

France et Colonies : 4 fr.

N° 200 - Février 1934

# LA SCIENCE ET LA VIE



# 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'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris, 7<sup>e</sup>.

# L'ÉCOLE CHEZ SOI

## ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

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

Directeur-Fondateur : Léon EYROLLES C. ✱



Créatrice, il y a 42 ans, de l'Enseignement Technique par Correspondance, est la seule Ecole qui :

- 1° Possède 450 volumes imprimés — résultat de plus de 40 ans d'expérience et d'efforts — collection, unique au monde, de cours constamment tenus à jour ;
- 2° S'appuie sur une Ecole de plein exercice, reconnue par l'Etat, dont les diplômes d'Ingénieurs ont une consécration officielle.
- 3° Dispose, pour l'Enseignement et les examens d'obtention des Diplômes, des importants Laboratoires, Ateliers et Champ d'expériences de son Ecole d'application de Cachan.

### PRÉPARATIONS ADMINISTRATIVES

Ponts & Chaussées-Mines  
Génie rural.  
Service vicinal.  
Services municipaux.  
Ville de Paris.  
P. T. T.  
Chemins de fer.  
Colonies.  
Armée.  
Marine.  
Aéronautique.  
Emplois réservés.  
Grandes Administrations  
publiques et privées.

### Quelques CONCOURS probables pour 1934

Adjoint technique des Ponts et Chaussées et des Mines : Juin.

Ingénieur adjoint des Travaux Publics de l'Etat. Admissibilité : Octobre.

Ingénieur adjoint des Travaux Publics de la Ville de Paris : Fin premier semestre.

Vérificateur adjoint des Poids et Mesures : Mars ou Avril.

Contrôleur du Service de la main-d'œuvre : Fin premier trimestre.

Adjoint technique et Ingénieur du Service vicinal : Recrutement non interrompu.

### RÉSULTATS OBTENUS

4919 Ingénieurs de l'Etat, des Départements et des Villes.

(Sur 135 candidats admis aux épreuves écrites d'admission du Concours d'Ingénieur adjoint des Travaux Publics de l'Etat, en 1933, 132 sont élèves de l'Ecole).

207 Ingénieurs et Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées.

5 Ingénieurs des Mines.

808 Ingénieurs adjoints du Service vicinal.

82 Ingénieurs principaux et Ingénieurs en chef du Service vicinal.

303 Ingénieurs adjoints des Travaux Publics de la Ville de Paris.

23 Ingénieurs en chef de la Ville de Paris.

35 Ingénieurs-Géomètres de la Ville de Paris.

31 Ingénieurs adjoints du Génie rural.

61 Ingénieurs des Directions de Travaux maritimes.

4 Ingénieurs des Travaux Publics du Maroc.

7360 autres situations administratives : Conducteurs, Adjointes techniques, Commis, Dessinateurs, etc.

Des milliers de situations industrielles de tous ordres :

Directeurs, Chefs de services, Ingénieurs et Techniciens.

### PRÉPARATIONS INDUSTRIELLES

Travaux Publics - Mines.  
Bâtiment - Architecture.  
Béton armé.  
Topographie.  
Mécanique.  
Automobile.  
Aéronautique.  
Métallurgie.  
Electricité - T. S. F.  
Chauffage et installations  
sanitaires.  
Froid industriel.  
Comptabilité.  
Administration industrielle et commerciale.

Diplômes de Commis, Dessinateur, Conducteur, Sous-ingénieur et Ingénieur des diverses spécialités indiquées ci-dessus.

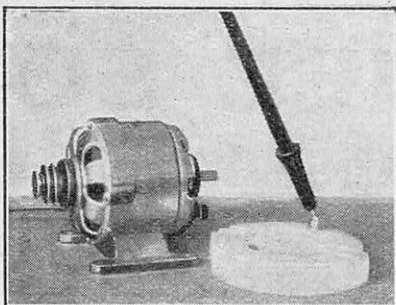
Préparation aux diverses professions et métiers.

Enseignement général (1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> degré).

Certificats de licence (mathématiques).

Brochures 34 (Notices sur l'Enseignement -- Catalogues des ouvrages de l'Enseignement -- Liste nominative des résultats obtenus) et tous renseignements envoyés à titre absolument gracieux sur demande adressée à

L'ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS (ÉCOLE CHEZ SOI)  
12, Rue Du Sommerard, PARIS-V<sup>e</sup>



EXPÉDITIONS FRANCO FRANCE ET COLONIES

## UN CADEAU

Pour 125 francs !!

### UN MOTEUR ÉLECTRIQUE INDUSTRIEL SILENCIEUX

fonctionnant sur le courant lumière monophasé (50 périodes). Pas de collecteur; pas de balais; aucun entretien. Ne produit pas de parasites! Tension: de 100 à 125 volts. - Vitesse: 1.400 tours-minute. - Puissance absorbée: 36 watts.

C'EST UNE PRODUCTION DE LA

**Sté Ame de Constructions Électriques MINICUS**  
5, rue de l'Avenir, GENNEVILLIERS (Seine)

### CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

### COMBINÉS BARRAL

Procédé reconnu le plus simple  
et le plus efficace  
par des milliers de clients.

### 5 COMBINÉS BARRAL pour conserver 500 œufs

FRANCO A DOMICILE 11 FRANCS

Adresser les commandes avec un mandat-  
poste, dont le talon sert de reçu, à  
M. Pierre RIVIER, fabricant des Combinés  
Barral, 8, villa d'Alésia, PARIS-14<sup>e</sup>.

PROSPECTUS GRATUITS SUR DEMANDE



PUBL. C. BLOCH

## LA SCIENCE ET LA VIE

FOURNIT

tous les livres français et étrangers

A SES LECTEURS



Ecrire à

**LA SCIENCE ET LA VIE**

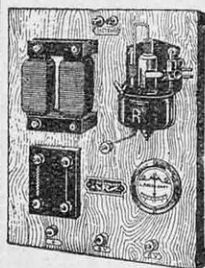
SERVICE DE LA LIBRAIRIE

13, rue d'Enghien, Paris-10<sup>e</sup>

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

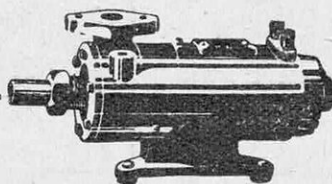
SIMPLICITÉ  
SÉCURITÉ  
ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande

61, boul. Sout, PARIS

TÉLÉPHONE: DIDEROT 07-21

10 ANS D'EXPÉRIENCE:  
60.000 APPAREILS  
EN SERVICE

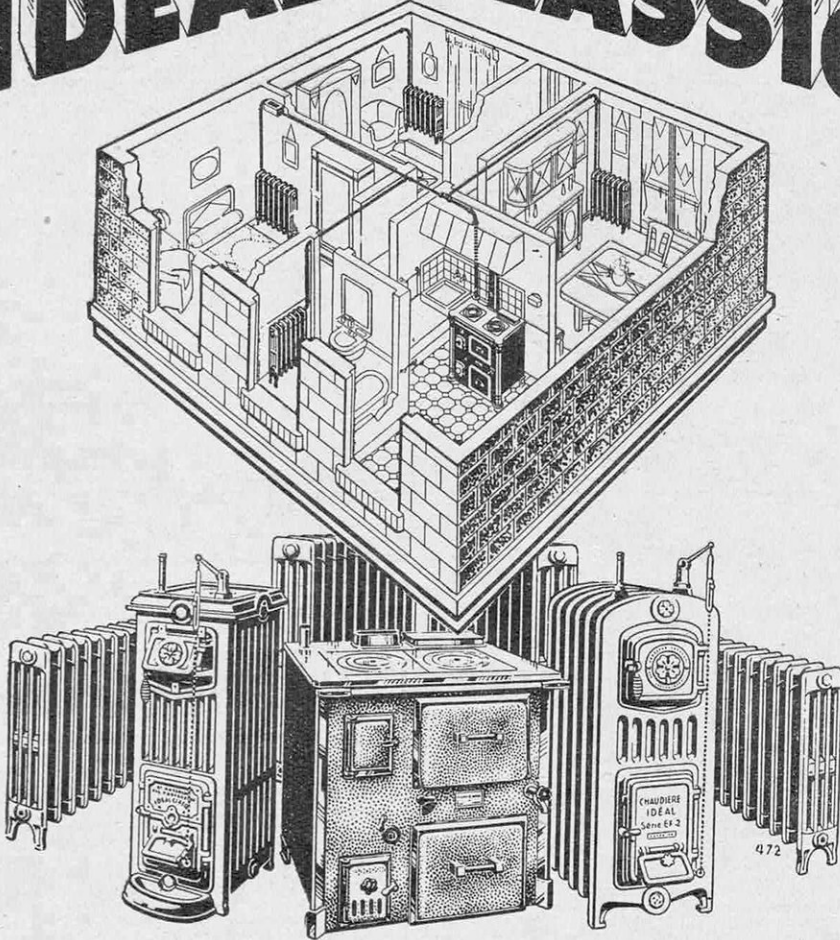


NE VOUS FATIGUEZ PAS A TIRER  
**L'EAU DE VOTRE PUIITS**

Pour quelques centimes à l'heure, la nouvelle  
pompe électrique "RECORD" la distribuera  
automatiquement dans votre maison, votre  
garage, votre jardin. Cette merveilleuse petite  
pompe fonctionne sans bruit, surveillance ni  
entretien, sur le plus petit compteur lumière,  
exactement comme une lampe. La consommation  
est inférieure à celle d'un fer à repasser.  
Sa garantie est illimitée. Son prix est sensation-  
nel: **500 francs**. — Vous ne perdrez  
pas votre temps en demandant notre catalogue  
gratuit n°

**A. GOBIN, Ing.-Const., 3, Rue Ledru-Rollin  
SAINT-MAUR (Seine)**

# LE CHAUFFAGE CENTRAL IDEAL CLASSIC.



## S'INSTALLE PARTOUT aussi facilement que l'eau et le gaz

Il peut être réalisé: soit avec Chaudière "IDÉAL CLASSIC" ou Chaudière sectionnée "IDÉAL EF", soit avec Fourneau "IDEAL CULINA", dans toutes habitations à partir de 2 pièces. Sa consommation est si faible (**moins de 7 centimes l'heure par radiateur**) que le coût de l'installation se trouve amorti en quelques hivers.

*Pour vous documenter sur le chauffage central "Idéal Classic" demandez la Brochure illustrée N° 64 qui vous sera adressée gratuitement contre ce coupon.*

Bon pour  
Brochure  
gratuite  
N° 68

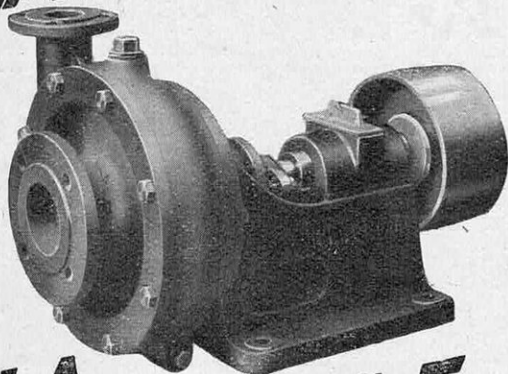
NOM .....  
RUE ..... N° .....  
VILLE ..... DEPAR' .....

### COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

149, Boulevard Haussmann - PARIS (8<sup>e</sup>)



# SÉCURITÉ ABSOLUE



## LA NOUVELLE POMPE R. LEFI SÉRIE R

Son étude spéciale, son usinage soigné, sa robustesse, son équilibrage automatique, la mettent pratiquement à l'abri de toute panne, de tout dérèglement.

Elle s'impose donc dans l'industrie, où bien souvent l'eau est aussi indispensable que la force motrice.

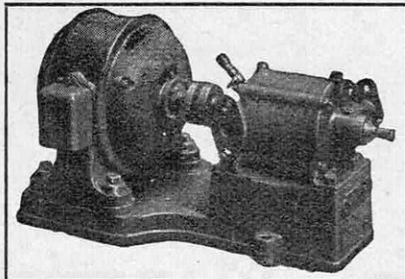
La pompe R. Lefi Série R. présente d'incomparables avantages: rendement élevé, marche silencieuse, prix de revient réduit grâce à la standardisation des organes, donc prix d'achat avantageux.

Demandez renseignements et devis à la Société

**LES POMPES R. LEFI**  
3, Av. Daumesnil,  
PARIS - Tél: Diderot  
88-75

## 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

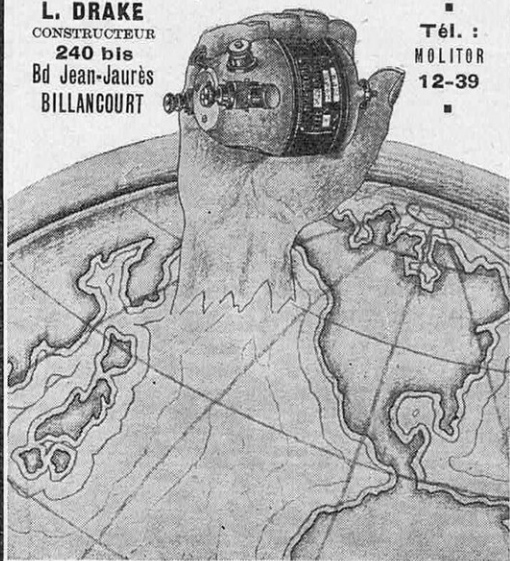
## "MICRODYNE"

LE PLUS PETIT MOTEUR INDUSTRIEL DU MONDE

**MOTEURS UNIVERSELS**  
de 1100 à 110 ch.

**L. DRAKE**  
CONSTRUCTEUR  
240 bis  
Bd Jean-Jaurès  
BILLANCOURT

Tél.:  
MOLITOR  
12-39



des renseignements  
et des conseils  
précieux



pour vous aider  
à faire de votre bébé  
un enfant robuste et sain.

un petit nombre de règles simples, des renseignements, des conseils, ont été rassemblés dans ce livret illustré, de 36 pages, corrigé et complété sur les indications du corps médical.

Vous y trouverez aussi la place pour noter les premiers événements de la vie de votre cher bébé.

**BON** pour recevoir gratuitement et franco avec un échantillon de BLEDINE la brochure "LE LIVRET de BEBE" éditée par les Etablissements JACQUEMAIRE à Villefranche (Rhône)  
343



LA SECONDE MAMAN

# 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'État

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

L'efficacité des méthodes de l'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 27 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 **vos 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° 69.902**, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'au 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 complets, etc.)

**BROCHURE N° 69.907**, 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° 69.913**, 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° 69.920**, 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° 69.926**, 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° 69.931**, 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° 69.939**, concernant la préparation aux carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de Chantier, Contremaître dans toutes les spécialités de l'Industrie et des Travaux publics : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc.  
(Enseignement donné par des professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc.)

**BROCHURE N° 69.944**, 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° 69.951**, 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° 69.956**, 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° 69.963**, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.  
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

**BROCHURE N° 69.968**, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

**BROCHURE N° 69.976**, concernant l'étude de l'Orthographe, de la Rédaction, de la Rédaction de lettres, de l'Eloquence usuelle, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'Ecriture, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

**BROCHURE N° 69.979**, 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° 69.985**, 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.)

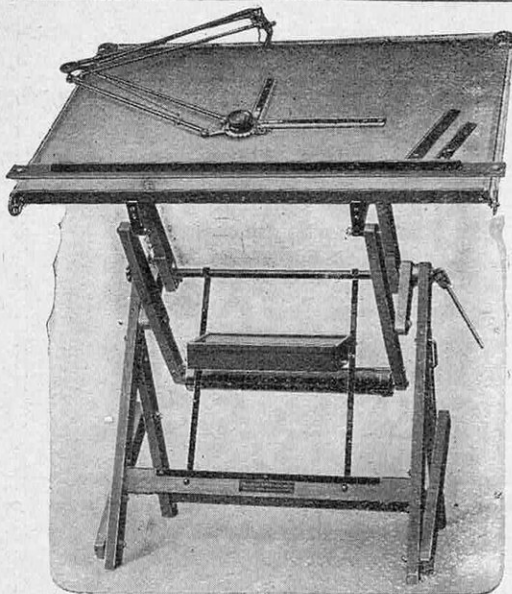
**BROCHURE N° 69.991**, concernant l'enseignement complet de la Musique : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition), Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, 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° 69.995**, 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.)

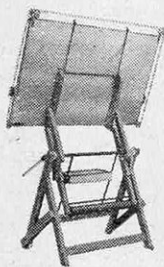
Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à  
**MESSIEURS LES DIRECTEURS** de

# L'ÉCOLE UNIVERSELLE

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



## 15 JOURS A L'ESSAI sans aucun engagement



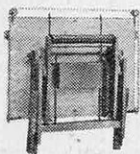
N'hésitez pas à profiter de l'offre exceptionnelle qui vous est faite.

### NOTRE TABLE UNIC-STUDIO

vous est offerte **15 jours à l'essai sans aucun engagement pour vous.**



Nous vous l'expédions franco de port et d'emballage et, en cas de non-convenance, il vous suffira de nous la retourner à nos frais.



Documentez-vous aujourd'hui même sur la gamme de nos différents modèles. Notices détaillées sur demande.

## LA TABLE A DESSINER **UNIC**

VOUS PROCURERA

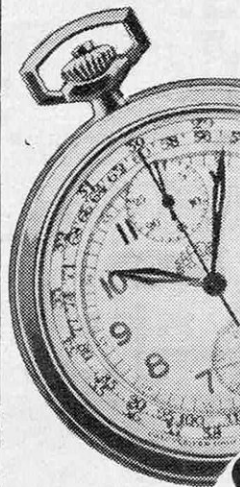
PRÉCISION - CONFORT - RENDEMENT

**ÉTABL<sup>TS</sup> L. SAUTEREAU**

Magasin d'Exposition - Service Commercial  
68.Avenue Parmentier, PARIS XI<sup>e</sup> - Roq. 76-44  
Usine à Pierrefitte (Seine) - Téléphone 28

## FAITES VENIR DE BESANÇON UN CHRONOGRAPHE

au prix d'une bonne montre :



Boîtier demi-plat métal chromé, qualité soignée - garantie 8 ans, aiguille au cinquième de seconde et totalisateur de minutes.

Seul, un spécialiste expérimenté, vendant directement, peut vous offrir un tel chronographe au prix de **235 Frs.**

Pour tous autres genres de chronomètres, chronographes et de montres Hommes et Dames (**600 modèles**), demandez le catalogue gratuit "**Montres**" N<sup>o</sup> **34-65** des réputés Etablissements

**235 fr.**

# SARDA

## BESANÇON

FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

## Devenez Ecrivain

Un bon rédacteur se fera toujours une place de premier plan, quelle que soit la carrière où le portent ses préférences.

Savoir bien rédiger est une condition essentielle de réussite, non seulement dans la presse et l'édition, mais dans la publicité, les affaires, l'administration.

Les bons rédacteurs sont rares.

Apprenez le métier d'écrivain en quelques mois, par une méthode éprouvée, facile et attrayante. Ce sera pour vous une garantie permanente de succès dans l'avenir, quoi qu'il vous arrive.

Demandez aujourd'hui même le volume programme illustré des Cours A. B. C., qui vous sera envoyé franco et sans engagement.

ENVOYEZ CE COUPON SANS RETARD

**ÉCOLE A. B. C. DE RÉDACTION, Groupe B 4**  
12, rue Lincoln (Champs-Elysées), Paris-8<sup>e</sup>

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans engagement pour moi, la brochure **Ecrire, pour le plaisir, pour le profit** m'apportant des détails complets sur la méthode A. B. C. de rédaction littéraire et pratique.

Nom : .....

Adresse : .....

# L'Anglais tel qu'on le parle

TRISTAN BERNARD, en bon psychologue, en observateur plein de bon sens, pose tout le problème de l'enseignement des langues par le simple choix d'un titre. — C'est bien « telle qu'on la parle » qu'une langue doit être apprise.

**P**ARLER l'Anglais est aujourd'hui, plus que jamais, d'une utilité vitale. En effet, le Français qui parle Anglais voit s'ouvrir des horizons sans bornes : il peut étendre ses relations dans le monde entier et prétendre aux plus brillantes situations.

D'assez sérieuses difficultés s'opposaient jusqu'à présent à la connaissance parfaite de cette langue, dont la prononciation ne peut être donnée par des manuels.

Aujourd'hui, sans quitter votre résidence, sans rien modifier à vos occupations de chaque jour, vous pouvez apprendre en quelques mois l'anglais le plus pur. Par la Méthode Linguaphone pour l'enseignement des langues, vous aurez toujours auprès de vous plusieurs professeurs, qui non seulement vous inculqueront patiemment des mots, des phrases, des tournures correctes, mais vous apporteront l'atmosphère du pays, l'accent le meilleur. Et cette étude, grâce à sa forme parlée, est un jeu à la fois instructif et amusant.

Vous pourrez d'ailleurs apprendre non seulement l'anglais, mais toute autre langue dont vous avez besoin : allemand, espagnol, italien, russe, hollandais, suédois, polonais, espéranto, chinois, persan, etc.

Toute langue est avant tout un assemblage de sons que l'on n'apprend qu'avec l'oreille, en écoutant, écoutant, écoutant. C'est ce qu'un cours Linguaphone vous permet de faire chez vous, dans votre fauteuil, à toute minute libre.

*Lorsque nous disons « apprendre une langue », nous ne parlons pas seulement de connaître quelques phrases permettant de se débrouiller en pays étranger, mais d'acquérir une réelle connaissance de cette langue, d'en posséder l'accent comme si vous aviez séjourné plusieurs années dans le pays même.*

*Ayant appris avec un Cours Linguaphone, vous êtes certain de comprendre parfaitement ce qu'un étranger vous dit dans sa langue, même s'il parle rapidement, parce que vous apprenez par l'oreille, sans entendre jamais un seul mot mal prononcé.*

Incroyable ! diront certains. D'autres l'ont dit à propos de l'aviation, de la T. S. F., du cinéma. Jugez sur preuves. Faites l'essai gratuit de 8 jours que vous trouverez offert dans la brochure Linguaphone mentionnée ci-dessous.

*Il est impossible, dans cet espace limité, de vous donner plus de détails sur le principe et le mode d'application de cette méthode, la plus moderne qui soit pour l'enseignement des langues qu'elle a complètement transformé.*

Aussi avons-nous fait éditer à votre intention une brochure entièrement illustrée qui vous donnera sur la méthode Linguaphone tous les renseignements nécessaires.

Cette brochure est offerte gratuitement et sans engagement à toute personne qui en fait la demande en nous retournant, après l'avoir complété, le coupon ci-dessous :

DÉCOUPEZ ET POSTEZ SANS RETARD

**INSTITUT LINGUAPHONE, Annexe B 5  
12, rue Lincoln, 12 (Champs-Élysées), Paris (8<sup>e</sup>)**

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m'adresser, gratuitement et sans engagement pour moi, une brochure m'apportant tous les renseignements désirables sur la Méthode Linguaphone. Les langues qui m'intéressent sont :

.....

NOM .....

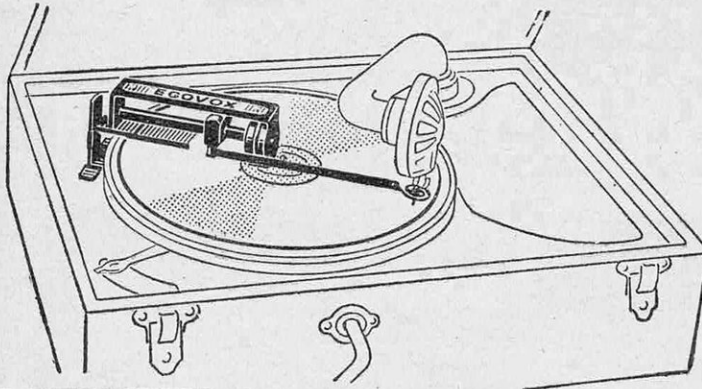
ADRESSE .....

.....

POUR

**48 fr.****EGOVOX**

ENREGISTRE :

*la parole,  
le chant,**les émissions de T. S. F.*L'APPAREIL COMPLET  
AVEC TROIS DISQUES

S'ADAPTE ET FONCTIONNE  
IMMÉDIATEMENT.  
CES DISQUES PEUVENT ÊTRE  
JOUÉS INDÉFINIMENT.  
DISQUES DOUBLE FACE  
A 2, 3 ET 4 FRANCS, SUIVANT  
GRANDEUR.

En vente dans les grands magasins  
et chez les marchands de phonos  
et de T. S. F.

**REMO, 1, rue Lincoln, PARIS**

## Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes ; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Les mieux payés sont ceux qui ont des connaissances d'ingénieur, même sans diplôme, car ils sont les plus rares et peuvent traiter les plus grosses affaires.

Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant industriel, ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial**, pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

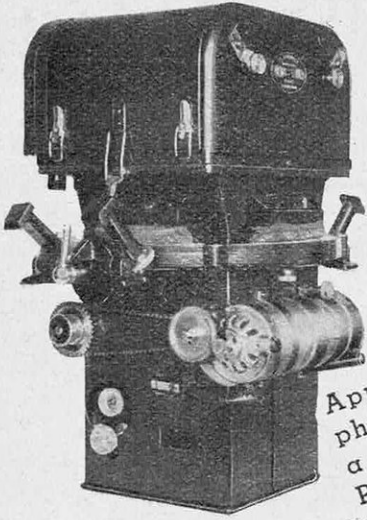
### L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

Fondée et subventionnée par " l'Union Nationale du Commerce Extérieur "  
pour la formation de négociateurs d'élite.

**Tous les élèves sont pourvus d'une situation**

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

**3 bis, rue d'Athènes, PARIS**



Appareil de  
photographie  
aérienne  
**PLANIPHOTE**  
des E<sup>ts</sup> Jules Richard  
équipé avec un  
moteur **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 Dipuv



**Maître  
des  
Ondes**

LA PLUS BELLE NOUVEAUTÉ  
DE LA SAISON

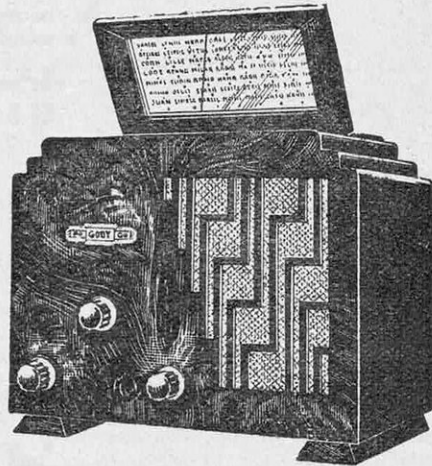
**Le cadran PSYCHÉ**

SE TROUVE DANS

**LA GAMME GODY**

qui comprend des  
Modèles superhétérodyne depuis

**1.250 francs**



Cadran lumineux à lecture directe, modèle psyché à  
mi-oir d'une visibilité et clarté incomparables. Inter-  
changeable instantanément (Breveté S. G. D. G.)

Catalogues et tous renseignements franco

**Etablissements GODY**

USINE ET BUREAUX :

à **AMBOISE (Indre-et-Loire)**

SUCCURSALE :

**24, boulevard Beaumarchais, PARIS**

**AVEC UN GODY,  
JAMAIS D'ENNUIS!**

# BARAQUEMENTS MÉTALLIQUES

Les baraquements métalliques s'imposent où le pavillon en fibro-ciment ne trouve pas emploi.

Ils se montent plus rapidement même que les pavillons. On les attaque sans précaution. On les démonte, on empile les éléments en camionnette, on les remonte ; tout cela en vingt-quatre heures, et autant de fois que l'on veut. Rien ne peut se déformer et rien ne se détériore.

Ils n'ont besoin ni de fondations, ni de spécialistes. Ils se posent sur leur propre soubassement métallique. Des piquets en fer s'enfoncent à l'intérieur de la construction et la clouent fortement au sol...

Aucun écrou ne se voit de l'extérieur des parois ; tout le montage de la charpente, ainsi que celui des tôles, se fait en boulons Japy à tête ronde sans fente de tournevis, les écrous toujours à l'intérieur.

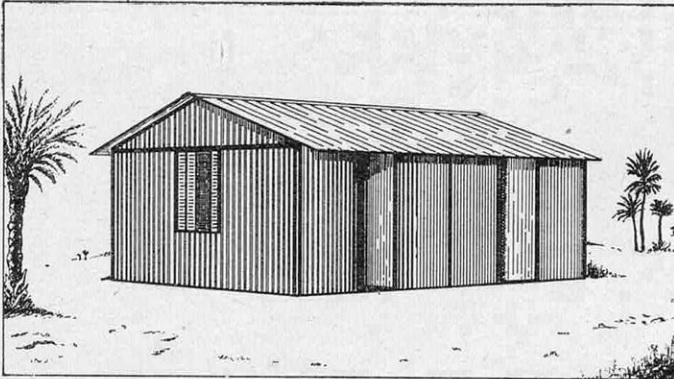
Les portes se ferment à clé, les fenêtres à espagnolette.

Tout ce que nous savons du métier de charpentier et de l'art du serrurier se trouve dans notre baraquement, pour qu'il soit **robuste, étanche** et inaccessible aux **maraudeurs**, et qu'il

vous donne, pendant de nombreuses années, tout et entier contentement.

Nos baraquements trouvent d'innombrables emplois. On met une porte à deux battants dans un pignon, ou paroi, et on a un garage. On cloisonne une travée et on a un magasin ; on cloisonne une autre travée, qui se re-cloisonne en deux pièces à volonté, et on a un logement. Sans rien cloisonner du tout, on peut avoir une salle de fêtes, ou une petite bicoque de lieu de chasse.

La construction de nos baraquements est étudiée à fond. Tout est simple, standardisé et **pratique**. Un supplément de boulonnerie, de



L'outillage et des plans de montage font partie intégrale de chaque expédition.

**Dimensions.** — Nous fabriquons **cinq** largeurs qui sont : 4 mètres, 4 m 50, 5 mètres, 5 m 50 et 6 mètres.

La longueur commence également à 4 mètres et elle continue par tranches de 50 centimètres jusqu'à toute longueur voulue — sans limite. On peut toujours ajouter encore quelques années après.

Comme hauteur, vous pouvez choisir entre 2 m 25, 2 m 50, 2 m 75 ou 3 mètres ! Toute hauteur convient à toute largeur et à toute longueur.

**Coût.** — Un seul et unique tarif contrôle tous nos modèles, soit :

**32 francs** le mètre carré de terrain couvert pour la toiture et les combles ;

**28 francs** le mètre carré pour les parois, y compris tout le chevronnage métallique ;

**24 francs** le mètre carré pour le cloisonnage.

Ces prix s'entendent pour baraquement chargé sur wagon dans notre usine. Le supplément de prix pour l'emballage maritime et la livraison franco Le Havre est de 5 %.

Nous expédions avec chaque baraquement les plans de montage, ainsi que le petit outillage de pose. Nous sommes heureux surtout de pouvoir éviter pour nos honorables clients la tâche de couper en biais les tôles des pignons — une tâche assez onéreuse que nous exécutons facilement en atelier au moyen de notre scie circulaire.

**Portes et fenêtres.** — Les portes se font en tôle ondulée galvanisée, vissée dans un cadre métallique. Toutes les portes — entrée ou intérieur — sont identiques. Elles ont 86 centimètres de large sur 225 de haut. Le supplément de prix pour chaque porte est de **90 francs**. Une porte à deux battants coûte **180 francs** en plus.

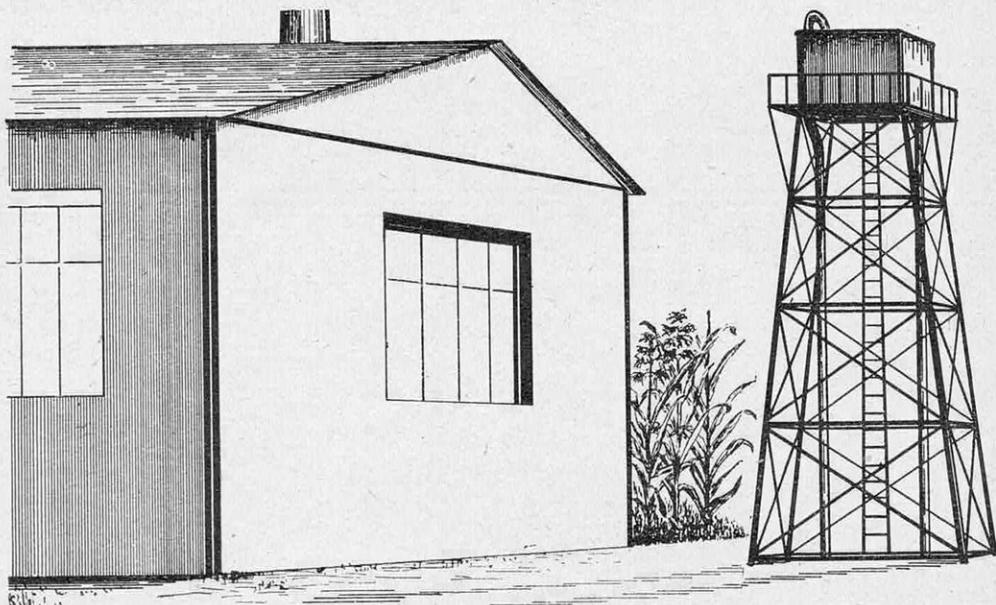
Les fenêtres se font en **persiennes métalliques** à quatre vantaux, ouvrant et fermant à l'intérieur au moyen d'une espagnolette. Le supplément de prix, pour chaque fenêtre persiennée de 86 centimètres de large sur 115 de haut, est de **62 francs**.

Par **supplément** de prix, nous voulons dire que le coût du métrage carré de tôle qui remplacent les portes et fenêtres détaillées ci-dessus, est déjà déduit du prix de **28 francs** le mètre carré.

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

Fabrication de toutes constructions métalliques pour l'industrie et la culture : baraquements métalliques, hangars de tous genres, pavillons d'habitation, réservoirs métalliques **démontables**, bacs à céréales, portes, fenêtres et persiennes métalliques ; machines à faire des agglomérés, scies circulaires jusqu'à 27 mètres de long.

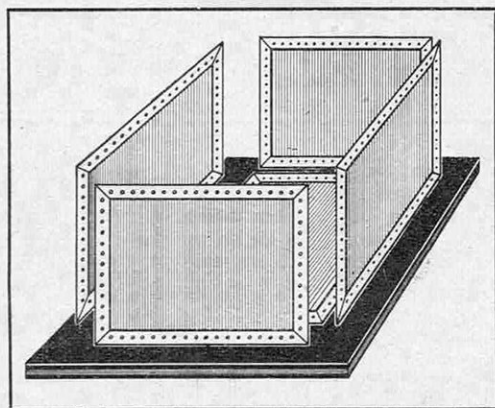
# RÉSERVOIRS DÉMONTABLES MÉTALLIQUES



Depuis le jour où la **Série 39** de nos hangars métalliques démontables a fait sa première révérence à nos honorables lecteurs et a reçu de leur part un accueil si gracieux et si spontané, nos constructions se sont fait une réputation mondiale tant pour leur conception esthétique que pour leurs qualités robustes et **pratiques**.

La **Série 39** (hangars) était suivie de la **Série 46** (pavillons), laquelle tient toujours une place unique dans les affections de nos clients. Avec un hangar de la **Série 39** pour ses récoltes, ses marchandises et le matériel de son exploitation, ainsi qu'une habitation édifiée au moyen de la **Série 46**, tout propriétaire et tout colon pourraient se faire un « home » dans le « bled ».

Mais il y avait une chose qui manquait ; et cette chose était l'eau. Aujourd'hui, nous comblons ce déficit au moyen de nos **RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES de 1.000 à 8.000 litres**, au prix unique de **350 francs les 1.000 litres**.



Nombreux sont les emplois que nos honorables clients ont déjà donné à ces réservoirs comme bac à eau et bacs à céréales. Ce sont leur **démontabilité** jointe à leur **facilité** énorme de transport et de manutention, qui plaisent tout de suite à tout propriétaire au delà de la mer, ou un peu éloigné des grandes agglomérations, et qui ne dispose pas d'un personnel suffisant pour hisser dans sa place un réservoir déjà assemblé et assez encombrant.

Côte à côte de nos réservoirs, nous fabriquons les **pylônes** quelquefois nécessaires pour les supporter, pylônes entièrement démontables également, et que tout amateur, sachant se servir d'une clef à mollette, peut édifier sans aucun matériel spécial.

Faites-nous donc part, chers lecteurs, de vos besoins. Adressez-nous le plan de votre installation projetée, afin que nous vous soumettions un devis complet pour vos réservoirs, pylônes, tuyaux, robinets, et, si vous le voulez, la pompe pour élever votre eau, ainsi que le moteur pour actionner la pompe.

Nous vous offrons un service technique d'une valeur réelle et à des prix **imbattables**.  
*Verbum sat sapienti.*

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

# Elle est toujours fatiguée...



## ELLE A BESOIN D'UNE ALIMENTATION SPÉCIALE — RÉPONDIT LE DOCTEUR.

Il poursuit : Elle mange bien, me dites-vous : exactement la même chose que vous. C'est insuffisant, Madame. Les vitamines indispensables à son développement n'existent ni dans la viande rôtie, ni dans l'œuf cuit. Son appétit irrégulier ne lui permet d'ailleurs pas d'absorber les aliments usuels en quantité suffisante pour satisfaire aux exigences de sa croissance. ★ Aussi, un aliment d'appoint, vitaminé, nutritif, aisément digestible et absorbé sous un faible volume doit-il être l'in-

dispensable complément de sa nourriture ordinaire. ★ Ainsi parla le Docteur... ★ Ovomaltine est précisément cet aliment de synthèse, cet extrait frais qui totalise les pouvoirs nutritifs d'aliments simples : malt (orge germée), œufs, lait, rendus immédiatement assimilables grâce à des procédés particuliers. ★ Ovomaltine conserve intactes les vitamines de ses composants. Sa boîte hermétiquement close sous vide les préserve de toute altération avant usage.

# OVOMALTINE

## L'ALIMENT FORÇÉ

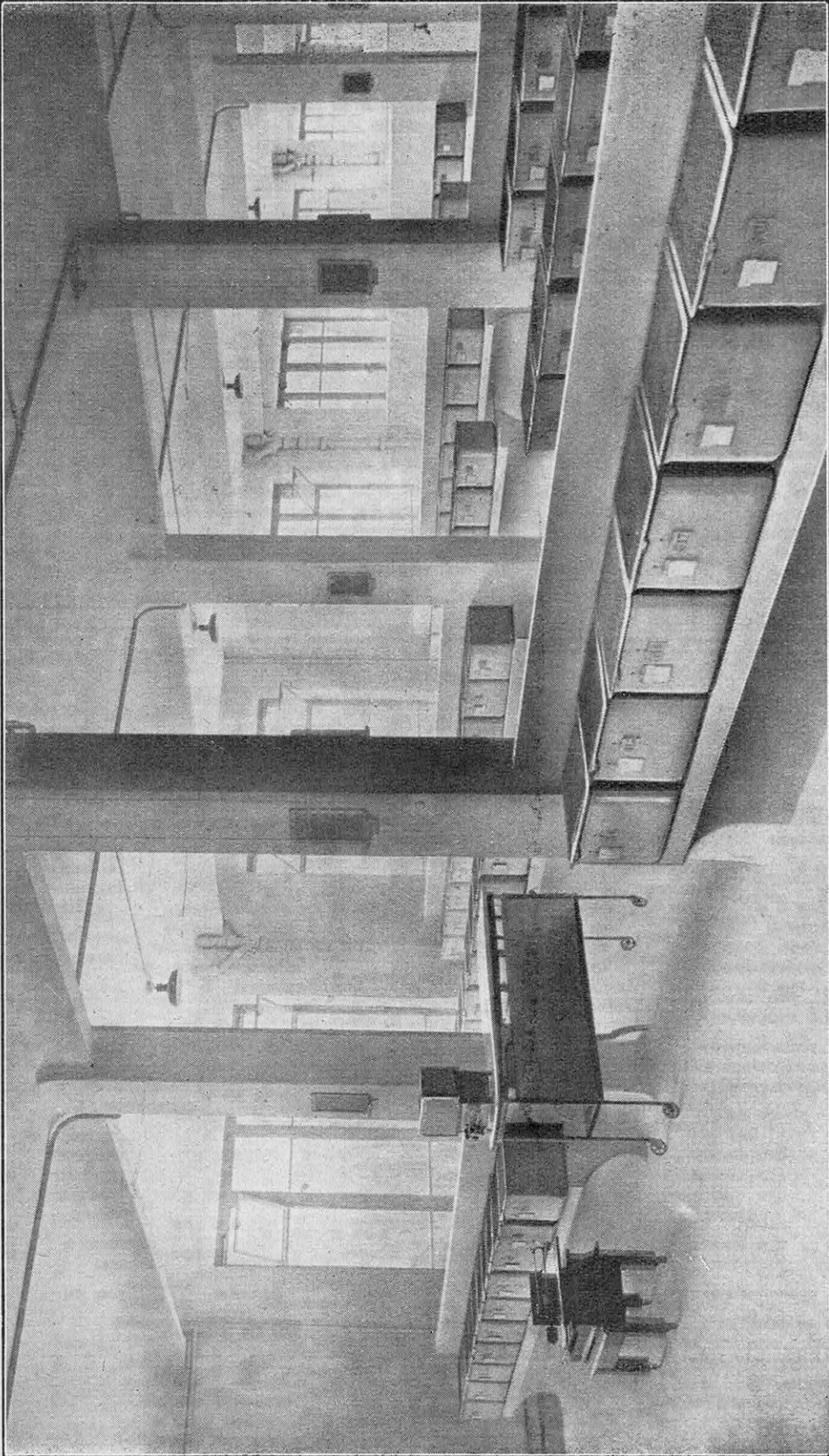
**A la maison.** — Ovomaltine en paillettes solubles, se prend aussi bien dans une tasse de lait que dans votre premier déjeuner habituel.

ETAB. WANDER, CHAMPIGNY-S-MARNE (SEINE)

**Au dehors.** — Les croquettes d'Ovomaltine et les croquettes 'Novaltine' enrobées de chocolat, constituent une collation fortifiante d'un goût agréable.







VOICI L'UNE DES « MÉNAGERIES » D'EXPÉRIENCES DE L'INSTITUT PASTEUR, CONTENANT ENVIRON 4.000 COBAYES, LAPINS, RATS ET SOURIS. Les multiples expériences qui se succèdent sans cesse, à l'Institut Pasteur, exigent l'élevage d'une grande quantité d'animaux. On se rend compte, d'après la photographie ci-dessus, de l'installation considérable nécessitée par cet élevage. Les animaux sont logés dans des caisses de zinc grillagées munies d'un numéro d'ordre. Quant aux animaux de plus grande taille, — moutons et chèvres, — ils sont installés dans des boîtes spéciales.

# 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 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Février 1934, R. C. Seine 116.544

Tome XLV

Février 1934

Numéro 200

## COMMENT ROUX ET CALMETTE ONT PROLONGÉ L'ŒUVRE DE PASTEUR

### Tandis que l'Amérique découvre microbes artificiels et vaccins synthétiques

Par Jean LABADIÉ

*L'école pastoriennne a perdu, en quelques jours, deux de ses plus éminents représentants : les bactériologues Roux et Calmette. Il nous a donc paru opportun de tracer ici l'œuvre scientifique accomplie par les Instituts Pasteur de Paris et du monde entier. Les recherches poursuivies depuis près d'un demi-siècle y ont été fécondes, non seulement pour le progrès de la science, mais aussi dans ses bienfaisantes applications. Des savants tels que Roux et Calmette, élèves directs de Pasteur, laissent heureusement des disciples, capables de poursuivre l'œuvre du maître. Parmi ceux-ci, pour recevoir le flambeau pastorien, Charles Nicolle, professeur de médecine expérimentale au Collège de France, directeur de l'Institut Pasteur de Tunis, membre de l'Institut, qui a triomphé du typhus exanthématique et obtenu le Prix Nobel de Médecine en 1928, nous paraît le plus qualifié. De tels titres suffisaient à sa gloire. En outre, dans un domaine moins connu du grand public, le professeur Nicolle a développé des vues fort originales sur les infections dites inapparentes. « Certains animaux, selon lui, semblaient réfractaires au typhus ; à y regarder de plus près, on s'est aperçu que le sérum de ces animaux, injecté à d'autres, leur donnait le typhus apparent. De plus, les animaux apparemment indemnes étaient contagieux pendant le temps qui correspond à la durée d'évolution cyclique du typhus ; il y avait donc un typhus sans symptômes. » Ces recherches nous apprendront sans doute un jour comment certaines maladies se conservent dans le monde par dissémination spéciale, alors que nous étions habitués jusqu'ici à la propagation de la plupart des affections par les porteurs de germes. C'est toute une branche nouvelle de la pathologie qui s'ouvre aux chercheurs. Associer les travaux de Roux, Calmette et Nicolle en un seul faisceau, dans ce vaste domaine de la bactériologie, c'est présenter une synthèse de nos conceptions scientifiques sur la médecine pastoriennne. Mais une autre école s'annonce, qui ne semble pas s'orienter, comme la précédente, sous le signe de Pasteur... La vaccinothérapie et la sérothérapie — du point de vue préventif et curatif — ont fait leurs preuves. Quoi qu'il en soit, elles demeurent... (1). La récente découverte des savants américains Avery et Heidelberger, relative aux vaccins artificiels, avait séduit le docteur Roux lui-même, qui voyait là un nouveau chapitre de la chimie biologique.*

LA disparition quasi simultanée des docteurs Emile Roux et Alfred Calmette représente le tiret final de tout un chapitre de la Science, ou, plus exactement, du premier chapitre d'une science qui est loin d'avoir fourni son dernier mot, la

bactériologie, créée par Louis Pasteur en même temps que les principes directeurs de ses applications thérapeutiques.

Les docteurs Roux et Calmette étaient les disciples immédiats du maître génial

(1) Voir note à la page suivante.

qui créa la théorie des vaccins et, partant, la vaccinothérapie rationnelle. Les travaux de Roux ont donné lieu à l'invention des sérums et à la sérothérapie. Calmette appliqua l'une et l'autre méthodes dans des directions inexplorées, sans en modifier les principes. D'autres continuent et continueront encore dans la même voie. Mais, comme on ne peut assigner de limites à la recherche, il est permis d'envisager sans témérité des perfectionnements inédits et de nouveaux chapitres de la science pastorienne. Et il semble précisément que ces nouveautés s'esquissent déjà, notamment en Amérique, à l'Institut Rockefeller, où des réussites sensationnelles sont près d'éclorre.

### Des premières expériences de Pasteur « chimiste » à la recherche actuelle des vaccins synthétiques

A propos de microbes et de vaccins, il semble que l'on pourrait négliger les débuts de Pasteur chimiste. Ce serait une faute grave, puisque — en vertu des travaux auxquels nous venons de faire allusion — le problème des réactions spécifiques des microbes (de leurs *toxines* comme de leurs *vaccins*) sur un organisme vivant semble devoir trouver sa solution dans la voie physico-chimique.

On sait les relations que Pasteur révèle, dès l'origine, entre les microorganismes (ferments) qu'il isola et les cristaux. L'Europe savante, aux environs de 1855, était

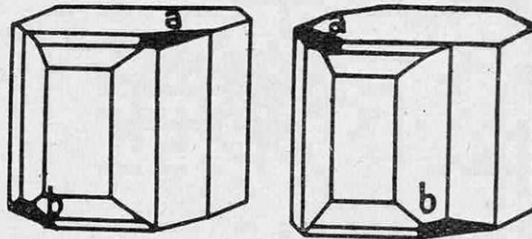


FIG. 1. — LES DEUX ACIDES TARTRIQUES (DROIT ET GAUCHE) QUI FURENT LE POINT DE DÉPART DES RECHERCHES DE PASTEUR

*Les plans du cristal marqués en noir (a et b) sont disposés de façon symétrique inverse dans l'un et dans l'autre cristal. Dans ces conditions, aucune rotation de l'un des cristaux ne peut amener la coïncidence géométrique avec l'autre.*

intriguée par un curieux problème. Les chimistes connaissaient les deux modes de cristallisation de l'acide tartrique en cristaux « droits » et en cristaux « gauches », semblables les uns aux autres comme le sont nos deux mains, c'est-à-dire *égales, mais non superposables*.

De tels cristaux sont dits, l'un et l'autre, « dissymétriques ».

Un jour, un fabricant d'acide tartrique obtint, par hasard, au cours de sa préparation industrielle, un acide ayant toutes les propriétés du tartrique, mais non cristallisé — qu'il dénomma acide « racémique ». Aucun chimiste ne sut reproduire cette fabrication

toute fugace, dont le mystère intriguait le monde savant et notamment le célèbre chimiste allemand Mischterlich. Pasteur entreprit de dénouer l'énigme. Vainement, il parcourut l'Europe à la recherche de l'acide « racémique », visitant de grandes fabriques d'acide tartrique, où on lui avait signalé la réapparition du mystérieux produit, qu'il parvint finalement à reconstruire au labo-

ratoire en chauffant à température élevée du tartrate de cinchonine. Il démontra que l'acide « racémique », ainsi obtenu désormais à volonté, n'est autre qu'un mélange des deux acides tartriques *droit* et *gauche*.

Mais l'expérience capitale de Pasteur fut celle qu'il raconte lui-même : « Si je mets, écrit-il, un sel d'acide racémique (paratartrate d'ammoniaque) dans les conditions

N. D. L. R. — Dans ses leçons au Collège de France sur « le destin des maladies infectieuses », le professeur Nicolle nous a ouvert des horizons nouveaux sur la microbiologie, en général. Voici, en effet, ce qu'il a écrit : « Comme tous les êtres vivants, comme les microbes pathogènes desquels ils procèdent, les microbes des vaccins et ceux que nous employons pour la préparation des sérums sont sujets à des modifications de virulence, de pouvoir toxique, d'antigène. Nous ne devons donc pas considérer nos méthodes de vaccination par virus vivant comme définitives, si heureux que soient les résultats de leurs applications actuelles. Tôt ou tard, il faudra appliquer des modifications à leur préparation... On ne doit enfermer aucune méthode biologique dans une formule ; tôt ou tard, les faits la brisent. » Et il ajoute : « Aujourd'hui, la méthode pastorienne de traitement de la rage ne donne plus les mêmes résultats qu'au début de son emploi, il y a près d'un demi-siècle. Les nom-

breux « passages » par lapins qu'on a fait subir au virus ont diminué sa virulence et, sans doute, parallèlement, ses propriétés vaccinales. Aujourd'hui, tous les Instituts Pasteur emploient un virus plus actif. Certains ont songé à recommencer l'expérience de Pasteur en reprenant le virus sur un chien naturellement infecté, et en lui faisant subir de nombreux « passages » par lapins. Cette méthode paraît avoir été abandonnée faute de résultats... Rien ne nous assure, en effet, que la transformation doit se passer avec tous les virus, comme elle s'est passée avec le virus de Pasteur. Si Pasteur avait été médecin, il n'aurait jamais osé inoculer à l'homme un produit dans lequel son génie lui faisait deviner un remède, mais qui, si ce génie avait fait fausse route, exposait les sujets vaccinés à contracter une rage expérimentale. »

C'est tout l'avenir de la médecine expérimentale que le maître pose ainsi.

ordinaires de la fermentation, l'acide tartrique droit fermente seul ; l'autre reste dans la liqueur. Pourquoi l'acide tartrique droit entre-t-il seul en putréfaction ? Parce que les ferments de cette fermentation se nourrissent plus facilement des molécules droites que des molécules gauches. »

Pasteur est donc frappé de ce que la *dissymétrie* propre aux matières organiques cristallisées pût modifier les affinités chimiques, dans ce phénomène « physiologique » de la fermentation. Et il affirmait avec enthousiasme que la « dissymétrie » était bien le caractère essentiel des phénomènes de la vie. (Plus tard, Pierre Curie agrandira encore cette idée en reliant la notion de dissymétrie à l'explication de tous les phénomènes en général.)

Or, que nous apportent aujourd'hui deux expérimentateurs américains, Avery et Goebel, du laboratoire Carrel à l'Institut Rockefeller de New York ? Ils ont démontré, nous le verrons, que les réactions pathologiques provoquées par certains bacilles de la pneumonie doivent être attribuées à une simple « dissymétrie moléculaire », relative aux sucres cristallisés dont ce microbe s'entoure comme d'une fine capsule.

Et la grande nouveauté qui s'annonce en conséquence de ces découvertes, pour un avenir plus ou moins lointain, n'est autre que celle-ci : le vaccin synthétique !

Tels sont le point de départ et le point d'arrivée. Rendons-nous compte très rapidement du chemin parcouru.

### Microbes pathogènes et vaccins de l'ère pastoriennne

Certaines maladies infectieuses ne récidivent pas. Une première atteinte du mal, même légère, suffit à préserver le malade de la maladie à l'état aigu, pendant un temps plus ou moins long. L'idée de provoquer ces atteintes légères préventives, au moyen d'une contagion artificielle, ne pouvait manquer de naître, chez les médecins : les anciens médecins chinois, ceux de l'Inde, de l'Arabie, de l'Égypte, ont pratiqué la « variolisation » sur des malades atteints de variole *bénigne* ; ils prélevaient soit du pus, soit des croûtes de pustules qu'ils pulvérisaient et dont ils se servaient pour provoquer la contagion sur les sujets à préserver.

Pasteur réalisa artificiellement, pour le virus rabique, le système d'immunisation que la nature avait révélé, tout préparé, à Jenner. Du seul fait que le virus de la rage est inoculé au lapin suivant la méthode pastoriennne, il prend sur cet animal un caractè-

re de bénignité relativement à l'homme, tout en apportant à celui-ci l'immunité contre la maladie virulente. L'*atténuation* d'un virus le transforme en vaccin.

L'*atténuation* par culture sur organismes vivants est donc à l'origine de l'immunisation. Mieux encore, en 1850, le médecin belge Willems préconisa non sans succès l'immunisation des bovidés contre la péri-pneumonie en inoculant, à l'*extrémité de la queue* de l'animal sain, le liquide *virulent* retiré des poumons d'un animal mort de la maladie. Dans ce cas, l'*atténuation* s'effectuait dans une partie limitée de l'organisme, au bénéfice de l'ensemble du corps.

Les cultures successives d'un même microbe pathogène sur un organisme vivant — les « passages », comme disent les microbiologistes — aboutissent à l'exacerbation de sa virulence vis-à-vis de la race animale considérée. Et les cas où l'inoculation d'un animal produit un vaccin efficace pour l'homme ou pour d'autres animaux demeurent exceptionnels. L'*atténuation* a été recherchée et trouvée dans d'autres voies, extrêmement variées, où l'on fait agir sur le microbe, cultivé dans des « bouillons » spéciaux, la température et certains agents chimiques. Mais quelle que soit la technique mise en œuvre, Pasteur a montré que l'*agent d'atténuation* du microbe est toujours l'*oxygène* de l'air.

C'est à propos du *choléra des poules*, dont l'agent spécifique est un « coccobacille », que Pasteur fit cette démonstration.

Le « bouillon » de poule stérilisé (vulgaire pot-au-feu) se prête à la culture de ce coccobacille. Les élèves de Pasteur, Emile Roux et Chamberland, chargés par le maître d'entretenir de telles cultures, par repiquages incessants, oublièrent, durant les vacances, d'effectuer ces repiquages (c'est-à-dire le réensemencement des cultures sur bouillon frais). Au retour, ils trouvèrent, en conséquence, des cultures vieillies et *privées de leur virulence*. Les élèves étaient contrits. Le maître exulta : dans l'éclair de son génie, il avait compris que la culture, *atténuée par vieillissement*, était devenue vaccin. Le chauffage à 35° en présence de l'air accentuait encore cet effet d'*atténuation*.

Pasteur vérifia que le même traitement en tubes hermétiquement clos n'*atténuait* pas le coccobacille. Celui-ci conservait toute sa virulence. Donc, l'*oxygène* était bien l'*agent chimique* essentiel à l'*atténuation* des virus. Parvenue à cette démonstration, en ajoutant celle du caractère héréditaire de l'*atténuation* requise par les cultures succes-

sives, la théorie des vaccins sortait du cerveau et des mains de Pasteur, dans un état de perfection vraiment remarquable.

### Toxines, antitoxines, anatoxines vaccinant

Jusqu'ici, le mot « virus » suffit à tout. Il s'applique à la culture contenant le microbe, même si celui-ci échappe au microscope.

Un progrès décisif fut celui qui découla de la célèbre observation d'Emile Roux en 1887. Ayant filtré sur bougie Chamberland une culture diphtérique virulente, Roux constata que le filtrat ainsi obtenu était lui-même virulent, bien que dépourvu de corps microbiens, alors que les microbes retenus par le filtre de porcelaine n'offraient en eux-mêmes aucune virulence et ne redevenaient virulents que par réensemencement. Par conséquent, le poison, l'agent toxique, bref la « toxine » du virus devait être distinguée du microbe lui-même. Ce n'est pas le microbe qui tue dans une maladie contagieuse, mais son « produit » assimilable, en l'espèce, à un venin (1).

(1) Lorsqu'on parle de sérothérapie de la diphtérie, il ne faut pas oublier l'œuvre considérable du bactériologiste allemand von Behring, qui, vers 1890, a mis en valeur toute la technique spéciale de cette thérapeutique. Elle lui valut, du reste, à l'époque, le Prix Nobel de Médecine. Ajoutons que Charles Richet, le grand physiologiste français, qui a découvert l'anaphylaxie [Lorsqu'on procède à une injection d'un sérum quelconque dans un organisme « vierge », cette

Injectée par doses progressives à des chevaux, la toxine diphtérique joue sur ces animaux le rôle d'un vaccin et, par réaction, leur sang produit l'antidote naturel du poison considéré, c'est-à-dire l'antitoxine. Le sérum sanguin fourni par les chevaux, et reporté sur les malades infectés de microbes virulents, neutralise leur action toxique.

Ce traitement constitue la méthode « sérothérapique », telle qu'elle est issue des travaux de Behring et d'Emile Roux.

Théoriquement, cette méthode est générale : le vaccin, *préventif*, trouve un merveilleux auxiliaire dans le sérum, *curatif*.

Dans le cas du choléra, par exemple, une injection de sérum provenant d'animaux préalablement immunisés (séro-vaccination) confère à l'homme une immunité « active » conférée par les vaccins proprement dits. Dans le cas de la vaccination (injection de virus atténués), l'organisme fa-

brique, par réaction spontanée, les substances protectrices. Dans le cas de la « séro-vaccination », l'organisme n'a pas d'effort à faire ; il n'a qu'à recevoir et utiliser les

opération ne s'accompagne généralement d'aucune manifestation ; mais si on procède à une deuxième injection, pratiquée à quelque temps d'intervalle, celle-ci peut déterminer, au contraire, des incidents fort graves pouvant aller même jusqu'à la mort (choc anaphylactique), l'organisme ayant été, comme l'on dit, sensibilisé par la deuxième injection de cette substance étrangère. Dans certains cas, de simples inhalations produisent les mêmes effets.] et formulé



FIG. 2. — UNE « VACCINOTHÈQUE » A L'INSTITUT PASTEUR

substances protectrices. Pratiquement, un sérum peut donc, en certains cas, tenir lieu de vaccin.

Mais la *toxine* d'un virus, convenablement traitée, peut elle-même devenir un véritable vaccin. C'est la méthode récemment inaugurée avec succès contre la diphtérie par le docteur Ramon (1923). Ce savant a constaté, pour la première fois, l'action atténuante du formol sur la toxine diphtérique. Le formol n'était intervenu dans les travaux du docteur Ramon qu'à titre purement prophylactique, à très petites doses, en vue d'éviter les contagions. Mais le sagace observa-

L'exposé succinct que nous venons de faire suffit toutefois à montrer l'approfondissement croissant de la connaissance qu'en ont prise les savants, depuis Pasteur.

Pour être complets, il nous faudrait exposer, en particulier, les techniques d'atténuation de la virulence par l'addition d'un sérum sanguin au bouillon de culture. Cette méthode découverte par Dujardin-Beaumetz lui a permis d'obtenir avec du sérum de cheval le vaccin de la péripneumonie des bovidés.

Et surtout, il conviendrait de rappeler la méthode d'atténuation par culture en mi-

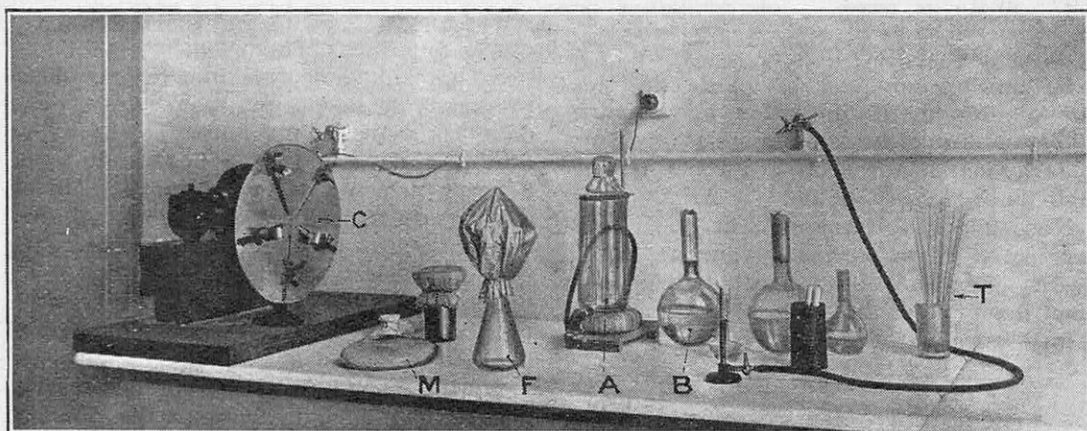


FIG. 3. — LA SÉRIE DES APPAREILS UTILISÉS POUR LA FABRICATION DU B. C. G.

La cultureensemencée en A est repiquée dans le ballon B, centrifugée pour mélange dans le flacon M sur la centrifugeuse C, puis transvasée en F, d'où elle passe dans les bouillons de culture définitifs. En T, aiguilles servant au repiquage des cultures.

teur ne laissa pas passer le fait capital de l'atténuation chimique du virus, pas plus que Pasteur n'avait laissé passer l'atténuation par vieillissement du coccobacille des poules. Le docteur Ramon perfectionna cette atténuation en chauffant et en laissant vieillir la culture *au contact de l'air*. La toxine diphtérique se révéla douée, après ce traitement, de propriétés vaccinatrices. Ce vaccin nouveau, dit *anatoxine*, possède la précieuse qualité de pouvoir se doser avec précision par le phénomène de « floculation » en présence d'un sérum spécifique.

### L'extrême variété des vaccins et des méthodes à l'étude

Nous ne prétendons nullement exposer ici toute la question des sérums et des vaccins.

la loi de la sérothérapie, est l'un de ceux qui ont également contribué au développement de ces méthodes curatives modernes. Lui aussi obtint le Prix Nobel (1913). Avec le professeur Nicolle, ce sont les deux seuls Prix Nobel de Médecine remportés jusqu'ici par des Français. N. D. L. R.

lieux additionnés de bile. C'est celle qui a permis à Calmette et à Guérin d'obtenir le fameux vaccin B. C. G., après deux cent trente-sept repiquages, en quinze ans, sur bile de bœuf, d'une même lignée de bacilles de la tuberculose (1).

Enfin, par un curieux déplacement de la technique thérapeutique, certains vaccins sont eux-mêmes devenus *curatifs*, à la manière des sérums, — de même que, nous l'avons vu, certains sérums peuvent devenir *préventifs* à la manière des vaccins. Par l'injection des microbes tués, Wright a maîtrisé les infections à staphylocoques. Les maladies à *protozoaires*, le paludisme, la trypanosomiase, le pian, se traitent aujourd'hui couramment par cette méthode dite « bactériothérapie » ou « vaccinothérapie », dont

(1) Dans ce domaine exploité si heureusement par le professeur Calmette, rappelons les admirables résultats obtenus l'Allemand Koch, qui a donné son nom au bacille de la tuberculose, découvert et isolé par lui en 1882. N. D. L. R.

une forme remarquable est l'application des *auto-vaccins*. Toujours dans la même voie, nous trouverions la vaccinothérapie locale, par *antiviruses* agissant sous forme de simples pansements. Mais nous touchons ici aux acquisitions encore soumises à la discussion des bactériologistes.

En résumé, on peut dire que, jusqu'ici, il n'y a pas de méthode absolument générale en matière de vaccination; autant de microbes, autant de réactions spécifiques, autant de vaccins. Ceci ne peut nous étonner: la science physique aboutit à des lois absolument générales, mais les sciences biologiques seront toujours aux prises avec la « spécificité » de la vie.

Est-ce là le dernier mot ?

Remarquons qu'avec la loi de Pasteur, qui subordonne l'atténuation microbienne à l'action d'un élément chimique, l'oxygène, nous avons déjà rencontré au moins une règle d'apparence absolue.

Nous allons voir maintenant par quelle perspective grandiose les travaux des Américains cités au début de cet article semblent devoir jeter un nouveau pont entre la chimie pure et la microbiologie — c'est-à-dire la biologie tout court.

### La « spécificité » des réactions biologiques : quatre pneumocoques identiques au microscope et biologiquement différents

Au reste, il ne s'agit nullement de rejeter la « spécificité » de la vie, mais, tout au contraire, de l'expliquer... par des formules chimiques.

La notion de « spécificité » en biologie ne peut mieux être comprise que par l'exemple classique des « groupes sanguins » de Landsteiner (1). Voici quatre sérums tirés tous les quatre du sang humain, mais d'individus appartenant à quatre « groupes » différents, tels que les a définis Landsteiner. A l'analyse chimique pondérale, rien ne distingue ces sérums les uns des autres. Mais, *biologiquement*, il suffit de les mettre en présence d'échantillons sanguins prélevés dans un « groupe » différent du leur pour voir se produire aussitôt une réaction « spécifique » extrêmement nette d'« agglutination ». La réaction biologique *distingue* ce que la réaction chimique semble ne pouvoir distinguer.

Faut-il se résoudre à cette absence de liaison entre les deux sciences ?

Les travaux du docteur Avery, de l'Institut Rockefeller et de ses collaborateurs

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

Heidelberger, Dubos, Goebel (1), nous permettent aujourd'hui de répondre par la négative. La liaison est rétablie et les *spécificités* de la vie sont expliquées par des formules chimiques, au moins dans le cas précis que nous allons rapporter.

Voici quatre microbes, des « pneumocoques », absolument identiques dans leurs formes et apparences, sous l'objectif du microscope le plus puissant. Cependant, tout comme les quatre espèces de globules sanguins de Landsteiner, ils provoquent dans l'organisme qui les reçoit quatre réactions biologiques différentes. De telle sorte que ces réactions biologiques constituent les seuls moyens de distinguer chacun des quatre types de pneumocoques.

Si, par exemple, on injecte par doses progressives, le pneumocoque du type *I* dans les veines d'un animal, celui-ci va fabriquer dans son sang des produits de défense (principe de la vaccination). Si on mélange du sérum prélevé sur l'animal ainsi immunisé à un bouillon contenant le même type *I* à l'état virulent, on constate que les pneumocoques s'agglutinent. Par contre, ni le type *II*, ni le *III*, ni le *IV* ne donneront lieu à cette agglutination.

Tout de même, un sérum obtenu par vaccination au moyen du pneumocoque *II* n'agglutinera que les microbes du même type.

On voit immédiatement l'analogie de ces réactions d'agglutination avec celles de Landsteiner, qui servent également à reconnaître l'un ou l'autre des quatre groupes sanguins par agglutination ou non agglutination des *globules rouges* sous l'action des *sérums* correspondants.

Tout cela est connu depuis longtemps. Mais voici la découverte.

### L'incroyable activité des « sucres » fabriqués par les pneumocoques

Alors que, pour expliquer ces mystérieuses réactions biologiques, Landsteiner imaginait la présence, dans le sang, de substances hypothétiques, inconnues, qu'il dénommait « agglutinines », les jeunes savants américains rejettent toute explication de ce genre, purement verbale, en ce qui concerne les réactions des pneumocoques. Ou plutôt, si des substances inconnues jouent un rôle dans la « spécificité » de leurs réactions biologiques, il faut déceler ces substances.

(1) L'exposé scientifique suivant d'une découverte inédite en France est le résumé très sommaire de la note publiée, en mars 1932, aux archives de l'Institut prophylactique, par E. Lecomte du Nouÿ, qui fut le camarade des auteurs cités au laboratoire d'Alexis Carrel, à l'Institut Rockefeller.



C'est ce qu'ils ont fait pour commencer. On avait remarqué que les pneumocoques des quatre types s'entouraient individuellement d'une enveloppe brillante, visible au microscope et connue sous le nom de « capsule ». Cette capsule est particulièrement développée chez les pneumocoques en voie de croissance et de multiplication — c'est-à-dire à l'état virulent. Dans ces conditions, il y avait tout à parier que cette substance est la substance « spécifique » qui réagit avec le sérum de l'animal immunisé.

Il s'agissait donc d'isoler cette substance pour chacun des pneumocoques, de la réduire à l'état chimique pur, afin de déterminer son rôle dans les propriétés immunologiques du microbe tout entier.

L'isolement des substances capsulaires a été réalisé par Heidelberger : elle appartient à la famille des *sucres complexes*, mais, chose remarquable, ce sucre (ce *polysaccharide*) est chimiquement différent suivant que le pneumocoque dont il dérive est du type *I* ou du type *II*, ou du *III*, ou du *IV*. De plus, des solutions de ces sucres chimiquement purifiés manifestent la même spécificité que les microbes dont ils sont issus.

Pour donner une idée de l'étonnante activité de ces substances chimiques, disons qu'il suffit d'un *cinq-millionième de gramme* par centimètre cube pour provoquer la réaction du sérum correspondant.

L'un des collaborateurs du docteur Avery, le jeune Français René Dubos, est parvenu à

isoler les microbes, totalement débarrassés de leur « sucre spécifique », en faisant digérer celui-ci par une « diastase ». Et il a constaté qu'ainsi dépouillés de leurs capsules les pneumocoques sont devenus inoffensifs, sans aucune virulence ni spécificité.

La même « diastase » injectée à une souris inoculée du pneumocoque correspondant se

trouve aussitôt protégée, parce que le sucre a été digéré.

Enfin, par le jeu des diastases digérant chacune un type différent des sucres capsulaires, les subtils expérimentateurs sont parvenus à transformer un pneumocoque du type *I* en un pneumocoque du type *II* ou *III*.

Tout se passe donc comme si les divers types de sucres constituaient les « toxines » spécifiques du microbe. Et pourtant, il n'en est rien. Les sucres s'opposent seulement à la réaction de défense du sérum de l'animal immunisé. C'est pourquoi vous

pourriez consommer ces produits pour sucrer votre café sans en être incommodé, à la condition que votre sang n'ait aucun démêlé avec les microbes de la pneumonie.

### Microbes synthétiques et vaccins artificiels

Nous parlons là, toutefois, des sucres chimiquement purifiés, après séparation de leur pneumocoque. Ne peut-on les replacer, par synthèse, dans l'état où ils étaient quand ils entouraient encore ce microbe ?

C'est ce qu'ont tenté de réaliser les docteurs Avery et Goebel. Ils se contentèrent

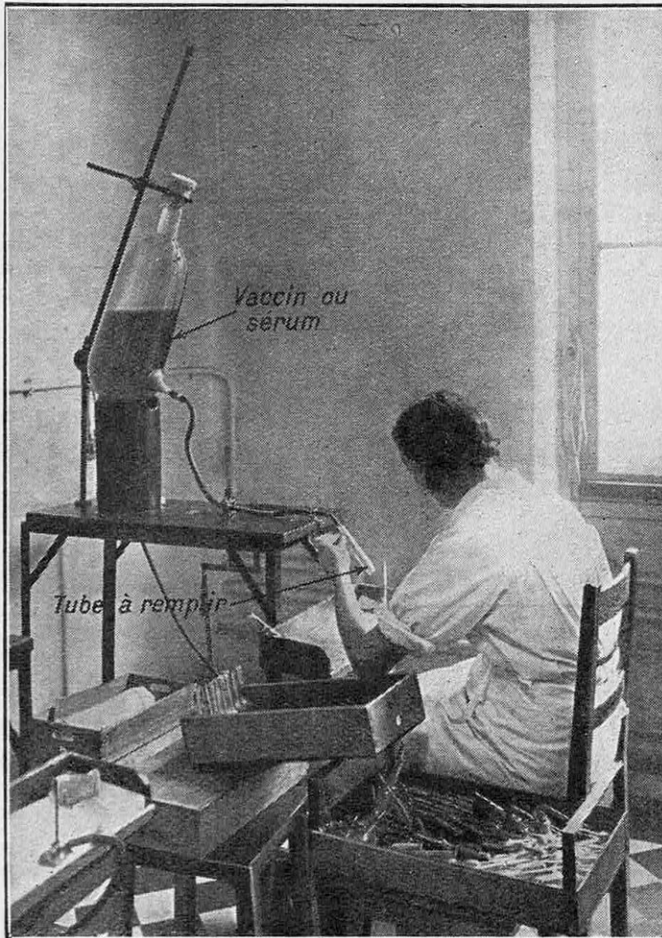


FIG. 4. — LE REMPLISSAGE DES TUBES DE VACCINS

pour commencer de *sucres simples* (le galactose et le glucose) qu'ils réussirent à marier avec une *protéine* (albumine d'œuf) destinée à représenter le pneumocoque. On voit qu'ils opéraient, *seulement par analogie*, la synthèse originale d'un microbe virulent.

Injectés à des lapins, ces corps provoquèrent la réaction classique du sérum sanguin et, par conséquent, les lapins furent « immunisés ». Le sérum de ces animaux

fut soumis à la réaction de ces microbes « artificiels » (plus exactement le corps *antigène* charrié par les microbes), de la même façon que nous avons montré, plus haut, qu'on opérât pour reconnaître les quatre types de pneumocoques. Or, les réactions obtenues révélèrent, en effet, deux types de ces « antigènes synthétiques ». Le premier type était celui qui avait été « construit » avec du sucre glucose ; le second, celui qui avait été bâti avec du « galactose ». Ici encore, la nature du sucre, quoique simple, apparaissait comme le facteur déterminant de la réaction.

Mais voici ce qu'une telle expérience contient de plus admirable : c'est que *glucose* et *galactose* ont rigoureusement la même composition chimique. Ils ne diffèrent que dans la configuration dans l'espace de leurs formules moléculaires (fig. 5). Même si vous n'êtes pas chimiste, jetez un coup d'œil sur ces deux figures et constatez *seulement* ceci : les lettres *H* (hydrogène) et *OH* (radical oxygène-hydrogène) imprimées en caractères

gras sont disposées de gauche à droite dans la formule du glucose et de droite à gauche dans la formule du galactose.

Rappelez-vous maintenant les deux acides tartriques « droit » et « gauche » de Pasteur, et comment les ferments attaquaient l'un d'eux seulement et non pas l'autre. C'était, là aussi, déjà, une réaction biologique « spécifique ». Dans l'expérience américaine, ce ne sont pas des cristaux dissymétriques qui

accusent la « spécificité », mais des formules chimiques. Or, ces formules représentent elles aussi des constructions dans l'espace des molécules identiques et « dissymétriques ». Les lignes écrites en lettres grasses montrent que, là aussi, comme dans les cristaux de Pasteur, la spécificité dépend de la position « à droite » ou à « gauche » de trois atomes seulement : deux d'hydrogène et un d'oxygène. La valeur d'un sérum, l'efficacité d'un sérum, tiennent à cette disposition dissymétrique.

Et pour terminer, signalons l'expérience qu'Avery et Goebel recommencèrent avec un sucre complexe,

fabriqué par le pneumocoque du type *III*. En adjoignant encore à ce sucre une protéine étrangère, ils réalisèrent cette fois un « microbe artificiel » dont ils vérifièrent sur un lapin les propriétés « antigènes », c'est-à-dire le pouvoir de créer dans le sang les antitoxines spécifiques du pneumocoque *III*.

Et ce fut, à proprement parler, la première synthèse d'un vaccin artificiel réalisé de main d'homme.

JEAN LABADIÉ.

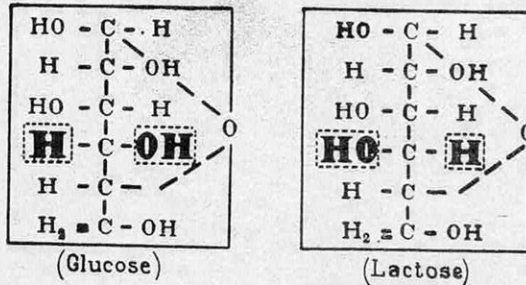


FIG. 5. — LA « DISSYMMÉTRIE » MOLÉCULAIRE DES DEUX SUCRES SIMPLES (MONOSACCHARIDES)

*La dissymétrie, dont Pasteur avait observé l'importance capitale dans les cristaux en matière de fermentation, se retrouve également dans la construction des molécules suivant les méthodes « stéréochimiques ». Les agencements des atomes de carbone C, d'hydrogène H, et du radical oxydrique OH, sont liés ensemble comme l'indique la figure ci-dessus dans la molécule du sucre « glucose » et du sucre « galactose ». Une seule différence ressort dans les lettres grasses. Comme on voit, cette différence n'est qu'une dissymétrie de position de H et de OH autour du quatrième C, dans l'une et l'autre molécule. Or, c'est à cette dissymétrie que tient l'effet d'immunité, dans les sérums concernant certains pneumocoques (voir le texte).*

N. D. L. R. — L'épidémie de fièvre typhoïde qui a sévi à Paris, en décembre dernier, a eu pour cause une erreur de distribution des eaux non épurées — erreur que la compagnie responsable aurait pu éviter, si elle avait déjà installé l'automatisme pour contrôler la qualité des eaux traitées. Nous aurons, du reste, l'occasion prochaine de revenir sur ce problème de l'épuration des eaux dans les grandes villes, et d'exposer ici les différents procédés qui sont actuellement en concurrence, à savoir la verduisation d'une part, l'ozonisation de l'autre. Il est, d'autre part, possible de se défendre contre l'infection typhique, grâce à la méthode de vaccination mise au point par le professeur Vincent, méthode qui fut employée pendant la guerre et qui contribua pour beaucoup à maintenir satisfaisant l'état de santé des armées. Aujourd'hui, une autre méthode, dite « des vaccins buccaux », permet d'obtenir l'immunité pendant six mois — un an, grâce aux remarquables travaux du docteur Besredka, de l'Institut Pasteur. Le savant russe, depuis longtemps naturalisé Français, fait autorité dans tout ce qui touche aux vaccins locaux (bouillons-vaccins) et aux vaccins buccaux (par ingestion). Il fut le collaborateur du docteur Metchnikoff, également d'origine russe, et qui exerça les fonctions de sous-directeur de l'Institut Pasteur à Paris, où il poursuivait ses patientes recherches sur l'immunité et la phagocytose.

# COMMENT ON CONÇOIT AUJOURD'HUI LA CONSTITUTION INTIME DE LA MATIÈRE

## Isotopes, protons, neutrons

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

*Pendant tout le siècle dernier, les théories chimiques ont reposé sur le dogme de l'« indestructibilité » des différents éléments appelés corps simples. C'est en 1896 seulement que la découverte de la radioactivité par Henri Becquerel vint porter le premier coup à cet édifice, en montrant la réalité de certaines « transmutations » de ces éléments. Pourtant, près de cent ans auparavant, le chimiste anglais William Prout, observant que les poids atomiques des différents éléments étaient, en général, à peu près des multiples entiers du poids atomique de l'hydrogène, avait émis l'hypothèse que l'hydrogène devait être le proto-élément, constituant universel de tous les autres. Mais cette conception n'avait reçu aucune confirmation sérieuse des faits et, en outre, elle n'expliquait pas pourquoi la loi des poids atomiques n'était qu'approximative. C'est le grand physicien anglais J.-J. Thompson qui, le premier, montra expérimentalement, en 1913, que la plupart des éléments n'étaient que des mélanges de corps, appelés « isotopes », de poids atomiques voisins, mais de propriétés physiques et chimiques semblables. Ce résultat, qui semble, tout d'abord, compliquer les choses, est aujourd'hui expliqué par les hypothèses modernes de l'atomistique qui considèrent chaque noyau atomique comme formé par un certain nombre de « protons » et de « neutrons » (1). La théorie la plus complète en a été donnée par le physicien allemand Heisenberg, qui vient d'obtenir, à trente-deux ans, le Prix Nobel de Physique en 1933.*

**L**A chimie a subi, depuis vingt ans, une transformation radicale ; les assises qui la soutenaient depuis Lavoisier, et qui avaient assuré son magnifique épanouissement, ont été renversées ; du moins, elles sont descendues du rang de vérités absolues au degré des vérités pratiques et, si elles régissent encore les opérations courantes de la chimie, elles sont impuissantes à soutenir la science nouvelle qu'est l'atomistique.

Pour comprendre l'importance de cette révolution, rappelons d'abord ce qu'elle a jeté à terre. La chimie classique repose sur deux propositions : la première affirme que la masse matérielle (ou le poids, qui lui est proportionnel) se conserve dans toute transformation physique ou chimique ; un corps chaud ne pèse pas plus que froid, et le poids de l'eau est exactement égal à la somme des poids de l'hydrogène et de l'oxygène qui ont servi à la former

Le second principe affirme l'indestructibilité de certains éléments chimiques, ou corps simples, qui se conservent dans toutes les combinaisons où ils sont engagés ; l'hydrogène subsiste dans l'eau, le chlore dans

l'acide chlorhydrique, comme les briques dans l'édifice ; ainsi, le monde matériel est fabriqué avec un certain nombre d'éléments primordiaux, indestructibles et intransmutables par les moyens dont disposent la physique et la chimie.

Ce second postulat n'avait été considéré, par ses auteurs eux-mêmes, que comme une vérité provisoire ou, comme on dit aujourd'hui, une hypothèse de travail ; l'existence d'un grand nombre d'éléments indépendants offusquait la raison humaine et s'accordait mal avec certaines constatations expérimentales : les premières mesures (encore peu exactes) de poids atomiques avaient montré que ces poids étaient ordinairement des multiples entiers de celui de l'hydrogène, et le chimiste anglais William Prout avait tiré de là, en 1818, cette conséquence que l'hydrogène devait être le proto-élément, le constituant universel de tous les corps simples ; cette vue, prophétique mais prématurée, resta près d'un siècle à l'état d'hypothèse nuageuse ; mais, en outre, les chimistes constataient, entre certains corps simples, des ressemblances, un « air de famille », qui prouvaient une parenté et, vers 1870, Mendelejeff avait précisé et étendu cette notion

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 184, page 275.

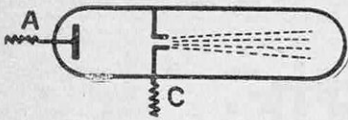


FIG. 1.  
DISPOSITIF UTILISÉ POUR PRODUIRE LES

RAYONS-CANAU ( « KANALSTRAHLEN » )

Dans un tube à gaz raréfié, où A est l'anode et C la cathode percée d'un trou, il se produit dans ce tube, et à travers le trou, un rayonnement en sens inverse des rayons cathodiques, les rayons-canaux, qui vont de la cathode vers l'anode.

par sa célèbre classification périodique des éléments.

Enfin, dans les dernières années du XIX<sup>e</sup> siècle, la découverte de la radioactivité portait au dogme de l'indestructibilité des éléments un coup d'autant plus efficace que c'était l'expérience elle-même qui nous montrait des atomes en train de se démolir spontanément. Ainsi, à l'orée du XX<sup>e</sup> siècle, les chimistes, en admettant provisoirement l'existence d'éléments chimiques, étaient convaincus de leur complexité. Il restait à découvrir cette vérité plus profonde ; c'est l'honneur du grand physicien anglais John-Joseph Thomson d'avoir, en 1913, indiqué la voie, par l'utilisation des rayons positifs.

### Les rayons positifs

Lorsqu'on fait passer la décharge électrique à travers un gaz raréfié, on sait depuis longtemps que la cathode laisse échapper un flux d'électrons qui constitue le rayonnement cathodique ; Goldstein montra, en outre, en 1880, que, lorsque cette cathode est trouée (fig. 1), elle laisse passer par cet orifice, et dans la direction opposée à celle des rayons cathodiques, un flux rayonnant qui reçut alors le nom de *Kanalstrahlen*, ou rayons-canaux ; des études très précises de Wien montrèrent, plus tard, que ces rayons étaient formés de corpuscules électrisés positivement et lancés avec une vitesse de l'ordre d'un millier de kilomètres par seconde, déviables par conséquent, soit par un champ électrique, soit par un champ magnétique.

L'origine de ces rayons est aujourd'hui bien expliquée : lorsque les atomes du gaz, entraînés par l' « afflux cathodique », arrivent au voisinage de la cathode, ils se brisent en deux fractions très inégales : un ou plusieurs électrons, détachés de la surface de l'atome, sont repoussés par la cathode et forment le rayonnement cathodique, tandis que le restant, qui comprend toute la partie matérielle de l'atome, est entraîné par la vitesse acquise et, passant par le trou percé dans la cathode, dessine par sa trajectoire

ce qu'on nomme aujourd'hui les rayons positifs ; en définitive, ce rayonnement est constitué par des ions positifs ayant conservé l'individualité chimique des atomes dont ils sont issus, en même temps que leur masse matérielle.

C'est par l'étude de ces ions que J.-J. Thomson est parvenu à pousser, beaucoup plus avant qu'on n'avait pu le faire par les méthodes classiques de la chimie, l'analyse intime de la matière. L'instrument qu'il a combiné pour cette étude s'appelle le « spectrographe de masse ».

### Le spectrographe de masse

Dans le premier appareil combiné par J.-J. Thomson, le gaz, ou la vapeur métallique, mis en observation était renfermé dans un ballon B de 2 litres (fig. 2) où la pression était maintenue, par une pompe reliée en a, au voisinage d'un centième de millimètre ; la décharge électrique éclate entre l'anode A et une cathode d'aluminium C, trouée et prolongée sur une longueur de 7 centimètres, par un tube de cuivre percé d'un trou d'un dixième de millimètre de diamètre, qui canalise les rayons positifs et les lance, sous forme d'un pinceau très délié, dans la chambre de mesure où ils viennent marquer leur trace sur une plaque photographique P ; mais, auparavant, ce pinceau a subi une double action, celle des plateaux électrisés L et M qui l'infléchissent de haut en bas, et celle des deux pôles d'électro-aimant N S qui le recourbent d'avant en arrière ; soumis à cette double inflexion, le pinceau marque sur la plaque photographique une trace dont la position dépend à la fois de la charge électrique des corpuscules, de leur masse matérielle et de leur vitesse ; le calcul montre que les corpuscules identiques, mais animés de vitesses différentes, donnent une série de

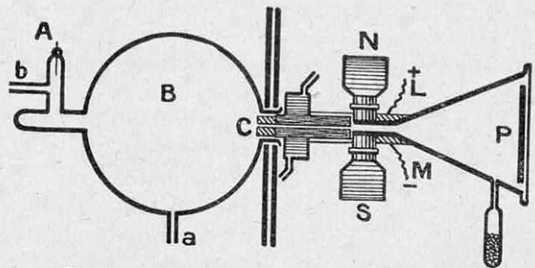


FIG. 2. — LE PREMIER APPAREIL DU CÉLÈBRE PHYSICIEEN ANGLAIS SIR J.-J. THOMSON  
Sous l'effet de la décharge se produisant entre l'anode A et la cathode C, les rayons-canaux, après avoir subi une action magnétique entre N et S et une action électrique entre L et M, viennent frapper la plaque photographique P.

traces qui dessinent sur la plaque une branche de parabole  $P_1$  (fig. 3).

Supposons qu'on opère dans un gaz soigneusement purifié, du néon, par exemple ; dans ces conditions, la plaque photographique devrait porter une seule parabole, correspondant à l'atome de néon ; en réalité, on en trouve plusieurs,  $P_1, P_2, \dots$ , correspondant à des atomes plus ou moins ionisés, c'est-à-dire auxquels on a enlevé un, deux... électrons ; ce résultat est intéressant, puisqu'il nous révèle l'existence d'un certain nombre d'ions. Mais ce n'est pas lui qui importe le plus : en examinant de près les traces paraboliques marquées sur la plaque, on s'aperçoit qu'elles sont doubles, c'est-à-dire que chacune d'elles est formée par deux traits parallèles et rapprochés.

Il existe donc, dans le ballon traversé par la décharge électrique, des groupes de molécules différenciant, soit par leur charge électrique, soit par leur masse matérielle. La première hypothèse, si elle explique l'existence des courbes  $P_1, P_2, \dots$ , est impuissante à rendre compte des doublets paraboliques. Reste alors la seconde ; elle signifie que le néon comprend en réalité deux espèces de corps, dont les atomes ont des masses différentes ; de plus, l'examen de la photographie permet de comparer ces masses atomiques, qui sont entre elles comme les nombres 20 et 22.

Ainsi, le néon n'est pas, comme on le croyait jusqu'ici, un élément simple ; il est constitué par un mélange de deux isotopes 20 et 22. Il en va de même pour la plupart des corps considérés jusqu'ici comme élémentaires ; le chlore, par exemple, est formé essentiellement par deux éléments, dont les poids atomiques respectifs sont 35 et 37 ; d'autres sont tellement complexes que l'ensemble de leurs isotopes forme une « pléiade » : le bismuth en compte 5, le zinc et le mercure chacun 7, le xénon 9, l'étain 11.

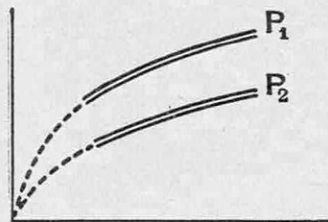


FIG. 3. — ASPECT DE L'ENREGISTREMENT SUR LA PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE P

On trouve une série de traces paraboliques  $P_1, P_2$ , qui, elles-mêmes, se dédoublent comme on le voit ci-dessus.

La méthode photographique, qui nous a révélé l'existence de ces isotopes, est malheureusement impuissante à nous donner une indication précise sur leurs proportions relatives ; mais

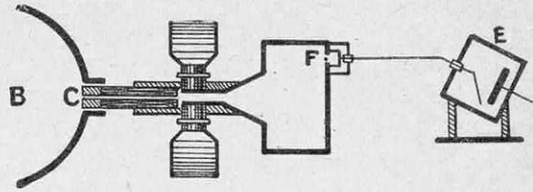


FIG. 4. — LE SECOND APPAREIL DE SIR J.-J. THOMSON

La chambre de mesure porte une fente  $F$  reliée à un électroscope  $E$ , et on fait défiler devant cette fente les pinceaux des rayons correspondants aux divers isotopes, ce qui permet de mesurer leurs proportions respectives.

J.-J. Thomson a résolu ce nouveau problème en modifiant son appareil comme l'explique la figure 4 : la chambre de mesure porte une fente  $F$ , derrière laquelle se trouve un cylindre de Faraday relié à un électroscope  $E$  ; on fait défiler devant cette fente les pinceaux de rayons positifs correspondant aux divers isotopes ; chacun d'eux apporte à l'électroscope une charge électrique proportionnelle au nombre des particules qui le constituent ; ainsi, l'un des pinceaux du néon étant neuf fois plus actif que l'autre, on conclut que le gaz contient 90 % de l'isotope 20 et 10 % de l'isotope 22. De même, le chlore est formé par un mélange de 78 % d'isotope 35 avec 22 % d'isotope 37.

Ainsi, le spectrographe de masse réussit à différencier des constituants qui n'avaient pu, jusqu'ici, être séparés par aucun des moyens dont disposent la physique et la chimie ; il faut donc que les propriétés des isotopes d'un même corps soient extrêmement voisines ; cependant, elles ne sont pas identiques ; toutes celles qui dépendent de la masse et de la densité présentent, d'un isotope à l'autre, de légères différences ; elles permettent de réaliser une séparation partielle, mais effective, qui vient confirmer les résultats obtenus par l'emploi du spectrographe : ainsi, Harkins et Brocker ont réussi à séparer les deux chlores par distillation lente et fractionnée du chlore liquide maintenu à  $-80^\circ$  ; de même, les isotopes principaux du mercure ont été partiellement séparés, comme aussi ceux du plomb.

D'autre part, cette notion toute nouvelle est venue juste à point pour clarifier les résultats déconcertants obtenus en étudiant les séries radioactives : on constatait, sans pouvoir l'expliquer, que certains éléments actifs issus de séries différentes, et par suite foncièrement distincts, possédaient des propriétés identiques ; ainsi, les radiums B, D et G, les thoriums B et D, l'actinium B se ressemblent à tel point

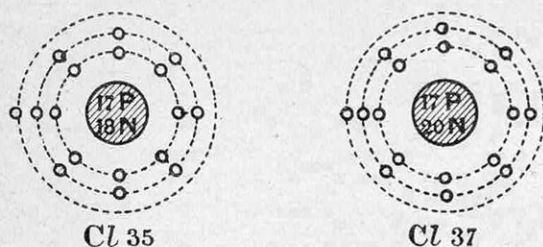


FIG. 5. — COMMENT ON PEUT REPRÉSENTER LES DEUX ISOTOPES DU CHLORE

Les noyaux seuls diffèrent, d'après leurs nombres respectifs de protons et de neutrons.

qu'on ne connaît aucun moyen de les séparer lorsqu'ils sont mélangés ; il en va de même pour le radioactinium, le radithorium, l'ionium, l'uranium Y et l'uranium X<sub>1</sub> ; ces résultats ont été expliqués, en 1916, par Soddy, en montrant que ces corps inséparables étaient en réalité des isotopes ; Soddy a même fait mieux en expliquant par quel mécanisme interne l'isotopie avait pu être réalisée ; mais c'est un point que je n'aborderai pas dans cet article.

### L'unité fondamentale de la matière

Ces résultats paraissent d'abord compliquer les choses, puisque les quatre-vingt-douze éléments simples de la chimie classique deviennent près de deux cents ; en réalité, ils nous apportent une grande simplification en faisant revivre l'hypothèse de Prout et en la justifiant. Ce qui restait inexplicable, dans cette hypothèse, c'était l'existence de poids atomiques fractionnaires, comme celui du chlore, 35,46 : or, on sait aujourd'hui que le chlore est un mélange d'éléments simples dont les poids atomiques sont, au degré de précision des mesures, de nombres entiers 35 et 37. De même, le néon, de poids atomique 20,2, provient de l'association des isotopes 20 et 22 ; celui du fer, 55,84 résulte des composantes 54 et 56 ; celui de l'argent, 107,88 provient de l'association des isotopes 107 et 109, et ainsi de suite : tous les véritables corps simples ont des poids qui sont des multiples entiers du poids de l'atome d'hydrogène, c'est-à-dire de son noyau, le proton, où se concentre la masse. Ceci ne peut s'expliquer qu'en admettant que tous ces isotopes sont fabriqués avec un même élément primordial, qui leur apporte sa masse ; mais cet élément lui-même paraît se présenter sous deux formes différentes : le *proton*, électrisé positivement, et le *neutron*, qui, comme son nom l'indique, est neutre électriquement, mais aussi pesant que le proton. Dans ce mode de représenta-

tion, les deux isotopes du chlore peuvent être construits comme l'indique la figure 5 : on voit que les noyaux seuls diffèrent, le second comprenant deux neutrons de plus que l'autre, mais les enveloppes qui forment l'atmosphère des deux isotopes sont identiques, étant faites l'une et l'autre du même nombre d'électrons, 17 pour chacun, et disposés pareillement. Or, c'est le nombre d'électrons planétaires (nommé *nombre atomique*) qui détermine le rang de l'élément dans la classification périodique et, par suite, ses propriétés physiques et chimiques, car ces propriétés ne dépendent que des électrons planétaires, et c'est par eux seulement que nous entrons en relation avec l'atome : de même, nous ne connaissons le Soleil que par les couches gazeuses qui l'entourent ; deux Soleils, pour qui ces couches superficielles seraient identiques, ne pourraient être discernés, comme deux atomes de même nombre atomique, qu'en faisant appel aux actions qui dépendent de la masse ; ils seraient deux « étoiles isotopes ».

Mais si les noyaux atomiques sont tous formés par accumulation de protons et de neutrons, cette accumulation ne peut continuer indéfiniment sans que la stabilité soit compromise. On avait déjà constaté que les atomes les plus pesants sont radioactifs, c'est-à-dire instables ; cette question a fait l'objet, en 1932, d'un travail très important de Heisenberg, le physicien allemand auquel vient d'être décerné un prix Nobel. Heisenberg admet, comme nous l'avons fait tout à l'heure, que le noyau atomique de poids  $A$  est formé par l'union de  $P$  protons et de  $N$  neutrons, ayant chacun la masse unité, de telle sorte que  $A = P + N$  ; et il applique au système ainsi constitué les principes de la mécanique quantique ; le calcul indique alors que la stabilité correspond à l'égalité du nombre des protons et des électrons,  $P = N$  ; l'atome devient de plus en plus instable à mesure que les neutrons l'emportent.

Le plus sage et le plus simple est de demander à l'expérience la confirmation de ces vues théoriques ; or, on constate que

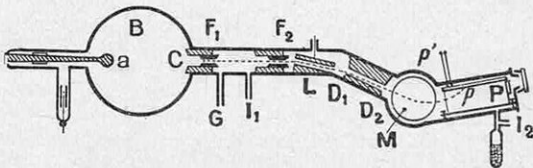


FIG. 6. — LE NOUVEAU SPECTROGRAPHE DE MASSE DU PHYSICIEEN ASTON

Cet appareil, perfectionnement des précédents, permet d'atteindre une précision de  $1/30.000^e$  dans la mesure des masses atomiques.

les éléments stables de la chimie, comme l'hélium, le carbone, l'azote, l'oxygène..., contiennent à égalité ces deux constituants, protons et neutrons, tandis que si on considère un élément instable, les neutrons l'emportent nettement ; dans l'atome de radium, par exemple, entrent 88 protons et 138 neutrons. C'est le résultat, étendu à tous les éléments et à leurs divers isotopes, que représente la figure 7, empruntée au mémoire de Heisenberg ; le nombre des protons (désigné par  $Z$  dans cette figure) est porté en abscisses et celui des neutrons en ordonnées, de telle sorte que la droite pleine correspond à la stabilité théorique  $N = P$ .

### Le principe de conservation de la masse

Ainsi, la notion d'indestructibilité des éléments a vécu. A son tour, le principe de l'indestructibilité de la masse est sérieusement ébranlé par les doctrines relativistes, qui font de la Matière et de l'Énergie deux entités transmutables l'une dans l'autre, la Matière étant de l'Énergie condensée et l'Énergie de la Matière diluée, ou, si on peut dire, vaporisée. Le taux de cette transformation a même été indiqué par Einstein : 1 gramme d'une matière quelconque équivaut à 21.500 milliards de grandes calories (ou calories-kilogramme), qui suffiraient à porter de 0 à 100 degrés un cube d'eau ayant 60 mètres de côté, ou encore, qui seraient dégagées par la combustion de 2 millions de tonnes de houille.

La grandeur de ce rapport nous aide à comprendre que la loi de conservation de la masse se soit toujours vérifiée dans toutes les réactions chimiques : lorsque 12 grammes de charbon brûlent dans l'oxygène en donnant du gaz carbonique, la chaleur dégagée, 94 calories, correspond à une perte de masse de 8 millièmes de milligramme, tellement faible qu'elle ne peut qu'échapper

aux procédés de mesure les plus délicats.

Au contraire, les synthèses atomiques mettent en jeu des quantités d'énergie formidables dont on peut prendre une idée d'après celle qui est nécessaire pour les démolir. Dans ces conditions, il n'est nullement évident que le poids atomique  $A$  doit être rigoureusement égal à la somme  $P + N$  des poids des protons et des neutrons nucléaires ; il doit y avoir une perte de masse, équivalente à l'énergie libérée par la formation de l'atome.

C'est, en effet, ce que le physicien anglais Aston a constaté ; il est parvenu à ce résultat en perfectionnant le spectrographe de masse de façon à accroître la précision des mesures. La figure 6 représente le nouvel appareil : la décharge éclate dans le ballon  $B$ , sous 30 à 50.000 volts, et les rayons positifs sont canalisés entre deux fentes  $F_1$  et  $F_2$ , larges chacune de 0 mm 05 ; le champ électrique agit en  $L$ , le champ magnétique en  $M$ , et le pinceau, deux fois dévié, vient laisser sa trace en  $p$  dans la chambre de mesure ; cette trace est assez nette pour qu'on puisse mesurer sa position sur la pla-

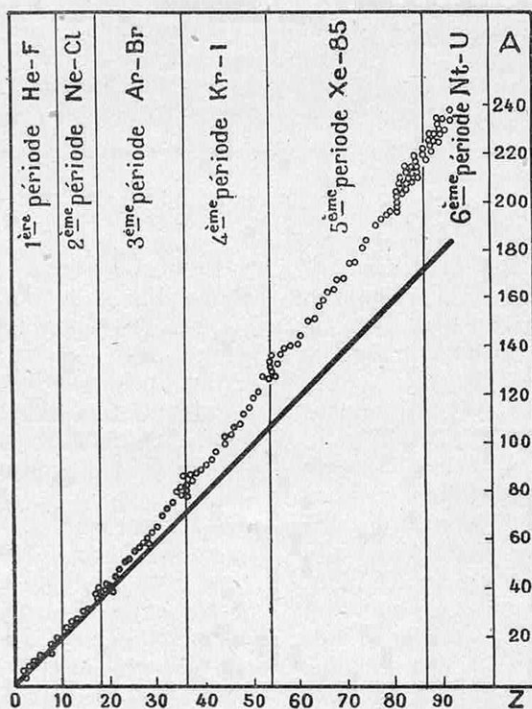


FIG. 7. — SCHEMA, D'APRES HEISENBERG, DONNANT LE NOMBRE DES PROTONS (ABSCISSES  $Z$ ) ET DES NEUTRONS (ORDONNEES  $A$ ) DES DIFFERENTS ELEMENTS

que photographique à 1 centième de millimètre près, ce qui permet d'atteindre une précision de  $1/30.000^e$  dans la mesure des masses atomiques.

A ce degré d'exactitude, les nombres obtenus pour les divers isotopes ne sont plus rigoureusement entiers ; par exemple, les masses atomiques des deux isotopes du lithium ne sont plus exactement 6 et 7, mais 6,012 et 7,012. L'écart est minime, mais il est certain et serait inexplicable en dehors des hypothèses relativistes. Voici, dès lors, comment on peut raisonner :

Convenons d'abord et suivant l'usage constant des chimistes, de prendre égale à 16 la masse atomique de l'oxygène ; cette convention ne change rien aux valeurs

relatives des divers éléments atomiques, qui, seules, nous importent.

Dans ce système de notation, la masse du noyau d'hydrogène, ou proton, qui est aussi celle du neutron, est mesurée non par 1 exactement, mais par 1,00778. Considérons maintenant le premier isotope du lithium ; son noyau est formé par l'association de 3 protons et de 3 neutrons ; il devrait donc peser, si les masses s'additionnaient,  $6 \times 1,00778 = 6,04668$  ; or, la mesure d'Asson lui assigne 6,012 ; il y a donc eu une perte de masse égale à 0,035, à laquelle correspond une énergie égale à 750 millions de grandes calories ; c'est cette énergie qui a dû être rayonnée, sous des formes que nous igno-

rons, lors de la genèse de l'atome de lithium.

On peut faire des calculs analogues avec les autres éléments atomiques ; tous montrent qu'il y a eu perte de masse, c'est-à-dire dégagement d'énergie, par leur formation aux dépens des protons et des neutrons.

On peut conclure de là que si le principe de la conservation des masses subsiste à l'état de vérité pratique, il n'est plus applicable aux synthèses et aux désintégrations atomiques, et cette constatation porte un dernier coup aux bases sur lesquelles reposait la chimie ; mais il s'est construit, en sous-sol, des assises plus larges et plus profondes ; l'avenir nous apprendra si elles sont plus solides. L. HOULLEVIGUE.

## L'APPROVISIONNEMENT DES FLOTTES DE COMBAT

A la suite de l'article publié dans *La Science et la Vie* de janvier 1934 sur l'approvisionnement des flottes de combat, nous avons reçu la communication suivante émanant d'une des plus hautes personnalités (en retraite) de la marine nationale : « La question de l'approvisionnement des bâtiments de la marine de guerre en combustibles liquides constitue un problème capital tant au point de vue de notre liberté d'action sur mer que de notre sécurité dans le stockage sur terre. Aujourd'hui, les marines modernes doivent non seulement posséder en qualité et en quantité les dérivés du pétrole nécessaires à la propulsion des navires, mais encore mettre à l'abri de toute incursion aérienne les réservoirs vulnérables qui les contiennent. A ce propos, le maréchal Balbo signalait récemment, au cours d'une conversation privée, que ce serait un jeu pour une escadre aérienne d'annihiler par

un bombardement efficace les réserves d'énergie de l'adversaire, emmagasinées dans des citernes apparentes et non protégées. Nous avons cherché à savoir comment la marine nationale avait organisé nos moyens de protection à cet égard. Nous avons eu le regret de constater que, jusqu'ici, nos réservoirs de mazout sont particulièrement vulnérables et qu'en aucun point du territoire français notre réserve de combustible liquide n'est « stockée » dans des réservoirs souterrains, seul dispositif efficace pour parer au danger. D'autre part, nous avons également appris que la France ne possède pas actuellement, pour ses flottes de combat, la quantité de combustible nécessaire accumulée dès le temps de paix. En effet, les autorités qualifiées estiment que ces réserves de combustible doivent être prévues pour subvenir pendant un an au moins aux besoins de notre flotte de combat. »

*M. Bergeon, de la commission de la Marine du Sénat, a écrit récemment que les manœuvres aériennes qui ont eu lieu l'année dernière, en Provence, ont mis en évidence certaines infériorités de notre aviation de chasse, comme de notre artillerie de défense aérienne.*

*Il est indéniable que si la méthode aérienne préconisée par le général italien Douhet nous était appliquée, c'est-à-dire si nous devons faire face à l'irruption soudaine et en masse d'avions de bombardement, il s'écoulerait un temps assez long avant que notre aviation de chasse soit alertée, et que notre artillerie de défense contre avions puisse entrer en action.*

*Et le sénateur ajoute : « Le meilleur moyen pour éviter les conséquences désastreuses d'un bombardement aérien pourrait être de soustraire, dès le temps de paix, les parties vitales et vulnérables de la défense nationale aux effets des bombardements. »*

*C'est ce que nous n'avons cessé de signaler en réalisant les installations souterraines pour loger les parcs à combustibles, à munitions, etc.*



# EN MÉTALLURGIE, CONTROLLER C'EST PROGRESSER

Par Paul REGNAULD

INGÉNIEUR EN CHEF DE L'ARTILLERIE NAVALE

*Qui dit progrès en construction mécanique, dit progrès en métallurgie. Qui dit progrès en métallurgie, dit contrôle rigoureux de la production et des travaux finis. En effet, depuis un quart de siècle, le laboratoire est devenu l'auxiliaire indispensable de toute fabrication. Les essais mécaniques, physiques, chimiques et microchimiques ont permis de livrer aux industries modernes les métaux et alliages bien adaptés à leurs fonctions. Ce sont ces méthodes éprouvées que notre éminent collaborateur, M. l'ingénieur en chef Regnauld, expose ici en montrant les principes qui les animent, et les applications qu'elles engendrent.*

Sous la direction de M. Guillet, de l'Académie des Sciences, une exposition des laboratoires de recherches scientifiques a été présentée au treizième Salon de l'Aéronautique (18 novembre-4 décembre 1932). C'était une exposition « rétrospective » des principaux appareils de mesure qui ont le plus contribué, dans ces cinquante dernières années, au développement de la science métallurgique. Et les stands ne furent pas regardés avec intérêt par les seuls techniciens : l'immense majorité du public en effet, se rendit compte alors que tous les ouvrages d'art et les machines, que toutes les automobiles et les avions ne seraient pas ce qu'ils sont si, dans des laboratoires d'essais, en liaison avec les fabricants et les utilisateurs, des ingénieurs n'avaient travaillé sans relâche à mettre au point des méthodes de mesure avec précision les résistances des matériaux dans les conditions d'emploi.

Dans ce qui suit, nous résumerons brièvement nos connaissances les plus modernes sur les essais concernant le métal le plus usuellement utilisé : nous voulons dire l'acier.

## L'analyse thermique - La micrographie La macrographie

Nous passerons assez rapidement sur ces trois méthodes, non point parce qu'elles ont un intérêt secondaire, bien au contraire, mais parce qu'elles ne constituent pas des nouveautés, et que leurs perfectionnements récents ne portent que sur des détails.

L'analyse thermique consiste à déceler les modifications d'équilibre physico-chimiques en fonction des températures ; on

observe ainsi les réactions proprement dites, les transformations allotropiques (1), les dissolutions ou fusions. Regnauld, vers 1860, jeta les fondements de la méthode, qui, vers 1885-87, reçut, dans les travaux d'Osmond, un développement considérable. Par la suite, le dilatomètre Chevenard (qui caractérise les points de transformation par des changements brusques de dimensions enregistrées d'une façon très pratique) est devenu l'appareil classique des laboratoires.

L'analyse micrographique, qui permet de déceler, au moyen de groupements importants, les constituants des alliages (et de vérifier qu'ainsi les traitements thermiques ont bien donné les résultats escomptés), a été imaginée par Sorby, savant anglais de Sheffield, dès 1864. Mais les plus belles photographies datent de la réalisation des microscopes métallographiques de H. Le Chatellier (1900). Les perfectionnements actuels permettent d'obtenir maintenant des épreuves extrêmement nettes à 3.500 diamètres (Laboratoires de la Bell Telephone Cy, à New York).

La macrographie vise à montrer les directions suivant lesquelles le métal s'est écoulé lors des traitements de toute sorte et, surtout, lors des traitements mécaniques. Elle paraît d'origine très ancienne, puisqu'on en trouve des exemples sur des lames damassées. Tresca, Frémont, Hartmann, Fry ont été, dans les temps modernes, les expérimentateurs les plus connus. Mais la macrographie présente encore un autre avantage. L'attaque (généralement assez légère) d'une

(1) Ces transformations allotropiques sont des transformations d'état correspondant à des propriétés différentes que peuvent subir certains corps, sans qu'il y ait pour cela modifications chimiques.

surface bien polie au moyen d'un réactif approprié fait apparaître les *défauts* inhérents au lingot dès sa naissance, notamment les *inclusions*. Celles-ci, lorsqu'elles se réunissent, forment des amorces de rupture très inquiétantes, provoquant des accidents que les essais mécaniques ordinaires ne peuvent faire prévoir que fortuitement. Par contre, des défauts tels que des *soufflures* existant au début de la « vie » du lingot et étirées dans la suite des traitements de l'acier, ne constituent pas nécessairement un danger.

### L'essai de traction d'autrefois.

### Ses modifications actuelles : alternance et localisations

L'essai de traction classique — connu depuis longtemps (1) — consiste à étirer (à la température ordinaire et à vitesse sensiblement constante) une éprouvette de section uniforme : cylindre, bande, tube, etc. On détermine ainsi les « caractéristiques mécaniques » les plus simples du métal : limite élastique, charge de rupture, allongement pour cent, après rupture. Plus on trouve des valeurs élevées pour ces trois caractéristiques, plus on considère que l'acier peut être employé avec sécurité.

Cette opinion renferme une part de vérité. Mais il ne faut pas croire que, *quelles que soient les circonstances*, une nuance d'acier ainsi connue redonnera systématiquement les *mêmes* résultats. Au Congrès de Zurich de l'Association internationale des essais de matériaux (1931), j'ai attiré l'attention sur ce point, en rappelant simplement les deux phénomènes suivants :

Prenons un acier que nous estimons suffisamment caractérisé d'après l'essai de traction ordinaire ; ceci parce qu'une barre (ou une plaque) de section constante et un tube de section régulière ont donné des

valeurs identiques pour les caractéristiques mécaniques.

Au lieu des éprouvettes précédentes, étirons une plaque percée de trous circulaires et un tube à l'intérieur duquel nous avons placé un mandrin. Que se passera-t-il alors ? Les résultats nous surprendront. L'acier paraîtra plus résistant mais moins ductile. On pourra faire travailler les pièces à un « taux » plus élevé, sans constater des déformations permanentes. Mais si la rupture survient, elle sera de plus en plus « brusque »,

c'est-à-dire qu'on n'aura pas été prévenu suffisamment de l'accident qui pouvait se produire.

L'analyse de ces phénomènes nous entraînerait trop loin. Il nous suffit de montrer ici que le vieil essai de traction, *sans localisation* et *sans alternances*, est devenu insuffisant. En France, en Allemagne, en Amérique, de nombreux expérimentateurs se sont attaqués à cette question, ces dernières années. Nous donnons ci-contre des résultats obtenus par Moor et Kommers, sur des éprouvettes dites « entaillées » et essayées aux efforts alternés de traction et de compression (voir figure 1).

Tant que l'acier, de qualité soignée et de structure *sorbitique* ou *perlitique* (1), est mis sous la forme d'une éprouvette type 0, I ou II, on n'a pas de surprise, c'est-à-dire que la limite d'endurance (charge que l'on peut faire répéter d'une façon indéfinie positivement et négativement) est sensiblement égale à la moitié de la charge de rupture.

Mais si l'on passe au type III, le résultat baisse de 10 % environ ; le type IV amène une chute de 45 % ; le type V, une chute de 60 %. De tels chiffres sont inquiétants. A notre avis (ainsi que nous l'avons exposé

(1) On sait que la *perlite* est un composé (eutectique) fer-carbone constitué de masses alternées de ferrite et de cémentite ( $Fe^3C$ ). C'est le constituant principal des aciers recuits. La *sorbitite* est la texture ordinaire des aciers trempés et revenus entre 400 et 650°. Elle est généralement l'indice d'une belle résilience.

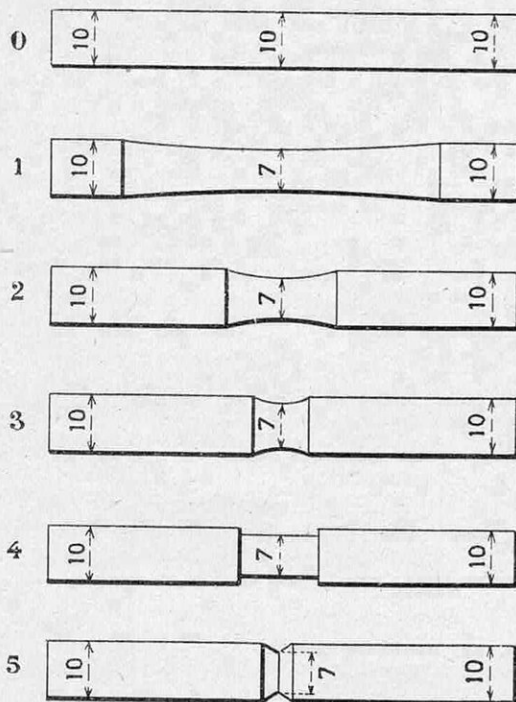


FIG. 1. — TYPES D'ÉPROUVETTES EMPLOYÉES PAR MOOR ET KOMMERS

(1) On doit citer comme un des premiers expérimentateurs l'ingénieur anglais Kirkaldy (1862).

ailleurs), la baisse peut aller jusqu'aux 3/8<sup>e</sup> de la valeur initiale, c'est-à-dire qu'elle peut atteindre 62,5 %. Moor et Kommers ont donc observé presque le minimum.

Ces résultats prouvent avec quelle circonspection il faut accepter les résultats d'essais.

**Les essais de flexion et de ployage : flexions alternées, flexions localisées. Les essais d'emboutissage**

Il y a déjà très longtemps que l'on plie des tôles, des fils, etc., pour voir comment l'acier résiste dans ces conditions. On craint, en effet, à juste titre, que les déchirures de surface, apparaissant dans les régions les plus étirées, n'entraînent finalement la rupture des pièces.

Ici encore, les alternances jouent le rôle important que signalait déjà *Duguet* (vers 1890), en parlant d'*énervement* statique :

« Tout le monde sait, écrivait-il, que l'on parvient à casser un fil métallique résistant à une seule flexion en le fléchissant alternativement dans un sens et dans le sens contraire, en répétant assez souvent ces flexions et déflexions successives... » Le danger n'est pas moins grand lorsque « ... les déformations très *petites* sont répétées un nombre de fois en rapport avec leur degré de petitesse, comme cela arrive dans les corps soumis pendant longtemps à des vibrations. Ainsi voit-on les ressorts, les armes à feu, les essieux, les arbres de transmission, les rails, etc., *s'énerv* à la longue, se briser sans déformations sensibles et occasionner des accidents qui ne peuvent être prévenus que par un règlement limitant la durée de ces objets... »

Nous avons heureusement réalisé d'importants progrès depuis que ces lignes ont été écrites. Actuellement, le service des Recherches de l'Aéronautique, sous la haute direction de *M. Cacquot*, a mis au point des *essais de flexion rotative* sur des éprouvettes dont nous donnons le type (fig. 3). Des centaines d'éprouvettes sont ainsi essayées chaque jour

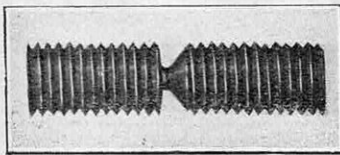


FIG. 2. — MODÈLE D'ÉPROUVETTE UTILISÉE DANS LES ESSAIS DE TRACTION PAR CHOC DES ACIERS

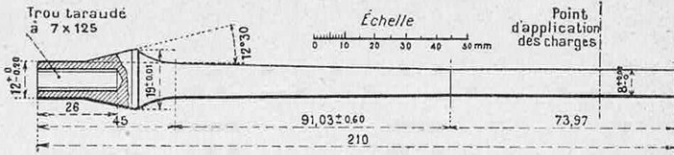


FIG. 3. — TYPE D'ÉPROUVETTE UTILISÉE POUR EFFECTUER LES ESSAIS DE FLEXION ROTATIVE

modification brusque de section, mais on étudie aussi des éprouvettes avec des *congés* (1) plus ou moins rapides et des *angles vifs* plus ou moins accentués (fig. 3).

Les « essais vibratoires » sont également pratiqués aux laboratoires d'Issy, mais nous pensons qu'il serait prématuré de donner des renseignements à ce sujet. Disons seulement qu'une vibration, en soi, n'est pas nécessairement une cause d'inquiétude ; le danger vient plutôt des résonances.

Les « essais d'emboutissage » semblent assez parents des essais de flexion et de ployage, mais ils ne donnent pas des résultats identiques, ce qui n'est pas surprenant étant donné qu'en principe ils ne sont pratiqués qu'une *seule fois* et dans un *seul sens*. Ils s'appliquent, avant tout, aux *tôles* et ont intéressé d'une façon spéciale, ces dernières années, l'automobile et l'aviation. Le mode opératoire (dû surtout à des recherches allemandes) surprend un peu au premier abord. La tôle étant percée d'un trou circulaire, on enfonce un poinçon (à angle arrondi) de diamètre trois fois plus grand et l'on s'arrête dès que les fissures apparaissent ; la « capacité d'emboutissage » plus ou moins importante est ainsi évaluée. (Essai Erichsen.)

Accessoirement, on a des indications intéressantes sur l'*hétérogénéité* de l'acier et sur son écrouissage, ceci d'après l'ovalisation du trou et d'après l'apparition systématique des criques dans un sens déterminé.

**Les essais de dureté et d'usure**

Contrairement à ce qu'on pourrait croire a priori, les essais de *dureté* sont assez récents. C'est en 1900 qu'un ingénieur suédois, *Brinell*, proposa d'enfoncer une bille d'acier très résistante sur la surface plane d'un acier à étudier. Si *P* est la charge totale, *S*, la surface du cercle d'empreinte, le nombre de Brinell, *N* égal à  $\frac{P}{S}$ , pourra être considéré comme caractérisant la *dureté* de l'acier.

Il n'est pas certain qu'on trouve ainsi un chiffre qui soit sans aucune relation avec les autres caractéristiques mécaniques. Lorsque

(1) Un « congé » est un raccord de deux parties cylindriques (concentriques) de diamètres différents.

la bille est suffisamment indéformable, et pour des aciers dont la résistance n'est pas trop différente de celle de la bille, on constate que  $N$ , nombre de Brinell, est très sensiblement égal au  $1/3$  de la charge de rupture, telle qu'on la détermine à l'essai de traction. L'essai Brinell peut donc être avantageusement utilisé lorsqu'on veut avoir une idée très rapprochée de cette valeur et lorsqu'on veut très rapidement vérifier l'homogénéité des différentes parties d'une pièce d'acier : il a été — et il est encore — très employé dans ce but lors de la fabrication des *obus*.

De nombreuses méthodes ont tenté de supplanter l'essai classique de Brinell ; citons seulement le procédé *Rockwell* (à pointe de diamant ou à petite bille) ; le pendule *Herbert* (avec bille fine en diamant, donnant une empreinte presque imperceptible : la caractéristique de la dureté est alors le temps de dix oscillations de faible amplitude), et enfin, dans un ordre d'idée différent, les scléromètres, sclérosopes, scléroglyphes, etc.

Dans ces derniers procédés, on laisse tomber, d'une hauteur constante, une petite bille (en acier très dur) sur les faces planes et horizontales d'un échantillon d'acier à classer ; on note la hauteur de rebondissement. Si ces échantillons sont identiques et reposent sur des appuis semblables, les comparaisons ont toute leur valeur, et l'on classe bien les duretés. Sinon, les corrections sont délicates, les variations des effets de choc d'après les masses en présence étant encore mal connues. Les scléromètres ne présentent vraiment d'intérêt que s'il s'agit d'évaluer des « duretés superficielles » (surfaces cimentées, nitrurées, etc...), car, dans ce cas, avec la bille Brinell ordinaire, on défoncerait la surface externe et on ne pourrait valablement conclure.

Les essais d'abrasion et d'usure ne sont pas encore standardisés, même d'une façon approchée. La pression, la vitesse, le temps, le degré de lubrification, la nature de l'acier, ne sont que les principales variables à considérer dans la résolution d'un problème extrêmement complexe. Les compagnies de chemins de fer, les fabricants de roulements à billes, etc., emploient diverses machines françaises ou suisses ; on ne saurait dire que ces essais sont au point.

### Les essais de fragilité

Presque toujours, lorsqu'il y a eu accident dû à la rupture d'une pièce, les commissions d'enquête sont frappées par le fait que l'acier s'est toujours cassé sans déformation mesurable.

Or, les essais statiques ordinaires, faits sur des morceaux de cet acier, donnent de bons allongements avant rupture. On en arrive donc à conclure que l'acier était fragile au choc et que cette fragilité ne pouvait être mise en évidence que par des essais *dynamiques* bien conçus.

*Frémont*, commentant les deux accidents de sous-marins le *Pluviôse* (en 1910) et le *Vendémiaire* (en 1912), les attribuait avant tout à la fragilité de leurs tôles.

Mais, tant qu'on n'a pas eu la notion *nette* de l'importance qu'il fallait attribuer à la *localisation de l'effet de choc*, tous les essais ne donnèrent que des résultats décevants. Faut-il rappeler, en effet, que les effets de choc les plus variés (par chute de poids ou par explosion de charge de poudre) montrèrent (en 1878-1880, en France et en Angleterre) que, sur éprouvettes *régulièrement cylindriques*, l'allongement pour cent à la rupture pouvait être de 40 % *supérieur* à l'allongement obtenu lors des essais statiques ordinaires ?

C'est à *André Le Chatelier* (1892) que l'on doit la première conception claire de l'essai de *résilience* sur barre entaillé. Cet essai est actuellement l'objet de discussions de détail portant sur la *forme* et la *profondeur* de l'entaille de l'éprouvette (type « Mesnager », type « Charpy », etc.). En fait, il se trouve maintenant universellement admis et pratiqué. On évalue le travail (en kilogrammètres) qui a produit la rupture de l'unité de surface d'une section où l'effet de choc est *bien localisé*.

Certains faits récents (rupture de canons, insuffisance de résistance de blindage) m'ont amené à rechercher si l'essai de fragilité ne pouvait être *perfectionné*, et ceci à deux points de vue : d'abord en opérant par traction simple (et non par flexion plus ou moins complexe) ; ensuite en *mesurant*, non pas le travail absorbé par la rupture, mais l'allongement pour cent après rupture.

Au Congrès de Zurich de 1931, j'ai présenté une nouvelle méthode expérimentale, immédiatement applicable avec le petit mouton type Charpy que possèdent la plupart des laboratoires. On trouvera ci-jointes les photos de l'éprouvette employée et le dispositif de montage. Cette méthode a déjà donné des résultats encourageants.

### Les essais de résistance, à froid et à chaud

L'acier ne possède pas les mêmes caractéristiques quelles que soient les températures. Il est évidemment intéressant de savoir que

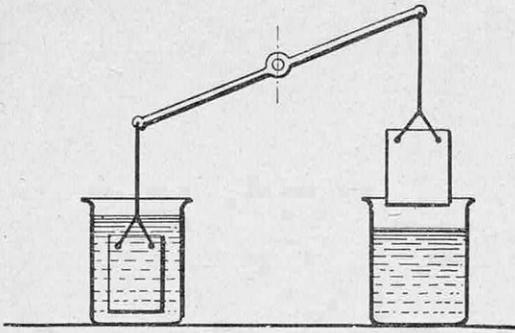


FIG. 4. — SCHÉMA DE L'APPAREIL POUR IMMERSIONS ET ÉMERSIONS ALTERNÉES. Cet appareil est utilisé dans les essais de corrosion.

sa fragilité peut s'accroître lorsque la température descend à 20° au-dessous de zéro ou davantage. Mais comme toute machine engendre nécessairement de la chaleur (soit d'une façon voulue, soit comme perte d'énergie), il est au moins aussi important de reconnaître si, à partir de 400 à 500° (1), l'acier ne change pas de résistance (application aux chaudières, moteurs, etc.). Or, les recherches faites depuis un peu plus de dix ans ont montré qu'un phénomène nouveau et grave apparaissait. Dans ces conditions, la résistance dépend non seulement de la charge exercée, mais encore du temps pendant lequel on la maintient. Dickenson (*Iron and Steel Institute*, 1922) est un des premiers expérimentateurs à avoir signalé ce fait.

Actuellement, on peut dire que tous les laboratoires font des recherches, car tels ou tels aciers (qui semblent très comparables à la température ordinaire) ne sont pas également touchés par l'élévation de température. Une bonne teneur en manganèse produit généralement d'heureux résultats ; de plus, d'après les travaux de M. Guillet, les aciers-nickel-chrome-molybdène sont, parmi les aciers spéciaux, ceux qui semblent particulièrement à recommander.

Les chiffres suivants, pour la température à 450°, sont significatifs.

A cette température, les aciers moulés ordinaires ont une résistance à l'écoulement (2) de 9 kilogrammes par millimètre carré environ. Les aciers forgés ordinaires peuvent aller jusqu'à 13 kilogrammes, les aciers nickel-chrome ( $Ni = 2,5$  ;  $Cr = 0,4$ )

(1) A titre d'exemple, indiquons que, d'après nos expériences effectuées à la fonderie de Ruelle, il y a une dizaine d'années, la pellicule interne de l'âme d'un canon en contact avec les gaz et la poudre, lors du départ du coup, peut atteindre la température de 800°.

(2) On appelle résistance à l'écoulement la charge maximum que peut supporter indéfiniment l'acier dans l'essai à chaud.

atteignent 15 à 18 kilogrammes ; les aciers nickel - chrome - molybdène ( $Ni = 2,8$  ;  $Cr = 0,75$  ;  $Mo = 0,33$ ) dépassent 40 kilogrammes.

### Les essais de corrosion

Les essais systématiques de corrosion des aciers sont très récents. En France, on peut dire qu'ils datent de 1930-31, moment où la Commission d'Etude des produits métalliques destinés à l'aviation (sous la direction de l'inspecteur général *Grard*) s'est intéressée particulièrement à cette question.

On sait toute l'importance que présente la mesure de l'inoxidabilité (1). Les essais pratiqués dans ce but sont généralement de deux sortes pour les aciers :

1° Emergion et immersion alternées (toutes les trente minutes) durant un temps assez long (fig. 4) ;

2° Pulvérisation de brouillard salin saturé à 35° environ (essai accéléré).

Pour pouvoir comparer différentes nuances d'acier, on regardera, après les épreuves de corrosion :

La fréquence des taches et piqûres sur une surface donnée (par exemple sur un décimètre carré) ;

La perte de poids (en cherchant à voir si celle-ci n'est pas contre-balancée par une augmentation de poids due à des oxydations

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 365.

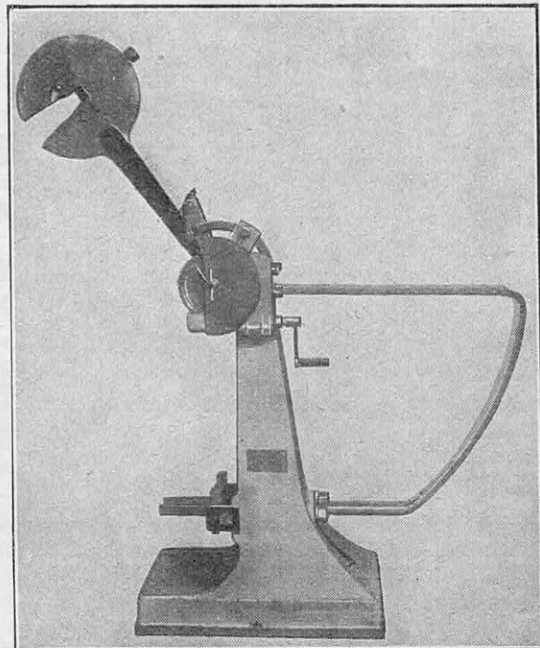


FIG. 5. — MOUTON-PENDULE « CHARPY » POUR L'ESSAI DE L'ACIER A LA TRACTION PAR CHOC

pouvant rester adhérentes à l'éprouvette) ;

Les modifications des caractéristiques mécaniques, telles que l'allongement pour cent et la résistance à la traction ;

Les modifications des capacités d'embouissage.

Ces essais sont encore très délicats. On trouve des résultats différents suivant le poli des éprouvettes, le mode d'élaboration du métal, etc., d'une part ; d'autre part, il faut bien définir quelle est l'eau de mer employée (ou le produit de substitution) ; l'oxygène (dissous ou non), les microorganismes interviennent. Enfin, il est certain que, si l'on change la rapidité des essais et leurs alternances, les essayages des éprouvettes, les contacts avec les pièces ou supports, etc., les indications recueillies ne sont pas les mêmes.

Actuellement, les meilleurs résultats d'ensemble sont fournis par les aciers type 18/8 (17 à 20 % de chrome, 7 à 9 % de nickel) généralement additionnés d'un peu de molybdène. Les travaux de la Commission Gard confirment très nettement l'importance que l'on doit attribuer aux soins pris lors de l'élaboration de l'acier et au poli des surfaces exposées aux attaques.

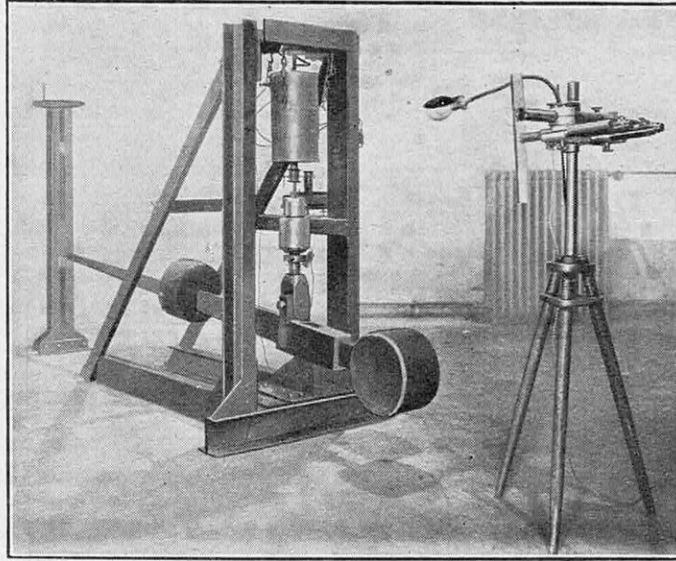


FIG. 6. — DISPOSITIF EMPLOYÉ POUR LA MESURE DE LA RÉSISTANCE DES ACIERS, A CHAUD

### Que faut-il conclure ?

En Allemagne, l'*Association internationale des méthodes d'essai* a été fondée par Bauschinger (1884). Ses débuts ont été assez lents ; les premiers progrès notables datent de 1909, où, à l'issue du Congrès de Copenhague, le congrès a adopté les conclusions de M. Charpy.

A dater de ce jour, on ne s'est plus contenté du vieil essai de traction, complété par quelques épreuves plus ou moins empiriques. Les autres méthodes ont apparu peu à peu lors des congrès suivants.

Nous avons dû nous contenter ici de résumer les principaux essais modernes, ceux qui nous semblent les plus utiles pour les aciers ; ce n'est pas que nous méconnaissons d'autres épreuves, comme celles de flexion, de torsion, cisaillement, etc., et, dans un domaine différent, les recherches magnétiques, radiométriques, etc. Mais l'avenir seul nous montrera la place qu'on doit leur donner. Nous possédons déjà des procédés assez sûrs pour ne mettre en service des pièces qu'avec un minimum d'aléas, c'est-à-dire susceptibles de fournir à l'usage le maximum de sécurité.

P. REGNAULD.

*Le Japon a pris progressivement, depuis la fin de la guerre, une place prépondérante dans l'économie internationale moderne. Grâce à un outillage perfectionné et intensifié, grâce au dumping du change, aux bas salaires, au travail continu en grande série, au contrôle rationnel de la production, ses industries deviennent de plus en plus exportatrices et menacent gravement le commerce britannique qu'elles concurrencent avantageusement sur différents marchés du Globe, notamment en Extrême-Orient, en Irak, en Afrique et même en Amérique. L'Europe, elle-même, commence à être prospectée par les producteurs japonais. Nous nous proposons de montrer comment s'est développé le Japon industriel au cours de ces dernières années, comment, par ses méthodes commerciales, il menace l'Angleterre jusque dans ses domaines ! La poussée industrielle de l'Asie vers l'Occident, qu'elle vienne de l'U. R. S. S., scientifiquement équipée, ou de l'Empire du Soleil Levant surindustrialisé, monte inéluctablement à l'assaut de notre vieille économie politique.*

# CE QUE NOUS APPRENNENT LES RÉCENTES EXPÉRIENCES DU PROFESSEUR KAPITZA SUR LES CURIEUSES PROPRIÉTÉS DE LA MATIÈRE

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
INGÉNIEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

*Nous avons déjà exposé ici, à plusieurs reprises (1), les remarquables et curieuses propriétés des corps aux très basses températures — voisines du zéro absolu — (moins 273° centésimaux) et nous avons décrit, à ce sujet, les très belles expériences effectuées dans les « laboratoires du froid », tels que celui de Leyde (Pays-Bas). Mais l'intérêt de ces recherches est encore considérablement accru, quand on ajoute à l'effet des basses températures l'action d'autres agents physiques, telle que celle des champs magnétiques extrêmement intenses. A cet égard, les travaux du professeur Kapitza, de l'Université de Cambridge (Angleterre), sont d'un intérêt de premier ordre, et les résultats qu'il a obtenus, dans le laboratoire qu'on a spécialement créé pour lui, sont de nature à modifier une fois encore nos conceptions sur la constitution de la matière. Les théories scientifiques, comme toute conception humaine, évoluent sans cesse.*

LES belles recherches de Dewar et Fleming ont montré, à la fin du siècle dernier, qu'à des températures très basses, approchant du zéro absolu (— 273 degrés centigrades) beaucoup de métaux et d'alliages présentent un phénomène particulier : leur résistance électrique décroît brusquement et prend des valeurs extrêmement faibles, laissant supposer que si on pouvait atteindre le zéro absolu, elle s'annulerait rigoureusement. Un courant lancé dans un conducteur en anneau placé à cette température durerait indéfiniment.

Depuis que, dans un certain nombre de laboratoires spécialisés, la pratique des basses températures a permis de multiplier les observations, on a constaté d'autres phénomènes non moins surprenants au premier abord. Par exemple, des sels très faiblement magnétiques dans les conditions normales le deviennent très fortement à quelques degrés du zéro absolu, sous l'influence de puissants champs magnétiques. Dans les mêmes conditions, c'est-à-dire sous l'action combinée du froid et des champs magnétiques, un certain nombre de métaux montrent des variations de longueur anormales.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 109, page 37, et n° 180, page 439.

Ces phénomènes étudiés de près peuvent nous fournir de précieux renseignements sur la constitution de la matière dont ils sont une manifestation directe. Mais leur observation est liée à la production d'abord de températures extrêmement basses — et seuls, jusqu'à présent, quelques laboratoires bien équipés possèdent l'appareillage nécessaire (1) — et aussi de champs magnétiques suffisamment puissants pour agir sur les molécules et les atomes d'une manière profonde.

Le mécanisme de cette action peut s'interpréter facilement. L'atome, tel que nous le concevons aujourd'hui, se compose d'électrons en nombre variable tournant autour d'un noyau central. Il a donc un caractère essentiellement électrodynamique, et beaucoup de ses propriétés dépendent tant du nombre que du mouvement de ses électrons planétaires. Un champ magnétique extérieur apporte des perturbations dans le mouvement de ces électrons, ce qui modifie les propriétés correspondantes de l'atome et des agglomérations d'atomes constituant les molécules. Les très basses températures réduisent l'agitation thermique qui, souvent, masque les résultats ou les fausse.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 439.

Depuis dix ans, le savant professeur Kapitza, de l'Université de Cambridge, poursuit des recherches dans cette voie, et le don récent de 15.000 livres de la part de la *Royal Society* pour l'érection et l'équipement d'un nouveau laboratoire est un éclatant témoignage de l'intérêt des résultats déjà obtenus et de ceux escomptés dans un avenir prochain. Ce nouveau centre de recherches, d'une installation ultramoderne et dont l'outillage est remarquable, a été inauguré, il y a quelques mois, par M. Stanley Baldwin en personne, en sa qualité de chancelier de l'Université de Cambridge.

### Des champs de 350.000 gauss qui durent un centième de seconde

L'équipement de ce laboratoire comprend essentiellement deux groupes d'appareils spéciaux : l'un pour la production des champs magnétiques, l'autre pour la réalisation des basses températures.

Le premier, mis au point spécialement par le professeur Kapitza il y a quelques années, est particulièrement remarquable. Il est le seul, à l'heure actuelle, qui permette d'obtenir par une méthode originale les champs extrêmement puissants, de l'ordre de 300.000 gauss, qu'exigent les expériences.

On sait que les champs magnétiques sont évalués en gauss. Ainsi, le champ magnétique terrestre a une intensité d'environ 0,5 gauss en France et sa composante horizontale, celle qui oriente l'aiguille aimantée de la boussole vers le pôle, est d'environ

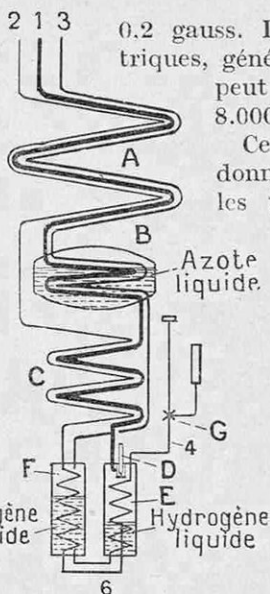


FIG. 1. — SCHÉMA SIMPLIFIÉ DES CIRCUITS DANS L'APPAREIL POUR LA LIQUÉFACTION DE L'HYDROGÈNE

*L'hydrogène très pur, circulant en circuit fermé, entre sous pression (170 atmosphères) par 1 et traverse le régénérateur spirale A, où il commence à se refroidir. Après avoir passé dans le récipient B, contenant de l'azote liquide sous basse pression, et dans le deuxième régénérateur spirale C, où il continue à se refroidir, il arrive à l'orifice de détente D, au-dessus du condenseur E, où il se liquéfie en partie. Quand le condenseur est plein à peu près au tiers, l'hydrogène liquide pénètre dans le tube 6 et dans une spirale qui refroidit le condenseur F. Après passage dans les régénérateurs C et A, il retourne au compresseur et recommence indéfiniment le même cycle. L'hydrogène du commerce (relativement impur) pénètre en 3, sous 3 atmosphères, et traverse successivement le régénérateur A et le récipient B avant d'arriver au condenseur F, où, rencontrant la spirale d'hydrogène liquide, il se liquéfie. Dans cet état, il traverse le condenseur E, par une spirale où il se refroidit encore, et est recueilli par le robinet G dans un vase de Dewar. Les impuretés solides tombent au fond du condenseur F. La spirale A mesure 2 m 50 de long et la spirale C, 5 mètres. Tous les tubes ont une section très fine et l'ensemble est enfermé dans un récipient en cuivre de 26 centimètres de diamètre et 67 centimètres de haut. Cet appareil produit environ 4 litres d'hydrogène liquide par heure.*

0,2 gauss. Déjà, dans les machines électriques, génératrices ou moteurs, le champ peut atteindre dans l'entrefer entre 8.000 et 10.000 gauss.

Ce sont les électroaimants qui donnent les champs magnétiques les plus intenses. Mais, par suite de la saturation du noyau, on est obligé de faire passer dans la bobine des courants de plus en plus forts. On est rapidement limité dans cette voie par l'échauffement des enroulements qui oblige à prendre des précautions spéciales pour leur refroidissement. Le plus puissant électroaimant existant actuellement est celui du professeur Cotton en France (1). Il pèse plusieurs centaines de tonnes, et ses dimensions sont colossales : le diamètre des noyaux de fer atteint 1 mètre, et un homme tiendrait facilement entre ses pièces polaires. Cependant, le champ magnétique qu'il fournit ne dépasse pas 60.000 gauss.

Le professeur Kapitza atteint, nous l'avons dit, 300.000 gauss et plus, mais par une méthode tout à fait originale. Il envoie dans une bobine de dimensions relativement réduites un courant électrique de très forte intensité, pendant un temps très court.

C'est que, pour obtenir un champ de 350.000 gauss dans une bobine de un centimètre de diamètre intérieur, il faut développer dans l'enroulement une puissance de l'ordre de 30.000 kilowatts qui se retrouve naturellement sous forme de chaleur. Il suffit, pour éviter de détériorer l'appareillage, d'arrêter

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 136, page 282.



l'expérience dès que la température s'est élevée d'une centaine de degrés, c'est-à-dire au bout d'un centième de seconde environ. Au bout d'un quart de seconde seulement, la bobine serait entièrement fondue.

Bien qu'une durée d'un centième de seconde puisse paraître, à l'échelle humaine, extrêmement courte, elle est encore pour l'atome amplement suffisante pour que les phénomènes provoqués par l'action du champ magnétique aient le temps d'établir leur régime permanent. Il est seulement nécessaire d'adapter les méthodes habituelles d'observation et de mesure à ces nouvelles conditions, ce qui est d'ailleurs facilité par l'ordre de grandeur des phénomènes observés qui sont de beaucoup supérieurs à ceux produits par les champs plus faibles.

**Un alternateur  
fournissant  
sans dommage  
220.000 kilowatts  
en court-circuit**

Dans ses premiers essais, le professeur Kapitza utilisait, pour la production des fortes intensités de courant, une batterie d'accumulateurs de construction spéciale qu'il chargeait pendant quelques minutes et déchargeait en un centième de seconde simplement en la court-circuitant. Il obtenait ainsi des champs magnétiques allant jusqu'à 100.000 gauss.

Il opère actuellement avec un alternateur. On sait qu'une telle machine, brusquement court-circuitée, peut délivrer pendant les premières alternances du courant une puissance dix ou vingt fois supérieure à sa puissance normale. Dans les alternateurs ordinaires, on s'efforce de limiter ce courant de court-circuit ; dans celui-ci, au contraire, on s'efforce de l'accroître, et la machine est construite de manière à pouvoir résister aux efforts électrodynamiques extrêmement violents qui s'exercent entre les enroulements et

risqueraient de les détruire. L'armature massive et tournant à grande vitesse possède une grande énergie cinétique dont une notable partie est transformée en énergie électrique pendant le court-circuit. Celui-ci ne dure que l'intervalle d'une demi-période du courant et un interrupteur automatique, actionné par une came sur l'arbre de l'alternateur, coupe le circuit lorsque le courant passe par zéro ou par une valeur voisine,

ce qui simplifie beaucoup l'appareillage. Celui-ci n'en est pas moins remarquable, si l'on songe que la durée de la coupure du courant est de l'ordre d'un dix-millième de seconde, temps pendant lequel une plaque de cuivre d'un kilogramme environ doit s'éloigner de plusieurs millimètres du balai fermant le contact du circuit. Il faut développer une accélération un millier de fois plus grande que l'intensité de la pesanteur et pour cela exercer une force de plus d'une tonne.

L'alternateur spécial du professeur Kapitza a les dimensions d'un alternateur ordinaire de 2.000 kilowatts. Au banc d'essais, il a donné en court-circuit jusqu'à 220.000 kilowatts. Fermé sur une bobine de même impédance que lui, il y développe facilement les

50.000 kilowatts recherchés. Un moteur ordinaire de 80 ch entraîne l'alternateur et lui communique la vitesse désirée. Celle-ci atteinte, l'interrupteur ferme brusquement le circuit pour le rouvrir au bout d'une demi-période. Pendant ce faible intervalle de temps, de l'ordre du centième de seconde, le rotor de l'alternateur, qui pèse 2 t 5, est subitement freiné et perd 10 % de sa vitesse, communiquant aux fondations et au sol une forte secousse. Pour éviter qu'un tel tremblement de terre vienne troubler les mesures, la bobine et les autres appareils sont installés à 20 mètres environ de la machine, de sorte que l'ébranlement transmis par le sol n'y parvienne qu'après un centième de seconde

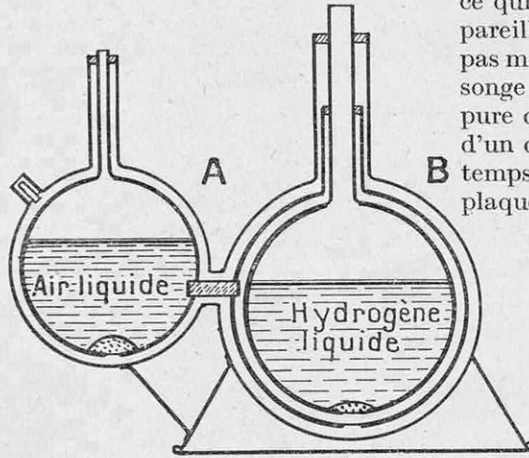


FIG. 2. — COUPE SCHEMATIQUE D'UNE BOUTEILLE POUR LA CONSERVATION DE L'HYDROGENE LIQUIDE

*Etant donné sa faible chaleur de vaporisation, il est très difficile de conserver l'hydrogène liquide plus d'un jour, même dans un vase à doubles parois entre lesquelles on a fait le vide (vase de Dewar). La bouteille ci-dessus parvient à réduire considérablement l'absorption de chaleur par radiation et permet de réduire les pertes à environ 2 gr 5 par heure. Ce sont, en réalité, deux bouteilles jumelées : l'une contenant l'hydrogène (6 litres) et l'autre de l'air liquide (2 litres). Ce dernier est relié par un morceau de cuivre A au revêtement B de la bouteille à hydrogène, qui est ainsi maintenu à la température de l'air liquide.*

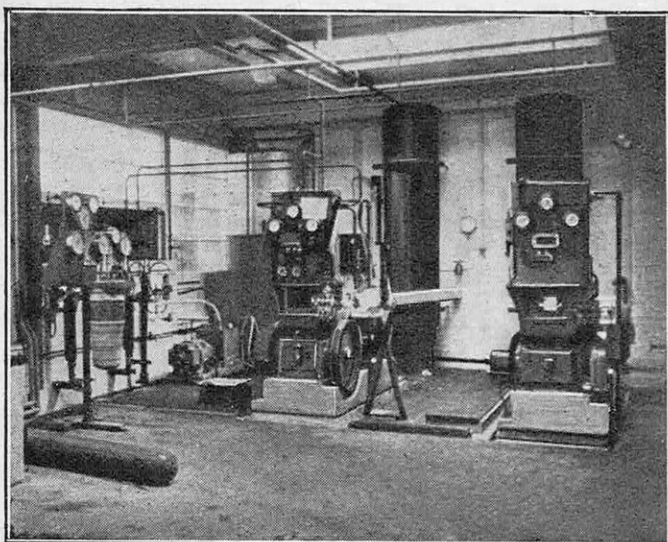


FIG. 3. — ENSEMBLE DE L'INSTALLATION POUR LA PRÉPARATION DE L'HYDROGÈNE LIQUIDE

c'est-à-dire lorsque l'expérience est terminée.

La construction de la bobine elle-même n'a pas présenté moins de difficultés. La densité du courant dans les enroulements atteint 500.000 ampères par centimètre carré. Le champ magnétique obtenu agissant sur le courant de l'ordre de 20.000 ampères produit une force de plusieurs centaines de kilogrammes par centimètre de longueur du conducteur. Aussi emploie-t-on un alliage spécial de cadmium et de cuivre à faible résistivité et grande résistance mécanique ; les bobines sont imprégnées de bakélite et frettées avec du fil d'acier spécial, les forces électrodynamiques tendant à dilater la bobine et à la faire éclater, comme cela est arrivé dans les premières expériences.

#### A quatre degrés du zéro absolu

La production des très basses températures s'effectue en trois étapes : d'abord production d'azote liquide, puis production d'hydrogène liquide et, enfin, liquéfaction de l'hélium. A la pression atmosphérique, l'oxygène est liquide à  $-182$  degrés, l'azote à  $-195$  degrés, l'hydrogène à  $-252$  degrés et l'hélium à  $-269$ , c'est-à-dire à 4 degrés absolus.

La seule méthode employée actuellement dans les laboratoires pour liquéfier l'hydrogène est celle employée par Dewar à la fin du siècle dernier. Elle est fondée sur l'effet Joule-Thompson. Si on laisse un gaz préalablement comprimé se détendre à travers un orifice étroit, on observe une variation de température. Mais, alors que par ce procédé

le gaz carbonique, par exemple, se refroidit au point de donner directement de la neige carbonique, l'hydrogène, au contraire, se réchauffe, à moins que sa température initiale ne soit suffisamment basse. Il existe ce qu'on appelle un point d'inversion. Aussi commence-t-on par refroidir l'hydrogène, comprimé à 170 atmosphères, en l'entourant d'air liquide lui-même refroidi par une évaporation rapide. L'hydrogène détendu, envoyé dans un régénérateur qui lui fait parcourir le même chemin en sens inverse, sert encore à abaisser la température du gaz avant détente ; celui-ci se refroidit ainsi de plus en plus jusqu'à ce que la liquéfaction ait lieu.

L'hélium liquide, fabriqué pour la première fois en 1908 par Kamerlingh Onnes, à Leyde (1), s'obtient en faisant passer le gaz comprimé à 40 atmosphères d'abord dans de l'azote liquide, puis dans de l'hydrogène liquide refroidi par évaporation rapide et enfin par détente à travers un orifice étroit. Rappelons que c'est en évaporant de l'hélium liquide que l'on a obtenu

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 439.

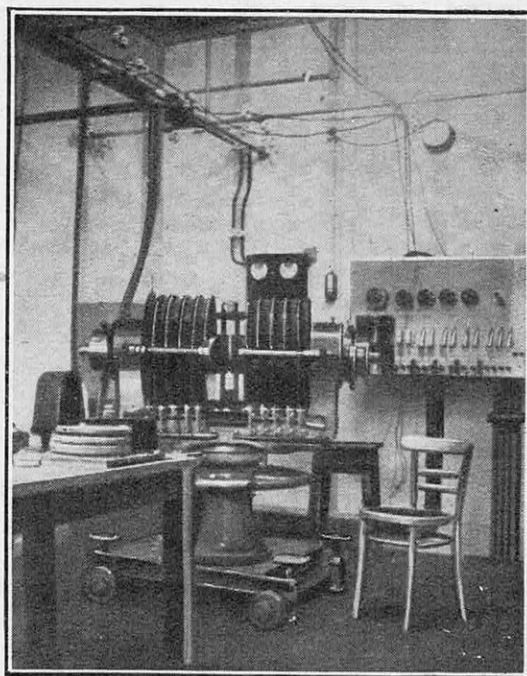


FIG. 4. — LABORATOIRE DE RECHERCHES DU PROFESSEUR KAPITZA, A CAMBRIDGE

les plus basses températures. Le professeur Keesom a atteint à Leyde, en février dernier, 0,7 degré absolu et a fabriqué de l'hélium solide. On sait que son prédécesseur, le célèbre Kamerlingh Onnes, s'était vainement efforcé pendant dix-sept ans d'obtenir ce résultat, qu'une modification relativement petite dans l'appareillage a fourni assez facilement. Ainsi, avec l'hélium, tous les corps connus ont été obtenus sous la forme solide.

### Comment on prépare l'hydrogène liquide

La méthode de préparation de l'hydrogène liquide au nouveau laboratoire de l'Université de Cambridge est, en principe, celle que nous avons indiquée plus haut. Dans la pratique, elle est également modifiée pour permettre l'utilisation de l'hydrogène tel qu'on le trouve dans le commerce. Les impuretés qu'il contient se solidifient à la température de l'hydrogène liquide et risqueraient d'obstruer les tubes. Pour produire 5 litres d'hydrogène liquide, il faut, en effet, 4 mètres cubes de gaz contenant environ 0,5 % d'impuretés, surtout de l'air. Solidifiées, ces impuretés représentent une vingtaine de centimètres cubes. Pour les éviter, le professeur Kapitza utilise deux circuits d'hydrogène complètement séparés. Le premier contient de l'hydrogène très pur, parcourant un cycle fermé et subissant successivement une compression à 170 atmosphères et une détente à la pression atmosphérique avec refroidissement. Le deuxième contient de l'hydrogène du commerce sous une pression de 3 ou 4 atmosphères; il est d'abord porté à la température de l'azote liquide et envoyé ensuite directement à un « échangeur » de températures refroidi par le premier circuit. Comme la température à laquelle se liquéfie l'hydrogène sous 3 atmosphères est de quelques degrés plus élevée que sous la pression atmosphérique, cette température étant atteinte, la liquéfaction s'effectue dans l'échangeur. Le schéma de la figure 1 montre le détail des circuits. L'appareil exige 4 à 5 litres d'azote liquide pour son refroidissement préliminaire et l'hydrogène commence à se liquéfier après 40 à 50 minutes de fonctionnement. Pendant la liquéfaction, la consommation d'azote liquide est d'environ 1,3 litre par litre d'hydrogène recueilli. Celui-ci se rassemble dans l'échangeur à raison de 4 litres à l'heure, et on en perd environ 20 % par évaporation à la sortie de l'appareil.

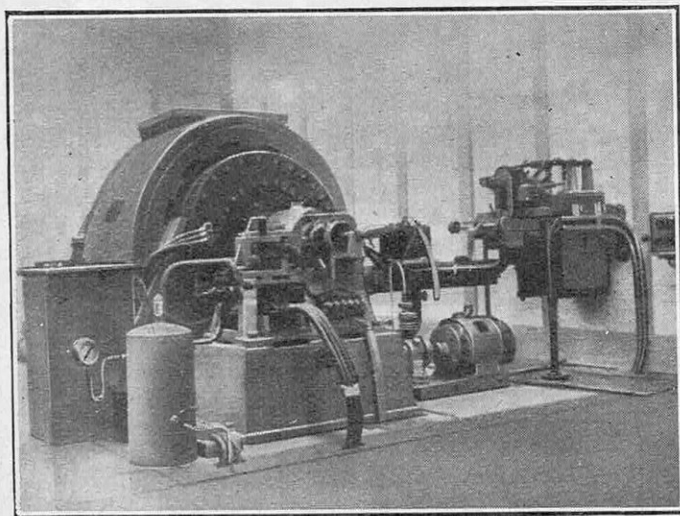


FIG. 5. — GÉNÉRATRICE PRODUISANT LE COURANT INTENSE NÉCESSAIRE AUX EXPÉRIENCES SUR LE MAGNÉTISME AUX TRÈS BASSES TEMPÉRATURES

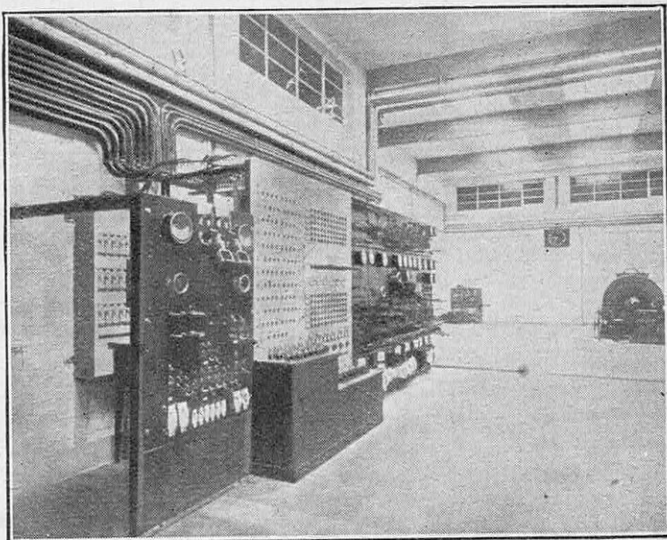


FIG. 6. — VOICI LE HALL PRINCIPAL DU « ROYAL SOCIETY MOND LABORATORY », DU PROFESSEUR KAPITZA.

drogène très pur, parcourant un cycle fermé et subissant successivement une compression à 170 atmosphères et une détente à la pression atmosphérique avec refroidissement. Le deuxième contient de l'hydrogène du commerce sous une pression de 3 ou 4 atmosphères; il est d'abord porté à la température de l'azote liquide et envoyé ensuite directement à un « échangeur » de températures refroidi par le premier circuit. Comme la température à laquelle se liquéfie l'hydrogène sous 3 atmosphères est de quelques degrés plus élevée que sous la pression atmosphérique, cette température étant atteinte, la liquéfaction s'effectue dans l'échangeur. Le schéma de la figure 1 montre le détail des circuits. L'appareil exige 4 à 5 litres d'azote liquide pour son refroidissement préliminaire et l'hydrogène commence à se liquéfier après 40 à 50 minutes de fonctionnement. Pendant la liquéfaction, la consommation d'azote liquide est d'environ 1,3 litre par litre d'hydrogène recueilli. Celui-ci se rassemble dans l'échangeur à raison de 4 litres à l'heure, et on en perd environ 20 % par évaporation à la sortie de l'appareil.

L'hydrogène liquide est conservé dans un flacon spécial contenant 5 litres d'hydrogène et schématisé sur la figure 2.

Le flacon est complètement entouré d'une enveloppe de cuivre refroidie elle-même à la température de l'air liquide pour réduire les pertes par radiation. Il est ainsi possible de conserver l'hydrogène liquide pendant quatre ou cinq jours, moyennant une consommation d'environ 2 litres d'air liquide par jour.

Bien entendu, l'hydrogène formant avec l'air un mélange explosif, toutes les précautions sont prises dans le laboratoire pour éviter les accidents. Les moteurs des compresseurs sont blindés comme dans les mines grisouteuses. De plus, une lampe d'alarme spéciale actionne un relais dès que la teneur en hydrogène de l'air de la salle atteint 1 %. Le relais provoque automatiquement l'arrêt des moteurs et l'ouverture des fenêtres ménagées au ras du sol et près du plafond, engendrant ainsi un violent courant d'air.

L'appareillage pour la production d'hélium liquide fonctionnera d'après le même principe avec un étage supplémentaire de refroidissement des gaz à l'hydrogène liquide. Il est actuellement en construction et sera mis en service vers la fin de cette année.

### Les travaux du professeur Kapitza

Nous dirons, pour terminer, quelques mots des recherches que, grâce aux nouvelles méthodes d'expérimentation qu'il a mises au point, le professeur Kapitza a poursuivies dans ces dernières années. Elles intéressent, en premier lieu, ce qu'on appelle l'*effet Zeeman*, c'est-à-dire le phénomène de déplacement et de dédoublement des raies spectrales sous l'action d'un champ magnétique. C'est lui qui a conduit à la classification des spectres des atomes et qui a suggéré maintes hypothèses touchant la constitution de la matière.

Sous l'action d'un champ magnétique, nombre de métaux manifestent un *accroissement de leur résistance électrique*. Cet

accroissement ne dépasse pas 1 % pour les champs ordinaires. Au contraire, pour plusieurs centaines de milliers de gauss, la résistance de la plupart des métaux augmente de 20 à 30 %. Celle du bismuth même croît dans la proportion de 1 à 2.000. Le plus remarquable est que, dans ces conditions, la loi de croissance de la résistance change.

Pour de faibles champs, elle est proportionnelle au carré du champ; pour les champs intenses, elle est, d'après le professeur Kapitza, simplement proportionnelle à leur intensité, ce qui serait en désaccord avec la théorie électrique de la conductibilité électrique et conduirait à modifier nos idées à ce sujet.

La mesure de la *susceptibilité magnétique* est grandement facilitée par l'ordre de grandeur des forces développées par les champs très intenses. De même, malgré la faible durée des expériences, on a pu observer des phénomènes de *magnétisation* (allongement dans une certaine direction et rétrécissement dans d'autres), avec des corps tels que le bismuth, l'étain ou le graphite, alors que, jusqu'à présent, on ne le connaissait que pour des substances ferromagnétiques.

Ces quelques exemples ne représentent qu'une faible partie du vaste domaine d'application des champs magnétiques très intenses. L'emploi des basses températures permet, dans la plupart des cas, d'éliminer l'influence perturbatrice de la chaleur et, pendant la fraction de seconde que dure une mesure, aucune variation de température ne vient fausser le résultat.

Le savant professeur de l'Université de Cambridge, grâce à cet équipement hors ligne qui est son œuvre, apportera une ample moisson d'observations nouvelles qui viendront compléter et peut-être même bouleverser nos connaissances actuelles touchant la constitution de la matière.

JEAN BODET.

« Le simple marin, qu'une exacte observation de la latitude préserve du naufrage, doit sa sécurité à une conception mathématique imaginée plusieurs milliers d'années auparavant par des hommes de génie, qui avaient en vue de pures spéculations géométriques. » Cette réflexion de Condorcet se justifie toujours, puisque chacun sait que ce sont, en effet, les premières observations astronomiques des Chaldéens, — interprétées par la trigonométrie sphérique, — qui ont conduit aux méthodes de navigation scientifiques modernes<sup>(1)</sup>. Les chercheurs, dans le domaine de la science pure, contribuent, eux aussi, à organiser la vie.

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

# PAS D'ENSEIGNEMENT MODERNE SANS CINÉMA MODERNE

Par Charles BRACHET

*Depuis les recherches de Marey, vers 1880 (1), c'est à dire avant même qu'il eût atteint sa forme définitive de « projection animée », le cinématographe était utilisé pour l'étude scientifique des mouvements rapides (vol des oiseaux, vol des insectes, etc.) (2). Combiné avec le microscope, il nous a permis d'étudier l'évolution des cellules et des êtres non visibles à l'œil nu. Mais, en plus de ces applications purement scientifiques à tous les degrés, le cinéma est devenu un précieux instrument d'enseignement. A cet égard, le Congrès du Cinéma éducatif, qui s'est tenu récemment à Paris, nous a montré les remarquables progrès qui viennent d'être réalisés, dans ce domaine, au cours de ces dernières années. Dans l'école moderne, le cinéma moderne s'impose.*

LA science « voit dans l'espace ». C'est à la fois sa force et sa faiblesse. Sa force, puisque la vision spatiale d'un phénomène est un critérium d'évidence — cela depuis Descartes — à tel point que lord Kelvin admettait que toute la physique, même celle des atomes, devait pouvoir se ramener à un jeu de machines élémentaires (engrenages, bielles, leviers, excentriques, etc.). Sa faiblesse, parce que certains esprits — et des plus grands — sont rebelles à cette vision et pensent avant tout analytiquement. De ces derniers était Henri Poincaré, qui préférait résoudre par l'analyse les problèmes les plus compliqués de la géométrie descriptive, virtuosité dont il fut la victime lors de son concours d'entrée à l'École Normale : sa solution était juste, à cela près que la figure obtenue n'était pas celle qu'il fallait trouver, mais sa « symétrie ».

Les examinateurs qui voyaient la solution « dans l'espace » tenaient ce quiproquo pour un véritable prodige, ne soupçonnant pas un instant qu'un élève pût s'amuser à résoudre hors de l'espace un problème de « descriptive ». Ils n'y comprenaient rien. Poincaré non plus. Si le cinéma avait existé à cette époque et s'il avait été appliqué à l'enseignement de la géométrie, de tels quiproquos n'auraient pu se produire. L'élève Poincaré aurait été habitué à voir « tourner » sur l'écran les figures à trois dimensions les plus complexes et leurs intersections, bien « visualisées », n'auraient admis aucune confusion de « symétrie ».

Si je place en tête de cet article l'exemple

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 11, page 185, et n° 14, page 249.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 170 page 131.

le plus ardu, peut-être, de la fonction enseignante qu'il convient de demander au cinéma, c'est que l'anecdote Poincaré marque au plus haut point la lacune de la science moderne : une illusion concernant la « symétrie » revient à confondre simplement la main droite et la main gauche. Ce sont là deux figures qui, tout en étant *égales*, ne sont pas *superposables*.

Un géomètre peut commettre de telles erreurs d'interprétation : elles sont même légitimes s'il lui plaît de penser dans un espace irréel, « non euclidien » (1). Un chirurgien n'a pas licence de confondre sa main droite avec sa gauche, ni un biologiste d'invertir l'ordre des facteurs dans l'évolution d'un être organisé.

C'est donc, n'en soyons pas étonnés, par les sciences de la vie que le cinématographe devait entamer sa carrière scientifique. Aussi bien, n'est-ce pas à propos de physiologie que le cinématographe a pris naissance chez Marey ?

M. Jean Painlevé, le fils de l'illustre mathématicien, et toute une pléiade de savants, au premier rang desquels il convient de citer, en France, le docteur Comandon, se sont faits les apôtres du cinématographe en tant qu'appareil de recherche et d'enseignement scientifiques. Un récent congrès, tenu à Paris sur leur initiative, va nous permettre de faire le bilan des services déjà rendus par le cinéma ainsi conçu et de prévoir ceux qu'il peut et doit rendre, surtout dans l'avenir, dans la recherche et dans l'enseignement.

(1) En vertu d'un théorème connu, deux figures symétriques (à trois dimensions), qui ne sont pas superposables dans un espace euclidien, le deviennent en espace non euclidien.

## Le cinéma, instrument de recherche

Nous ne rappellerons que pour mémoire les dispositifs cinématographiques montés par de savants spécialistes, tels que M. Bull, de l'Institut Marey, élève et continuateur du célèbre physiologiste, ou M. Magnan, professeur au Collège de France, afin de saisir le fonctionnement du vol des insectes. Nos lecteurs les connaissent déjà par le détail (1).

Suivant qu'il s'agit d'un film continu (Magnan-Huguenard), en principe illimité, ou d'un film limité, de l'ordre du mètre (procédés à l'étincelle électrique, Marey-Bull), on peut obtenir soit 20.000 images par seconde, soit 50.000 et même 120.000, ainsi qu'on y est parvenu en Angleterre. Avec de telles fréquences, il devient possible d'analyser des phénomènes inobservables par tout autre moyen : les phases d'éclatement d'une bulle de savon, les mouvements parasites d'un obus sur

sa trajectoire en vertu de l'effet gyroscopique, la progression de l'injection d'huile dans la chambre à combustion d'un Diesel (Labarthe). Dans tous ces cas, le cinématographe figure « l'observateur intermédiaire » dont la recherche scientifique ne peut plus se passer.

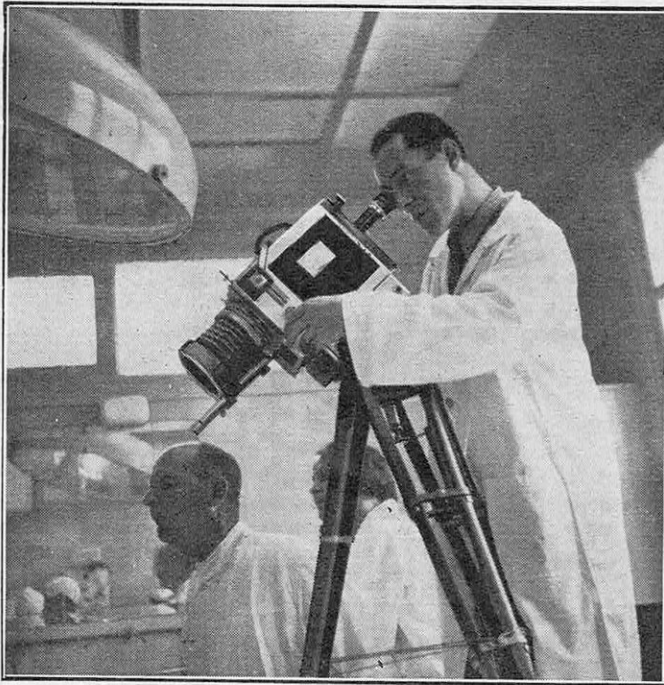
Machine à scruter le *temps* des mouvements ultrarapides, le cinéma devient, avec la « microphotographie », une machine à scruter l'*espace*, en fixant les phénomènes dans leur structure la plus fine. « On a réalisé une microphotographie, écrit M. Jean Painlevé, lorsqu'on obtient une image révélant, à une distance déterminée d'examen, au besoin après agrandissement de cliché, des détails que l'œil ne peut percevoir direc-

tement, quels que soient la distance qui le sépare de l'objet et les artifices de l'éclairage employé. » La condition qui règle cette technique n'est autre que la définition du *pouvoir séparateur* de l'œil humain. « L'œil, appareil optique de *foyer-objet* 15 millimètres et de *foyer-image* 20 millimètres, commence à distinguer deux points distants de 0 mm 05 placés à 25 centimètres. »

Des émulsions photographiques de plus en plus fines permettent de saisir sous l'objectif microscopique les mouvements mêmes

des cellules et de les reconstituer à la projection suivant la règle énoncée. Et si l'on met en œuvre des objectifs en quartz ou en verre uviol, les rayons ultraviolets, de plus courte longueur d'onde que la lumière visible, fournissent des détails qui seraient inaccessibles à l'œil par les moyens ordinaires du laboratoire.

C'est ainsi que le cinéma révèle toutes les phases de la ponte de la puce d'eau douce, la



M. JEAN PAINLEVÉ AU COURS D'UNE PRISE DE VUES  
DANS SON LABORATOIRE

*Daphnie*. L'ultracinéma, joint à la microphotographie, permet au biologiste d'observer *au ralenti* les « morts brusques » de cellules, par éclatements protoplasmiques, sous l'influence de toutes les activités physiques ou chimiques concevables : degré d'acidité ou d'alcalinité, contact d'une pointe d'aiguille, passage d'un ultrason...

Le docteur Carrel se sert du cinéma pour observer les processus de prolifération des tissus cultivés artificiellement ; le docteur Pavia pour étudier les pulsations d'une artériole sur la rétine. Le docteur Delherm cinématographie l'écran radioscopique, ce qui lui permet d'étudier au ralenti, avec toute l'aisance désirable, les mouvements des organes internes. Pour le physiologiste, c'est

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 215.

une véritable et bienfaisante révolution.

Mais, sans descendre jusqu'au seuil de la visibilité, voici quelques exemples (tirés des films scientifiques Jean Painlevé) des services que le cinéma peut rendre au biologiste : il permet de suivre avec aisance l'évolution de l'œuf de l'épinoche, la fécondation des fucus (ces curieuses plantes marines dont la semence s'apparente à celle des espèces animales), les mouvements différenciés des organes externes de l'oursin (dont il ne faut pas confondre les piquants avec ses organes de locomotion), autant de séries d'observation que le cinéma fixe pour une étude commode.

### Le cinéma, outil d'enseignement

Si nous séparons l'enseignement de la recherche, ainsi qu'on devrait le faire scrupuleusement dans les facultés, nous voyons immédiatement combien devront être différentes les qualités du film appliqué à l'un ou à l'autre but. Dans le cas de la recherche, l'observation est imprévue. Le film d'enseignement, tout au contraire, exige une véritable mise en scène. Et c'est un moyen tout nouveau qui s'introduit dans la diffusion de la science.

Jusqu'ici, les modèles du genre ne sont autres que les films chirurgicaux. Chaque maître a sa méthode, son tour de main. Chacun désire avoir le film de l'opération-type dans laquelle il excelle. Et le docteur Gosset affirma, au Congrès, que l'adjonction de la parole à l'image devenait de plus en plus nécessaire. Le commentaire des gestes au moment même où ils s'accomplissent est indispensable, selon lui, à la pleine compréhension de la technique opératoire exposée. C'est l'évidence même.

Rapportez la même observation à n'importe quelle expérience de physique ou de

chimie, à n'importe quelle exposition d'un principe biologique, joignez-y l'intervention de dessins animés, et ce sont d'immenses perspectives qui s'ouvrent à l'enseignement. La présence réelle du professeur n'a plus d'intérêt. Mieux qu'un professeur démuné de matériel et aux instants forcément limités, le film se chargera de montrer aux élèves les plus réfractaires les lois mécaniques de l'inertie, du mouvement uniforme, de l'accélération, la formation d'un diagramme de tensions de vapeur avec les appareils de mesures en fonctionnement et toutes les subtilités de la thermodynamique, de l'acoustique, de l'optique ; en chimie, la cristallisation sera filmée avec toutes ses variantes ; en biologie, les lois de l'hérédité selon Mendel s'animeront : il suffira de montrer l'expérience originelle du moine tchèque sur le croisement des pois de senteur.

Nous avons dit que l'enseignement de la géométrie n'échappait pas à la technique du film. Les Allemands vont plus loin : ils ont construit des films d'« arithmétique » ! Qui-conque a peiné dans sa jeunesse sur les combinaisons, les arrangements, les permutations, se rendra compte du secours que l'image mouvante peut apporter à la « compréhension » de ces choses compliquées, très difficiles à apprendre mais non à comprendre.

Et c'est là tout le secret du cinéma d'enseignement : il permet à l'élève de « n'apprendre » qu'après avoir « compris ». C'est trop souvent l'inverse qui a lieu dans nos écoles, de la plus modeste à la plus élevée, le maître ne pouvant suivre un à un tous ses élèves.

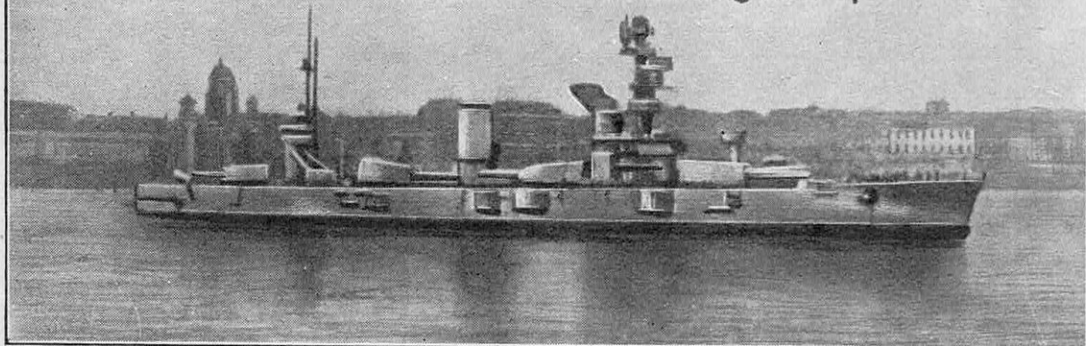
Verrons-nous un jour le professeur descendre pour toujours de sa chaire, afin de se cantonner au rôle beaucoup plus utile d'examineur et de conseiller ?

CHARLES BRACHET.

*Le ministre de l'Air, à son retour d'un voyage en U. R. S. S., a déclaré, devant la Commission des Affaires étrangères de la Chambre, que « l'aviation russe fait des progrès gigantesques. Le potentiel de ses fabrications est au coefficient 5 par rapport à celui de la France et, d'ici trois ans, si cet effort ne se ralentit pas, l'aviation soviétique pourra égaler en puissance celle de toutes les nations d'Europe réunies. Les usines sont en plein développement et peuvent travailler avec d'autant plus de sécurité qu'il ne s'en trouve pas une qui soit à moins de 700 kilomètres de la frontière, et leur rendement est considérable ». Le ministre a ajouté « que les usines fabriquent actuellement des cellules d'avions qui ne craignent nullement la comparaison avec aucune autre. Cependant, si les moteurs actuels sont plus lourds « au cheval » que les moteurs fabriqués en France, par exemple, cet inconvénient tend à disparaître, car les Soviets ont décidé d'appliquer prochainement une nouvelle technique analogue à la nôtre ».*

PIERRE COT.

## OÙ EN EST LA MARINE SOVIÉTIQUE ?



Par L. LABOUREUR

CAPITAINE DE CORVETTE (R.)

*Après l'avènement du régime soviétique, la marine russe, dont l'histoire fut tour à tour glorieuse et tragique, se trouva à peu près réduite à zéro par suite de l'internement à Bizerte de la flotte Wrangel, dont les unités, assez belles d'ailleurs, dépérèrent faute d'entretien. L'U. R. S. S., pour reconstituer sa marine de guerre, a pris comme base les unités restituées de la flotte Wrangel qu'elle s'est efforcée de remettre en état. Elle y a ajouté des bâtiments neufs, construits sans programme naval bien défini, portant surtout son effort sur les sous-marins. Voyons quelle est l'importance actuelle de cette flotte, non négligeable d'ailleurs, la valeur de son personnel, formé dans la tourmente révolutionnaire, et les objectifs qu'elle se propose.*

La flotte soviétique comprenait au 1<sup>er</sup> janvier 1933 :

- 4 cuirassés ;
- 5 croiseurs ;
- 24 torpilleurs ;

Une vingtaine de sous-marins ;

Environ 150 bâtiments divers ;

Soit un tonnage total d'environ 170.000 tonnes (à peu près celui de l'Allemagne).

**Cuirassés.** — Les quatre cuirassés *Marat*, *Oktiabreskaïa Kommouna*, *Mikail Frounz* et *Parijskaïa Kommouna* datent de 1911, mais ont été réparés et refondus (c'est-à-dire modernisés) en 1926-1928.

D'un déplacement de 26.000 tonnes, armés de 12 canons de 305, bien protégés, d'une vitesse d'environ 18 nœuds, ces bâtiments seraient à peu près comparables à nos types *Jean-Bart*.

**Croiseurs.** — Les cinq croiseurs ont été mis en chantier entre 1913 et 1916 et achevés, avec une extrême lenteur, entre 1925 et 1933. Ce sont :

*Vorochilov*, 7.800 tonnes, armé de 15 canons de 130, vitesse 30 nœuds ;

*Tchervonaya Ukraina*, 7.600 tonnes, armé de 15 canons de 130, vitesse 30 nœuds ;

La figure en haut de page représente le cuirassé *Marat*, datant de 1911, complètement re-ndu en 1926.

*Profintern*, 7.000 tonnes, armé de 15 canons de 130, vitesse 30 nœuds ;

*Krasnaya Bessarabia*, 7.600 tonnes, armé de 15 canons de 130, vitesse 30 nœuds ;

*Krasnaya Kavkass*, 7.600 tonnes, armé de 15 canons de 130, vitesse 30 nœuds.

Un sixième croiseur, le *Krasnaya Moriak*, de 7.600 tonnes, est inachevé. Il serait projeté de le transformer en porte-avions.

Ces croiseurs de deuxième classe ont un armement assez fort, du moins par le nombre de pièces, car il est bon d'ajouter que le 130 est le calibre normal des torpilleurs (15×130 contre 8×155 sur nos *Duguay-Trouin* et 9×150 sur les croiseurs de 6.000 tonnes allemands) ; mais leur vitesse est nettement plus faible : 30 nœuds contre 32 à 34. Dans l'ensemble, ils sont très inférieurs aux croiseurs allemands de la classe *Kœnigsberg*.

**Torpilleurs.** — Les torpilleurs (baptisés d'ailleurs par les Russes contre-torpilleurs) comprennent :

1° 11 bâtiments de 1.300 tonnes, type *Lénine-Staline* (1914-1915), mouilleurs de mines d'une vitesse de 25 à 26 nœuds, armés de 4 canons de 100, de 9 tubes lance-torpilles de 533  $\frac{m}{m}$  et portant 50 mines ;

2° 6 torpilleurs de 1.330 tonnes, type



*Kalinine* (1917), mouilleurs de mines, d'une vitesse de 33 nœuds, armés de 4 canons de 100, de 12 tubes lance-torpilles et portant 45 mines.

3° 6 bâtiments de 1.650 tonnes, type *Karl-Marx*, mouilleurs de mines, vitesse théorique 33 nœuds, pratique 29, armés de 5 canons de 100, de 9 tubes lance-torpilles de 533 et portant 60 mines ;

4° 1 torpilleur de 1.110 tonnes, le *Frunze* (1915), seul de sa série, mouilleur de mines (80), vitesse 34 nœuds, armement 2 canons de 120 et 4 tubes de 533 ;

5° A ces 24 torpilleurs relativement récents, il y a lieu d'ajouter 7 torpilleurs anciens de 375 à 580 tonnes, sans grande

11 sous-marins de 650 tonnes (1915-1916) ;

3 sous-marins de 950 tonnes (1915-1916) ;

4 sous-marins de 360 tonnes (1915-1916) .

En outre, il y aurait en construction 5 sous-marins, dont l'un porte le nom assez caractéristique de *Bezbojnik* (sans Dieu).

*Bâtiments divers.* — Les bâtiments divers comprennent des patrouilleurs (6), des mouilleurs de mines (9), des dépôts de mines (6), des dragueurs de mines (12), une dizaine de canonnières, 80 vedettes rapides, 2 navires ateliers, 4 brise-glaces, des bâtiments hydrographes, école et transports.

*Répartition des forces navales.* — De par sa position géographique, la Russie présente deux théâtres d'opérations princi-

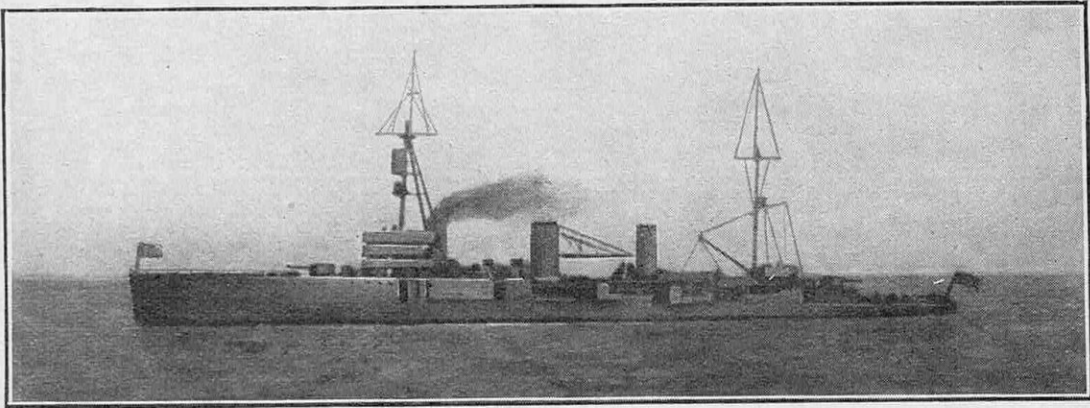


FIG. 2. — LE « PROFINTERN », CROISEUR DE 7.000 TONNES, ACHÉVÉ EN 1925

valeur militaire, types *Marty* et *Badina*.

A remarquer que tous les torpilleurs récents sont mouilleurs de mines, généralisation unique dans toutes les marines. C'est ainsi que, nous le verrons plus loin, les Russes attachent une grande importance au mouillage des mines. Cette fonction supplémentaire fait naturellement perdre à leurs torpilleurs une partie de leurs autres qualités, en particulier l'artillerie et la vitesse. Ils ne portent que des canons de 100  $\frac{m}{m}$ , alors que le calibre normal des torpilleurs de ce tonnage est du 130  $\frac{m}{m}$ . A noter le fort armement en tubes lance-torpilles (9 et 12), que nous ne retrouvons que sur certains torpilleurs américains et japonais.

Dans l'ensemble, ces torpilleurs doivent être considérés comme médiocres à cause de leur faible vitesse. Les plus voisins des nôtres (type *Adroit*) seraient ceux de la série *Kalinine*. Toutefois, nos *Adroit* portent 4 canons de 130 contre 4 canons de 100.

*Sous-marins.* — Les sous-marins comprennent :

la Baltique et la mer Noire, et trois théâtres secondaires : la Caspienne, l'océan Pacifique et le fleuve Amour.

Négligeant ces derniers, qui ne disposent que de petits bâtiments, la répartition des forces est la suivante :

*Baltique* : 3 cuirassés, 1 croiseur de 7.800 tonnes, une quinzaine de torpilleurs de 1.300 à 1.600 tonnes et une quinzaine de sous-marins ;

*Mer Noire* : 1 cuirassé, 4 croiseurs, 8 torpilleurs de 1.300 tonnes (plus 7 petits) et 6 sous-marins.

*Aéronautique maritime* : environ 150 appareils en Baltique et 150 en mer Noire (principalement des types Heinkel et Junkers).

Ces deux escadres, Baltique et mer Noire, sont assez étrangement composées. Celle de la Baltique, dont la force principale est constituée par les trois cuirassés, manque à peu près totalement de bâtiments légers, les torpilleurs étant peu aptes à l'éclairage.

L'escadre de la mer Noire a, au contraire, comme base une force de quatre croiseurs.

Qu'y fait le cuirassé isolé *Pariskaia Kom-mouna*? Même absence de bâtiments légers.

En somme, il manque à ces deux escadres des contre-torpilleurs de 3.000 tonnes, aptes à la fois à l'éclairage et à refouler les attaques de torpilleurs.

Il est incontestable que l'escadre de la Baltique ne saurait tenir tête à la flotte allemande avec ses quatre *Deutschland*, contre lesquels les trois *Marat* ne pourraient pas grand chose à cause de leur faible vitesse, et ses cinq croiseurs de 6.000 tonnes très supérieurs aux Russes, ainsi que ses douze torpilleurs de 800 tonnes. Aussi, verrons-nous la tactique russe être essentiellement à base de défensive.

certain nombre des hauts grades étant encore occupés par de simples marins remarqués pendant la révolution.

*Conclusion.* — Telle est actuellement la marine soviétique : en somme, une force non négligeable, mais hétérogène et servie par un personnel actuellement réputé comme médiocre.

L'attitude de cette flotte semble être basée sur la défensive. Considérant que la mer Baltique, dont les fonds ne dépassent pas 150 mètres, est entièrement minable, les Soviets, dans un esprit nettement défensif, se sont préoccupés d'avoir le plus grand nombre possible de mouilleurs de mines, témoins leurs torpilleurs. Dans le même esprit,

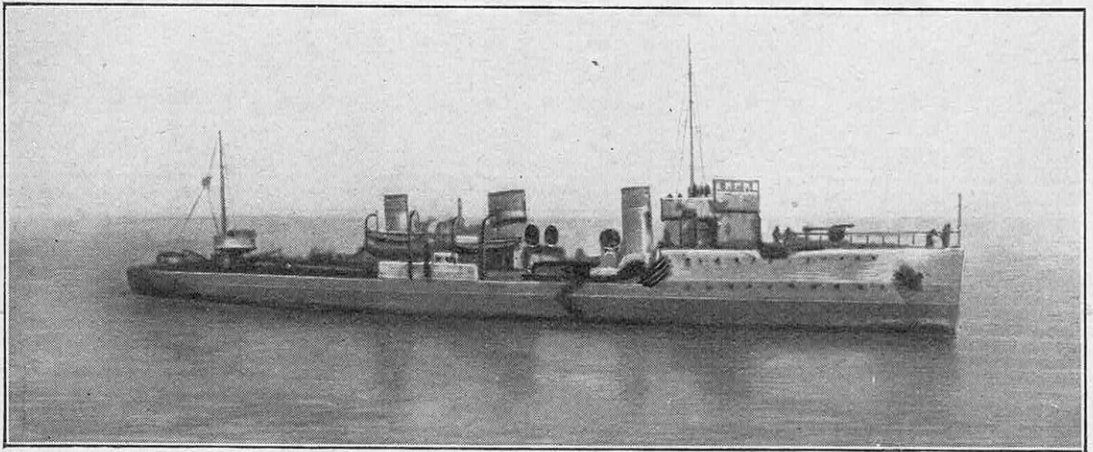


FIG. 3. - LE CONTRE-TORPILLEUR « OURITZKY », SÉRIE « STALINE-LÉNINE » (1.300 TONNES)

*Le personnel.* — Que vaut le personnel armant cette force navale ?

Après la révolution, il ne resta plus, dans la marine russe, qu'un petit nombre d'officiers avec une plus forte proportion de sous-officiers issus de la marine impériale. Pour combler les cadres, les soviets conservèrent ces officiers et nommèrent officiers les gradés. Force était de faire appel aux seules compétences existantes. Mais, naturellement, leur loyalisme à la cause révolutionnaire étant suspect, on les fit surveiller par des commissaires du peuple à la marine, armés de pleins pouvoirs : d'où un double commandement néfaste à la discipline.

Petit à petit, les Soviets ont entrepris méthodiquement, tout en le recrutant soigneusement dans le parti communiste, la formation de leur personnel, officiers et équipages, sur le mode commun à toutes les marines. Ils ont abouti à des équipages convenablement instruits et disciplinés : mais le commandement reste faible, un

ils ont poussé l'activité de leurs constructions neuves vers les sous-marins. Au point de vue tactique, la flotte russe travaille beaucoup l'utilisation des rideaux de fumée, arme généralement défensive.

Son activité est tout entière tendue, en liaison avec l'armée de terre, vers la défense du golfe de Finlande où se trouvent Cronstadt et Leningrad. Contre quel ennemi ?

La seule marine à redouter pour les Soviets, en Baltique, est évidemment la marine allemande. Une brève comparaison nous a montré plus haut qu'il serait illusoire pour la flotte russe d'aspirer, dans son état actuel, à la maîtrise de la mer en Baltique.

Et, cependant, la flotte marchande de l'U. R. S. S. compte actuellement plus de 300 unités et près de 900.000 tonnes. Elle devrait assurer une grande partie du ravitaillement du pays en temps de guerre et aurait besoin du solide soutien d'une flotte de guerre adaptée à ses besoins.

L. LABOUREUR.

# UNE VIEILLE MÉTHODE D'ENREGISTREMENT PHONOGRAPHIQUE QUI RESSUSCITE

Par P. HÉMARDINQUER

L'enregistrement des sons sur les disques de phonographes était réalisé, il y a encore quelques années, suivant deux procédés : la gravure « en profondeur » où l'outil graveur creusait un sillon plus ou moins profond dans l'épaisseur même du disque, et la gravure « transversale » où l'outil graveur traçait un sillon sinueux sur la surface du disque. Dans le premier cas, la reproduction était assurée au moyen d'un « saphir », et, dans le deuxième, au moyen d'une « aiguille ». En fait, depuis l'application des nouvelles méthodes d'enregistrement électromagnétique (1), le disque à « saphir » a peu à peu cédé la place au disque à « aiguille ». Or, voici qu'en Amérique on vient de mettre au point un nouveau procédé d'enregistrement des disques utilisant à nouveau la « gravure en profondeur ». Les résultats sont, paraît-il, extrêmement satisfaisants et le procédé serait sur le point d'être appliqué industriellement. Un de ses principaux avantages serait de permettre le resserrement des sillons et, par suite, d'augmenter la durée d'audition des disques, en accroissant, pour une même surface, la longueur de l'enregistrement.

## Les deux systèmes d'enregistrement phonographique sur disques

IL n'y a guère, à l'heure actuelle, que deux catégories de procédés d'enregistrement des sons qui aient permis, pratiquement, d'obtenir des résultats satisfaisants. On range dans la première catégorie les dispositifs mécanique ou électromécanique sur matière plastique, et, dans la seconde, les systèmes photographiques, si employés à l'heure actuelle, surtout en cinématographie sonore.

Les disques phonographiques, produits par millions dans les usines d'édition, sont presque tous maintenant du type à *aiguille*, c'est-à-dire que les sons sont enregistrés sur leur surface sous forme de sillons spiraloïdes, de profondeur constante, mais à ondulations transversales. Ces ondulations sont d'autant plus marquées que le son enregistré est plus intense, et d'autant plus resserrées que la fréquence est plus élevée. La gravure s'effectue, d'ailleurs, maintenant, par des

procédés électromécaniques, et non plus acoustiques. On a déjà exposé ici les progrès immenses (1) que ces systèmes d'enregistrement électromécaniques ont permis de réaliser, grâce à l'emploi de l'amplification radiotechnique.

Cependant, les premiers cylindres phonographiques, et même les premiers disques, étaient gravés suivant une autre méthode ; c'est justement l'avènement du procédé d'enregistrement électromagnétique qui a amené l'emploi de plus en plus général de la gravure à variations transversales, et déterminé peu à peu une exclusivité presque complète en faveur de ce dispositif.

Le système primitif, dit à *saphir*, parce que les sons étaient reproduits à l'aide d'une pointe vibrante en saphir, comportait des sillons à variations de *profondeur*, et non à variations d'amplitude *transversale*. La reproduction était effectuée ainsi à l'aide d'une pointe mousse, suivant les variations de profondeur du fond du sillon ; cette pointe pouvait servir à la reproduction d'un très grand nombre

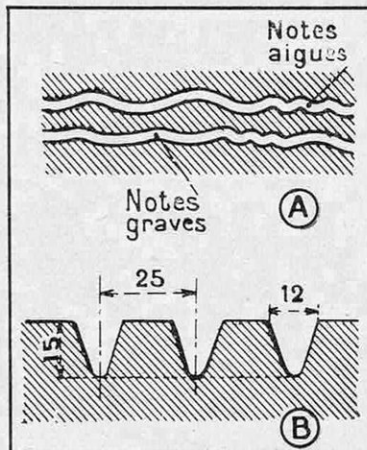


FIG. 1. — COMMENT S'INSCRIVENT LES SILLONS DANS UN DISQUE A AIGUILLES

En A, vue schématique, en plan, des sillons agrandis. En B, coupe des mêmes sillons à plus grande échelle (les cotes indiquées sont en centièmes de millimètre).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 61.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 61.

de disques, alors qu'il faut maintenant changer l'aiguille reproductrice après l'audition de chaque face d'un disque. Dans le procédé à saphir, les sons graves et intenses étaient traduits par des ondulations peu resserrées et d'assez grande hauteur du fond du sillon, tandis que les sons aigus et faibles étaient représentés au fond du sillon par des reliefs très resserrés et de faible hauteur (fig. 1 et 2).

Malgré ses qualités déjà si satisfaisantes, le disque actuel à aiguille n'est sans doute pas encore parfait. La gamme des sons enregistrés ne s'étend guère en dessous de 150 périodes-seconde, et demeure généralement, inférieure à la fréquence 5.000, d'autant plus qu'on est forcé de la limiter volontairement vers les sons aigus pour une raison très grave que nous indiquerons plus loin.

On est obligé, d'autre part, de changer constamment l'aiguille reproductrice, si l'on ne veut pas s'exposer à des inconvénients acoustiques et à l'usure rapide des sillons. Enfin, pour les disques ordinaires du commerce, de 25 à 30 centimètres de diamètre, et dont la vitesse normale de rotation est de 78 à 80 tours par minute, la durée d'audition est très réduite et de l'ordre de deux à trois minutes.

On a sans doute tenté, depuis assez longtemps, d'augmenter cette durée d'audition. Sans indiquer en détails ici les conditions du problème, on peut discerner *a priori* que trois moyens différents permettraient d'arriver à ce résultat :

1° Réduction de la vitesse de rotation normale du disque ; c'est là le procédé qui a été employé, par exemple, par les disques destinés à l'accompagnement des films sonores et dont la vitesse de rotation a été ramenée à 33 tours  $1/3$  par minute seulement ;

2° Emploi d'un système permettant d'assurer une *vitesse linéaire constante* de déroulement du sillon au-dessous de la pointe

reproductrice, alors qu'à l'heure actuelle cette vitesse varie constamment de la spire extérieure à la spire intérieure. Ce procédé est fort intéressant, mais son application est plus ou moins complexe ;

3° Resserrement des sillons, ce qui permet évidemment d'obtenir une plus grande durée d'audition à égalité de diamètre et de vitesse de rotation. Les notes musicales graves et intenses sont cependant traduites, comme nous l'avons indiqué plus haut, par des courbes peu resserrées et de grande amplitude. Si l'on réduit les déplacements de l'outil-graveur de part et d'autre

des axes des sillons, on limite donc par là même la gamme enregistrée du côté des notes graves, et l'enregistrement des notes graves a constitué justement un des progrès les plus essentiels de l'enregistrement électromécanique !

Sans doute, l'enregistrement à saphir a-t-il été abandonné pour des raisons très valables. L'usure d'un disque à saphir est peut-être moins rapide que celle d'un disque à aiguille ; il n'est pas nécessaire de changer la pointe reproductrice et on peut, en principe,

resserrer beaucoup plus les sillons, augmenter ainsi la durée de reproduction à égalité du diamètre sans nuire dans les mêmes proportions aux qualités de l'enregistrement, puisque, en principe, les variations du sillon se présentent en profondeur et non transversalement.

Mais les notes aiguës sont, par contre, mal enregistrées, parce qu'il est difficile de graver au fond du sillon des aspérités resserrées et de faible hauteur, qui sont mal reproduites aussi par la pointe mousse du saphir reproducteur d'un diamètre relativement trop grand. L'enregistrement des notes graves et intenses n'est pas, non plus satisfaisant, parce que leur amplitude ferait quitter la surface du disque à l'outil graveur. Ainsi, la limite dans l'aigu et dans le grave est encore beaucoup plus rapidement atteinte dans les

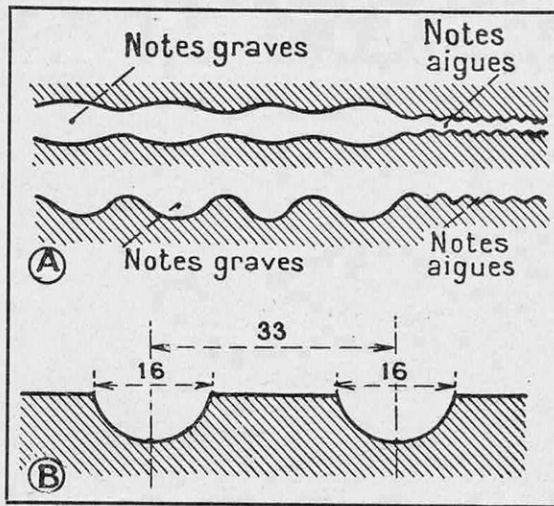


FIG. 2. — COMMENT S'INSCRIVAIENT LES SILLONS DANS UN ANCIEN DISQUE A SAPHIR  
En A, vue schématique, en plan et en coupe à grande échelle, d'un de ces sillons. En B, coupe d'un sillon de disque à saphir d'ancien modèle. Les cotes sont indiquées en centièmes de millimètre.

disques à saphir. C'est pourquoi on les a à peu près abandonnés depuis l'avènement de l'enregistrement électromécanique malgré leurs avantages relatifs (fig. 3). Il faut, d'ailleurs, remarquer que l'établissement de bons traducteurs électromagnétiques à saphir est difficile et que les disques à variations de profondeur se prêtaient ainsi malaisément à la reproduction électrique.

### Un défaut très grave de l'enregistrement phonographique sur disques ; le bruit de surface

Dans les appareils phonographiques à disques à reproduction mécanique, et même dans les appareils à reproduction électrique, on peut percevoir, en général, un bruit de surface ou « d'aiguille », plus ou moins gênant suivant les disques employés et les systèmes reproducteurs adoptés. Ce bruit est produit par les vibrations parasites de l'aiguille déterminées par son passage au-dessus d'irrégularités tapissant, en quelque sorte, le fond et les parois des sillons.

Ces irrégularités dépendent tout autant de la composition de la matière moulée adoptée pour le *pressage*, que des imperfections de la matrice métallique ayant servi à ce pressage.

En tout cas, les sons parasites ainsi produits ont toujours, en général, une fréquence supérieure à 3.000 ou 4.000 périodes-seconde. C'est là une raison pour atténuer les notes très élevées à la reproduction afin de diminuer autant que possible le bruit de surface dans les mêmes proportions.

Une étude très méthodique entreprise dans les laboratoires américains et, en particulier, dans les laboratoires des Téléphones Bell, et qu'a reproduite le grand journal technique *Journal of the Society of Motions Pictures Engineers*, montre qu'en dessous de 10.000 périodes-seconde, ce bruit diminue beaucoup, mais la quantité d'énergie sonore correspondant au bruit de surface et enregistrée dans les fréquences moyennes au-dessus de 1.000 périodes-seconde présente

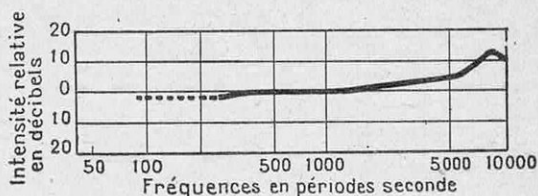
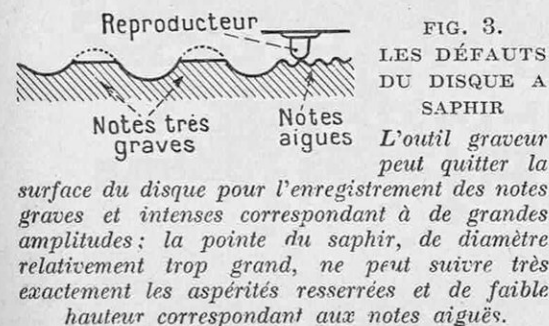


FIG. 4. — COURBE REPRÉSENTATIVE DU BRUIT DE SURFACE OU D'AIGUILLE D'UN DISQUE A L'ACÉTATE DE CELLULOSE

Au-dessous de 10.000 périodes-seconde, le bruit de surface diminue beaucoup, mais reste cependant notable au-dessus de 1.000 périodes-seconde.

pourtant encore une valeur notable (fig. 4).

Beaucoup de systèmes de reproduction à aiguille déterminent, d'ailleurs, une accentuation du bruit de surface entre 3.000 et 5.000 périodes-seconde. L'emploi d'un filtre bien établi peut bien amener à la fois une diminution de ce bruit parasite, et supprimer en partie la distorsion due au système de reproduction défectueux, mais l'établissement d'un filtre d'aiguille est un problème extrêmement délicat qui, bien souvent, est encore mal résolu.

D'ailleurs, dans les disques à aiguille, la pointe de l'aiguille ne suit pas toujours avec une fidélité parfaite le fond du sillon. Dès que la courbure devient accentuée, la pointe peut glisser d'un bord à l'autre, d'une quantité qui dépend des dimensions du sillon, du diamètre de la pointe, et de la fréquence des sons enregistrés, c'est-à-dire de la courbure. Ce sillon à variations transversales est gravé à l'aide d'un outil graveur à bords tranchants, alors que l'aiguille a une pointe plus ou moins arrondie : il en résulte une diminution de la fidélité de reproduction. Le point de contact de la pointe de l'aiguille avec le sillon recourbé se déplace d'avant en arrière, au fur et à mesure de l'exploration (fig. 5).

En partie, tout au moins, l'enregistrement en profondeur présente ces inconvénients. La pointe du stylet ne repose pas sur le sillon de toute sa surface, et il y a aussi un déplacement du point de contact (fig. 6).

En ce qui concerne les bruits de surface, les études très méthodiques déjà citées, et qui ont été entreprises par M. H.-A. Frédéric, des laboratoires Bell ont montré qu'ils étaient à peu près les mêmes pour les enregistrements à variations transversales et les enregistrements en profondeur à égalité des autres facteurs.

Pour réduire complètement le bruit de surface, on serait amené à éliminer des irrégu-

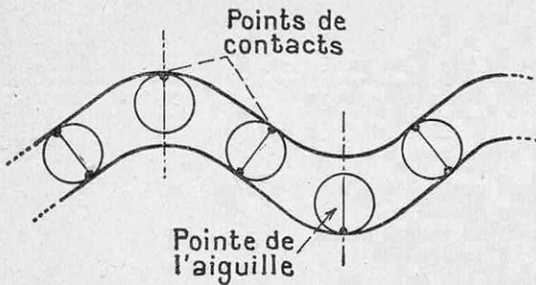


FIG. 5. — UN DÉFAUT DANS LA REPRODUCTION DES DISQUES A AIGUILLES

Dans un sillon à fortes courbures, le point de contact de l'aiguille, un peu arrondie, et du sillon se déplace d'avant en arrière et inversement, ce qui nuit à la fidélité de la reproduction.

larités des parois des sillons de l'ordre du  $1/40.000^{\circ}$  de millimètre ; on conçoit que ce résultat soit impossible à obtenir. Fort heureusement, ce qui importe, c'est l'intensité *relative* du bruit par rapport à l'audition utile et non son intensité *absolue*, ce qui simplifie le problème.

L'emploi d'une matière cellulosique, très pure et très homogène, ne contenant pas d'abrasif, détermine déjà une amélioration importante ; il rend possible l'adoption d'aiguilles en acier de forme arrondie permettant de reproduire un nombre assez grand de disques sans être changées et de réduire également l'usure des sillons.

Les irrégularités de la matrice métallique de pressage, qui déterminent pour une grande part, les irrégularités des sillons, proviennent en partie de l'irrégularité du grain de la couche conductrice en graphite qu'on applique sur le disque de cire initial avant de le soumettre à des opérations électrolytiques devant aboutir à la fabrication de la matrice de pressage. Des perfectionnements de fabrication sous ce rapport doivent donc être de nature à amener une amélioration des résultats obtenus.

### Quels sont les perfectionnements possibles des disques phonographiques ?

Ainsi, à l'heure actuelle, et malgré les perfectionnements immenses apportés déjà à la fabrication des disques, il semble possible de prévoir encore des améliorations importantes et portant sur différents points essentiels.

On pourrait, en effet, désirer :

1° L'augmentation de la gamme des fréquences enregistrées, tant du côté des fréquences graves au-dessous de 150 périodes-seconde, que du côté des notes aiguës au delà de 5.000 périodes-seconde ;

2° La diminution et la suppression presque complète du bruit de surface ;

3° L'augmentation de la durée d'audition pour chaque face du disque à égalité du diamètre ;

4° L'établissement de disques moins fragiles, de manipulation plus pratique, et de durée de service plus longue.

### Le nouveau procédé américain d'enregistrement en profondeur nous apporte-t-il le disque de l'avenir ?

Les ingénieurs des laboratoires Bell ont présenté récemment un nouveau système d'enregistrement en profondeur qui semble posséder des avantages remarquables, bien que n'ayant pas encore été employé jusqu'à présent en pratique.

Pour réduire le bruit de grattage d'aiguille, ces techniciens ont adopté une matière cellulosique de pressage et utilisé un mode de fabrication tout à fait particulier évitant l'emploi de la couche conductrice de graphite pour l'établissement d'un premier moule métallique, à partir du disque de cire initial. Ils soumettent la « cire » initiale à la pulvérisation cathodique et appliquent ainsi une couche métallique très uniforme, lisse et adhérente, sans avoir recours à une méthode électrolytique ; c'est sur cette couche métallique qu'ils réalisent un dépôt galvanique par les méthodes ordinaires.

Pour atténuer encore les irrégularités de la cire initiale, ils ont établi un système d'enregistrement comportant un burin de forme particulière, et un système d'aspiration permettant d'enlever le copeau de cire d'une manière plus uniforme. Enfin, pour établir des duplicata des matrices de moulage, on a recours encore à la pulvérisation cathodique et à un dépôt électrolytique ultérieur.

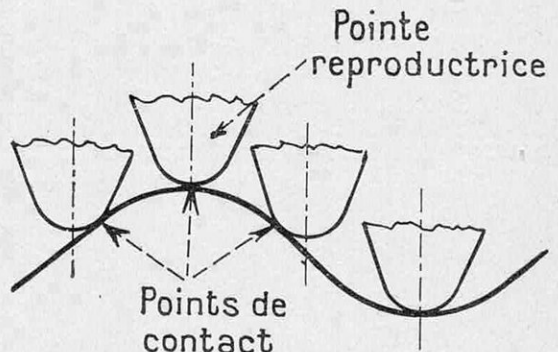


FIG. 6. — DANS L'ENREGISTREMENT EN PROFONDEUR SE PRODUIT UN INCONVÉNIENT DU MÊME GENRE QUE CELUI DE LA FIGURE 5 Il y a, en effet, déplacement relatif du point de contact de l'aiguille reproductrice et du sillon.

D'autre part, l'augmentation de la durée d'audition peut être obtenue par un resserrement des sillons et une réduction de la vitesse de rotation du disque. Dans les disques actuels, la profondeur du sillon varie entre  $5/100^{\circ}$  et  $15/100^{\circ}$  de millimètre, la largeur est comprise entre  $12/100^{\circ}$  et  $18/100^{\circ}$  de millimètre, l'intervalle entre des sillons varie de  $25/100^{\circ}$  à  $33/100^{\circ}$ , de sorte qu'il existe entre les bords adjacents de deux sillons voisins, un espace de l'ordre de  $10/100^{\circ}$  à  $17/100^{\circ}$ . L'amplitude maximum transversale est ainsi limitée souvent à  $5/100^{\circ}$  environ.

Dans ce nouveau système d'enregistrement en profondeur, l'angle formé par les deux faces du burin a été réduit, et on a supprimé complètement l'intervalle entre les sillons. Alors que le nombre de sillons par centimètre est ordinairement de l'ordre de 38, il a été ainsi porté à 50 et même à 80. On peut augmenter l'amplitude maximum obtenue, et obtenir un renforcement du niveau d'enregistrement en augmentant la profondeur. D'un autre côté, on a pu réduire la vitesse linéaire du disque, de sorte qu'il est possible d'effectuer des enregistrements de quinze à vingt minutes sur un disque de 30 centimètres seulement, et de dix à douze minutes sur un disque de 25 centimètres, en employant 80 sillons par centimètre et en conservant un niveau d'enregistrement correspondant à celui des disques actuels à aiguille.

Pour obtenir ce résultat, il a, d'ailleurs, été nécessaire de construire un système reproducteur électromécanique particulier, et le dispositif utilisé a un poids très inférieur à celui des pick-up adoptés habituellement pour la reproduction des disques à aiguille. Cette diminution de poids permet de reproduire plus facilement les fréquences aiguës et de diminuer la pression de la pointe de l'aiguille sur le fond du sillon, ce qui entraîne une diminution de l'usure des sillons et une augmentation correspondante

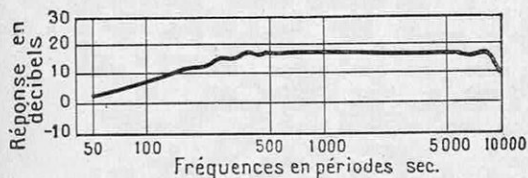


FIG. 7. — COURBE DE « RÉPONSE » D'UN NOUVEAU DISQUE D'ESSAI A ENREGISTREMENT EN PROFONDEUR

On voit que la « réponse » est fidèle jusqu'à des fréquences supérieures à 7.000 périodes-seconde.

de la durée de service.

Ce reproducteur particulier est établi non plus suivant le principe électromagnétique, mais suivant le principe électrodynamique employé dans les haut-parleurs actuels de radio-phonie. Ce re-

producteur comporte donc une bobine mobile dans un champ magnétique. Le diamètre des bobines employées a été compris entre 2 millimètres et 5 millimètres, et le poids de la masse vibrante totale, y compris l'aiguille en diamant ou en saphir, a été de l'ordre de quelques dizaines de milligrammes.

Le poids total du reproducteur appliqué au disque, de l'ordre normal de 150 grammes pour les systèmes à aiguille actuel, a pu être réduit ainsi à 25 grammes sans inconvénient, et des appareils du même type ont même permis de jouer des disques en cire molle sans les détériorer.

La faible masse du système permet une reproduction correcte, même si le plateau est voilé et si le disque n'est pas plan. Le système reproducteur et surtout enregistreur est cependant plus sensible pour les fréquences élevées que pour les fréquences graves, et il faut donc adopter, pour compenser les défauts du système enregistreur, un circuit correcteur convenable.

### Les résultats obtenus

On aurait déjà pu obtenir ainsi une reproduction remarquable des paroles, et, en particulier, des sons sifflants pour la musique, les sons des différents instruments d'un orchestre sont reproduits avec beaucoup de clarté et de vérité individuelles.

D'autre part, même en conservant la bande des fréquences supérieures à 7.000 périodes-seconde, le bruit d'aiguille est très faible, ce qui serait impossible à obtenir avec un enregistrement ordinaire à aiguille.

Les propriétés de ce nouveau système d'enregistrement sont donc particulièrement remarquables. Attendons toutefois, pour être fixés définitivement, les expériences pratiques probantes, qui seront, en tout cas, d'un intérêt essentiel pour tous ceux qui étudient le développement des procédés phonographiques. P. HÉMARDINQUER.

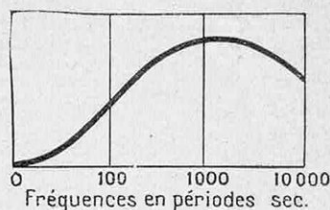


FIG. 8. — COURBE DE « RÉPONSE » D'UN DISQUE ORDINAIRE A AIGUILLE

On voit que la « réponse » est moins fidèle que pour les nouveaux disques (fig. 7).

# AU PAYS DES SOVIETS, LA SCIENCE APPLIQUÉE EST DE PLUS EN PLUS EN HONNEUR

Par J.-J. TRILLAT

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BESANÇON  
MAÎTRE DES RECHERCHES

*Notre éminent collaborateur a séjourné plusieurs mois en U. R. S. S. pour étudier les méthodes qui président à l'enseignement scientifique pur et appliqué, surtout dans les laboratoires de recherches qui sont à la base de cet enseignement. L'Institut physico-technique de Leningrad, récemment construit, est l'un des plus typiques du genre, en ce qui concerne l'organisation collective de l'activité scientifique et industrielle. Au lieu de laisser à l'individualisme toute la liberté de se développer dans chaque domaine de la science, comme cela se pratique en Europe et en Amérique, des équipes sont constituées pour réaliser un travail défini et, une fois l'objectif atteint, se dispersent. Au-dessus de ce travail collectif planent des directives générales qui orientent les travaux de chaque Institut vers l'exécution du plan d'ensemble. C'est ce qu'en U. R. S. S. on appelle « la planification de la Science ». Ainsi, l'esprit de « collectivisation », là aussi, se manifeste en vue de surindustrialiser le pays.*

## La « Planification de la Science »

TOUTE l'économie soviétique est, comme l'on sait, dominée par la notion du Plan Quinquennal, dont le but est de prévoir et de préparer, pour toutes les branches de l'activité, un ensemble de travaux théoriques et pratiques systématisés et régularisés suivant les besoins de la reconstruction socialiste. La préparation, la mise au point et la réalisation du Plan est une œuvre gigantesque à laquelle sont attachés un grand nombre de fonctionnaires, ainsi que des organismes spéciaux, tels que la Commission des Plans d'Etat (« Grosplan ») et le Conseil suprême de l'Economie nationale.

La Commission des Plans d'Etat est investie de pleins pouvoirs pour diriger tout le travail de « planification » du pays, et les directives fournies par cette commission doivent être obligatoirement suivies par toutes les institutions intéressées. Parmi les vingt-deux sections qu'elle comporte, l'une est consacrée à l'élaboration générale du Plan d'instruction publique — et c'est la section « d'édification culturelle », — une autre est consacrée à la préparation des techniciens et intellectuels sortant de la classe ouvrière, ainsi qu'à la construction des nouveaux établissements d'enseignement spécial, — c'est la section des cadres économiques, — enfin, une autre, la section

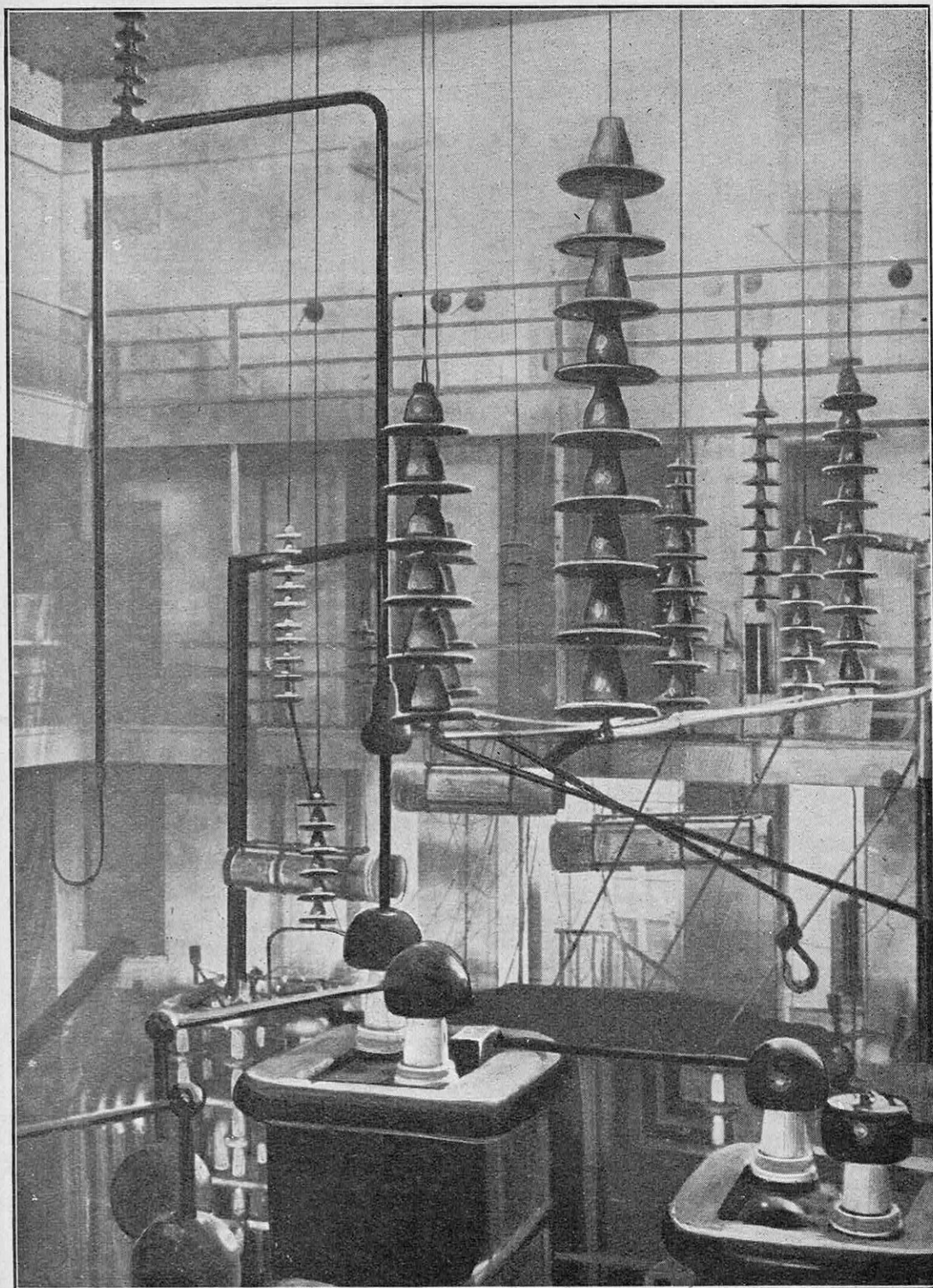
scientifique, procède à l'élaboration du plan général des recherches scientifiques dans le pays. C'est ce dernier point qui nous intéresse spécialement ici.

Quelle est la méthode générale d'élaboration du Plan ? Tout d'abord, l'orientation de la « planification » est fournie par les directives du Parti communiste et du gouvernement ; sur cette base, le « Grosplan » de l'U. R. S. S. élabore, vers le milieu de l'année économique en cours, les directives concrètes devant servir à la préparation du plan économique de l'année suivante.

Ces directives indiquent les principes généraux de la planification de l'année à venir et font, en même temps, le bilan de l'exécution du plan de l'année écoulée ; elles donnent, en outre, les chiffres limites probables qui doivent servir de base à l'élaboration du nouveau plan. Ratifiées par le gouvernement, elles sont alors proposées aux diverses institutions et organes territoriaux.

Ici commence la première phase de l'élaboration du Plan. Les directives du « Grosplan » aux diverses institutions sont envoyées par ces dernières à leurs ressortissants : usines, écoles, instituts de recherches, « kolkhozes » (fermes collectives), etc. En même temps, les commissions républicaines et régionales du Plan détaillent les directives reçues pour l'élaboration de ce dernier, afin de les adapter aux besoins locaux, et les font





L'INSTITUT D'ÉLECTROPHYSIQUE DE LÉNINGRAD EST UN DES PLUS MODERNES DU MONDE  
*Cet institut comporte une section des hautes tensions, comprenant un vaste bâtiment qui abrite les installations à 1 million et 2 millions de volts représentées ci-dessus. On y étudie la résistance des isolants, la transmission de l'énergie électrique des grandes centrales et même les problèmes de désagrégation atomique (voir La Science et la Vie, n° 195, page 190.)*

parvenir à toutes les organisations soviétiques et « culturelles » de leur territoire. Le plan établi d'après ces directives est examiné par les organes supérieurs, y compris le « Gosplan ».

De cette manière, la Commission du Plan d'Etat reçoit, au début du quatrième trimestre de l'année économique courante, les matériaux nécessaires à l'élaboration, pour l'année suivante, du plan des institutions, d'une part, et des organes territoriaux d'autre part. Après l'étude de ces matériaux dans les divers secteurs du « Gosplan », ils sont transmis à des secteurs dits « de systématisation », afin d'être généralisés : c'est ainsi que l'on établit le Plan général pan-unionniste de l'économie nationale.

Après la ratification de ce plan général par le Comité central exécutif des Soviets de l'U. R. S. S., il est proposé pour exécution obligatoire à toutes les institutions centrales des républiques, qui, après avoir adapté et mis au point leurs plans préliminaires, les envoient alors avec tous les détails à leurs ressortissants : trusts unifiés, usines, « kolchozes », « sovkhoses » et jusqu'à l'établi de l'ouvrier.

A ce plan gouvernemental est, en général, opposé ensuite un *contre-plan*, élaboré à l'encontre du plan officiel et basé sur l'engagement pris par les travailleurs d'exécuter et de dépasser le programme proposé, en utilisant mieux les ressources financières et matérielles, en améliorant l'organisation de la production et du travail, en économisant les matériaux, etc.

L'élaboration des contre-plans par les différentes équipes des usines est une chose courante aujourd'hui ; on la retrouve également dans les instituts de recherches, comme nous le verrons plus loin. Chaque équipe, avant de se mettre au travail, étudie la tâche reçue et émet une *contre-proposition* pour le jour courant ; le résultat de ces expériences fournit théoriquement aux organes officiels la possibilité d'améliorer et de perfectionner le Plan et son exécution. On peut, toutefois, se demander si, au cours de toutes ces discussions et controverses journalières sur la façon de réaliser un programme, il n'est pas perdu un temps précieux qui pourrait être mieux utilisé à la production même.

Ainsi, il résulte de cette organisation complexe que le travail scientifique, que nous avons toujours eu l'habitude de regarder comme une expression de la liberté, se trouve, lui aussi, canalisé et dirigé obligatoirement vers des voies bien déterminées ; et ces voies

sont avant tout le développement de la technique industrielle et agricole et la consolidation de l'établissement du régime socialiste, aboutissant ainsi à la notion de la « science socialiste ». Ainsi que l'a dit le professeur Soffé, membre de l'Académie des Sciences de Leningrad, la planification de la science était nécessaire en U. R. S. S., d'abord dans l'intérêt même de la science (on peut peut-être douter de cela) et ensuite *parce qu'une économie basée sur un plan général est incompatible avec une science sans plan et sans but*. La science planifiée est donc, d'après ces théories, nécessaire non seulement à la réalisation la plus rapide des objectifs tracés, à savoir l'édification de l'Etat socialiste et de la société socialiste, mais encore au développement de la technique dite « professionnelle », base de l'expansion industrielle.

La planification de la science répond aux buts suivants :

1° Déterminer la place précise de tout le système des établissements de recherches scientifiques dans le budget d'ensemble du pays ;

2° Dresser le programme général des investigations scientifiques ;

3° Fixer le plan des institutions de recherches scientifiques ;

4° Répartir ces institutions au point de vue géographique ;

5° Répartir les fonds ;

6° Régler l'utilisation des cadres.

### **Les instituts de recherches en U. R. S. S. et leur organisation générale**

Ces préliminaires étaient nécessaires pour bien comprendre le fonctionnement très particulier des grands instituts de recherches soviétiques, ainsi que la façon dont ils collaborent directement et obligatoirement avec l'industrie.

L'organisation nouvelle de la Russie, basée sur la science et la technique au service du socialisme, a donné un essor considérable à tout ce qui touche à la recherche scientifique, source de tout progrès industriel. C'est ainsi que, dans la banlieue des grandes villes, comme Moscou, Leningrad, Kharkov, surgissent de vastes bâtiments de style parfois étrange, qui abritent des centaines de travailleurs scientifiques ; à côté de ces bâtiments se trouvent de véritables cités pour les étudiants et les professeurs, avec leurs coopératives, leurs terrains de sport, le tout réalisant en quelque sorte un monde fermé gravitant autour d'un centre d'attraction unique : l'Institut ; les grands centres agricoles et

industriels, les centres miniers de l'Oural et du Caucase voient aussi s'édifier leurs instituts de recherches. Et je crois que rien ne caractérise mieux l'orientation de la Russie actuelle que cette débauche de laboratoires, qui paraît certainement exagérée, mais qui matérialise parfaitement la nouvelle mystique du peuple russe.

A côté des Instituts spécialisés, comme les Instituts du Naphte, du Caoutchouc, du Charbon, etc., existent des Instituts de Sciences générales, Instituts de Culture, de Régionalisme, d'Economie, etc., auxquels il faut joindre, pour être complet, les musées, bibliothèques, les sociétés savantes, les organisations d'études régionalistes, etc.

Au point de vue organisation générale, les Instituts de Recherches dépendent soit du Commissariat du Peuple, de l'Industrie, soit du Commissariat de l'Instruction publique, soit de l'Académie des Sciences, soit enfin des Universités — les premiers étant de loin les plus nombreux et les mieux dotés.

Le Commissariat de l'Industrie a sous sa coupe deux sortes d'instituts :

a) *Instituts techniques*, rattachés aux diverses branches de l'industrie (charbon, pétrole, caoutchouc, métaux, électrochimie, soie artificielle, etc), et qui travaillent uniquement pour celles-ci ;

b) *Instituts théoriques*, moins spécialisés que les précédents et qui traitent soit des problèmes purement théoriques, soit des problèmes techniques, la proportion relative étant d'environ 50 %.

A ce groupe se rattache, par exemple, le « Kombinat Physicotechnique » de Leningrad, qui peut être considéré comme modèle, et dont nous parlerons plus loin.

Le Commissariat de l'Instruction publique dirige, de son côté, un certain nombre d'Instituts, moins nombreux et moins bien dotés que les précédents ; il en est de même pour l'Académie des Sciences. Enfin, les Universités possèdent également des laboratoires de recherches qui se différencient des précédents en ce qu'ils sont rattachés à des institutions pédagogiques ; leur dotation est assez faible.

Bien entendu, ce schéma n'est valable qu'à l'époque actuelle : tout évolue si vite en Russie qu'il est fort possible que d'ici un an ou deux tout ce système soit notablement bouleversé.

A titre d'exemple, nous allons indiquer le fonctionnement de l'une de ces organisations prise comme modèle et choisie parmi les plus importantes : le « Kombinat Physicotechnique » de Leningrad.

## Le « Kombinat Physicotechnique » de Leningrad

I. *Divisions*. — Le « Kombinat » a pour directeur scientifique le professeur Joffé. Il se divise actuellement en plusieurs instituts : l'Institut Physicotechnique proprement dit, l'Institut de Chimie-Physique, l'Institut d'Electrophysique, l'Institut de Chimie agricole et l'Institut de Physique de l'Oural.

II. *Personnel*. — Le personnel comporte, d'une part, le personnel administratif et technique (400 personnes environ, non compris l'« usine expérimentale » qui en emploie 300) et, d'autre part, les travailleurs scientifiques au nombre de 500. L'ensemble du « Kombinat » groupe donc environ 1.200 personnes.

III. *Recrutement des travailleurs scientifiques*. — Le recrutement du personnel des recherches s'effectue de trois façons différentes :

a) Etudiants sortis des écoles supérieures (Universités, Ecoles Polytechniques, etc.) ;

b) « Aspirants » recrutés un peu partout et choisis soigneusement parmi les sujets les plus intelligents. Ces aspirants sont destinés à devenir des directeurs de laboratoires, ou ce que l'on appelle là-bas des « collaborateurs hautement qualifiés » ;

c) « Aspirants ouvriers », c'est-à-dire ouvriers n'ayant pas terminé leurs études supérieures, mais jugés capables d'entrer dans l'Institut et d'y faire des recherches.

Dans le choix du personnel interviennent deux points de vue : leur valeur scientifique d'une part, leur activité sociale d'autre part, celle-ci étant caractérisée par une contribution active à l'édification socialiste, par des talents d'organisateur ou de propagandiste, etc. La majeure partie n'est pas inscrite au parti communiste, mais est constituée par des « sympathisants ». De même pour les professeurs, la place la plus large étant faite aux jeunes.

IV. *La durée des études*. — Elle est normalement de deux ou trois années pour les aspirants, après lesquelles ceux-ci deviennent des « travailleurs hautement qualifiés » ; ils peuvent alors rester dans l'Institut ou aller dans l'Industrie. Quant aux collaborateurs des autres catégories, il n'existe pas de règle fixe, leur séjour pouvant se prolonger suivant leur valeur et leur travail ; eux aussi peuvent demander à être affectés définitivement au « Kombinat ». Les sujets incapables sont renvoyés et doivent chercher ailleurs une situation.

V. *Paiement des travailleurs*. — Tous les

travailleurs, sans exception, sont payés, même les jeunes étudiants qui viennent accomplir des stages. Les traitements varient entre 250 et 600 roubles environ (par mois) ; les ouvriers attachés au « Kombinat » gagnent sensiblement la même chose, le personnel administratif un peu moins.

Les traitements varient avec l'ancienneté et aussi avec la valeur du travailleur, celle-ci étant jugée, d'après les travaux scientifiques, par le Directeur et par le Comité des Chercheurs. De plus, des récompenses (sous forme de salaires doublés durant un mois, de voyages, etc.) sont accordées à ceux qui ont « dépassé le plan » établi par le directeur du laboratoire ou le chef de la brigade à laquelle ils appartiennent.

### Organisation du travail et exécution des recherches

À la tête du « Kombinat » se trouve le directeur scientifique (professeur Joffé) et le vice-directeur administratif, dont le rôle consiste à adapter l'organisation de l'Institut aux changements et à l'évolution qui se manifestent sans cesse.

En ce qui concerne la partie scientifique, l'on trouve au-dessous du directeur des chefs de groupe ou de « brigades ». Les *brigades* sont des associations temporaires de travailleurs constituées suivant les problèmes à résoudre et, par conséquent, sujettes à disparaître une fois le problème résolu. À leur tête, le chef de brigade est le chercheur jugé le plus capable de mener à bien la tâche fixée ; c'est lui qui est le mieux payé, qui est personnellement responsable de l'exécution des travaux et qui est chargé d'établir son plan de travail pour un mois, six mois, un an et de le faire approuver par le directeur.

Au degré inférieur, les travailleurs sont eux-mêmes divisés en catégories suivant leur valeur ou leur ancienneté.

Dans chaque institut du « Kombinat », fonctionne un *Comité*, composé de cinq ou six membres et nommé par voie d'élection parmi les membres de l'Union des travailleurs. Ce comité s'occupe de l'intérêt professionnel des travailleurs, de leur paiement, de leur avancement, de leurs vacances ; il collabore avec le directeur, avec qui il a de fréquentes réunions. C'est, en somme, un organe professionnel admis également à discuter le plan général de recherches.

Enfin, il faut également mentionner, à ce point de vue, l'existence du *journal de muraille*, réalisé sous forme d'un vaste panneau couvert de dessins, de photographies, de caricatures et de notes manuscrites ou dactylo-

graphiées et placé en bonne vue à l'entrée de l'Institut. Dans ce journal, les travailleurs exposent librement leurs idées, font des suggestions et des critiques, parfois assez acerbes, relativement à l'administration et à la marche des recherches ; le directeur scientifique et le vice-directeur doivent tenir compte de ces observations. C'est, en somme, un organe d'amélioration et de contrôle social d'ailleurs fort intéressant et que l'on retrouve dans toutes les écoles, usines et administrations.

Suivant les principes généraux exposés plus haut, la science pure est une notion périmée qu'il convient de rejeter ; par conséquent, toutes les recherches entreprises doivent avoir un *but pratique*. Cependant, cette difficulté est parfois tournée d'une manière ingénieuse, en posant en principe que tout travail scientifique possède en lui un potentiel d'applications pratiques, à réalisation plus ou moins lointaine ; grâce à cet argument, il devient ainsi possible de consacrer une part de l'activité à ce que nous appelons la science pure.

Les problèmes posés à l'Institut résultent du travail de planification ; ils proviennent donc, à l'origine, de l'*industrie*. Cependant, l'Institut se réserve le droit de choisir lui-même des sujets qu'il juge intéressants et dont il tient compte lors de l'édification de son propre plan. Ce dernier prévoit d'ailleurs 10 % de temps libre pour des questions qui pourraient survenir à l'improviste.

Les sujets d'études sont, en principe, donnés par le directeur scientifique ; cependant, certains proviennent des travailleurs eux-mêmes, qui les ont préalablement soumis à l'approbation directoriale. Un problème déterminé est confié à un collaborateur qui choisit ses assistants et devient chef de brigade ; ainsi, toute l'organisation dépend des problèmes posés, à la résolution desquels sont attachés un certain nombre de chercheurs. La structure interne de l'Institut varie donc sans cesse au fur et à mesure de l'exécution des recherches.

Pour assurer un bon rendement scientifique, il est procédé à des échanges d'idées, à des discussions critiques fréquentes, ou « *Kolloquiums* », qui se tiennent au moins trois fois par mois. Des leçons sont données également aux aspirants par les chercheurs les plus qualifiés, ainsi que par des professeurs étrangers invités spécialement.

Qu'advient-il lorsqu'un travail est mené à bonne fin ? Là, il existe plusieurs possibilités. Ou bien la recherche n'aboutit pas, — c'est le propre, en effet, de toute spéculation

de ce genre de ne pouvoir à coup sûr atteindre le but fixé, — et alors elle est reprise ou abandonnée, ou bien elle aboutit à un résultat d'ordre scientifique, et elle est alors publiée en langue russe et étrangère (en allemand principalement), ceci dans un but de propagande. Enfin, si la recherche aboutit à un résultat pratique, elle est immédiatement transposée sur le plan industriel par l'auteur même de la découverte, qui procède sur place, dans les usines intéressées, à sa mise au point. Naturellement, comme la concurrence n'existe pas, du fait de la socialisation, toutes les industries sont appelées à bénéficier de l'activité scientifique des Instituts de Recherches et disposent ainsi de moyens d'action considérables.

### Les divers instituts du « Kombinat »

Ayant examiné le fonctionnement et l'organisation générale du « Kombinat Physico-technique » de Leningrad, nous allons maintenant donner quelques détails plus précis sur les principaux instituts et organismes qui le constituent. Ce sont : l'Institut Physico-technique proprement dit, l'Institut de Chimie-Physique, l'Institut d'Electrophysique, l'Usine expérimentale.

#### a) L'Institut Physicotechnique

Il comporte actuellement les branches d'études suivantes : Rayons X et électrons, Effet photoélectrique, Magnétisme, Propriétés élastiques et mécaniques des corps, Chaleurs diélectriques.

Le personnel se compose de 150 travailleurs scientifiques et de 20 à 25 mécaniciens.

Le bâtiment qui l'abrite et qui loge le directeur, a été construit durant la guerre où il servait d'hôpital militaire ; une aile nouvelle a été édifiée en 1930. Le matériel scientifique employé dans les laboratoires est assez quelconque ; presque tout est d'origine russe et il n'y a que peu d'appareils étrangers à cause du coût élevé de ces derniers.

Je n'entrerai pas dans le détail technique des études en cours, dont certaines ont donné lieu à des résultats intéressants. Qu'il me suffise de mentionner, parmi celles-ci : l'étude des cellules photoélectriques au cuivre-oxydure de cuivre ; l'étude de l'effet Reboul (émission de rayons X par des corps mauvais conducteurs soumis à de hautes tensions) ; du spectre continu émis par des anticathodes minces ou massives ; de la diffraction des électrons (voir *La Science et la Vie*, octobre 1933) ; des propriétés mécaniques et élastiques de fils de verre ou de quartz ; des variations de résistance des métaux dans

le champ magnétique, etc. Ces recherches, qui paraissent surtout d'ordre théorique, sont cependant justifiées par une certaine importance technique, telle l'étude des cellules photoélectriques ou l'étude des propriétés mécaniques des corps ; ce sont là problèmes d'ordres généraux rentrant dans le cadre des conceptions de la science appliquée exposées plus haut.

C'est ainsi, par exemple, que les recherches sur le magnétisme ont conduit à la réalisation d'appareils industriels pour mesurer les pertes par hystérésis dans de petits morceaux de tôle ; ce problème avait été posé par l'industrie et a été résolu en quatre mois.

#### b) L'Institut de Chimie-Physique

Construit pendant la guerre, le bâtiment servait également d'hôpital et n'abrite l'Institut de Chimie-Physique que depuis 1930 ; actuellement, on construit un nouveau bâtiment où sera logé définitivement ce service.

Deux cents personnes environ y travaillent, parmi lesquelles une centaine de chercheurs.

Le matériel est, en général, peu moderne ; tout ce qui est neuf est fabriqué en U. R. S. S., et il est certain que, d'ici peu de temps, ces laboratoires posséderont un bon équipement.

L'Institut comporte six divisions : 1° Processus élémentaires (propriétés optiques moléculaires, propriétés cinétiques, réactions de chaînes, etc.) ; 2° Catalyse ; 3° Propriétés superficielles des corps ; 4° Electrochimie ; 5° Physique moléculaire ; 6° Explosions en milieux gazeux. On y étudie également la technique de la chaleur et les problèmes d'isolement électrique.

Les recherches actuellement en cours présentent un caractère nettement plus industriel que celles de l'Institut Physico-technique. Certaines ont donné lieu à d'intéressants travaux : par exemple, l'étude des couches d'absorption a permis de réaliser un nouveau procédé d'obtention du sucre, expérimenté en ce moment dans deux usines. Une étude sur la structure physico-chimique du sol (mouillabilité, absorption, etc.) a pour but de réaliser des « sols artificiels » avec lesquels on compte obtenir des résultats intéressants sur la croissance des plantes. Pour ce qui a trait à la catalyse, l'on s'efforce d'obtenir des catalyseurs très actifs par adjonction, à des aérogels (silicagels), de métaux très divisés obtenus par réduction ; les mêmes silicagels sont aussi étudiés au point de vue de l'isolement électrique, en les mélangeant à du styrol ou à de la paraffine. Enfin, le laboratoire spécialisé dans l'étude

des propriétés superficielles a donné de très bons résultats quant à la séparation par flottation des minerais, question extrêmement importante en U. R. S. S. où tout est mis en œuvre pour la mise en valeur des richesses naturelles.

### c) *L'Institut d'Electrophysique*

Celui-ci est entièrement neuf. C'est un magnifique bâtiment en ciment armé, largement éclairé et bien disposé intérieurement et qui a été terminé en 1929. Son personnel comporte 260 chercheurs et 320 aides ou mécaniciens.

Son but est nettement industriel : les études qui y sont entreprises portent sur les applications générales de l'électricité. A la différence des deux précédents, il constitue en même temps une sorte de fabrique de modèles d'appareils nouveaux destinés à l'industrie. Les laboratoires sont bien outillés et dotés de matériel moderne.

Il comporte deux subdivisions, l'une dite d'électrophysique, l'autre de hautes tensions.

La division d'électrophysique étudie les problèmes ayant trait à l'électronique, aux ondes courtes, à la T. S. F., à la télémechanique et à la télévision, à l'acoustique. Voici quelques exemples de son activité : l'Institut a mis au point des séismographes extrêmement sensibles et très simples, qu'il fait construire et vendre par l'usine expérimentale et qui servent à la prospection des mines et des nappes de pétrole en utilisant la détection et la propagation des ondes explosives dans les diverses couches de terrain. Des appareils de télévision sont déjà en fabrication dans l'industrie, ainsi que de nombreux appareils de mesure, tels que galvanomètres à courte période, voltmètres statiques, etc. Enfin, la division d'électrophysique procède aussi à des recherches sur les ondes courtes pour les transmissions à longue distance, sur le « fading », ainsi qu'à des recherches à but militaire.

La section des hautes tensions est destinée à l'étude de tout ce qui caractérise l'étude des voltages très élevés, à savoir : les isolants, la transmission de l'énergie électrique des grandes centrales (Dnieprostroi et autres) et même les problèmes de désintégration atomique actuellement à l'ordre du jour. Un vaste bâtiment abrite des installations à 1 million et 2 millions de volts ; on construit actuellement un nouveau bâtiment qui abritera une installation plus puissante à 2 millions de volts, réalisée par étages successifs de transformateurs. Enfin, il existe une ligne expérimentale de transport de

force sous 500.000 volts, sur une longueur de 3 kilomètres.

L'ensemble de cet institut présente une grande activité ; ses réalisations en font certainement l'un des plus intéressants à visiter.

### d) *L'Usine expérimentale*

Cette usine présente un caractère tout spécial ; d'une part, elle doit fabriquer tout le matériel de précision et les pièces mécaniques de toutes sortes demandées par les Instituts du « Kombinat » ; d'autre part elle doit « faire de l'argent » en construisant les nombreux appareils imaginés par le « Kombinat » et en les vendant à d'autres Instituts, soit à l'Industrie, de façon à boucler son propre budget. En somme, l'usine constitue un organisme mi-scientifique, mi-industriel.

Elle utilise environ 300 ouvriers. L'entrée de l'usine est sévèrement gardée et l'on n'y pénètre que sur une autorisation écrite du directeur scientifique ; à l'intérieur, les ateliers sont bien disposés, dotés de machines modernes ; de nombreuses affiches ou banderoles de propagande y sont disposées, afin de stimuler le zèle des travailleurs, comme cela a lieu partout en Russie.

Actuellement, l'usine est, elle aussi, en voie d'agrandissement. Sa situation matérielle n'est pas très brillante, par suite d'une organisation défectueuse. Les ateliers les plus intéressants à visiter sont ceux de la mécanique de précision, de la fonderie, de la construction des électromètres, des voltmètres et résistances de précision ou industriels, de soufflage du verre, de production de vides élevés, d'électrolyse, etc.

Nous nous limiterons à cet exemple détaillé du fonctionnement d'un des plus grands instituts de recherches d'U. R. S. S. Les autres sont calqués sur le même modèle et ne diffèrent que par la nature des travaux ou le nombre des personnes qui y sont affectées. Signalons encore que l'Institut de recherches sur les métaux à Moscou, est entouré de maisons d'habitation pour les travailleurs du « Kombinat » de Leningrad et qu'un gigantesque stade est utilisé par le personnel de l'usine « Dynamo » de Moscou.

### **La liaison avec l'industrie**

D'après tout ce que nous venons de voir, il est évident qu'étant donné l'ensemble du système soviétique la liaison entre la science et l'industrie se fait en quelque sorte automatiquement, puisque, d'une part, tout le monde est censé travailler dans l'intérêt

général et que, d'autre part, l'industrie est nationalisée et que, par conséquent, la question de concurrence et de secret n'existe pas.

La liaison se trouve ainsi établie par de nombreux points de contact ; pour plus de clarté, on peut en résumer en quelques mots les caractères principaux :

1) *La planification de la recherche*, qui a pour conséquence de confier aux instituts de recherches les problèmes industriels les plus urgents, et de fixer un programme de travail coordonné tendant à éviter la dispersion des efforts. Le mode d'établissement du plan réalise déjà une liaison intime entre le laboratoire et l'industrie ;

2) *Le développement de l'esprit d'invention*, grâce auquel les ouvriers proposent des suggestions ou des perfectionnements industriels dont l'étude et la mise au point sont également du ressort des instituts de recherches ;

3) *L'étude de problèmes généraux*, d'une application pratique plus éloignée, mais qui doivent, dans un avenir plus ou moins proche, être la source de progrès techniques (récupération de l'énergie en général, utilisation des réactions biologiques, etc.) ;

4) *L'utilisation des Instituts* comme producteurs de modèles d'appareils nouveaux conçus et mis au point par eux ;

5) *Enfin, les principes généraux de l'Instruction publique*, qui tendent à inculquer à tous le culte de la science appliquée.

Quoi qu'il en soit, il n'est pas exagéré de dire que l'industriel soviétique se trouve disposer dès maintenant de moyens d'investigation puissants, tant au point de vue matériel qu'au point de vue intellectuel. Chaque problème, chaque question, classé par ordre d'intérêt, peut être abordé par des voies différentes : chimique, physique, électrique, et confié à des personnes ayant fait leurs preuves dans chacun de ces domaines.

Il est évident qu'un effort indéniable et original a été tenté, en U. R. S. S., en vue de développer la recherche et de l'appliquer à l'industrie ; c'est ce que j'ai cherché à montrer aux lecteurs de *La Science et la Vie* d'une façon purement objective. On peut n'être pas d'accord avec certaines conceptions — notamment le rejet de la science pure, qui nous paraît un non sens — et ne pas approuver les méthodes de travail utilisées, mais on doit reconnaître qu'il y a là-bas des organisations scientifiques gigantesques dont la plupart fonctionnent avec un rendement peut-être encore faible, mais néanmoins satisfaisant. Toute la question est de savoir si les résultats espérés seront vraiment proportionnés à l'ampleur des moyens employés et s'ils répondront aux espoirs parfois chimériques du rêve soviétique : « Rattraper et dépasser la science mondiale ». Cela, seul l'avenir nous le dira.

J.-J. TRILLAT.

Le duc de Sutherland a affirmé récemment, devant la Chambre des Lords, que l'Allemagne possède un type d'avion commercial, le Heinkel-70, qui est le plus rapide du monde et qui dépasse de beaucoup (de l'ordre de 400 kilomètres) les avions de chasse anglais. Il a établi, à ce propos, que le poids total des bombes jetées sur Londres, au cours des raids allemands pendant la guerre 1914-1918, fut d'environ trente tonnes. Or, l'Allemagne possède des Dornier (D-2.000) qui, par escadres de dix, pourraient, en un seul raid, déverser la même quantité de produits explosifs, incendiaires et asphyxiants ! Actuellement, le Reich ne possède encore que deux de ces appareils, mais plusieurs autres sont en chantier. Ces appareils sont destinés, de préférence, aux bombardements nocturnes à grand rayon d'action. A ce propos, pour montrer l'effort technique de l'Allemagne nouvelle, nous savons que la firme Heinkel possède le bureau d'études le mieux adapté à la recherche scientifique qui comporte cent soixante-dix techniciens ; or, cette Société ne « sort » que deux avions par an. Ainsi, dans ce domaine de l'aéronautique, s'affirme une organisation unique pour la production des prototypes que d'autres usines fabriqueront en grande série dès qu'ils seront adoptés. Quant à nous, il est regrettable qu'une grande firme française ait supprimé son bureau d'études, après la guerre, pour se consacrer exclusivement à la production industrielle. Il n'y a pas lieu de s'étonner, dès lors, que nous en soyons encore à la fabrication de modèles périmés. L'industrie, comme la science, est une évolution continue : nos grands constructeurs semblent l'avoir oublié.

# EN FRANCE, LA MARINE MARCHANDE PÉRICLITE ; POURQUOI ?

Par Roger MAGADOUX

*La Marine marchande française, qui avait connu une ère de prospérité pendant la guerre, s'était déjà ressentie de la crise de 1920. Après s'en être péniblement relevée, elle est retombée aujourd'hui dans le marasme le plus complet. En effet, plus du tiers de navires est désarmé, tandis que les frais continuent à courir ; 13.000 marins sur 50.000 sont encore en chômage et le peu de bateaux qui naviguent le font à perte. Cette situation lamentable n'est pas due seulement au ralentissement général des échanges depuis 1929 ; elle subit aussi le contre-coup de la guerre douanière acharnée qui paralyse le commerce international. Mais, outre ces causes d'ordre général qui frappent les marines du monde, la nôtre souffre des répercussions d'une législation néfaste qui la mettent en infériorité par rapport à nos concurrents. En effet, par suite de l'application brutale de la loi du 2 août 1919 (loi de huit heures), un vapeur français de 1.000 tonneaux, par exemple, doit avoir 35 hommes d'équipage, tandis qu'un navire norvégien correspondant n'en comporte que 20. Ainsi notre législation, souvent incohérente, paralyse l'effort de ceux qu'elle devrait défendre. Cependant, nous aimons à croire que la flotte de commerce française ne restera pas dans ce marasme prolongé. Déjà, quelques symptômes d'amélioration se manifestent. Ainsi, le tonnage brut des navires désarmés (390 navires) atteignait près d'un million de tonneaux le 1<sup>er</sup> septembre dernier ; au 1<sup>er</sup> novembre, il a déjà diminué de près de 110.000 tonnes, représentant quelque 30 navires remis en service.*

**L**ORSQU'EN novembre 1929 éclata le coup de tonnerre du krach de New York, nul ne parut s'aviser de la nécessité d'une coopération internationale, pour circonscrire les désordres qui allaient se déchaîner sur le monde.

On sait comment le krach se changea en catastrophe entraînant à une allure vertigineuse, dans un inéluctable enchaînement, des accidents financiers et monétaires qui répercutèrent la crise mondiale en l'aggravant.

L'ampleur même du fléau devait bientôt susciter, dans les élites dirigeantes, l'idée de la mise en commun des moyens de lutte. Mais, par un paradoxe qui constitue proprement le drame de notre époque, au moment même où des appels à la solidarité des peuples se faisaient plus pressants, à mesure que les économistes assemblés à Genève proclamaient avec plus de force la nécessité de l'union internationale, la plupart des nations, pressées d'assurer la sauvegarde de leur production et de leur commerce, ne pouvaient plus différer de prendre des mesures de défense qui eurent tôt fait de transformer l'esprit de collaboration en instinct de lutte acharnée.

En sorte qu'après quatre années de marasme et de désarroi, et tout en continuant à proclamer officiellement leur désir d'entente,

les grands pays en sont venus aux résolutions qui tendent à rejeter sur leurs voisins les conséquences du drame économique suscité par les imprudences et les erreurs communes.

La lutte atteint aujourd'hui au paroxysme.

Après les mesures de guerre douanière, on en est à la bataille monétaire et l'on assiste à l'in vraisemblable spectacle de nations utilisant méthodiquement la dépréciation de leur devise comme une arme dans la lutte pour la possession des marchés commerciaux.

La France a dû se mettre à l'unisson. Dès que se furent précisées les menaces d'envahissement de son marché intérieur par la production de pays à changes dépréciés, les principales branches de l'industrie nationale sollicitèrent et obtinrent des pouvoirs publics des relèvements de droits de douane, des surtaxes compensatrices de change, et, enfin, des décisions de contingentement chaque fois que nos traités de commerce nous interdisaient de modifier les droits en vigueur.

Ces moyens de défense, qui ne faisaient, en général, que répondre à des mesures semblables prises à l'encontre de nos propres exportations, eurent au moins l'efficacité de réserver à la production française, si profondément atteinte dans ses débouchés extérieurs, une place prépondérante à l'inté-



rieur de nos frontières métropolitaines.

L'ensemble de l'économie française fut ainsi protégée efficacement contre les dumpings avérés ou occultes.

### La réduction du trafic maritime

A l'exception cependant d'une seule branche de l'activité nationale qui, non seulement ne bénéficia d'aucune des sollicitudes des pouvoirs publics, mais fut directement atteinte par les mesures de défense édictées au profit de la collectivité, au point qu'il n'est point exagéré d'écrire qu'elle s'est trouvée littéralement sacrifiée à l'intérêt général. Il est clair, en effet, que toutes les mesures de défense tarifaire devaient inévitablement se traduire par une réduction des importations et par une diminution correspondante du trafic maritime déjà considérablement affecté par la chute rapide de nos exportations.

La marine marchande française a ainsi supporté le fardeau de tout le système de protection de l'économie nationale contre l'exaspération de la concurrence étrangère.

Ce fardeau a pesé d'autant plus lourdement sur l'armement français qu'il est venu brusquement aggraver les charges qui résultent des conditions mêmes dans lesquelles notre marine est contrainte d'exercer habituellement son activité sur le plan international.

Ces conditions, nous le verrons, étaient déjà défavorables ; la mise en application des surtaxes douanières et des contingentements portant notamment sur des marchandises pondéreuses telles que les charbons, les viandes, les pommes de terre, les fers et aciers en laminés ou en feuillards, le bétail, les cuirs et peaux, les machines, etc., a eu pour résultat de les faire empirer au point de mettre en péril une industrie-clef dont on appréciera exactement l'importance, en rappelant qu'elle emploie 50.000 personnes et contribue, en outre, à faire vivre 20.000 ouvriers des constructions navales et 16.000 dockers et qu'elle a encaissé, en 1929, des recettes supérieures à 3 milliards de francs. Quelques chiffres mesurent l'acuité de la crise dans laquelle se débat l'Armement français : au mois de septembre dernier, le tonnage désarmé atteignait 1.055.000 tonneaux sur un tonnage total de 3.125.000 tonneaux.

Ainsi plus du tiers des navires marchands français ont cessé tout trafic : 13.000 marins sont réduits à l'inactivité ! Encore convient-il d'observer que le chômage atteint beaucoup plus durement l'armement libre que les lignes de navigation contrôlées ou subventionnées par l'Etat. Les navires de l'armement particulier comptent, en effet, 990.000

tonneaux désarmés, soit plus de 10 %.

Ce désarmement ne constitue d'ailleurs point un remède à la crise : outre qu'il détermine de grosses pertes pour le personnel navigant, pour l'Etat, pour les ports maritimes, il entraîne, pour les armateurs, des frais d'entretien qui varient, par tonneau de jauge et par an, entre un minimum de 140 francs pour les navires de charge et un maximum de 550 francs pour les paquebots à passagers.

### Les erreurs commises

Pour saisir pleinement par quel processus la marine marchande française en est arrivée à une situation aussi alarmante, il convient d'observer que, du point de vue commercial, il s'agit d'une industrie *essentiellement internationale*, qui ne saurait être protégée par des barrières douanières, puisque le fret, c'est-à-dire la faculté de transport qu'elle offre aux exportateurs, se négocie sur le marché international et se trouve en constante concurrence libre avec les flottes étrangères. Au contact incessant de cette compétition internationale, l'armement français devait donc subir, en dehors des difficultés qui lui sont propres et qui constituent pour lui un sérieux handicap, les répercussions des erreurs communément commises dans le monde, en matière de transports maritimes.

Ces erreurs furent lourdes : elles procédèrent, d'une part, de cet esprit général de mégalomanie industrielle qui suivit la guerre ; d'autre part, de l'exacerbation des nationalismes économiques, qui poussa la plupart des grands pays à développer à outrance, à coups de subventions et d'aides de toute nature, le développement des flottes marchandes nationales. Sous l'influence de ces deux facteurs, la flotte mondiale a été portée de 49 millions de tonneaux de jauge brute en 1913, à 70 millions de tonneaux en 1930.

Cette autre folie d'armement demeura sans conséquences graves tant que le développement de la production et des échanges internationaux ne cessa de s'accroître à la faveur de l'inflation générale de crédits qui caractérisa la période s'étendant entre 1923 et 1929.

Le déséquilibre résultant de l'excédent de 21 millions de tonneaux dans la capacité du transport de la flotte mondiale, joint à l'augmentation de la vitesse des navires qui augmenta leur coefficient d'utilisation, ne devait cependant point tarder à se manifester sur le marché des frets, jusqu'à déterminer, en peu de temps, un véritable effondrement de leur valeur. Les statistiques mesurent l'ampleur de cette chute. Le

nombre indice général des frets qui était de 100 en 1920, se tenait, en septembre 1932, au-dessous de 19 ! Par rapport à la période d'avant-guerre, la diminution du prix des frets à la même époque est de l'ordre de 48 %.

Corrélativement à cette chute profonde des prix des transports maritimes, l'aggravation de la crise mondiale a déterminé un fléchissement inouï du volume des marchandises à transporter.

A défaut de statistiques générales, bornons-nous à quelques chiffres, d'ailleurs parfaitement significatifs : le trafic du canal de Suez est tombé, en 1931, au-dessous du chiffre de 1913. Au canal de Panama, le tonnage en transit au cours de 1931 a atteint à peine 22 millions de tonnes, alors qu'il dépassait 31 millions en 1929.

Ces indications sont pleinement corroborées, notamment, par les statistiques du commerce extérieur français, qui, en 1932, a enregistré une moins-value portant sur près de 30 millions de tonnes, tant à l'importation qu'à l'exportation.

*Ecrroulement de la valeur des frets, chute profonde du volume des marchandises à transporter*, telles sont les premières conséquence du surarmement mondial frénétiquement poursuivi par les grandes nations maritimes et de la crise économique aggravée d'année en année.

Mais ce ne sont point les seules : les frais d'exploitation de l'armement n'ont, en effet, cessé de croître, par suite de la baisse continue du pouvoir d'achat de l'or : exprimées en or, les dépenses de cette nature ont augmenté de 60 à 70 % depuis 1913, alors que, comme nous l'avons noté plus haut, les prix de transport sont en baisse de près de moitié sur ceux de la période d'avant-guerre. De sorte que, sur le marché international, il en est aujourd'hui des frets, comme d'un certain nombre d'autres marchandises en surnombre. Le prix de revient ne conditionne plus le prix de vente : l'énorme tonnage excédentaire, construit depuis la guerre, interdit aux armateurs de tous les pays l'espoir, en une période d'extrême ralentissement des échanges, de rétablir leur exploitation sur des bases commerciales saines.

A ces causes de perturbation, sont venus s'ajouter de nouveaux troubles provenant des brusques variations de la valeur des monnaies qui ont jalonné l'histoire financière de ces dernières années.

La dépréciation d'une monnaie n'a généralement pas entraîné une hausse sensible et immédiate des prix intérieurs, de sorte que

les accidents successifs survenus aux devises européennes ont agi comme le plus puissant stimulant en faveur des armateurs des pays à change déprécié, puisqu'ils réduisaient immédiatement, et dans une forte proportion, les frais d'exploitation de leurs navires, leur conférant ainsi artificiellement une énorme supériorité sur leurs rivaux.

L'armement français a bénéficié de cette prime indirecte entre 1924 et 1926, à l'époque de la chute du franc, et cet avantage passer lui a sans doute été plus nuisible qu'utile, car il a stimulé la construction navale et dissimulé des difficultés dont l'acuité devait apparaître quelques années plus tard.

Mais la dévaluation de la livre sterling et de ses satellites, couronnes danoise, norvégienne et suédoise, a eu des conséquences d'une autre portée.

Si considérables même, qu'il est fort probable qu'au nombre des causes principales qui ont motivé l'abandon par la Grande-Bretagne de l'étalon-or, se place le dessein de redresser la balance britannique des comptes en octroyant délibérément à l'armement anglais des prix de revient largement améliorés par la chute de la monnaie. C'est, en effet, sur la place de Londres, qui contrôle les transports maritimes du monde entier, que se fixe le prix des frets. Et, comme les prix de revient des armateurs anglais ne se sont point accrus en livres dépréciées, nos voisins ont pu maintenir sur le marché mondial les prix de transport en monnaie-papier au même indice nominal que lorsqu'ils étaient exprimés en monnaie d'or.

D'où un énorme dumping en faveur des marines anglaise et scandinave, *rendant pratiquement impossible toute concurrence du pavillon français*.

On voit dans quel état d'infériorité la marine marchande française est aujourd'hui contrainte de lutter péniblement, pour préserver ce qui lui reste d'un trafic incessamment déclinant.

Les difficultés présentes, résultant des mesures de défense économique du pays, de la guerre douanière ouvertement pratiquée et des désordres monétaires, sont, au surplus, venus s'ajouter à celles qui se sont de tout temps présentées à nos armateurs.

L'industrie maritime française a, en effet, effectué toujours ses opérations dans des conditions défavorables, résultant, à la fois, de la situation géographique du pays, de sa législation douanière, et de la nature même de notre commerce extérieur.

Au point de vue géographique, la France se trouve sur la route de tous les navires des

autres puissances maritimes, alors que ces pays ne se trouvent pas sur la route de nos bateaux.

Les ports de Boulogne, du Havre et de Cherbourg sont naturellement desservis par les lignes anglaises, allemandes, hollandaises ; par contre, l'armement français ne saurait desservir les ports européens sans reculer ses têtes de lignes.

Une constatation identique peut être faite en ce qui concerne nos ports méditerranéens pour les lignes étrangères vers les pays d'Extrême-Orient.

De sorte que les longs-courriers français sont contraints de laisser en dehors de leur itinéraire des ports aussi importants que Hambourg, Anvers, Londres ou Rotterdam.

A cette cause permanente d'infériorité du pavillon français, s'ajoute celle qui réside dans la nature même des marchandises que nous transportons : d'une façon générale, l'exportation française porte surtout sur des objets fabriqués ou sur des produits de luxe de faible poids, qu'il faudrait pouvoir

combinaison avec une forte proportion de marchandises lourdes pour constituer des chargements complets à destination de l'étranger.

Malheureusement, ces matières pondéreuses se trouvent en quantité tout à fait insuffisante dans les ports français. Dans l'ensemble, le fret français, fret « de complément », convient beaucoup mieux aux navires étrangers d'escale dans nos ports qu'aux bateaux ayant leur port d'attache en France.

Enfin, l'économie française est traditionnellement protectionniste et, bien avant l'instauration du régime de contingentement

et de représailles qui a consommé l'asphyxie de notre commerce extérieur, ce protectionnisme a largement restreint le champ d'action de l'industrie maritime.

Les charges financières qui grèvent l'armement français sont, au surplus, considérables. A la fin de la guerre, la flotte française, qui comptait, en 1914, 2.550.000 ton-

neaux de jauge brute, se trouvait réduite à 1.400.000 tonneaux, tant par suite des pertes résultant de la guerre sous-marine que du vieillissement prématuré des navires soumis, durant quatre ans, à un trafic intensif.

Un effort de reconstitution était donc immédiatement indispensable. Malheureusement il ne put s'accomplir que dans des conditions très onéreuses pour nos armateurs, car la plupart des chantiers français de constructions navales avaient été détournés de leur destination normale et affectés en quasi-totalité à la fabrication de l'artillerie et des munitions, alors que les chantiers anglais et américains construisaient, au

contraire, à force pour remplacer le tonnage coulé par les sous-marins allemands.

L'armement français s'est ainsi trouvé conduit, non seulement pendant les hostilités, mais immédiatement après l'armistice, à acheter des navires à un prix extrêmement élevé, les vendeurs profitant évidemment des circonstances exceptionnelles où l'on se trouvait. Des bateaux ont été acquis à cette époque jusqu'au prix exorbitant de 3.000 francs la tonne de jauge ! D'ailleurs, la France a été nettement défavorisée dans la répartition du tonnage allemand capturé,

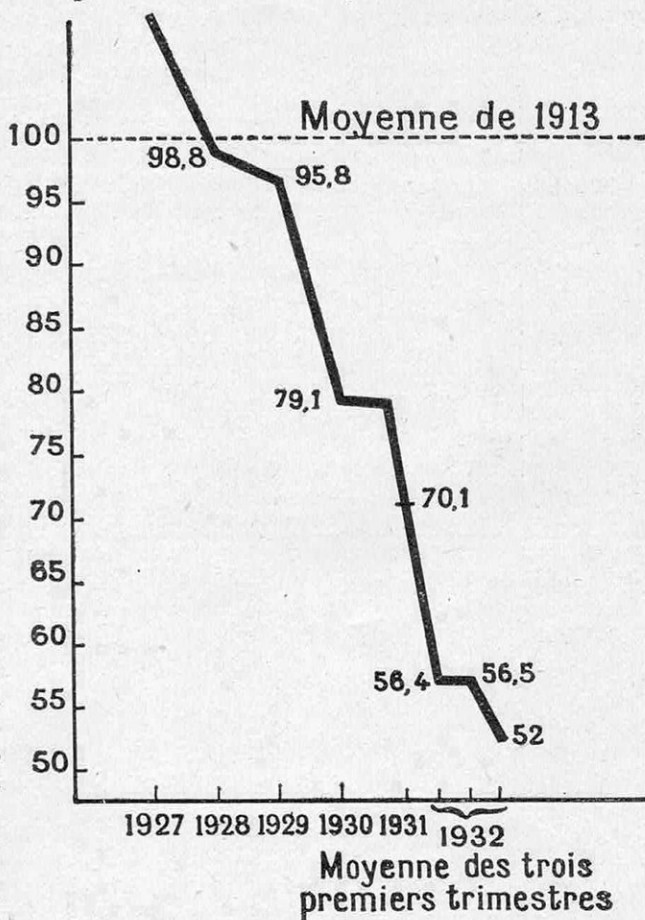


TABLEAU I MONTRANT LA CHUTE DU COURS DU FRET PENDANT CES DERNIÈRES ANNÉES (BASE-OR)

*Le fret, qui, en 1928, était encore au cours moyen de 1913, est tombé presque à la moitié à la fin de 1932.*

ou livré, en exécution du traité de paix. Notre pays obtint seulement 208.000 tonneaux sur les 921.000 qu'il avait perdus ; ces navires ex-ennemis furent cédés à l'industrie maritime à des conditions onéreuses, leur valeur étant déterminée à un moment où le tonnage était fort élevé.

Il en résulte pour nos entreprises de navigation (tant en intérêts qu'en amortissement du capital engagé dans ces acquisitions à trop haut prix) des charges supplémentaires que certains spécialistes évaluèrent à la somme énorme de 350 millions par an.

Enfin, l'application de la loi du 2 août 1919, limitant à huit heures la journée de travail, a imposé à la marine marchande française une réglementation qu'elle est seule à supporter, tous les autres pays maritimes s'étant énergiquement refusés à imposer à leur armement un pareil handicap, en dépit des efforts considérables déployés par le Gouvernement français et par le Bureau international du Travail pour internationaliser cette limitation du travail.

Les armements étrangers, et en particulier l'armement britannique, ont estimé qu'en raison des difficultés pratiques tenant spécifiquement à la navigation, notamment en ce qui concerne le personnel de pont, dont un certain nombre d'heures de travail consiste en de la présence pure et simple, comme aussi par suite des lourdes charges d'exploitation qu'elle ne manquerait d'entraîner, l'application des « huit heures » à bord de leurs navires demeurerait inopportune, tout spécialement dans les conjonctures présentes. L'importance de cette surcharge

d'exploitation, tant par l'augmentation des effectifs devenus nécessaires que par le jeu des heures supplémentaires payées au personnel, a été estimé, en 1922, au lendemain même du vote de la loi, à 133 francs par tonneau de jauge pour les navires à passagers, à 106 francs pour les navires mixtes et à 84 francs pour les vapeurs de charge.

Quelques exemples montreront, au surplus, la flagrante infériorité résultant, pour la marine marchande française, de cette limitation des heures de travail.

Un cargo anglais de 1.500 tonnes de portée en lourd ne comporte que 15 hommes d'équipage alors que le même navire navigant sous pavillon français, en possède 20.

Un vapeur norvégien de 1.000 tonneaux navigue avec 20 hommes d'équipage (officiers compris), mais un bateau français du même tonnage doit en enrôler 35.

L'équipage d'un cargo italien de 4.000 tonnes de portée, en lourd, n'est que de 24 hommes (officiers compris) alors qu'un cargo

français semblable comprend un équipage total de 38 hommes. Ces comparaisons permettent de se faire une idée exacte de la situation gravement préjudiciable créée à l'Armement de notre pays sur le marché international, où la concurrence, nous l'avons constaté, joue sans limites.

Et sous cette accumulation de facteurs adverses, la marine marchande française, laissée jusqu'à ce jour sans aide efficace de la collectivité, doit faire face à une concurrence étrangère qui, elle, est, dans presque tous les pays, puissamment appuyée par de larges subventions officielles ou officieuses.

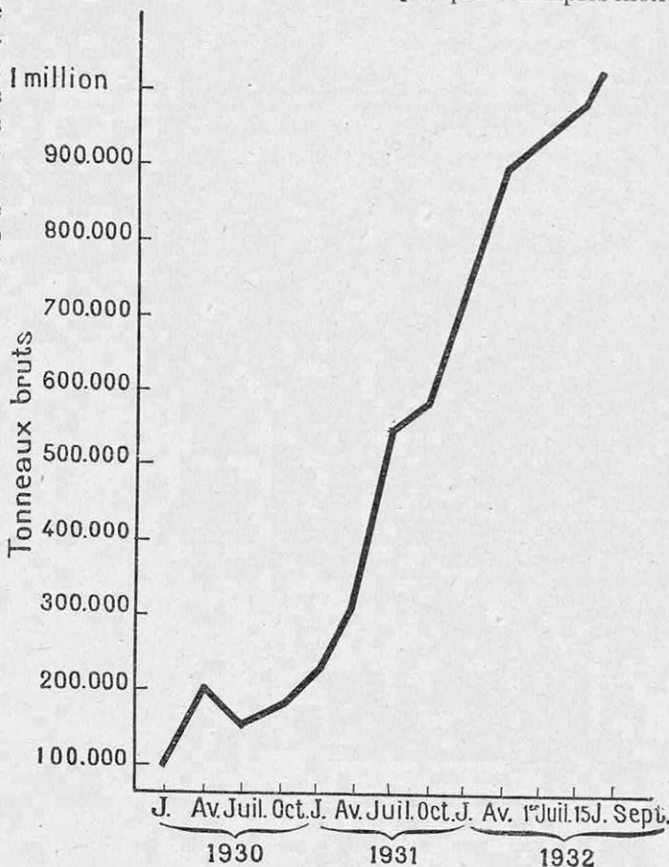


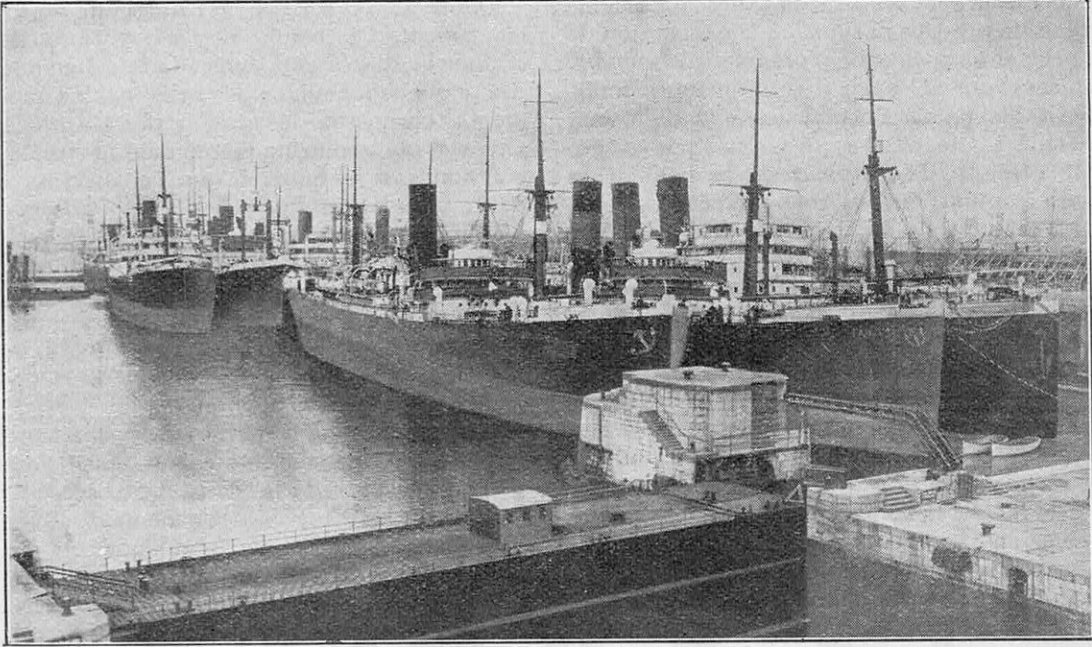
TABLEAU II. — GRAPHIQUE DONNANT LE TONNAGE BRUT DÉSARMÉ EN FRANCE

Ce tonnage désarmé est passé, en moins de trois ans, de 100.000 à 1 million, soit un tiers de la flotte française totale.

Les grandes nations maritimes ont, en effet, cédé au désir, les unes de conserver la situation prépondérante qu'elles avaient acquise dans les transports maritimes, les autres au souci de libérer leur commerce extérieur du tribut qu'il payait au pavillon étranger. Cette concurrence forcenée d'armements navals, qui s'est traduite par la pléthore de moyens de transports que nous évoquions plus haut, engageait fatalement les pays antagonistes dans la voie d'une poli-

entreprises italiennes de navigation. Grâce à une contribution massive du Trésor public, les lignes commerciales italiennes ont été étayées, fédérées et réorganisées dans des conditions telles que la mainmise du gouvernement sur l'Armement est, aujourd'hui, quasi complète, alors que, pour les navires non subventionnés qui restent encore en exploitation, un régime de primes à la navigation vient d'être mis en vigueur.

L'âpreté de cette concurrence navale



CETTE PHOTOGRAPHIE, PRISE DANS UN PORT FRANÇAIS, MONTRE COMBIEN SONT NOMBREUX LES NAVIRES DÉARMÉS ATTENDANT LA FIN DE LA CRISE

*Cette vue typique illustre, d'une manière saisissante, l'intensité du marasme économique dans lequel se trouve actuellement la marine marchande française.*

tique de soutien de leur flotte marchande.

Cette politique s'est tout particulièrement affirmée depuis l'ouverture de la grande crise que nous traversons : subventions directes, primes à la construction et à la navigation, compensations douanières, avances spéciales, organisation de crédits maritimes, toutes les formes d'encouragement et de soutien ont été pratiquées par des pays comme l'Angleterre, les Etats-Unis, le Japon, la Hollande, l'Espagne et même l'Allemagne, en dépit de ses difficultés financières sérieuses.

Mais, de tous les pays d'Europe, l'Italie est celui où l'Etat apporte à l'industrie maritime le système de protection le plus complet et le plus large ; l'Etat fasciste a réalisé une concentration gigantesque des

a atteint son point culminant dans la lutte qui s'est instituée entre les grands pays maritimes pour la suprématie sur le « ruban bleu » de l'Atlantique.

Dès avant la guerre, le duel anglo-allemand sur les lignes d'Amérique en Europe s'était traduit par le lancement successif, en Angleterre, des grands paquebots *Mauretania* et *Lusitania*, auxquels l'armement allemand répondit par la mise à flot de steamers de plus en plus puissants et rapides. Une âpre compétition s'était instituée pour battre, dans la traversée de l'Atlantique, les records de vitesse que les antagonistes se ravissaient réciproquement, de voyage en voyage.

Ce match de vitesse et de puissance a repris depuis la fin de la guerre, mais

le nombre des concurrents s'est accru. A la construction des grands « liners » allemands *Bremen* et *Europa*, la marine française a répondu par le lancement de paquebots de plus en plus vastes et de plus en plus luxueux.

L'*Ile-de-France* a, un moment, battu tous ses rivaux. Pas longtemps cependant, car l'Italie s'est empressée de lancer sur ses lignes d'Amérique deux nouveaux bateaux à grande vitesse, le *Rex* et le *Conte di Savoia*. Et on a été ainsi conduit, par le jeu d'une concurrence exacerbée par des considérations de prestige national, à la conception de ces gigantesques unités comme le *Normandie*, solennellement lancé il y a quelques mois, véritable palais flottant capable de transporter, à une vitesse qui n'avait pas encore été atteinte, l'équivalent de la population entière d'une de nos sous-préfectures !

Il est superflu de préciser que la construction de semblables unités dépasse, et de beaucoup, les moyens financiers des compagnies de navigation même les plus puissantes.

Tous les pays engagés dans la lutte pour la suprématie sur l'Atlantique ont dû intervenir par de larges subventions ou par des avances et faire intervenir le crédit public.

Il a fallu la chute de la livre sterling et les difficultés financières qui l'ont déterminée, pour amener la Grande-Bretagne à abandonner la construction du paquebot géant qui devait répondre au *Normandie*, et encore cette décision n'a-t-elle pas été sans susciter chez nos voisins, où l'amour-propre est si vif touchant les choses de la mer, un sentiment profond de déception et de malaise national.

L'ardeur de cette lutte a, sans doute, contribué à faire perdre de vue les notions exactes de rentabilité des énormes capitaux engagés dans la construction d'unités aussi

considérables dont les frais d'exploitation s'expriment par millions à chacun de leurs voyages.

Il est juste, d'ailleurs, de reconnaître que leur conception date d'une période où aucune crainte ne s'était encore manifestée touchant le déclin de la prospérité inouïe qui régnait alors dans le monde, à un moment où nul ne soupçonnait la gravité de la crise qui allait affecter, dans des proportions inimaginables, le trafic maritime tant en marchandises qu'en passagers.

Quoi qu'il en soit, ce bref rappel de l'âpre concurrence, à coups de subventions et d'avances, que se sont livrée, dans le domaine des paquebots de ligne, les principaux armements européens, éclaire parfaitement la situation de la marine marchande mondiale.

Comme on comprend que les dirigeants de la Compagnie française, propriétaire du *Normandie*, aient éprouvé le désir, le jour même du lancement de ce navire, d'adresser un appel à la sagesse et à la coopération des armements et des constructeurs antagonistes, afin de mettre un terme à une lutte qui, dans les conjonctures présentes, risque de devenir meurtrière pour tous.

Mais, en attendant qu'un tel appel ait été entendu, l'Armement français — en dehors des services postaux ou de passages subventionnés par l'Etat — l'Armement libre, qu'il s'agisse de lignes régulières ou de « tramping », c'est-à-dire de navires sans itinéraires réguliers, est aujourd'hui quasi seul, en Europe, à lutter par ses propres moyens contre une concurrence étrangère puissamment soutenue par les pouvoirs publics, dans les conditions déplorable que nous avons esquissées.

La passivité, en présence d'un tel état de choses, serait incontestablement pour l'économie française la solution la plus onéreuse.

ROGER MAGADOUX.

*Crise économique, chômage intense : telles sont les caractéristiques de l'évolution de l'économie moderne depuis quatre ans. Aussi vient-il à l'idée de toutes les nations de remédier à cet état de choses en cherchant tous les moyens de donner du travail à l'ouvrier, sous le signe de l'outillage national. Les grands canaux, les grands tunnels, les grands réseaux, les grandes gares, les grands ports sont partout en voie d'achèvement. En France, la Compagnie de l'Est creuse un nouveau tunnel de 8 km 500 sur la ligne Mulhouse-Epinal, sous le prétexte d'abrèger de 52 kilomètres le parcours entre ces deux villes. En réalité, cette nouvelle percée des Vosges complète notre réseau stratégique. Il est maintenant question de percer le Mont Blanc, au moyen d'un tunnel routier, entre Chamonix et Entrèves (vallée d'Aoste), sur 12 km 600, situé à 1.300 mètres d'altitude. Ainsi, une nouvelle route internationale mettrait en relations Paris et la vaste région de l'Italie du Nord.*

# VOICI L'EXCAVATEUR LE PLUS PUISSANT DU MONDE

Par Y. LEIMARCH

*L'exploitation de certains minerais ou matières premières de faible valeur exige, pour être rémunératrice, une rationalisation à outrance. Aussi s'efforce-t-on de créer des appareils d'extraction toujours plus puissants pour diminuer le prix de l'opération. C'est ainsi que les mines de lignite allemandes utilisent des excavateurs géants susceptibles d'extraire plus de 1.400 tonnes à l'heure! C'est prodigieux. Jusqu'ici, les appareils de ce genre n'avaient guère qu'un débit moitié moindre, et, pour pouvoir effectuer le même travail à la main, il aurait fallu des centaines d'ouvriers : « la relève des hommes par la machine ».*

**A** notre époque de « rationalisation » à outrance, chaque entreprise humaine cherche à réaliser, grâce à un outillage toujours plus perfectionné, des économies de main-d'œuvre et, par suite, un abaissement des prix de revient.

Sous ce rapport, la crise économique actuelle n'a pas provoqué partout, comme on eût pu le croire, une réaction contre cette tendance nouvelle. C'est qu'en effet l'effondrement du prix des matières premières exige une exploitation rationalisée à outrance, si l'on veut qu'elle ne soit pas déficitaire.

Pour l'extraction de certains minerais et matières premières de relativement faible valeur, par exemple, c'est une nécessité vitale d'utiliser des appareils de plus en plus puissants. En voici un exemple frappant : l'exploitation du lignite.

## L'excavateur à lignite « dernier cri »

On sait que le lignite est un charbon naturel intermédiaire entre la tourbe et la houille. D'origine végétale, comme les autres, mais de formation beaucoup plus récente que la houille, son pouvoir calorifique est très inférieur.

Aussi, pendant longtemps, les mines de lignite ont-elles été peu exploitées. Les pays latins sont d'ailleurs relativement défavorisés sous ce rapport, et c'est surtout en Europe Centrale, et en particulier en Allemagne, que se trouvent les gisements les plus riches. L'exploitation se fait dans des carrières à ciel ouvert. C'est pendant et depuis la guerre que cette exploitation s'est développée pour faire face aux besoins de défense nationale. A l'heure actuelle, l'industrie chimique absorbe la plus grande partie de ce lignite. Les fameuses usines de

la Leuna (1), en particulier, sont alimentées par les mines voisines, dont le lignite est utilisé à la fois comme combustible et comme matière première des diverses fabrications. Parmi celles-ci, signalons, en particulier, la préparation de l'essence synthétique que nos voisins activent de plus en plus, en prévision d'un conflit éventuel... Quoi qu'il en soit, pour que ces fabrications ne soient pas trop onéreuses, il est absolument indispensable que l'extraction du combustible, qui doit se faire en quantités énormes, soit réalisée aussi économiquement que possible. Cette extraction à ciel ouvert s'y prête d'ailleurs assez bien, et c'est ce qui explique le magnifique rendement que l'on a pu obtenir des machines excavatrices qui y sont actuellement utilisées.

Les machines excavatrices modernes sont de diverses sortes (2), suivant les travaux qu'elles ont à effectuer. Les pelles mécaniques sont utilisées surtout pour les travaux généraux d'excavation, tels qu'on les pratique dans les villes pour la construction des immeubles. Elles sont constituées essentiellement par un godet porté au bout d'un bras mobile à qui l'on fait exécuter tous les mouvements mécaniques pour piocher, soulever la pelle, et la vider ensuite dans le wagonnet de transport. L'appellation « pelle mécanique » est donc tout à fait exacte, puisque le travail reproduit — en grand — celui du terrassier.

Mais le travail à la pelle mécanique, même si celle-ci a une capacité de plusieurs mètres cubes, n'a qu'un rendement relativement limité.

Aussi, dans les exploitations de lignite,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 325.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 243.

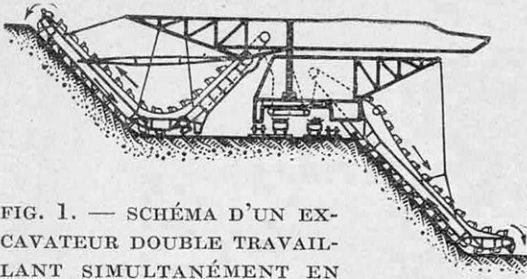


FIG. 1. — SCHÉMA D'UN EXCAVATEUR DOUBLE TRAVAILLANT SIMULTANÉMENT EN BUTTE (A GAUCHE) ET EN FOUILLE (A DROITE)

dont nous avons parlé ci-dessus, lui préfère-t-on l'excavateur à godets qui a un rendement infiniment supérieur. Dans ces appareils, l'excavation se fait au moyen d'une série de godets portés par une chaîne sans fin et qui viennent excaver les parois de la colline, soit en butte, c'est-à-dire la machine étant en contrebas, soit en fouille, c'est-à-dire la machine étant au sommet de la colline.

Depuis ces dernières années, on a créé des machines de ce type de plus en plus importantes. Celle représentée figure 4 et sur la couverture du présent numéro est certainement l'une des plus puissantes.

Elle peut, en effet, excaver plus de 1.400 mètres cubes de lignite à l'heure pour les déverser dans des wagons.

A cet effet, elle se déplace sur deux voies de chemin de fer écartées de 9 mètres. Elle pèse 800 tonnes et son poids est réparti sur quatre-vingts roues. Signalons, à ce sujet, qu'un dispositif d'équilibrage hydraulique

permet, à chaque instant, de répartir également le poids sur toutes les roues.

La chaîne à godet, portée par un bras de 35 mètres, peut travailler aussi bien en butte qu'en fouille. Elle est portée avec son dispositif de commande sur un plateau tournant qui permet de la placer dans n'importe quelle direction. Le lignite vient se déverser sur des wagons qui passent sous le portique monté sur les deux chariots-supports qui roulent sur les voies.

Par rapport aux machines précédemment construites, son rendement est supérieur d'environ 20 %.

Au lieu de wagons rassemblés en trains, on peut, d'ailleurs, utiliser également des wagonnets, munis d'un dispositif de traînage à chaînes, qui amènent directement et d'une façon continue le lignite à la briqueterie où il est traité en vue de son utilisation ultérieure. La série des opérations, jusqu'à l'arrivée à la briqueterie, est alors entièrement automatique.

**Pourquoi de tels excavateurs, coûtant plus de 10 millions, sont de plus en plus répandus en Allemagne**

Il existe, par ailleurs, d'autres machines du même genre, mais qui comportent alors deux chaînes à godets, l'une travaillant en fouille, tandis que l'autre travaille en butte (voir schéma fig. 1).

De telles machines « compound » peuvent

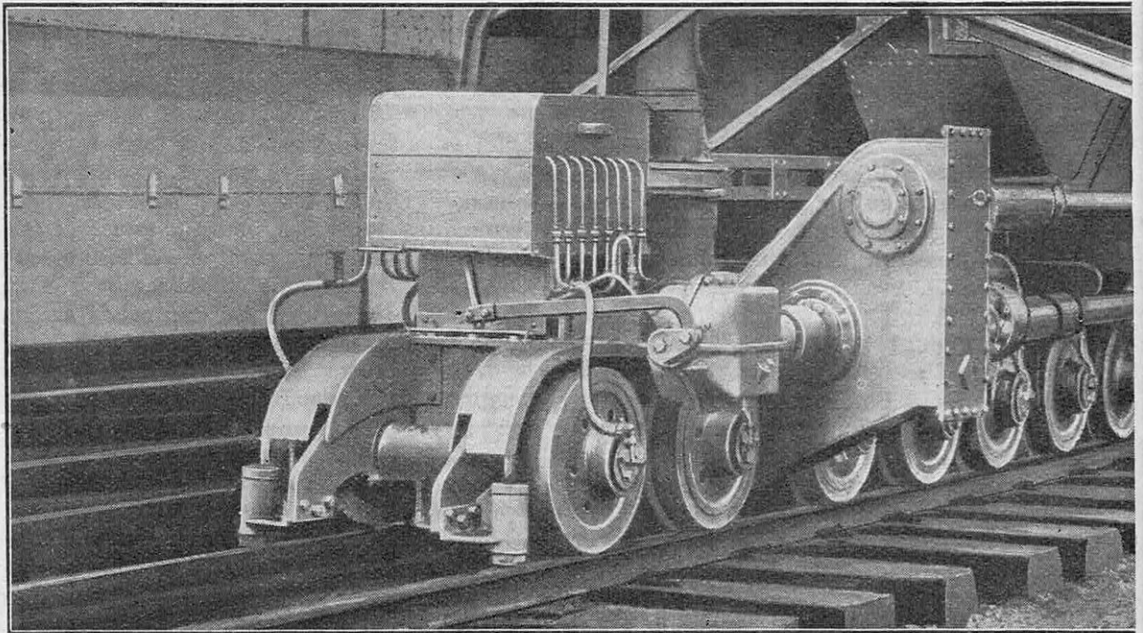


FIG. 2. — L'EXCAVATEUR GÉANT REPRÉSENTÉ FIGURE 4 PÈSE PLUS DE 800 TONNES ;



avoir un rendement atteignant 2.000 mètres cubes à l'heure. C'est certainement un chiffre record. Mais l'extraction du « lignite » proprement dit ne constitue en lui-même qu'une partie de l'exploitation. Il faut, en effet, avant d'atteindre les couches de lignite, pouvoir les mettre à jour et, pour cela, extraire les « déblais » ou « stériles » qui les masquent, et les déverser en un endroit où ils ne peuvent gêner. On pourrait, évidemment, utiliser à cet effet les mêmes excavateurs que pour les lignites et amener les déblais excavés, par des wagons ou des wagonnets, à l'endroit de déversement. Mais ces opérations seraient encore trop compliquées et trop coûteuses. Aussi a-t-on mis au point des « excavateurs déverseurs » spéciaux, qui permettent aujourd'hui de supprimer presque complètement la main-d'œuvre pour ce travail. Ils peuvent fonctionner soit au moyen de chaînes à godets, soit au moyen de bandes transporteuses. Dans ce dernier cas, ces bandes sont portées par des bras giratoires et relevables pouvant atteindre 50 mètres de portée et 20 mètres de hauteur de chute, cette hauteur de chute permettant un entassement plus dense et, par suite, plus solide, des stériles.

Mais, lorsque les déblais doivent être transportés à une certaine distance, on utilisera de préférence des ponts transbordeurs spéciaux à bande, tels que celui représenté schématiquement sur la figure 3. Les

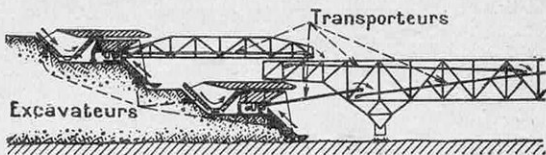


FIG. 3. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION COMBINÉE COMPORTANT DEUX EXCAVATEURS DOUBLES (VOIR FIGURE 1)

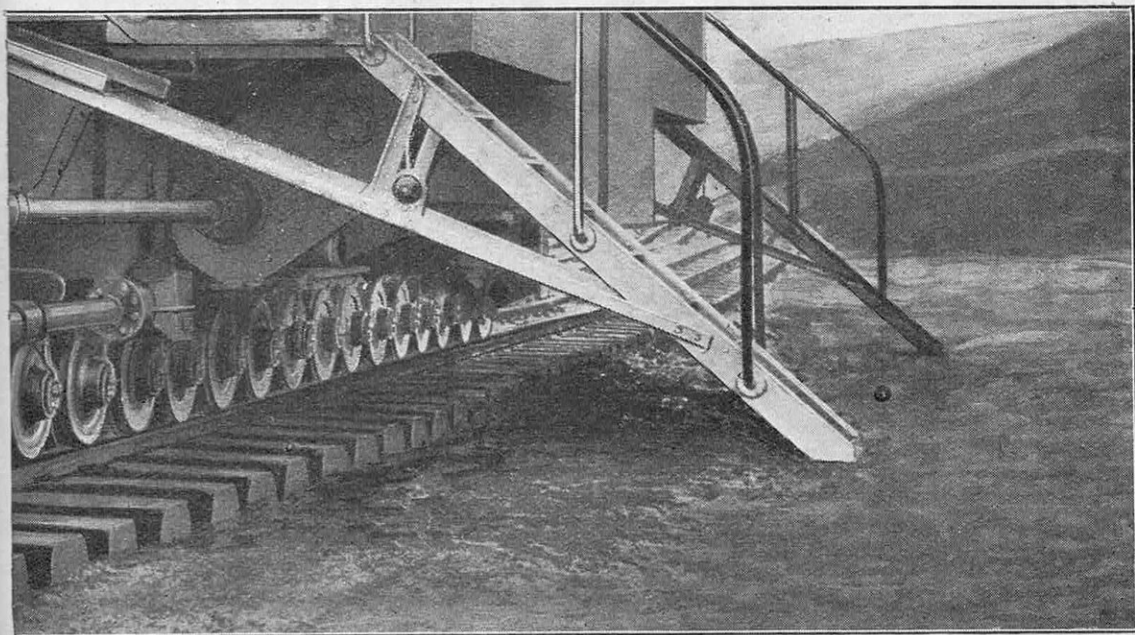
*Cette installation est utilisée pour l'enlèvement des déblais. Ceux-ci, extraits par les excavateurs, sont amenés sur des transporteurs (tapis roulants), qui les déversent à l'endroit prévu à cet effet et qui est souvent éloigné de plusieurs centaines de mètres.*

déblais excavés par les excavateurs doubles sont transportés par bandes à une bande commune centrale, portée par le pont transbordeur, qui les amène à l'endroit où doit être effectué le déversement.

Ainsi, l'extraction, le transfert, et le déversement se font-ils d'une manière continue avec le minimum de main-d'œuvre.

On se rendra compte facilement qu'avec un tel outillage, et bien que celui-ci soit extrêmement coûteux, il soit possible d'exploiter les mines de lignite avec un rendement suffisant, et c'est ce qui explique l'énorme développement des installations de ce genre, en Allemagne.

À l'heure actuelle, plusieurs centaines d'excavateurs sont, en effet, en service dans les différentes mines de ce pays, et leur nombre s'accroît sans cesse. Y. LEIMARCH.



AUSSI EST-IL PORTÉ PAR QUARANTE PAIRES DE ROUES RÉPARTIES SUR DEUX VOIES

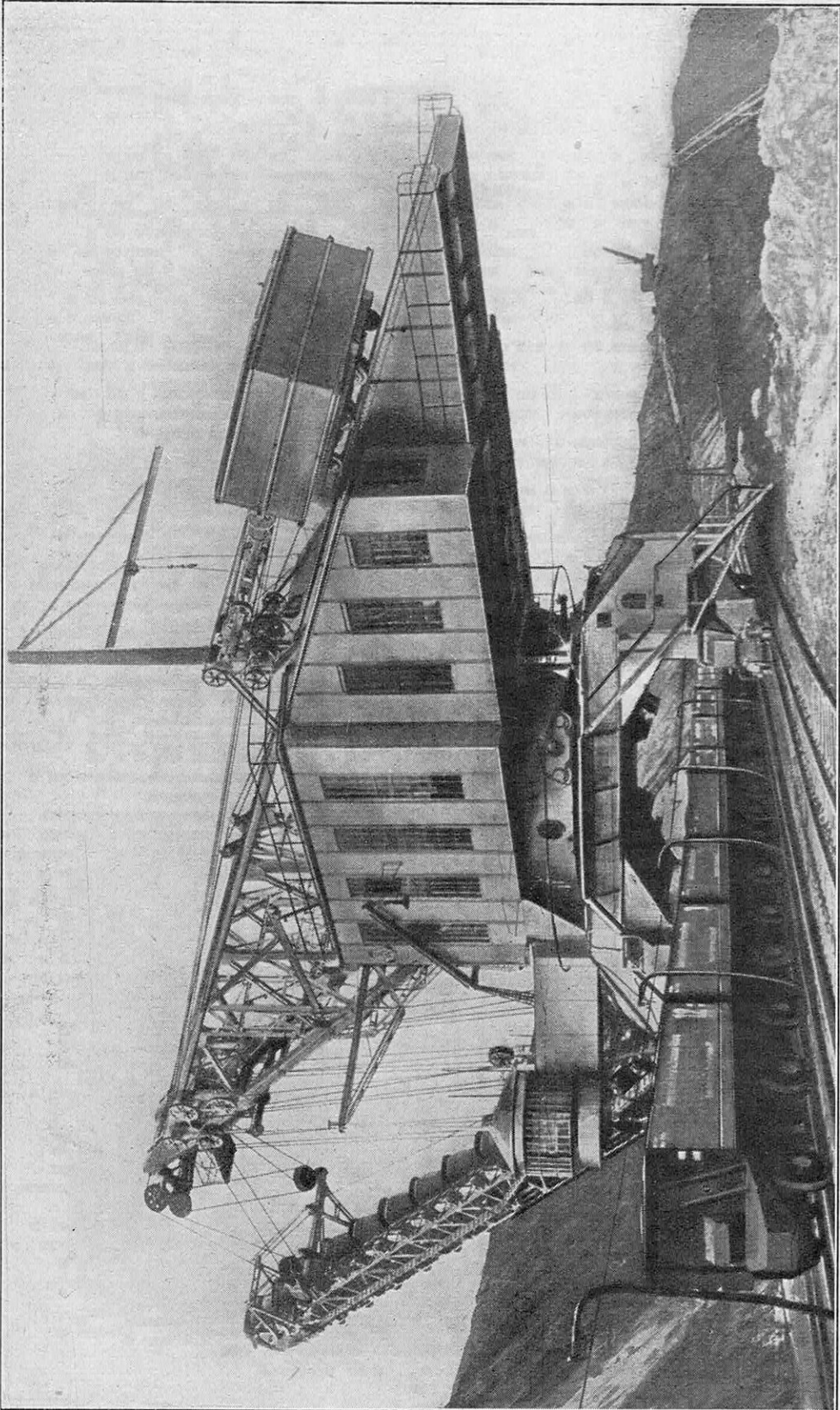


FIG. 4. — VOICI L'EXCAVATEUR GÉANT QUI VIENT D'ÊTRE MIS EN SERVICE DANS UNE CARRIÈRE D'EXTRACTION DU LIGNITE, EN ALLEMAGNE  
*Cet excavateur, qui peut extraire 1.400 tonnes de lignite à l'heure, les déverse dans les wagons placés au-dessous.*

# LA CARROSSERIE AUTOMOBILE SERA-T-ELLE VRAIMENT AÉRODYNAMIQUE ?

Par Georges LEROUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

*Nous avons déjà exposé ici (1) pourquoi la carrosserie dite « classique », en automobile, est antirationnelle. Elle entraîne, en effet, aux grandes vitesses, une consommation de puissance énorme pour surmonter la résistance de l'air, d'où perte de temps et d'argent. Une évolution très nette se manifeste cependant depuis peu : de nombreux constructeurs cherchent aujourd'hui à nous offrir des voitures profilées qui marquent déjà un réel progrès, mais il reste encore beaucoup à faire. L'automobile de demain ressemblera-t-elle d'avantage à l'avion? C'est une solution à envisager, et nous montrons ici quels principes doivent présider à cette transformation morphologique.*

**L**E Salon de 1932 a marqué, à notre sens, une étape dans le développement de la technique automobile. Trois grands problèmes, jusque là réservés par les constructeurs, ont été résolument abordés : celui de la suspension par roues indépendantes, celui de la transmission (changement de vitesse semi-automatique et roue libre) et celui de la pénétration des carrosseries dans l'air.

L'importance des deux premiers n'échappe à personne. Quant au troisième, il a soulevé et soulève tant de polémiques qu'il nous semble utile d'y revenir dans cette revue et de chercher à mettre une fois de plus ne relief son intérêt.

Déjà un certain nombre de faits ont prouvé la nécessité d'une étude aérodynamique des carrosseries. La plupart des records ou raids sensationnels de ces dernières années ont été accomplis, en effet, avec des voitures profilées. Nous devons même affirmer qu'ils n'ont été réussis que grâce à l'heureux profil des carrosseries.

Ces faits ont eu le double avantage d'intéresser les constructeurs à la question des formes de moindre résistance et d'habituer peu à peu le public aux lignes nouvelles.

## La résistance de l'air sur une surface en mouvement se manifeste de différentes façons

L'être humain, soumis à un violent courant d'air, est surtout sensible au choc de molécules d'air et au glissement du fluide sur la surface antérieure du corps ; tout naturellement, l'idée lui vient de chercher à supprimer le choc et à faciliter le glissement de

l'air en offrant au fluide des surfaces non plus normales, mais fuyantes, c'est-à-dire en forme de cône ou de coupe-vent.

En réalité, le problème est beaucoup plus complexe, et un exemple très simple fera ressortir ses difficultés.

Si l'on considère, par exemple, un plan  $P$  se déplaçant dans l'air avec une vitesse  $V$  (fig. 1), on constate que le mouvement a tout d'abord pour double effet de comprimer l'air sur la face antérieure et de créer un vide relatif en arrière.

L'air comprimé tend ensuite à s'échapper tout autour de la surface d'attaque, d'où glissement et, au moment où ils atteignent la périphérie, décollement des filets d'air. Il se produit donc deux résistances de valeur inégale, l'une de frottement sur la surface, l'autre de décollement à la périphérie.

Enfin, les filets d'air, qui se sont échappés tout autour de la surface et possèdent une certaine vitesse, décrivent vers l'arrière des trajectoires plus ou moins longues, selon leur vitesse initiale, la forme de la surface et la valeur de la dépression. Ces trajectoires sont généralement de forme tourbillonnaire et l'on constate, plus ou moins loin en arrière du plan, des tourbillons alternés — dits de Karmann — dont l'importance va en diminuant jusqu'à la zone assez éloignée où l'air est redevenu calme.

La résistance de l'air se manifeste donc par les phénomènes suivants :

*A l'avant* : Compression ;

Glissement avec frottement des filets d'air ;

Décollement à la périphérie.

*A l'arrière* : Dépression ;

Mouvements tourbillonnaires.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 184, page 311.

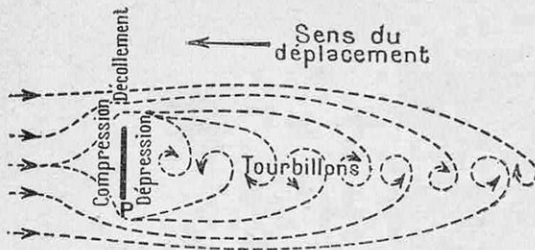


FIG. 1. — DISPOSITION DES TOURBILLONS D'AIR QUI SE FORMENT DERRIÈRE UN PLAN SE DÉPLAÇANT VERS LA GAUCHE

Ces phénomènes ont pour cause la compressibilité et la viscosité de l'air ; avec un fluide incompressible et non visqueux, la résistance à l'avancement serait nulle.

Ils ont pour effet un mouvement des filets gazeux qui, par frottement et décollement, produit une série de résistances dites « superficielles ». Pour un même solide en mouvement, ces résistances dépendent de la nature du fluide déplacé.

De même, pour un fluide donné, la résistance à l'avancement varie considérablement avec la surface exposée directement au fluide (maître-couple) et la forme du mobile. Selon la surface d'attaque, tel ou tel phénomène prend une importance particulière. Il est bien évident qu'une surface concave (fig. 2) donne une résistance particulièrement grande à l'avant ; au contraire, avec un dispositif convexe (fig. 2), ce sont les phénomènes arrière : dépression et tourbillons, qui deviennent prépondérants. Il y a donc des « résistances de forme », que l'on peut réduire dans une large mesure en donnant au mobile un « profil aérodynamique ».

Il est, d'ailleurs, à peu près impossible de les déterminer *a priori*. C'est dire qu'en ce domaine l'expérience est souveraine et que, seule, une mesure expérimentale peut indiquer les formes et angles d'attaques les plus favorables, pour une vitesse donnée, à la moindre résistance du fluide.

### Quelles sont les formes les mieux appropriées à la pénétration dans l'air ?

Nous avons surtout examiné jusqu'ici l'exemple, tout à fait théorique, d'un plan. En pratique, ce n'est pas une surface, mais un volume qui se déplace dans l'air.

Examinons d'abord ce qui se passe lorsque ce volume a sa partie antérieure dessinée en « coupe-vent », c'est-à-dire formée par deux plans *A* et *B* (fig. 3). Tel est, par exemple, le cas de la partie antérieure d'une carrosserie

d'automobile dont le radiateur est incliné.

Nous savons que les filets d'air vont glisser sur le plan incliné *A* et décoller le long d'une ligne *a*. En *C* existera donc une zone de dépression et de tourbillons. Si la carrosserie se prolonge par une toiture *CD* sensiblement parallèle au sol, dépression et tourbillons seront faibles. A partir d'une certaine ligne, les filets d'air suivront la toiture sans donner lieu à des frottements bien importants.

Si, au contraire, les filets d'air rencontrent un obstacle tel que *EFG* (partie supérieure d'une conduite intérieure), il se produit des remous et un changement dans la direction des filets fluides. Par conséquent, de nouvelles résistances, d'autant plus grandes que la face *EF* (pare-brise) sera plus verticale et plus haute, prendront naissance.

Un pare-brise très incliné limite cette seconde série de résistances en diminuant les remous et en facilitant l'écoulement des filets d'air vers le toit de la voiture. Mais, de toutes façons, il est difficile d'éviter que la partie antérieure de la toiture ne corresponde à une zone de résistances.

Nous avons raisonné dans l'hypothèse d'une surface d'attaque *A* lisse et fermée. En pratique, il en est rarement ainsi. Le plan *A* est constitué par le radiateur, surface perforée et très rugueuse. Une partie des filets d'air traverse la face d'attaque et pénètre sous le capot ; le reste se heurte aux aspérités du radiateur. Malgré l'inclinaison du plan, le rendement aérodynamique est tout à fait médiocre.

De même, le fait que le pare-brise se trouve souvent levé et qu'une partie des filets d'air pénètre dans la carrosserie, rend inopérante, pour les filets d'air inférieurs, l'inclinaison de la face *EF*. De forts remous se produisent, par conséquent, dans la région *E*.

On doit cependant admettre que, grâce à l'inclinaison des faces d'attaque, la majeure partie des filets d'air s'échappent vers le haut et suivent le toit de la carrosserie. Si ce toit a une longueur suffisante, les remous s'apaisent peu à peu et l'on peut considérer qu'à par-

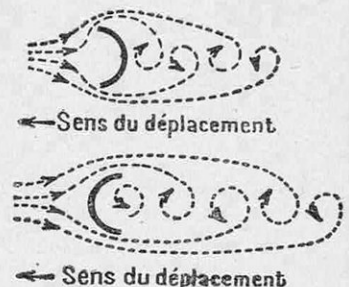


FIG. 2. — DISPOSITION DES TOURBILLONS D'AIR QUI SE FORMENT DERRIÈRE UNE SURFACE CONCAVE OU CONVEXE SE DÉPLAÇANT VERS LA GAUCHE

tir d'une certaine région  $F'$  les filets sont redevenus sensiblement parallèles.

Cette première partie de l'étude permet de conclure que l'inclinaison des surfaces avant facilite beaucoup le glissement des filets d'air vers l'arrière et améliore le rendement aérodynamique. Malheureusement, le gain ainsi obtenu est limité par la pénétration de l'air à travers le radiateur et sous le pare-brise. En outre, la solution de continuité créée par la partie horizontale  $C$  peut être une cause de résistances importantes, qui annulent encore une partie des avantages obtenus.

La meilleure solution serait de raccorder l'avant de la voiture à l'avant  $F$  du toit par une surface inclinée, plane ou plutôt cylindrique, qui puisse diriger les filets d'air d'une façon aussi régulière que possible vers la partie supérieure du toit, en limitant au maximum les dépressions et décollements dans la région  $F$ . A défaut, il importe de bien étudier les inclinaisons des faces d'attaque  $Aa$  et  $EF$  et de les calculer en fonction de la longueur de la partie horizontale  $C$ .

Nous devons insister sur la question de la direction à donner aux filets d'air. En effet, en raison de la pression qui règne en avant des faces d'attaque, l'air tend à s'échapper tout autour d'elles, c'est-à-dire non seulement vers le haut, mais aussi *sous la voiture* et de chaque côté d'elle. L'air qui s'échappe sous la voiture provoque de forts remous et, par conséquent, de sérieuses résistances ; il y a donc intérêt à entraîner les filets d'air vers le toit ou les côtés, par un angle d'attaque approprié. On limitera d'ailleurs les résistances sous la voiture en fermant celle-ci par un plancher aussi uni et aussi plan que possible.

Quant à l'air qui s'échappe de chaque côté, son action résistante est moindre si la voiture est fermée. Si, au contraire, les vitres sont baissées, des dépressions avec tourbillons s'établissent et le rendement diminue sensiblement. Il y a donc tout avantage, en ce cas, à guider les filets d'air exclusivement vers le haut.

Ces filets, avons-nous dit, suivent le plafond de la voiture ; à partir d'une certaine distance, sous réserve d'une forme appropriée de la toiture, ils redeviennent réguliers. Le gros point est alors de leur ménager des surfaces d'écoulement qui limitent les effets de la dépression et des tourbillons arrière.

La plupart des carrosseries anciennes sont terminées brusquement par une face plane  $GH$ . Derrière la voiture existe alors une

zone de très forte dépression, suivie d'une zone de tourbillons. La résistance à l'avancement devient considérable.

La présence d'une malle d'un certain volume peut améliorer légèrement la situation. Mais, très souvent, faute d'un exact calcul des proportions, le gain est annulé par les remous des filets d'air autour des parties en saillie de la malle et des roues de rechange.

En fait, la seule solution possible est d'envelopper l'arrière dans un capot entièrement profilé et ne présentant aucune aspérité. Pratiquement, il est assez difficile d'avoir un fuselage assez long pour que les filets d'air viennent se rejoindre à l'arrière sans créer de dépression sensible. Ce qui est possible sur un dirigeable ne l'est pas sur une voiture de tourisme, dont la longueur est nécessairement limitée.

Ce que nous avons dit de l'avant, de la toiture et du plancher inférieur est également vrai pour les faces latérales. Une voiture aérodynamique devant constituer un solide continu et lisse, tout ce qui, sur ces faces, peut créer un trouble dans la trajectoire normale des filets d'air : moulures, poignées, reliefs, fenêtres inutiles, etc., est à proscrire.

Nous avons raisonné, jusqu'ici, dans l'hypothèse de faces latérales sensiblement planes. Cette forme est assurément pratique, étant donné la largeur de caisse exigée par le confort des passagers. D'autre part, elle permet apparemment de simplifier le problème de l'aération intérieure. La majeure partie des filets fluides suivant le pare-brise incliné et la toiture profilée, il ne passe que relativement peu d'air de chaque côté de la carrosserie ; les fenêtres latérales ne créent donc pas, lorsqu'elles sont ouvertes, un trouble bien important. Mais, en revanche, l'aération est médiocre et très arbitraire.

C'est un tort de confondre le problème de l'éclairage, ou de visibilité, et celui de l'aération. Rationnellement, une voiture doit comporter des fenêtres non coulissantes, donnant le maximum de clarté, et des orifices spéciaux, judicieusement placés, assurant une aération parfaite. Il n'y a aucune raison, en effet, pour que l'emplacement convenant à une fenêtre soit systématiquement favorable à l'établissement d'une prise d'air.

En adoptant cette conception, il devient possible de diriger les filets d'air vers l'ensemble de la toiture et des côtés, et non plus seulement vers le haut. Cette meilleure répartition ne peut qu'accroître le rendement aérodynamique.

Théoriquement même, la carrosserie devrait être aussi soigneusement profilée en

coupe horizontale qu'en coupe verticale. N'était la question d'encombrement de la caisse, sa forme logique serait à peu près celle de la partie supérieure d'un dirigeable sectionné par un plan horizontal médian (fig. 3). Cela n'est, évidemment, pas possible, dans l'état actuel des choses, pour les voitures de série.

Nous avons dit quel intérêt il y avait à ce que l'extérieur de la carrosserie n'offrit aucun obstacle à l'écoulement de l'air. Parmi ces obstacles, deux mériteraient une étude particulière : le radiateur et les fenêtres. Ainsi semblerait-il intéressant d'assurer la réfrigération de l'eau du moteur et de l'intérieur de la caisse en captant la quantité d'air voulue à l'aide d'auvents et en l'évacuant ensuite, après l'avoir utilisée, selon un trajet rationnel.

Enfin, une autre série d'obstacles à la pénétration

est due au brassage de l'air par les roues de la voiture. Il est donc indispensable de protéger celles-ci, afin de soustraire le plus possible les

filets d'air aux remous qu'elles provoquent.

Pour l'arrière, la solution est relativement facile. Pour l'avant, il n'en est pas de même, les roues étant directrices et devant pouvoir pivoter librement hors de la masse de la carrosserie. Lorsque l'avant est étroit, la meilleure solution nous paraît être de séparer nettement les roues de la masse et de les protéger individuellement par un capot profilé. L'esthétique de la voiture ne peut d'ailleurs qu'y gagner.

### L'étude pratique des formes aérodynamiques se fait au tunnel

L'étude que nous venons de faire donne une première idée de ce qui devrait être fait pour améliorer le rendement aérodynamique des voitures. Mais le problème est bien trop complexe pour qu'on puisse le résoudre uniquement sur le papier. Seules l'expérience et la mesure permettent de trouver la meilleure solution.

Les mesures se font, en général, au tunnel, sur des maquettes. On soumet un modèle réduit de la voiture au vent régulier d'une soufflerie et on mesure l'effort résistant à l'aide d'une balance. Les divers procédés de mesure ont été déjà exposés dans un précé-

dent numéro (1) et nous n'y reviendrons pas.

Rappelons seulement que les résultats ne sont qu'approchés. Il n'y a pas, en effet, de « similitude aérodynamique » rigoureuse entre l'original et le modèle réduit. Si l'on travaille, par exemple, sur une maquette réduite linéairement au dixième, donc offrant à l'air une surface — ou maître-couple — cent fois plus faible que celle de l'original, on doit, avec les mêmes vitesses d'air, obtenir un effort résultant cent fois moindre. Or, ceci ne se vérifie pas, parce que la loi empirique donnant à la résistance de l'air la valeur  $K S V n$  ( $K$  et  $n$  étant des coefficients,  $S$ , la surface exposée, et  $V$ , la vitesse de l'air), n'est applicable que dans certaines limites.  $K$  est surtout un coefficient de forme ;  $n$ , auquel on donne généralement la valeur 2 pour les vitesses moyennes,

prend des valeurs inférieures ou supérieures à 2 selon qu'il s'agit de faibles ou de grandes vitesses d'air. En appliquant les mêmes coefficients à l'origi-

nal et à la maquette, on commet donc une erreur d'autant plus grossière que l'expérience a été faite sur un modèle plus réduit.

C'est pour éliminer cette certitude d'erreur que l'on s'est efforcé de construire des tunnels de plus en plus grands. Tout récemment même, on a réalisé, en Amérique, une soufflerie dont la puissance et les dimensions permettent de faire, sur des voitures de grandeur naturelle, des expériences conformes à la réalité.

Ces expériences sont d'autant plus intéressantes qu'elles permettent de mesurer, non seulement la résistance totale à l'avancement, mais aussi les pressions et dépressions en divers points de la carrosserie. En colorant l'air, on peut même étudier les mouvements tourbillonnaires ; on constate d'ailleurs que ceux-ci se forment sans loi bien définie.

Précisons toutefois que de semblables expériences, si proches soient-elles de la réalité, ne donnent pas encore toutes garanties. Il n'est pas équivalent, en effet, de déplacer un solide par rapport à un fluide et un fluide par rapport à un solide. Masses en mouvement différentes, influence des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 184, page 311

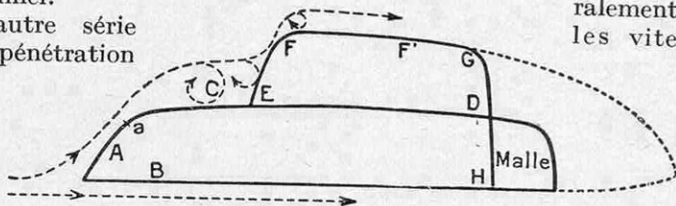


FIG. 3. — COMMENT S'EXERCE LA RÉSISTANCE DE L'AIR SUR UNE CARROSSERIE D'AUTOMOBILE

On voit, en C et F, la formation des tourbillons des filets d'air. (Voir le texte de l'article pour le détail de ces actions.)

parois du tunnel, réactions du sol, posent de délicats problèmes supplémentaires que les spécialistes de la dynamique des fluides connaissent bien, mais dont ils ne peuvent donner encore que des solutions approchées.

A côté de ces expériences au tunnel, qui sont assurément les plus intéressantes et les plus instructives, peuvent prendre place des essais sur route. On se trouve ainsi en pleine réalité, mais, par contre, la précision des mesures est encore plus sujette à caution. Par suite du vent, de l'irrégularité des moteurs, etc., deux expériences sont difficilement comparables.

La meilleure solution, sur route, est de comparer, par temps calme, deux voitures mécaniquement semblables, mais différemment carrossées. Les voitures étant conduites simultanément et avec la même vitesse, on mesure l'effort demandé au moteur par chacune d'elles. Mais il est évident que cette solution, qui contraint à la construction de carrosseries réelles et comporte encore de nombreux facteurs d'imprécisions, est lente et coûteuse. Il est certainement plus simple de travailler sur des maquettes, dont la modification est rapide et peu onéreuse. Les indications données au tunnel, surtout si l'expérience est faite sur un modèle de grandeur naturelle, sont pratiquement très suffisantes.

Le tableau ci-dessous, dressé à la suite d'expériences faites sur des maquettes de conduite intérieure 22 ch, 6 places, donne une idée de l'économie considérable de puissance obtenue grâce au profilage rigoureux de la carrosserie. Il fait ressortir la nécessité d'une étude poussée et d'une évolution rapide des formes :

Vitesses (en kilom. par heure) :	70	100	130	170	200
Gain de puissance (par rapport à la voiture classique).	60 %	62 %	64 %	64 %	65 %

TABLEAU INDIQUANT LE GAIN DE PUISSANCE RÉALISÉ QUAND ON UTILISE UNE CARROSSERIE BIEN PROFILÉE

A 100 km/heure, par exemple, la conduite intérieure classique demande 33 ch ; la conduite intérieure profilée n'en exige que 13.

A titre de renseignement, nous donnons

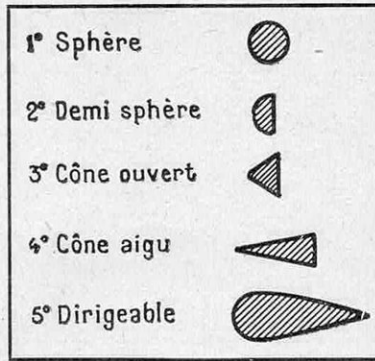


FIG. 4. — RÉSISTANCE DE L'AIR OPPOSÉE A CERTAINS SOLIDES GÉOMÉTRIQUES, D'APRÈS DES MESURES FAITES AU TUNNEL

En prenant comme unité la résistance offerte par un disque circulaire, les résistances des différents solides sont respectivement : 1° sphère, 0,36 ; 2° demi-sphère, 0,30 ; 3° cône ouvert, 0,46 ; 4° cône aigu, 0,30 ; 5° dirigeable, 0,027.

également les résultats de quelques mesures faites au tunnel sur des solides géométriques. En appelant  $I$ , la résistance unitaire fournie par un disque circulaire, voici quels chiffres on trouve pour diverses formes :

- Résistance = 0,36 ;
- d° = 0,30 ;
- d° = 0,46 ;
- d° = 0,30 ;
- d° = 0,027.

Ces chiffres sont très intéressants. Ils montrent, par exemple, que l'on a sensiblement le même résultat, pour la résistance avant, en employant un profil en demi-sphère ou en cône aigu. Cela conduit à envisager deux types de carrosseries aérodynamiques, l'un offrant immédiatement à l'air la surface maximum,

l'autre ayant le capot plus effilé (fig. 8). Ce dernier type présente l'inconvénient d'exiger une grande longueur de carénage pour un faible nombre de places ; en revanche, il se rapproche davantage des formes classiques.

**L'évolution des formes de carrosserie entraînera probablement une transformation des châssis**

Les quelques chiffres que nous venons de donner font ressortir l'importance du problème aérodynamique.

Nous pensons avoir montré qu'il ne s'agit pas d'une question de conception particulière ou de mode, mais bien d'un problème capital. En un moment où l'on cherche avant tout les solutions économiques, il serait invraisemblable que l'on dédaignât plus longtemps la possibilité d'économiser 50 % au moins de la puissance des moteurs.

Aussi, l'élan étant désormais donné, pensons-nous que la réalisation de voitures de série réellement aérodynamiques n'est plus qu'une question de peu d'années.

A priori, le grand obstacle à cette réalisation rapide est une question d'encombrement. Comment, en effet, loger passagers, moteur et accessoires dans une car-



FIG. 5. - VOICI UNE CARROSSERIE AÉRODYNAMIQUE, PARTICULIÈREMENT RÉUSSIE, QUI OBTIENT POUR LE MOMENT UN GRAND SUCCÈS EN AMÉRIQUE. Il ne s'agit encore que d'une maquette, mais on assure qu'un grand constructeur est sur le point de la faire monter en série sur ses châssis.



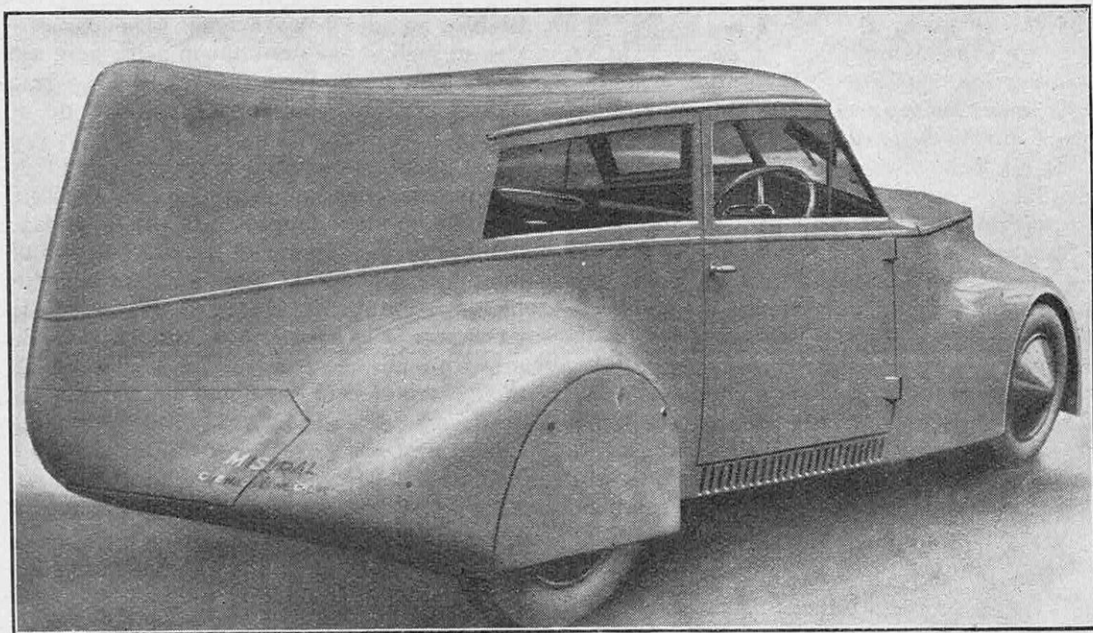


FIG. 6. — LA VOITURE « MISTRAL », QUI A ÉTÉ TRÈS REMARQUÉE AU SALON DE PARIS. Elle permet d'atteindre 160 kilomètres à l'heure, avec une consommation d'essence réduite de 60%. On remarquera la forme très étudiée des ailes et le nivellement de tous les accessoires extérieurs : phares, marchepieds, roues de secours. Les roues avant n'ont pu être entièrement protégées ; les roues arrière sont, par contre, enfermées dans la masse de la carrosserie.

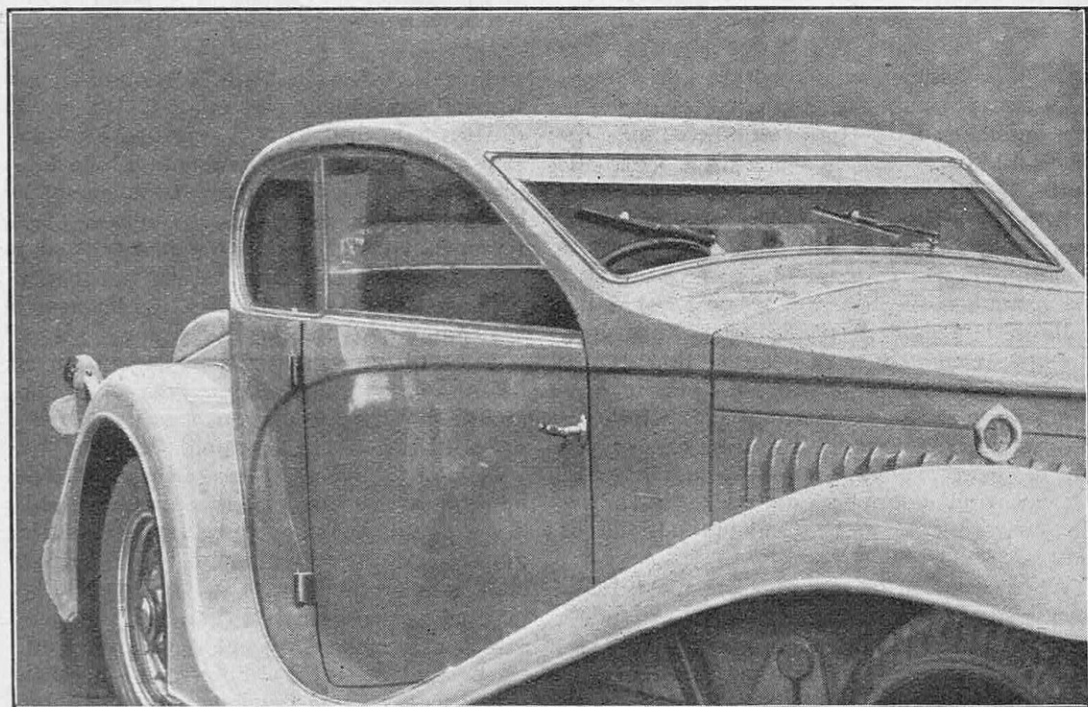


FIG. 7. — DANS TOUTES LES VOITURES MODERNES, MÊME A CARROSSERIES « CLASSIQUES » NON « PROFILÉES », ON TEND A UTILISER LE PARE-BRISÈ TRÈS INCLINÉ. Voici l'une de ces voitures que l'on a pu admirer au dernier Salon de Paris. L'inclinaison du pare-brisè permet, par elle-même, de diminuer notablement la résistance de l'air.

rosserie profilée, sans nuire au confort des uns et sans compliquer la commande ou l'utilisation des autres ? Il se pose, en outre, une importante question de puissance, dont nous aurons à parler.

Il est donc fort probable que l'évolution des formes extérieures entraînera une transformation des aménagements intérieurs. C'est, au fond, tout le schéma de la voiture — ce schéma lentement mis au point par l'expérience de trente années de construction ! — qu'il s'agit d'abandonner et de refaire.

Loin de nous la pensée de chercher à prédire ce que sera la voiture de demain ! Mais il est intéressant et utile d'examiner dès maintenant, les répercussions possibles d'une modification des formes sur la struc-

blables à ceux qu'exigent les carrosseries actuelles, — dont on n'utiliserait que partiellement la puissance en palier, grâce à une combinaison supplémentaire de vitesses.

Au point de vue de l'encombrement, les carrosseries aérodynamiques se caractérisent, dans le modèle le plus rationnel, par un maximum de largeur à l'avant et l'effilement progressif de l'arrière. La solution logique semble donc être le logement des passagers à l'avant, du moteur et des impedimenta à l'arrière. Le radiateur lui-même trouverait sa place en arrière des passagers, des auvents latéraux ou supérieurs captant l'air de refroidissement.

Cette solution est très séduisante quant au confort et à la visibilité ; elle soustrait,

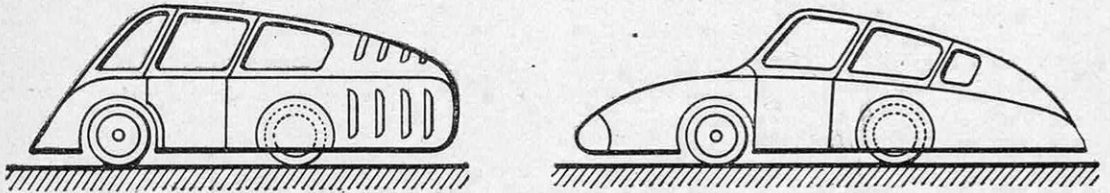


FIG. 8. — VOICI DEUX TYPES DE CARROSSERIES AYANT DE BONNES QUALITÉS AÉRODYNAMIQUES. Celle de gauche offre immédiatement à l'air la surface maximum et est adaptée plus particulièrement aux châssis à moteur arrière. L'autre a le capot plus effilé. Elle présente l'inconvénient d'exiger une grande longueur de carénage, mais se rapproche davantage des formes classiques.

ture du châssis et sa conception mécanique.

Nous avons vu que les carrosseries aérodynamiques permettent une économie de puissance considérable. Elles autorisent, par suite, l'utilisation de moteurs de faible puissance. Mais, en côte, ces moteurs deviennent tout à fait insuffisants pour entraîner la voiture à une vitesse raisonnable. La première question qui se pose est donc celle de la puissance utilisable. Celle-ci doit pouvoir varier dans de larges limites. Il n'est pas téméraire, même, de penser que l'on s'orientera peu à peu vers la fabrication de moteurs à puissance variable. Des essais de ce genre, portant principalement sur la variation volumétrique de la chambre de compression, ont d'ailleurs été déjà tentés.

A cette question de puissance est liée, nécessairement, une question de changement de vitesses. Or, nous avons noté, au début de cette étude, qu'une des caractéristiques des premiers Salons était l'effort fait de ce côté. C'est dire que les progrès, quant à la forme et à la transmission, iront probablement de pair. La solution de transition consistera probablement dans l'emploi de moteurs à puissance élevée, — sem-

notamment, les passagers à la chaleur, aux fumées, aux odeurs, et même à une partie du bruit du moteur. Elle permet, en outre, une amélioration dont personne ne parle, et qui, pourtant, est logique : le logement du conducteur au centre de la voiture, légèrement en avant des autres passagers, dans le renflement antérieur. Mais, par contre, on objecte qu'elle complique sérieusement la commande de l'accélérateur, des vitesses, etc., et expose les passagers, en cas de heurt, à un accident grave. Et l'on ajoute qu'elle ne convient pas aux carrosseries utilitaires ou aux poids lourds.

Doit-on s'arrêter à ces critiques ? Nous ne le croyons pas. Elles étaient valables il y a peu de temps encore, mais l'évolution qui se produit en ce moment leur ôte désormais une grande partie de leur poids. Les progrès réalisés sur la boîte de vitesses, sur les transmissions et les commandes permettent, en effet, d'envisager de telles simplifications que l'éloignement du moteur ne sera bientôt plus une source de complications. D'autre part, l'amélioration de la visibilité diminuerait certainement les chances d'accidents, que les progrès réalisés en ce qui concerne le freinage tendent égale-

ment à réduire d'une façon sensible. Enfin, la spécialisation de plus en plus grande des automobiles donne à croire que, d'ici peu de temps, châssis tourisme et châssis poids lourds seront totalement différents.

A côté de cette solution intégrale peuvent être imaginées des solutions mixtes. Parmi les plus intéressantes, signalons celles qui prévoient la traction par les roues avant. Dans ce cas, la boîte de vitesses, suivant immédiatement le différentiel, serait à l'avant près du conducteur, comme autrefois. Mais le moteur pourrait être rejeté à l'arrière. Il a été également envisagé, croyons nous, de placer le moteur transversalement, à l'avant, afin de conserver à peu près les anciennes dispositions, mais de diminuer sensiblement la longueur du capot.

Ces diverses solutions peuvent sembler audacieuses. En réalité, elles ne le sont pas plus que ne paraissent, il y a quelques années, celles qui prévoyaient le réservoir d'essence à l'arrière. Est-il plus difficile de commander, d'un bout à l'autre de la voiture, le moteur et les vitesses que de commander les freins, ces organes essentiels, ou d'amener l'essence de l'arrière à l'avant ?

Ce qui est intéressant et curieux dans les études de ce genre, c'est de voir comme tout se tient. On a pu noter au passage combien de problèmes — et de problèmes importants — sont liés à celui des formes. Puissance du moteur, changement de vitesses, transmissions, réfrigération, traction avant, freinage, toutes ces grandes questions, qui semblent n'avoir aucun point commun avec la pénétration de l'air, sont cependant solidaires du problème aérodynamique. C'est là un exemple remarquable de l'interdépendance des diverses parties de ce tout qu'est une voiture. Cela montre également que tous ces problèmes, si différents, doivent être abordés simultanément si l'on veut réaliser une voiture automobile logiquement conçue.

### Des améliorations de formes paraissent immédiatement possibles sur les voitures actuelles

En attendant que les constructeurs sortent ces châssis nouveaux et ces carrosseries « cent pour cent » aérodynamiques, des améliorations importantes peuvent être envisagées dès maintenant.

Tant que les châssis demeureront inchangés, il y a peu à gagner sur les formes du radiateur et du pare-brise. Le plan du radiateur est, nous l'avons

vu, une surface toute théorique ; il laisse passer une grosse partie de l'air et l'on devra subir cette perte aussi longtemps que les moteurs seront refroidis de cette façon. Quant au pare-brise, étant donné les exigences primordiales d'une bonne visibilité et de l'aération intérieure, il ne permet que des améliorations de détail ; une inclinaison rationnelle, l'absence de toute moulure ou raccord, une étude attentive de l'aération sont tout ce que l'on peut demander actuellement.

Au contraire, on peut gagner beaucoup en travaillant les formes arrière. Il est, dès maintenant, possible de supprimer les malles, roues de rechange, pare-

choes, plaque d'identité et tous autres accessoires qui semblent avoir été compliqués à plaisir pour créer des remous et accroître la résistance. Le tout doit être enveloppé dans un capot profilé et uni, qui, même dessiné sans grande étude, permettra déjà un accroissement sensible du rendement.

Certains constructeurs — et non des moindres — ont parfaitement compris l'importance des formes arrière, et l'on a vu, au dernier Salon, des carrosseries de série terminées par un capot profilé.

De même, le dessous de la voiture doit être entièrement fermé par un plancher, bien parallèle au sol, et aussi uni que possible. Le gain de rendement obtenu par cette simple amélioration est beaucoup plus

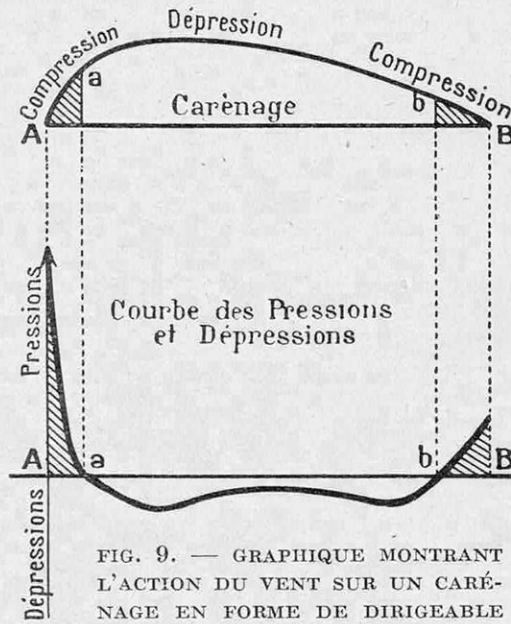


FIG. 9. — GRAPHIQUE MONTRANT L'ACTION DU VENT SUR UN CARÉNAGE EN FORME DE DIRIGEABLE

*L'avant Aa du carénage est en compression. En a se produit le décollement des filets d'air et toute la région ab se trouve ensuite en dépression. Si le fuselage est assez long, la pointe arrière se trouve également en compression, et l'on peut efficacement y placer des surfaces à refroidir ou des orifices d'aération.*

considérable qu'on ne pourrait le croire.

Enfin, il semble dès maintenant possible de supprimer un certain nombre d'obstacles à la pénétration dans l'air : ailes, phares, plaques d'identité, moulures, poignées, etc. On aura idée de la valeur résistante de ces obstacles par ce calcul que donnait récemment un de nos meilleurs techniciens de l'automobile : à 100 kilomètres à l'heure, la plaque d'identité consomme à elle seule, par sa résistance à l'avancement, 2 ch, soit généralement plus de 2 litres par heure ; à 180 kilomètres à l'heure, ces chiffres sont quintuplés ! N'est-ce pas la preuve que, dans ce problème de la résistance de l'air, le moindre détail compte ?

La plupart de ces accessoires peuvent être noyés, sans grandes difficultés, dans la masse de la carrosserie et ne donnent lieu à aucune dénivellation. Quant aux ailes, il ne faudrait pas, semble-t-il, beaucoup d'efforts, pour leur donner une forme qui ne soit pas un défi au bon sens. La figure 5 montre, d'une façon parfaite, un avant de voiture où, sans modifications anormales, tout ce qui peut « accrocher » l'air à l'avant se trouve ramené au niveau des tôles profilées qui abritent les roues et relie les garde-boues au capot.

### L'esthétique et la mode

Il y a trois années seulement, l'un des principaux arguments contre les carrosseries aérodynamiques était le soi-disant défaut d'esthétique des nouvelles formes. Ce reproche irréfléchi venait surtout du grand public, toujours un peu routinier dans ses habitudes et ses goûts. Les chercheurs et les constructeurs d'avant-garde ne s'y laissaient pas prendre, sachant bien qu'une des principales conditions de la beauté est la parfaite conformité des formes extérieures et du but, et que, le jour où la mode s'en mêlerait, les nouvelles carrosseries connaîtraient un éclatant succès.

Aujourd'hui, le mouvement de réaction commence à se dessiner ; le moment est proche où il triomphera de tous les préjugés, de toutes les habitudes. Et les carrosseries actuelles sembleront plus démodées que ne le sont, aux yeux des moins avertis, les formes des premiers avions ou des antiques « cages à poules ».

Les progrès de l'aviation sont propres à accélérer ceux de l'automobile. L'œil, habitué aux savants profils des avions modernes, est tout prêt à s'adapter aux formes aérodynamiques. Et nous avons pu constater, en étudiant les réactions du public au dernier Salon, qu'une évolution très nette s'était produite dans ce sens. Si les carrosseries réellement aérodynamiques effrayaient encore un peu, c'était plutôt pour des motifs de confort et d'accessibilité que pour des raisons d'esthétique ; mais les visiteurs, pour la plupart, s'intéressaient à ces voitures, et montraient, par leurs réflexions, qu'ils en comprenaient l'utilité. Quant aux carrosseries de transition, aux lignes obliques, à l'arrière profilé, elles réunissaient la très grande majorité des suffrages.

Actuellement, ce sont des problèmes techniques plus que des problèmes commerciaux qui arrêtent les constructeurs. Commercialement, la partie est si bien gagnée que les voitures à radiateur et pare-brise verticaux, vieilles seulement d'un ou deux ans, paraissent aujourd'hui démodées. Et pourtant, nous avons vu que le progrès ainsi réalisé est très limité ; ce sont les transformations de l'arrière, des ailes, du dessous qui seront les signes du progrès véritable. La mode tend donc à se fixer plus sur l'apparence que sur la réalité ; mais qui se plaindrait, aujourd'hui, de la voir se mettre, même imparfaitement, au service de la raison !

Nous sommes dans une phase d'évolution rapide dont les conséquences ne peuvent encore être mesurées. L'automobile rompt définitivement avec les anciennes formules des voitures tractées pour s'apparenter de plus en plus avec les avions.

Certes, les différences sont encore grandes, le mode de propulsion demeurant très différent. Mais les formes de carrosseries étant désormais conçues en fonction du même problème aérodynamique et tendant à devenir semblables, il n'est plus chimérique de croire à l'unification des deux modes de locomotion dans un temps plus ou moins rapproché. Il suffirait d'un nouveau progrès d'ordre mécanique — ou balistique — pour que le rêve de tant de romanciers et de précurseurs devînt une réalité !

G. LEROUX.

# IL EST AISÉ DE DÉMASQUER LES FALSIFICATIONS DES BILLETS DE LOTERIE

Par Jean MARIVAL

*Voici des méthodes qui permettent de révéler soit la contrefaçon, soit la falsification d'un billet de banque ou de loterie. Il en est de fort simples qui n'exigent aucun appareillage compliqué. C'est ainsi que le grattage notamment (cas du billet « truqué » de la Loterie nationale) est instantanément rendu visible, soit par agrandissement photographique, soit en exposant simplement le papier à la vapeur d'iode.*

Dès que paraît une monnaie nouvelle, surgissent des fraudeurs qui tentent d'en réaliser des imitations plus ou moins réussies. L'émission des pièces en argent de 10 francs n'a pas échappé à cette loi, et les journaux signalent fréquemment l'arrestation de faux monnayeurs. Cependant cette industrie ne peut que rapporter des bénéfices relativement restreints. Ne serait-il pas beaucoup plus facile de créer ou de falsifier des titres, sur lesquels un travail habile pourrait faire apparaître de fausses indications et permettre à leur auteur de toucher d'un seul coup la forte somme?

L'incident de la deuxième tranche de la Loterie nationale est encore présent à toutes les mémoires. Un numéro de la série E gagne 1 million. Or, un menuisier, adroit de ses dix doigts, et dans le seul but de faire une « galéjade », s'amuse à rétablir par grattage, sur son billet, le nombre et la lettre correspondant au lot de 1 million. Après diverses péripéties, ce billet tombe entre les mains d'une personne qui se rend au Pavillon de Flore où, selon le règlement, on lui paie à vue la somme correspondante. Sans se cacher aucunement, le nouveau millionnaire va déposer les fonds dans une banque. Seule, l'arrivée du véritable billet gagnant fait découvrir la fraude. Pour quelqu'un de prévenu, c'est alors un jeu de constater la falsification. Mais il n'en reste pas moins que le faux billet avait été bel et bien réglé. Dès que l'affaire fut connue, des questions se sont immédiatement posées. Le billet fut-il le seul à être truqué? Comment vérifie-t-on l'authenticité des titres? Quelles méthodes garantiront les tirages des tranches suivantes? Nous verrons tout à l'heure la solution apportée à ce problème.

Mais tout d'abord constatons que le service statistique de la Société des Nations évalue à 1 milliard de francs le montant des préjudices causés en trois ans, dans le monde, par les faussaires. La science professionnelle des malfaiteurs s'exerce aussi bien, en effet, sur les titres, sur les billets de banque, sur les timbres-poste, que sur les objets de valeur, les tableaux, les antiquités. Au fur et à mesure que des procédés nouveaux semblent faire reculer les possibilités de fraude, de nouveaux truquages apparaissent. Ainsi, il pouvait sembler que la perforation des chèques, au moyen de machines spéciales, pour indiquer le montant, rendait impossible toute manœuvre malhonnête. Pas du tout. De faux chèques perforés, provenant de chèques authentiques dont les trous avaient été minutieusement bouchés, ont été mis en circulation! De même pour les chèques gaufrés et imprimés à l'encre grasse. Le faussaire lave l'encre avec un solvant volatil, recalandre le papier et l'imprime à nouveau avec une machine identique à celle qui avait servi pour le véritable chèque.

Fabriquer un faux billet de banque est plus difficile et exige un matériel important. Il faut tout d'abord disposer du papier spécial utilisé officiellement et dont la composition répond exactement aux conditions sévères fixées par le cahier des charges. Pour reproduire les couleurs, le faussaire doit exécuter autant de photographies qu'il y a de colorations sur le vrai billet. Chaque fois, il intercale entre l'appareil et le billet un écran dont la couleur est exactement celle de la coloration à ne pas reproduire. Il fait ensuite autant de clichés d'imprimerie qu'il y a de couleurs et il procède au tirage. Mais il y a encore le filigrane (dessin imprimé dans le

papier lui-même). Celui-ci est également reproduit sur zinc et reporté sur le faux billet par pression. On peut aussi obtenir les figures uniquement visibles par transparence de la façon suivante : le faux titre se compose de deux feuilles de papier collées dos à dos et entre lesquelles on insère une reproduction, sur papier pelure, de la figure en question.

Quant aux œuvres d'art, habilement exécutées, tous les moyens sont employés pour leur donner l'apparence de l'authenticité. Voici, par exemple, un vieux château dans les murs duquel sont encastrées des « terres cuites ». Le riche amateur sera tout heureux de les desceller lui-même, après les avoir payées au prix fort. Erreur ! Ces objets avaient été placés là exprès, et récemment. Le fameux « sceptre de Charlemagne », que Napoléon I<sup>er</sup> tenait le jour de son sacre, n'était-il pas simplement le bâton d'un chantre adroitement maquillé ?

Encore une histoire amusante : un faux tableau, un Raphaël par exemple, doit être expédié en Amérique pour y être vendu comme véritable. La signature, évidemment fausse, est recouverte de peinture et le tableau est déclaré en douane pour une faible somme. En même temps, un compère dénonce que l'on a voulu frauder la douane. La vérification fait apparaître la signature et, naturellement, une forte amende est exigée. Muni de cette authentification officielle, le tableau se vend en Amérique comme un véritable Raphaël !

Tels sont quelques-uns des truquages utilisés savamment par les faussaires. Comment la Science nous défend-elle contre ces opérations frauduleuses ?

### La Science contre la fraude

L'éminent directeur des laboratoires de l'identité judiciaire, M. le professeur Sannié, a bien voulu lever pour nous le voile qui cache au public les méthodes scientifiques les plus modernes mises en œuvre pour le

garantir contre les tentatives des malfaiteurs.

Il faut signaler, tout d'abord, que tous les moyens ont été mis en œuvre pour rendre la fraude de plus en plus difficile. Ainsi, les couleurs qui servent à l'impression des titres ne sont plus simples, mais résultent de dosages de haute précision et sont presque inimitables pratiquement.

Quant à l'expertise scientifique, elle est parvenue à un stade de perfection tel qu'elle permet aujourd'hui de faire apparaître nettement les différences, même les plus minimes, existant entre deux objets qui paraissent identiques à l'œil nu. Elle utilise pour cela, à la fois, la *photographie*, l'*analyse chimique*, la *spectrographie*, la *radiographie*, les *rayons ultraviolets*.

D'après ce que nous avons vu, un document est, soit *contrefait* (cas des faux billets de banque), soit *falsifié* (chèques, bons, reçus, etc.).

Prenons le premier cas. On exécutera, tout d'abord, un agrandissement photographique (à une échelle exactement déterminée) du document suspect et d'un vrai : si les deux clichés superposés ne coïncident pas rigoureusement, il y a eu fraude.

Ensuite, l'analyse chimique du papier révélera s'il répond

aux exigences du cahier des charges. Un examen électrique (mesure de la résistance électrique de macérations du papier) pourra également déceler le faux billet. Grâce à des amplificateurs à lampes à trois électrodes, on peut obtenir une précision de l'ordre du dix-millième de milligramme.

Quant au rayonnement ultraviolet, qui suffit souvent, il est utilisé en faisant passer le document sous une lampe spéciale. Le papier devient *fluorescent* et la couleur obtenue dépend à la fois de la nature physique et chimique du papier.

La *falsification* des documents tombe également sous le coup d'une expertise scientifique bien conçue. Elle se présente généralement sous la forme de *grattage* (ou *gom-*

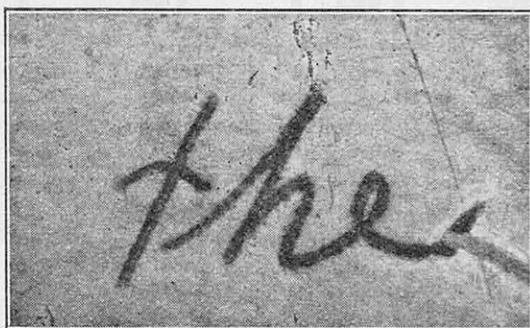
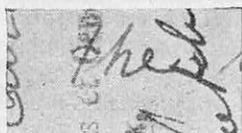


FIG. 1. — UN EXEMPLE DE RECHERCHE DE FALSIFICATION PAR SURCHARGE

*Il s'agissait de savoir si le mot the avait été apposé avant ou après la signature à droite (verticalement) et le cachet à gauche (vertical lui aussi). L'agrandissement du mot, après décalque, montre que le cachet n'a pas protégé l'encre du mot, tandis que la signature, qui coupe la lettre e de the, a protégé l'encre au-dessous. Donc, le cachet a été apposé avant et la signature après le mot the.*

mage), de lavage, d'addition ou de surcharge.

Le grattage (cas du billet de la Loterie nationale) se révèle aisément. Il suffit de présenter le papier à de la vapeur d'iode pour que les cristaux microscopiques d'iode, se répartissant inégalement, décèlent la falsification. L'agrandissement photographique peut suffire également, ainsi qu'en témoignent les deux photographies ci-dessous.

Le lavage consiste à faire disparaître une inscription gênante au moyen d'un réactif approprié. La mesure de la résistance électrique des deux échantillons du document, prélevés

l'un sur la partie contestée, l'autre en un autre point, fait apparaître immédiatement s'il y a eu réellement fraude. Mieux encore : grâce aux rayons ultraviolets, on peut faire réapparaître l'inscription lavée. Sous l'influence de ce rayonnement, le papier devient légèrement fluorescent, tandis que les éléments minéraux de l'encre restent obscurs.

Le texte primitif apparaît ainsi en noir sur le document soumis à la lampe ultraviolette.

Voici maintenant l'addition : un texte est supposé avoir été ajouté après coup sur le document. Là en-

7050

7054

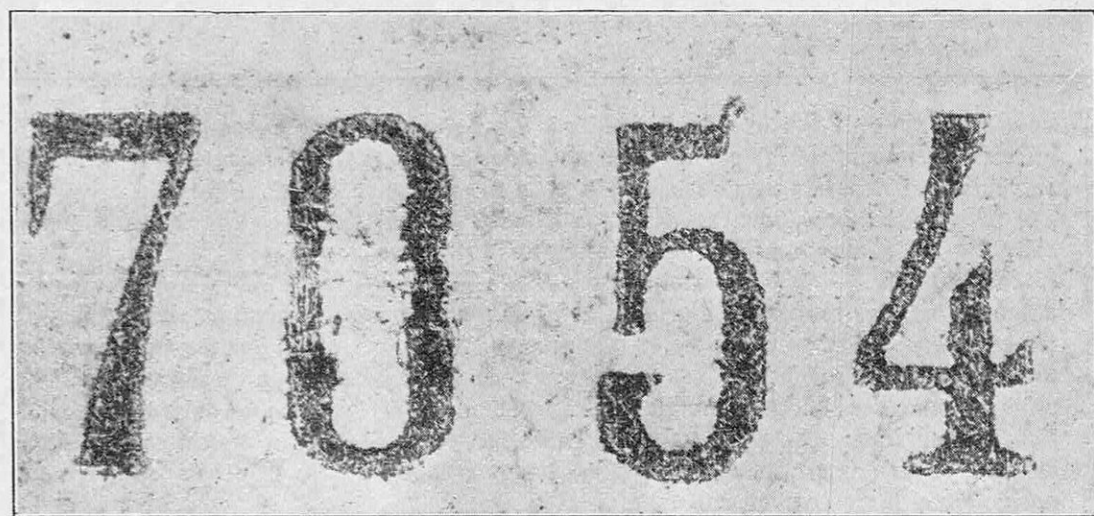


FIG. 2. — L'AGRANDISSEMENT PHOTOGRAPHIQUE DÉCÈLE LA FRAUDE

Le petit cliché du haut représente deux numéros suspects d'avoir été maquillés, sur des titres. Les agrandissements de ces numéros montrent nettement les grattages effectués sur les chiffres 0.

core, l'expert scientifique est armé pour déceler la falsification. Si l'analyse chimique des encres est impossible, par suite du peu de matière dont on dispose, on fait appel à la spectrophotométrie, basée sur les différences d'absorption des radiations lumineuses présentées par les différents corps. Du rapprochement des courbes obtenues, on peut conclure à l'identité ou à la différence des encres utilisées.

M. le professeur Sannié a d'ailleurs mis au point un microphotomètre d'un emploi pratique qui mesure l'intensité d'un trait d'encre tout le long de ce trait.

Enfin, la *surcharge* n'échappe pas aux investigations des experts. Elle pose le problème suivant : de deux textes qui se chevauchent, lequel est antérieur à l'autre ? Au point où deux traits se coupent, lequel passe par-dessus l'autre ? On peut tout d'abord remarquer au microscope que l'encre du trait le plus récent se répand un peu, par diffusion, dans le premier. L'ultraviolet peut également faire connaître si les encres sont identiques. La photographie par écrans colorés donne aussi d'excellents résultats. En mettant en évidence des différences de couleur invisibles à l'œil nu, elle montre le trait qui a été tracé le dernier. Dans certains cas, on peut utiliser des réactifs chimiques. Le trait le plus récent formant une sorte de vernis protecteur, on peut décalquer une des encres sans toucher à l'autre. Suivant que le décalque est continu ou non, le trait a été tracé après ou avant (fig. 1).

Ainsi, malgré l'habileté professionnelle du faussaire, le laboratoire est aujourd'hui puis-

samment outillé pour révéler la fraude. Mais, pour qu'il puisse agir en toute rigueur, il lui faut un certain temps, incompatible avec le paiement à vue d'un billet comme ceux de la Loterie nationale.

Quoi qu'il en soit, il résulte de ce qui précède que l'Administration des Finances a agi avec une telle négligence qu'on se demande si vraiment le mot de contrôle n'est pas illusoire. Un simple agrandissement photographique aurait suffi, par exemple, à démontrer la fraude concernant le fameux billet d'un million que l'Administration a payé deux fois. La seule excuse, — s'il y en a une — c'est que le règlement de la Loterie nationale prescrivait de payer « à vue » tous les billets gagnants. Dès lors, que ce soit pour un examen physique, que ce soit pour un examen chimique, il faut du temps aux spécialistes pour effectuer leurs opérations de vérification. Le Comité d'organisation de la Loterie nationale vient, dit-on, de mettre au point un nouveau service destiné à appliquer des procédés vraiment scientifiques, susceptibles de faire découvrir les falsifications. Si ce nouvel organisme officiel avait eu connaissance des articles publiés dans *La Science et la Vie* (1), il aurait pu concevoir que — sous le signe de la Science moderne — le faussaire est souvent mieux armé pour attaquer que la société pour se défendre contre le vol. Mais la Loterie nationale aura sans doute bientôt vécu, car elle est peu digne d'une grande nation comme la France.

J. MARIVAL.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 10, page 102 et n° 107, page 303.

*A la suite de l'article documenté que La Science et la Vie a publié dans son numéro de janvier 1934, sur le Colorado, nous avons reçu la curieuse information suivante, que nous croyons devoir porter à la connaissance de nos lecteurs :*

*Depuis que Los Angeles a pris, aux Etats-Unis, une extension considérable, par suite de sa situation même dans la région d'Hollywood — cette Métropole du cinéma mondial, — sa population est passée de 540.000 à plus de 2 millions et demi d'habitants ! Des problèmes d'urbanisme se sont alors posés, notamment pour alimenter en eau potable cette « ville champignon ». Signalons aussi que les eaux usées, provenant des industries cinématographiques, souillent notablement la nappe souterraine par suite des résidus provenant du traitement des films (hyposulfite de soude, etc.). Pour cette raison, cette grande ville de Californie, comme tant d'autres du même état, va profiter du lac artificiel créé par le barrage Hoover, sur le Colorado, dont nous avons donné la description complète.*

*Ainsi, non seulement Los Angeles sera abondamment pourvue d'une eau alimentaire satisfaisante, mais encore toute cette région marâchère qui entoure la cité pourra être irriguée, alors que la Nature lui avait attribué un régime quelque peu aride.*



# LES NUAGES ARTIFICIELS

## CONTRE LES GELÉES DE PRINTEMPS

**L**es gelées de printemps, c'est-à-dire celles qui se produisent d'avril à juin, sont, comme on le sait, une calamité pour les vergers, les vignobles, les potagers, etc. Il peut suffire, en effet, d'une seule de ces gelées pour anéantir une récolte qui s'annonçait très belle. Mais, même quand des résultats aussi désastreux ne sont pas à enregistrer, les retards provoqués dans la croissance des fruits et des légumes sont notables, et cela se traduit toujours par des pertes considérables..., que l'on a pu évaluer à plusieurs dizaines de millions par an pour un pays comme le nôtre.

On a donc cherché, depuis longtemps, à y remédier de différentes façons. Mais, avant d'aborder les remèdes utilisés, examinons de plus près le mécanisme même de ces gelées.

### Comment se produisent les gelées de printemps

Les gelées de printemps ne sont pas exceptionnelles, comme on pourrait le croire. Elles se reproduisent, au contraire, chaque année, d'une façon assez régulière, quoique, bien entendu, à des dates variables. Cela dépend des conditions météorologiques du moment. La terre, qui a été chauffée pendant la journée par le soleil, se refroidit par rayonnement pendant la nuit. Les vents froids (vents d'est et du nord) favorisent, évidemment, les gelées, tandis que les vents chauds (de l'ouest et du sud) les contrarient, ainsi

d'ailleurs que la formation des nuages qui constituent, en quelque sorte, une couverture empêchant le rayonnement de la chaleur terrestre. A l'heure actuelle, les progrès réalisés en météorologie nous permettent de prévoir avec certitude, un ou deux jours à l'avance, si les gelées doivent se produire ou non.

Aussi, profitant de cette circonstance, a-t-on cherché, depuis plusieurs années déjà, à prévenir les effets de ces gelées.

Le procédé le plus simple consiste évidemment à recouvrir, pendant la nuit, les cultures avec des couvertures en jute ou autres. Il donne d'assez bons résultats, mais nécessite une main-d'œuvre considérable et ne peut être utilisé que pour des surfaces relativement faibles. Aussi ne l'emploie-t-on guère en pratique que pour protéger les cultures de luxe.

Une autre méthode consiste à réchauffer artificiellement les terrains cultivés, soit au moyen de poêles spéciaux, soit par la combustion de petits tas de briquettes judicieusement répartis. Mais, là encore, il ne peut s'agir que de solutions partielles appliquées à des terres de peu d'étendue, la consommation en combustible étant trop considérable.

La solution la plus rationnelle nous est, en quelque sorte, dictée par l'observation des faits. Nous avons vu, en effet, que les nuages et le brouillard constituaient une couverture naturelle, empêchant le refroidissement du sol par rayonnement. Pour quoi ne pas

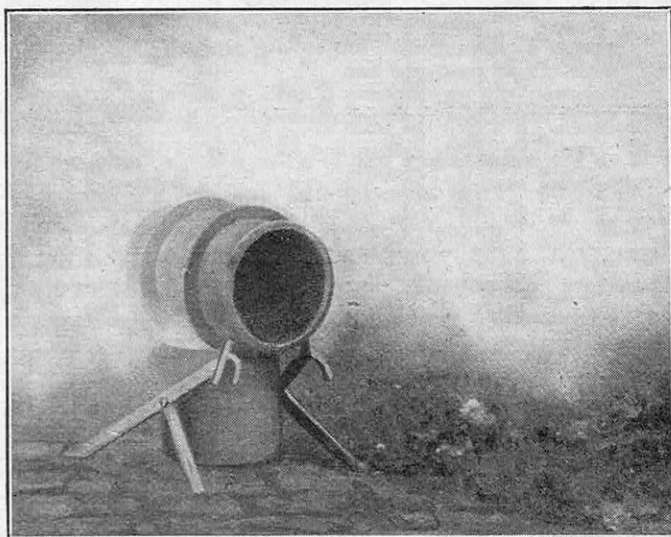


FIG. 1. — VOICI UN APPAREIL PRODUCTEUR DE NUAGES EN TRAIN DE FONCTIONNER

essayer d'imiter la nature en créant des nuages artificiels ?

On a tenté de le faire de différentes manières.

C'est ainsi que l'on utilise couramment des appareils qui produisent de la fumée par combustion incomplète de produits goudronneux. Ce procédé est très efficace, mais présente, toutefois, un inconvénient : la formation de particules de suie qui inondent ensuite tout le voisinage. Aussi a-t-on cherché d'un autre côté, en se basant sur les procédés utilisés couramment, par la défense nationale, sur terre et sur mer, pour dissimuler aux vues de l'ennemi des cibles particulièrement vulnérables.

La chimie nous offre, en effet, un corps qui semble tout désigné pour nous donner le résultat cherché : c'est le chlorure acide de sulfuryle ( $SO^3 HCL$ ), liquide qui se transforme facilement en nuage en contact avec l'air, sous l'effet de la chaleur. Il suffit de le faire couler lentement sur de la chaux vive pour que la chaleur dégagée produise l'effet cherché.

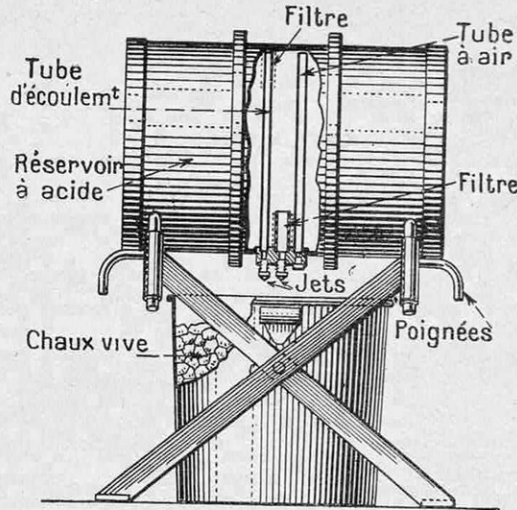


FIG. 2. — SCHÉMA D'UN APPAREIL PRODUCTEUR DE NUAGES

*L'acide contenu dans le réservoir supérieur s'écoule par les jets dans le récipient rempli de chaux vive. La chaleur dégagée entraîne la formation du nuage. Comme celui-ci doit se produire plus énergiquement au début de l'opération qu'à la fin, on prévoit deux tubes d'écoulement munis de filtres, l'un des deux ne fonctionnant que lorsque le réservoir à acide est presque plein.*

ment efficace que les cultures qui peuvent ainsi être épargnées représentent une somme infiniment supérieure à celle dépensée. Ajoutons, d'autre part, que le nuage formé n'est aucunement toxique. Il est donc possible, dès aujourd'hui, aux cultivateurs de se préserver contre les désastreuses gelées de printemps.

C'est là une véritable révolution que la science apporte dans l'agriculture.

C. A.

La Science et la Vie ne manque pas d'exposer à ses lecteurs les plans d'outillage national élaborés par les grands pays. En ce qui concerne la France, un programme d'équipement national, rationnel et productif, ne pourrait évidemment que contribuer à sa prospérité. Mais comment emprunter les sommes énormes nécessaires au taux où l'Etat rémunère actuellement les capitaux ? M. Caillaux, dans son discours au Sénat, a affirmé que le loyer de l'argent en Angleterre est moitié moindre qu'en France. Il estime que, pour les emprunts ultérieurs, cette différence ne pourra encore que s'accroître. Comment, dans ces conditions désavantageuses, — résultant des appels répétés de l'Etat au crédit et des charges fiscales que ces emprunts massifs provoquent à chaque émission, — comment se procurer les sommes nécessaires pour financer un plan qui se chiffre par dizaines de milliards par an ? Le grand entrepreneur de travaux publics et maritimes, Georges Hersent, affirmait récemment la nécessité d'entreprendre immédiatement l'exécution d'un tel plan ; mais il omettait de nous dire comment on financerait une telle entreprise !

# L'ORGANISATION DE LA T. S. F. DANS LE MONDE

## Après le plan de Prague, insuffisant, voici le plan de Lucerne

PAR C. VINOGRADOW  
INGÉNIEUR-RADIO E. S. E.

*Sans une réglementation sévère, la T. S. F. n'aurait pu connaître le prodigieux développement auquel elle est arrivée aujourd'hui. Pour éviter ce que l'on a appelé l'« embouteillage hertzien », un premier plan de répartition des longueurs d'ondes des stations d'émission fut élaboré à Prague. Mais l'apparition de nombreuses stations nouvelles, l'accroissement continu de leur puissance ont bientôt compromis l'efficacité des décisions qui avaient été prises. Une nouvelle conférence, réunie à Lucerne, vient de modifier cette première organisation. Voici les conceptions scientifiques et techniques qui ont présidé à ce nouveau plan, dont on peut espérer qu'il apportera un ordre bienfaisant dans la T. S. F. européenne.*

**L**A radiodiffusion n'a pu atteindre au développement que l'on connaît que grâce à une réglementation précise des conditions de fonctionnement des stations d'émissions. Sous peine de provoquer un inextricable chaos, il est évident que chaque station d'émission n'a le droit de travailler que sur une seule et unique fréquence. Mais, alors que les stations anciennes choisirent elles-mêmes, lors de leur établissement, leurs fréquences, celles des stations plus récentes furent fixées par une conférence internationale, dans le but d'éviter précisément l'embouteillage hertzien, néfaste à l'industrie de la radio.

Cependant, nous devons faire immédiatement une distinction.

L'émission de chaque station pendant les *silences* (lorsque son onde n'est pas modulée par la parole ou la musique) ne comporte les oscillations que d'une seule fréquence, la « fréquence porteuse », qui est, justement, sa fréquence caractéristique attribuée par les accords et figurant dans les programmes.

Mais, dès que l'onde de la station est modulée par la parole ou la musique, cette oscillation unique se divise en oscillations multiples et la station rayonne un faisceau de fréquences. On trouve dans ce faisceau, en plus de la « fréquence porteuse », toutes les fréquences égales à cette dernière, mais *augmentées* de la fréquence musicale transmise et, en même temps, toutes les fréquences égales à la fréquence de base *moins* les

fréquences musicales transmises. Celles-ci s'échelonnent, en pratique, entre 50 et 4.500 oscillations par seconde ; on voit donc que la bande des fréquences que la station va émettre s'étendra entre  $F - 4.500$  et  $F + 4.500$  oscillations par seconde, et comprendra 9.000 fréquences diverses au lieu d'une seule fréquence  $F$  (fig. 1).

### Que se passe-t-il à la réception ?

Quand un poste récepteur est accordé sur une oscillation ( $A$ , fig. 2), il la reçoit avec le maximum d'intensité. Au fur et à mesure que l'accord du poste s'éloigne de cette oscillation, il la reçoit de moins en moins fort. Il est évident que, pour divers récepteurs, cet affaiblissement peut être différent. La courbe donnant l'affaiblissement de la réception dans le voisinage de l'accord exact porte le nom de *courbe de résonance* ( $a$ , fig. 2). Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'accord, l'intensité de la reproduction diminue et, pour une certaine valeur de la puissance reçue, le poste ne reproduira pratiquement rien. La ligne  $S-S$  marque ce *seuil d'audition* (fig. 2 et 3).

Continuons à désaccorder le poste. Quand nous serons éloignés de 4.500 cycles, ou de 4,5 kilocycles, nous entendrons encore très bien les fréquences les plus aiguës de notre émission (courbe  $b$ , fig. 2) ; mais nous entendrons mal et les fréquences porteuses et les fréquences transmettant les sons graves. Enfin, quand nous serons éloignés de 9 kilo-

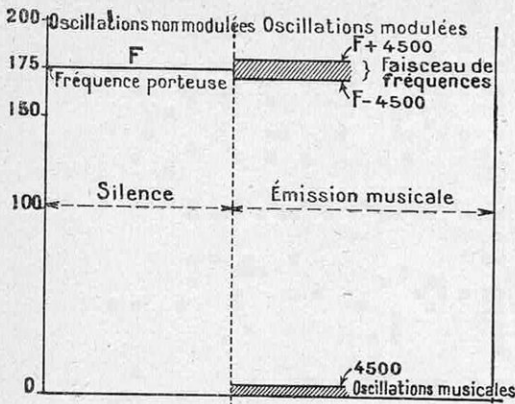


FIG. 1. — LORSQU'UNE STATION ÉMET, ELLE RAYONNE UNE BANDE DE FRÉQUENCES S'ÉTENDANT DE 4.500 CYCLES DE PART ET D'AUTRE DE LA FRÉQUENCE PORTEUSE

*C'est donc une bande de 9 kilocycles qui doit lui être réservée pour éviter tout brouillage avec une station de longueur d'onde voisine.*

cycles (courbe *c*, fig. 2), nous n'entendons rien. Si, maintenant, notre émission est moins forte, elle sera reçue, évidemment, avec beaucoup moins de puissance, et la courbe de résonance, tout en gardant sa forme, sera plus basse (*a'*, fig. 2). On voit que, dans ces conditions, on n'entendra plus l'émission, même avec un écart plus petit que 9 kilocycles.

Par contre, une émission plus puissante donnera lieu à une réception plus forte à l'accord, et sa courbe de résonance, en gardant évidemment sa forme, sera plus haute (*a*, fig. 3). On voit facilement que, dans ces conditions, l'écart de 4,5 kilocycles ne sera plus suffisant pour faire disparaître une émission. L'exemple donné par la figure 3 montre nettement que, même ayant accordé notre récepteur sur une oscillation distante de 9 kilocycles (*c*, fig. 3), nous continuerons à entendre les notes aiguës de la station *A*, comme le montre la courbe de résonance *c c c*.

En partant de ce principe que la gamme des fréquences de 0 à 4.500 cycles par seconde est suffisante pour la transmission non déformée et que, d'autre part, les émissions de puissance moyenne peuvent être facilement éliminées avec un écart de 4,5 kilocycles, les accords internationaux ont réparti les longueurs d'ondes de telle façon qu'un écart *minimum* de 9 kilocycles soit respecté entre les stations voisines.

De plus, le plan de répartition a prévu que les stations ayant (au moment de l'établissement du plan) une certaine puissance soient écartées les unes des autres par plu-

sieurs espaces de 9 kilocycles et entourées des stations secondaires et surtout lointaines.

### Le plan de Prague était insuffisant : voici le plan de Lucerne

La répartition établie à Prague fut adoptée presque par tous les pays d'Europe et, au début, donna toute satisfaction.

Mais son efficacité fut assez vite compromise par l'apparition des stations nouvelles, non prévues par le plan, et, surtout, par l'augmentation considérable de la puissance d'un grand nombre de stations déjà existantes. Un grand nombre d'émetteurs se virent gênés, soit par suite de la non observation rigoureuse de l'écart de 9 kilocycles, soit par suite du voisinage de deux stations puissantes. Nul changement partiel ne pouvant remédier à cet état de choses, qui empirait de jour en jour, on a eu recours à une nouvelle conférence internationale. Réunie à Lucerne, cette conférence a décidé de procéder à une répartition nouvelle des fréquences, en tenant compte, non seulement de la situation géographique et de la puissance des stations existantes, mais en prévoyant également le développement probable de la radiophonie dans les années à venir.

Fruit d'un grand travail de coordination et de bonne volonté de la part de tous les pays, le plan de Lucerne fut définitivement accepté par tous les membres de la conférence, et le 15 janvier 1934 fut choisi pour son application.

Le tableau annexe (page 171) montre le travail formidable accompli par les membres

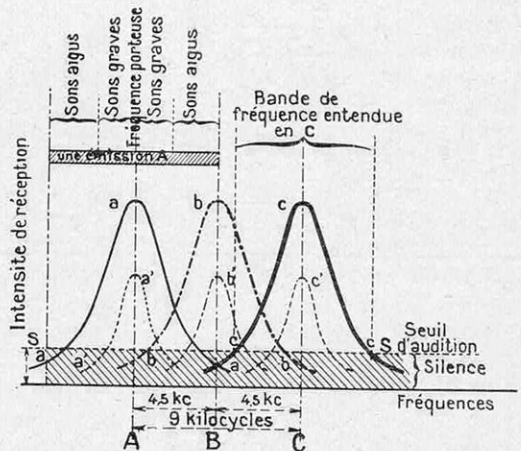


FIG. 2. — COURBES DE RÉSONANCE D'UN POSTE RÉCEPTEUR ACCORDÉ SUCCESSIVEMENT SUR LA FRÉQUENCE PORTEUSE D'UNE STATION, SUR CETTE FRÉQUENCE PLUS 4.500 CYCLES ET SUR CETTE FRÉQUENCE PLUS 9.000 CYCLES

NOMS D'ÉMETTEURS	PLAN DE LUCERNE		PLAN DE PRAGUE		NOMS D'ÉMETTEURS	PLAN DE LUCERNE		PLAN DE PRAGUE		
	FRÉQ.	ONDE	FRÉQ.	ONDE		FRÉQ.	ONDE	FRÉQ.	ONDE	
RÉSERVÉ	Internationale..	1.500	200			Nord-National ....	1.013	297	995	301,5
	Réservé.....	1.492	201			Presbourg .....	1.004	299		
	Russe .....	1.483	202			Huizen.....	995	302	1.013	296,1
	Anglais .....	1.474	203			Gênes .....	986	305	959	312,8
	Allemand .....	1.465	204,5			West Regional ....	977	307	968	309,9
	Français .....	1.456	205,8			Grenoble .....	968	310	528	568,1
	Espagnol.....	1.447	207			Poste Parisien.....	959	313	914	328,2
	Hongrois.....	1.438	208			Breslau.....	950	316	923	325
	Newcastle.....	1.429	210	1.420	211,3	Alger + Göteborg ..	941	319	825	363,6
	Finlande réservé...	1.420	211			Bruxelles Flam. ...	932	322	887	338,2
	Bucarest .....	1.411	212,3	761	394,2	Frno.....	922	325	878	341,7
	Suédois-Bulgarie...	1.402	213,8	941	318,8	Limoges .....	913	329	1.022	293,5
	Fécamp .....	1.393	215	1.328	225,9	Hambourg .....	904	332	806	372,2
	Varsovie.....	1.384	217,8	1.412	212,5	Radio-Toulouse....	895	335	779	385,1
	Suisse réservé .....	1.375	218			Graz.....	886	338	852	352,1
Lodz.....	1.366	219,5	1.283	235	Londres Régional..	877	342	843	355,9	
Norvège réservé...	1.357	221			Maroc (Rabat) ....	868	346	720,5	416,4	
Divers intern.....	1.348	223			Strasbourg .....	859	350	869	345,2	
Montpellier.....	1.339	224	1.049	286	Bergen + Espagne ..	850	353	824	364,1	
Allemands divers ..	1.330	226			Berlin.....	841	357	715	419,5	
Budapest .....	1.321	226,5			Moscou.....	832	361	707	424,3	
Réservé Suède.....	1.312	228			Bucarest .....	823	365	761	394,2	
Dantzic .....	1.303	230	671	447	Mailand .....	814	369			
Salzburg .....	1.294	231,5	1.373	218,5	Ecoissais Régional..	804	374	797	376,4	
Belgique + Grèce ..	1.285	233			Lwoff .....	795	378	788	381	
Norvège + Bulgarie.	1.276	235			Leipzig.....	785	383	770	389	
Allemands divers ..	1.267	236,5	1.256	238,9	Toulouse-Pyrénées .	776	387	1.176	255	
Nuremberg.....			1.256	238,9	Regional Midland..	767	392	752	398,9	
Saint-Sébastien....	1.258	238	662	453,2	Katowitz.....	758	396	734	408	
Rome II.....	1.258				Marseille .....	749	401	950	315,8	
Luxembourg .....	1.249	240			Munich.....	740	405	563	533	
Yougoslavie .....	1.240	241,5	697	430	Reval.....	731	410			
Gleiwitz .....	1.231	243	1.185	253	Kiew .....	722	416			
Trieste .....	1.222	245	1.211	247,7	Rome .....	713	422	680	441,2	
Lille .....	1.213	247	1.128,5	265,8	Stockholm .....	704	426	689	435,4	
Prague .....	1.204	249	614	488,6	Paris P. T. T. ....	695	434	671	447,1	
Francofort .....	1.195	251	1.157	259,3	Belgrade.....	686	438	697	430,4	
Juan-les-Pins .....	1.185	253	1.202	249,6	Sotteus.....	677	443	743	408,8	
Copenhague .....	1.176	255	1.067	281,2	Nord Régional....	668	449	625	480	
Monte Generi .....	1.167	257	1.154	260	Langenberg .....	658	456	635	472	
Morawska Ostrava..	1.158	259	1.137	263,8	Lyon-la-Doua ....	648	463	644	465,8	
Londres National ..	1.149	261	1.147	261,5	Prague .....	638	470	614	488,6	
Turin .....	1.140	263	1.096	273,7	Lisbonne .....	629	477	1.063	282,2	
Härby .....	1.131	265	1.167	257,1	Bruxelles .....	620	485	589	509	
Belfast .....	1.122	267	1.238	242,3	Florence.....	610	492	599	500,8	
Oran .....	1.113	269			Onde commune....	601	500			
Naples .....	1.104	271,5	941	318,8	Vienne .....	592	507	580	517	
Barcelone.....	1.095	274	1.193	252	Madona + Tunis... .	583	515	664	451,8	
Zagreb + Falun ...	1.086	276,5	977	307	Mühlacker .....	574	523	832	360,6	
Bordeaux .....	1.077	279	986	304	Athlone .....	565	530	725	413	
Russe-Tiraspol....	1.068	281			Béromünster.....	556	538	653	459,4	
Bari .....	1.059	283,5	1.112	269,8	Budapest .....	546	550	545	550	
National Ecoissais ..	1.050	286	1.040	288,3	Wilna (Lithuanie)..	536	560	608	493,4	
Rehnes + Russie ..	1.040	289	1.105	271,5	Lioublana .....	527	570	522	574,7	
Heilsberg .....	1.031	291	1.085	276,5	Insbruck .....	519	578	1.058	283,6	
Madrid .....	1.022	294	707	424,3						

de la conférence, et, en particulier, par le centre de contrôle de Bruxelles dirigé par M. Braillard, ingénieur français et savant bien connu. On voit, en examinant le tableau, que toutes les stations de diffusion s'échelonnant entre 200 et 600 mètres de longueur d'onde ont dû changer leurs fréquences, et que, d'autre part, un grand nombre de stations nouvelles furent admises en plus des stations déjà existantes. Dans la nouvelle répartition, la France possède dix-huit fréquences, l'Union Soviétique, 23; l'Allemagne, 17, etc. Certaines de ces fréquences ont été attribuées à plusieurs pays en même temps, quand la distance séparant les deux émetteurs rendait impossible toute interférence.

Les membres de la conférence ne pouvant pas trouver une répartition définitive pour les ondes longues, ces dernières ont été laissées provisoirement dans leur situation actuelle. Les ondes très courtes également n'ont pas été définitivement réparties, car le nombre des émetteurs travaillant sur les fréquences élevées étant restreint, celles-ci ne risquent pas encore de se gêner mutuellement.

Il est intéressant de rappeler la technique du changement des fréquences effectué dans la nuit du 14 au 15 janvier passé. Toutes les stations européennes ont cessé leurs émissions sur l'ancienne fréquence le 14 janvier à 23 heures. Connaissant, à la suite d'une

enquête préalable, le temps nécessaire à chaque station pour effectuer le changement de fréquence lui incombant, le centre de Bruxelles a établi un horaire précis qui attribuait à chaque station un espace de temps suffisamment long pour pouvoir effectuer la première émission d'essai avec la fréquence modifiée. Le caractère de l'essai (dans

la plupart des cas, un disque) était également indiqué et convenu d'avance. Le centre de Bruxelles écoutait tour à tour toutes les émissions nouvelles et approuvait leur fréquence, ou demandait une correction. Si on se représente que toutes les stations européennes ont été vérifiées dans l'espace de quelques heures, on ne peut que rendre hommage au formidable travail de coordination et d'organisation accompli par le centre de Bruxelles.

Dès le matin de la journée du 15 janvier, toutes les stations tra-

vallèrent avec leurs nouvelles fréquences. Sur l'indication du centre d'écoute, certaines retouches supplémentaires furent effectuées dans la nuit du 15 au 16, et, le 17 janvier, le plan de Lucerne entra en vigueur.

Les résultats obtenus sont presque parfaits, et on peut espérer que les amateurs ayant été obligés de refaire leurs réglages et d'étalonner à nouveau leur récepteur pourront garder leurs nouveaux repérages pour un temps considérable.

C.-N. VINOGRADOW.

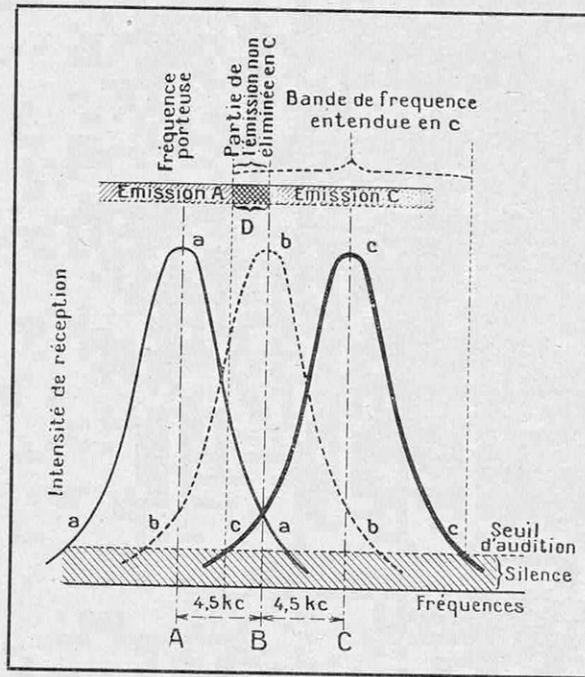
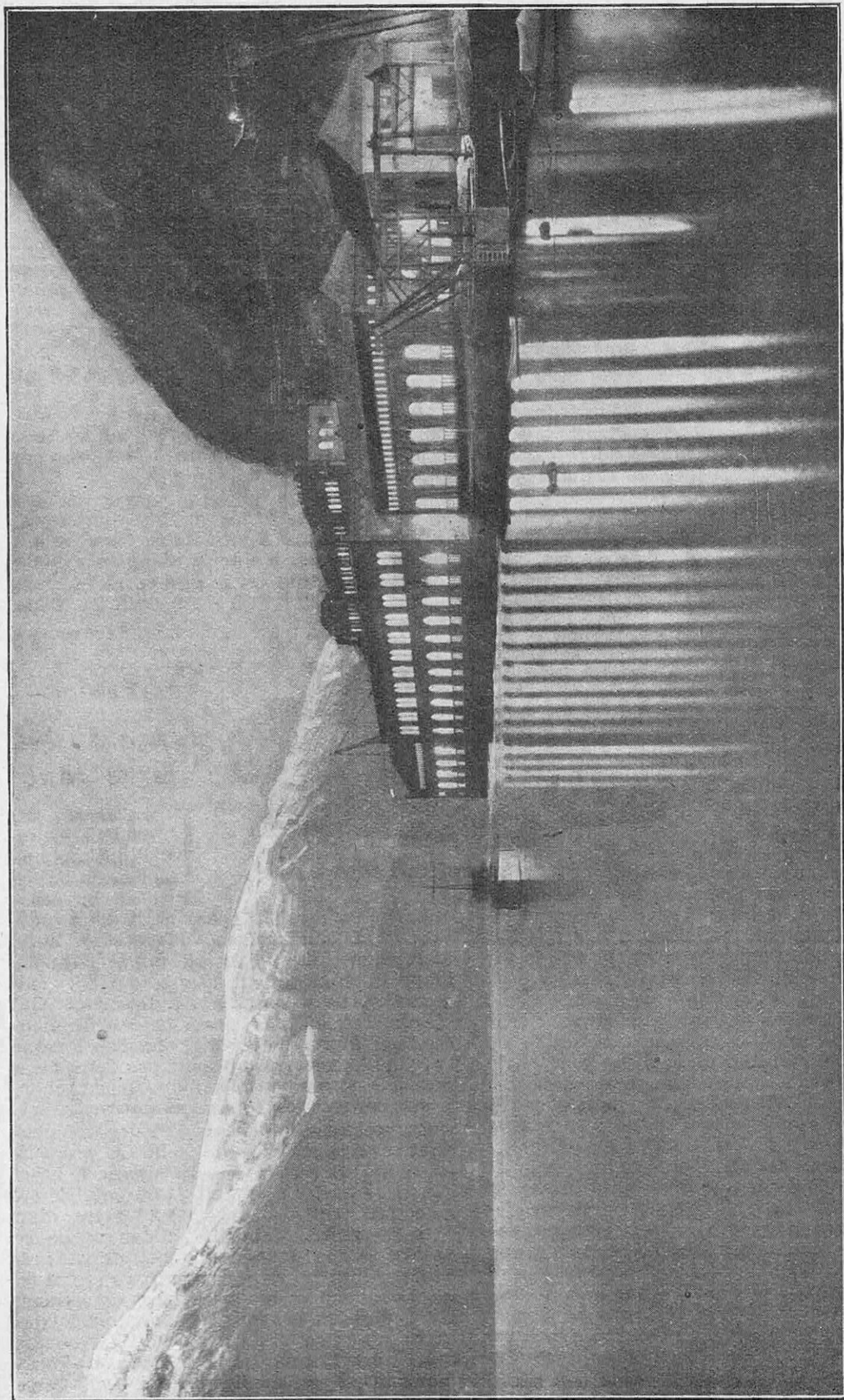


FIG. 3. — LORSQUE LA PUISSANCE D'UNE STATION S'ACCROIT, LA COURBE DE RÉSONANCE S'ÉLÈVE, ET, MÊME DÉSAFFORDÉE DE 9 KILOCYCLES, L'ÉMISSION PEUT ÊTRE ENTENDUE

*Le Gouvernement turc prépare l'exécution d'un plan quinquennal. Il s'agit d'organiser des usines d'Etat destinées à la fabrication de produits manufacturés : acier, papier, verrerie, cellulose, dérivés de la houille, industries chimiques, en vue d'affranchir la Turquie des importations étrangères.*

*Le Gouvernement turc s'est acquis le concours de spécialistes américains dans l'art d'organiser les usines et d'y introduire les méthodes de rationalisation les plus modernes. C'est, en somme, une nouvelle tentative de l'industrialisation d'Etat. Ajoutons que le Gouvernement turc a obtenu de l'U. R. S. S. la fourniture d'outillage, jusqu'à concurrence d'un crédit de 16 millions de livres turques.*



LA NORVÈGE EST LE PAYS DE LA HOUILLE BLANCHE. LA PUISSANCE EXPLOITÉE Y ATTEINT 2,5 MILLIONS DE CHEVAUX. VOICI UN DES PALACES DE L'ÉLECTRICITÉ, CONSTRUIT AU BORD DE LA MER, LA CENTRALE DE TYSSO VUE PENDANT LA NUIT

# LES A COTÉ DE LA SCIENCE

## INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

### Un intéressant groupe électrogène

**L**E problème de l'éclairage domestique ou de la recharge d'accumulateurs est, dans certains cas, assez difficile à résoudre. Le gaz d'éclairage ne peut être répandu partout, en raison du coût élevé des usines indispensables. De même, l'électrification rurale est encore loin d'avoir atteint un degré de diffusion suffisant, ainsi que *La Science et la Vie* l'a exposé dans son n° 191, page 373.

Au contraire, on peut affirmer qu'il n'existe plus aujourd'hui de village où l'essence d'automobile ne soit régulièrement distribuée. Par conséquent, il suffit de faire appel à un groupe électrogène bien conçu pour surmonter toute difficulté.

Dans ce domaine, nous signalerons le groupe *Solowatt*, représenté ci-contre.

Monté sur un socle en fonte ou en aluminium robuste et léger, ce groupe comprend un moteur, une magnéto et une dynamo rigoureusement centrés par la forme même du socle, en berceau. Ce dernier peut soit être fixé au moyen de quatre boulons, ou bien être simplement posé sur le sol par l'intermédiaire d'amortisseurs.

Le moteur robuste, à deux temps, de 48 centimètres cubes de cylindrée, a une puissance de 1/2 cheval. Le vilebrequin est monté sur roulements à billes, l'embellage sur roulements à aiguilles (1). Un équilibrage soigné assure un fonctionnement souple et sans trépidations. Le graissage s'obtient en mélangeant 7 à 8 % d'huile à l'essence. Le régime normal est de 2.600 tours à la minute et la consommation à pleine charge n'est que de 0,400 litre à l'heure. L'allumage est assuré par magnéto à haute tension, le refroidissement par ventilateur et manche à air.

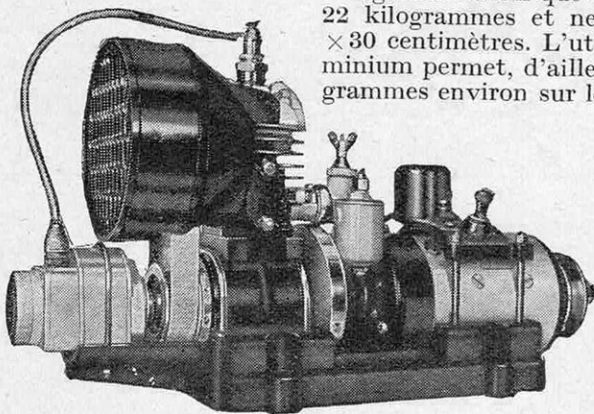
La dynamo, à excitation shunt, puissance 200 watts (12 volts, 15 ampères), montée

sur roulements à billes, est accouplée au moteur par joint élastique. Elle est munie d'une courroie pour le lancement du moteur. Elle peut alimenter soit 10 lampes de 25 bougies, soit 5 de 50 bougies, soit 2 de 100 bougies, plus 3 de 25 bougies, ce qui suffit, en général.

Un tableau de distribution, avec voltmètre, ampèremètre, conjoncteur-disjoncteur, bornes de raccordement, bornes fusibles, complète l'installation très simple.

Signalons enfin que ce groupe ne pèse que 22 kilogrammes et ne mesure que 50 x 20 x 30 centimètres. L'utilisation du socle aluminium permet, d'ailleurs, de gagner 3 kilogrammes environ sur le groupe monté avec un socle en fonte.

LE TRANSFORMATEUR FERRIX, LEFÉBURF & C<sup>ie</sup>, 5, rue Mazet, Paris (6<sup>e</sup>).



LE GROUPE ÉLECTROGÈNE « SOLOWATT »

### Un étau qui serre tout

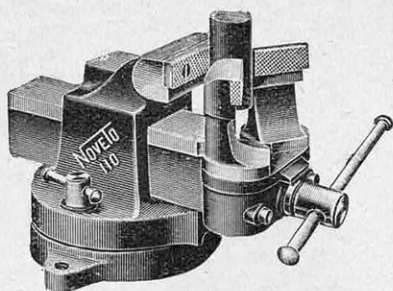
**L'**ÉTAU est, par excellence, l'outil du mécanicien, de l'ajusteur, du serrurier,

etc. On ne conçoit guère un travail quelconque sur une pièce métallique sans l'étau. Malheureusement, dans sa forme normale, l'étau est loin de répondre à toutes les exigences et ne se suffit pas à lui-même. Qui n'a observé, en effet, les « trucs » de montage que l'ouvrier est obligé d'utiliser lorsque l'organe à serrer ne présente pas deux faces parallèles; comment fixer une pièce ronde, triangulaire ou de forme quelconque ?

Ce problème quotidien d'atelier a cependant reçu une élégante solution grâce à un nouvel appareil, appelé *Noveto*. Celui-ci constitue tout d'abord un étau parallèle et, de ce fait, peut rendre tous les services d'un étau ordinaire. Mais il se distingue de ce dernier par la conception d'une de ses mâchoires formée par deux mors rotatifs, munis chacun de plusieurs faces de serrage. C'est alors un jeu que de maintenir solidement n'importe quelle pièce. Mieux que toute description, les dessins ci-joints montrent avec quelle facilité une barre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 303.





SERRAGE D'UN ROND DE MOYEU ET D'UNE PIÈCE TRIANGULAIRE AVEC L'ÉTAU « NOVETO »

mors, l'autre étant seul utilisé.

Enfin, mentionnons encore que la fabrication en grande série grâce à la précision mécanique (1), permet une interchangeabilité absolue des divers organes avec un ajustage rigoureux. Les mors mobiles en acier trempé et finement taillés sont, bien entendu, spécialement étudiés. Quant au corps de l'étau, mandriné intérieurement, il est en fonte spéciale à haute résistance. La vis à filet trapézoïdal, en acier mi-dur, est entièrement protégée.

ETABLISSEMENTS NOVETO, 39, rue de la République, Saint Chamond (Loire).

### Tous les appareils à dessiner de précision réunis en un seul

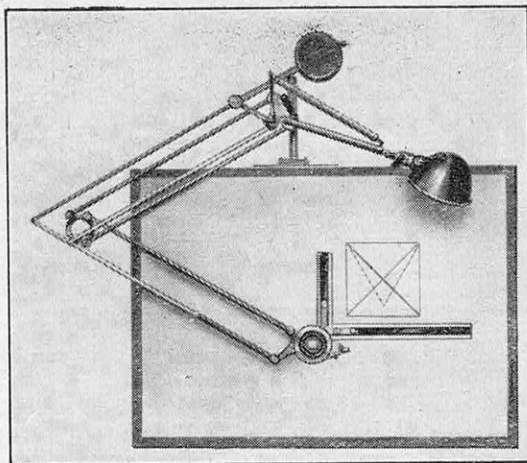
Le problème de la simplification du dessin est aujourd'hui résolu par l'appareil à dessiner *Isis*, qui remplace tous les instruments usuels : équerres, décimètres, règles en bois, rapporteurs, souvent faussés par l'usage et manquant de précision.

Cet appareil est constitué par deux parallélogrammes articulés, reliés entre eux par un anneau à quatre articulations. Le parallélogramme supérieur est articulé au support d'ancrage fixé à la planche, le parallélogramme inférieur guide la tête porte-règle. Les règles se déplacent ainsi toujours parallèlement à elles-mêmes. Comme toutes les articulations de l'appareil comportent des roulements à billes, on peut le mouvoir avec une extrême facilité et sans aucun bruit.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 42.

ronde ou une plaque triangulaire sont prises par les faces des mors de cet étau.

Signalons d'ailleurs que, dans le cas d'utilisation de l'appareil comme étau parallèle, on peut immobiliser les mors rotatifs au moyen d'une clavette. Pour certains serrages (pièces encombrantes), il est aisé d'enlever un des

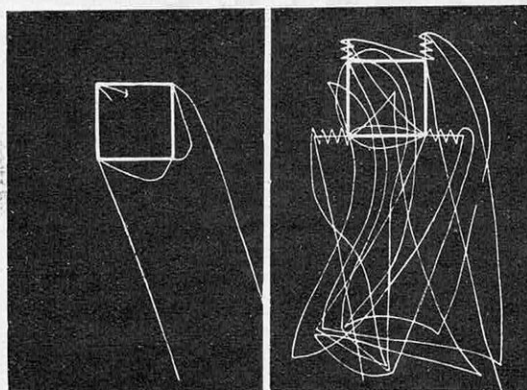


L'APPAREIL A DESSINER « ISIS »

Il est très facile de reporter partout des droites verticales et horizontales. Les droites sont immédiatement tracées à leur longueur correcte, grâce à la graduation des règles. Les règles peuvent être inversées en une seconde ou interchangeables. La tête de l'appareil permet le pivotement des règles qu'on peut placer et immobiliser à un angle quelconque. Les traits sont tracés directement sur la règle et, par conséquent, sans erreurs de report.

Les figures ci-dessous montreront aisément comment le travail peut être simplifié. Ces figures reproduisent schématiquement les mouvements que doit effectuer la main droite du dessinateur pour le simple tracé d'un carré de dimensions déterminées.

On constate, sur ces figures, que le tracé du carré nécessite seulement 8 mouvements dans le premier cas (avec l'appareil *Isis*), alors qu'il en exige 48 dans le deuxième cas (avec les instruments usuels). L'appareil



MOUVEMENTS EFFECTUÉS PAR UN DESSINATEUR POUR TRACER UN CARRÉ COTÉ : A GAUCHE, AVEC L'APPAREIL A DESSINER ; A DROITE, AVEC LES OUTILS ORDINAIRES

à dessiner *Isis* réalise ainsi une économie de 40 mouvements sur 48, soit 83 %.

Ces avantages s'accroissent bien davantage encore, lorsqu'il s'agit de tracer des triangles scalènes, des parallélogrammes obliques et des figures semblables, ou encore des lignes inclinées sous des angles quelconques.

M. SAUTEREAU, Pierrefitte (Seine).

## Chacun peut enregistrer aisément les sons sur disques

LES premiers phonographes à cylindre de cire permettaient non seulement la reproduction des sons, mais aussi leur enregistrement. En effet, le diaphragme était guidé par une vis sans fin, de sorte que l'aiguille traçait automatiquement une spirale sur le cylindre tournant. L'apparition des disques a rendu beaucoup plus difficile le problème de l'enregistrement pour l'amateur, avec l'appareil même de reproduction. En effet, c'est le sillon gravé dans le disque qui guide aujourd'hui l'aiguille. Sur un disque vierge, l'aiguille n'étant sollicitée par aucun mécanisme, tracerait indéfiniment la même circonférence.

De plus, il faut utiliser un disque assez malléable pour permettre l'enregistrement, et, en même temps, assez résistant pour autoriser un nombre convenable de reproductions. Enfin, il faut que la membrane du phonographe soit assez sensible pour suivre les modulations de la voix ou des sons.

Voici comment ces diverses questions ont été résolues : un petit appareil, l'*Egovox*, qui se pose en dix secondes sur le phonographe, donne à l'aiguille le mouvement voulu pour qu'elle trace sur le disque en rotation un sillon de  $3/10^e$  de millimètre parfaitement régulier. Il suffit de parler très près et assez fort devant le pavillon de résonance du phono pour assurer l'enregistrement. La reproduction peut avoir lieu immédiatement après. Mais celle-ci risque d'être assez faible si le trajet des ondes sonores est long et si le diaphragme n'est pas excellent.

Cette difficulté est surmontée par l'*Egovox* universel qui fonctionne sur n'importe quel phono ou pick-up. Ce type spécial, muni d'un diaphragme avec cornet, ne nécessite donc qu'un plateau tourne-disques. En parlant dans le cornet, les ondes frappent directement la membrane, ce qui assure une grande netteté et une plus grande puissance d'audition. Reproduits avec un pick-up, les disques ainsi enregistrés ont la puissance d'un disque du commerce.

Ce dispositif permet également l'enregistrement des émissions de T. S. F. (exclusivement pour usage privé naturellement, car il est interdit de reproduire ces disques en public ou de les revendre). Chaque possesseur d'un appareil de T. S. F. avec pick-up

peut, — en branchant simplement les fils du pick-up en parallèle sur l'entrée du transformateur de liaison du haut-parleur et en connectant, au préalable, un condensateur de 0,5 microfarad — enregistrer les émissions radiophoniques et les reproduire sur pick-up avec la puissance de l'émission.

Mais on peut faire mieux encore et réaliser l'enregistrement électrique avec microphone (voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 61). L'*Egovox*, qui permet, grâce à son sillon de  $3/10^e$  de millimètre, un enregistrement de 3 minutes  $1/4$  par face (sur un disque de 20 centimètres à 78 tours), peut être utilisé pour la synchronisation de 32 mètres de film. A 33 tours, on obtient 8 minutes, soit 80 mètres de film.

Bien entendu, pour obtenir des résultats parfaits, il faudrait un microphone à courbe

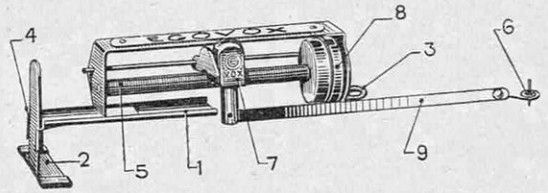


SCHÉMA DE L'« EGOVOX »

1 et 4, coulisses mobiles réglables ; 2, pied de hauteur réglable ; 3, œillet à fixer dans le pivot ; 5, roue à molette entraînant la vis sans fin ; 7, entraîneur qui, par la tringle 9, actionne le saphir graveur 6.

de réponse étendue, mais ce genre d'appareil coûte cher (10.000 francs et plus). Cependant, avec un microphone à charbon (grenaille) de 50 à 200 francs, on peut réaliser de bons enregistrements. Il est ainsi possible de fixer sur le disque un morceau exécuté par un orchestre.

Quant aux disques utilisés, on a choisi, pour les confectionner, l'aluminium qui réduit au minimum les bruits de fond. Ils sont fabriqués aux dimensions suivantes : 140, 170 et 200 millimètres. En effet, les disques en gélatine demandent un enregistrement par incision et il est très difficile à l'amateur de mettre l'aiguille dans la position absolument juste pour obtenir une incision parfaite. Avec l'aluminium, l'enregistrement ayant lieu par compression, l'aiguille saphir coupée à un angle voulu permet l'utilisation de tout diaphragme ou pick-up ayant une inclinaison normale de  $40^e$ . Si cette inclinaison n'est pas de  $40^e$ , on peut l'y amener, soit en courbant le support de l'aiguille enregistreuse avec une pince (pick-up), soit en faisant tourner le diaphragme dans son support.

Enfin, pour reproduire les disques enregistrés, on utilisera une aiguille tendre, en bois, en os, en bambou, etc.

V. RUBOR.

RÉMO, 1, rue Lincoln, Paris (8<sup>e</sup>).

## CEUX QUI CHARMENT LEUR ENTOURAGE DOMINENT AUSSI LA VIE

L'ACTIVITÉ intellectuelle, tout en créant les civilisations, donne à l'individu lui-même qui s'y consacre une vitalité merveilleuse, et l'on peut affirmer avec Luc Durtain que, par son esprit et sa volonté, l'homme modifie jusqu'aux formes de son corps.

Une passion artistique ou scientifique bien servie procure à ses adeptes non point même une traînante longévité, mais, beaucoup mieux, une jeunesse prolongée. Il semble bien qu'un cerveau harmonieusement développé stimule tous les organes et maintienne leur verdeur. Fragiles dans leur enfance, Goethe, Voltaire, Hugo maîtrisent mieux la vie à mesure qu'ils avancent en âge. Clemenceau reforge sa constitution malade et en fait un tempérament de fer. Et cela, comment ? Non point en gardant le lit, mais en soutenant, par la culture physique, une intellectualité débordante de journaliste et d'homme d'action.

Des savants comme d'Arsonval, Roux ; des écrivains comme Anatole France, Bernard Shaw, Tolstoï ; des artistes comme Vinci, Michel-Ange, Rodin, l'emportent sur la vie avec facilité et, vieux, ne sont pas des vieillards.

Non seulement, ils charment ceux qui les approchent, eux ou leurs œuvres, mais ils prolongent leur attirance et leur maîtrise jusqu'à l'âge où les autres sont habituellement décrépits.

Qui prétendrait que ces artistes et hommes d'action de réputation mondiale sont, physiquement, des êtres exceptionnels ? Ils sont des modèles plus parfaits, plus frappants, mais tous les hommes d'esprit actif leur ressemblent bien. Jusque dans les plus petites villes, dans les villages, les hommes qui ne portent pas leur âge, qui captivent les esprits et les cœurs, sont bien ceux que passionne un art ou une science. Ce sont le peintre réputé que l'on rencontre en pleine campagne, et qui expose aux grands Salons parisiens et régionaux, — le chef de musique, droit comme un i à soixante-dix ans, qui fait des orchestrations, recueille des chansons, donne des leçons, — le maire, orateur, grand lecteur et passionné d'histoire, — ce sont tous ceux qui, artisans, commer-

cants, ouvriers, fonctionnaires, ont su cultiver une belle passion, peinture, dessin, musique, science. Elle leur tient le cœur chaud et l'esprit en éveil aux heures où tant d'autres somnolent dans des tabagies et des parties de cartes.

Ces talents illuminent toute leur vie, les mettent en rapports captivants avec les milieux qu'intéressent les mêmes belles choses, leur donnent, après la joie de créer, l'avantage d'augmenter leurs revenus ou de s'évader vers un plus beau métier.

Ces élites sont-elles trop nombreuses ? Nous en sommes loin. Elles sont regrettablement trop rares et trop dispersées. La diffusion des arts retarde fâcheusement sur la diffusion du progrès technique, et ce n'est pas en faisant entendre par T. S. F. les chansons les plus stupides et les danses les plus banales, puis, pour la dix-millième fois, l'ouverture de *Poète et Paysan*, que l'on rattrapera ce retard. Que m'importe d'accrocher Vienne, Prague, Varsovie ou Daventry, si c'est pour y cueillir la même rengaine ? Un trop grand nombre d'émissions de T. S. F. sont de niveau trop bas au point de vue de la valeur artistique.

L'imprimerie, cette merveille du monde moderne, se dépasse chaque jour en perfection et en rapidité ; mais on peut compter sur les doigts d'une main les journalistes qui, parmi tant de papier noirci, glissent quelques pages vraiment fortes.

Dans toutes les cultures, il y a beaucoup à faire pour ceux qui savent joyeusement développer leurs talents, et ce champ d'action s'élargit chaque jour avec le progrès. Comparez simplement, dans la seule branche du dessin humoristique, ce que publient aujourd'hui les innombrables quotidiens, hebdomadaires et revues, avec ce qui pouvait paraître en 1900... Quel élargissement de toutes les possibilités ! Et, malgré des hauts et des bas, il est certain que les moyens modernes, portant la culture dans les coins les plus reculés, vont sans cesse créer une « demande » multipliée de tout ce qui touche aux arts comme aux industries, activités intimement liées. Des branches insoupçonnées naissent chaque jour, et nous ne mentionnerons ici que les dessins animés



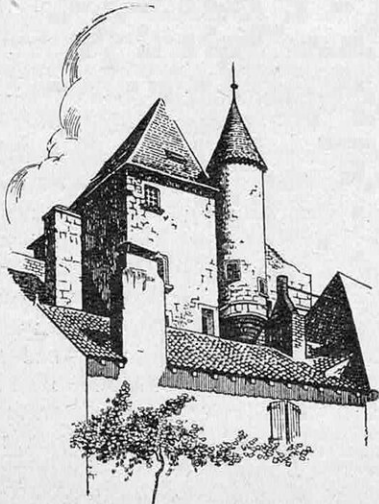
ouvrant tout à coup, dans ces dix dernières années, pour la fantaisie des dessinateurs et des humoristes, d'immenses débouchés imprévus.

Toutes ces créations récentes n'en sont qu'à leurs débuts, et chaque jour en apporte d'autres.

Aussi, chacun se doit de développer les dons qu'il porte en lui, pour être prêt à répondre, à tout moment, aux chances que lui offre l'existence moderne.

Nul ne peut dire en débutant : « Je serai Rembrandt. » Mais celui qui éprouve du goût pour la peinture et le dessin, peut avoir la certitude, s'il cultive sérieusement ce goût, de parvenir à cette maîtrise du pinceau et du crayon qui le fera reconnaître par les vrais artistes comme sachant peindre et dessiner, comme étant l'un des leurs.

Il tranchera ainsi tout de suite sur les égarés dont les toiles et les dessins encombrant les foires aux croûtes et même les expositions à jury, et qui ne sauront jamais dessiner ni peindre parce qu'ils se contentent



de gribouiller sans étudier à fond le « métier », l'art qu'ils désirent atteindre. Il n'y a pas d'exemple qu'un artiste ait inventé seul toutes les techniques de son métier. Il y perdrait ses plus belles années, et beaucoup de choses lui manqueraient encore quand il commencerait à produire.

L'isolé, qui veut tout faire seul, ressemble à cet inventeur de campagne que j'ai connu, et qui s'acharnait à découvrir une lampe à essence réversible sans danger, lorsque déjà tous les bazars, même celui de son village, vendaient de ces lampes réalisées depuis plusieurs années par l'industrie. Après bien des explosions et des brûlures, il abandonna la lampe de sécurité et entreprit d'inventer un pneumatique en cuir et laine, qui chauffait et éclatait au premier essai, alors que déjà des pneus en caoutchouc de diverses marques roulaient sur tous les chemins.

Le grand artiste dépassera ses maîtres. Il ne les aurait jamais égalés sans leur enseignement, qui, en quelques mois, lui mettait en mains les outils, les inventions, les trouvailles, les trucs inventés par des générations d'artistes durant des siècles.

Or, cet enseignement qu'il fallait venir recevoir dans l'atelier même des grands artistes, — ce qui est impossible à beaucoup des mieux doués, — l'époque moderne permet de le porter jusqu'au village, jusque dans la brousse où, sans cela, des talents vigoureux resteraient incultes. Et cela permet justement d'espérer que, puisque de véritables artistes peuvent être formés partout, le niveau intellectuel s'élèvera et l'on pourra faire disparaître ces grossiers défauts que nous reprochons à la radiophonie, au cinéma, à la presse. Les publics reçoivent un peu ce qu'ils méritent. Quand le réseau des élites cultivées, des artistes et artisans de valeur deviendra plus serré et étendra partout son influence, il faudra bien qu'arts et jour-



naux satisfassent des exigences plus élevées. Et cette élite même, plus répandue et plus active, saura y pourvoir.

Aussi faut-il louer l'Ecole A. B. C. de Dessin (12, rue Lincoln, Paris) d'avoir supprimé cet obstacle de l'enseignement localisé aux grandes villes qui tenait éloignés de tout accomplissement les talents qui surgissent partout dans le pays, dans les colonies. Aujourd'hui, grâce à cette école, le « broussard » mettra au point son talent tout aussi bien que l'habitant d'un village ou d'une grande ville. Une méthode ingénieuse, les corrections et les conseils personnels des meilleurs maîtres de Paris, artistes célèbres, un travail fait chez lui à tête reposée, au moment où il se sent le plus dispos, lui permettent des progrès rapides avec beaucoup moins de temps perdu que les leçons d'Académie qui vous font courir très loin pour quelques minutes de pose, pour quelques rares conseils — quand il y a conseils. Plus d'imitations d'élève à élève, copie presque inconsciente qui fausse l'originalité de chacun. Plus de tristes heures à bâiller devant des modèles de plâtre. Une initiation vivante, individuelle, personnelle à tous les secrets du dessin, de la peinture et de leurs divers procédés ; dès le début, l'habitude de créer, si bien qu'à mesure qu'il se délivre de ses hésitations, qu'il prend de la sûreté de main et du métier, l'élève peut donner libre cours à son imagination jamais bridée par des artifices académiques.

Beaucoup qui, d'ailleurs, ignoraient les multiples ingéniosités de la méthode A. B. C., se montraient sceptiques à l'égard de cet enseignement à distance. Lorsqu'ils furent mis en présence des résultats obtenus, ils convinrent volontiers que de pareilles réussites levalent toutes leurs préventions. Oui, former à distance des artistes présente de nombreux avantages et révèle des talents qui seraient, sans cela, demeurés sous la cendre. Mieux, ces talents sont révélés dans leur pleine originalité, sans avoir à souffrir des lenteurs et des « contagions » banalisantes de l'enseignement collectif.

Ceci est d'une grande importance. Si les arts vulgarisateurs, comme la radiophonie et le cinéma, permettent de dire déjà que l'écart de culture entre une capitale et la province, jusqu'au village inclus, tend à disparaître, on pouvait se demander pourtant si province et village ne resteraient pas

des témoins muets, recevant tout des capitales, ne créant rien par eux-mêmes. Des artistes ne peuvent, en effet, surgir directement des vulgarisations, même merveilleusement perfectionnées.

Ils sortiront de cet enseignement moderne qui leur apporte chez eux la surveillance et les conseils particuliers de maîtres incontestés. Nul n'a plus d'excuse aujourd'hui à dire : « Si j'avais pu, j'avais du goût, je saurais peindre et dessiner. » S'il le veut, il peut porter ce goût à son plein épanouissement. Au lieu des regrets du raté, il connaîtra cette plénitude, que nous montrions en commençant, de l'intellectuel qui s'est donné une belle activité spirituelle qui, toute sa vie, l'aiguillonne. Il sera, parmi les siens et dans tout l'entourage, celui autour duquel tout s'anime. La joie de se réaliser est telle qu'il semble inutile de parler là d'un devoir social : c'en est pourtant bien un de susciter en soi et autour de soi l'enthousiasme.

En fera-t-il un métier, de cet art, quand il se sentira une complète maîtrise ? Se contentera-t-il d'arrondir ses revenus tout en conservant une situation acquise ? Il doit surtout être prêt à toute éventualité, dans la vie changeante de notre époque, et ne pas avoir laissé en friches le meilleur de lui-même.

Quoi qu'il lui advienne il sera soutenu toute sa vie par ses talents et par cet état de plénitude que nous avons montré chez les intellectuels de tous les temps et de tous les milieux. Il importait, nous semble-t-il, de souligner cela, puisqu'un préjugé romantique encore trop admis fait croire naïvement que l'artiste connaît plus que d'autres la souffrance. Pure complaisance et comédie romanesque d'artistes trop nerveux... Et puis, c'était la mode.

La culture, au contraire, cuirasse l'homme et lui donne plus de force en toutes circonstances, en même temps que plus de ressources, et, s'il s'examine avec quelque philosophie, il en vient à conclure, avec Anatole France, que, lui aussi, en fait de souffrances, « il mène un train fort ordinaire ». Mais il les exprime avec tant d'imagination qu'elles étonnent — et du même coup il s'en libère.

Savoir et créer, ceux qui s'y adonnent ne connaissent pas source de joies plus profondes, et celui qui se prive de ces joies, qui les regrette, est bien à plaindre.

JEAN PUYRAUD.

Les clichés insérés dans cet article proviennent de travaux d'élèves de l'Ecole A. B. C.

# VOICI DE BONS OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS QUE « LA SCIENCE ET LA VIE » VOUS RECOMMANDE <sup>(1)</sup>

**Vient de paraître** un livre de médecine que chacun doit lire : **Le Destin des maladies infectieuses**, par *Ch. Nicolle*, prix Nobel de Médecine, professeur au Collège de France dans la chaire illustrée par Claude Bernard.

Cet ouvrage de 400 pages, d'une lecture aisée, fera époque dans l'histoire médicale et honneur à la Science française. Prix franco : France, 22 francs ; Etranger, 25 francs :

**La Sibirie rouge**, par *Pierre Dominique*. 1 volume, Edition des Portiques. Prix franco : France, 13 fr. 75 ; Etranger, 16 fr. 50.

« Demander l'impossible pour avoir le maximum », telle est la formule soviétique en ce qui concerne l'équipement industriel de l'U. R. S. S., d'où un outillage « à l'américaine » vraiment prodigieux, mais un rendement encore bien insuffisant ! Peu de cadres permanents expérimentés, pas de main-d'œuvre qualifiée, formation professionnelle médiocre : par suite, l'exploitation des richesses du sol sibérien nettement déficitaire. Lisez Pierre Dominique et vous

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par « La Science et la Vie » au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

serez fixés à cet égard, du moins pour l'instant. Œuvre documentée, impartiale, qui permet de mieux comprendre l'économie soviétique en 1933.

**Cours d'Automobile théorique et pratique**, par le *capitaine Cormier* et le *lieutenant Ballière*, du Service de l'Automobile de l'Armée. 1 volume relié, magnifiquement illustré de planches en couleurs et en noir qui met la connaissance de l'automobile à la portée de tous. Prix franco : France, 32 francs ; Etranger, 36 francs.

Il est indispensable à chacun de nous de connaître aujourd'hui l'automobile théorique et pratique si nous voulons en tirer le meilleur parti, que ce soit pour le tourisme ou pour le commerce.

L'ouvrage, que nous recommandons tout particulièrement à nos lecteurs, est surtout remarquable par la mise au point qui a présidé à sa rédaction ; on y trouve les plus récents perfectionnements apportés à l'automobile en 1933, exposés sous une forme accessible à tous : juste, de théorie, ce qu'il en faut pour acquérir la pratique automobile.

Nous signalons, en outre, ce manuel à tous ceux qui, un jour ou l'autre, auront à servir dans l'Armée, de plus en plus motorisée.

## TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

### FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{	1 an ..... 45 fr.		Envois recommandés ....	{	1 an ..... 55 fr.
		6 mois ... 23 —				6 mois... 28 —

### ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

*Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodesia, Suède.*

Envois simplement affranchis.....	{	1 an ..... 80 fr.		Envois recommandés ....	{	1 an ..... 100 fr.
		6 mois ... 41 —				6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{	1 an ..... 70 fr.		Envois recommandés ....	{	1 an ..... 90 fr.
		6 mois ... 36 —				6 mois... 45 —

*Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.*

**« LA SCIENCE ET LA VIE »** — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X<sup>e</sup>  
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

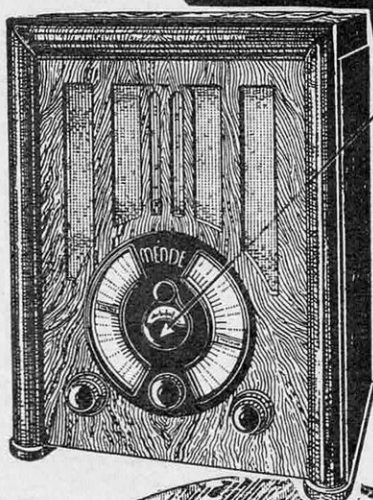
# réglage **S**ilencieux PAR PHONOSCOPE

## Super-Select 1934

7 LAMPES - ANTIFADING

**Sélectivité absolue.**  
**Musicalité inégalée.**  
**Puissance 9 watts.**  
**Réglage unique.**  
**Antifading complet.**

Toutes les stations du programme garanties.



**PHONOSCOPE :** Le réglage à l'oreille est sujet à erreur. Seul le **PHONOSCOPE**, instrument de précision, extra sensible, garantit un accord infailible et précis sur n'importe quelle longueur d'onde. Il fournit instantanément la preuve visible du réglage exact. — Il rend donc impossible la moindre déformation du son. Il annonce silencieusement la présence d'une émission.

**LE PLUS MODERNE DES SUPER-HÉTÉRODYNES :** Ni souffle, ni harmoniques, ni bruits de réglage. Seul récepteur donnant des auditions aussi pures près des lignes à haute tension ou dans des régions parasitées.

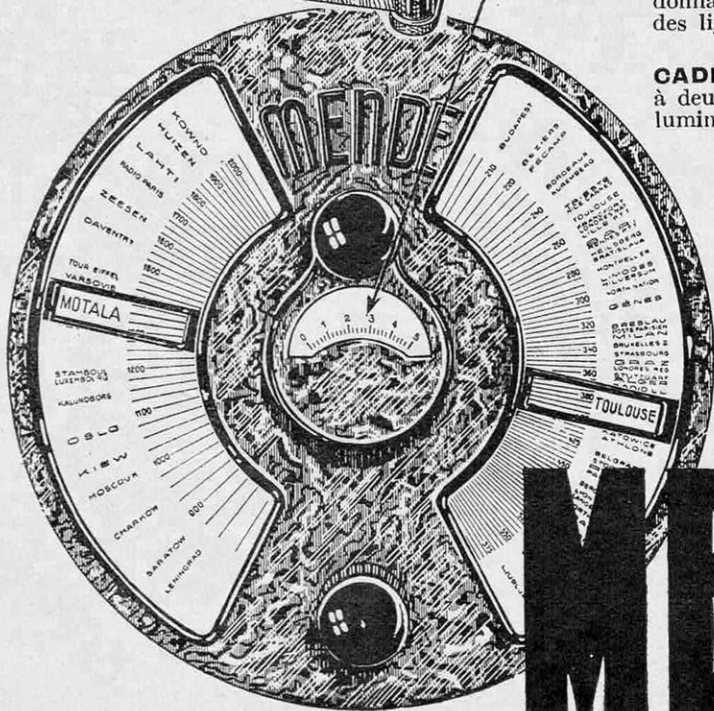
**CADRAN de RÉGLAGE LUMINEUX** à deux secteurs, explorés par deux index lumineux. Graduation en longueurs d'onde et en noms de stations.

Prix imposé (toutes licences et taxes comprises) . . . . . **3.500 FR.**

Même modèle, combiné en Radio-Phono. **4.200 FR.**

**POWER-TONE RADIO**  
**9, faubourg Poissonnière, PARIS**  
Tél. : Provence 66-31

DÉMONSTRATIONS : Tous les mercredis et vendredis à 20 h. 30 et tous les jours, aux heures d'émissions.



# MELENDE

# MOTOGODILLE

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

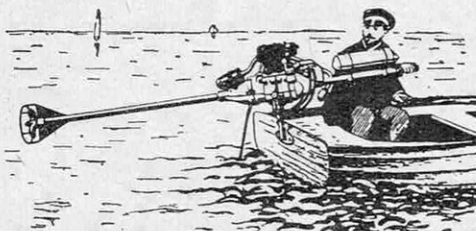
**PÊCHES - TRANSPORTS - PLAISANCE**  
2 CV 1/2 - 5 CV - 8 CV

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

**G. TROUCHE**

62, quai du Président-Carnot, ST-CLOUD (S.-et-O.)

Catalogue Gratuit — Téléph. : Val d'Or 04.55



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°**

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

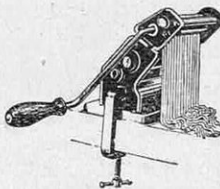


PHOTOGRAVURE—  
GALVANOPLASTIE—  
STÉRÉOCHROME—  
COMPOSITION  
PUBLICITAIRE—  
STUDIO DE PHOTOS  
DESSINS

## BREVETS D'INVENTION

**A. J. VAREILLE**  
INGÉNIEUR - CONSEIL

10, PLACE DE LA PORTE-CHAMPERRET, 10  
PARIS-XVII<sup>e</sup> (Tél. : Galvani 49-56)



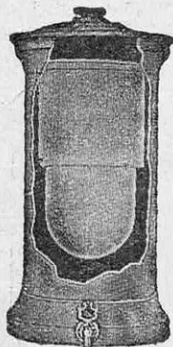
*Les pâtes fraîches sont  
supérieures aux pâtes  
sèches et coûtent  
trois fois moins.*

Préparez-les chez vous très  
rapidement et très écono-  
miquement avec la machine

**COMUS**

(décrite dans le n° de Décembre de *La Science et la Vie*)  
Modèles depuis **95 francs**. GARANTIE DE 5 ANS  
*Envoi notice gratuite sur demande*

**Etablissements LAFFITTE**  
4, Galerie Montpensier (Palais-Royal) - PARIS-1<sup>er</sup>



**Protégez-vous des Epidémies**

**FILTRE PASTEURISATEUR**

**MALLIÉ**

Premier Prix Montyon  
Académie des Sciences

**PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE**

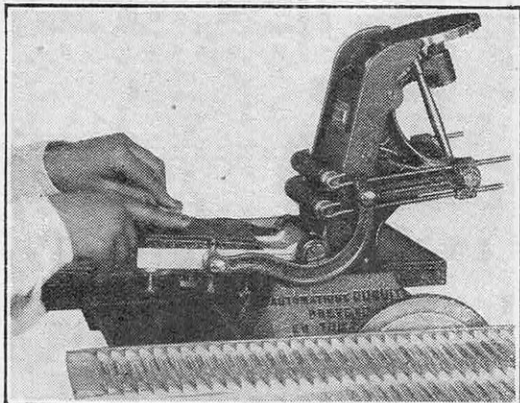
DANS TOUTES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE  
et 155, rue du Faubourg-Poissonnière - PARIS (9<sup>e</sup>)



**:- SUPPRIMEZ VOS ÉTIQUETTES :-  
IMPRIMEZ DIRECTEMENT VOS PRODUITS**

L'AUTOMATIQUE  
**DUBUIT**

imprime sur toute surface 1.800 objets à l'heure :  
marques, caractéristiques, références, prix, etc.



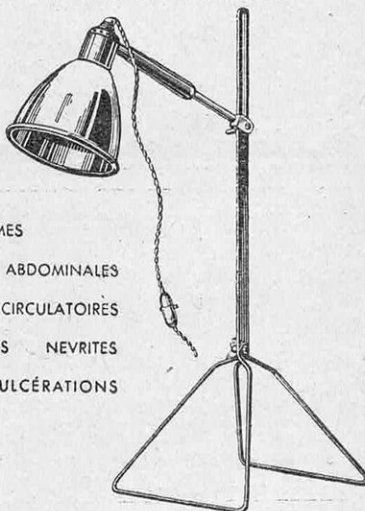
**Présentation plus moderne  
Quatre fois moins cher que les étiquettes**  
*Nombreuses références dans toutes les branches de l'industrie*

**Machines DUBUIT, 62 bis, r. St-Blaise, PARIS-20<sup>e</sup>**  
Tél. : Roquette 19-31

## L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

**PAR LE PROJECTEUR  
THERMO-PHOTOThERAPIQUE  
DU DOCTEUR ROCHU-MERY**



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

**LA VERRERIE SCIENTIFIQUE**  
12. AV. DU MAINE. PARIS. XV<sup>e</sup> T. Littré : 01-63  
Littré : 04-62

# RADIO-MAGAZINE

Le grand hebdomadaire de **T. S. F.** et de musique enregistrée

CHAQUE SEMAINE 48 A 64 PAGES POUR 1 FR. 50

## TOUS LES RADIOPROGRAMMES

Des articles littéraires, artistiques, techniques, des schémas, plans de montage,  
tableaux de réglages, conseils pratiques, consultations, cartes.

### ABONNEMENTS

1 AN : **50 FR.** - 6 MOIS : **30 FR.**

EN PRIME :

Carte radiophonique murale en couleurs des 250 stations européennes.

Tableau d'étalonnage et d'identification.

Un joli portrait d'art.

VOUS LIREZ AVEC PROFIT :

**Almanach Radio-Magazine 1934**

FRANCO 5 FR. 50

**Comment supprimer les parasites**

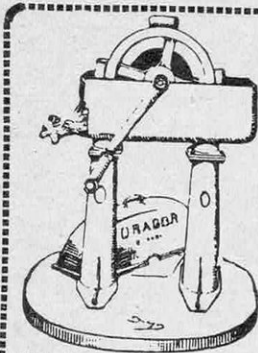
FRANCO 5 FRANCS

**Eléments de Radioélectricité**

FRANCO 17 FRANCS

Spécimen gratuit franco sur demande à **RADIO-MAGAZINE, 61, rue Beaubourg, Paris-3<sup>e</sup>**

TÉL. : ARCHIVES 66-64 ET 68-02 - CHÈQUES POSTAUX 623-36

**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 l'article, n° 85, page 446.

**SOURDS**

**AUDIOS**, toujours en tête du progrès, donne, même aux plus sourds, **LA GARANTIE D'ENTENDRE TOUT & PARTOUT** grâce à la découverte sensationnelle du **MATELAS D'AIR**

Demandez le livre illustré du D<sup>r</sup> RAJAU à **DESGRAIS, 140, r. du Temple, Paris**  
Fournisseur des « Assurances sociales » et des « Centres d'appareillage ».



**TOUS LES SCIAGES**  
et autres usages, avec...

**VOLT-SCIE**  
sur courant lumière.

... et tous vos autres travaux avec **VOLT-OUTIL**

et **WATT-OUTIL 1/2 cv**

qui rainure, toupille, mortaise, etc...  
Marche sur établi et sur courant-lumière

**VOLT-SCIE, VOLT-OUTIL, WATT-OUTIL** sont trois machines artisanales de haute classe

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

MANUEL-GUIDE GRATIS

**INVENTIONS**

OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS  
Dépôt de Marques de Fabrique

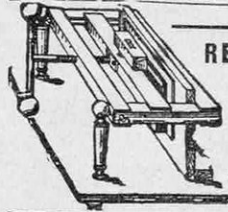
H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambon, Paris

**LA SCIENCE ET LA VIE**

est le seul Magazine de Vulgarisation  
Scientifique et Industrielle

**INVENTEURS**  
Pour vos **BREVETS**

Adressez-vous à : **ROGER PAUL**, Ingénieur-Conseil  
35, rue de la Lune, PARIS (2<sup>e</sup>) Brochure gratis!

**RELIER tout SOI-MÊME**

avec la *Relieuse-Méredieu*  
est une distraction  
à la portée de tous

Outillage et Fournitures générales  
Notice illustrée franco : 1 franc  
V. FOUGERE & LAURENT, à ANGOULÊME

**VOICI DE BONS OUVRAGES**  
récemment parus, que

**LA SCIENCE ET LA VIE**  
VOUS RECOMMANDE

Une nouvelle rubrique de La Science et la Vie a pour but d'établir entre nos nombreux lecteurs répartis dans le monde entier et les meilleurs éditeurs français un trait d'union permettant aux uns de se procurer les volumes qu'ils désirent, aux autres de faire connaître en France comme à l'étranger les ouvrages nouveaux que La Science et la Vie a jugés dignes d'être recommandés plus particulièrement. Notre Service de Bibliographie se charge de les procurer et de les expédier dans les mêmes conditions de prix que les libraires et éditeurs, et fournit gratuitement tous les renseignements que des lecteurs souvent très éloignés ne pourraient que difficilement se procurer, d'où perte de temps et d'argent.

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**



*Mou, 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*.

V O U S  
ACHETEREZ  
UN STOCK  
INÉPUISABLE  
DE KILOMÈTRES  
AU PLUS BAS PRIX  
AVEC LES VÉHICULES  
UTILITAIRES PEUGEOT

DE 400 A 1.200 KGS  
TOUTES LES CARROSSERIES



# Peugeot

LE SEUL VÉHICULE UTILITAIRE  
A ROUES AVANT INDÉPENDANTES