaison d'engrenages à une autre etc., tout cela a une importance capitale. C'est ce que prouvent, d'ailleurs, les résultats pratiques des épreuves d'accélération, qui font ressortir les qualités de la mécanique, mais aussi l'habileté de celui qui l'utilise.

### Le freinage

L'épreuve d'accélération nous fournit, en somme, de précieuses indications sur l'état mécanique du moteur et sur la valeur du véhicule au point de vue aptitude à prendre sa vitesse. L'épreuve de freinage, elle, nous renseigne sur l'état mécanique des freins, c'est-à-dire sur un des éléments essentiels au point de vue de la sécurité. L'association des deux épreuves concourt donc bien à donner des précisions intéressantes sur tout l'ensemble de la voiture.

Au terme de l'épreuve générale, les freins, dont il a été fait un usage fréquent sur des routes difficiles, auraient quelque excuse à dénoter une fatigue notable. Ils n'en ont pas le droit si le concurrent veut que l'épreuve de freinage lui soit favorable. Sans doute, il peut, à l'arrivée, changer les garnitures des sabots de freins si elles sont usées, mais la pratique démontre que c'est généralement aujourd'hui chose inutile, tant les progrès réalisés dans la fabrication des garnitures et dans l'étude des freins ont permis à ces organes de mieux résister à l'usure. C'est, d'ailleurs, une particularité fort heureuse au

point de vue de l'épreuve qui nous intéresse, car elle serait entièrement faussée par le remplacement des garnitures, comme l'épreuve d'accélération le serait par le changement du pont arrière.

C'est un simple réglage des freins, avant l'épreuve finale, qui doit suffire à faire retrouver à ceux-ci toutes leurs qualités. Généralement, il en est ainsi et les distances de freinage enregistrées couramment sont les plus rassurantes. Répétons-le, elles prouvent que l'on peut faire confiance à la voiture qui fournit des résultats satisfaisants.

Mais l'habileté du conducteur a aussi son importance. La rapidité de ses réflexes est capitale. En outre, certains « trucs » simplement ingénieux et qui ne risquent pas de dénaturer l'épreuve, peuvent être employés. C'est ce que fit, cette année, le vainqueur du Rallye de Monte-Carlo qui, pour augmenter l'adhérence de ses pneus, avait tracé sur leur bande de roulement des stries très étroites, orientées perpendiculairement au plan de la roue. Cette sorte d'engrenage fournissait, au contact du sol, une adhérence exceptionnelle.

Il n'est peut-être pas inutile d'insister un peu, en passant, sur cette question de l'adhérence, trop méconnue de la généralité des automobilistes.

Schématiquement, un système de freinage pour automobiles se compose, si on le suppose réduit à agir sur une seule roue, d'une pédale formant levier, d'une tringle reliant la pédale à un autre levier, lequel est solidaire d'une came destinée à provoquer l'écartement de deux sabots articulés autour d'un point fixe et qui viennent s'appliquer, dans la position de freinage, sur la périphérie d'un tambour solidaire de la roue : il en résulte un effort retardateur capable d'assurer le ralenti.

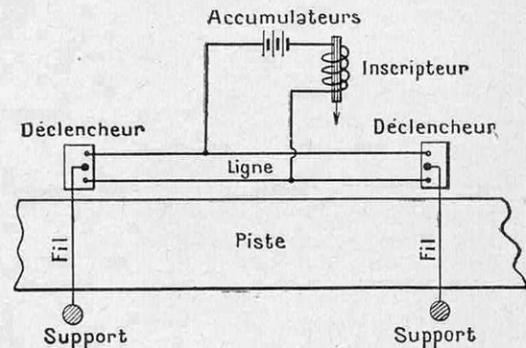


FIG. 6. — SCHEMA D'ENSEMBLE D'UN DISPOSITIF MECANIQUE DE CHRONOMETRAGE

*C'est la rupture de deux fils séparés par une certaine distance, par la voiture chronométrée, qui provoque l'inscription sur un dispositif enregistreur-chronomètre.*

tissement et l'arrêt de la voiture. Cette description peut paraître un peu compliquée, mais si l'on se reporte à notre schéma, elle s'éclaire aussitôt.

L'efficacité du freinage dépend du diamètre du tambour, de la pression que les sabots exercent sur lui et du coefficient de frottement de la garniture interposée entre les sabots et le tambour. Voilà pour les caractéristiques du frein proprement dit.

dans ces conditions, l'efficacité du freinage se trouve considérablement influencée. Il est donc naturel que les conducteurs des voitures participant aux épreuves de freinage du Rallye de Monte-Carlo aient cherché à obtenir une adhérence maximum, mais de là à penser qu'avec nos voitures courantes, nous pouvons *toujours* obtenir les mêmes résultats, il y a une marge : rappelons-nous que, sur sol glissant, il n'est plus, à propre-

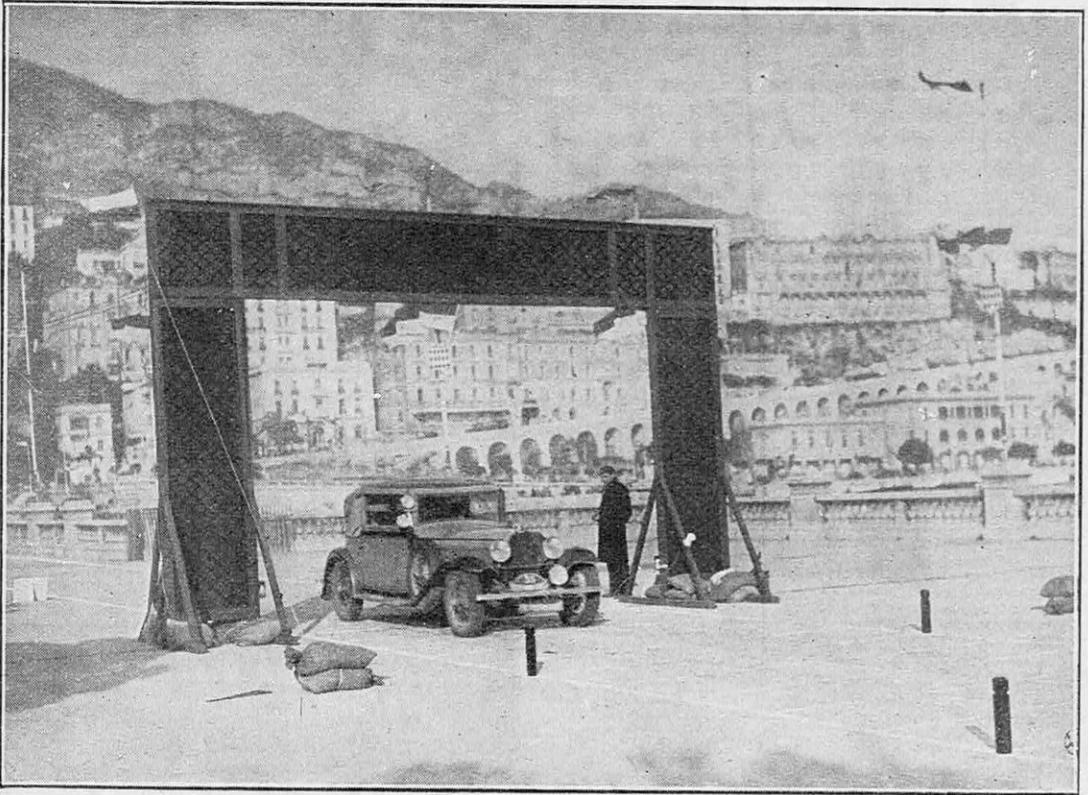


FIG. 7. — INSTALLATION DE CHRONOMÉTRAGE, D'APRÈS LE SCHÉMA PRÉCÉDENT (FIG. 6), POUR L'ÉPREUVE D'ACCÉLÉRATION ET DE FREINAGE DU RALLYE DE MONTE-CARLO

Pour que l'efficacité du freinage soit, en pratique, en rapport avec ce que l'étude des freins permet théoriquement d'obtenir, il est nécessaire que le système qui assure le contact entre les organes mobiles de la voiture, en l'espèce les roues et l'élément fixe, indépendant de la voiture, c'est-à-dire le sol, prenne une véritable liaison. C'est à ce moment que l'adhérence des pneus sur le sol entre en jeu.

Cette adhérence dépend de plusieurs facteurs. L'état du sol, sa nature, son degré d'humidité sont à considérer. Tel sol qui donne, sec, un coefficient d'adhérence de 0,6, voit ce coefficient tomber à 0,2 et même 0,1 par temps de pluie. On comprend que,

ment parler, de bons freins ; sans doute, par construction, toutes les voitures ne sont pas, au point de vue du freinage, d'égale valeur, mais les meilleures à cet égard, ne doivent pas nous faire oublier que le sol commande avant tout et que la voix de la prudence doit être écoutée.

S'il était besoin d'insister encore sur l'épreuve d'accélération et de freinage pour en montrer l'intérêt, nous remarquerions que les deux courbes obtenues au cours de cette épreuve (et dont nous reproduisons un échantillon), sont considérées par les constructeurs de voitures comme de véritables caractéristiques de leurs véhicules. En dehors des épreuves qui accompagnent les

rallyes, un relevé des courbes d'accélération et de freinage est effectué par les constructeurs, sur route ou sur piste d'essai : c'est dire toute l'importance qu'ils y attachent.

### Le chronométrage

Pour que l'épreuve d'accélération et de freinage soit disputée dans des conditions parfaites, il faut que le système de chronométrage employé soit remarquablement établi. Le chronométrage manuel, au moyen de chronographes qui ne peuvent donner que le cinquième de seconde, ne fournirait pas des résultats satisfaisants parce que la base que comporte l'épreuve est de trop faible longueur. Il est nécessaire de recourir à une installation de chronométrage mécanique, qui, seule, peut donner la précision et la sécurité voulues. Le dispositif employé est d'ailleurs simple, mais il comporte des particularités ingénieuses qui ne manqueront pas, croyons-nous, d'intéresser nos lecteurs.

Nous devons à l'obligeance de notre distingué confrère, M. Henri Petit, de pouvoir donner sur ces particularités, les précisions désirables. Nous tenons à l'en remercier ici.

Le système de chronométrage mécanique employé au Rallye de Monte-Carlo, mais qui convient pour beaucoup d'autres sortes d'épreuves, sur bases courtes, notamment, comprend un dérouleur de bande avec inscripteurs électromagnétiques et des appareils de déclenchement réunis au dérouleur par des lignes électriques.

Le dérouleur de bande comporte un mouvement d'horlogerie qui actionne des rouleaux entraînant une bande de papier d'une façon continue et à une vitesse sensiblement uniforme. Un changement de vitesse permet d'ailleurs de proportionner la vitesse de déroulement de la bande à la longueur de la base pour laquelle s'effectue le chronométrage. Signalons que, pour l'épreuve d'accélération et de freinage du Rallye de Monte-Carlo, cette vitesse était d'environ 11 millimètres à la seconde.

Pour l'enregistrement des temps, il est prévu un chronographe pourvu d'une plume qui trace sur la bande de papier un trait continu, coupé toutes les secondes ou tous les cinquièmes de seconde, au gré de l'opérateur, d'un top qui sert de repère pour effectuer les mesures.

Les inscripteurs, enregistrant les départs et les arrivées, se composent d'un électro-aimant dont l'armature porte une plume qui s'appuie sur la bande de papier. Dans l'enroulement de l'électro-aimant peut circuler un courant électrique commandé par les appareils déclencheurs. A chaque rupture

ou à chaque émission de courant dans l'électro-aimant, correspond un mouvement de la plume qui trace ainsi un repère très net sur la bande.

On détermine la durée qui sépare l'émission des deux signaux marquant les extrémités du parcours au moyen d'une règle graduée ; cette règle permet de mesurer, d'une part, la longueur correspondant au déroulement de la bande pendant une seconde, d'autre part, la distance qui sépare les deux tops consécutifs tracés par

l'inscripteur électromagnétique ; des deux mesures ainsi obtenues, on déduit facilement le temps qu'il s'agit d'évaluer.

Passons maintenant aux appareils de déclenchement.

On peut utiliser un grand nombre de systèmes de déclencheurs, tels que bandes à contacts, tubes pneumatiques, cellules photoélectriques, dispositifs mécaniques, etc...

Les bandes à contacts et les tubes pneumatiques ne peuvent convenir que si les véhicules ne risquent pas de les détériorer au passage. Ce n'est pas le cas de l'épreuve de freinage, au cours de laquelle les roues des voitures exercent un véritable effort d'arrachement. Le système des bandes et des tubes est donc à rejeter.

Les cellules photoélectriques ne présentent évidemment pas le même inconvénient, puisque c'est le passage de la voiture dans un rayon lumineux émis par un projecteur approprié qui provoque leur intervention

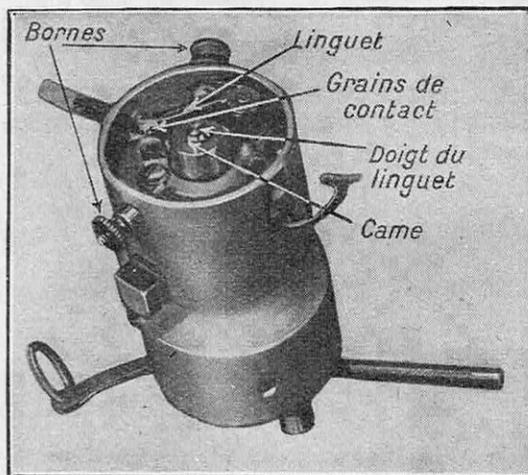


FIG. 8. — APPAREIL « DÉCLENCHÉUR » DÉROULEUR DE BANDES SERVANT AU CHRONOMÉTRAGE MÉCANIQUE

Mais le dispositif est compliqué et délicat. Il nécessite, notamment, l'emploi d'amplificateurs à lampes, toujours fragiles et d'un maniement peu commode. Bref, elles ne sont pas d'un usage pratique dans le cas qui nous occupe.

Restent les déclencheurs mécaniques, qui fournissent, d'ailleurs, d'excellents résultats.

Ces appareils sont constitués par un dispositif de rupture très analogue à ceux que

sans aucune difficulté, fournit la solution du problème.

La précision du dispositif est très satisfaisante. Pour une voiture ne déplaçant pas 40 kilomètres à l'heure, il n'a jamais été constaté de retard supérieur à  $1/50^{\text{e}}$  de seconde. Il faut observer, d'ailleurs, que le fil, qui est généralement rompu par le passage de la voiture, produit le déclenchement indépendamment de sa rupture et bien avant

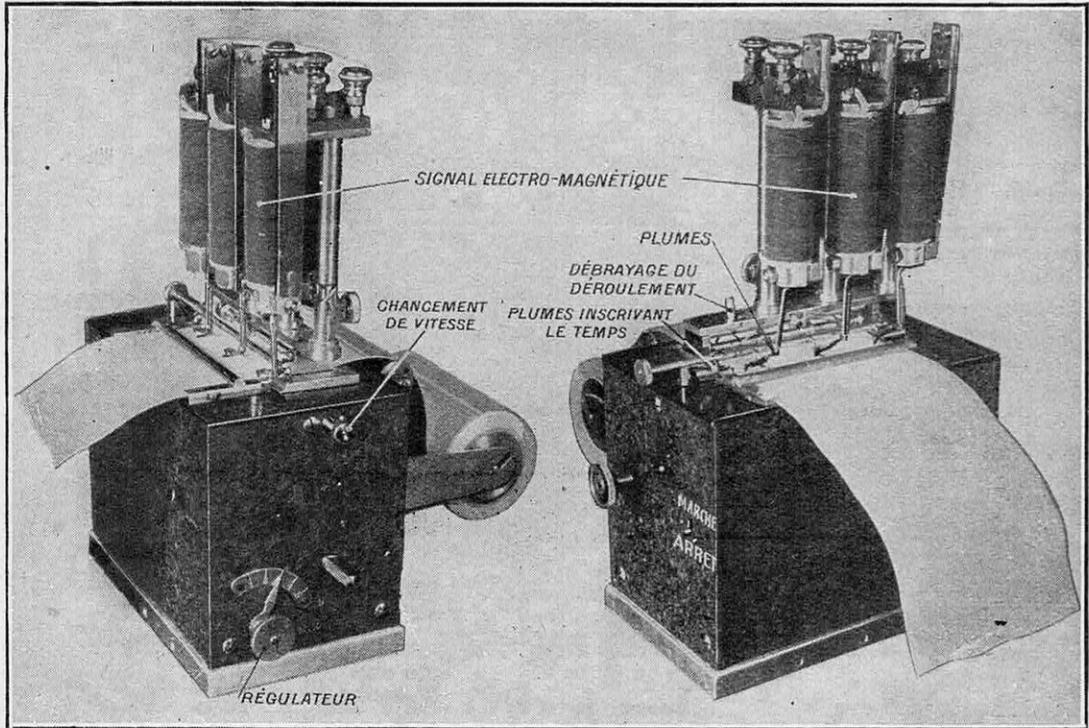


FIG. 9. — DISPOSITIF ENREGISTREUR-CHRONOMÉTRATEUR UTILISÉ POUR LE CHRONOMÉTRAGE MÉCANIQUE DES ÉPREUVES D'ACCÉLÉRATION ET DE FREINAGE

l'on utilise sur les moteurs à explosion à allumage par batterie. Ils sont d'abord armés ; ensuite, leur déclenchement est produit par la traction d'un fil au passage de la voiture.

Pratiquement, quelques petites difficultés se présentent, mais elles ont pu être vaincues.

Il faut, en particulier, que le fil soit tendu le plus possible, tout en laissant la possibilité d'armer le déclencheur et de le maintenir dans cette position. La tension doit aussi être la même pour les différentes lignes de chronométrage. L'emploi d'un fil de coton très léger, dont le poids négligeable permet de le tendre assez fortement

elle. La sensibilité du système et son absence d'inertie presque complète expliquent la précision obtenue.

Enfin, les déclencheurs qui opèrent sur les différentes lignes de chronométrage sont construits d'une façon aussi identique que possible, et les erreurs qu'ils pourraient occasionner sont pratiquement négligeables.

En définitive, le système mécanique de chronométrage se révèle d'un usage excellent et permet d'effectuer des mesures précises, qui donnent aux précieux enseignements de l'épreuve d'accélération et de freinage toute leur valeur.

HENRI TINARD.

# UNE EXPLICATION INGÉNIEUSE DE L'ACTION DES RADIATIONS SUR LES CELLULES VIVANTES

Par Jean LABADIÉ

*Les diverses radiations : ondes lumineuses et ultraviolettes, rayons X, etc..., exercent sur les cellules vivantes une action destructrice qui, nuisible dans certains cas pour l'organisme, est utilisée par contre, dans d'autres cas, en thérapeutique. Lorsque l'on a voulu établir la théorie de ce phénomène, on s'est trouvé en présence d'un fait assez déconcertant : certaines cellules sont en effet immédiatement tuées par ces radiations alors que d'autres, à l'aspect identique, demeurent indemnes. Aucune explication plausible n'avait été donnée jusqu'à présent de ce « paradoxe », lorsque le savant français Holweck, se basant sur la nature corpusculaire et « granulaire » des radiations, a émis l'hypothèse que les « photons », ou atomes d'énergie radiante, agissaient sur les cellules comme un tir de mitrailleuses sur un bataillon d'infanterie : tuant les uns, épargnant les autres, suivant les seules lois du hasard qui leur permettaient d'atteindre ou non les organes vitaux de la cellule. Une étude expérimentale approfondie a prouvé effectivement que les résultats étaient bien conformes à ceux que l'on pouvait prévoir d'après le calcul des probabilités.*

**L**E soulagement du cancer par le radium n'est pas niable, en certains cas. Le terrible accident de la « radiodermite », qui frappe les radiologues de profession, ne l'est pas davantage. En sorte que le rayonnement de haute fréquence est une arme à double tranchant. Les physiologistes sont actuellement incapables d'expliquer cette contradiction.

Sans doute, ils ont observé que le rayonnement de haute fréquence attaque les cellules « néoplasiques » du cancer avec plus de facilité que les cellules normales d'un tissu sain. Et c'est pourquoi le dosage exact du rayonnement est d'une telle importance en radiothérapie (1). Pratiquement, le problème est de limiter l'irradiation à l'instant précis où l'action contre le tissu malade parvient « à saturation » et où son prolongement commencerait à devenir nuisible pour les cellules saines.

Devant cette merveilleuse action sélective des rayons de haute fréquence, qui semble distinguer en connaissance de cause le mal qu'il faut extirper et le tissu normal qu'il convient de respecter, Panglos l'optimiste se contenterait de prononcer : « Il s'agit d'une harmonie préétablie entre rayons et cellules. » La science ne peut se contenter de cette explication et le mystère de l'action sélective des rayons X demeure

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 179, page 425.

pour elle une énigme dont la compréhension projetterait certainement une lumière d'ensemble sur le fond même du problème physiologique — lequel consiste à élucider la mécanique profonde par laquelle les ondes lumineuses agissent sur les cellules vivantes.

Pour attaquer un travail aussi complexe, le physicien et le physiologiste doivent s'entraider. Et c'est, en effet, un physicien de très grande valeur, déjà connu de nos lecteurs, M. Holweck, travaillant en collaboration du docteur Lacassagne, son collègue à l'Institut du Radium, qui vient pour la première fois d'apporter une solution plausible à ce problème biophysique fondamental, de la « radiosensibilité cellulaire ».

## L'analyse statistique du « tir » des photons sur une troupe de cellules

Quand on irradie par rayons X des cellules parfaitement identiques et dans les mêmes conditions d'exposition pour chacune d'elles, on constate ceci :

1° Certaines de ces cellules sont immédiatement tuées par le rayonnement ;

2° D'autres ne le sont qu'au bout d'un certain temps après l'irradiation ;

3° D'autres, enfin, demeurent indemnes.

Jusqu'ici, cette différence de comportement demeurait inexplicable. En vain, le radiologue Bergonié a-t-il émis l'hypothèse d'une « différence de sensibilité » d'ordre indi-

viduel entre les cellules anatomiquement identiques. Ce n'est là qu'une explication différée.

Par contre, si l'on fait intervenir la théorie « quantique » du rayonnement, d'après laquelle chaque onde lumineuse n'est que le « pilote » d'un « corpuscule » d'énergie, la cellule nous apparaît comme une *cible* soumise à un bombardement et un groupe de cellules (le tissu) comme un bataillon essayant le feu.

Quels sont les effets d'un tir de mitrail-

foie ou le p $\ddot{u}$ mon perforés survivent un certain temps. Ceux qui, par miracle, échappent aux balles survivent tout à fait.

Si nous voulons considérer la cellule à ce même point de vue analogique, il faut qu'elle remplisse les deux conditions suivantes : qu'elle ait d'abord une *taille* dont l'ordre de grandeur lui donne quelques chances de passer indemne à travers la mitraille des photons, et qu'ensuite sa structure comporte des *régions particulièrement sensibles* (analogues au cœur ou au cerveau du fantassin)

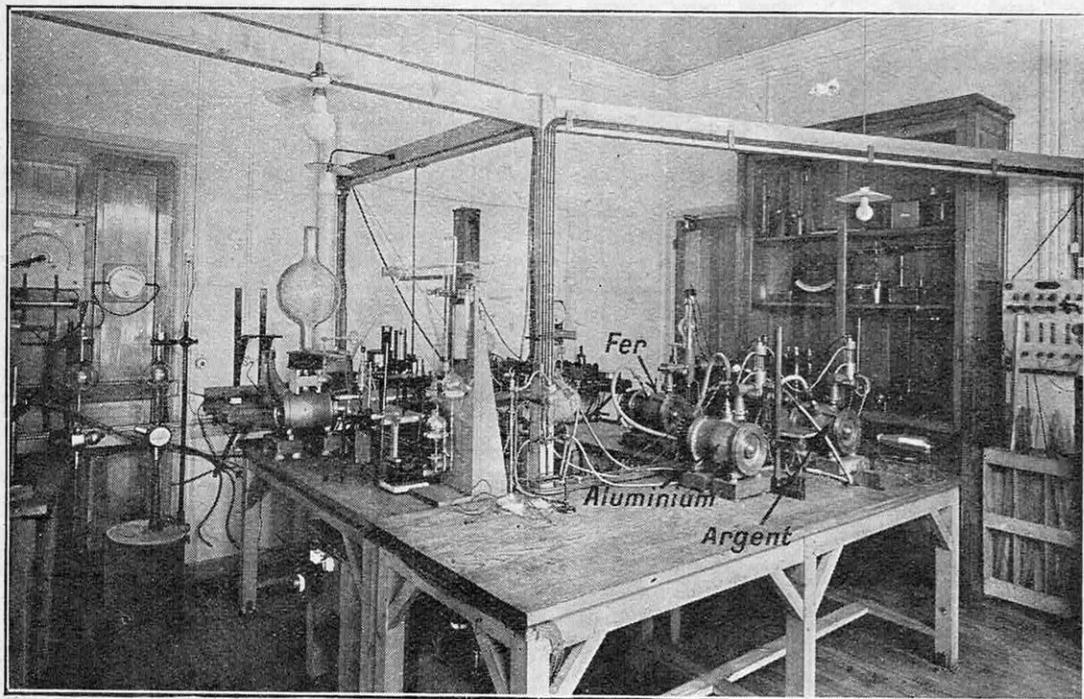


FIG. 1. — ENSEMBLE DE L'INSTALLATION OU M. HOLWECK POURSUIT MÉTHODIQUEMENT SES ÉTUDES CONCERNANT LA RADIOSENSIBILITÉ CELLULAIRE

Dans ce laboratoire, trois sortes de rayonnements X (fer, aluminium, argent) sont mis en œuvre.

leuse sur une troupe de fantassins ? Les uns sont tués raide ; les autres sont blessés et peuvent ne succomber à leurs blessures que bien longtemps après la bataille ; d'autres échappent.

N'est-ce pas ce qui advient, en première approximation, des cellules soumises au bombardement des corpuscules de lumière, les « photons » ?

Et ne peut-on pousser plus loin l'analogie ?

Si les fantassins d'une troupe soumise au tir de mitraille ont des sorts aussi divers, c'est qu'ils ont des organes corporels bien délimités dont l'importance vitale est très différente. Ceux qui sont touchés au cœur, au cerveau, tombent morts. Ceux qui ont le

dont la destruction par le bombardement lumineux entraîne sa mort brutale.

M. Holweck, qui connaît tous les secrets du bombardement quantique, a montré que certains microorganismes (algues, protozoaires, levures), premiers sujets de ses expériences, et, à *fortiori*, des cellules plus petites constituant les tissus vivants, sont d'un ordre de petitesse suffisant pour donner prise à un calcul statistique exact touchant l'efficacité du tir lumineux, c'est-à-dire pour révéler avec toute la certitude des probabilités mathématiques combien de cellules seront touchées et combien resteront indemnes sous un bombardement d'une densité donnée. En somme, le photon et la cellule sont « com-

parables » entre eux, tout comme un soldat et une balle de fusil.

Ensuite, les microorganismes possèdent des points sensibles « mortels », des *organites* dont le nombre et la grandeur permettent de calculer la probabilité des « morts immédiates » ; ces « organites » cellulaires ne sont autres que le « noyau » comportant dans sa masse la *chromatine* et les « centrosomes » (autour desquels s'effectue la prolifération cellulaire par scissiparité, dite « karyokinèse »). Certains êtres monocellulaires soumis aux expériences étant mobiles, possèdent (en outre des éléments précédents communs

ceux qui ne la touchent pas dans ses œuvres vives — où, par conséquent, elle continue de vivre comme si de rien n'était. Le « cytoplasme », qui constitue sa chair, répare spontanément les blessures reçues.

Ainsi, par une interprétation sagace du calcul des probabilités, le physicien possède, grâce aux renseignements que lui apporte son confrère le biologiste, tous les éléments pour interpréter le tir des photons sur une troupe de cellules.

Telle est du moins la vue théorique d'ensemble qui permet d'aborder le sujet encore si obscur de la radiosensibilité cellulaire.

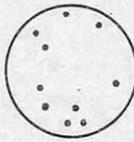
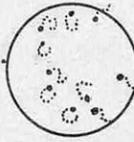
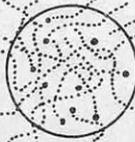
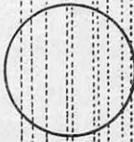
Nature du rayonnement	U.V.	Rayons X		Rayons $\alpha$
Longueur d'onde Parcours	3000 Å	8 Å	2 Å	3,9 cm air
Schema de l'effet élémentaire de 10 quanta ou de 10 particules (Cercle de 0,2 $\mu$ )				
Absorption:	Pas de trajectoire ionique moléculaire	Trajectoires de 0,04 $\mu$ avec 35 ions atomique	Trajectoires de 1 $\mu$ avec 174 ions atomique	1000 ions sur 0,2 $\mu$ (par $\alpha$ ) atomique

FIG. 2. — SCHÉMA INDIQUANT L'EFFET QUANTIQUE DU RAYONNEMENT

Etant supposé que dix quanta (photons) frappent une cible de 0,2 micron de diamètre composée de matière organique ; si les photons proviennent de l'ultraviolet (U. V.), ils sont absorbés par les molécules ; s'ils proviennent des rayons X, ils ne sont absorbés que par les atomes et ils donnent lieu à l'émission d'électrons, dont les trajectoires propres ionisent la substance sur les parcours indiqués dans le tableau. A droite : dix projectiles alpha du radium analysés du même point de vue.

à toutes les cellules) des *centres moteurs*. Un photon dans ces centres, et c'est la paralysie immédiate, tout comme lorsqu'une balle vient blesser certains ganglions nerveux.

Voilà donc la « cible » cellulaire « idéale » (que permet d'imaginer le calcul statistique) divisée en zones de plus en plus lâches, tout comme le schéma classique des cercles concentriques chers aux amateurs de tir.

Au centre, le « mille » représente les minuscules centres moteurs ; chaque fois qu'un photon tape « dans le mille », l'effet de paralysie est radical. La seconde zone, plus large, représente les cas, plus fréquents, où ce sont les centrosomes qui sont touchés. La troisième zone, encore plus large, symbolise les cas encore plus fréquents, où c'est la chromatine qui est atteinte. L'espace si étendu au delà de ce cercle figure les « coups ratés », en considérant comme tels non seulement ceux qui manquent la cellule, mais encore

Observons toutefois (nous le préciserons ci-après) que la blessure mortelle n'est pas « la moins probable ».

D'ailleurs, il nous reste à préciser la méthode de travail qui permet d'interpréter chaque cas particulier de l'expérience concrète, la seule chose qui compte, finalement.

### Où le tir se complique : les projectiles lumineux deviennent des shrapnells

Et, d'abord, il y a projectiles et projectiles.

Les « photons » sont des atomes de lumière dont l'énergie est proportionnelle à la fréquence, c'est-à-dire à l'inverse de la longueur d'onde lumineuse employée. Les photons de la lumière à grande longueur d'onde (visible ou infrarouge) agissent sur la troupe des cellules à peu près comme des balles de tennis sur une troupe de fantassins, simple jeu tonique, au demeurant.

Ce n'est qu'à partir des rayons ultraviolets que les photons deviennent assez énergiques pour provoquer des lésions cellulaires (nous connaissons les coups de soleil en montagne, lésions épidermiques, dues à l'ultraviolet de la lumière solaire, aux hautes altitudes). Si nous comparons les photons de rayons ultraviolets à des billes d'argile molle, ceux des rayons X devront évoquer des balles de fer doux et, dans la mesure où leur longueur d'onde décroît, des balles d'acier, puis des balles d'un plomb qui serait très dur. Ces projectiles sont, en conséquence, de plus en plus efficaces à mesure qu'ils se rapportent à des longueurs d'ondes plus courtes.

Par contre, la probabilité qu'ils ont de « toucher » décroît à mesure que croît cette efficacité. Une balle de mitrailleuse possède moins de chances qu'un boulet de canon de toucher un but précis.

A moins, toutefois, que le boulet ne soit un obus, un « shrapnell ». Et c'est ce qui arrive dès que les photons sont ceux des rayons X.

Un photon d'ultraviolet est absorbé par la molécule organique, qui l'encaisse à peu près comme un talus de sable encaisserait un boulet de l'artillerie de Napoléon. Au contraire, le photon de rayons X n'est pas arrêté par la molécule. Pour être absorbé, il lui faut rencontrer un obstacle plus dur, l'atome. Mais alors, il en détache un « éclat » qui fait, à son tour des ravages : cet éclat n'est autre qu'un électron extrait des couches profondes de l'atome. Celui-ci étant le plus

souvent du carbone en raison de la constitution des substances organiques, les électrons qu'il émet sous l'action « photoélectrique » proviennent de la couche K (1). L'électron expulsé parcourt la substance suivant un trajet rendu sinueux par les choqs qu'il subit et, chemin faisant, ces mêmes choqs « ionisant » un certain nombre d'autres

atomes (en expulsant, par ricochet leurs électrons superficiels). Ainsi, l'effet premier du photon X se répercute dans un chapelet de ricochets qui permettent bien d'assimiler l'action totale de ce « projectile » à celle d'un shrapnell.

Et ceci complique singulièrement l'évaluation « statistique » des effets du tir, telle que nous l'avons présentée dans une première simplification. En sorte qu'il ne suffit pas de connaître les dimensions respectives des volumes qu'occupent dans la cellule expérimentée la chromatine, les cen-

troosomes, tel centre moteur ou tout autre organe particulier, pour délimiter les « zones » de la cible idéale figurant la probabilité des lésions en raison de leur gravité. Il faut encore faire entrer en ligne de compte l'effet photoélectrique de la radiation expérimentée.

Si, par exemple, la radiation X utilisée est celle qui correspond à la raie K de l'aluminium (dans le spectre de haute fréquence),

(1) Nous rappelons que les couches électroniques K L M sont les plus rapprochées du noyau atomique. Ce sont les permutations de ces électrons (ou leur expulsion, ou leur capture) qui correspondent à l'absorption et à l'émission des rayons X (spectre de haute fréquence).

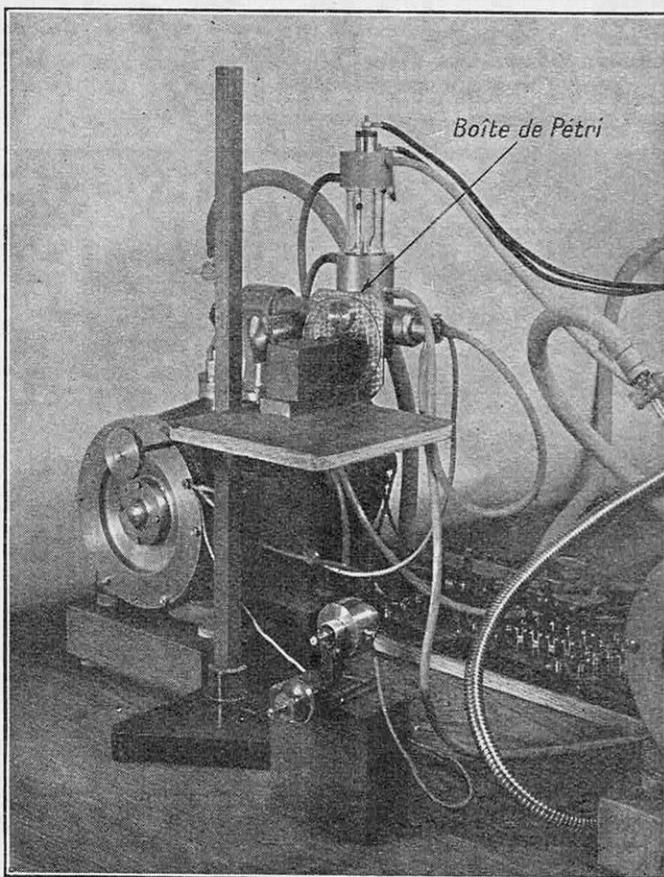


FIG. 3. — PHOTOGRAPHIE MONTRANT L'EMPLACEMENT DE LA BOÎTE DE « PÉTRI » SUR LE TUBE A RAYONS X. Les figures 9 et 10 indiquent le montage du tube lui-même.

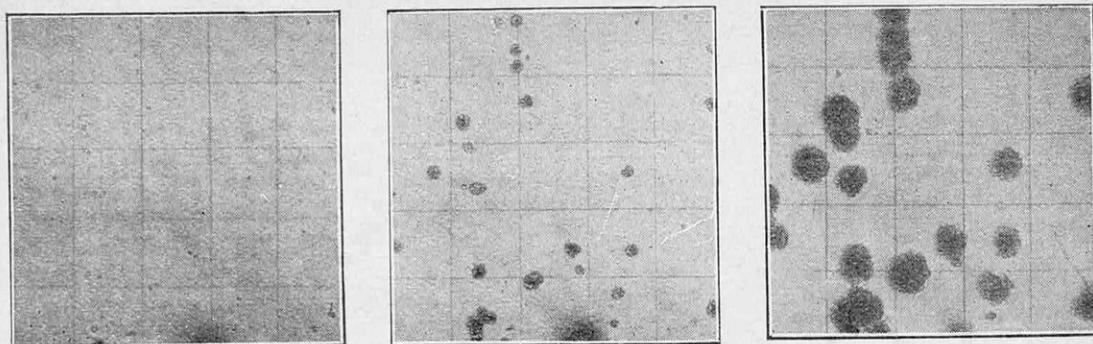


FIG. 4, 5, 6. — LES EFFETS D'UN RAYONNEMENT X SUR UNE CULTURE DE « POLYTOMA UVELLA »  
 A gauche : la culture avant l'exposition. On aperçoit, finement ponctués, les emplacements des microbes soigneusement repérés par le quadrillage du fond de la boîte de Pétri. Au milieu : la même culture après vingt-quatre heures d'exposition. On repère les polytoma qui sont restés en l'état premier (tués par le rayonnement) et ceux qui se sont multipliés. A droite : après quarante-huit heures d'exposition, l'état de la culture s'est encore modifié d'une façon considérable. — Les schémas suivants expliquent les effets constatés par ces photographies qui ont été effectuées, naturellement, sous le microscope.

c'est-à-dire 8 angströms (1), l'électron principal expulsé de l'atome fera, dans la substance organique, un trajet sinueux qui, développé, aurait quatre centièmes de micron et le long duquel seront semées 35 paires d'ions, distants en moyenne de 12 angströms.

Si la radiation incidente est K du fer (2 angströms), l'électron décrira une trajectoire moins sinueuse, de 1 micron et un dixième, comprenant 174 paires d'ions distants de 63 angströms.

A mesure que la longueur d'onde diminue, le parcours de l'électron expulsé ou « photo-électron » s'accroît, tandis que la possibilité d'absorption de la radiation elle-même (c'est-à-dire du photon) diminue. Dans les rayons X utilisés en radiothérapie profonde et, à plus forte raison, les rayons gamma du radium, ce processus prend une grande

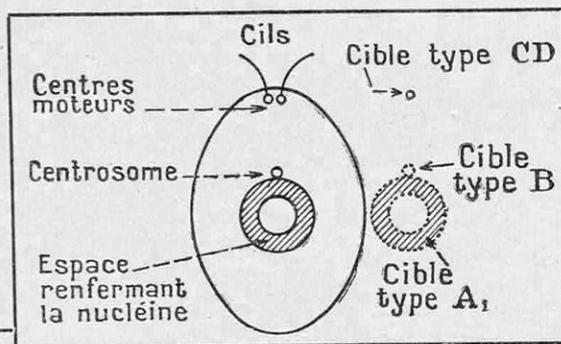
(1) L'angström vaut un dix-millième de micron, c'est-à-dire un dix-millionième de millimètre.

importance. Autrement dit, les photons des rayons X sont d'autant plus faciles à compter que leur longueur d'onde est plus courte : il n'est que de tenir compte de l'effet photo-électrique de ces projectiles autour de leurs impacts.

Moyennant quoi, le physicien et le biologiste peuvent enfin dessiner la cible des lésions cellulaires par ordre de gravité sous l'action du tir, c'est-à-dire de l'irradiation physiquement dosée (en intensité et en durée).

**Les résultats effectifs du tir coïncident exactement avec leurs résultats prévus**

Nous ne suivons pas M. Holweck dans les calculs par lesquels il obtient la configura-



tion des « cibles » statistiques, idéales, afférentes aux cultures microbiennes étudiées. Il nous faudrait entrer à sa suite dans l'application des probabilités aux observations expérimentales, ce qui dépasserait le cadre

FIG. 7. — TABLEAU SCHÉMATIQUE DES RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE HOLWECK

A gauche : les surfaces relatives occupées, dans un polytoma uvella, par les différentes substances ou les différents organites sensibles au rayonnement. A droite, les mêmes surfaces calculées par la statistique du tir dans l'expérience Holweck, en induisant les effets des projectiles (photons) sur les organites et les substances sensibles. Effets physiologiques constatés individuellement par la microphotographie, sous l'aspect de la mort ou de la survie individuelle des microbes. Il résulte de ce schéma que les cibles théoriques (de divers types suivant la substance ou l'organite qu'elles concernent), calculées statistiquement par M. Holweck, coïncident presque rigoureusement avec la cible des surfaces réelles observées sur un polytoma réel.

de cette revue. Contentons-nous de montrer l'exemple brut de l'une de ses réussites.

Elle a trait à l'étude d'un protozoaire, hôte du jus de raisin : *polytoma uvella*.

Ce « flagellé » a la forme d'une cellule ovoïde longue de 12 microns, large de 6, dont la mobilité (en milieu liquide) est assurée par deux grands cils qui représentent en quelque sorte ses nageoires.

Si nous rassemblons sur un même schéma les espaces respectivement occupés par la nucléine (chromatine du noyau), d'une part, et par le centrosome, d'autre part, et, fina-

les faits observés et interprétés par la théorie devra coïncider avec le tableau qui mesure, d'après le physiologiste, les surfaces cellulaires de radiosensibilités différentes.

Il n'y a qu'à considérer le résultat obtenu dans ce sens par M. Holweck à partir de ses expériences (côté droit de la figure schématique) pour constater que la coïncidence attendue se réalise de manière à peu près parfaite.

Cela constitue une confirmation éclatante de la théorie, qui, comme nous allons le voir, semble devoir être extrêmement féconde.

Type des lésions	Temps						Zônes sensibles	Interprétation
	initial	1 <sup>ère</sup> division		2 <sup>ème</sup> division				
A								
A <sub>1</sub>						lyse		Chromatine
B						lyse		Centrosome
C						lyse		Centre moteur
D						lyse		

FIG. 8. — TABLEAU MONTRANT LES EFFETS DES DIVERSES LÉSIONS DONT UN « POLYTOMA UVELLA » PEUT ÊTRE AFFECTÉ PAR LE TIR DES « PHOTONS »

Les divers types de lésion. A, B, C, D, se rapportent aux cibles du précédent schéma. On aperçoit comment (ligne A) un polytoma qui n'est pas touché se multiplie par karyokinèse, en progression géométrique. La ligne A<sub>1</sub> nous montre comment un polytoma, touché dans sa chromatine (ou nucléine), se divise une fois, mais, ensuite, meurt (lyse); la ligne B, comment un polytoma, touché dans ses centrosomes, grossit anormalement sans se diviser avant de tomber en lyse; la ligne C, comment le processus précédent est encore plus rapide, si ce sont les centres moteurs qui sont touchés. La ligne D montre le cas où un seul centre moteur est détruit : le polytoma survit en son état primitif, mais peu de temps.

lement, par les centres moteurs (dont le mouvement des cils dépend), nous obtenons le côté gauche de la figure 4, page 321. Telles sont, groupées distinctement, les surfaces de sensibilité différentes, la cible réelle que la nature offre au bombardement des photons: L'espace blanc correspond au cytoplasme, à peu près invulnérable, du corps cellulaire. (Le schéma ainsi réalisé est dû à des physiologistes spécialisés, MM. Entz et Volkonsky.) Si la théorie Holweck-Laccassagne est vraie, le bombardement uniforme d'un nombre suffisamment grand de protozoaires doit se traduire par les effets physiologiques annoncés et que l'observation devra enregistrer suivant une répartition statistique exactement semblable au schéma géométrique de leurs causes supposées.

Autrement dit, le tableau calculé d'après

### Voici le tableau détaillé de l'expérience et son interprétation

La technique mise en œuvre par MM. Holweck et Laccassagne, pour réaliser leurs expériences est la suivante :

On dilue uniformément une culture de la bactérie à étudier, à la surface d'une gelée nutritive contenue dans une boîte de Pétri sortie de coupelle ronde dont le fond est gradué en carrés uniformes, d'un centimètre de côté. Ce quadrillage permet de repérer avec minutie tous les incidents qui surviendront dans le « champ » irradié et de mesurer aussi la grandeur de ce champ, ce qui est indispensable pour connaître la quantité de photons qu'il reçoit.

La boîte de Pétri ainsi préparée est soumise à l'irradiation d'un tube à rayons X

dont l'anticathode est formée du métal nécessaire à l'obtention de la longueur d'onde désirée (sous le voltage prévu par les théories atomiques). C'est ainsi qu'un appareil donne la longueur d'onde correspondant à la raie *K* de l'aluminium ( $8 \text{ \AA}$ ) et un autre la longueur d'onde de la raie *K* du Fer ( $2 \text{ \AA}$ ) et un autre la raie *L* de l'Argent ( $4 \text{ \AA}$ ), etc. D'où la multiplicité des appareils que l'on aperçoit sur la photographie de l'installation générale (fig. 1, p. 318).

Deux photographies particulières montrent le détail des deux montages (*K* de l'*Al* et *K* des *Fe*).

Le premier temps de l'opération consiste à mesurer le flux du rayonnement appliqué par le moyen d'une chambre d'ionisation, méthode déjà expliquée dans cette revue, à maintes reprises (1). Le deuxième temps consiste à diriger ce rayonnement dûment mesuré sur la boîte de Pétri contenant les cultures à étudier, que l'on substitue à la chambre d'ionisation.

Après irradiation d'un certain nombre de champs à des doses différentes, on laisse la cellule (ici *polytoma uvella*) se développer et l'on photographie tous les jours ces différents champs. Par superposition des photographies obtenues, on établit les statistiques des lésions produites par les différentes doses de rayonnement.

Pour la cellule *polytoma uvella* (supposée

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 187, page 41.

mobile, car, si elle l'est réellement en milieu liquide, elle est immobilisée sur la gélose de la boîte de Pétri), on peut classer les lésions, suivant le tableau de la page 322 (fig. 8), en quatre types.

*Type A.* — La cellule reste, après irradiation aussi mobile qu'avant. Elle grossit

pendant la période végétative, puis elle accomplit une première division, mais les cellules filles sont stériles et la colonie entière entre en « lyse » (décomposition). Interprétation : la chromatine a été profondément lésée, bien que ni les centres moteurs, ni les centrosomes ne l'aient pas été.

*Type B.* — La cellule reste mobile, continue à s'accroître, mais sans se diviser. Elle acquiert même une taille anormalement grande (analogie avec les cellules géantes des néoplasmes cancéreux) et subit la lyse à cet état d'individu monstrueux. Interprétation : les

centrosomes seuls ont été lésés, empêchant ainsi la karyokinèse de se produire tout en laissant la croissance s'effectuer par nutrition normale.

*Type C.* — La cellule est rendue immobile par l'irradiation, continue à grossir, mais entre en lyse sans s'être divisée. Interprétation : les centrosomes et les centres moteurs ont été lésés.

*Type D.* — Après l'irradiation, la cellule rendue immobile entre en lyse, sans avoir présenté d'accroissement. Interprétation : les

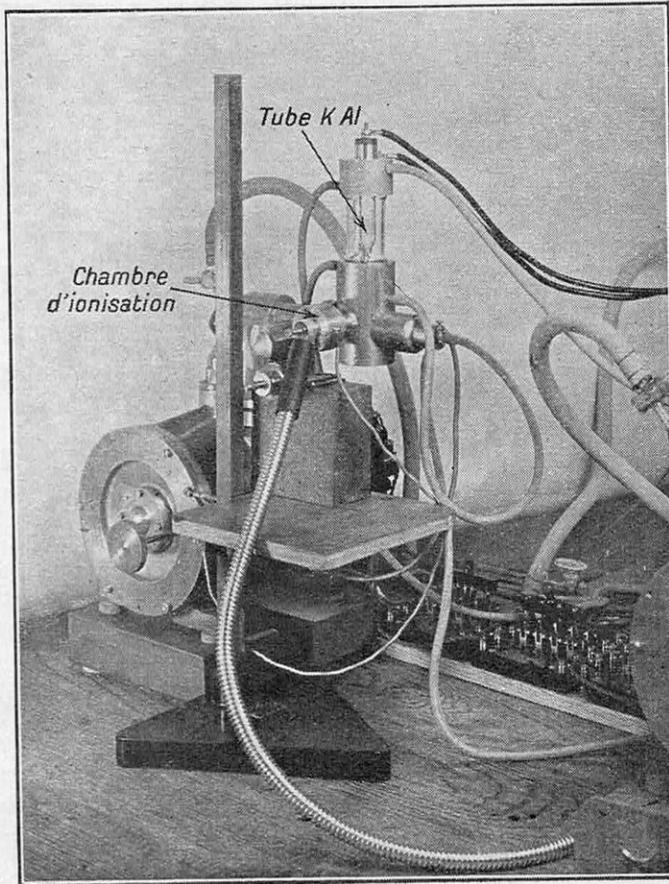


FIG. 9. — VOICI LE TUBE A VIDE QU'ON UTILISE POUR PRODUIRE LES RAYONS X DE LONGUEUR D'ONDE DE HUIT ANGSTROMS (RAIE K DE L'ALUMINIUM)

Le rayonnement est étalonné, avant l'expérience, par une chambre d'ionisation placée devant l'anticathode, au même emplacement que viendra prendre, par la suite, la boîte de Pétri.

centres moteurs et les centrosomes ont été détruits, ainsi que la chromatine nécessaire à l'accroissement individuel.

Rarement un tableau d'expérience présente des renseignements aussi nets d'après une théorie aussi claire.

Afin d'être complets, nous devons observer que de ces expériences ressort une « définition quantitative » de la radiosensibilité cellulaire, autrement précise que la définition empirique actuellement usitée par les praticiens radiothérapeutes. Cette radiosensibilité se mesure par le volume de la cible (correspondant à une lésion déterminée et à la longueur d'onde employée et par le nombre minimum  $S$  de photons devant être absorbés par cette cible pour accuser la lésion.

### L'avenir de la méthode

Lorsque la longueur d'onde diminue, le volume de la cible augmente et le nombre  $S$  peut varier également. Il est donc difficile de prévoir comment, pour une même énergie absorbée, variera l'action biologique en fonction de la longueur d'onde. Chaque type de cellule ou chaque type de lésion devra donc être étudié isolément.

Ceci nous montre que si la voie ouverte par les travaux de MM. Holweck et Lacassagne est tracée avec précision, le domaine qu'elle invite à explorer demeure immense.

Et, notamment, la méthode n'est pas encore au point qui permettra d'étudier aussi aisément que *polytoma uvella* les cellules cancéreuses, ou autres, inséparables, dans l'état actuel de la technique, de la masse des tissus.

N'empêche que la généralité de la méthode s'impose. La conception démon-

trée juste de MM. Holweck et Lacassagne tranche définitivement les discussions depuis longtemps amorcées des « points de chaleur » auxquels, suivant la théorie de l'action « continue » des radiations sur les cellules, celles-ci emmagasinaient leur énergie sous forme thermique jusqu'à ce que, certain « point » de saturation étant atteint, la cellule entre en lyse à la manière dont un corps entre en fusion.

La réalité, c'est que la vie réagit à l'énergie physique, tout comme la matière, *par discontinuités*. Et si nous nous souvenons qu'une certaine ionisation est

nécessaire à l'entretien de la vie d'un cœur de poulet dans son sérum artificiel ; si nous pensons encore que le rayonnement cosmique entretient une telle ionisation au sein de notre milieu organique intérieur, nous ne pouvons nous empêcher de voir dans les expériences Holweck-Lacassagne le premier soulèvement partiel du voile qui nous cache encore le mystère des origines physiques de la vie.

J. LARADIÉ.

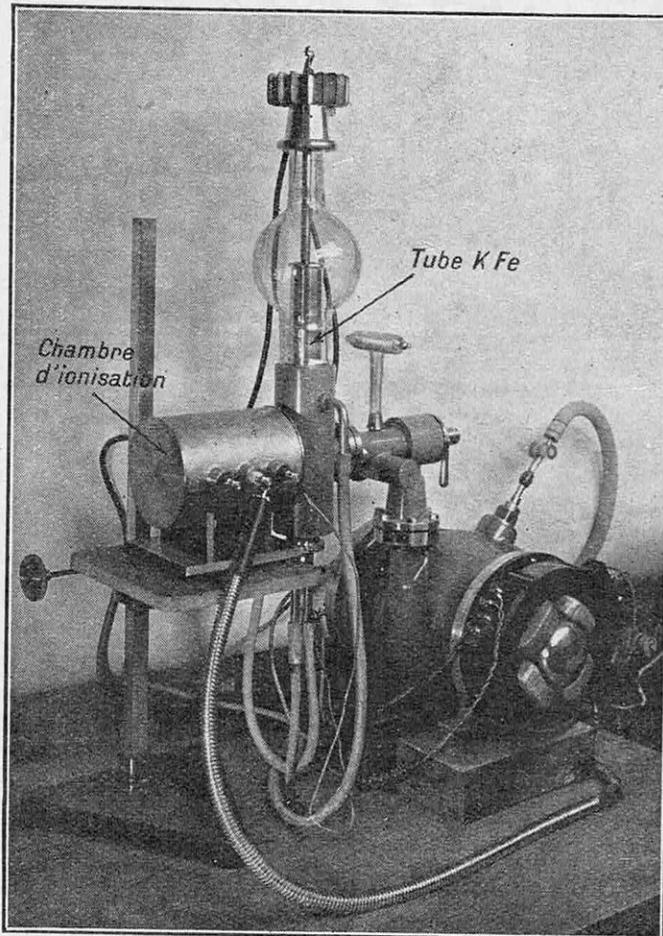
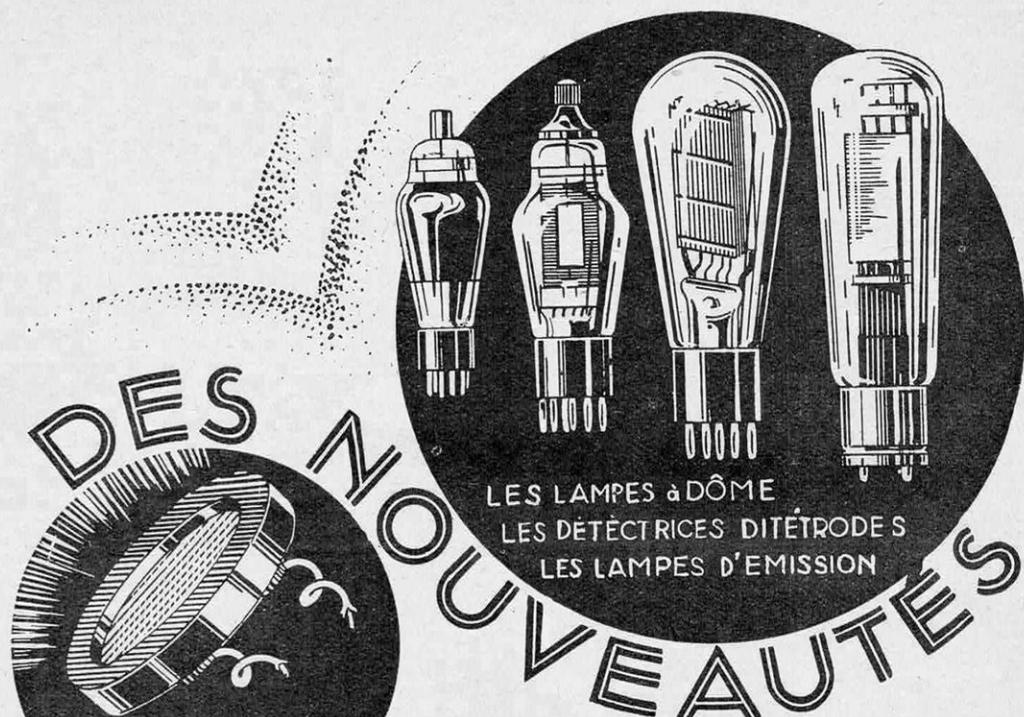


FIG. 10. — VOICI UN AUTRE TUBE A VIDE PRODUISANT LA RADIATION K DU FER (2 ANGSTRÖMS)

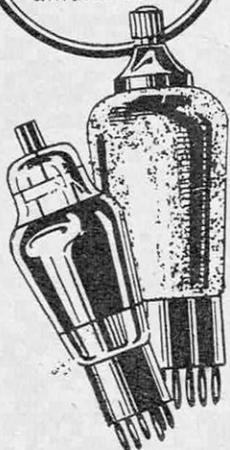
*L'appareil diffère beaucoup du précédent. Cet exemple montre quelle variété de matériel exigent les recherches de M. Holweck.*



LES PHOTO-ÉLÉMENTS

LES LAMPES à DÔME  
LES DÉTECTRICES DITÉTRODES  
LES LAMPES D'ÉMISSION

et  
toute la série  
des nouvelles  
LAMPES  
européennes et  
américaines



Pour compléter sa série imposante de lampes réceptrices, TUNGSRAM vous présente des nouveautés du plus haut intérêt

**Les lampes à dôme** dont le montage rigoureusement rigide supprime les sifflements et les modifications de caractéristiques.

**Les ditétrodes**, détectrices extraordinairement pures et puissantes, grâce à leur construction spéciale

**Les lampes d'émission** de 15, 40 et 75 watts

**Les photo-éléments**, véritables « piles à lumière » qui transforment en courant l'énergie lumineuse, sans source extérieure. Ces petits appareils peuvent recevoir de nombreuses applications en photométrie, signalisation, etc.

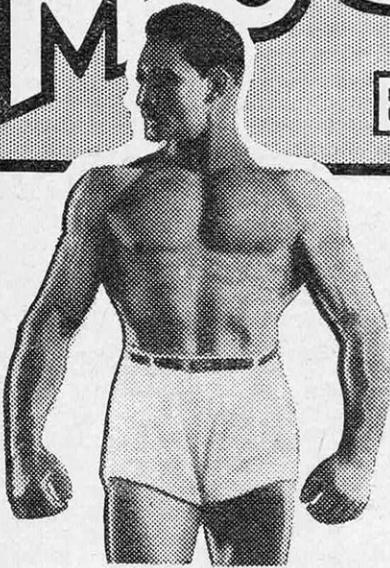
Équipez votre poste avec les nouvelles lampes TUNGSRAM. Il sera transformé au delà de toute expression.

# TUNGSRAM

66, Rue de Bondy, PARIS

15, Rue du Marché-aux-Porcs, BRUXELLES

# DES MUSCLES EN 30 JOURS



## NOUS LE GARANTISSONS

### NOUS AGISSONS ÉGALEMENT SUR VOS ORGANES INTÉRIEURS

Nous vous ferons heureux de vivre ! Vous serez mieux et vous vous sentirez mieux que jamais vous ne l'avez été auparavant. Nous ne nous contentons pas seulement de donner à vos muscles une apparence qui attire l'attention : ce serait du travail à moitié fait. Pendant que nous développons extérieurement vos muscles, nous travaillons aussi ceux qui commandent et contrôlent les organes intérieurs. Nous les reconstituons et nous les vivifions, nous les fortifions et nous les exerçons. Nous vous donnerons une joie merveilleuse : celle de vous sentir pleinement en vie. Une vie nouvelle se développera dans chacune de vos cellules, dans chacun des organes de votre corps, et ce résultat sera très vite atteint. Nous ne donnons pas seulement à vos muscles la fermeté dont la provenance vous émerveille, mais nous vous donnons encore l'*Energie*, la *Vigueur*, la *Santé*. Rappelez-vous que nous ne nous contentons pas de promettre ; nous garantissons ce que nous avançons. *Faites-vous adresser par le Dynam Institut le livre gratuit : Comment former ses muscles.* Retournez-nous le coupon ci-joint dès aujourd'hui, ce livre vous fera comprendre l'étonnante possibilité de développement musculaire que vous pouvez obtenir. Vous verrez que la faiblesse actuelle de votre corps est sans importance, puisque vous pouvez rapidement développer vos forces musculaires avec certitude. Ce livre est à vous : il suffit de le demander. Il est gratuit, mais nous vous prions de bien vouloir joindre 1 fr. 50 en timbres-poste pour l'expédition. Une demande de renseignements ne vous engage à rien. Postez le bon dès maintenant pour ne pas l'oublier.

C'est avec juste raison que on nous appelle les "Constructeurs de muscles". En trente jours, nous pouvons transformer votre corps d'une manière que vous n'auriez jamais crue possible. Quelques minutes d'exercice chaque matin suffisent pour augmenter de 4 centimètres les muscles de vos bras et de 12 centimètres votre tour de poitrine. Votre cou se fortifiera, vos épaules s'élargiront. Avant même que vous ne vous en aperceviez, les gens se retourneront sur votre passage. Vos amis se demanderont ce qui vous est arrivé. Peu importe que vous ayez toujours été faible ou mince : nous ferons de vous un homme fort, et nous savons que nous pouvons le faire. Nous pouvons non seulement développer vos muscles, mais encore élargir votre poitrine et accroître la capacité de vos poumons. A chaque respiration, vous remplirez entièrement vos poumons d'oxygène, et votre vitalité ne sera pas comparable à ce qu'elle était auparavant.

## ET EN CENT CINQUANTE JOURS

Il faut compter cent cinquante jours pour mener à bien et parfaire ce travail ; mais, dès le trentième jour, les progrès sont énormes. Au bout de ce temps, nous vous demandons simplement de vous regarder dans une glace. Vous verrez alors un tout autre homme. Nous ne formons pas un homme à moitié. Vous verrez vos muscles se gonfler sur vos bras, vos jambes, votre poitrine et votre dos. Vous serez fier de vos larges épaules, de votre poitrine arrondie, du superbe développement obtenu de la tête aux pieds.

## BON GRATUIT

(à découper ou à recopier)

DYNAM INSTITUT, Service T 25  
Rue La Condamine, 14 - Paris (17<sup>e</sup>)

Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement de ma part votre livre intitulé **COMMENT FORMER SES MUSCLES**, ainsi que tous les détails concernant votre garantie. Ci-inclus 1 fr. 50 en timbres-poste pour les frais d'expédition.

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

# CE QUE L'INDUSTRIE PEUT ATTENDRE D'UNE DÉCOUVERTE DE PHYSIQUE MATHÉMATIQUE

## La « Mécanique ondulatoire » au service de la Métallurgie et de la Chimie

Par J.-J. TRILLAT

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BESANÇON  
MAITRE DE RECHERCHES

*La théorie scientifique se propose d'expliquer les phénomènes d'observation en les rattachant à des lois fondamentales qui en conditionnent l'évolution. L'expérimentation, en utilisant ces lois, se propose, au contraire, de faire progresser la science pure et appliquée, et c'est là le rôle essentiel des recherches de laboratoires. Seules, les théories qui ont résisté à l'expérience sont considérées — jusqu'à nouvel ordre — comme constituant les assises de la connaissance humaine. M. Louis de Broglie, en attachant son nom aux recherches de la « mécanique ondulatoire », qui lui ont valu le Prix Nobel de physique de 1929 (1) et son élection toute récente à l'Académie des Sciences — à quarante ans — nous ouvre des horizons pleins de promesses. Nous avons tenté d'exposer ici (2) quels étaient les fondements et les espérances de cette théorie — d'ailleurs peu accessible au grand public — qui, en combinant sous une forme synthétique les anciennes hypothèses des émissions et des ondulations, considère les rayonnements variés comme constitués par des corpuscules accompagnés d'une « onde pilote ». On sait que la physique moderne repose tout entière sur les phénomènes des radiations. Il en résulte que les émissions d'électrons, par exemple, tels que les rayons cathodiques, les rayons bêta du radium, se plient aux lois qui régissent la propagation des ondes et, par conséquent, peuvent être « diffractés ». L'expérience a pleinement confirmé cette manière de concevoir. Mais, à son tour, la diffraction des électrons a permis de pousser plus avant nos investigations dans le domaine de la constitution même de la matière. Ces investigations ont été fécondes, et l'on peut affirmer non sans fierté que les résultats obtenus révolutionnent déjà les interprétations scientifiques et les applications techniques. La métallurgie notamment y a trouvé un nouveau moyen fort précieux de scruter la matière et de contrôler le métal. Jusque dans le chapitre si important des lubrifiants, — chapitre capital depuis la construction de machines de plus en plus rapides, — l'étude « électronique » des graisses et des huiles a contribué à enrichir nos connaissances sur le graissage. Les phénomènes catalytiques eux-mêmes, qui ont bouleversé, ces derniers temps, la chimie industrielle, font appel à cette théorie, comme on le verra par la suite, et seront peut-être, grâce à celle-ci, expliqués rationnellement... Il n'y a pas de solution de continuité entre la théorie et la pratique, il y a la recherche scientifique pure qui, dégagée des contingences, se prolonge un jour par des bouleversements grandioses jusque dans l'œuvre du praticien. L'article ci-dessous a été rédigé à notre intention par l'un des collaborateurs les plus éminents de la famille de Broglie, qui comprend deux savants dont les travaux font actuellement autorité : le duc Maurice de Broglie, membre de l'Académie des Sciences depuis déjà longtemps, collaborateur à La Science et la Vie, et son frère, le prince Louis de Broglie, dont la renommée est aujourd'hui universelle, au même titre qu'Einstein.*

**L**E sujet dont je désire entretenir les lecteurs de *La Science et la Vie* est peut être un peu ardu. Il s'agit là, cependant, de phénomènes relativement simples et tout à fait fondamentaux au point de vue de la physique moderne, phé-

nomènes qui n'ont été découverts que très récemment, à la suite des travaux de Louis de Broglie, qui lui ont valu le Prix Nobel et son élection à l'Académie des Sciences.

Je vais tenter, dans les lignes qui vont suivre, d'expliquer quelle a été la genèse de cette découverte et quelles en ont été les principales conséquences, tant du point de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 151, page 21.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 369.

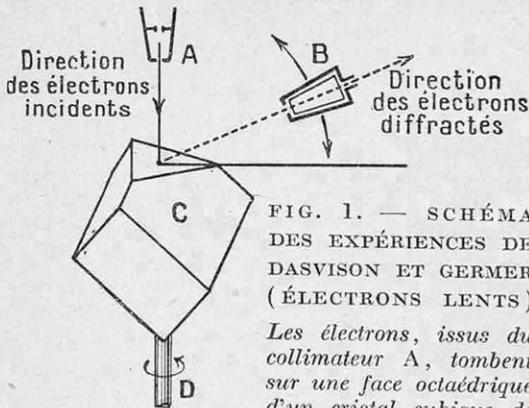


FIG. 1. — SCHÉMA DES EXPÉRIENCES DE DASVISON ET GERMER (ÉLECTRONS LENTS)

Les électrons, issus du collimateur A, tombent sur une face octaédrique d'un cristal cubique de

nickel C, qui peut tourner autour d'un axe D. Les électrons sont diffractés suivant certaines directions privilégiées, que l'on repère au moyen d'une chambre d'ionisation B mobile. Chaque fois que celle-ci se trouve dans la direction exacte d'un rayon diffracté, on enregistre un fort accroissement du courant dans la chambre d'ionisation.

vue de la vérification des théories que des applications nouvelles.

L'électron est, comme tout le monde le sait, la particule ultime d'électricité ; comme l'atome, il est insécable ou, du moins, on n'est pas parvenu jusqu'ici à isoler des particules plus petites que lui. L'électricité est de nature granulaire, et ce sont précisément les électrons qui constituent ces granules, tous identiques. L'électron est l'atome d'électricité négative, dont la charge est égale à  $4,7 \times 10^{-10}$  U. E. S., comme l'a montré le physicien Millikan.

Sa masse au repos est de  $9 \times 10^{-28}$  grammes ; je dis au repos, car l'on sait, depuis la théorie de la relativité, que la masse d'une particule matérielle en mouvement augmente avec sa vitesse (1). Selon les idées de Louis de Broglie, tout point matériel est « accompagné » d'une onde qui occupe tout l'espace, dont il est une singularité. Par conséquent, toute particule matérielle animée d'une certaine vitesse doit être considérée comme liée à un système d'ondes associées. On peut alors se poser la question suivante : quelle est la longueur d'onde correspondant au déplacement d'une particule matérielle animée d'une vitesse déterminée ?

Cela a été le point fondamental des magnifiques recherches de Louis de Broglie, que d'établir précisément une formule très simple reliant la vitesse de la particule et sa masse à la lon-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 460.

gueur d'onde associée. Cette formule classique  $\lambda = h/mv$  ( $h = 6,55.10^{-27}$ ) indique que la longueur d'onde associée  $\lambda$  est d'autant plus petite que la vitesse de la particule et sa masse sont plus grandes.

A titre d'exemple, un atome de lithium soumis à l'agitation thermique à une température de  $600^\circ$  est accompagné d'une onde associée de longueur d'onde 917 unités X, l'unité X étant égale à un millième d'angström (1 angström = un dix millionième de millimètre). De même un atome d'hydrogène à  $0^\circ$  s'accompagne d'une onde de 1.317 X.

On peut aussi utiliser comme particules matérielles des ions ou des électrons dont la vitesse est obtenue en les plaçant dans un champ électrique. Si, par exemple, on considère un électron que l'on soumet à une différence de potentiel de 100 volts, l'électron prendra une certaine vitesse et se dirigera vers l'électrode positive et sa longueur d'onde associée sera de 1.224 X.

Pour 10.000 volts, celle-ci sera de 121 X ; pour 100.000 volts, de 37 X, etc...

Il importe ici de faire une remarque importante. On sait que les rayons X sont produits précisément par des électrons accélérés par des différences de potentiel de l'ordre de celles que j'ai citées, et qui viennent frapper une substance métallique où toute leur énergie se trouve absorbée. Et ce faisant, ils provoquent l'apparition d'un rayonnement de nature ondulatoire, dont la longueur d'onde dépend aussi de la vitesse des électrons, c'est-à-dire de la différence de potentiel.

Mais, à voltage égal, les longueurs d'onde des rayons X sont bien plus grandes que celles associées à l'électron en mouvement. C'est ainsi, par exemple, que les rayons X produits par une ampoule fonctionnant sous 10.000 volts, ont une longueur d'onde

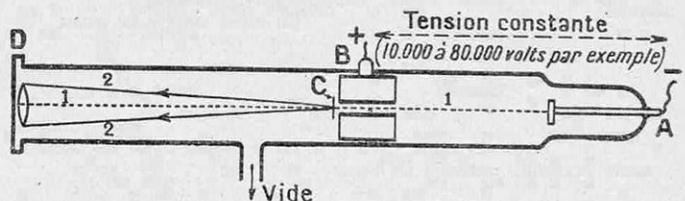


FIG. 2. — SCHÉMA D'UN APPAREIL POUR L'ANALYSE AU MOYEN DE LA DIFFRACTION DES ÉLECTRONS

A, cathode ; B, collimateur métallique jouant le rôle d'anticathode ; C, substance à analyser, présentée sous forme d'un film très mince ; D, écran fluorescent ou plaque photographique ; 1, 1, faisceau d'électrons non diffractés ; 2, 2, électrons diffractés répartis suivant les génératrices de cônes concentriques. Au lieu de faire traverser aux électrons la substance C, on peut aussi les faire réfléchir à sa surface, ce qui supprime l'inconvénient de l'emploi de films très minces.

de 1.240 X, au lieu de 121 X pour les électrons de cette vitesse. De tout cela, il résulte que les longueurs d'onde associées aux électrons de vitesse moyenne ou grande, — que nous considérerons surtout ici — sont de l'ordre de celles des rayons X pénétrants ou des rayons  $\gamma$  du radium.

Mais tout ceci n'est, jusqu'ici, que théorie et résulte des lois de Louis de Broglie. On sait que cette idée de l'« onde associée » a conduit au développement de la nouvelle mécanique ondulatoire, dans laquelle c'est l'optique physique de l'onde associée qui

diffraction des électrons, comme d'ailleurs des protons ou des ions, est d'une importance capitale, puisqu'elle permet de confirmer la théorie.

C'est à la recherche de cette preuve expérimentale que se sont attelés tout d'abord les physiciens ; ce n'est qu'ensuite que sont venues les applications de toutes sortes, conséquences de ces expériences.

Je vais donc commencer par résumer rapidement les recherches destinées à asseoir la théorie, pour parler ensuite de quelques-unes des applications de la diffraction des électrons.

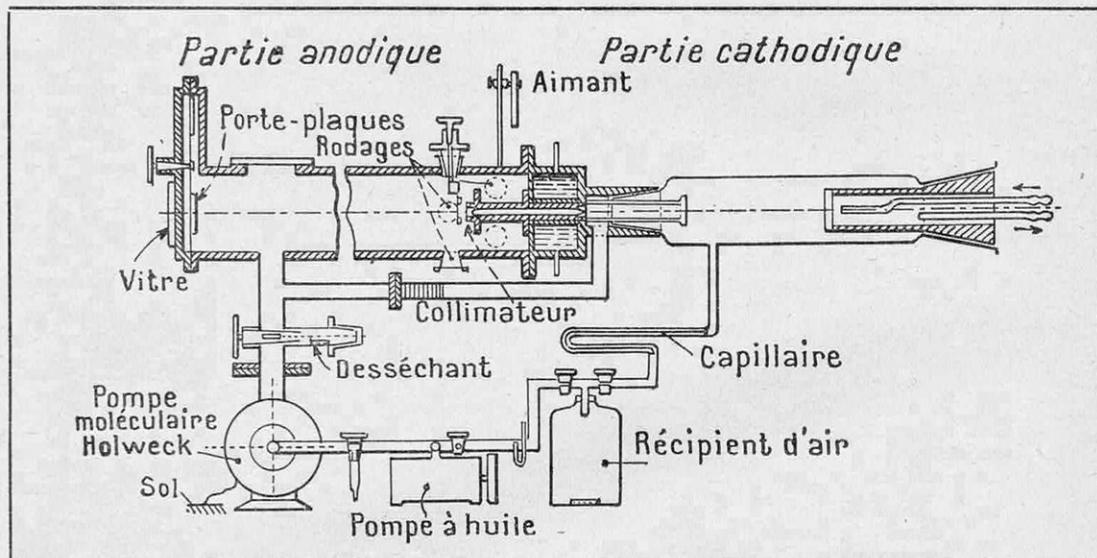


FIG. 3. — SCHÉMA D'UN APPAREIL POUR L'ÉTUDE DE LA DIFFRACTION DES ÉLECTRONS, MIS AU POINT PAR M. J.-J. TRILLAT, DANS LES LABORATOIRES DE M. MAURICE DE BROGLIE. A droite, la partie productrice d'électrons (cathode) portée à un potentiel négatif de l'ordre de 30 à 50 kilovolts. A gauche, partie anodique (chambre de diffraction) mise au sol.

règle la mécanique du point ; grâce à cette idée, il devient nécessaire de s'habituer à ce fait, de prime abord paradoxal, à savoir qu'un corpuscule en mouvement est accompagné d'une onde, et que, par conséquent, les phénomènes que les ondes ont l'habitude de produire, comme les interférences, la diffraction, la polarisation, doivent être aussi produits, en quelque sorte indirectement, par ces particules en mouvement.

Ainsi peuvent être réunies en un ensemble harmonieux les fameuses théories sur l'émission de la lumière, — grains de lumière et ondulations — de même que les phénomènes qui ne pouvaient s'interpréter, soit que par la théorie ondulatoire, soit que par les théories quantiques.

D'après ces notions que je m'excuse de rappeler rapidement, l'on comprend aisément que l'existence expérimentale d'une

### Preuves expérimentales de la théorie de Louis de Broglie : la diffraction des électrons (1)

Immédiatement après les recherches théoriques de Louis de Broglie, on a cherché à mettre effectivement en évidence l'existence de ces ondes associées à un corpuscule en mouvement et à mesurer leur longueur d'onde.

Pour cela, on pouvait disposer, comme nous l'avons dit, soit des atomes ou molécules, soit d'ions ou d'électrons accélérés. Pour des raisons de commodité expérimentales, ce sont ces derniers que l'on a surtout choisis.

Ce sont deux physiciens américains,

(1) Voir à ce sujet : *Les preuves expérimentales de la mécanique ondulatoire : diffraction des électrons, des atomes et des molécules*, par J.-J. TRILLAT.

Davisson et Germer, qui, les premiers, réalisèrent, en 1927, l'expérience fondamentale qui devait confirmer les lois de Louis de Broglie. Ils réussirent à vérifier celles-ci et à établir également, pour les électrons, l'existence d'un indice de réfraction, ainsi que leur possibilité de diffraction, ce qui établissait d'une façon indiscutable la réalité des ondes associées.

Pour cela, ils firent des expériences analogues à celles qu'on fait avec les rayons X, au moyen des cristaux. En envoyant sur une face d'un cristal de nickel (fig. 1) un pinceau d'électrons de vitesse constante, ce pinceau se trouve diffracté seulement dans certaines directions, que l'on peut déceler soit sur une plaque photographique, soit avec une chambre à ionisation. La position des taches ainsi obtenues peut se déduire, à partir de la longueur d'onde associée calculée par la formule de Louis de Broglie, par des considérations absolument analogues à celles utilisées en optique ondulatoire. Ainsi se trouve vérifiée l'exactitude des théories de Louis de Broglie et se trouve établi expérimentalement qu'un faisceau matériel, constitué par des grains matériels, peut être diffracté comme des ondes.

Depuis ces expériences mémorables, un certain nombre de chercheurs ont poussé plus loin ces travaux. On a, en particulier, apporté une précision extrême à la mesure des longueurs d'onde correspondant aux diverses vitesses des électrons, en faisant intervenir les corrections de relativité. Entre autres choses, c'est là une méthode excellente pour mesurer la vitesse de la lumière, pour déterminer la valeur du rapport  $\frac{e}{m}$ , la charge de l'électron ou la cons-

tante de Planck  $h$ . Les derniers travaux dans ce domaine datent d'à peine quelques mois ; ils tendent maintenant à faire place davantage aux applications diverses de la diffraction des électrons, qualifiée quelquefois d'« analyse électronique ».

### Quelques mots sur la technique de la diffraction des électrons

Avant d'en parler, il est nécessaire que je décrive en quelques mots la technique utilisée. En principe, celle-ci est très simple :

il suffit de produire un faisceau fin d'électrons animés d'une vitesse constante, et de les faire tomber à la surface ou à travers une mince couche de la substance que l'on veut étudier. En pratique, la méthode est un peu plus compliquée : tout doit, en effet, se passer dans un vide aussi poussé que possible, ce que l'on réalise au moyen de puissantes pompes moléculaires ou à diffusion de vapeur de mer-

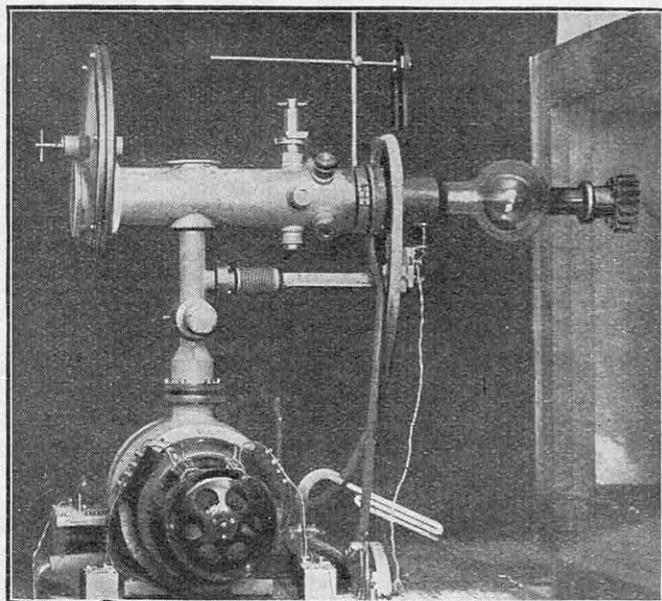


FIG. 4. — RÉALISATION D'UN APPAREIL POUR LA DIFFRACTION D'ÉLECTRONS RAPIDES (J.-J. TRILLAT)

*A droite, la partie cathodique. A gauche, la chambre de diffraction montée sur une pompe moléculaire de Holweck.*

cure ou d'huile. La source d'électrons est ordinairement constituée par un filament chauffé à l'incandescence dans le vide. Ce filament est porté à un potentiel négatif ; en face de lui se trouve un bloc métallique porté à un potentiel positif. Les électrons sont alors extraits du filament, accélérés dans le champ électrique, et viennent se précipiter sur le bloc métallique ; jusque-là, on a construit un simple tube à rayons X.

La seule différence consiste en ce que le bloc métallique ou anticathode est percé d'un trou très fin, de 1 à 2 dixièmes de millimètre, par exemple (fig. 2 et 3). Une partie des électrons issus du filament passera alors par ce trou et sortira de l'autre côté sous forme d'un mince faisceau. Il suffira de placer, toujours dans le vide, sur le trajet de ce faisceau, la substance à étudier, pour

observer les phénomènes de diffraction dont nous avons parlé.

Pour obtenir une vitesse constante des électrons, on utilise une différence de potentiel constante : on pourrait prendre une machine à influence de Wimshurt, mais, à cause de son faible débit, on préfère prendre un générateur à tension constante tels que ceux utilisés couramment en radiologie.

La puissance nécessaire est, d'ailleurs, très faible ; alors que les rayons X demandent pour l'étude des cristaux plusieurs centaines de watts, quelques watts suffisent ici. De plus, avec les rayons X, il faut poser des heures entières pour enregistrer un diagramme ; ici, avec les électrons, une fraction de seconde suffit généralement, et les phénomènes sont rendus visibles sur des écrans fluorescents au sulfure de zinc, par exemple, ce

qui constitue en outre un avantage énorme. La figure 3 représente le schéma et la figure 4 la réalisation d'un appareil que j'ai mis au point, il y a un an et demi environ, au laboratoire de M. de Broglie.

### Comparaison entre l'analyse électronique et l'analyse par les rayons X

Les résultats obtenus par l'emploi de la diffraction des électrons relativement à l'investigation de la matière ressemblent par beaucoup de points à ceux que donnent

les rayons X ; ceci se conçoit aisément, puisqu'au fond, le phénomène est le même et qu'il se résume en une diffraction d'ondes.

Les diagrammes obtenus, que l'on interprète au moyen de méthodes que je ne peux décrire ici, permettent l'étude de la structure des substances examinées.

Mais les électrons présentent, par rapport aux rayons X, des différences importantes.

En effet, à l'inverse de ceux-ci, ils sont extrêmement absorbables par la matière, de sorte qu'ils ne donnent de renseignements que sur l'état *tout à fait superficiel* des corps, ou tout au moins sur l'état des couches *très minces*, alors que les rayons X donnent plutôt des renseignements sur l'état interne.

Grâce à cette propriété qui complète heureusement celles des rayons X, il devient possible d'avoir une idée sur l'état et

la nature des surfaces, et l'on sait que c'est là une des choses essentielles pour la chimie et la physique, puisque ce sont précisément aux surfaces qu'ont lieu les réactions chimiques, l'adsorption, la catalyse. On a donc, grâce à la diffraction des électrons, un moyen puissant d'aborder ces problèmes si intéressants, non seulement au point de vue théorique, mais encore au point de vue technique.

Ce n'est pas tout ; grâce à la finesse des pinces électroniques, grâce aussi à l'intensité des phénomènes observés, l'on peut

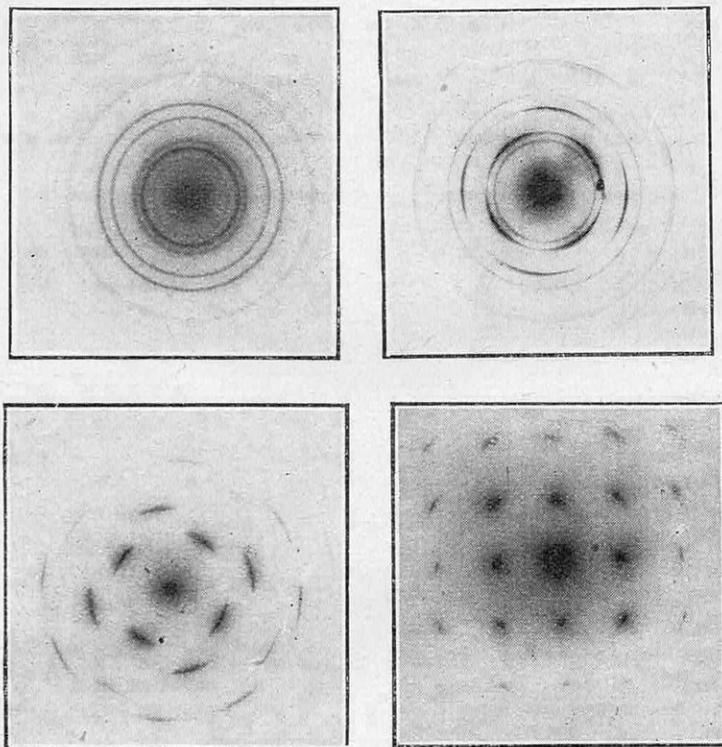


FIG. 5. — VOICI DIFFÉRENTS DIAGRAMMES ÉLECTRONIQUES (ELECTRONS DE 40 KILOVOLTS)

*En haut, à gauche, diagramme d'une feuille d'or obtenue par dépôt électrolytique : structure microcristalline confuse, les cristaux sont répartis absolument au hasard. En haut, à droite, diagramme d'or battu : structure fibreuse, cristaux déformés. En bas, à gauche, or battu : cristaux peu déformés. En bas, à droite, platine : cristal unique ; on voit apparaître nettement la symétrie quaternaire du cristal.*

également étudier la structure de très fins cristaux contenus, par exemple, dans une feuille d'or battu, dans un film métallique très mince obtenu par électrolyse ou par dépôt cathodique, dans des films d'acides gras, de paraffine, de nitrocellulose, et réaliser ainsi, en quelque sorte, une auscultation cinématographique de la constitution de ces lames minces.

Je vais maintenant donner quelques exemples de ces applications.

### Applications diverses de la diffraction des électrons

Tout d'abord, la diffraction des électrons permet l'étude des structures cristallines, de l'orientation des cristaux, de leur grosseur aussi. Pour citer un exemple, il devient ainsi possible d'étudier les transformations que subit un métal *par le travail mécanique* et par le recuit : c'est ainsi qu'au laboratoire de M. de Broglie, j'ai pu tout dernièrement, étudier, en chacun de ses points, la structure des feuilles métalliques obtenues par martelage, par laminage ou par dépôt électrolytique (fig. 5); on tire ainsi un grand nombre de renseignements sur l'influence de ces divers traitements sur la constitution intime du métal, en relation avec les propriétés mécaniques, par exemple.

Les clichés tels que celui de la figure 5, en haut et à gauche, correspondent à une structure en très petits cristaux possédant toutes les orientations possibles. Ceux représentés figure 5, en haut à droite et en bas à gauche, qui apparaissent formés de secteurs plus ou moins allongés, sont dus à des cristaux uniques, d'autant plus déformés (par le travail mécanique) que les secteurs sont plus allongés. La lecture des clichés permet d'apprécier cette déformation. Un cliché tel que celui de la figure 5, en bas à droite, correspond à un cristal unique (ici du platine) très peu déformé; la symétrie, l'intensité et la position des secteurs ou des taches de diffraction donne le moyen de déterminer l'orientation du cristal étudié, et ceci est de grande importance au point de vue pratique, puisque ces phénomènes d'orientation caractérisent les divers procédés de travail mécanique (laminage, étirage, martelage, etc.) et sont en relation directe avec les propriétés mécaniques du métal.

Grâce à la remarquable intensité des phénomènes de diffraction des électrons, il devient possible de suivre sur un écran en pleine lumière, les modifications qui peuvent être amenées par tel ou tel traitement. C'est ainsi que le *recuit* peut se suivre aisément, en quelque sorte cinématographiquement. Si l'on place, par exemple, dans l'appareil une feuille laminée qui est constituée par des gros cristaux orientés parallèlement à la direction du laminage, j'ai pu montrer que le recuit à des températures croissantes s'accompagne d'une désorientation progressive de ces cristaux, et d'une recristallisation en grains plus gros. On voit par ce

simple exemple combien la méthode peut être précieuse pour le métallurgiste, puisqu'elle permet l'auscultation du métal à chaque instant et en chaque point. A cet égard, ce nouveau procédé d'investigation est bien supérieur à la micrographie ou aux rayons X.

De même, l'analyse électronique permet l'étude de la structure de *films organiques*, obtenus, par exemple, par évaporation d'une solution benzénique de ces substances sur de l'eau (fig. 6). L'intérêt de ces recherches, c'est de les relier aux travaux déjà connus sur l'orientation et la structure des molécules organiques à longue chaîne, ainsi

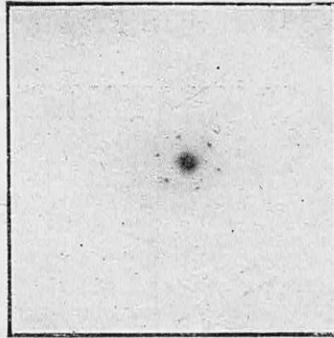


FIG. 6. — CRISTAL UNIQUE DE PARAFFINE (ÉLECTRONS DE 40 KILOVOLTS)

*Les taches proviennent de la réflexion des électrons sur les plans réticulaires parallèles à la direction des électrons incidents.*

qu'aux expériences classiques de Langmuir et Devaux sur l'étalement sur l'eau de telles substances, expériences qui ont permis, indépendamment des rayons X, de calculer la longueur de ces molécules et de prouver leur orientation au contact de l'eau ou d'autres supports. Ces expériences ont été réalisées déjà pour les acides gras, les paraffines, la nitrocellulose et apportent des renseignements nouveaux sur le polymorphisme des cristaux et sur leur structure; dans le cas de la nitrocellulose, il est apparu ainsi que, dans certaines conditions, de véritables cristaux de nitrocellulose pouvaient se former, qui donnaient lieu à de belles figures de diffraction. Résultat intéressant, étant donné le peu de connaissances que nous avons encore sur la constitution de ces dérivés de la cellulose, si importants au point de vue technique.

Des transformations chimiques peuvent également s'étudier ainsi : par exemple, les

phénomènes d'oxydation qui résultent du recuit à l'air de métaux oxydables, et qui se traduisent par des modifications brusques de la structure du métal et de son réseau.

**La diffraction des électrons permet d'étudier les couches d'oxydation des métaux ainsi que les dépôts électrolytiques**

D'autres auteurs, entre autres G.-P. Thomson, ont étudié ainsi les couches d'oxydation superficielle de divers métaux, en utilisant, cette fois, non plus une méthode par transmission, mais une méthode par réflexion. Il est possible de déceler ces couches même lorsqu'elles ont une épaisseur extrêmement faible, de déterminer leur structure, leurs conditions d'apparition, etc. Inutile d'insister sur les conséquences théoriques et pratiques de cette application.

De même, on peut étudier les conditions de formation et la structure de revêtements électrolytiques, comme le cuivrage, le nickelage, le chromage, de dépôts obtenus par pulvérisation cathodique ou thermique sur divers supports. La corrosion, qui est tout à fait à l'ordre du jour, pourrait, à mon avis, être abordée de cette façon.

**Les phénomènes d'adsorption et les phénomènes catalytiques vont-ils être expliqués par la diffraction des électrons ?**

Enfin, le physicien allemand Rupp a pu, par la diffraction d'électrons de faible vitesse, montrer que les gaz s'adsorbent à la surface des métaux, et que cette couche gazeuse très mince, qui a une épaisseur *d'une ou de deux molécules, est, en quelque sorte, cristallisée*. Le réseau du métal impose sa structure aux atomes du gaz, qui se disposent d'une façon tout à fait régulière à sa surface : ce résultat présente un grand intérêt pour l'adsorption d'abord, et pour la catalyse ensuite.

On sait, en effet, qu'une réaction catalytique est, par définition, une réaction qui

est accélérée par la présence d'un corps étranger qui se retrouve intact à la fin de la réaction, et qui agit par sa surface ; la connaissance de la disposition des molécules susceptibles de réagir à cette surface est donc tout à fait primordiale, et, d'ailleurs, jusqu'ici inconnue. D'après les résultats de Rupp, il semble que les molécules des corps qui doivent se combiner se fixent d'abord à la surface du catalyseur, en s'orientant : elles se présentent de la sorte d'une façon plus favorable à la réaction, et c'est probablement là l'origine de l'accroissement de la vitesse de réaction.

Enfin, je ne veux pas passer sous silence les beaux travaux d'un physicien autrichien, Mark, qui a réussi à obtenir la diffraction d'électrons par des molécules gazeuses isolées. Pour cela, le pinceau d'électrons rencontre un mince jet de molécules gazeuses qui sont condensées ensuite sur un réfrigérant à air liquide. Les diagrammes sont dus ici à la diffraction des électrons par les atomes isolés de la molécule, par exemple les atomes de chlore dans le tétrachlorure de carbone, au lieu d'être dus à la répartition périodique des molécules en un réseau : l'interprétation assez complexe, établie en partie par Debye, permet de déterminer la structure interne de la molécule, d'étudier les phénomènes de rotation libre, d'isomérisation cis ou trans, etc. On voit par là l'intérêt qu'ils peuvent présenter aussi pour le chimiste.

De l'ensemble de ces résultats, il paraît certain que, grâce aux électrons, grâce aussi aux rayons X, nous nous trouvons maintenant en possession d'armes remarquablement puissantes et efficaces pour étudier d'une façon beaucoup plus approfondie la constitution et la structure de la matière : d'énormes progrès ont déjà été réalisés, et il ne semble pas douteux que, bientôt, grâce à la diffraction des électrons en particulier, on n'obtienne la clef de quelques-uns des plus grands problèmes de la chimie et de la physique.

J.-J. TRILLAT.

*Il est interdit maintenant aux Etats-Unis d'utiliser les matières premières provenant de l'étranger, sauf pour celles que l'Amérique ne produit pas. Pour pouvoir construire sur le sol américain, l'entrepreneur doit s'engager à n'employer que des matériaux américains...*

# L'AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE DE LA TRUYÈRE EST UN CHEF-D'ŒUVRE DE LA HOUILLE BLANCHE

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G.

*L'équipement hydroélectrique de la France a utilisé, en premier lieu, les cours d'eau des Alpes et des Pyrénées à cause de la facilité de leur mise en valeur. Depuis une quinzaine d'années, on a cherché ailleurs, et l'étude hydrographique du Massif Central a montré que cette région était susceptible de fournir une énergie considérable. Par suite de sa situation et du régime de ses eaux, il devait en outre, grâce à l'interconnexion des centrales, jouer un rôle essentiel dans l'électrification nationale. Dans cet ordre d'idées, nous avons successivement décrit les installations d'Eguzon (1) et de Coindre (2), ainsi que la ligne à 220.000 volts (3), qui relie le Massif Central à la région parisienne. Ce vaste programme se poursuit et nous assistons aujourd'hui à la captation des forces motrices de la Truyère et de la Bromme (Cantal). Déjà fonctionne, à 265 mètres sous terre, la centrale de Brommat (180.000 kilowatts). Bientôt l'achèvement du barrage et de la Centrale de Sarrans apportera un notable supplément de 100.000 kilowatts. Cet aménagement hydraulique conjugué de deux rivières a fait appel à des solutions techniques aussi neuves qu'originales que nous décrivons ci-dessous.*

**L**a mise en valeur de toutes les sources d'énergie d'un pays constitue un des facteurs dont dépend la propriété industrielle d'une nation. Bien que possédant de grandes réserves de charbon, la France doit, cependant, en importer chaque année pour plus de 3 milliards de francs. On conçoit, dès lors, l'importance de l'utilisation rationnelle de la houille blanche, si abondante dans notre pays.

Ce fut, tout d'abord, aux cours d'eau des Alpes et des Pyrénées que l'on fit appel pour l'aménagement hydroélectrique de la France, en raison des fortes différences d'altitude utilisables avec le minimum de travaux. Les installations de haute montagne ne sont pas cependant sans présenter quelques inconvénients (la variation du régime des eaux qui, abondantes en été par suite de la fonte des neiges, deviennent insuffisantes en hiver ; éloignement de la région parisienne, le plus grand centre de consommation du pays). Certes, des barrages ont permis de régulariser le débit des eaux, et l'emploi de la haute tension a apporté une solution pratique au transport de l'énergie à distance. Il n'en

reste pas moins que ces travaux accroissent forcément le prix de revient du kilowatt-heure. Mais l'étude rationnelle du régime hydrographique général de la France a rapidement montré que la véritable solution du problème ne résidait pas seulement dans la régulation du débit des torrents montagnards. Il est une autre régulation beaucoup plus naturelle de la production de l'énergie électrique. C'est celle qui met à profit les différences de régimes des eaux des diverses régions. Ainsi est apparue la grande importance du Massif Central dont les eaux sont très abondantes en hiver et plus rares en été, à l'inverse des torrents glaciaires. Qu'importe dès lors que dans les hautes montagnes la puissance disponible soit variable, qu'importe qu'elle varie également dans le Massif Central, pourvu que la combinaison des deux donne un résultat constant, grâce à l'interconnexion des centrales hydroélectriques ! De plus, le Massif Central étant plus rapproché de Paris que les Pyrénées ou les Alpes, l'énergie peut être livrée à de meilleures conditions, d'où une nouvelle régulation du prix de revient.

Nous avons déjà signalé comment a été commencé l'aménagement hydroélectrique du Massif Central, grâce aux centrales

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 108.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 118, page 269.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 119.

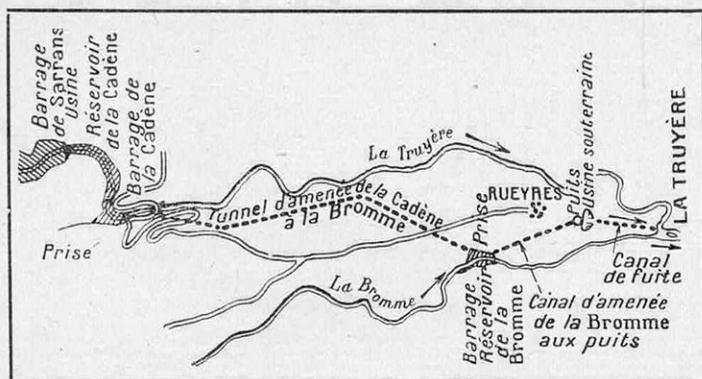


FIG. 1. — PLAN DE L'AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE DE LA TRUYÈRE ET DE LA BROMME

d'Eguzon (1) et de Coindre (2), et comment l'énergie était transportée à Paris par une ligne à 220.000 volts (3). Mais l'œuvre la plus importante n'est pas encore achevée. Il s'agit de la captation de la Truyère et de la Bromme qui, sur les 2 milliards de kilowatts-heure disponibles dans le Massif Central, doit en fournir près de la moitié. Déjà fonctionne normalement l'usine du Brommat (180.000 kilowatts); bientôt, le barrage de Sarrans, complètement achevé, permettra de capter encore 100.000 kilowatts.

Les travaux successifs constituent un remarquable exemple d'aménagement hydroélectrique d'une région. Ils méritent que l'on s'y arrête quelque peu.

### Comment on a utilisé les eaux de la Bromme et de la Truyère

La Truyère, affluent du Lot, est une importante rivière du Massif Central, qui prend sa source dans les monts de la Margeride et reçoit, sur son cours de 170 kilomètres, les eaux du Cantal et des monts d'Aubrac. La chute totale de ses eaux, depuis la source jusqu'à Entraygues, où la Truyère se jette dans le Lot, est de 1.074 mètres, ce qui correspond à une pente moyenne de 6 mètres par kilomètre. Mais son cours présente trois sections fort distinctes : tout d'abord, à partir de la source, une section à faible pente (2 m 75 par kilomètre); puis,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 108.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 118, page 269.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 119,

une partie moyenne où, coulant au fond de gorges encaissées, avant le confluent de la Bromme, sur 13 kilomètres de long, la pente moyenne est de 20 mètres par kilomètre; enfin, la section aval, où la pente reprend une valeur de 3 m 25 par kilomètre.

Il est évident que la deuxième partie du cours de la rivière, tant à cause de sa pente que par suite de sa situation encaissée, se prêtait le mieux à la captation de la houille blanche. Comme son débit atteint 40.000 litres par seconde, on

conçoit que l'on devait immédiatement profiter d'une énergie considérable. Cependant, il fut décidé d'utiliser au maximum la puissance disponible et, par conséquent, de faire entrer en ligne de compte les eaux de la Bromme, qui se jette dans la Truyère à la fin du parcours accidenté de celle-ci. De plus, il fallait évidemment aboutir à une production d'énergie aussi constante que possible. Voici comment le problème fut résolu.

À l'entrée des gorges de la Truyère (voir carte fig. 1), un important barrage de 106 mètres de haut, à Sarrans, doit créer, dans la section amont du cours d'eau, un réservoir d'accumulation de 300 millions de mètres cubes d'eau, formant ainsi un lac artificiel de 32 kilomètres de long et couvrant 1.000 hectares. Au pied de ce barrage sera située l'usine de Sarrans de 100.000 kilowatts. Mais les eaux qui auront travaillé à travers les turbines de Sarrans présentent encore, par rapport au point où la Truyère reçoit la

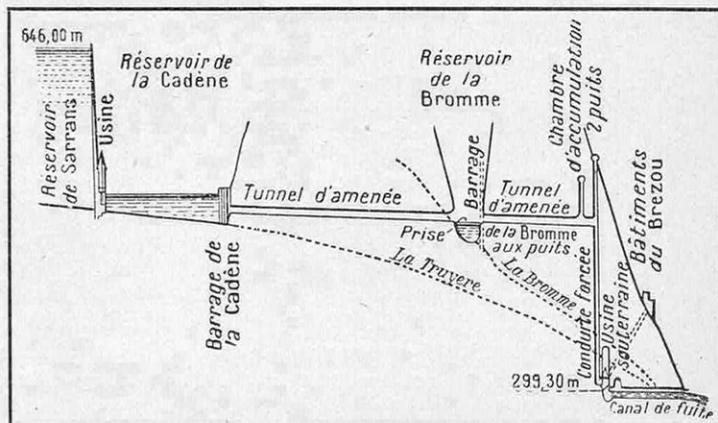


FIG. 2. — PROFIL EN LONG DE L'AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE DE LA TRUYÈRE ET DE LA BROMME

Bromme, une dénivellation considérable. Elles vont, bien entendu, être utilisées à nouveau, grâce à l'usine du Brommat, déjà en service d'ailleurs depuis 1932 et qui constitue la partie principale de l'installation. La configuration du terrain (rives fort escarpées) n'ayant pas permis l'établissement de cette usine à ciel ouvert, une véritable grotte souterraine a été creusée à 265 mètres sous terre pour abriter les turbines et les alternateurs. Voici comment cette usine est alimentée. Les eaux qui proviennent de la centrale de Sarrans sont recueillies dans un réservoir de 600.000 mètres cubes, créé par un deuxième barrage dit de la *Cadène*. De là, un canal souterrain conduit les eaux dans la vallée de la Bromme, où un troisième barrage crée un réservoir de 200.000 mètres cubes, alimenté ainsi à la fois par la Truyère et par la Bromme. Un canal souterrain amène l'eau de ce réservoir vers la chambre d'où partent enfin les

conduites forcées placées dans des puits verticaux de 230 mètres de haut et alimentant les turbines hydrauliques. Tel est l'ensemble de l'organisation créée par la Société des Forces motrices de la Truyère; il constitue, à l'heure actuelle, l'une des installations les plus originales d'utilisation de l'énergie électrique. Voici maintenant quelques détails sur sa réalisation.

### Comment a été réalisé l'aménagement hydraulique de la Truyère

Reprenons les divers ouvrages que nous avons signalés ci-dessus.

Le *barrage de Sarrans*, de 105 mètres de haut, visité récemment par M. Lebrun, président de la République, est encore en construction. La longueur de la crête atteindra 220 mètres et son couronnement permettra le passage d'une route pour remplacer un des chemins submergés par le bassin de 300 millions de mètres cubes ainsi créé; près de 450.000 mètres cubes de maçonnerie auront été nécessaires pour la construction

du barrage; 410.000 mètres cubes de béton sont déjà coulés et on peut espérer la mise en eau du barrage vers la fin de l'année. Quant à l'*usine de Sarrans*, également en construction, sa mise en service est prévue pour le courant de 1934. Fonctionnant sous une hauteur de chute nette de 67 à 90 mètres, elle est établie au pied même du barrage et comprend trois groupes turboalternateurs principaux à axe vertical de 30.000 à 46.000 ch. Chaque alternateur a une puissance de 21.400 à 34.000 ch, ce qui donne, pour l'usine, de 64.200 à 102.000 kw. Les trois alternateurs produisent l'énergie électrique à la tension de 15.000 volts. A chacun

d'eux correspond un transformateur de 40.000 kvA, élevant la tension à 220.000 volts.

En descendant les eaux de la Truyère, nous trouvons ensuite le *barrage déversoir de la Cadène*, de 14 mètres de haut, surmonté de deux vannes à secteur. La capacité du bassin créé est

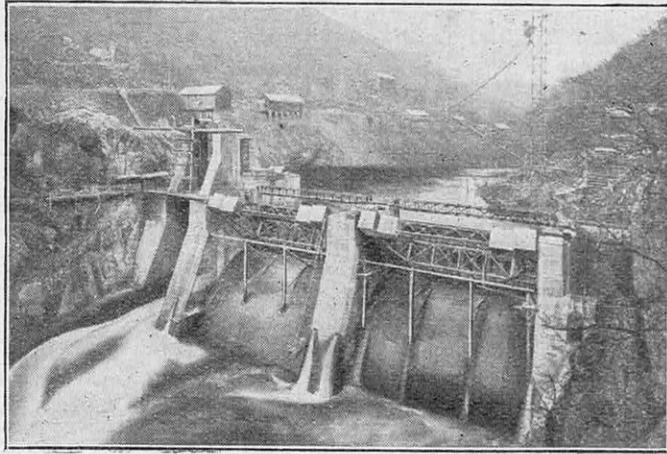


FIG. 3. — LE BARRAGE DÉVERSOIR DE LA CADÈNE

de 600.000 mètres cubes. De là part le canal d'amenée souterrain, creusé dans le granit, de 7.700 mètres de long et de 29,9 mètres carrés de section. Le canal débouche dans la *chambre d'eau de la Bromme*, comportant un barrage voûte avec crête-déversoir. Sa hauteur est de 30 mètres et la capacité utile à la chambre d'eau est de 200.000 mètres cubes. De cette chambre part un nouveau canal de 1.700 mètres de long, qui amène les eaux aux conduites forcées alimentant l'usine du Brommat.

### Une centrale à 265 mètres sous terre

Pour utiliser au maximum les eaux de la Truyère et de la Bromme, comme nous l'avons exposé plus haut, il fallait évidemment établir la centrale de Brommat le plus près possible du confluent de ces deux cours d'eau. L'escarpement des rives obligea les ingénieurs à la création d'une centrale souterraine située à 300 mètres au-dessous du niveau du sol. L'eau, arrivant par le canal d'amenée dont nous venons de parler, est répartie en deux

canaux secondaires aboutissant chacun à un puits vertical de 230 mètres de haut et renfermant une conduite forcée dont le diamètre va en décroissant de 4 mètres à la partie supérieure à 2 m 60 à la partie inférieure, afin de diminuer l'effet du coup de bélier sur les turbines.

Quant à la centrale proprement dite, elle est installée dans une grotte creusée dans le granit et dont les dimensions sont : hauteur, 32 mètres ; largeur, 22 mètres ; lon-

Eguzon et Paris, par la grande ligne à 220.000 volts, déjà décrite par *La Science et la Vie* (1).

### Comment sera utilisée l'énergie produite

Les 280.000 kilowatts provenant de l'aménagement de la Truyère, disponibles entre les Alpes et les Pyrénées, constitueront un appoint considérable pour l'alimentation du réseau en vue d'établissement pour l'élec-

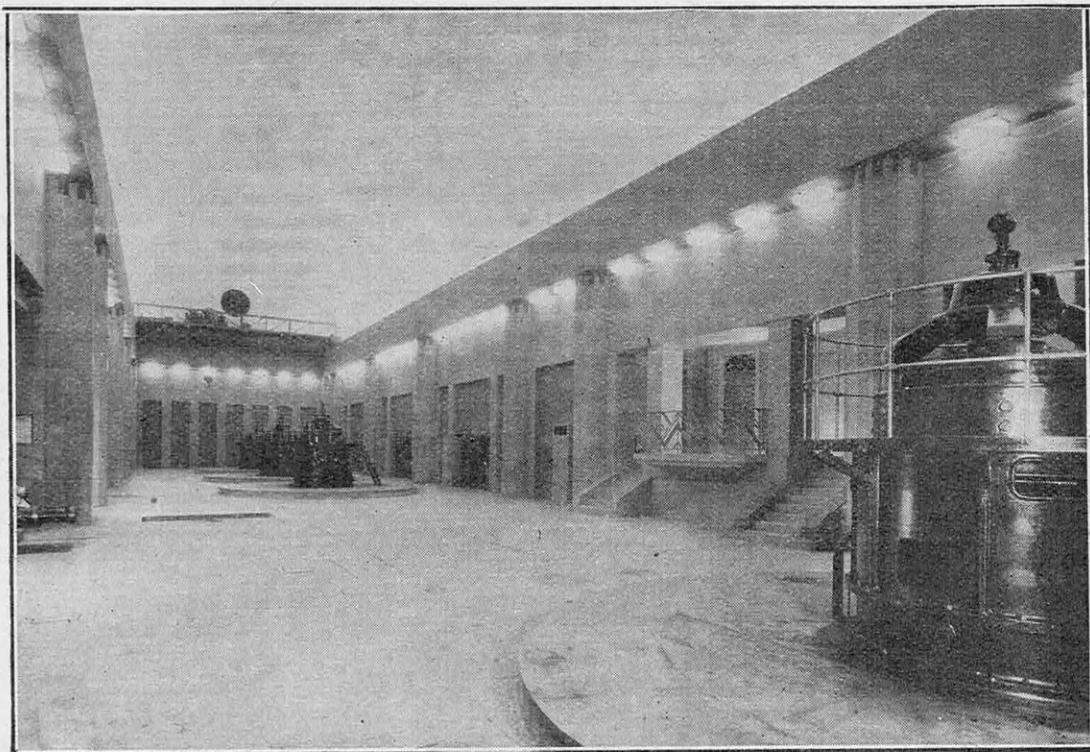


FIG. 4. — VUE INTÉRIEURE DE L'USINE, SITUÉE A 265 MÈTRES SOUS TERRE

gueur, 75 mètres. Toutes les parois sont renforcées par une couche de béton. L'accès à l'usine est assuré par une galerie inclinée à 60 % et dans laquelle circule un ascenseur.

Six groupes turbines-alternateurs, mus par des turbines Francis de 39.000 ch à 42.500 ch, sous des hauteurs de chute de 240 mètres ou de 256 mètres, fournissent chacun 30.000 kilowatts sous la forme d'un courant triphasé à 15.000 volts, 50 périodes.

Les trente-six câbles qui amènent le courant à la surface du sol, à la station de transformation du Brézou, aboutissent à des transformateurs élevant la tension à 220.000 volts. De là, le courant est amené à Rueyres, où il rejoint celui qui provient de l'usine de Sarraus, également porté à 220.000 volts. De Rueyres, la ligne aboutit enfin à Marèges,

trification de la France. Le fonctionnement des lignes de transport d'énergie sera, de plus, considérablement amélioré par la présence de ce puissant relais. Le réseau à 220.000 volts pourra donc alimenter aussi bien la région parisienne que celle de Marseille ou que le grand centre industriel de la Loire.

Dans la mise en œuvre des richesses naturelles de la France, la captation de la Truyère constitue donc une étape des plus importantes qui contribuera à nous libérer de plus en plus des charbons étrangers.

Il nous reste à souhaiter que le prix de vente de l'énergie bénéficie également des magnifiques travaux exécutés.

JEAN MARCHAND.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 119.

# QUELQUES NOUVELLES SOLUTIONS QUE NOUS VERRONS AU PROCHAIN SALON DE L'AUTOMOBILE

## Roues indépendantes — Roues avant motrices Boîtes de vitesses automatiques

Par André CAPUTO

*L'automobile subit, comme toute œuvre humaine, une évolution tantôt rapide, tantôt lente, mais toujours continue. Actuellement, nous n'assistons pas, dans la mécanique automobile, à de ces grands progrès révolutionnaires, mais plutôt à ces perfectionnements minutieux tendant à rendre plus pratique, pour le conducteur, l'usage de sa machine. A ce point de vue, le changement de vitesse a toujours été une préoccupation des constructeurs qui cherchent à le simplifier pour éviter des manœuvres que certains trouvent encore délicates. C'est ainsi que nous aurons, sans doute, bientôt, ce que l'on appelle la boîte de vitesses automatique, qui permettra de conduire sa voiture sans manipuler de levier. Nous constatons également l'effort qui se poursuit, dans certaines firmes françaises et étrangères, pour nous présenter la vitesse surmultipliée destinée à nous procurer une meilleure utilisation du moteur en diminuant sa fatigue en même temps que sa consommation. D'autre part, les roues indépendantes et les roues avant motrices gagnent du terrain. D'ici quelques années, il serait bien surprenant que ces modes de suspension et de traction ne se soient pas imposés aux dépens des solutions actuelles. Enfin, la carrosserie n'a pas dit son dernier mot, et là il y a encore beaucoup à faire. Quelques audacieux nous exposent, au Grand Palais, les résultats de leurs conceptions à cet égard.*

L'ÉVOLUTION de la construction automobile, bien que toujours continue, s'effectue à l'heure actuelle à un rythme passablement ralenti. On ne voit plus, d'une année à l'autre, l'adoption par la majorité des constructeurs d'un dispositif qui n'était encore qu'une rareté l'année précédente (comme ce fut le cas, jadis, pour les « freins avant », par exemple).

Les solutions nouvelles s'imposent petit à petit, ou ne gagnent, chaque année, qu'un nombre assez restreint de partisans. Il en est ainsi, en particulier, pour la suspension par roues indépendantes (1) et la traction par les roues avant (2). Voilà déjà plusieurs années que ces dispositions ont été adoptées et que certains constructeurs importants les ont appliquées sur leurs machines de séries. Au dernier Salon de Berlin, elles étaient utilisées sur la majorité des voitures. Au Salon de l'Automobile de Paris, qui s'ouvre dans quelques jours, leur succès est moins net, bien qu'elles gagnent méthodiquement du terrain. Si, en effet, les réalisations exposées ne sont pas encore extrêmement nom-

breuses, on peut dire que la presque totalité des constructeurs travaillent à présent à leur mise au point.

Nous ne décrivons pas ici en détail les avantages et les inconvénients de ces dispositions que nous avons déjà exposées à plusieurs reprises.

Signalons simplement qu'elles ont pour résultat d'augmenter le confort et la sécurité des voitures. Les roues avant indépendantes, qui sont les plus employées, améliorent, en effet, nettement la « direction » en supprimant toute réaction sur le volant, ce qui contribue à rendre la conduite beaucoup plus agréable. La « suspension » est également améliorée, quoique dans une proportion moindre qu'on ne l'espérait. Il y a certainement encore des progrès à faire dans cette voie. L'adoption des « quatre roues indépendantes » serait évidemment encore meilleure, mais encore plus difficile à mettre au point.

En ce qui concerne les « roues avant motrices », elles ont l'avantage d'améliorer dans des proportions considérables la « tenue de route » et de permettre de manœuvrer plus facilement dans des circonstances difficiles.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 143.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 39.

D'autre part, le dérapage si redouté est réduit au minimum. Bref, les roues avant motrices sont un facteur de sécurité. Le plus souvent, les voitures de ce type sont à quatre roues indépendantes, ce qui, par cela même, augmente le confort, comme nous l'avons souligné ci-dessus. Le centre de gravité de ces voitures, où tous les organes mécaniques sont réunis à l'avant, peut être situé très bas. Le carrossage est, pour la même raison,

trouvé elle aussi des applications intéressantes qui ont toutes chances de se développer au cours des années futures (voir fig. 2).

Un autre point qui laisse à désirer dans les carrosseries classiques est celui de l'aération. Dans la plupart des conduites intérieures, cette aération est des plus défectueuses. En été, lorsqu'il fait chaud et que les fenêtres sont fermées, les passagers étouffent ; et lorsque les fenêtres sont ou-

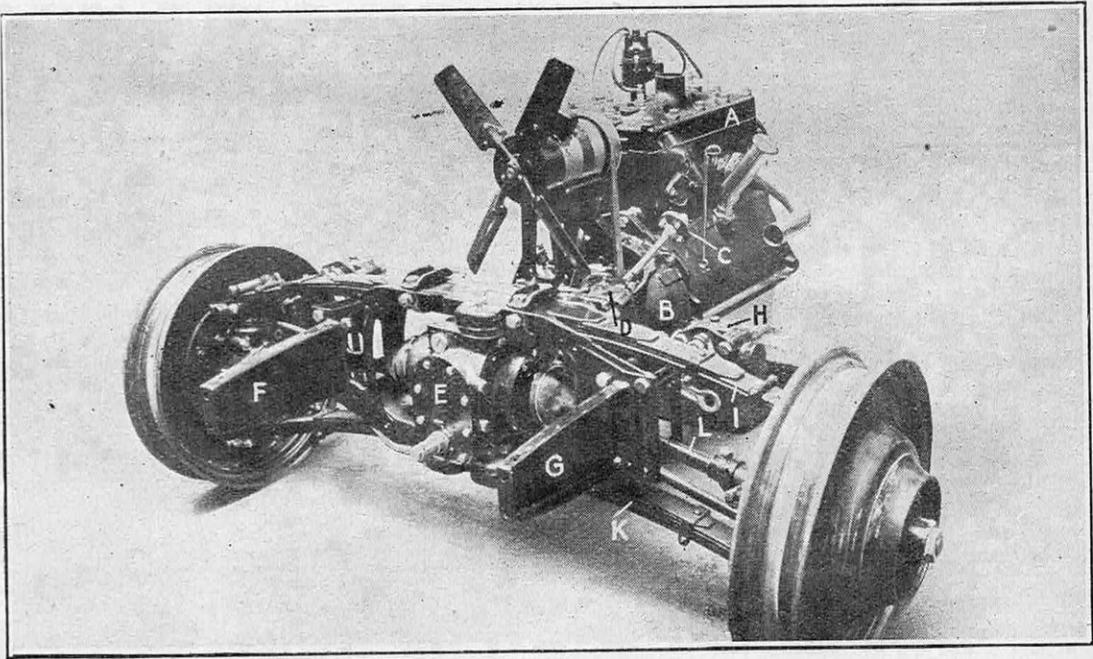


FIG. 1. — VOICI L'ENSEMBLE MOTEUR-ESSIEU-AVANT D'UNE VOITURE DE SÉRIE A ROUES AVANT MOTRICES ET A SUSPENSION PAR ROUES INDÉPENDANTES

*Dans cette voiture, le moteur A, l'embrayage B, la boîte de vitesses D, le renvoi de mouvement et le différentiel E, forment un bloc complet attaché à la suspension par roues indépendantes, réalisée au moyen de ressorts transversaux IK. L'entraînement des roues avant motrices est obtenu au moyen de l'arbre L, par des joints de cardan spéciaux. Des tampons en caoutchouc isolent les parties mécaniques qui pourraient transmettre des vibrations à la carrosserie. Les ailes sont destinées à être raccordées en F et G.*

très facile et permet d'établir une ligne « moderne ». Or, on sait combien les questions de mode peuvent influencer sur la diffusion d'une voiture. Du côté de la carrosserie, d'ailleurs, des efforts sont faits pour la rendre un peu plus rationnelle. On conçoit mal, en effet, la raison qui pousse les constructeurs à établir une carrosserie qui se superpose au châssis, entraînant un excès de poids et de dépenses là où un simple caisson, bien établi, jouerait à la fois le rôle du châssis et de la carrosserie. Cette idée du châssis-carrosserie, qui n'est pas nouvelle non plus et qui est appliquée couramment dans la fabrication des voitures de chemin de fer (1), a

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 132, page 150.

vertes, des tourbillons très désagréables se produisent. C'est ce qui explique pourquoi les voitures décapotables reviennent à nouveau en faveur. Nos constructeurs devraient étudier des dispositifs donnant une aération vraiment efficace ; il y a encore de gros progrès à faire de ce côté. Mais, revenons à la mécanique et examinons une question qui est à l'heure actuelle en pleine évolution, celle du « changement de vitesse ».

### Vers le changement de vitesse automatique

Rappelons brièvement en quoi consiste le problème du « changement de vitesse » ; il s'agit de transmettre aux roues du véhicule

le mouvement de rotation du moteur, de telle sorte que la puissance de ce moteur soit utilisée au maximum par les roues pour la propulsion de la voiture. Or, l'effort de propulsion demandé aux roues est, à vitesse égale, essentiellement variable suivant la nature du terrain sur lequel on se déplace ; ainsi, en côte, il est considérablement plus grand que sur le plat. Pour une même puissance absorbée, la vitesse doit alors être réduite dans des proportions correspondantes. Il faut, en conséquence, prévoir un dispo-

### Quels sont les inconvénients de la boîte de vitesses à engrenages ?

La boîte de vitesses à engrenages, dans sa conception actuelle tout au moins, ne permet de résoudre que très imparfaitement ce problème de changement de vitesse. Elle est constituée, comme on le sait, par un certain nombre de couples de roues d'engrenage ou pignons, que l'on met alternativement en prise pour transmettre le mouvement de rotation du moteur aux roues avec

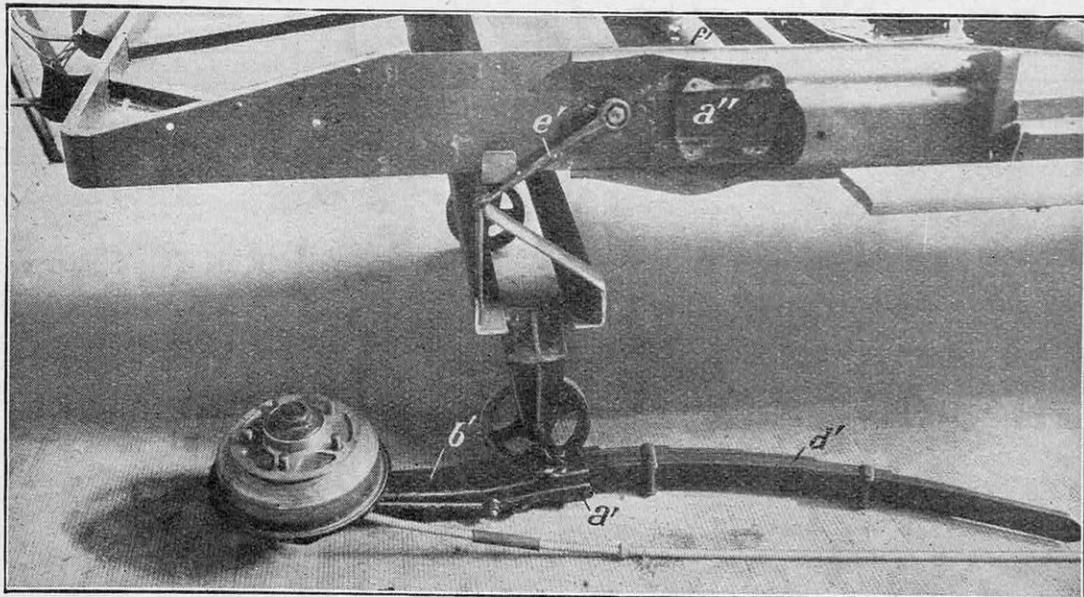


FIG. 2. — CHASSIS-CAISSON CONSTITUANT EN MÊME TEMPS LA BASE DE LA CARROSSERIE  
*Dans les voitures ordinaires, le cadre de la carrosserie se superpose au châssis de la voiture, dont il est indépendant. Dans une voiture moderne, il est avantageux de combiner ces deux éléments en un seul, comme on le voit sur cette figure qui représente la partie arrière d'un châssis d'automobile constituant en même temps le cadre de la carrosserie : le ressort de suspension d' vient, par l'embase a', se raccorder en a'' sur ce châssis. Le levier e est le levier de commande de l'amortisseur que l'on voit à gauche.*

sitif susceptible de transmettre aux roues une puissance constante avec une vitesse de rotation variable suivant l'effort qui leur est demandé. C'est là le rôle du mécanisme de « changement de vitesse ».

Le problème du changement de vitesse a, depuis longtemps, excité l'émulation des inventeurs. De nombreuses solutions ont été proposées et essayées depuis plus de trente ans, les unes employant des appareils purement mécaniques, les autres utilisant des phénomènes hydrauliques ou électriques, mais, pour des raisons diverses (complication, coût élevé, mauvais rendement, etc., des dispositifs proposés), on s'en est tenu, en pratique, à l'emploi de la « boîte des vitesses à engrenages », utilisée dès le début de l'automobile.

des « rapports de démultiplication » — c'est-à-dire avec des rapports de vitesses — différents. C'est le conducteur lui-même qui, au moyen d'un système de commande à levier, choisit le couple d'engrenages à mettre en prise, donc le rapport de démultiplication convenable, suivant les conditions de marche où il se trouve.

Cette disposition présente deux inconvénients principaux. Tout d'abord, le nombre des rapports de démultiplication — ce que l'on appelle couramment le nombre de vitesses — est limité. Trois ou quatre, en général (1), alors qu'en principe il faudrait que le rapport de la vitesse des roues à celle du

(1) L'un de ces rapports de démultiplication est obtenu sans passer par les engrenages de la boîte de vitesses. C'est la « prise directe ».

moteur puisse varier constamment et progressivement suivant l'effort demandé aux roues. Il s'ensuit qu'il est impossible de tirer d'un moteur tout le rendement qu'on serait en droit d'en attendre.

En outre, et c'est là l'inconvénient le plus grave, la boîte de vitesses du type classique exige, comme on le sait, de la part du conducteur des manœuvres assez délicates (double débrayage en particulier), dès qu'il faut chan-

que le dispositif *synchro-mesh* est adopté par des constructeurs de plus en plus nombreux. Son emploi, d'autre part, s'étend dans la boîte de vitesses même. En effet, jusqu'à présent, on se contentait d'appliquer le dispositif *synchro-mesh* à un seul couple de pignons, ce qui donnait pour la boîte, deux vitesses silencieuses — celle correspondant à ce couple de pignons et la « prise directe ». On l'applique aujourd'hui à tous les couples, si bien que

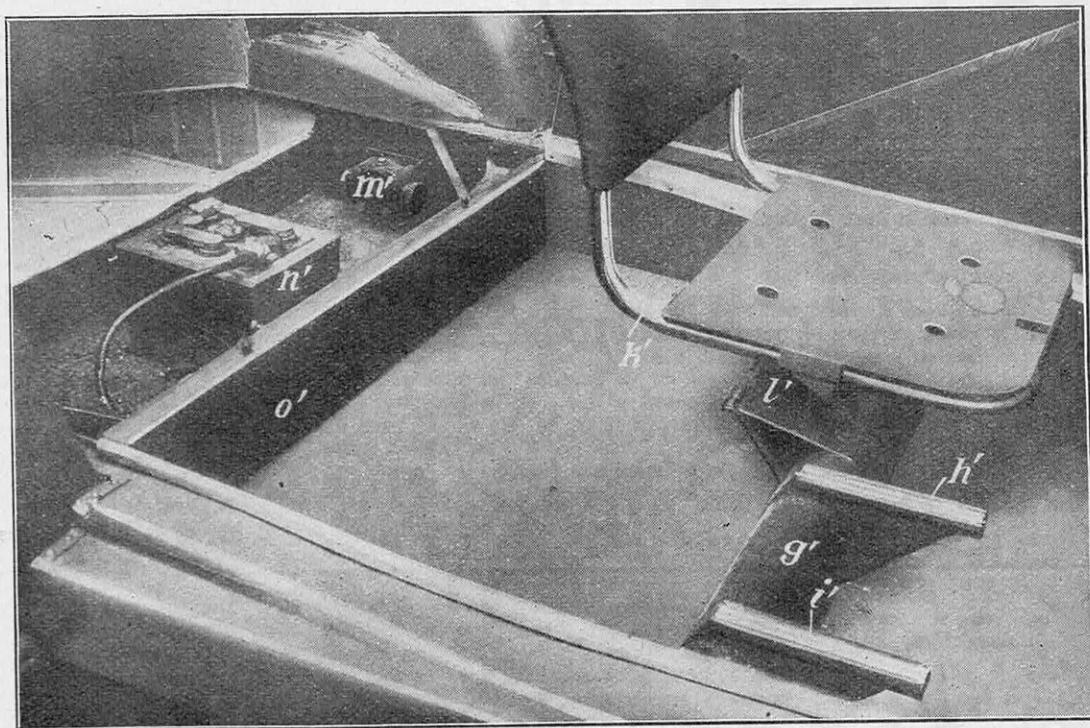


FIG. 3. — LE CHASSIS-CAISSON PERMET DE RÉALISER UNE CARROSSERIE TRÈS BASSE, QUI ASSURE UNE MEILLEURE TENUE DE ROUTE EN RÉALISANT UNE « LIGNE » PLUS MODERNE. On voit ici le montage des sièges avant. Les sièges K' sont portés sur des guides h' par le tube g', qui sert en même temps d'entretoise pour le châssis-caisson. La batterie d'accumulateurs t' est logée derrière la traverse O' du caisson. Aucun organe mécanique ne gêne les passagers, qui peuvent poser les pieds directement sur la plaque de base du châssis qui peut être très rapprochée du sol.

ger de vitesse. Signalons enfin le bruit désagréable des boîtes de vitesses utilisées couramment jusqu'à ces derniers temps.

De notables améliorations ont été apportées au changement de vitesse, depuis quelques années, par l'emploi des boîtes de vitesses à prises synchronisées (*synchro-mesh*), qui remédient en partie à ces défauts : grâce à des dispositifs d'embrayage spéciaux, en effet, les pignons à mettre en prise sont amenés à la même vitesse périphérique, si bien qu'il n'y a plus de difficulté de manœuvre ; en outre, l'utilisation d'engrenages taillés en spirale permet d'obtenir un silence assez complet. C'est pour ces raisons

toutes les vitesses sont alors silencieuses. Cette application a, d'autre part, des répercussions sur la conception même de la boîte de vitesse. La manœuvre du changement de vitesse étant rendue plus aisée, on cherche à augmenter le nombre de « vitesses », pour pouvoir mieux adapter le travail du moteur à l'effort qui lui est demandé. C'est ainsi qu'on peut prévoir aujourd'hui des boîtes à cinq vitesses dont la « prise directe » ne sera plus, comme autrefois, celle qui correspond à la plus grande vitesse de rotation des roues pour une vitesse donnée du moteur. La « cinquième vitesse » deviendra, dans ces réalisations, une vitesse « surmultipliée », qui

permettra, pour un même nombre de tours du moteur, d'aller plus vite qu'en prise directe.

### Qu'est-ce que la vitesse surmultipliée ?

Voyons la raison d'être et les avantages de cette disposition. Dans une voiture ordinaire, la « prise directe » est adaptée, en général, de manière que le moteur puisse donner sa pleine puissance, et la voiture sa pleine vitesse, sur une route en légère montée (3 à 4%). Supposons alors, par exemple, que cette vitesse soit de 105 kilomètres à l'heure. Si l'on ajoute une vitesse surmultipliée, c'est-à-dire une combinaison d'engrenages qui permette aux roues de tourner plus vite pour une même vitesse du moteur, la voiture pourra rouler à 120 kilomètres sur le plat ou en légère descente. D'où double avantage : augmentation de vitesse et diminution de consommation par kilomètre parcouru. En outre, le moteur travaillant dans de meilleures conditions, s'usera moins.

Parmi les autres améliorations apportées au cours de ces dernières années au mécanisme de transmission, rappelons l'emploi de la « roue libre » et le débrayage automatique. La « roue libre » (1), dispositif appliqué depuis longtemps aux bicyclettes, permet, comme on le sait, aux roues de rouler sans entraîner le moteur. Le « débrayage automatique » (2) est un mécanisme qui provoque le débrayage dès que l'on cesse d'agir sur l'accélérateur. Par la combinaison d'une boîte de vitesses à prises synchronisées avec le débrayage automatique et la roue libre, comme cela existe sur différents types de voitures, la manœuvre du changement de vitesse est devenue d'une simplicité extrême. Pour la supprimer complètement, et rendre

le changement de vitesse automatique, il n'y a qu'un pas à franchir. Théoriquement, il est même déjà franchi.

### Verrons-nous bientôt le changement de vitesse automatique à pignons ?

La manœuvre du changement de vitesse étant réduite à un mouvement d'une extrême simplicité — en fait, dans certaines voitures, on n'a plus qu'à agir sur une simple manette au lieu d'actionner un levier —, il suffira, en effet, de prévoir un dispositif « déclencheur » qui actionnera cette manette, lorsque les conditions de route exigeront le changement de vitesse.

Un système de déclenchement (fig. 4) a été longuement essayé par son inventeur et semble donner satisfaction. Ce déclencheur est commandé par un régulateur centrifuge et une canalisation à dépression montée sur la tuyauterie du moteur. Il fonctionne de manière à provoquer le changement de vitesse, de manière à laisser toujours le moteur tourner à son régime optimum.

On peut donc dire que le changement de vitesse automatique à pignons existe en puissance, quoiqu'il ne soit pas encore entré dans la pratique courante. Déjà, d'ailleurs, certaines critiques

ont été soulevées contre ce dispositif. On craint, en particulier, qu'il soit moins « sensible » que les réflexes d'un conducteur expert, et qu'en conséquence, il agisse avec moins d'instantanéité et d'opportunité que le changement de vitesse manuel.

Quoiqu'il en soit — et c'est là, certainement, l'une des caractéristiques les plus intéressantes de l'évolution actuelle de l'automobile — il semble bien que le « levier de vitesse » soit appelé à disparaître dans un avenir très prochain.

ANDRÉ CAPUTO.

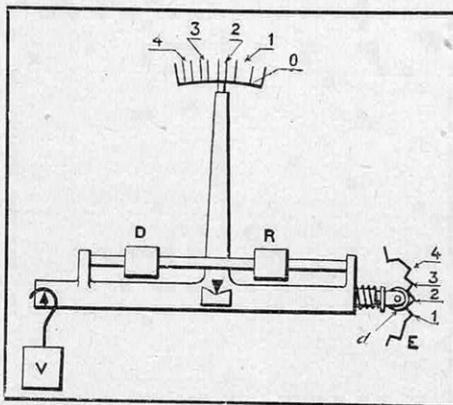


FIG. 4. — PRINCIPE DU « DÉCLENCHEUR » QUI ACTIONNE AUTOMATIQUEMENT LE CHANGEMENT DE VITESSE

Les « manœuvres » mêmes du changement de vitesse ayant été rendues d'une simplicité extrême par l'emploi des boîtes synchronesh et du débrayage automatique, il suffit d'avoir, pour rendre le changement de vitesse automatique, un organe qui « déclenche » ce changement au moment voulu. Cet organe subit l'influence, d'une part, de la vitesse du moteur et, d'autre part, de la dépression au carburateur. C'est le déséquilibre entre ces deux grandeurs qui doit provoquer le déclenchement. Sur la figure ci-dessus, où le déclencheur est schématisé sous forme d'une balance, la vitesse V et la dépression D sont normalement équilibrées par un ressort R. Quant un déséquilibre se produit, l'organe d provoque le passage du changement de vitesse E d'une combinaison à l'autre, les chiffres indiquant le numéro de la vitesse correspondante.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 168, page 474.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, page 484.

# LA LUTTE CONTRE LES INSECTES

Par L. de SAINT-RAT

DE L'INSTITUT PASTEUR

Dès la plus haute antiquité les insectes ont été considérés comme l'ennemi de l'homme. Mais c'est surtout depuis que Pasteur a démontré l'influence néfaste des microbes que la lutte contre les insectes, qui contribuent pour une large part à leur diffusion, s'est révélée d'une importance capitale. Dans ce domaine, les plantes jouèrent de tout temps un rôle primordial. Actuellement, deux grandes familles de plantes offrent un pouvoir insecticide affirmé : ce sont les plantes à *pyréthrine* et les plantes à *roténone*.

## Les plantes insecticides

Les plantes à *pyréthrines* appartiennent toutes à une même famille botanique, celle des Composées. Ce sont des plantes d'origine orientale, cultivées en Dalmatie, au Monténégro et au Japon, où elles sont, depuis de nombreux siècles, utilisées pour la destruction des insectes.

Le Pyrèthre, insecticide, fut introduit en Europe par un Arménien du nom de Juntikoff, dont le fils installa, vers 1829, la première fabrique de poudre de pyrèthre. La vente de ce produit se développa en France, surtout aux environs de 1850.

La culture du Pyrèthre s'est rapidement propagée dans le monde entier pendant ces vingt dernières années. En France, sous l'impulsion des professeurs Perrot, Juillet et Jumelle, d'importantes cultures industrielles se sont développées dans la région méditerranéenne, et notre production, en 1932, atteignait déjà plusieurs centaines de tonnes. La direction générale des Eaux et Forêts du ministère de l'Agriculture a entrepris d'intéressants essais de culture dans une forêt domaniale des Bouches-du-Rhône. Dans différents pays, en Angleterre, en Espagne, aux Etats-Unis, des résultats analogues furent obtenus.

Primitivement, le Pyrèthre était utilisé sous forme de poudre. Toutefois, cette poudre, par sa nature même, est malheureusement très hygroscopique, et sa rapide altération rend son pouvoir insecticide très inconstant ; aussi fût-elle rapidement détrônée par l'apparition de solutions pé-

troliques d'extrait de fleur de pyrèthre.

Pendant longtemps, le désaccord régna sur la valeur insecticide des différentes variétés de Pyrèthre. Les Pyrèthres dalmates étaient généralement considérés comme les meilleurs, mais les récents travaux de Gna-dinger démontrèrent définitivement que les fleurs japonaises sont les plus riches en pyrèthrines, qui constituent le principe toxique de ces plantes. Leur richesse varie entre 0,58 et 0,21 %.

Il était encore admis jusqu'à ces dernières années que les fleurs non épanouies étaient plus riches en pyrèthrines que les fleurs ouvertes. Il est actuellement incontestablement établi que les petits fruits, ou akènes, qui se trouvent à la base des fleurs, sont très riches en pyrèthrines et que l'on a intérêt à attendre le complet développement de ceux-ci pour effectuer la récolte des fleurs.

Les feuilles et les tiges du Pyrèthre sont trop pauvres en pyrèthrines pour permettre un traitement industriel suffisamment rémunérateur.

Quoi qu'il en soit, au point de vue de la toxicité, il est établi que les pyrèthrines sont dépourvues de toxicité pour l'homme et pour les animaux à sang chaud ; mais, par contre, elles sont remarquablement toxiques pour les animaux à sang froid, notamment pour les insectes, entre autres pour les mouches, poux, puces, cafards (Roubaud, A. Guillaume, etc.).

Les plantes à roténone, d'origine tropicale, appartiennent à la grande famille des Légumineuses. Les plus anciennement connues appartiennent au genre *Derris*. Le *Derris elliptica* ou *Tuba root*, est couramment utilisé par les indigènes de l'Amérique du Sud et des Indes Néerlandaises comme poison de pêche ou de flèche. Le suc obtenu par broyage de cette plante, déversé à faible dose dans les cours d'eau, intoxique rapidement les poissons. Les horticulteurs chinois se servent depuis longtemps d'une macération de *Derris* comme insecticide.

Le *Derris elliptica* est actuellement cultivé sur une échelle industrielle à Java, Sumatra, Bornéo et à Panama. Sa culture est simple

et se fait généralement sous forme de plantations mixtes avec le kapok et le caoutchouc.

Cette plante se présente sous l'aspect d'une vigoureuse liane à feuilles longuement pétiolées, composée de neuf à treize folioles ; ses fleurs sont jaune clair, blanches ou rouges. Au point de vue botanique et chimique, les Derris ont fait l'objet de très intéressants travaux ; leurs caractères anatomiques ont été, en France, particulièrement étudiées par M. J. Maheu, qui, dès 1925, a pu identifier la présence de poudre de Derris dans différents mélanges insecticides du commerce.

Les Derris doivent leur toxicité à la roténone qui fut isolée en 1902 par un chimiste japonais, Kazuo Nagai. Depuis cette découverte, et surtout ces dix dernières années, on peut trouver, dans la littérature scientifique, de nombreux mémoires sur la constitution chimique de la roténone. Citons, parmi les plus importants, ceux de La Forge et Haller, en Amérique, de Takey, Miyajima et Ono, au Japon, de Butenandt et Mac Cartney, en Allemagne.

Comme les pyréthrinés, la roténone est spécialement toxique pour les insectes et les animaux à sang froid. Aussi les préparations commerciales à base de roténone, devinrent-elles rapidement, aux Etats-Unis du moins, de dangereuses rivales du pyrèthre.

Cette concurrence suscita immédiatement d'intéressantes recherches sur la toxicité comparée de la roténone et des pyréthrinés vis-à-vis des insectes. Les résultats souvent contradictoires de ces travaux sont difficiles à interpréter. C'est ainsi que, pour Guinsbourg, la roténone est plus toxique que la pyrèthrine vis-à-vis du puceron du chou, alors qu'elle l'est moins vis-à-vis de l'abeille. Gnadinger, dans de récentes expériences effectuées avec des pyréthrinés purifiés et de la roténone pure, trouva que les pyréthrinés sont plus toxiques pour la mouche ordinaire que la roténone. Il en conclut qu'il est inutile, ainsi que l'avaient conseillé hâtivement certains fabricants, d'ajouter

d'extrait de Derris les solutions pétroliques de Pyrèthre.

Parmi les solvants usuels de la roténone, le benzène est considéré comme étant le meilleur, car l'oxydation d'une solution benzénique de roténone à l'air est pratiquement nulle. Les chercheurs américains comprirent de suite l'importance que pouvait présenter comme insecticide ce nouveau corps ; aussi s'attachèrent-ils d'abord à en chercher de nouvelles sources. Ils purent ainsi caractériser la roténone dans toute une série de Légumineuses, telles que *Derris uliginosa*, *Lonchocarpus Nicou*, *Téphrosia toxicaria* et *Végéli*, *Cracca toxicaria* et *Virginiana* ; cette dernière espèce, notamment,

est particulièrement répandue aux Etats-Unis.

L'abondance naturelle de ces plantes permet d'envisager le développement très rapide des préparations insecticides à base de roténone.

Des essais d'acclimatation de ces variétés ne semblent pas encore avoir été tentés en Europe ; celles-ci existent, d'ailleurs, à l'état spontané,

dans certaines de nos colonies, notamment à la Guyane et en Afrique Equatoriale, en Indochine, où elles pourraient éventuellement être rapidement cultivées.

### Préparation industrielle des solutions insecticides

L'industrie des produits insecticides a suivi sans retard le développement de nos connaissances sur la chimie des pyréthrinés et de la roténone. Et, dans ces dernières années, nous avons vu apparaître successivement de nouveaux produits spécialisés à base de pyrèthre : Fly Tox, Nitral, Flit, Givral, etc.

Récemment, d'importantes usines se sont montées en France, qui, grâce à un équipement perfectionné et moderne, peuvent actuellement préparer sur une grande échelle des produits possédant le maximum d'activité et de stabilité.

Cette fabrication comporte plusieurs phases :

1° *Le broyage*. — Les fleurs dont on a, au préalable, déterminé la teneur en pyrè-

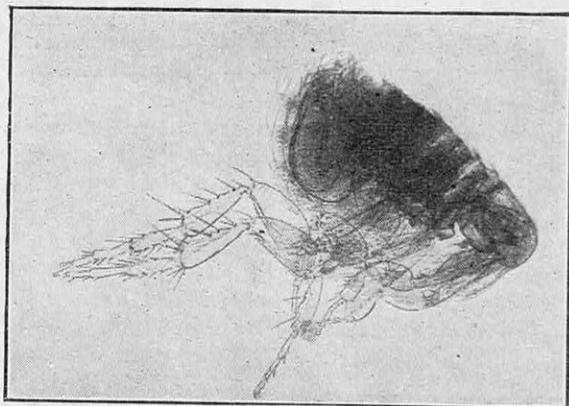


FIG. 1. — LA PUCE DU RAT

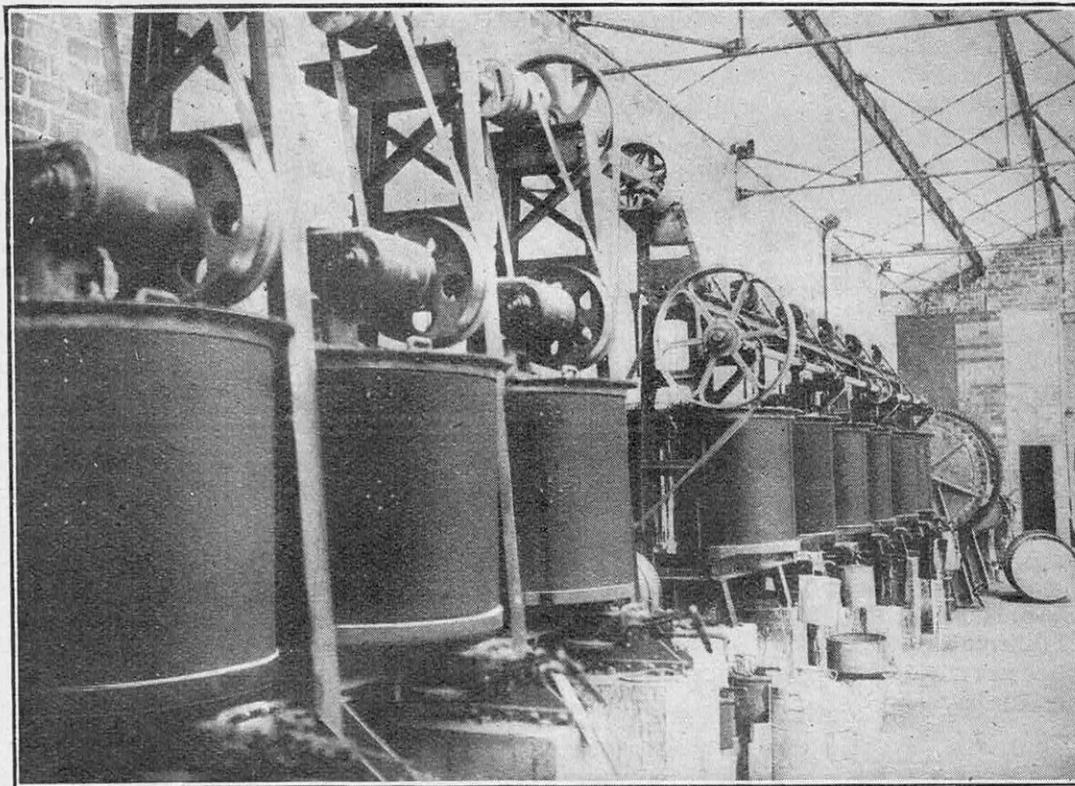
*C'est, par excellence, l'agent transmetteur de la peste.*

thrones, sont broyées dans des meules spéciales, disposées pour éviter l'échauffement de température résultant de l'écrasement ;

2° *L'extraction.* — Se fait dans des tanks verticaux. Après remplissage de l'extracteur avec la poudre de fleurs, on introduit le solvant (chloroéthylène). Une pompe fait d'abord circuler le liquide pendant plusieurs heures, et, après une nuit de repos, le premier extrait est soutiré. On recommence l'extraction avec une nouvelle dose de solvant. On

bien rectifié et soigneusement désodorisé, qui dissout le pyréthrine et laisse les résines et les matières colorantes.

*Titrage.* — L'extrait pétrolique est ensuite titré et dilué avec du pétrole. Cette solution est finalement parfumée par des essences aromatiques et répartie en bidons métalliques bien remplis et soigneusement bouchés afin d'éviter l'oxydation par l'air. Ces solutions peuvent garder leur activité pendant plus d'une année.



(Photo Meurice.)

FIG. 2. — FABRICATION DES INSECTICIDES « NITRAL », AUX USINES NITROLAC, A SAINT-DENIS

répète cette opération cinq à six fois pour obtenir un épuisement complet. Les derniers extraits étant relativement peu chargés en principes actifs, ils sont mis de côté et servent de solvant pour les premières extractions d'une opération ultérieure ;

3° Les solutions pyréthrinées sont réunies et distillées dans le vide à une température ne dépassant pas 60°, afin d'éviter la décomposition des pyréthrines par la chaleur.

Le chlorure d'éthylène, récupéré par distillation, est renvoyé dans les réservoirs de stockage. L'extrait oléorésineux contient environ 98 % des pyréthrines mélangées à des graisses des résines et des matières colorantes. Il est ensuite épuisé par du pétrole

La préparation des extraits de Derris est, dans ses grandes lignes, identique à celle des produits du pyrèthre. La racine est broyée ; on utilise la racine jeune n'ayant pas plus de deux années et la poudre est extraite par l'alcool. La solution alcoolique est distillée dans le vide et l'extrait obtenu est purifié par reprise avec du benzène ou d'autres solvants.

Pour certains usages agricoles, cet extrait est quelquefois dissous dans des huiles minérales ou de l'huile de castor sulfonée.

Le titrage du pouvoir insecticide des extraits est un des points les plus importants de la préparation.

On a préconisé, dans ce but, diverses tech-

niques : chimiques, physiologiques ou biologiques. Ces dernières semblent actuellement les plus employées, parce qu'on s'est efforcé, dans leur conception, de se rapprocher le plus possible des conditions normales d'utilisation des insecticides.

On emploie comme *test* différents insectes : cafards, mouches, sur lesquels on pulvérise le liquide à examiner ; c'est la méthode de la *chambre de mort*. Plusieurs lots de mouches, provenant d'un même élevage, afin d'avoir des insectes de conditions physiologiques aussi voisines que possible, sont enfermés dans des petites cages métalliques dont le fond et une des parois latérales sont en bois. Cette dernière est percée d'une fenêtre munie d'un volet à glissière par laquelle on peut projeter le liquide dans toutes les directions. On fait simultanément une expérience témoin avec le solvant qui a servi à la préparation du produit insecticide. A l'expiration du délai fixé, les insectes vivants sont comptés dans

les différentes cages, et l'on calcule le coefficient insecticide de la solution examinée.

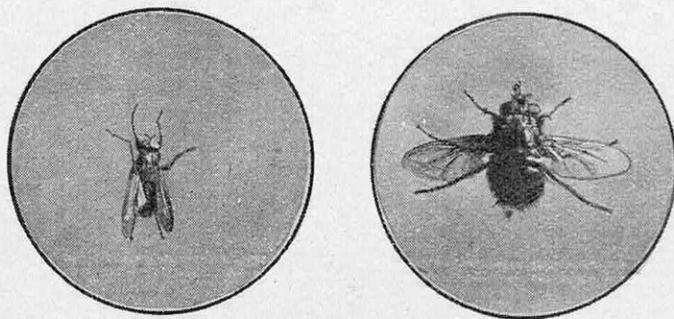


FIG. 3. — A GAUCHE, LA MOUCHE DOMESTIQUE ; A DROITE, LA MOUCHE A VIANDE

*Ce sont les propagateurs des plus graves maladies bactériennes de nos régions : typhoïde, choléra infantile, diphtérie, tuberculose.*

### Relations

#### entre la toxicité des insecticides et leurs propriétés physico-chimiques

Pyréthrines et roténones appartiennent, comme la nicotine, à la classe des insecticides de contact ; aussi leur activité est à la fois conditionnée par leur mode d'emploi et par les propriétés physico-chimiques de leurs solvants. La pulvérisation, en assurant le maximum de dispersion, réalise facilement les meilleures conditions d'application. En ce qui concerne les facteurs physico-chimiques, le solvant joue un rôle de premier plan ; sa volatilité, sa tension superficielle, sa solubilité, sont autant de facteurs importants.

Pour en donner un bref aperçu, il nous suffira de rappeler que la toxicité d'un corps, de même que son action pharmacodynamique, est liée à sa capacité de pénétration dans la cellule vivante.

Or, il se trouve que les insectes sont natu-

rellement fort bien protégés contre les agents extérieurs ; ils sont revêtus d'une enveloppe chitineuse et cireuse qui les rend immouillables par l'eau. Les orifices de leurs trachées sont protégés par des poils, dont le rôle est d'arrêter les fines vésicules liquides qui ne peuvent ainsi arriver en contact avec les tissus respiratoires. Pour les atteindre et les tuer, les insecticides doivent être avant tout des solvants, des graisses et des cires.

Pyréthrines et roténones sont incontestablement appelés à prendre une place prépondérante dans la lutte contre les insectes parasites, notamment contre les mouches, ces dangereux propagateurs de maladies infectieuses, qui ne manquent pas, chaque été, d'envahir nos habitations.

Nous pouvons espérer que la diffusion des produits insecticides scientifiquement préparés, d'activité constante et de parfaite stabilité, nous permettra d'éviter facilement la société de ces indésirables et dangereux voisins.

L'emploi de la pulvérisation, dans leur application, remplace avantageusement les papiers à la glu empoisonnés ou les carafes gobe-mouches, dont le succès est d'ailleurs lié à la gourmandise, sinon à la stupidité des insectes. La pulvérisation permet de toucher les parasites dans les recoins les mieux protégés, qu'ils doivent évacuer dès les premières atteintes du brouillard qui les paralysera d'abord et, finalement, les tuera.

Il ne faut cependant pas que la simplicité de ces applications nous fasse définitivement oublier les méthodes préventives de destruction des insectes.

Si les pyréthrines et la roténone exterminent infailliblement les mouches adultes, elles n'empêchent pas le développement des œufs.

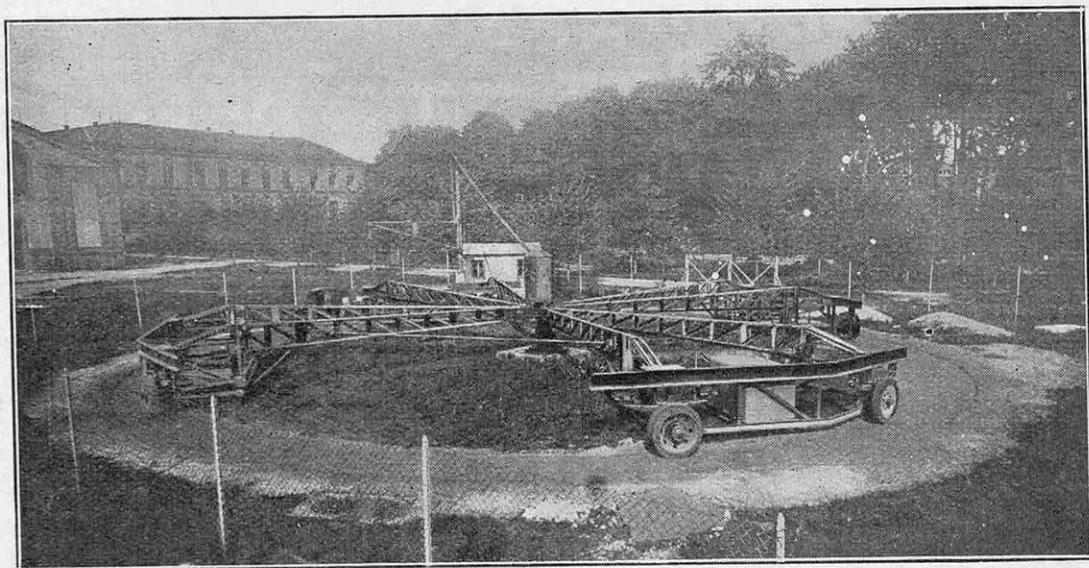
En attendant l'insecticide idéal qui nous permettra facilement d'atteindre à la fois les adultes et leurs œufs, n'oublions pas, pour continuer cette lutte qui doit être sans merci, les judicieux conseils que vient de diffuser à nouveau l'Office National d'Hygiène sociale.

L. DE SAINT-RAT.

## COMMENT ON MESURE LA RÉSISTANCE DES ROUTES MODERNES

On donne aujourd'hui couramment, pour la vie d'un revêtement routier moderne, une durée comprise entre quinze et vingt-cinq ans. Aussi, pour se faire une idée de la valeur d'un revêtement nouveau, faut-il, si on le place dans les conditions habituelles et si on le soumet à un trafic d'intensité normale, faire porter les observations sur plusieurs mois, sinon plusieurs années. Un tel délai est inadmissible ; les

à l'arrière et une roue libre à l'avant. La charge des châssis peut être modifiée à volonté ainsi que la nature et la forme des bandages des roues. Des câbles métalliques relient les châssis entre eux, de manière à assurer la constance de leurs distances respectives. L'axe autour duquel se meut le manège se déplace lui-même d'un mouvement lent autour d'un axe central, grâce à des trains d'engrenages planétaires. Le



CARROUSEL DE 20 MÈTRES DE DIAMÈTRE POUR L'ÉTUDE DES REVÊTEMENTS DES ROUTES

réfections et les constructions neuves exigent un choix motivé dans un minimum de temps. Parmi les dispositifs d'essai de toutes sortes réalisés jusqu'ici, ceux qui se rapprochent le plus des conditions de la pratique sont les carrousels du type représenté ci-dessus. Ils consistent, en principe, en une piste circulaire sur laquelle roulent des châssis convenablement chargés. Ces derniers tournent autour d'un axe central auquel ils sont reliés par des traverses rigides. On trouve de telles installations à Teddington, en Angleterre (10 mètres de diamètre) et à Stuttgart, en Allemagne (7 mètres de diamètre). La plus grande et la plus moderne, dont le diamètre atteint 20 mètres, est celle de l'Ecole Technique Supérieure de Karlsruhe, en Allemagne, que montre la photographie ci-dessus. La piste circulaire a 63 mètres de long et 2 mètres de large, ce qui permet d'employer pour sa construction les mêmes engins que pour les routes. Sur cette piste viennent rouler quatre moitiés de châssis, comprenant une roue motrice

rapport de réduction est tel que l'axe décrit seulement un tour pour 33 tours du manège et l'amplitude du mouvement est de 80 centimètres. Par ce procédé, chaque roue balaie une bande de la piste large de 80 centimètres et, comme les roues avant sont décalées, par rapport aux roues arrière, de 40 centimètres vers l'extérieur de la piste, on peut distinguer trois bandes d'usure : une due aux roues avant seules, l'autre aux roues arrière seules et, entre les deux, une bande où les actions se superposent. La vitesse des châssis peut varier entre 7 et 42 kilomètres à l'heure. On voit qu'en relativement très peu de temps le revêtement peut être soumis à des charges considérables, dans des conditions très voisines de la pratique. En supposant les roues avant des châssis chargées à 1,5 tonnes et les roues arrière à 3 tonnes, on voit qu'en une heure on peut faire passer sur chaque section de la piste 8.100 tonnes à la vitesse de 27 kilomètres à l'heure, ce qui donne 130.000 tonnes pour une journée d'essai de 17 heures.

J. B.

# LES SOURDS PEUVENT DÉSORMAIS ENTENDRE PAR CONDUCTION OSSEUSE

Par P. HÉMARDINQUER

IL y a malheureusement beaucoup plus de personnes sourdes, ou du moins, « dures d'oreilles », qu'on le pense généralement, et ces défauts de l'ouïe, trop répandus, sont dus à des causes multiples généralement acquises.

Les progrès de l'oto-rhino-laryngologie permettent désormais, dans bien des cas, sinon de supprimer la surdité, tout au moins de l'atténuer. Les cas les plus favorables correspondent à des maladies ou à des lésions plus ou moins graves de l'oreille externe ou moyenne, qui joue un rôle purement physique ; lorsque l'oreille interne et les nerfs auditifs sont atteints, les améliorations sont plus rares et plus difficiles à obtenir. Il existe, d'ailleurs, heureusement, des groupements français qui défendent, s'il y a lieu, les intérêts des sourds, et peuvent les renseigner utile-

ment sur les possibilités réelles des différents traitements médicaux ou sur l'emploi des appareils de prothèse auditive. Nous avons nous-même publié récemment un ouvrage sur cette dernière question.

Trop souvent encore, cependant, la médecine demeure impuissante devant la déficience de l'ouïe ; c'est alors que peut intervenir utilement l'acousticien, en offrant à la personne dure d'oreille un dispositif acoustique, ou plutôt électro-acoustique, qui n'a plus pour but de tenter de guérir la surdité, mais seulement d'en atténuer les effets.

Ces appareils électro-acoustiques pour sourds, notablement perfectionnés durant

ces dernières années, ont reçu récemment une excellente mise au point, d'autant plus qu'ont pu les associer avec des systèmes d'amplification radiotechnique.

La plupart de ces appareils se composent d'un ou de plusieurs microphones sensibles, agissant directement ou par l'intermédiaire d'un amplificateur microphonique ou radiotechnique sur un écouteur téléphonique spé-

cial très léger, appliqué sur le pavillon de l'oreille, ou même dans le conduit auditif externe.

Cependant, dans un grand nombre de cas de surdité dus soit à des scléroses ou à des perforations du tympan, soit à des ankyloses de la chaîne des osselets, par exemple, ces dispositifs à écouteurs téléphoniques ne permettraient pas toujours d'obtenir des résultats suffisants. Quelquefois aussi, le conduit auditif ou le tympan du sujet ne

peut supporter l'irritation produite par l'emploi d'un récepteur. Grâce à la réalisation des appareils d'audition à *conduction osseuse*, cette difficulté n'existe plus.

## La conduction osseuse des sons

On sait que les perceptions auditives sont déterminées par les vibrations du liquide de l'oreille interne, dans lequel baignent les terminaisons du nerf auditif.

On obtient ce résultat dans la *transmission normale aérienne* des sons par l'intermédiaire du conduit auditif, mais on peut également songer à l'obtenir *directement*, en mettant en vibration les os du crâne en contact avec le

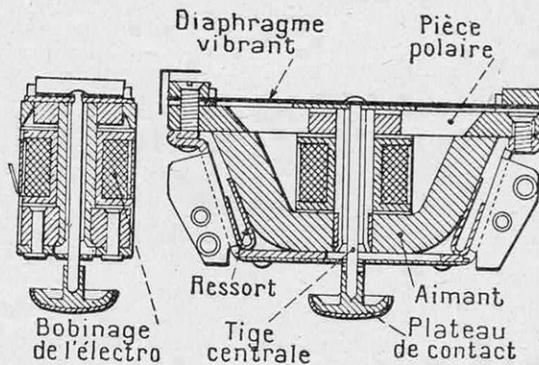


FIG. 1. — COMMENT EST CONSTITUÉ L'APPAREIL PERMETTANT AUX SOURDS D'ENTENDRE PAR CONDUCTION OSSEUSE

*Un diaphragme vibre en face des pièces polaires d'un électro-aimant ; ce diaphragme est relié par une tige à un plateau de contact que l'on vient appliquer sur les os du crâne.*



FIG. 2. — VOICI L'APPAREIL APPLIQUÉ CONTRE LA PAROI POSTÉRIEURE DU CRANE

*Il est maintenu derrière l'oreille par un serre-tête mobile, aussi peu visible que possible.*

sac membraneux de l'oreille interne. L'ébranlement communiqué à ces os se communique ainsi de proche en proche, sans qu'il soit nécessaire de faire vibrer le tympan, ni la chaîne des osselets.

En réalité, pour un sujet normal, il ne peut y avoir d'audition exclusive *par conduction osseuse* ; cette dernière est, d'ailleurs, beaucoup plus faible.

Lorsqu'on pose sur les os du crâne un diapason en vibration, on peut entendre ainsi les sons produits par conduction osseuse. De même, lorsqu'on applique un écouteur téléphonique sur l'oreille, on entend à la fois par voie directe et par voie indirecte. Les vibrations sonores sont transmises par le conduit auditif, dont la petite masse d'air entre en vibration, et les os du crâne transmettent également ces vibrations. comme nous l'avons exposé, puisque le pavillon de l'écouteur est appliqué sur notre oreille.

### Les appareils électro-acoustiques d'audition par conduction osseuse

Dans nombre de cas, comme nous l'avons indiqué plus haut, l'emploi de l'écouteur téléphonique, ou même du cornet acoustique, n'est pas possible, ou ne donne pas de résultats satisfaisants. Aussi a-t-on établi depuis longtemps déjà des appareils de prothèse auditive, permettant l'audition par conduction osseuse. Il semble même que c'est

déjà au XVIII<sup>e</sup> siècle, comme le fait remarquer M. le docteur Fabre, dans sa thèse récente, qu'on a eu l'idée d'utiliser la voie osseuse dans le but de combattre la surdité.

Les premiers appareils établis, uniquement acoustiques, avaient généralement pour but de transmettre les vibrations par les dents du sujet, mais il semble qu'on obtienne des résultats bien meilleurs en transmettant les vibrations par les os du crâne, le nez, les tempes ou l'apophyse mastoïde, et seule la réalisation récente d'un système électromagnétique perfectionné a vraiment permis pour la première fois d'obtenir des résultats probants.

C'est qu'en effet l'établissement d'un appareil de ce genre est assez délicat. Il faut qu'il ait des dimensions réduites et soit très léger, presque invisible, et puisse être maintenu sur la tête au moyen d'un serre-tête très réduit, ou tenu à la main au moyen d'un manche analogue à celui d'un face-à-main. Il est nécessaire, de plus, que la pression de l'organe en vibration sur les os du crâne ne détermine à la longue ni inflammation locale, ni troubles nerveux ; enfin il est indispensable avant tout que les résultats acoustiques soient assez bons pour que l'audition soit nette et son intensité suffisante, aussi bien pour les sons musicaux que pour la parole.

Les appareils de ce genre sont donc jusqu'à présent en nombre très réduit, et seul, semble-t-il, jusqu'à maintenant, un petit appareil très réduit de fabrication américaine, inventé par le docteur Lieber, et qui

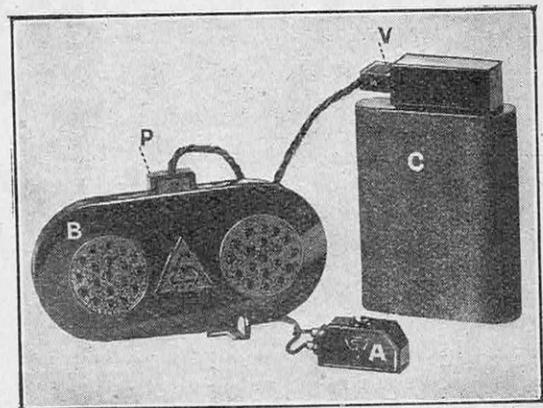


FIG. 3. — VOICI UN AUTRE ENSEMBLE NORMAL D'AUDITION PAR VOIE OSSEUSE

*Il peut être formé par deux microphones sensibles B, actionnés par une batterie de pile C et un système d'amplification microphonique, semblable au modèle utilisé déjà dans certains appareils électro-acoustiques à écouteurs.*

a fait récemment son apparition en France, présente une solution satisfaisante du problème. C'est, en principe, un petit vibreur électromagnétique très réduit et très léger, comportant une armature vibrante à laquelle est reliée une petite plaque en métal poli peu oxydable, appliquée assez fortement, mais sans pression exagérée, sur les os du sujet (fig. 1 et suivantes).

Ce système comporte ainsi un diaphragme métallique vibrant en face des pièces polaires d'un électro-aimant relativement puissant malgré ses faibles dimensions. Une tige métallique, munie à son extrémité d'un petit plateau recouvert d'une feuille d'or, est fixée au centre de cette plaque vibrante, et c'est la partie extérieure au boîtier du système qui viendra s'appliquer sur les os du crâne (fig. 2)

Grâce à la disposition spéciale des différentes pièces, il n'y a pas à craindre de « collage » de l'armature vibrante, et les vibrations sont assez intenses pour déterminer une perception suffisante et toujours nette.

En principe, le dispositif se comporte au point de vue électrique comme un écouteur téléphonique ordinaire, dont il peut prendre la place dans n'importe quel appareil électro-acoustique ou même radioélectrique. La transmission des sons par voie osseuse exigeant cependant la mise en œuvre d'une énergie plus considérable, un vibreur de ce type doit être connecté à un appareil électro-acoustique assez puissant ou à un dispositif amplificateur.

Un ensemble normal d'audition par voie osseuse peut être ainsi formé à l'aide de deux microphones sensibles actionnés par une batterie de piles, et d'un système d'amplificateur microphonique semblable au modèle que l'on utilise déjà dans certains appareils électro-acoustiques à écouteurs (fig. 3).

## Les résultats obtenus

Ce système remarquable ne peut permettre évidemment, remarquons-le encore une fois, d'obtenir un résultat quelconque lorsqu'il y a une lésion de l'oreille interne ou des nerfs auditifs, car il a seulement pour but de permettre la transmission des vibrations sonores vers l'oreille interne.

Les résultats obtenus varient, d'autre part, non seulement suivant le caractère de la surdité, et la cause qui lui a donné naissance, mais encore suivant le degré de conduction osseuse du sujet qui peut varier suivant les individus.

Néanmoins, des études déjà approfondies effectuées par des spécialistes dans des hôpitaux, et aussi sur un grand nombre de sujets particuliers, ont montré que dans de très nombreux cas l'emploi d'un appareil électro-mécanique à conduction osseuse a permis une audition à peu près normale. C'est ainsi que les sujets qui ne pouvaient entendre la voix chuchotée, ou même la voix haute sans l'intermédiaire d'un pavillon acoustique, peuvent, avec cet appareil, suivre une

conversation à voix basse devant le microphone, et à voix haute souvent à plus de 1 m 50 du microphone.

Le port agréable et facilement dissimulable, l'absence de fatigue causée par ce nouvel appareil, rendent même son adoption souvent préférable à celle d'un écouteur téléphonique, lorsque le choix est possible.

Les techniciens de l'électro-acoustique semblent ainsi, désormais, avoir réussi à établir un système pratique pour combattre la surdité, qui permettra d'atténuer les inconvénients de cette infirmité dans bien des cas où les appareils ordinaires étaient inefficaces ou d'un emploi difficile.

P. HÉMARDINQUER.

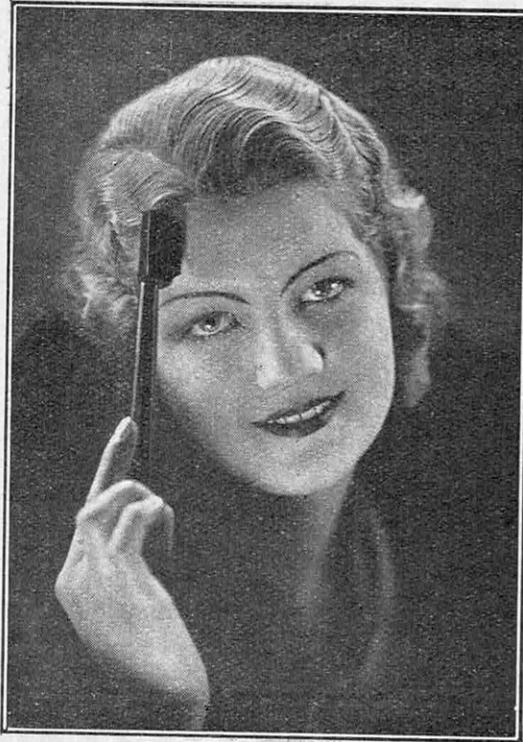


FIG. 4. — VOICI L'APPAREIL D'AUDITION PAR CONDUCTION OSSEUSE APPLIQUÉ SUR LE FRONT  
*Il est, dans ce cas, maintenu appliqué à la main, par un manche de face-à-main.*

## UN CRIC « SURBAISSÉ » POUR LES VOITURES « SURBAISSÉES »

Si la voiture moderne plaît à l'œil par la ligne harmonieuse de sa carrosserie, son aspect trapu et puissant, par l'ensemble bien groupé de la malle, des roues de secours, enveloppées par les ailes, protégées par le pare-choc, l'observateur attentif devient un peu inquiet lorsqu'il pense à la possible crevaison, et il se demande comment il pourra glisser un cric sous ces superstructures, et l'amener exactement sous l'essieu.

Le problème se complique encore du fait de l'emploi, de plus en plus généralisé, des pneumatiques à très basse pression et à grande section, dits « superconforts », montés sur des roues de petit diamètre. Lorsqu'ils se dégonflent, leur grand affaissement réduit l'espace, entre le châssis et le sol, dans une notable proportion. Pour allier l'esthétique des carrosseries modernes aux exigences de dépannages toujours à craindre, il fallait donc trouver un cric facile à guider jusque sous l'essieu, sans manœuvre compliquée, très bas au repos, à grande levée et doux à manœuvrer.

La firme Gergovia, à qui l'on doit déjà d'heureuses solutions du problème du cric, entre autres le cric *Crabe*, qui roule sur le sol et qui mord l'essieu, et les crics 6 et 10 tonnes,

qui permettent à un seul homme de lever sans effort et sans risque le plus lourd camion, s'est attaquée à ces nouvelles difficultés, et les a surmontées en mettant au point un nouvel appareil : le cric *Furet*.

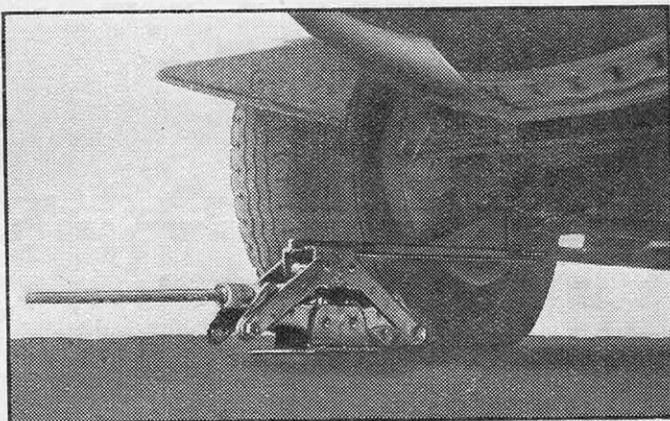


FIG. 2. — PAR CONTRE, LE CRIC « SURBAISSÉ » SE GLISSE AVEC LA PLUS GRANDE FACILITÉ SOUS LA VOITURE

### Qu'est-ce que le « Furet » ?

Délaissant la vis qui, même télescopique, remplirait difficilement les sévères conditions que nous venons d'énoncer, c'est au losange articulé que Gergovia a fait appel pour constituer le *Furet*. Remarquons d'abord, sur la figure ci-contre, que le *Furet*, à l'encontre de bien des crics basés sur le même principe, est entièrement symétrique, ce qui assure une parfaite répartition des efforts et permet une puissance bien supérieure.

Au repos, losange aplati, le *Furet* ne mesure que 110 millimètres de haut. C'est dire qu'il se place alors aisément sous n'importe quel point du châssis, si bas que puisse se trouver celui-ci par suite du dégonflement d'un pneu, et que, dans le coffre à outils, le *Furet* tient moins de place qu'un cric ordinaire.

Complètement levé, il atteint 385 millimètres, soit trois fois et demie sa hauteur minimum ; il donne donc la plus grande aisance aux manœuvres de

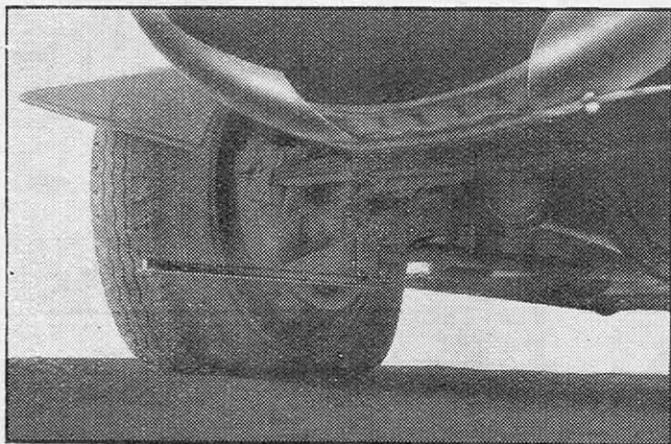


FIG. 1. — L'AFFAISSEMENT D'UN PNEU SUPERCONFORT, LORS D'UNE CREVAISON, REND EXTRÊMEMENT DIFFICILE LE PLACEMENT D'UN CRIC ORDINAIRE

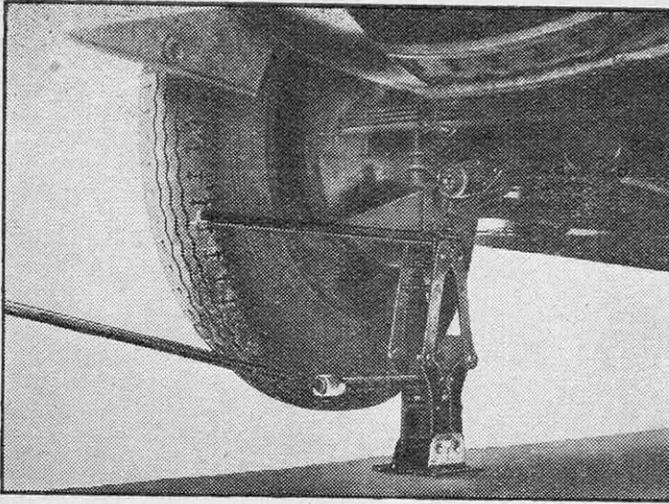


FIG. 3. — LE CRIC « SURBAISSÉ » SE GLISSE AISEMENT SOUS LA VOITURE ET LA SOULÈVE SUFFISAMMENT POUR QU'ON PUISSE EFFECTUER LA RÉPARATION

démontage et de remontage de la roue.

Là d'ailleurs, ne se bornent pas les qualités de l'appareil ; la forme de ses bras a été étudiée d'une façon spéciale, de sorte que l'effort du démarrage est considérablement réduit, et la manœuvre devient de plus en plus douce, ce qui est fort agréable, puisque la force à dépenser décroît précisément au moment où l'on commence à se fatiguer. Une femme peut utiliser ce cric sans effort.

Sa force réelle est de 1.200 kilogrammes ; il est construit en acier manganosilicieux de haute résistance ; sa butée à billes, sa vis et ses écrous en bronze évitent tous risques de grippage ; les frottements sont réduits au minimum.

Le *Furet* extra-plat et doux à manœuvre ne répondrait qu'en partie au but cherché s'il n'était possible de le glisser jusque sous l'essieu, sans même se baisser, grâce à un dispositif que nous allons décrire.

#### Le « Furet Guidé »

Deux rails de guidage, formés chacun d'une ferrure en T, sont montés à demeure, au moyen de supports rigides, de part et d'autre de l'essieu arrière.

La tête du cric, qui porte une rainure, peut s'engager sur les rails ; il n'y a plus, alors, qu'à le pousser à fond ; le cric se trouve

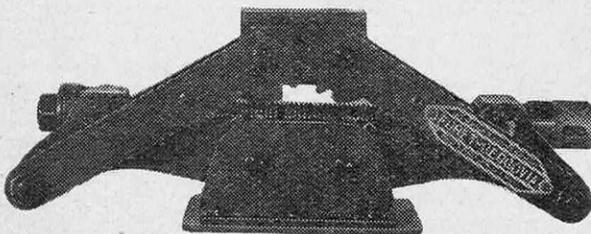


FIG. 4. — LE CRIC SURBAISSÉ « LE FURET »

automatiquement à sa place sous l'essieu.

L'essieu avant, toujours accessible, ne comporte pas de ferrures, ce qui est préférable d'ailleurs, et permet d'éliminer radicalement les risques d'accidents toujours à craindre : ferrures desserrées venant coincer la direction, faisant béquille, etc...

Mais il faut remarquer que cette suppression n'est possible que grâce à la possibilité d'utiliser le *Furet Guidé* comme un cric ordinaire, qui permet de se tirer d'embarras en cas de mauvais sol ou de mauvaise position de la voiture par suite d'accident ou de dérapage, ou pour toute autre cause.

Remarquons, d'ailleurs, que ce cric est si surbaissé que, lorsqu'on l'emploie comme cric ordinaire, il pourrait arriver

qu'on ne puisse bénéficier de toute l'amplitude de sa levée. Aussi peut-il être muni, à volonté, d'une rallonge.

Un dernier point important à signaler pour le revendeur ou le garagiste : le *Furet Guidé* ne comporte qu'un type unique de ferrures qui s'adapte à la généralité des voitures de

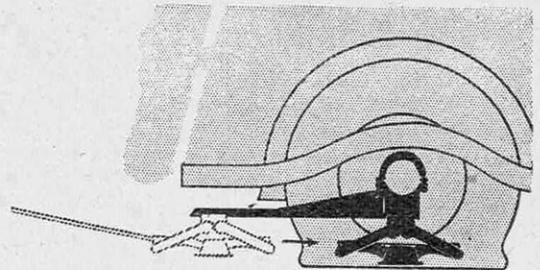


FIG. 5. — DEUX RAILS DE GUIDAGE PERMETTENT DE PLACER CORRECTEMENT LE CRIC SANS DIFFICULTÉ SOUS LA VOITURE

marques courantes. Leur montage est des plus simple ; il se fait en un quart d'heure, sans rien démonter, ni percer aucun trou, uniquement par serrage de colliers sur l'essieu arrière.

Ainsi ce cric, par sa conception ingénieuse, mais simple, par sa construction robuste, son fonctionnement doux et sûr, offre à l'automobiliste un secours « de qualité », en cas de crevaison ou de panne.

C'est un accessoire indispensable dont l'automobiliste, soucieux de sa tranquillité, devra toujours être muni dans ses déplacements, pour parer à toute éventualité fâcheuse.

# LES A COTÉ DE LA SCIENCE

## INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

### *Voici une pipe qui « filtre » la fumée du tabac*

L'abus du tabac est reconnu par tous les hygiénistes comme nuisible à la santé. C'est que le tabac contient un poison, la « nicotine », qui provoque des troubles organiques graves du côté du cœur, des poumons, etc. On a bien cherché à éviter ces troubles en « dénicotinisant » le tabac, c'est-à-dire en retirant la plus grande partie de la nicotine. Mais le tabac ainsi traité perd une grande partie de son arôme et est, par suite, délaissé par la grande majorité des fumeurs.

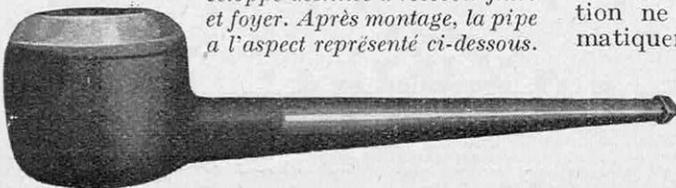
Or, voici qu'une invention récente permet, aujourd'hui, de fumer du tabac ordinaire sans avoir à en ressentir les effets nocifs. Cette invention concerne une pipe d'un modèle spécial, qui, par sa constitution même, filtre la fumée du tabac en arrêtant toutes les substances nocives qu'elle contient. L'arôme même du tabac n'est diminué en aucune manière. Il est, au contraire, en

quelque sorte « épuré » et rehaussé. D'ailleurs, cette nouvelle pipe, la pipe « Buttner », présente un autre avantage : celui de brûler le tabac entièrement et sans déchet. Elle est donc particulièrement économique. La figure ci-contre nous montre les différents organes qui forment la pipe « Buttner » : en haut, on voit la tête de la pipe en terre



LA PIPE « BUTTNER » ET SES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS

*En haut : la tête de la pipe en terre cuite ; au-dessous : le « filtre » poreux en silicate de manganèse ; au-dessous encore : l'enveloppe destinée à recevoir filtre et foyer. Après montage, la pipe a l'aspect représenté ci-dessous.*



cuite — avec le dessus vernis — qui constitue le foyer. Au-dessous se trouve le « filtre » poreux en silicate de manganèse calciné qui est destiné à entourer le foyer. Au-dessous encore se trouve l'enveloppe destinée à recevoir le filtre et le foyer. Enfin, à la partie inférieure de la figure, on voit la pipe après assemblage de ces divers éléments. Le fourneau de la pipe possède à sa base, comme on le voit, un petit trou qui oblige la fumée à traverser le filtre et à en suivre les diverses rainures pour atteindre une rainure circulaire et à s'échapper ensuite par le tuyau. Cette fumée, en traversant le filtre, s'est séchée et débarrassée de toutes les substances nocives. Elle s'est, en outre, refroidie de façon à atteindre la température la plus agréable pour le fumeur. D'autre part, comme le tuyau ne laisse passer que de la fumée filtrée, il ne risque pas de s'encrasser, ce qui est un avantage notable qui n'échappera pas aux fumeurs.

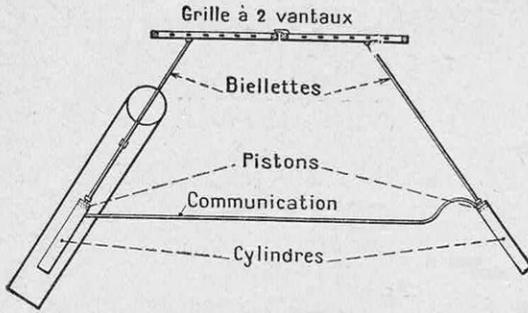
Le filtre poreux lui-même, qui constitue la caractéristique essentielle de la nouvelle pipe, peut être utilisé très longtemps. Son nettoyage est des plus faciles. Lorsqu'il est imbibé de nicotine, il suffit, en effet, de le chauffer à la flamme. Au bout de quelques minutes, il est porté à l'incandescence et, après refroidissement, il se présente comme neuf et peut être immédiatement utilisé.

A l'heure actuelle, d'ailleurs, le succès de la « pipe de santé Buttner », brevetée en France et à l'étranger, s'étend de plus en plus et c'est par centaines de mille que l'on peut compter celles qui sont actuellement en usage dans le monde.

### *Vos grilles d'entrée s'ouvriront et se fermeront automatiquement*

EN arrivant en voiture dans une propriété privée, dans une cour d'usine, ou autre, dont l'entrée est protégée par des portes en bois ou en fer, à deux vantaux, l'on se trouve dans l'obligation de descendre pour aller les ouvrir. Cette opération ne pouvait-elle pas s'effectuer automatiquement? Un de nos lecteurs a résolu le problème de la façon suivante, grâce à un ingénieux dispositif hydraulique breveté.

L'ouverture est provoquée soit par le stationnement d'une roue,



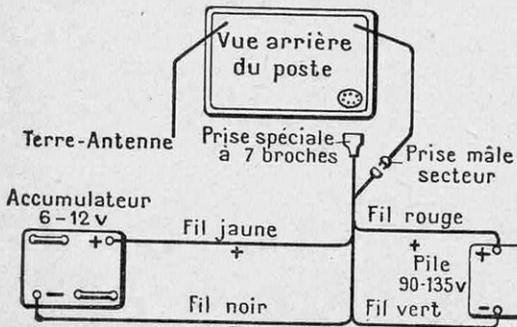
DISPOSITIF D'OUVERTURE DES PORTES

soit par la pression du pied sur un appareil à levier qui actionne un robinet automatique d'admission d'eau sous pression. Chaque vantail comporte un système d'actionnement propre, constitué par un cylindre et un piston dont la course est utilisée pour manœuvrer le vantail et remonter un contrepoids qui, par la suite, assurera la fermeture. Celle-ci se produit dès que la pression cesse d'agir sur le levier grâce à des « purges » réglables pour l'évacuation de l'eau des cylindres. Bien entendu, le décalage nécessaire pour éviter le coincement de deux vantaux est prévu. Il suffit pour cela de brancher l'admission d'eau du deuxième cylindre sur le premier cylindre à une distance convenable du fond.

Signalons, enfin, que ce dispositif peut être enterré de façon à ne déparer aucunement les grilles de style.

## Un excellent poste de T. S. F. miniature

Dès leur apparition en France, les postes de T. S. F. miniature ont connu un succès considérable. Ce résultat n'est pas dû seulement aux dimensions invraisemblablement réduites de ces appareils, mais encore à leur propriété de fonctionner indifféremment sur le courant continu ou alternatif. En effet, ces postes sont munis de lampes américaines du type 6,3 volts à chauffage indirect dont les filaments sont calibrés pour être montés en série. Une résistance spéciale, placée en série



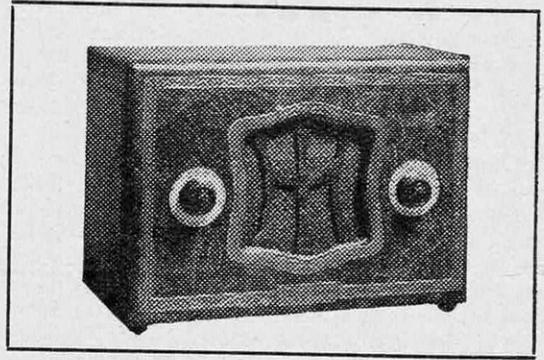
MONTAGE DU POSTE « PYGMY »

également, absorbe l'excès de tension et permet d'alimenter le poste directement sur 110 volts.

D'autre part, une valve, dont le filament est lui aussi en série avec ceux des lampes, redresse le courant lorsqu'il s'agit d'alternatif. Sur le continu, ou bien elle l'arrête complètement ou bien le laisse passer, selon la polarité. Si donc, après avoir branché la prise de courant sur le secteur continu, on n'entendait rien au bout d'une minute de chauffage, il n'y aurait qu'à inverser la polarité en retournant la prise de courant.

Ce poste ne comportant aucun transformateur, ce qui permet de l'alléger, la tension anodique des lampes n'est pas très élevée. Grâce à l'emploi de lampes à 5 électrodes du type 43, la puissance modulée atteint cependant 2 watts.

Le poste est équipé avec les lampes les



LE POSTE MINIATURE « PYGMY »

plus modernes : 1 lampe 6 AZ à cinq grilles ; 1 lampe 78 à grille écran ; 1 diode 75 ; 1 lampe de puissance 43 ; 1 valve 25 Z5.

Signalons d'ailleurs que, malgré leur petitesse, ces postes *Pygmy* comportent les derniers perfectionnements de la technique, notamment l'accord unique, la détection pour diode, le volume contrôle automatique (sur les superhétérodynes), une prise de pick-up et un haut-parleur électrodynamique. Celui-ci, malgré ses faibles dimensions, donne des résultats excellents.

C'est là vraiment la réalisation de la T. S. F. partout dans les meilleures conditions.

## Voici un poste de T. S. F. superhétérodyne cinq lampes de premier ordre

NOUS avons montré récemment l'évolution suivie par la lampe de T. S. F. depuis l'origine. évolution qui s'est traduite par une différenciation toujours plus grande des types utilisés suivant le rôle qu'ils ont à remplir. C'est grâce, en particulier, aux progrès réalisés dans cette voie que l'on est arrivé à obtenir les qualités de

« sélectivité » et de « musicalité » véritablement surprenantes des postes modernes.

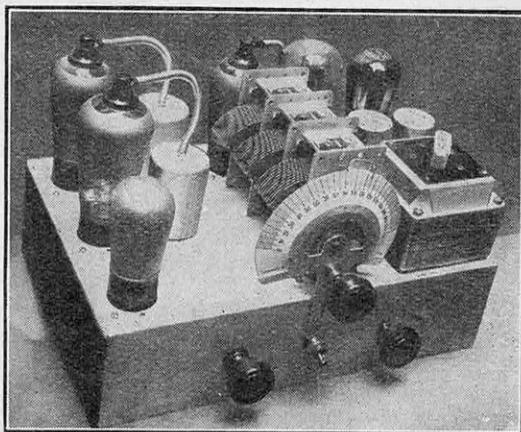
En voici un exemple typique : il s'agit d'un poste superhétérodyne spécialement conçu pour la construction des récepteurs monoblocs à haut-parleur électrodynamique incorporés, et des meubles combinés pour phonographes électriques.

Ce poste correspond à la formule la plus moderne : changement de fréquence par deux lampes amplificatrices moyenne fréquence penthode, détectrice-amplificatrice-binode, basse fréquence, penthode et pré-sélecteur.

Limité à cinq lampes, plus une valve, cet appareil est d'une grande simplicité de maniement et présente une musicalité de premier ordre, grâce à la binode. En outre, par sa fabrication robuste et soignée, il est complètement à l'abri des pannes, malheureusement si fréquentes dans les appareils de grande série.

Le système d'accord consiste en un pré-sélecteur à deux circuits accordés et un oscilateur, réunis sous le même blindage dans l'« oscilobloc », qui est particulièrement apprécié par les sans-filistes pour sa simplicité et son bon rendement. L'« oscilobloc » est accordé par un condensateur variable à trois éléments en ligne de 0,50/1.000. L'antenne attaque le circuit primaire de l'« oscilobloc ». L'entretien des oscillations est assuré par une lampe triode dont la plaque et la grille vont à ce bloc. La plaque de la lampe oscillatrice est réunie à l'écran de la lampe modulatrice par une petite résistance dont le but est d'amortir le couplage entre le circuit d'accord et celui d'hétérodyne en évitant ainsi les bloquages.

La supériorité de ce montage est due particulièrement à l'utilisation de la binode qui, en fait, remplace deux tubes. Ce système de détection, bien connu maintenant par les sans-filistes à la page, fournit la plus grande musicalité. La binode, encore unique dans son genre, est l'invention la plus remarquable



VUE EXTÉRIEURE DU POSTE

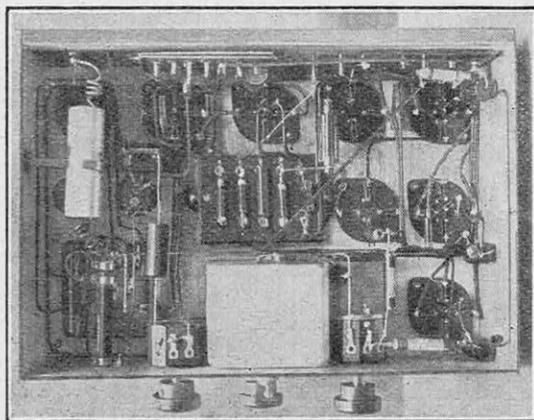
de la technique actuelle, et ses possibilités comme détectrice et amplificatrice sont extraordinaires.

Signalons toutefois qu'elle ne donne son plein rendement que dans les appareils bien adaptés, comme c'est le cas pour celui qui nous occupe et qui peut être livré soit en bloc, soit en pièces détachées pour les personnes qui veulent effectuer elles-mêmes leur montage. Dans ce dernier cas, on a prévu, sur des petites planchettes en bakélite (selon le schéma qui est à la disposition gratuite des amateurs), toute la gamme des résistances et condensateurs qui, après étude minutieuse, ont été trouvés mieux adaptés pour gagner de la puissance, de la sensibilité et de la sélectivité dans l'utilisation de la binode. Une plaquette ainsi établie concerne les circuits de l'anode et de détection et de la grille d'entrée de la lampe ; une deuxième planchette concerne les circuits d'écran et de plaque ainsi que la grille de la lampe suivante. Les résistances et condensateurs sont reliés entre eux sur les planchettes et fixés à quelques bornes extrêmes, de telle sorte que le montage correct de la binode devient simple et facile comme un jeu d'enfant.

L'alimentation est assurée par un transformateur robuste fournissant une tension-plaque de 350 volts sous 75 milliampères et tension-filament deux fois 2 volts 2 ampères.

Le filtrage du courant haute tension est assuré par deux condensateurs électrolytiques et par l'enroulement d'excitation du haut-parleur électrodynamique, qui doit présenter une résistance de 2.500 ohms. Le montage est effectué sur un châssis métallique cadmié qui donne à l'appareil un bel aspect industriel.

Ce récepteur a été étudié pour satisfaire les amateurs de *bonne musique*, qui veulent à la fois un récepteur de maniement et de construction simples et de rendement sûr et fidèle.



MONTAGE DU POSTE « RADIO-SOURCE »

## Au sujet de la protection contre le vol et l'incendie

**N**ous avons parlé, dans notre numéro de février 1933, page 176, d'un appareil de protection contre le vol et l'incendie. La Société « Electro-Gard », continuant ses recherches, vient de mettre au point un



VUE EXTÉRIEURE DE L' « ELECTRO-GARD »

système de protection dit de *Super-contrôle*, apportant ainsi une sécurité totale aux installations de ce type.

Les nouvelles qualités du montage en *super-contrôle*, sont les suivantes :

1° Si, à un moment quelconque, l'appareil « Electro-Gard » même au repos, une personne coupe une ligne de contact, une

sonnerie retentit prévenant de ce geste ;  
2° Si un cambrioleur coupe les lignes électriques d'arrivée pensant annihiler l'effet de l'appareil, une sonnerie retentit également ; cette sonnerie fonctionne à l'aide d'un circuit indépendant alimenté par une simple pile 4 volts.

Chaque fois que l'on passe de la position *marche* à la position *arrêt*, et inversement, la sonnerie tinte, permettant ainsi de contrôler le bon état de fonctionnement du circuit de contrôle, d'où l'appellation de ce montage : *super-contrôle*.

De plus, la même société « Electro-Gard » a augmenté ses appareils de sécurité en adjoignant l'*électro-gaz*, qui décèle toute présence d'oxyde de carbone ou de gaz d'éclairage. Cet appareil fonctionne avant que la proportion de gaz soit nocive.

Son action est analogue à celle d'un contact de porte, ou d'un avertisseur d'incendie, c'est-à-dire qu'elle fait déclencher le système d'alerte de l'installation « Electro-Gard ».

V. RUBOR.

### Adresses utiles pour les « A côté » de la science

*Pipe filtrant la fumée du tabac* : BUTNER, 11, rue de la Paix, à Saint-Louis (Haut-Rhin).

*Ouverture automatique des portes* : M. PIGAL, à Guermantes, par Lagny (Seine-et-Marne).

*Poste de T. S. F. « Pygmy »* : SOCIÉTÉ CENTRALE DES INVENTIONS PRATIQUES, 31, rue La Boétie, Paris (8<sup>e</sup>).

*Poste de T. S. F. superhétérodyne à 5 lampes* : ETABLISSEMENTS RADIO-SOURCE, 82, avenue Parmentier, Paris (11<sup>e</sup>).

*Protection contre le vol et l'incendie* : ELECTRO-GARD', 46, rue de Sèze, à Lyon (Rhône).

## TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

### FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an ..... 45 fr.   chis..... } 6 mois... 23 —	Envois recommandés ....	{ 1 an ..... 55 fr. } 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.   chis..... } 6 mois... 41 —	Envois recommandés ....	{ 1 an ..... 100 fr. } 6 mois... 50 —

Pour les autres pays :

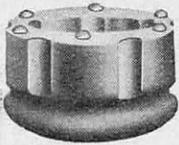
Envois simplement affran-	{ 1 an ..... 70 fr.   chis..... } 6 mois... 36 —	Envois recommandés ....	{ 1 an ..... 90 fr. } 6 mois... 45 —

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.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X<sup>e</sup>  
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

La seule Pipe qui préserve le cœur  
c'est la **"PIPE BUTTNER"**

Filtre du chimiste professeur Berdel.



La Technique et la Science ont réussi, après des recherches de plusieurs années, à créer une pipe vraiment saine: la Pipe Buttner.

**Elle est saine**, parce que les résidus nuisibles sont absorbés par le grand filtre.

**Elle est aromatique**, parce qu'elle adoucit le goût du tabac, même du plus fort.

**Elle reste sèche**, grâce à son filtre.

**Elle est toujours propre.**

**Elle est économique**, parce qu'elle brûle tout le tabac, contrairement aux autres pipes.

**Elle vous dispense** de vous acheter plusieurs pipes de rechange.

**Elle vous évite** le picotement sur la langue.

**Le filtre se conserve longtemps.** On le retire de la pipe seulement quand il est devenu brun foncé. Pour le désinfecter, il suffit qu'on l'expose au feu, *sur des charbons ardents* ou à *une flamme de gaz*. Il redevient blanc, et on peut l'employer à nouveau. Le plus simple est de désinfecter ainsi plusieurs filtres en même temps. Si vous désirez des filtres de réserve, commandez-en un carton de six pièces.

Grâce à sa construction ingénieuse, la *Pipe Buttner* est pratique: pendant qu'on la fume, on peut la déposer partout sans qu'elle tombe.

L'essentiel de la Pipe Buttner est son *filtre poreux*, patenté plusieurs fois. Il est composé d'une matière entièrement légère, d'une forme et d'une grandeur inconnues jusqu'ici. — Par un arrangement spécial de canaux, la fumée est obligée de traverser le filtre de toutes parts, avant de parvenir dans le tuyau. Le long chemin qu'elle doit faire, et la matière très spéciale du filtre, la rafraîchissent et la débarrassent de tout ce qu'elle peut avoir de nuisible.

Le résultat de tous ces avantages est que la Pipe Buttner ménage grandement la langue, le cœur et le poumon, tout en étant une jouissance idéale pour le fumeur le plus exigeant.

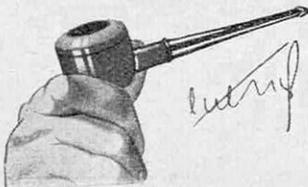
Commandez la Pipe Buttner à la

**PIPE BUTTNER S. A. R. L.**

**SAINT-LOUIS (Haut-Rhin)**

CASE POSTALE 148 - SERVICE SV

OU DEMANDEZ-LA A VOTRE DÉBIT DE TABAC



# PARIS-ADRESSES

*L'Annuaire qui renseigne*

**COMMERCE - INDUSTRIE  
PARIS - BANLIEUE**

**2, rue des Italiens, PARIS (9<sup>e</sup>)**

Téléphone : PROVENCE 28-40 (4 lignes)

## Chemins de fer de l'Est, de l'Etat, du Nord, d'Orléans et de Paris à Lyon et à la Méditerranée

Les Chemins de Fer de l'Est, de l'Etat, du Nord, d'Orléans et de Paris à Lyon et à la Méditerranée ont l'honneur de faire connaître que, pour augmenter les facilités offertes au public par leurs services de livraison et d'enlèvement à domicile dans Paris, ils viennent de donner des instructions à leurs livreurs pour que ceux-ci assurent désormais, à la demande des expéditeurs ou des destinataires, la montée ou la descente à l'étage ou en cave, des colis d'un poids au plus égal à 50 kilogrammes, et s'efforcent de donner satisfaction, dans toute la mesure possible, aux demandes de ce genre qui leur sont présentées pour les colis de plus de 50 kilogrammes.

Les rémunérations que les livreurs sont autorisés à réclamer pour ces opérations sont fixées par un barème qu'ils doivent présenter à toute demande des expéditeurs ou des destinataires.

### La plus moderne des revues d'Italie

## “ GLI ASTRICI ”

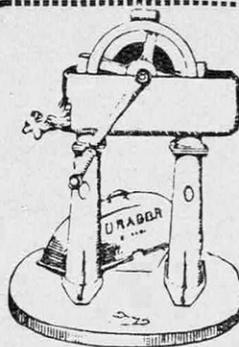
Nella scienza Storia Arte e Letteratura  
mensuelle de l'Associazione Italiana Astrofili

*Vulgarisation des sciences astronomiques*

**ROME (Italie), via Panetteria, 15**

Abonnements : Italie, L. 20 ; Etranger, L. 35

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE



### DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. - A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1<sup>er</sup> 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 poulie de fond. - Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - Garanti 5 ans.

Élévateurs DRAGOR

LE MANS (Sarthe)

Pour la Belgique :  
39, allée Verte - Bruxelles

Voir article, n° 85, page 446.

## Le charme de l'arrière-saison dans les stations thermales et climatiques

UNE vie plus calme, plus douce, plus reposante, propre aux bonnes cures, de meilleures conditions de prix pour votre séjour, voilà ce que vous trouverez, à l'arrière-saison, dans les stations des Alpes, du Jura, de l'Auvergne, des Cévennes. Pour votre voyage, demandez un billet d'aller et retour de 33 jours et vous bénéficierez aussi d'une réduction.

Pour des indications plus détaillées (importance du parcours, durée du séjour), veuillez vous renseigner auprès de votre gare.

*Une revue véritablement  
d'actualité scientifique est  
celle qui prend racine dans  
le passé et se prolonge dans  
l'avenir.*

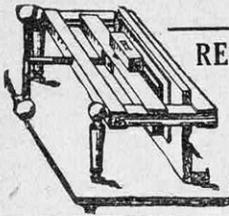


Hou, Ah ! Anatole, pot à colle ! qui connaît pas le Dentol

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.

# Dentol

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



**RELIER tout SOI-MÊME**

avec la RELIEUSE-MÉRÉDIEU  
est une distraction  
à la portée de tous

Outillage et Fournitures générales

Notice illustrée franco contre 1 fr.  
V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME

**NOUVEAU MÉCANISME de  
CHANGEMENT DE VITESSE**

*Brevet ou licences à vendre*

A. HIRTZ Sarrewerden (Bas-Rhin)

MANUEL-GUIDE GRATIS  
**INVENTIONS**  
OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS  
Dépôt de Marques de Fabrique

H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambon, Paris

TECHNICIENS. ETUDIANTS

DESSINEZ avec la **PLANCHE MÉCANIQUE**  
"LA PORTATIVE" et vous disposerez, à peu  
de frais, dans votre bureau ou à la maison,  
d'un appareillage moderne et non encombrant  
*Renseignements gratuits sur demande aux*

Etab. BAUDET, Construct. à BRAUX (Ardennes)

LE  
NUMÉRO SPÉCIAL

# Omnia Salon

S E R A C O N S A C R É

au XXVII<sup>e</sup> Salon  
de l'Automobile

CETTE ÉDITION DE GRAND LUXE RÉDIGÉE PAR  
BAUDRY DE SAUNIER

TRAITERA DE TOUTES LES NOUVEAUTÉS POUR 1933-1934

**Elle sera mise en vente le 5 octobre  
au prix de 25 francs**

RETENEZ - LA DÈS MAINTENANT

**INVENTEURS**  
Pour vos  
**BREVETS**

Adressez-vous à : ROGER PAUL, Ingénieur-Conseil  
35, rue de la Lune, PARIS (2<sup>e</sup>) *Brochure gratuits!*



Vous pouvez facilement et rapide-  
ment obtenir le diplôme de conduc-  
teur, dessinateur ou ingénieur élec-  
tricien, par études attrayantes chez  
vous. Suivez les cours spécialisés de l'

**INSTITUT NORMAL  
ELECTROTECHNIQUE**

38, RUE HALLÉ - PARIS

Dem. programme N° 13 gratuits.

# LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES <sup>(1)</sup>

## 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 automatique, 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup>.

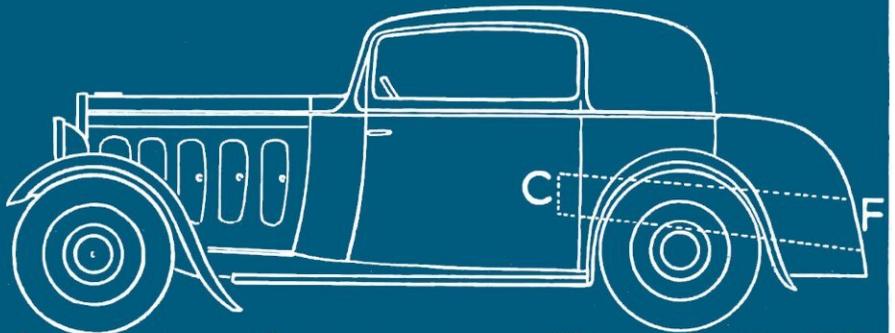
*chasseur.*



*toujours au rendez-vous*

*premier vous*

AVEC UNE **301**  
**Peugeot**  
A ROUES AVANT  
INDÉPENDANTES



le coach golf  
la cond.int.301  
20.900

avec son coffre à fusil CF  
le coach golf 301  
26.000

AU MUSÉE DE L'ORANGERIE  
DES TUILERIES

PLACE DE LA CONCORDE . PARIS

Revoir

PEINTURES - DESSINS

JUIN - NOVEMBRE

TOUS LES JOURS DE 10 À 18 H<sup>RES</sup>