

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

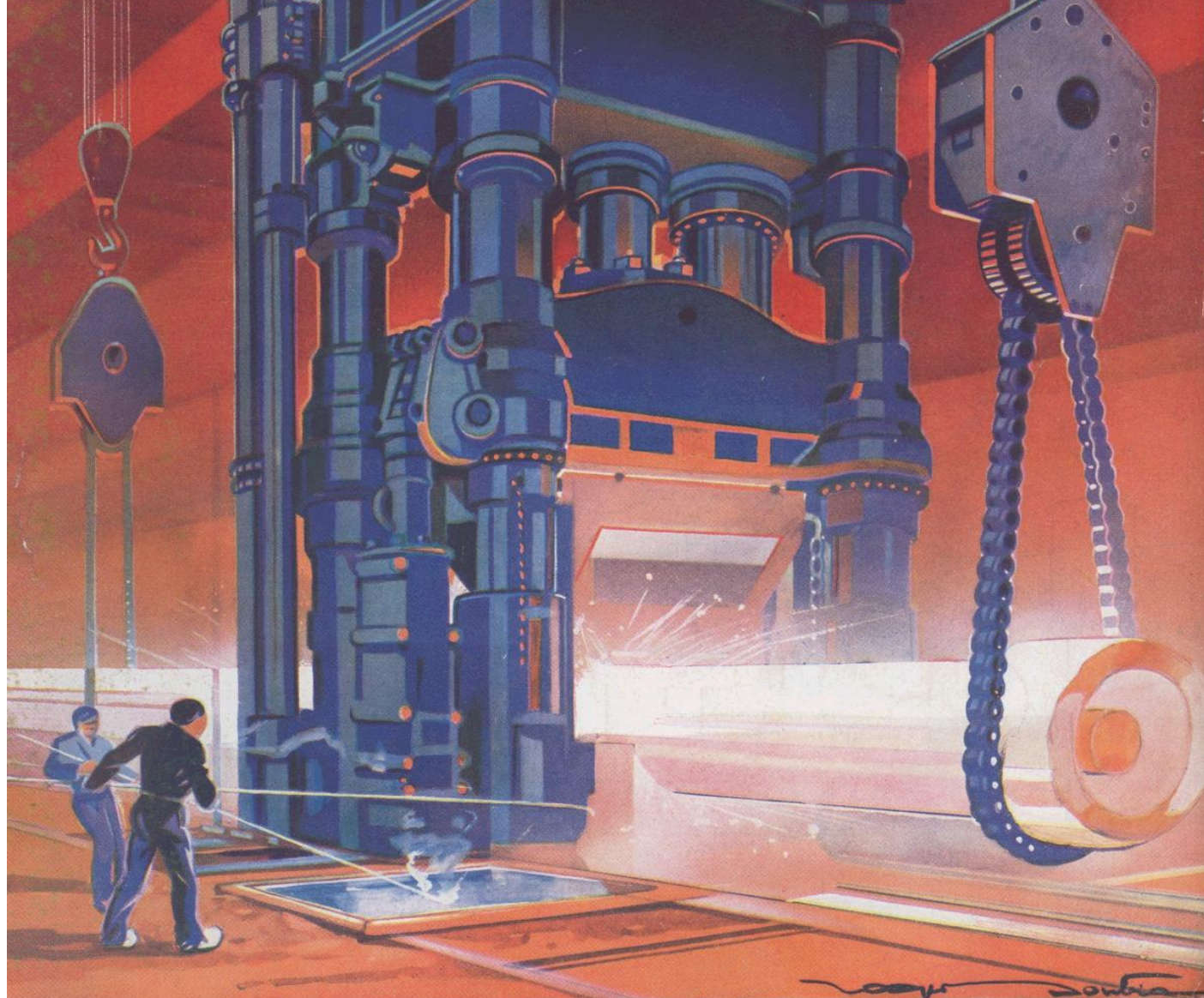
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 49. n. 225. Mars 1936
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1936
Collation	1 vol. (XXII p.-p.[173]-260) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 225
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.225

France et Colonies : 4 fr.

N° 225 - Mars 1936

LA SCIENCE ET LA VIE



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

d'après "Léon Dupin"
création Joseph Charles



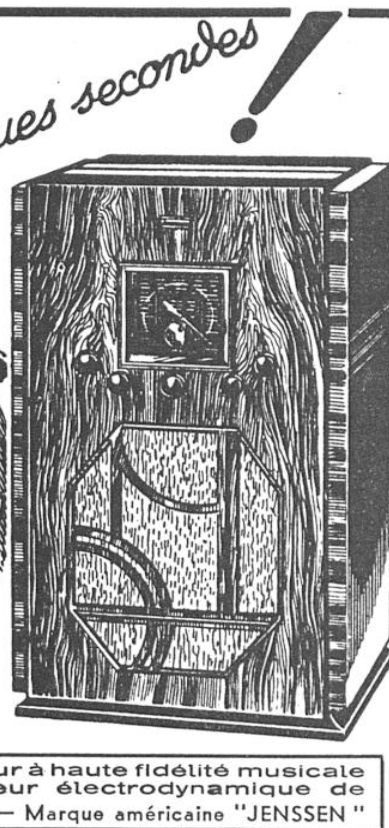
CIGARETTES

CELTIQUE

CAISSE AUTONOME
D'AMORTISSEMENT ■

GROS MODULE

FRANCE AMERIQUE en quelques secondes !

Le premier récepteur à haute fidélité musicale équipé d'un diffuseur électrodynamique de **30 %** modulant 6-8 watts — Marque américaine "JENSSEN"

CARACTÉRISTIQUES DU CHASSIS ULTRAMERIC VIII

SUPER 9 LAMPES 110-250 v. alt. PUSH-PULL CATHODINE TOUTES ONDES 17-2.000 mètres. **SÉLECTIVITÉ VARIABLE AUTOMATIQUE**, BOBINAGES ferunic avec présélection à poudre de fer. — 9 circuits accordés. — Commande spéciale de sensibilité variable. — Démultiplication de précision à double transmission. — CADRAN FULL-VISION à 4 éclairages différents, étalonnés en longueurs d'ondes et stations, même pour les ondes courtes. — LAMPE de silence commandée par potentiomètre et permettant l'élimination complète des parasites, interférences, etc. - Réglage visuel par syntonisateur optique. - ANTIFADING amplifié 100 %. - Hermetic blindage. - Contrôle de tonalité, etc.

RÉCEPTION GARANTIE DE PLUS DE 120 STATIONS, ainsi que des ONDES TRÈS COURTES sur antenne de fortune. — Toulouse, Moscou et tous les étrangers en plein jour.

PRIX DU CHASSIS monté, câblé, avec son jeu de 9 lampes ainsi que le réglage visuel **1.075 fr.**
 Diffuseur électrodynamique de 24 cm. exponentiel, 4 watts **115. »**
 Diffuseur électrodynamique de 30 cm. spécial, 8 watts **225. »**
 Poste complet, en ébénisterie luxe **1.650. »**
 Poste meuble, avec dynamique de 30 cm. **1.850. »**

CHASSIS A L'ESSAI DANS TOUTE LA FRANCE

DEMANDEZ CONDITIONS ET NOTICE SPÉCIALE — VENTE A CRÉDIT
 Demandez la documentation complète détaillée, Réf. 901, envoi gratuit sur simple demande

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS — UNIQUE EN FRANCE
 ULTRAMERIC, construction française, technique américaine

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone :
 TURBIGO 98-70

100, boulevard de Sébastopol, PARIS

Téléphone :
 TURBIGO 98-70

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE

COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28

EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

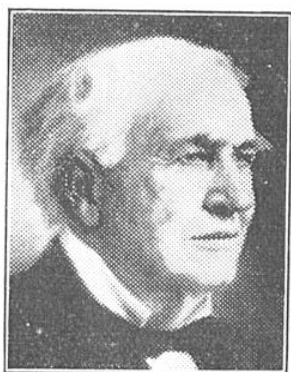
VERSEMENT UN QUART A LA COMMANDE

FOURNISSEUR DES GRANDES ADMINISTRATIONS — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc.

MAISON DE CONFIANCE

QUI EST L'EDISON DE L'ENSEIGNEMENT ?

LES anticipateurs n'ont pas toujours la joie de voir la réalisation de leurs rêves. Pourtant, le précurseur génial H. G. Wells aura vu, de son vivant, la mise en pratique d'une conception qu'il exposait il y a



THOMAS EDISON
le célèbre inventeur américain dont le nom est attaché à la mise en pratique de ces inventions qui ont modifié la physionomie du monde actuel : lampe à incandescence, phonographe, etc.

des années. « Le professeur, écrivait-il, deviendra l'animateur du vrai moyen d'enseignement : le phonographe. »

Nous verrons plus loin que la réalité a dépassé cette conception audacieuse.

C'est à Jacques Roston que revient l'honneur d'avoir fait, du phonographe, un incomparable instrument d'enseignement des langues.

Il fallait une méthode. Roston a travaillé vingt-cinq années à mettre au point la technique nouvelle qui permet à chacun aujourd'hui d'apprendre une langue dans des conditions exceptionnelles de facilité, de rapidité et d'économie.

Comment Roston a conduit ses recherches

Roston a d'abord étudié toutes les méthodes anciennes avec le plus scrupuleux esprit scientifique. Les constatations qu'il en a tirées ont servi de base à ses travaux. Tout de suite un fait l'a frappé : l'enfant apprend sans effort — pourquoi ? C'est qu'il apprend inconsciemment. Il répète ce qu'il a entendu. Nous trouverons dans la méthode Lingua-phone ce souci d'éviter tout effort à l'élève : l'homme doit apprendre comme l'enfant.

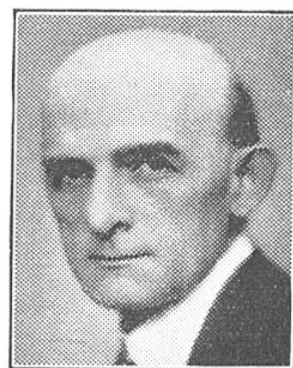
L'enfant écoute, écoute et, tout naturellement, répète ce qu'il a entendu. Nous

n'avons pas à faire différemment. Encore faut-il pouvoir écouter la langue qu'on désire apprendre. Il faut donc se rendre dans le pays même où l'on parle cette langue, ou avoir, à sa disposition, un professeur personnel qui soit, à volonté, un répétiteur infatigable.

La méthode de Roston est merveilleuse, parce qu'elle vous apporte, chez vous, avec les leçons des plus grands professeurs, l'atmosphère, la vie du pays même dont vous apprenez la langue. Elle vous transporte dans ce pays. C'est en voyageant que vous vous instruisez, et c'est pourquoi vous étudiez avec tant de plaisir. A votre gré, le Lingua-phone répète pour vous, des mots, des phrases entières, la leçon complète si vous le désirez.

L'œil et l'oreille sont entraînés ensemble

Les progrès sont étonnamment rapides parce que, tout en écoutant, l'élève a sous les yeux un texte qui fait apparaître le sens des mots au milieu de vivantes illustrations. La mémoire visuelle et la mémoire auditive s'imprègnent inconsciemment de mots, de membres de phrases, de phrases entières. L'élève écoute et se surprend bientôt à parler, et il parle avec un accent parfait, une diction impeccable.



JACQUES ROSTON
le réalisateur de la méthode moderne d'enseignement des langues, qu'après 25 années d'étude il a portée à la perfection. Grâce à ce savant, il est facile d'apprendre aujourd'hui n'importe quelle langue étrangère, chez soi, sans effort et à très peu de frais.

Pourquoi les progrès sont étonnamment rapides

J. Roston a réalisé tout de suite la perfection. Ses leçons enregistrées, combinées avec des textes appropriés sont si merveilleuse-

ment graduées que, non seulement, l'étude se fait sans effort, mais encore que l'élève le moins doué se passionne tout de suite et obtient des résultats qui le comblent de joie. Des lettres innombrables attestent qu'en trois mois, parfois moins, chacun peut se servir pratiquement de n'importe quelle langue étrangère.

Chacun peut connaître gratuitement la méthode Linguaphone

L'Institut Linguaphone a édité un ouvrage qui est envoyé gratuitement sur demande à tous ceux qui en font la demande. Ce volume contient l'histoire de la méthode, sa

description complète, la liste des grandes universités, des lycées, des collèges (plus de 11.200) qui l'ont adoptée. Enfin, les lettres enthousiastes des adeptes de ce merveilleux progrès sont contenues dans ce livre. Qui-conque veut être informé complètement sur ce problème si important à notre époque, l'étude des langues, doit réclamer ce volume. Ajoutons qu'il contient l'offre d'un essai gratuit d'un cours complet pendant huit jours. Nos lecteurs trouveront ci-dessous un bon qui leur donne droit à cet ouvrage. Il leur suffit de compléter et d'envoyer ce bon aujourd'hui même pour le recevoir.

GABRIEL BOIVIN.

A tous les lecteurs de *La Science et la Vie* cet ouvrage est offert **GRATUITEMENT**



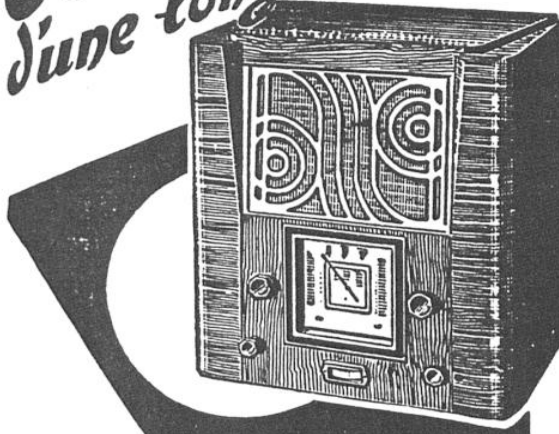
L'Institut Linguaphone est heureux d'offrir à tous les lecteurs de *La Science et la Vie* un ouvrage qui résume l'histoire de la méthode Linguaphone d'enseignement des langues et en donne une description très complète. Cette documentation comprend, en outre, le plan, le programme des cours, la liste des principales universités, des lycées et des collèges qui les ont adoptés. Les opinions autorisées des écrivains, des voyageurs, des artistes, qui journellement se servent du Linguaphone, figurent dans cet ouvrage avec les lettres enthousiastes des élèves.

Pour recevoir ce volume gratuitement et sans engagement, il vous suffit d'envoyer, après l'avoir complété, le bon ci-contre à

L'INSTITUT LINGUAPHONE
12, rue Lincoln (Champs-Élysées)
PARIS - VIII^e

LA SCIENCE ET LA VIE — A	
BON	pour une documentation complète illustrée sur la méthode Linguaphone d'enseignement des langues.
La langue qui m'intéresse est	
.....	
NOM	
ADRESSE	
.....	
.....	

**Le descendant
d'une longue lignée**



Le F 505

récepteur 5 lampes toutes ondes
Appareil de haute qualité,
musical, sensible et sélectif.
Assure une excellente réception
des postes européens et
des ondes courtes.

Montage superhétérodyne 5 lampes
toutes ondes, anti-fading, contrôle
visuel de réglage, tonalité variable.

Prix
Imposé. Frs **1.590**

Autres modèles
de **990 à 2.675 fr.**

Garantie : un an,
lampes garanties trois mois.
Vente à crédit en 12 mensualités.
En vente chez 670 Agents-Distributeurs
Notice 49 sur demande

EMOUZY.

LA MARQUE FRANÇAISE DE QUALITÉ LA SEULE SPÉCIALISÉE
DEPUIS 21 ANS UNIQUEMENT EN T.S.F

63, Rue de Charenton, PARIS (Bastille)

Publ GIORGI



Quel plaisir!
de photographier avec le

"VERASCOPE RICHARD"

le meilleur des appareils photographiques stéréoscopiques

Modèle 45x107 et 6x13 à mise au point
automatique avec obturateur à maximum de
rendement. Moins de film utilisant les bobines
Kodak et autres.

Le "STÉREA"
appareil photographique
stéréoscopique

avec le
GLYPHOSCOPES,
HOMEOS, etc...

TAXIPHOTE RICHARD

LES VACANCES NE SONT JAMAIS FINIES

Afin de faciliter le classement et l'examen de vos collections de vues
stéréoscopiques, nous avons créé des taxiphotes, stéréoscopes
à répétition qui vous permettront de revoir chez vous les jolis
paysages que vous aurez pris pendant vos vacances.

E^TJules RICHARD

7, Rue Lafayette (Opéra)

Usine et bureaux
25, Rue Malingue, PARIS

FACILITÉS DE PAIEMENT

BON B^{on} pour
recevoir notre
catalogue gratuit.



AUSSI BIEN
DE PROFIL
que DE FACE



Une Lunette HORIZON

orne agréablement le visage

Cette forme moderne, brevetée S. G. D. G.,
est à la fois **rationnelle et confortable.**

Il en existe de nombreux modèles

Vous réaliserez pour vos yeux
UN ENSEMBLE PARFAIT
en faisant monter par un Opticien Spécialiste
des verres scientifiques de la Société des Lunetiers :

**STIGMAL, DIACHROM
DISCOPAL ou DIKENTRAL**

(les uns ou les autres selon le cas
que détermine votre opticien)

sur une **LUNETTE HORIZON.**

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

**EN VENTE
CHEZ TOUS LES OPTICIENS SPÉCIALISTES**

La Société des Lunetiers ne vend pas aux particuliers

*Si vous saviez comme
il coûte peu....*



Cette Brochure vous l'apprendra

Elle vous renseignera de façon précise sur les questions qui vous intéressent, et, en particulier, sur la consommation qui est inférieure à :

7 centimes de l'heure par radiateur.

Sur l'installation qui est aussi simple que celle du gaz ou de l'électricité.

Sur l'entretien qui exige à peine quelques minutes d'attention journalière.

Sur le choix des appareils dont il existe une gamme très complète permettant de fournir chauffage parfait et eau chaude dans toute habitation à partir de 2 pièces.



525

Veillez m'envoyer gratuitement votre brochure illustrée N°68

NOM

RUE N°

VILLE DÉPT.

COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

LILLE

141, Rue du Molinel

LYON

1, Rue de la République

MARSEILLE

26, Cours Lieutaud

BORDEAUX

128, Cours d'Alsace-Lorraine

USINES à : DOLE, AULNAY-s/-BOIS, DAMMARIE-les-LYS, CLICHY, St Ouen, ARGENTEUIL, BLANC-MESNIL

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat,
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 29 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 14.000, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 14.008, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

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

BROCHURE N° 14.011, 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° 14.017, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 14.023, 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° 14.025, 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° 14.034, 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° 14.038, 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° 14.041, 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° 14.047, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe**, de la **Mode** et de la **Chemiserie** : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 14.050, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 14.056, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 14.062, 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° 14.065, concernant l'étude des **Langues étrangères** : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longtemps séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 14.073, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E. P. S., Lycées, Ecoles pratiques.
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 14.077, 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° 14.081, concernant la préparation à toutes les **carrières coloniales** : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.
(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

BROCHURE N° 14.089, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 14.093, concernant l'enseignement pour les **enfants débiles ou retardés**.

BROCHURE N° 14.098, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

QUELQUES ATTESTATIONS

parmi **LES MILLIERS** que reçoit chaque année
l'Ecole Universelle sans jamais les solliciter (suite).

(Voir les numéros précédents de *La Science et la Vie*.)

N. B. — Par un souci de discrétion, nous ne donnons ici que les initiales de nos correspondants. Vous pourrez lire ces mêmes lettres, parmi beaucoup d'autres, avec le nom et l'adresse de chaque signataire, dans les brochures de l'Ecole Universelle relatives aux ordres d'enseignement auxquels se rapportent ces attestations.

Monsieur le Directeur,

A la suite de mon admission à l'Ecole de Saint-Cyr..., non seulement votre enseignement ne comporte aucune lacune, mais les douze séries de devoirs que vous m'avez adressées ne sont autre chose que **DOUZE CONCOURS QUI OBLIGENT D'UNE FAÇON CERTAINE LE CANDIDAT A REVISER EN DÉTAIL LA TOTALITÉ DE SES COURS**, et constituent pour lui un entraînement qui lui permet **D'ABORDER L'EXAMEN AVEC ASSURANCE**.

Je me permets donc d'adresser à l'Ecole Universelle tous mes remerciements, qui, par ses directives, sa méthode d'enseignement et de travail, a largement contribué à mon succès.

E. R..., Fontainebleau.

Messieurs les Directeurs,

J'ai le plaisir de vous annoncer mon succès au **Brevet élémentaire**, que je viens de passer à Nancy, les 1^{er}, 2 et 3 octobre.

Succès que je dois en grande partie à votre enseignement : merci de vos conseils et de vos leçons.

En histoire, j'ai eu l'œuvre de la Constituante **QUE J'AVAIS TRAITÉE AVEC VOUS**.

En sciences, j'ai eu comme question de cours la fermentation alcoolique, et **J'AVAIS TRAITÉ AVEC VOUS** toutes les fermentations en général.

En mathématiques, **J'AVAIS TRAITÉ LE PROBLÈME DE GÉOMÉTRIE AVEC VOUS** et un problème d'algèbre presque identique...

R. G..., Einville (M.-et-M.).

Monsieur le Directeur,

...J'ai à cœur de vous informer que j'ai obtenu, devant la Faculté des Lettres de Nancy, le **Certificat d'études pratiques d'allemand**, avec la **MENTION « BIEN »**.

Ce très beau succès, si l'on prend en considération que **JE NE DISPOSAIS QUE DE QUATRE A CINQ HEURES DE TRAVAIL PAR SEMAINE** pour ma préparation, ne saurait se comprendre sans votre excellente préparation, d'une part, et vos conseils et encouragements, d'autre part. Je vous serais infiniment obligé de vouloir bien transmettre l'expression de ma plus vive gratitude à MM. les Professeurs, au dévouement desquels je dois ce beau succès, d'autant plus que **6 CANDIDATS SEULEMENT SUR 25 INSCRITS, JE CROIS, ONT ÉTÉ REÇUS**.

Je ne manquerai pas, dans toutes les occasions qui se présenteront, de vous recommander à mes amis, et je me félicite de vous avoir confié ma préparation à la licence ès lettres. Ce premier succès, au premier examen auquel je me présentais, me donne confiance pour l'avenir et ranime singulièrement mon ardeur au travail.

M. S..., Adamswiller (Bas-Rhin).

Monsieur le Directeur,

Je suis très satisfaite de m'être adressée à l'Ecole Universelle pour l'amélioration de mon **orthographe** ; mes devoirs ont toujours été très bien corrigés, et vos corrigés-types sont d'une grande utilité. Bien qu'**AYANT PEU DE LOISIRS, ÉTANT TRÈS OCCUPÉE PAR AILLEURS**, j'ai pu constater que je faisais beaucoup de progrès.

...Je tiens à remercier mes professeurs, qui m'ont donné de bons conseils et leurs encouragements.

Je suis d'autant plus satisfaite que j'espère bien, d'ici peu, m'inscrire pour de nouveaux cours...

M.L..., Yzeure (Allier).

Chers professeurs,

J'ai le plaisir de vous annoncer qu'après avoir suivi avec beaucoup d'intérêt vos cours, je viens d'être reçu à la pre-

mière partie du **Baccalauréat, section B**, avec la **MENTION « BIEN »** et la note, assez peu courante, je crois, de **20 SUR 20 A LA COMPOSITION ÉCRITE DE MATHÉMATIQUES**.

Je puis vous assurer que ce résultat a été obtenu sans beaucoup de peine, grâce à la clarté de vos cours et à leur progression raisonnée, qui oblige à un travail régulier et fructueux.

Avec encore tous les remerciements pour la facilité avec laquelle vous m'avez conduit au succès, je vous prie de croire...

C. A..., Daix (Côte-d'Or).

Messieurs les Directeurs,

Excusez-moi de ne pas vous avoir fait part plus tôt de mon succès à l'Ecole vétérinaire d'Alfort : j'étais parti en vacances lorsque les résultats me sont parvenus.

Je viens, par la présente, vous exprimer tous mes remerciements, et je suis très heureux de vous annoncer que votre cours de préparation au Concours d'admission aux Ecoles nationales vétérinaires m'a donné **LA MÊME ENTIÈRE SATISFACTION QUE LES COURS DE PRÉPARATION AUX DEUX PARTIES DU BACCALAURÉAT**. Je suis très content de la correction des devoirs (particulièrement des devoirs de physique et de chimie) et des encouragements qui m'ont été prodigués : aussi je vous prie de bien vouloir présenter mes sincères remerciements à MM. les Professeurs qui en ont été chargés.

Je tiens à vous signaler un fait : j'ai eu une question de physique « principe d'équivalence entre le travail mécanique et la chaleur », **QUI M'AVAIT ÉTÉ POSÉE COMME DEVOIR ÉCRIT, AU COURS DE MA PRÉPARATION**.

R. M..., Broussay-en-Wœvre (Meuse).

Messieurs,

Après avoir suivi, pendant quelques mois, votre cours par correspondance de **Secrétaire-assistante de médecin**, j'ai eu le plaisir d'apprendre mon succès à l'examen qui a eu lieu le mois dernier et qui me donne droit au « Brevet de secrétaire médicale ». Aussi, je tiens à vous remercier tout particulièrement, car si j'ai réussi, c'est à l'Ecole Universelle que je le dois.

J'ÉTAIS TRÈS SCEPTIQUE, en m'inscrivant à ce cours, sur les résultats d'un enseignement par correspondance. Au cours de mes études, j'en ai reconnu l'efficacité.

Vos leçons sont claires, précises et compréhensibles, même pour ceux qui n'ont pas fait toutes les classes secondaires comme moi. Les corrections et annotations des professeurs montrent clairement les erreurs commises. Les corrigés-types permettent de se rendre exactement compte de la manière dont il fallait traiter le devoir. En un mot, je peux dire que **LA MÉTHODE D'ENSEIGNEMENT DE L'« ÉCOLE UNIVERSELLE » EST EXCELLENTE**.

Que tous ceux qui sont sceptiques ou hésitants, comme je l'étais, l'essayent, et ils ne manqueront pas d'en être satisfaits.

O. F..., Mulhouse (Bas-Rhin).

Messieurs les Directeurs,

Je viens de terminer mon **Cours de peinture** et tiens à vous dire que j'en ai été entièrement satisfaite. **BIEN QUE N'AYANT AUCUNE NOTION** sur la peinture à l'huile, mais seulement le goût d'en faire, je suis arrivée assez facilement, avec vos cours très bien expliqués, votre bonne méthode et la correction sérieuse des devoirs par mon professeur, que je vous prie de remercier tout particulièrement pour les excellents conseils qu'il m'a donnés.

H. L..., Puybolier (Charente).

(A suivre.)



Choisissez la montre à votre goût sur le superbe Album n° 36-35, présentant :

600 MODÈLES DE MONTRES DE BESANÇON

tous les genres pour Dames et Messieurs qualité incomparable

Adressez-vous directement aux

Ets SARDA
les réputés fabricants installés depuis 1893.

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRECISION

Envoi gratuit

"DESSINEZ"

rapidement, exactement, sans savoir dessiner, d'après nature et d'après documents, grâce à

La Chambre Claire Universelle
(2 modèles de précision) : **190** ou **280** francs

ou
Le Dessineur (Chambre Claire simplifiée) : **110** francs



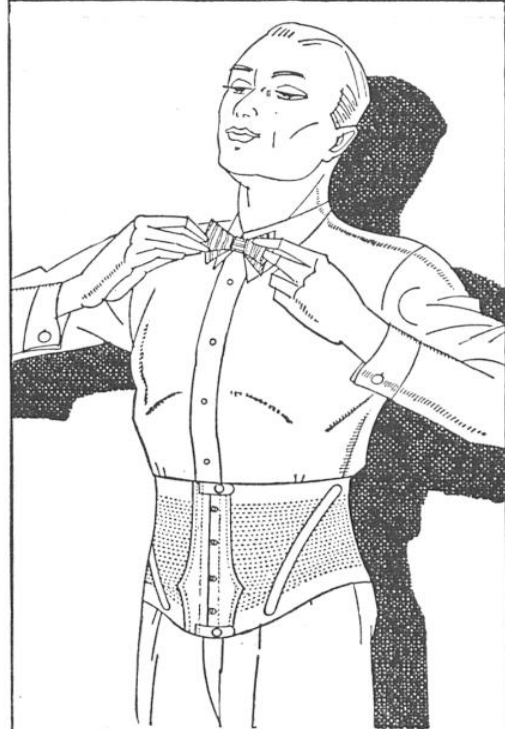
Agrandissements, réductions, copies de photos, plans, paysages, portraits, objets, etc.

COMPAS

RÈGLES A CALCULS

et tout matériel de Dessin.

Demandez CATALOGUE gratuit n° 12 et RÉFÉRENCES OFFICIELLES
P. BERVILLE, 18, rue La Fayette, PARIS (9°)



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE
doit porter la
Nouvelle Ceinture

Anatomic

INDISPENSABLE à tous les hommes qui "fatiguent" dont les organes doivent être soutenus et maintenus.
OBLIGATOIRE aux "sédentaires" qui éviteront "l'empatement abdominal" et une infirmité dangereuse : **l'obésité.**

N°	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable.	20 c/m	69F.	79F.
102	Réglable . . .	20 c/m	89F.	99F.
103	Non réglable	24 c/m	99F.	109F.
104	Réglable . . .	24 c/m	119F.	129F.

Recommandé : 102 et 104 (se serrant à volonté).
Commande : Indiquer votre tour exact d'abdomen.
Echange : par retour si la taille ne convient pas.
Envoi : rapide, discret, par poste, recommandé.
Port : France et Colonies : 5 fr. - Étranger : 20 fr.
Paiement : mandat ou rembour. (sauf Étranger).
Catalogue : échantill. tissus et feuil. mesur. Fco.

BELLARD - V - THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9°

Santé Force Vigueur PAR l'Électricité

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

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

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

3me Partie : MALADIES de la FEMME

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

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

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

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

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

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

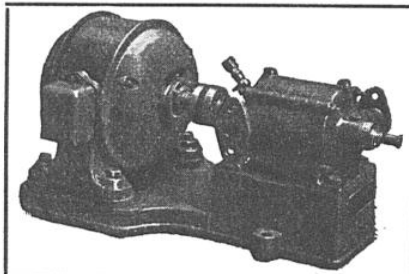
Chaque ménage devrait posséder cet ouvrage pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé, afin d'avoir toujours sous la main l'explication de la maladie ainsi que le remède spécifique de la guérison certaine et garantie.

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple carte postale à Mr le Docteur L. P. GRARD, 80, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FOREST, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: Lettre 1,50. Carte 0,90.

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

SOURDS

Seule, la marque AUDIOS

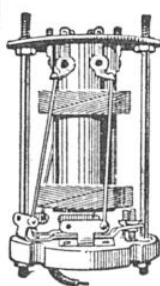
grâce à ses ingénieurs spécialisés
poursuit sa marche en avant et
reste en tête du progrès

Sa nouvelle création

LE CONDUCTOS

est une petite merveille de la technique moderne

Demandez le tableau-diagnostic du Docteur RAJAU à
DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris-3^e



Bobinages étalonnés

A. C. R.

H. F. et super 465 et 135
K. C. (fil de Litz)

Bobinages toutes ondes

M. F. à fer stabilisé

TARIF FRANCO

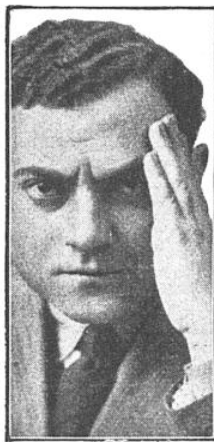
CORRÉ, 60, rue des Orteaux, PARIS (20^e)

Tél. : ROQUETTE 83-62

RÉVÉLATION DU SECRET DE L'INFLUENCE PERSONNELLE

Méthode simple pour développer le magnétisme, la concentration, la mémoire et la force de volonté. Un livre de 80 pages décrivant entièrement cette méthode unique ainsi qu'un diagramme d'auto-analyse et une étude de caractère GRATIS à tous ceux qui écrivent immédiatement.

« La merveilleuse puissance de l'Influence Personnelle, du Magnétisme, de la Fascination, du Contrôle de l'Esprit, qu'on l'appelle comme on voudra, peut être sûrement acquise par toute personne, quels que soient son peu d'attrait naturel et le peu de succès qu'elle ait eu », dit M. Elmer E. Knowles, auteur du livre intitulé : « La Clé du Développement des Forces Intérieures. » Ce livre dévoile des faits aussi nombreux qu'étonnants concernant les pratiques des Yogis hindous et expose une méthode unique en son genre pour le développement du Magnétisme Personnel, des Puissances Hypnotiques et Télépathiques, de la Mémoire, de la Concentration et de la Force de Volonté à l'aide de la merveilleuse science de la suggestion.



M. D. C. HOULDING

M. D. C. Houlding écrit : « Votre inspiration a fait de moi un homme nouveau, ma puissance de concentration et mon contrôle de moi-même s'étant extraordinairement améliorés. Vous m'avez donné la confiance en moi et m'avez permis d'exercer une notable influence sur les autres. Depuis peu, mes succès ont été aussi marquants que l'avaient été auparavant mes échecs. » Ce livre distribué gratuitement contient de nombreuses reproductions photographiques montrant comment ces forces invisibles sont employées dans le monde entier et comment des milliers de personnes ont développé certaines puissances de la possession desquelles elles étaient loin de se douter. La distribution gratuite a été confiée à une grande institution de Bruxelles et un exemplaire sera envoyé franco à quiconque en fera la demande.

En plus du livre gratuit, toute personne qui écrit immédiatement recevra un exemplaire du diagramme d'auto-analyse du professeur Knowles ainsi qu'une étude détaillée de caractère. Copiez simplement de votre propre écriture les lignes suivantes :

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

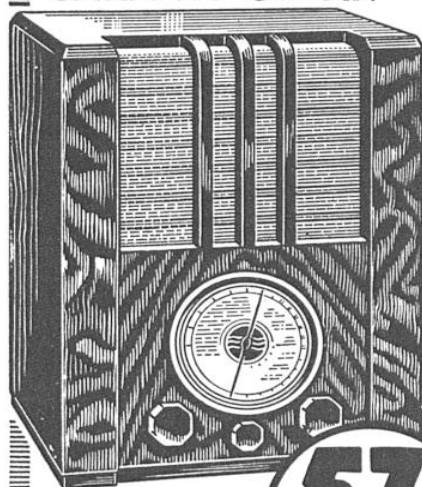
Ecrivez très lisiblement vos noms et adresse complets (en indiquant Monsieur, Madame ou Mademoiselle) et adressez la lettre à PSYCHOLOGY FOUNDATION S. A., distribution gratuite. (Dept. 3529-C.), rue de Londres, 18, Bruxelles, Belgique. Si vous voulez, vous pouvez joindre à votre lettre 3 francs français,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

N. B. — Psychology Foundation est une maison d'édition établie depuis de nombreuses années. Elle s'est fait d'innombrables amis par la distribution de livres utiles et de brochures traitant de questions psychologiques et mentales. Plus de 40 professeurs d'universités ont contribué à ses éditions et tous les ouvrages pour lesquels un prix est fixé sont vendus avec une garantie de satisfaction ou de remboursement.

LE POSTE DE
HAUTE FIDÉLITÉ:

Le nouveau
Miracle

A RÉGLAGE
GYROSCOPIQUE
BREVETÉ S.G.D.G. LICENCE E.M.C.
GARANTI UN AN



L'EUROPE
A VOTRE DISPOSITION
AVEC RAPIDITÉ,
SOUPLESSE, PRÉCISION

57 fr.
PAR
MOIS
ou **650** fr.
AU COMPTANT

RADIO-LYON
CONSTRUCTEUR

Fournisseur des Hôpitaux de Paris et
des Etablissements scolaires supérieurs

37 Av. LEDRU-ROLLIN (12^e) M^o Gare de Lyon

142 rue MONTMARTRE (2^e) Métro: Bourse

148 rue OBERKAMPF (11^e) M^o Ménilmontant

DISTRIBUTEURS OFFICIELS :

94 bis Av. JEAN-JAURÈS - Pavillons - s/Bois

49 Rue des BOURGUIGNONS - Bois-Colombes

Ces magasins sont ouverts, même les
dimanches et fêtes, jusqu'à 20 heures
et le samedi jusqu'à 22 h.



Prenez soin de votre dentition

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

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

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

Dentol

un ensemble
unique...

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

pour
illustrer vos
Publicités

Établissements

Laureys Frères * Q
17, rue d'Enghien, Paris

Recherches des Sources
Filons d'eau

Minerais, Métaux,
Souterrains, etc.

PAR LES

**DÉTECTEURS
ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES**

L. TURENNE

INGÉNIEUR E. C. P.

19, rue de Chazelles, 19
PARIS (17^e)

Vente des Livres et des Appareils
permettant les Contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

AUX INVENTEURS

" La Science et la Vie "

CRÉE

UN SERVICE SPÉCIAL DES NOUVELLES INVENTIONS

Dépôt des Brevets, Marques de Fabrique, Poursuite des Contrefacteurs

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Pas de foyer
Pas d'atelier
Pas d'usine
sans un

M O T E U R

RAGONOT-ERA

moteurs à réducteurs de vitesse - moteurs spéciaux - génératrices - convertisseurs

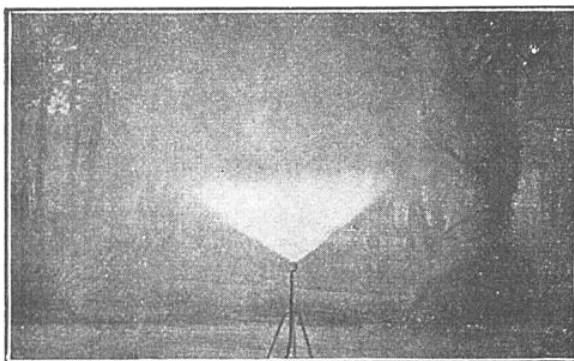
...ou un

Ragonot-Delco

(Licence Delco)

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

Pub. R.-L. Dupuy



L'Arroseur IDEAL E. G.

BREVETÉ S. G. D. G.

Ne tourne pas et donne l'arrosage en rond, carré, rectangle, triangle et par côté; il est garanti inusable et indéréglaible.

L'Arroseur rotatif IDEAL

est muni de jets d'un modèle nouveau, réglables et orientables, permettant un arrosage absolument parfait.

Eug. GUILBERT, Const^r

160, avenue de la Reine
BOULOGNE-SUR-SEINE

Tél. : Molitor 17-76

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTOThERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY

*Soulage
les douleurs*

RHUMATISMES

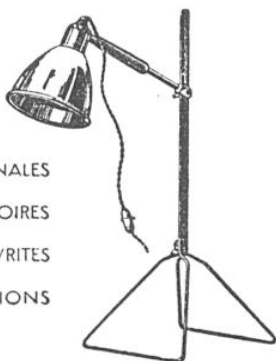
DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

NEURALGIES - NEVRITES

PLAIES - ULCÉRATIONS

ETC., ETC.



LA VERRERIE SCIENTIFIQUE

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

RADIESTHÉSIE

La Méthode du D^r LIEPCHATZ est un entraînement complet basé sur des principes scientifiques contrôlés par une longue expérience.

LA SANTÉ

par le choix précis des aliments et des médicaments. Hygiène et Diététique.

TRAVAUX RÉMUNÉRATEURS

en Agriculture, Art vétérinaire, Hygiène, Psychologie. Prospections minières, végétales, animales et humaines, sur place et à distance.

DÉVELOPPEMENT PHYSIQUE

du système nerveux et des glandes endocrines.

PAS DE MATÉRIEL ONÉREUX

La première leçon est envoyée gratuitement aux lecteurs de *La Science et la Vie*. Ecrire :

INSTITUT DE RADIESTHÉSIE

51, rue du Commerce, 51, BRUXELLES.

(AFFRANCHISSEMENT 1 FR. 50)

AVANT D'ACHETER UN POSTE DE T. S. F., LISEZ CECI :



JOINDRE 1 FRANC
POUR FRAIS
D'ENVOI

LE MEILLEUR POSTE ACTUEL, c'est celui que vous monterez facilement vous-même en demandant les schémas et les devis des derniers montages : **TRANSCONTINENTAL** en lampes européennes, ou **TRANSOCEANIC** en lampes américaines, appareils qui, réalisés par vous, vous permettront d'entendre le monde entier pour une faible dépense; car ces postes, réellement supérieurs, vous reviendront, absolument complets, à moins de 1.000 francs, malgré que leur valeur commerciale soit du double.

Demandez directement aux **Usines JACKSON, 164, route de Mont-rouge, à Malakoff**, le plan de cet intéressant montage, qui a été décrit dans ce numéro par Géo MOUSSERON.

*où que vous soyez
..profitez des
avantages
du gaz!*



Vous êtes éloignés de toute usine à gaz ? Qu'importe. Butagaz vous apporte la flamme souple et docile, si pratique pour la cuisine, la salle de bains, l'éclairage et le chauffage.

Livré en bouteilles, il s'installera chez vous, aussi isolée que soit votre habitation. En tous lieux, Butagaz vous permettra de bénéficier de la commodité du gaz. Approvisionnement régulier par des milliers de dépositaires livrant à domicile.

BUTAGAZ
LE PREMIER BUTANE FRANÇAIS

La Chronique mensuelle du Chromage

CHROMAGE DES TAMPONS

Les tampons étant des pièces de précision devront avoir une surface très dure :

1° Pour résister au frottement des pièces à mesurer ;

2° Pour résister aux chocs qu'ils peuvent recevoir à l'atelier.

Pour ces deux raisons, il y aura avantage à les chromer.

a) Le chrome est plus dur que les aciers spéciaux traités ;

b) Son coefficient de frottement et son poli donneront aux tampons une longévité pouvant être 10 fois plus grande que celle d'un tampon non chromé ;

c) Un tampon usé peut toujours être rechargé et remis à sa cote primitive.

MODE D'EMPLOI :

Les tampons à chromer doivent être sous-cotés de 3/100^e au rayon. Ils seront chromés, rectifiés et polis à leur cote définitive.

Un tampon chromé peut être en acier ordinaire.

En définitive, prix de l'acier moindre, longévité 10 fois plus grande, et la pièce peut être chromée indéfiniment.

Voir l'article paru, page 505, dans le numéro 222 (décembre 1935) de LA SCIENCE ET LA VIE

ALLION

Anciens Etablissements J. DU CHATENET
Société Anonyme au Capital de 2.100.000 francs
52, RUE VICTOR-HUGO - COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : DEFense 19-67 — R. C. n° 266.815 B.

L'ÉCOLE D'ADMINIS

28, boulevard des

vous manifestera sa reconnaissance de la collaboration publicitaire que vous lui apporterez en vous envoyant gratuitement son «Cours de Composition française» contre une liste de dix adresses sérieuses de personnes susceptibles d'être intéressées par les **CARRIÈRES DE L'ÉTAT**. Votre nom ne sera évidemment pas divulgué.

Contre deux francs en tim-

SPÉCIALE TRATION

Invalides, PARIS-7^e

bres, vous pouvez également recevoir le **GUIDE COMPLET N° 39 DES CARRIÈRES DE L'ÉTAT** contenant, en 120 pages in-8 coquille, la documentation la plus parfaite qui existe sur les matières demandées aux concours, sur les limites d'âge, sur les diplômes exigés le cas échéant, sur les traitements, sur les suppléments en France et aux Colonies, pour les hommes et les femmes.

IMPERMÉABILISEZ VOUS-MÊME...

PAR L'

HYDRO-BOURGUIART INCOLORE

qui remplace avantageusement tout ce qui, jusqu'à ce jour, était employé pour préserver de l'humidité les pignons, toitures, terrasses, citernes, etc.

Par ses qualités et par son prix, l'

HYDRO-BOURGUIART

incoloré laisse loin en arrière les enduits, les revêtements en éternit, zinc, etc. En effet :

HYDRO-BOURGUIART

incoloré n'est pas un enduit, car contrairement à ceux-ci qui forment une pellicule qui se désagrège après un an, l'

HYDRO-BOURGUIART

pénètre profondément à l'intérieur des matériaux, qu'ils soient en pierre, ciment, briques ou grès.

HYDRO-BOURGUIART

empêche le salpêtrage, agit comme un désinfectant de premier ordre, détruisant et empêchant les végétations cryptogamiques. Les objets en contact des murs sont donc protégés efficacement avec

HYDRO-BOURGUIART

produit qui ne souffre aucune comparaison avec ce qui existe à ce jour, tant au point de vue de la qualité que du prix.

BOURGUIART

22, rue du Bouloi — PARIS

ROLAND-RADIO

a le poste qu'il vous faut

Super "Familial" 695. »

Le poste de qualité à prix inégalé

5 lampes avec ondes courtes, 995. »

Moscou et le Vatican garantis

6 lampes "Concerto", le poste du musicien 1.300. »

7 lampes "Perfection" : 2 gammes d'ondes courtes 1.750. »

2 vitesses de démultiplication. Le monde entier chez vous.

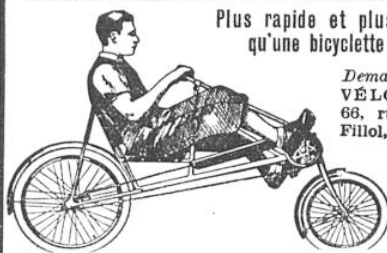
R. ECHARD 45, r. Aristide-Briand, LEVALLOIS (Seine). — Tél. : Pereire 24-88
EX-RADIO DE BORD, BREVETÉ DE 1^{re} CLASSE

SOYEZ MODERNES ! AYEZ UN

VÉLORIZONTAL

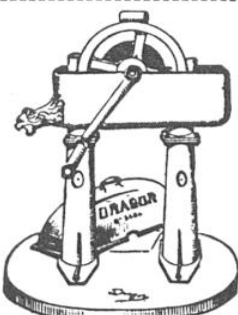
LICENCE
VÉLOCAR

Plus rapide et plus confortable qu'une bicyclette classique.



Demandez notice à
VÉLORIZONTAL
68, rue Roque-de-
Fillol, PUTEAUX
(Seine)

595
FRANCS



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^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - Garanti 5 ans

Elévateurs DRAGOR

LE MANS (Sarthe)

Pour la Belgique :

39, allée Verte - Bruxelles

Voir l'article, n° 83, page 446.

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
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'Alesia, PARIS-14^e.

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE



FAITES de la GLACE en UNE MINUTE...

AVEC LA

POMPAGLACE

La POMPAGLACE, brevetée S. G. D. G., fonctionne sans électricité, ni gaz, ni moteur, ni sels chimiques, simplement à la main.

La POMPAGLACE permet de faire soit une carafe frappée, soit de la glace en bloc, soit des sorbets, crèmes ou friandises glacées.

PRIX de l'appareil complet, avec carafe et seau isotherme **295 fr.**

J. PEAUCELLIER, 314, r. St-Martin, Paris-3^e

SEUL FABRICANT

Tél. : ARC. 32-52

LA SCIENCE

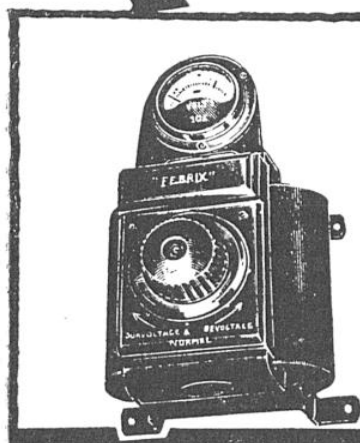
ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation

Scientifique et Industrielle



Pour
“DISCIPLINER”
 le courant !



SURVOLTEUR - DÉVOLTEUR

“ FERRIX ” - 2 modèles :

CD - régularise le courant (220 v ou 110 v.)
 (survoltage 20 o/o, dévoltage 20 o/o), 5 types de puissances différentes.

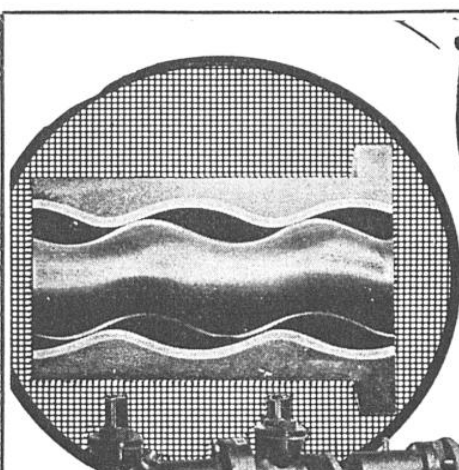
CT - abaisse la tension (de 220 v à 110 v.) et
 la régularise (survoltage 18 o/o, dévoltage 18 o/o,
 veilleuse), 3 types de puissances différentes.

Demandez la Notice N° 40 à

FERRIX

98, Avenue Saint-Lambert - NICE
 2, Rue Villaret de Joyeuse - PARIS

Pub. R.-L. Dupuy



Un Succès

UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. O. M. LICENCE R. MOINEAU

SES AVANTAGES :

■ SILENCIEUSE

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

tous débits
 toutes pressions

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MECANIQUE

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

Vivre 100 ans

par une méthode de vie scientifique

ON PEUT RESTER JEUNE OU LE REDEVENIR, ET vivre en bonne santé pendant deux et même trois fois la durée actuelle de la vie.

La preuve en a été faite par les meilleures intelligences de notre temps : Metchnikoff, Steinach, Voronof, Jaworski, Frumusan, Harrisson, Carrel, etc. Le Professeur THÉIRON en a fait l'expérience vivante sur lui-même et sur de nombreux élèves.

A plus de 70 ans, il a la souplesse et l'aspect d'un homme de 40.

Il a réuni ses expériences en une méthode facile, applicable par tous : cette méthode n'exige ni médicaments, ni greffes glandulaires, ni exercices pénibles. Il suffit de bien orienter l'alimentation, la respiration, et de soigner surtout

LES GLANDS ENDOCRINES

suivant des indications simples et précises qui vous donneront une vitalité décuplée, une ardeur infatigable, qui défie les signes et les effets de l'âge.

Demandez l'exposé en 32 pages de cette Méthode envoyé gratuitement.

ÉCOLE THÉIRON (Serv. 23, rue Vanderkindere, 334, Bruxelles (affranchir à 1 fr. 50)).

TELEVISION

MAGAZINE

LA PREMIÈRE REVUE MENSUELLE DE VULGARISATION

vous permettra de comprendre et de réaliser la TÉLÉVISION

LES MEILLEURS TECHNICIENS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS Y COLLABORENT

EN VENTE A PARIS : dans les kiosques et librairies, ou à l'Administration, 19, rue Debelleyne, Paris (3^e).

LE NUMÉRO : 3 fr. 50

Timbres-poste acceptés en paiement

Il y a AUSSI des POSTES-BATTERIES MODERNES

En même temps que toute la gamme des meilleurs postes-secteurs, nous avons créé

POUR LES IMMEUBLES QUI N'ONT PAS LE COURANT
POUR LES SANS-FILISTES QUI ONT UN SECTEUR IRRÉGULIER
CONTRE LES SECTEURS PARASITÉS

un POSTE-BATTERIES MODERNE

muni des derniers perfectionnements :

H. p. **DYNAMIQUE** — Ondes de 16 à 2.000 mètres — Prise pick-up — Changeur de tonalité, etc...

DOCUMENTATION FRANCO SUR DEMANDE

RADIO-LIRIX, 58, rue La Fayette, Paris-9^e

INVENTEURS

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

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".



S. G. A. S.

ing.-constr. br. s. g. d. g.
44, r. du Louvre, PARIS

VOLT-OUTIL, sur courant lumière. forme 20 petites machines-outils. Il perce, scie, tourne, meule, etc., bois et métaux pour 20 centimes par heure. — Succès mondial.

NOTICE FRANCO

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

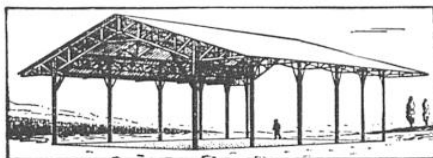
◀ **FILTRE** ▶

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

MALLIÉ

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

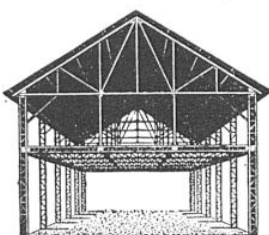
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



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



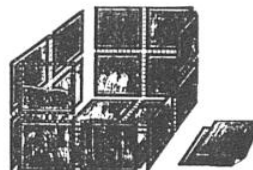
GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. (Notice 192)



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



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



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



MOULINS A VENT et toutes INSTALLATIONS HYDRAULIQUES. (Notice 193)



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



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



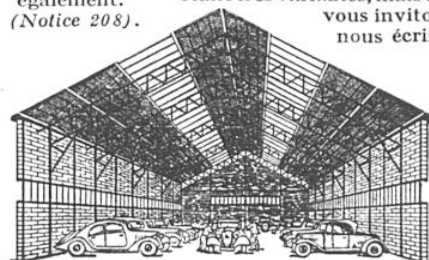
ESCALIERS MÉTALLIQUES. Nos escaliers ne se cataloguent pas, les besoins étant très variables, mais nous vous invitons à nous écrire.

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

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



PAVILLONS COLONIAUX de toutes dimensions. Entièrement démontables et de toutes grandeurs voulues, avec des vérandas de 2 mètres jusqu'à 4 mètres.



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

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.) — Tél.: 960.35 PETIT-QUEVILLY

*vous
aurez
pour*

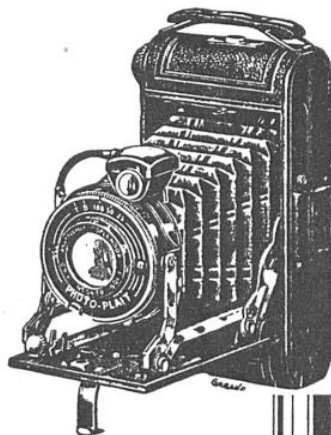
27 frs

LE "SPORTEX" PRIX 195^f

MODÈLE 1936

Automatique 6×9. Se chargeant en plein jour avec des pellicules de 8 poses. — ANASTIGMAT "SPLENDOR" 1: 4,5. — Obturateur 1/100^e à retardement, permettant de se photographier soi-même.

Le solde payable en 7 mensualités de 27 frs sans aucune majoration ou bien le même, format 6 1/2×11 c/m. PRIX : 240 francs ou 8 mensualités de 33 francs.



DERNIÈRE NOUVEAUTÉ "Le DUXO" 6×9 c/m

Appareil Automatique de Luxe, gainé cuir bords argentan chromé. Obturateur à retardement. — Double format 4 1/2 × 6 et 6 × 9 c/m. ANASTIGMAT 1 : 4,5.

PRIX EXCEPTIONNELS :

Avec obturateur "PRONTO" 1/100 ^e	235. »	ou	8 mensualités de	32. »
— "PRONTOR" II à vitesses variables.	265. »	-	8	36. »
— "Compur" S 1/300 ^e	350. »	-	10	38. »
— "Compur" RAP.D 1/400 ^e	425. »	-	12	38. »

**TOUS NOS APPAREILS SONT GARANTIS 2 ANS
REPRISE EN COMPTE DES ANCIENS MODÈLES**

EN VENTE SEULEMENT AUX ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

35, 37, 39, RUE LA FAYETTE - PARIS-Opéra

ou dans leurs } 142, rue de Rennes, PARIS-Montparnasse
104, rue de Richelieu, PARIS-Bourse
SUCCURSALES } 15, Galerie des Marchands (rez-de-ch.), Gare St-Lazare
6, place de la Porte-Champerret, PARIS-17^e

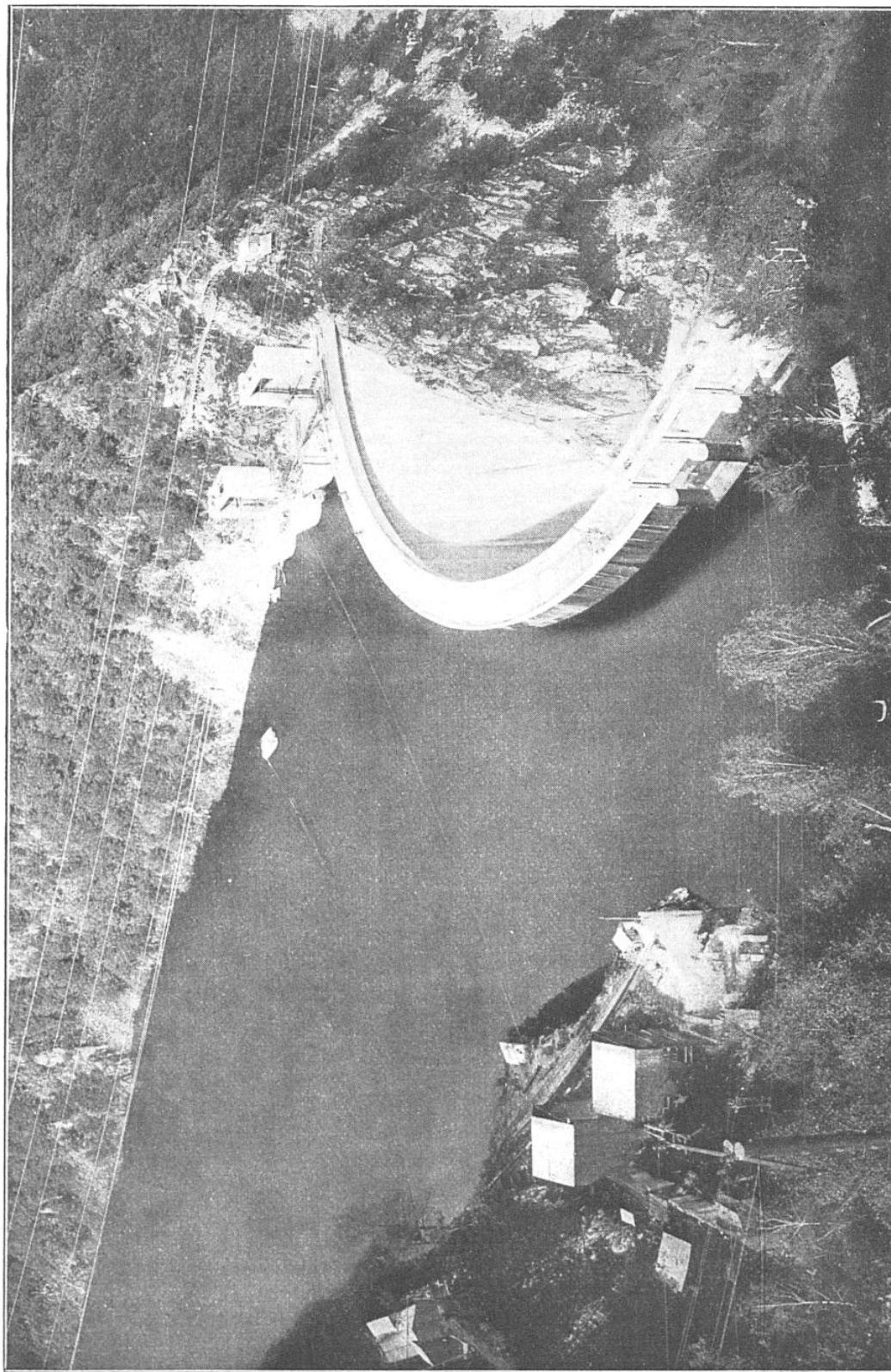
CADEAU

Tout acheteur d'un "SPORTEX" ou d'un "DUXO" payé au comptant recevra GRATUITEMENT un SUPERBE SAC en cuir

L'extrait du Catalogue Général 1936 S. V., avec les dernières nouveautés, est adressé gratuitement sur demande.

Pour la conquête de l'énergie : l'aménagement hydroélectrique du Massif Central	Jean Marchand	175
Dans le plan d'électrification de la France, la nouvelle centrale de Marçèges, avec son barrage d'une conception originale, d'une puissance installée de 128.000 kW, constitue une étape vers l'utilisation des 4 milliards de kW.h de notre Massif Central.	Ingénieur I. E. G.	
La renaissance de la marine de guerre allemande	L. Laboureur	187
Par l'accord anglo-allemand de 1935, l'Allemagne a obtenu le droit de disposer d'une flotte égale à celle attribuée à la France à Washington (1922). Voici comment elle entend, en conséquence, mettre à profit toutes les ressources de la technique industrielle et navale pour atteindre les buts qu'elle s'est assignés sur mer.	Capitaine de frégate (R.).	
A propos du centenaire d'Ampère, l'un des créateurs de l'électro-technique moderne	L. Houllevigue	194
La création de l'électrodynamique (action des courants sur les courants), l'explication du magnétisme constituent les plus beaux titres scientifiques du grand physicien français, dont l'esprit d'investigation et d'observation s'attacha à toutes les connaissances humaines, aussi bien à la chimie qu'à la philosophie.	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
Voici les plus puissantes presses hydrauliques du monde.. .. .	Paul Lucas	199
Les besoins de l'industrie sidérurgique moderne exigent un outillage de plus en plus puissant. Des presses de 15.000 tonnes sont capables de forger maintenant des lingots de plus de 300 tonnes.		
Les merveilleuses expériences de l'embryologie moderne	Jean Labadié	203
L'Allemand Oparmann (prix Nobel 1935), en étudiant la différenciation et l'organisation des cellules de l'œuf; le Français Bounoure, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, en établissant la théorie de la « lignée germinale » d'après laquelle les individus n'ont aucune influence sur l'évolution de l'espèce, ont enrichi récemment la science des origines de la vie.		
L'avion pourra-t-il aller plus vite que le son ?	Jean Bodet	213
La vitesse du son représente une valeur critique, à partir de laquelle les phénomènes aérodynamiques concernant les solides en mouvement se modifient profondément. Le récent Congrès Volta de Rome a précisément étudié ces phénomènes qui peuvent avoir une répercussion considérable sur la réalisation des grandes vitesses en aviation.	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.	
Le moteur utilisé comme frein en automobile.. .. .	S. et V.	222
L'obturation de l'échappement du moteur a permis à l'ingénieur suisse Oetiker de réaliser un freinage puissant, quatre fois plus efficace que le frein-moteur ordinaire.		
Notre poste d'écoute	S. et V.	225
La culture scientifique doit vaincre la routine	S. et V.	233
La routine en agriculture est une des causes de la crise des produits du sol. A circonstances nouvelles, méthodes nouvelles. L'emploi abusif des engrais a contribué à ce déséquilibre rural en alourdissant les prix de revient, alors que les prix de vente baissaient sans cesse. Voici une méthode biologique, dite « pasteurienne », fondée sur une meilleure utilisation des qualités du sol, et qui fait plus appel au travail mécanique qu'à l'engrais, d'où rendement amélioré et bas prix.		
Maintenant, les ondes courtes permettent de téléphoner dans les cinq parties du monde.. .. .	Pierre Keszler	239
La technique de la téléphonie sans fil sur ondes courtes, qui assure aujourd'hui l'établissement de conversations entre tous les principaux pays du monde, a posé aux ingénieurs de difficiles problèmes, dont la solution est exposée ici, notamment en ce qui concerne la liaison Paris-Alger, la plus perfectionnée qui soit actuellement.		
Ce que coûte l'automobile, ce qu'elle rapporte.. .. .	S. et V.	247
A travers notre courrier.. .. .	S. et V.	250
Conseils aux sans-filistes.	Géo Mousseron	253
L'aluminium et le capsulage des bouteilles	S. et V.	256
Les « A côté » de la science.. .. .	V. Rubor.. .. .	257
Chez les éditeurs.	S. et V.	259

La presse hydraulique représentée sur la couverture de ce numéro est la plus puissante du monde. Elle est, en effet, capable de forger des lingots de 300 tonnes en développant des efforts de 15.000 tonnes. L'établissement d'un aussi puissant outillage est nécessité par les besoins de la sidérurgie moderne, notamment pour la fabrication des chaudières à haute pression, des arbres de couche des paquebots, des étambots, des carcasses de turbines, d'alternateurs, etc. (Voir l'article, page 199 de ce numéro.)



LES 47 MILLIONS DE M³ D'EAU RETENUS PAR LE BARRAGE DE MÂGES, SUR LA DORDOGNE, DONT CETTE VUE MONTRÉ LA FORME EN VOUTE, ALIMENTENT LA CENTRALE DE 128.000 KW RELIÉE PAR LA LIGNE À 220.000 VOLTS AUX USINES THERMIQUES DE LA RÉGION PARISIENNE

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Mars 1936 : R. C. Seine 1161544

Tome XLIX

Mars 1936

Numéro 225

POUR LA CONQUÊTE DE L'ÉNERGIE : L'AMÉNAGEMENT HYDROELECTRIQUE DU MASSIF CENTRAL

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G. — LICENCIÉ ÈS SCIENCES

Plus de 15 milliards de kW.h annuellement, — dont 8 milliards environ fournis par la houille noire et 7 milliards par la houille blanche, — tel est le chiffre imposant de la quantité d'énergie produite en France au début de cette année 1936. Dans ce bilan, le Massif Central intervient, à lui seul, pour plus de 2 milliards de kW.h. C'est un beau résultat, si l'on tient compte que son aménagement ne remonte qu'à quinze ans ! Il est vrai que les Alpes fournissent beaucoup plus, — 4,9 milliards de kW.h, soit plus du double, — mais les premiers travaux de houille blanche, dans cette région, datent déjà de soixante ans. Quant aux Pyrénées, leur appoint est relativement modeste, car l'énergie produite est surtout utilisée — jusqu'ici — pour l'électrification ferroviaire de la région du Midi. Dans ce vaste programme de l'électrification française, voilà nos atouts dominants. Grâce à l'interconnexion, ils peuvent se compléter utilement pour aboutir à une distribution régulière et sûre, en tenant compte des différents besoins. Ainsi, l'électricité produite au cœur de l'Auvergne s'associe à celle fournie par la région parisienne : la houille blanche se marie au charbon. Parmi les magnifiques centrales modernes qui collaborent à l'élaboration de cette énergie apparaît, au premier plan, la plus récente et la plus perfectionnée : l'usine hydroélectrique de Marèges, aux confins de la Corrèze. Son barrage de 90 m, inauguré il y a quelques mois, est l'un des plus originaux quant à sa construction ; il a permis aux turbines installées d'entraîner des alternateurs dont l'ensemble dépasse 130.000 kW. Notre Massif Central est cependant loin de nous avoir livré toutes ses richesses hydrauliques, qui sont évaluées à près de 4 milliards de kW.h. C'est là une magnifique réserve d'énergie, à laquelle la France pourra puiser lorsque son développement industriel exigera plus encore de kilowatts !

L'AMÉNAGEMENT des chutes du Massif Central n'a été rationnellement entrepris que depuis une quinzaine d'années. Les ingénieurs hydroélectriciens ne trouvaient-ils pas, en effet, des problèmes moins ardues à résoudre dans l'utilisation des rivières alpestres ou pyrénéennes dont les neiges éternelles constituent des réserves naturelles d'énergie ? Une prise d'eau, un canal d'amenée à pente faible aboutissant, parfois à plusieurs kilomètres de distance, au sommet des conduites forcées alimentant

les turbines, tel est le schéma général d'une installation hydroélectrique de haute montagne où la hauteur des chutes ainsi réalisées compense la faiblesse du débit des cours d'eau. L'utilisation de cours d'eau à faible pente et à grand débit régulier dérive du même principe, mais nécessite l'emploi de conduites forcées de diamètres imposants, conduites dans lesquelles circulerait aisément une automobile. On envisage aussi l'établissement de canaux latéraux comme à Kembs (1).

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

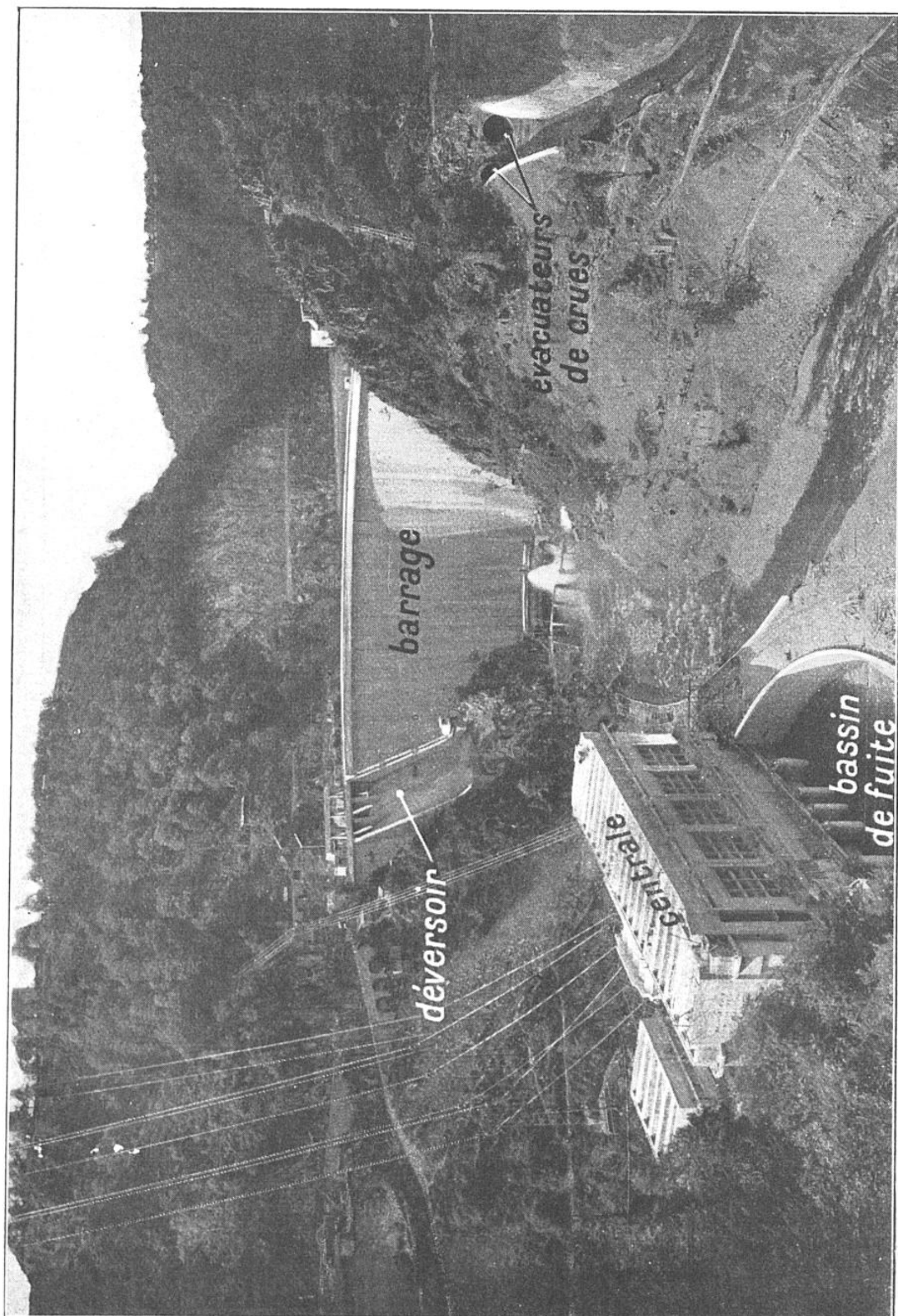


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DE L'INSTALLATION HYDROÉLECTRIQUE DE MARÈGES (BARRAGE ET USINE), SUR LA DORDOGNE

Tout autre est l'aménagement des forces hydrauliques représentées par des rivières de montagnes d'altitude moyenne, comme celles du Massif Central (1). Celles-ci, alimentées par les pluies, présentent, en effet, de grandes variations de débit qu'il est indispensable de compenser par un lac régulateur créé lui-même grâce à l'édification d'un barrage. L'ensemble de l'installation se trouve alors très ramassé, la centrale électrique étant située le plus souvent au pied même du barrage. Les turbines restent toujours alimentées par des conduites forcées débouchant vers la partie supérieure du réservoir d'eau. Nous verrons que ce système permet de donner à la production d'énergie une grande souplesse. Mais il suppose des études minutieuses du débit des cours d'eau, une technique sûre dans la construction des barrages, qui entraîne naturellement des frais considérables. C'est donc seulement lorsque la demande d'énergie devint considérable que la mise en valeur du Massif Central fut décidée. L'inauguration du barrage de Marèges, sur la Dordogne, constitue une nouvelle et importante étape de cette grande œuvre.

L'énergie du Massif Central

On estime à 3,5 milliards de kW.h la quantité d'énergie que la houille blanche du Massif Central est susceptible de fournir en année moyenne. La production actuelle est voisine de 2 milliards de kW.h. Ses débouchés sont bien connus : la consommation des

(1) Nous ne considérons ici que la partie ouest de ce massif, limitée à l'est par l'Allier.

lignes électrifiées du P.-O., d'une part ; la consommation de la région parisienne, d'autre part. Celle-ci dépasse d'ailleurs de beaucoup celle-là (2,2 milliards de kW.h contre 350 millions de kW.h, qui suffiraient pour l'électrification de plus de la moitié du trafic total du réseau P.-O.).

Deux grands cours d'eau recueillent les eaux du Massif Central se dirigeant vers l'Ouest : la Dordogne et la Truyère. La première, issue du Mont Dore, se jette dans la Garonne au Bec d'Ambès après un cours de 500 km ; la seconde est un affluent du Lot de 170 km de long (v. la carte ci-contre).

Sur la Dordogne, la section la plus intéressante est celle qui se trouve en amont du confluent de la Maronne, et qui remonte, par la Rhue, vers le Cantal et le Mont Dore, et par le Chavanon, vers le plateau de Millevaches. Il faut citer, sur ces affluents de la Dordogne, le barrage de Coindre (1) (Rhue),

et celui de la Cellette, sur la Chavanon.

La concession de la Haute-Dordogne comprend l'aménagement de neuf usines : quatre sur la Dordogne, trois sur la Rhue, deux sur le Chavanon. On peut évaluer à plus de 800 millions de kW.h l'énergie annuelle qui sera ainsi fournie. La centrale de Marèges, inaugurée récemment, fait partie de la série d'usines prévues sur la Dordogne, entre le Chavanon et la Maronne, section dans laquelle la situation géographique est éminemment favorable à la création de barrages et de chutes.

Sur la Truyère, nous avons mentionné déjà le grand barrage et la centrale de Sar-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 454.



FIG. 2. — CARTE MONTRANT LES PRINCIPALES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES DU MASSIF CENTRAL. On remarque notamment les centrales d'Eguzon, de Coindre, de Brommat et de Sarrans (Truyère), et de Marèges.

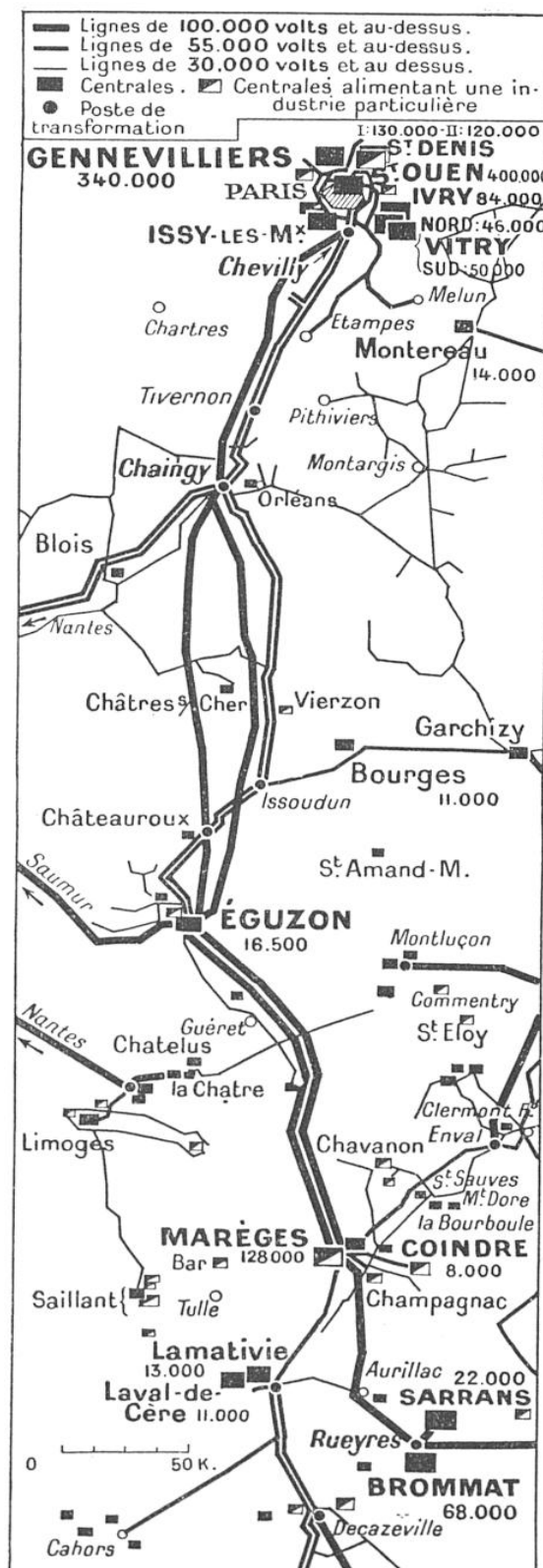


FIG. 3. — CARTE MONTRANT LES LIGNES DE TRANSPORT D'ÉNERGIE QUI ASSURENT L'INTERCONNEXION DES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES DU MASSIF CENTRAL AVEC LES CENTRALES THERMIQUES DE LA RÉGION PARISIENNE

La production d'électricité en France n'a pas cessé de croître depuis 1918 jusqu'en 1930, où elle atteignit 15.339 millions de kW.h. Elle diminua ensuite jusqu'en 1932 (12.592 millions de kW.h), pour remonter à 15.500 millions de kW.h en 1934. Pendant cette même période, la quantité d'énergie d'origine thermique alla en décroissant, de 8.643 à 8.200 millions de kW.h, alors que celle d'origine hydraulique passa de 6.876 à 7.300 millions de kW.h. Ainsi, tandis que les usines thermiques de la région parisienne voyaient leur production baisser de 20 % (taux sans précédent), les centrales installées dans le Massif Central accroissaient la leur de 40 %. C'est grâce au développement de l'interconnexion que ce résultat a été atteint. Paris reçoit maintenant le courant électrique du Massif Central. Nous avons signalé déjà la ligne à 220.000 volts (1) qui unit les centrales de Brommat et de Sarrans, sur la Truyère (2), par le poste de Rueyres et d'Eguzon (3), sur la Creuse, aux postes de Chaingy et de Chevilly, en liaison avec les usines de Paris. Une nouvelle ligne à 220.000 volts, doublant la première, reçoit l'énergie de Marèges, sur la Haute-Dordogne. Bien que cette région ne figure pas sur la carte ci-contre, signalons que la centrale de Kembs (4), sur le Rhin, doit être également reliée à Paris (la ligne est installée jusqu'à Troyes), de même que celle du Sautet (5), sur le Drac, qu'une ligne à 220.000 volts reliera à Troyes et à Paris. L'interconnexion, qui a débuté en France par la liaison de la région industrielle de Lyon-Saint-Etienne aux Alpes et au Massif Central, permet donc d'utiliser au mieux les ressources en houille blanche du pays. Il ne faut pas oublier, en effet, que le régime des eaux des hautes montagnes (Alpes) complète utilement celui du Massif Central. Le premier, provenant des glaciers, est plus abondant au moment de la fonte des neiges, alors que le second, alimenté par les pluies, est maximum en hiver. On peut donc envisager une régulation en quelque sorte automatique de la production de l'énergie par la combinaison des deux régimes, et c'est l'interconnexion qui autorise ce résultat. Comme Marcel Deprez l'a démontré il y a cinquante ans, le rendement de la transmission est indépendant de la distance si l'on accroît la tension; les grandes quantités d'énergie peuvent être transportées dans d'excellentes conditions. Sur la carte ci-contre, qui ne représente qu'une faible partie du remarquable travail édité par la Société Financière Electrique et montrant l'état actuel de l'électrification de la France, on remarque donc la ligne à 220.000 volts, simple de Rueyres à Marèges, double de Marèges à Chevilly, qui permet d'amener 100.000 kW à Paris, et même davantage. Ce chiffre doit, d'ailleurs, être porté à 200.000 kW. La région parisienne recevra, en outre, 100.000 kW du Rhin et 100.000 kW des Alpes. La jonction de ces lignes avec le réseau parisien se fera par l'intermédiaire d'une boucle à 220.000 volts reliant Chevilly (où aboutissent les lignes du Massif Central) aux centrales de Vitry et de Saint-Denis, et qui recevra l'énergie de Kembs, de même que celle du Sautet. Signalons qu'une partie de cette boucle, actuellement en construction, est établie en câbles souterrains, innovation technique sans précédent dans le monde pour une tension aussi élevée atteignant 220.000 volts.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 119.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 332.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 108.

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

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 284.

rans, ainsi que celle du Brommat (1), et décrit ces intéressantes installations.

L'interconnexion du Massif Central et des usines thermiques

La quantité d'énergie produite est évidemment fonction du débit, qui dépend lui-même du régime des pluies. Or, celui-ci est très variable et on peut évaluer à 75 % les précipitations pendant les six mois d'hiver, 25 % seulement restant pour les six mois d'été. Nous avons vu que la création d'importants bassins de réserve était capable de corriger ces irrégularités. Par contre, les variations qui se produisent d'année en année (années sèches et humides) ne sont pas justiciables de cette régulation. Il faut envisager alors l'interconnexion des centrales hydroélectriques avec les usines thermiques, notamment celles de la région parisienne, et avec les centrales des Alpes dont les débits d'énergie sont sensiblement complémentaires de ceux du Massif Central. D'ailleurs, il faut remarquer que la diminution de la consommation (en été) coïncide avec la diminution de la production d'énergie.

Si on considère, par exemple, la région parisienne, on constate deux pointes de consommation : l'une, vers 8 h ; l'autre, beaucoup plus importante, vers 18 h. Pour faire face à cette demande rapide d'énergie, il faut donc recourir, dans les centrales thermiques, à des groupes moteurs générateurs très puissants qui ne fonctionnent à pleine charge que pendant de faibles durées. Leur rendement moyen ne peut donc être excellent. Le secours de l'énergie hydraulique pour « passer les pointes », qui sont voisines du tiers de la puissance maximum, doit donc permettre aux centrales thermiques d'utiliser plus régulièrement l'énergie qu'elles produisent. M. Sabouret, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, évalue à 60 % l'augmentation de puissance que les usines thermiques devront à leur connexion avec les centrales hydrauliques.

Mais il faut pour cela, bien entendu, que la production d'énergie hydraulique présente une souplesse suffisante. C'est précisément le cas du Massif Central, dont les vallées se prêtent admirablement, ainsi que nous l'avons remarqué, à la création de grands réservoirs accumulateurs d'eau, c'est-à-dire d'énergie potentielle. Il suffira, par conséquent, d'équiper les centrales hydrauliques de ce Massif avec une puissance bien supérieure à celle correspondant au débit moyen du cours d'eau qui l'alimente. Aux moments

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 332.

critiques, de courte durée, pour obtenir la plus grande puissance, on videra, en quelque sorte, le barrage qui se remplira pendant les heures « creuses ».

L'état actuel de l'aménagement hydro-électrique du Massif Central

Les premières centrales établies dans le Massif Central datent d'une époque où la législation ne permettait que difficilement, notamment sur les cours d'eau non navigables ni flottables, la construction de grandes usines. Il faut citer cependant celle du Saillant, sur la Vézère (entre Brive et Uzerche), qui remonte à 1899, et celle de Tuillière, sur la Dordogne, dont la puissance atteignait déjà 10.400 kW. Pendant la guerre, quelques centrales ont été établies : mentionnons celle de Bar, sur la Corrèze, alimentant la Manufacture nationale d'Armes de Tulle.

La loi d'octobre 1919, en libérant les ingénieurs de l'opposition des riverains, est à la base du développement de l'aménagement hydroélectrique de cette région. Ce développement est dû, d'autre part, au programme d'électrification du réseau du P.-O. qui, par ses lignes à haute tension, apportait la possibilité de transmettre au loin l'énergie produite. Aussi, l'activité a-t-elle été importante, dans ce domaine, depuis une quinzaine d'années.

Voici les principales centrales qui ont été établies :

L'usine d'Eguzon (1), sur la Creuse, mise en service en 1926, dont la puissance installée est de 55.000 kW et la puissance moyenne annuelle est de 12.500 kW. Elle comprend cinq groupes de 11.000 kW, fonctionnant sous une chute brute maximum de 58,70 m ;

L'usine de Coindre (2), sur la Rhue, mise en service en 1927 : puissance installée, 24.000 kW ; puissance moyenne annuelle, 11.500 kW ; trois groupes de 8.000 kW ; chute brute maximum, 126 m ;

La centrale de Val-Beneyte (Roche-le-Peyroux), sur la Diège, mise en service en 1927 : puissance installée, 24.000 kW ; puissance moyenne annuelle, 8.500 kW ; quatre groupes de 6.000 kW ; chute brute maximum, 130,50 m ;

La centrale la Mativie, sur la Cère, mise en service en 1928 : puissance installée, 26.000 kW ; puissance moyenne annuelle, 16.000 kW ; quatre groupes de 5.500 kW, deux de 1.500 kW, un de 1.000 kW ; chute brute maximum, 138,5 m ;

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 108.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 454.

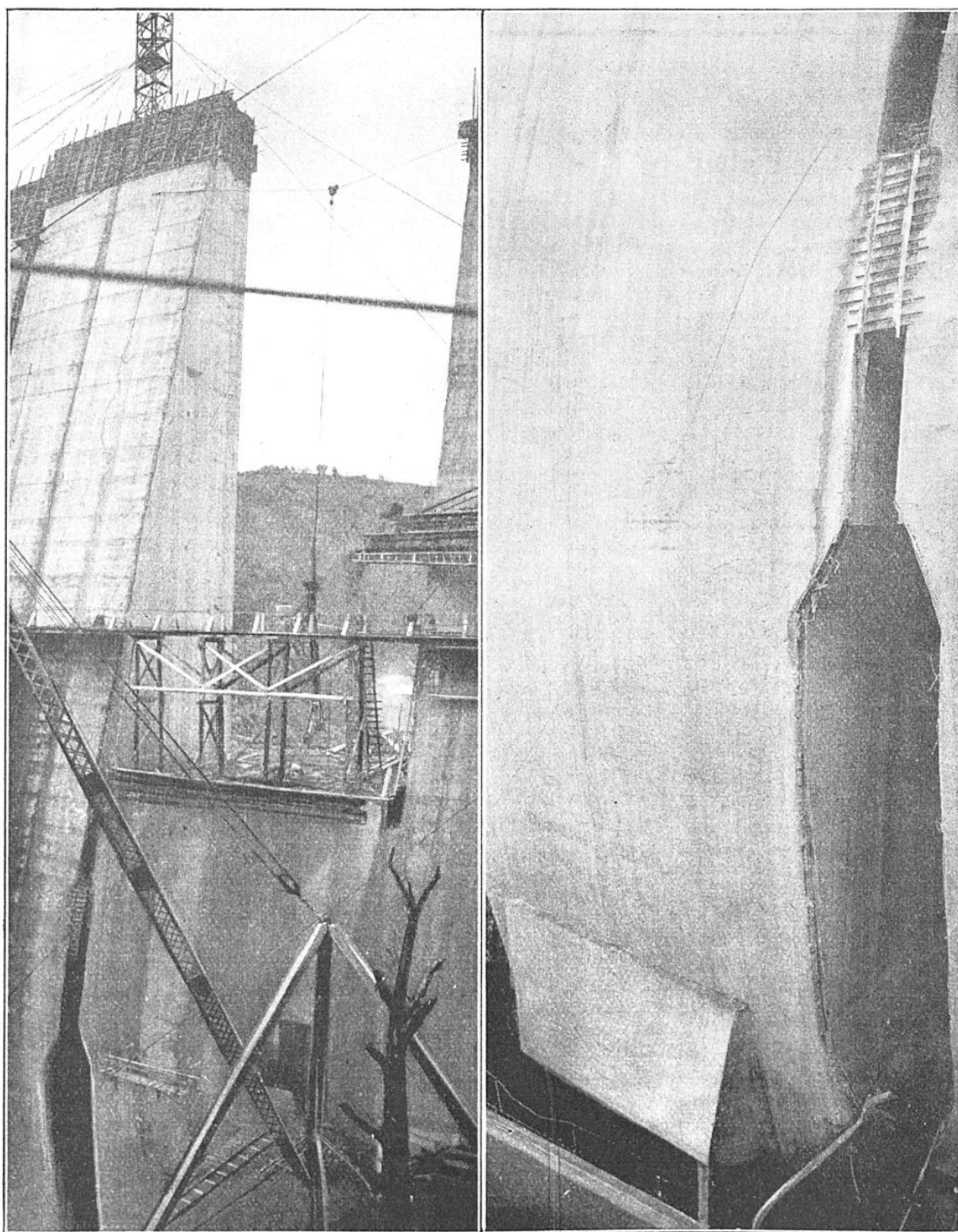


FIG. 4 ET 5. — LE BARRAGE EN VOUTE DE MARÈGES PENDANT SA CONSTRUCTION

La figure de gauche montre nettement la forme originale du parement amont, qui présente un surplomb atteignant 7 m. Ce dispositif, réalisé pour la première fois à Marès, crée des fatigues de flexion opposées à celles que provoque la poussée des eaux. La figure de droite montre un détail du pied du barrage avec l'amorce d'une des cales destinées à soulager le barrage, s'il était vidé.

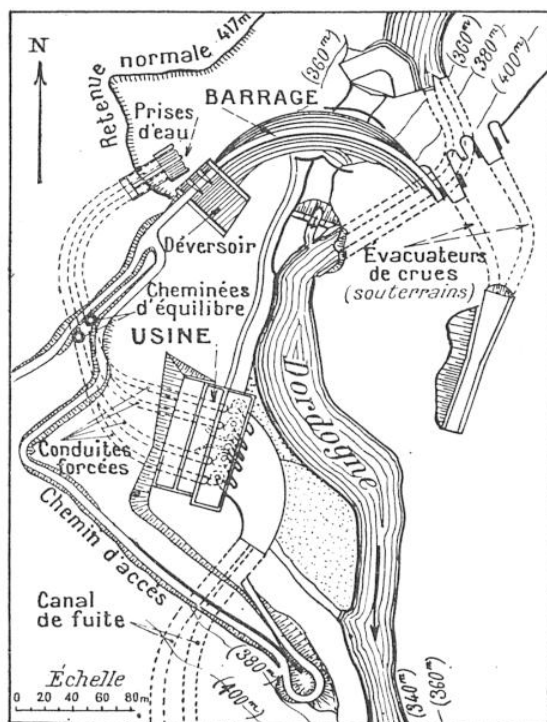


FIG. 6. — PLAN GÉNÉRAL DU BARRAGE ET DE L'USINE HYDROÉLECTRIQUE DE MARÈGES, INSTALLÉS SUR LA HAUTE-DORDOGNE

L'usine de Laval-de-Cère, sur la Cère, mise en service en 1931 : puissance installée, 20.000 kW ; puissance moyenne annuelle, 11.500 kW ; quatre groupes de 5.000 kW ; chute brute maximum 94,5 m ;

La centrale de Brommat (1) utilisant les eaux de la Truyère et de la Bromme, mise en service en 1932 : puissance installée, 175.000 kW ; puissance moyenne annuelle, 90.000 kW ; six groupes de 30.000 kW ; chute brute maximum, 260 m ;

L'usine de Sarrans (1), sur la Truyère, mise en service en 1935 : puissance installée, 102.000 kW ; puissance moyenne annuelle, 29.000 kW ; trois groupes de 34.000 kW ; chute brute maximum, 95 m ;

Enfin, la centrale de Marèges, sur la Dordogne, mise en service en 1935 : puissance installée, 128.000 kW ; puissance moyenne annuelle 37.000 kW ; quatre groupes de 32.000 kW ; chute brute maximum, 77 m.

D'autres installations sont prévues, notamment le barrage de l'Aigle, sur la Dordogne, devant fournir une puissance normale disponible de 34.000 kW, au Chambon (20.000 kW), à Argentat (23.000 kW), sur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 332.

la même rivière. Mais, pour l'instant, aucun grand chantier n'a été ouvert depuis l'inauguration de Marèges. Cependant, la consommation d'électricité, en France, recommence plutôt à croître. Il est certain qu'une amélioration de la situation économique renforcerait cette tendance, de même qu'un abaissement du prix de vente de l'énergie, amorcé par le décret-loi du 16 juillet 1935. Comme il faut, au minimum, quatre ans pour la mise en service d'une grande usine hydroélectrique (à partir du moment où les travaux sont décidés), on peut prévoir que l'on risquerait, en se fiant uniquement à la surproduction d'énergie actuelle, de tomber dans un excès contraire.

Enfin, mentionnons l'existence d'usines thermiques, chauffées au charbon (une quinzaine de 2.000 à 20.000 kW), mais qui ne subsistent que comme ultime secours.

Le barrage et la centrale de Marèges, derniers-nés des grands travaux d'aménagement du Massif Central

L'usine de Marèges, sur la Haute-Dordogne, inaugurée dernièrement (4 octobre 1935), est la plus importante de celles qui ont été concédées au réseau du P.-O. Elle présente, notamment en ce qui concerne le barrage, d'intéressantes innovations que l'auteur du projet, M. Coyne, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a développées lui-même et dont voici les principales.

Le barrage. — La nécessité de construire une très vaste usine et des évacuateurs de crues à grand débit a conduit à choisir, dans les gorges relativement étroites de la Dordogne, un épanouissement de vallée pour loger l'ensemble de l'aménagement. Le barrage de Marèges est un barrage-voûte de 90 m de hauteur et de 247 m de longueur de crête. Cette forme a été adoptée en raison de la grande solidité des rives rocheuses de la vallée. Ce type permet de réaliser une



FIG. 7. — CETTE CARTE MONTRE L'IMPORTANCE DU RÉSERVOIR CRÉÉ PAR LE BARRAGE DE MARÈGES (CAPACITÉ, 47 MILLIONS DE M³)

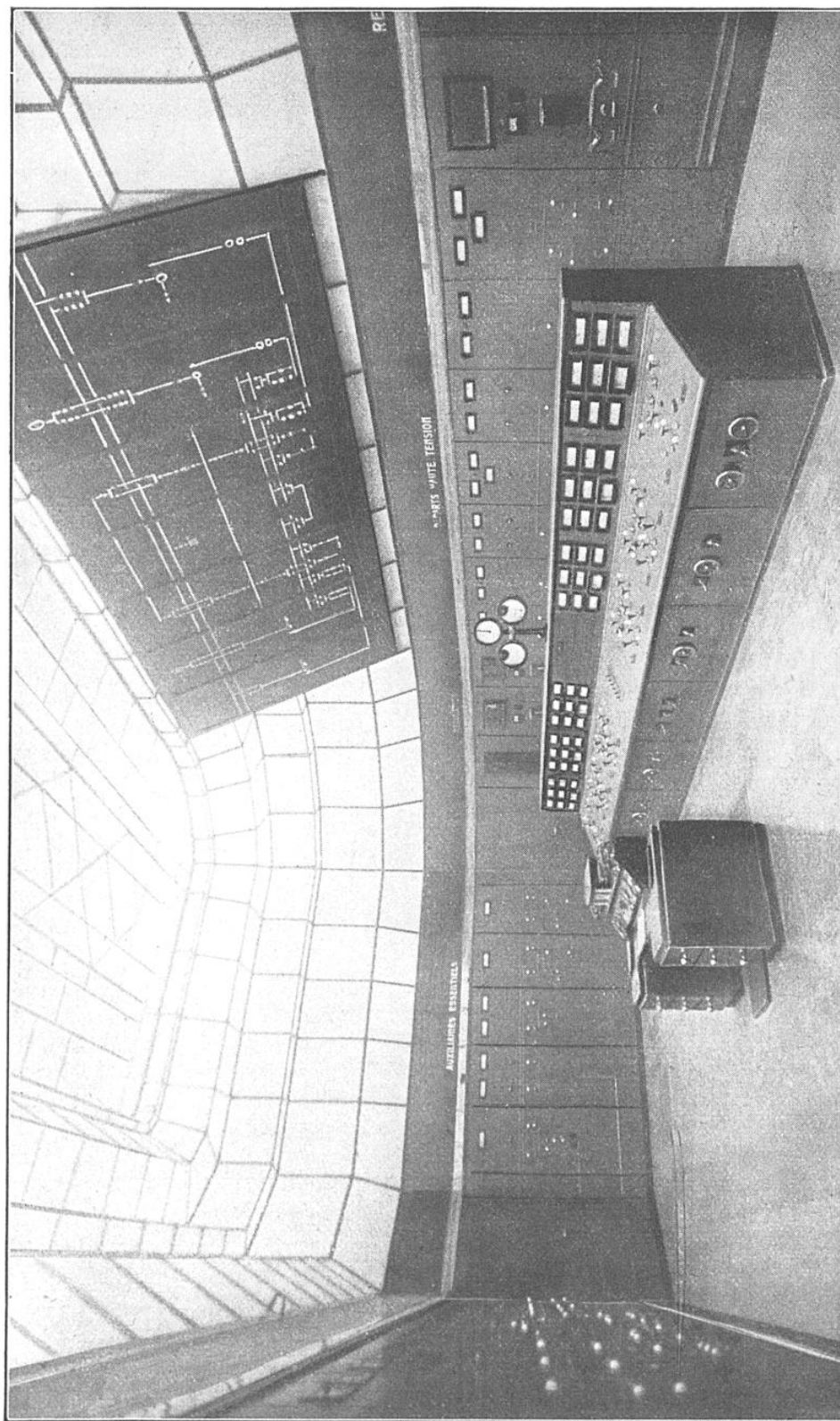


FIG. 8. — VUE D'ENSEMBLE DE LA SALLE DE COMMANDE ET DE CONTRÔLE DE LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DE MÂRÈGES

Dans cette salle sont rassemblés tous les organes de commande et de contrôle des circuits principaux, à 12.000 volts et à 3.000 volts, des alternateurs principaux et auxiliaires. Tous les circuits principaux à 12.000 et 3.000 volts comportent des sectionneurs tripolaires dont la commande est effectuée à partir du pupitre situé dans la salle. Les sectionneurs sont verrouillés avec les disjoncteurs pour éviter toute fausse manœuvre, lorsque ces derniers sont dans la position de fermeture. On remarque le tableau lumineux, reproduisant le schéma général des circuits à 12.000 et 3.000 volts, qui renseigne exactement l'agent de service sur l'état d'ouverture ou de fermeture des interrupteurs et sectionneurs, ainsi que sur les barres mises ou non sous tension.

notable économie de béton sur le barrage-poids ; il réalise une fermeture autoclave, les réactions développées par le sol étant proportionnelles à la poussée de l'eau (une surcharge énorme est alors possible). M. Coyne estime, en effet, qu'étant donné le coefficient de sécurité atteint, il faudrait remplacer l'eau par du mercure (13,6 fois plus lourd) pour arriver à ruiner le barrage. C'est à la suite des expériences américaines effectuées notamment en Californie (où 800 barrages existent depuis plusieurs dizaines d'années, parmi lesquels les plus hardis du monde) que le barrage de Marèges a été conçu.

Il faut signaler tout particulièrement la forme spéciale du parement amont de ce barrage. En effet, cette face du barrage présente un surplomb (fig. 4) atteignant 7 m, nettement caractéristique de la construction. Cette diminution d'épaisseur de la base de l'ouvrage réalise non seulement une économie de béton, mais assure, en outre, une réduction des efforts secondaires qui sont équilibrés par la pression de l'eau. Lorsque le réservoir est vide, cet équilibre est évidemment rompu. Aussi M. Coyne a-t-il prévu pour ce cas, — d'ailleurs très rare, — d'une part, cinq cales reposant sur le roc des fondations et sur lesquelles s'appuie la voûte ; d'autre part, deux « béquilles » faisant partie du barrage et se soulevant avec lui lorsque le réservoir est plein.

L'étanchéité du barrage est remarquable. Grâce à l'emploi du béton vibré (1), la perte totale n'est que de 3 litres par minute.

Rappelons les principales dimensions de cet ouvrage : hauteur, 90 m ; longueur à la crête, 247 m ; épaisseur à la crête, 3 m ; à la base, 19 m ; cubes de béton, 185.000 m³ ; taux de fatigue du béton, moyen 25 kg/cm², maximum 55 kg/cm².

La capacité du réservoir ainsi créé est de 47 millions de m³.

Les évacuateurs de crues. — Les évacuateurs de crues, prévus pour un total de 2.700 m³/s, comprennent un déversoir sur la culée rive droite et deux énormes souterrains sur la rive gauche. Ce débit est deux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 489.

fois supérieur à celui de la plus forte crue de la Dordogne : 700 m³/s peuvent être évacués par le déversoir et 2.000 m³/s par les conduites souterraines. Enfin, 300 m³/s seraient évacués par les turbines et les vidanges, ce qui porte à 3.000 m³ la quantité d'eau totale qui pourrait s'écouler par seconde.

L'évacuateur situé sur la rive droite est constitué par un barrage-poids profilé en déversoir. Trois ouvertures de 7 m 50 de largeur sont fermées par des vannes de 5 m de hauteur commandées par des treuils actionnés par de l'huile sous pression. L'ouverture totale est obtenue en 26 minutes.

Sur la rive gauche, les deux conduites souterraines de 8 m de diamètre sont fermées par des vannes en deux tabliers superposés. Automatiquement, si le niveau de l'eau dépasse la cote normale, le tablier supérieur s'abaisse. Si cette ouverture n'est pas suffisante, le tablier inférieur se lève et entraîne

avec lui le premier, de façon à dégager toute la section de passage.

Pour l'alimentation de l'usine, deux prises d'eau ont été ménagées. Elles précèdent deux galeries souterraines de 6 m 20 de diamètre avec cheminées d'équilibre qui aboutissent à deux conduites forcées de 4 m 40 de diamètre. Une vanne principale, en forme de secteur, à commande par treuil oléodynamique, fermerait automatiquement l'accès des galeries en cas d'accident à l'aval. Signalons enfin que la vidange du réservoir est assurée par deux conduites de 1 m 90 de diamètre traversant le pied du barrage.

La centrale électrique de Marèges

L'usine de Marèges comporte quatre groupes turbo-alternateurs à axe vertical de 37.500 kV.A (1) et deux groupes auxiliaires. La puissance totale de la centrale est donc de 128.000 kW, soit 170.000 ch.

(1) Les kV.A (kilovolts-ampères) représentent le produit du voltage en kilovolts par l'intensité en ampères. La puissance en kilowatts (kW) s'obtient en multipliant les kV.A par un facteur, appelé facteur de puissance, toujours inférieur à l'unité. Il a été pris ici égal à 0,85, ce qui donne, pour chaque groupe, une puissance de 31.875 kW.

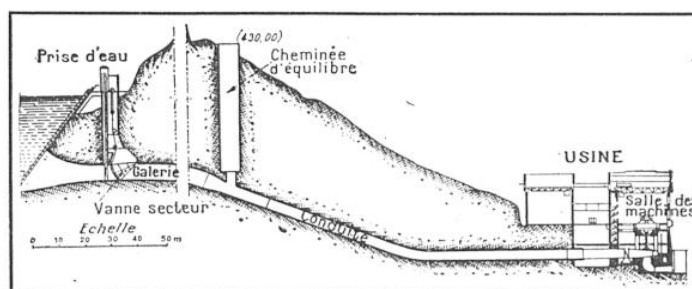
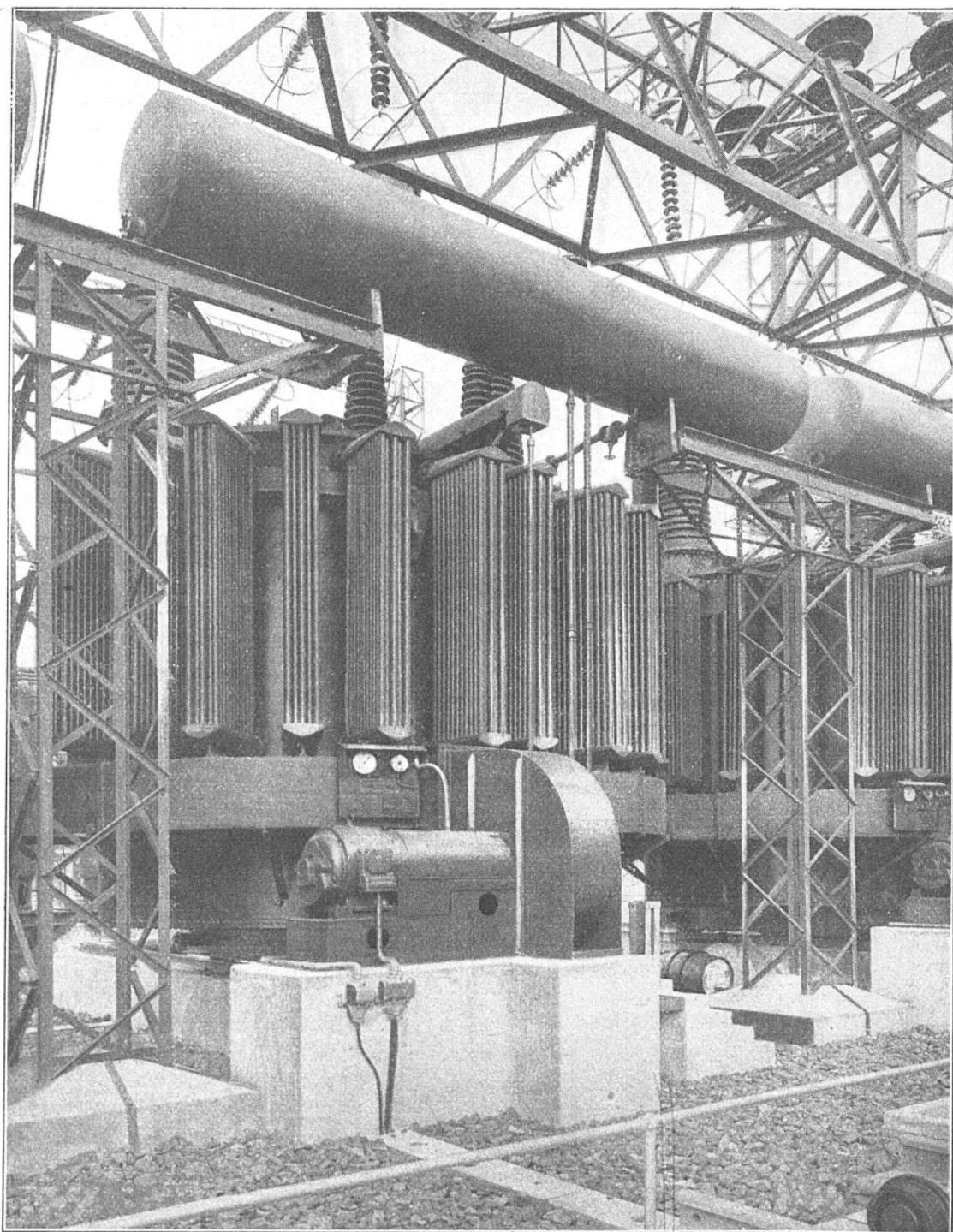


FIG. 9. — COUPE DES INSTALLATIONS DE MARÈGES, DEPUIS LES PRISES D'EAU JUSQU'À L'USINE ÉLECTRIQUE



(Compagnie Electromecanique.)

FIG. 10. — AU POSTE DE COUPLAGE DE LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DE MARÈGES
Un des trois éléments monophasés de 20.000 k V. A (kilovolts-ampères) constituant le groupe triphasé de transformation de 60.000 k V. A (220.000-90.000 volts), 50 p/s. Au premier plan, le groupe moteur-ventilateur qui assure le soufflage d'air de refroidissement sur les radiateurs, dès que

Les alternateurs sont entraînés chacun par une turbine Francis de 43.500 ch ou 32.000 kW, sous une hauteur de chute nette de 72 m 50. Sous la chute maximum de 75 m, leur puissance atteint 46.500 ch ou 34.000 kW. Elles tournent à 150 t/minute, et leurs roues, de 3 m 50 de diamètre, pèsent 18 tonnes.

Les générateurs triphasés, pesant chacun 350 tonnes (200 pour le rotor et 150 pour le stator, de 8 m de diamètre), fournissent le courant sous une tension de 12.000 volts.

Les alternateurs auxiliaires, de 3.200 kV. A sous 3.000 volts, tournent à 500 t/minute.

Quant aux transformateurs, ils élèvent la tension du courant à 90.000 volts ou à 220.000 volts, pour l'envoyer au poste d'interconnexion de la Môle-Marèges.

Le poste de la Môle-Marèges et l'interconnexion

Situé à quelques kilomètres de Marèges, le poste de la Môle, du type « à l'air libre », assure l'interconnexion, d'une part, à 90.000 volts des usines de Coindre (1), de Marèges et de celles établies sur Diège et sur la Cère ; d'autre part, à 220.000 volts des usines de Marèges et de la Truyère (2) (Brommat et Sarrans). On sait que la grande ligne de transport d'énergie qui relie Eguzon, Marèges et Paris, est à 220.000 volts (3).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 454.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 332.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 119.

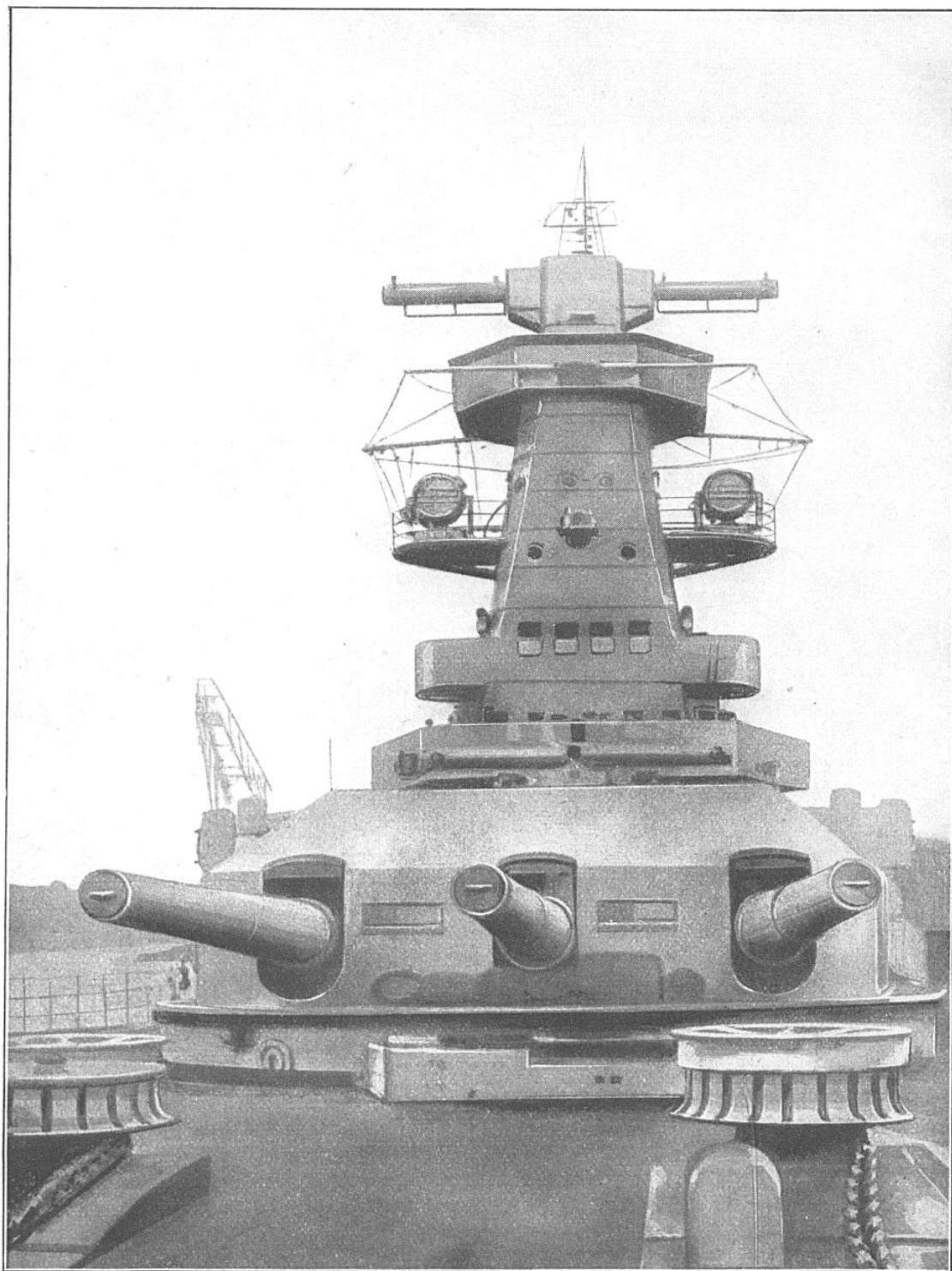
Les lignes de chemin de fer Paris-Brive et Orléans-Tours sont alimentées par des sous-stations recevant le courant à 90.000 volts et le fournissant à 1.500 volts aux lignes de contact assurant la marche des trains. Grâce à l'interconnexion, les 2.049 km de voies simples électrifiées reçoivent l'énergie de 28 stations (123.000 kW ou 165.000 ch) alimentées par les centrales hydrauliques d'Eguzon, de Coindre, de Marèges et les usines thermiques de la région parisienne.

La grande ligne à 220.000 volts, artère principale de l'électrification française, part des usines de Brommat et de Sarrans, sur la Truyère (poste de Rueyres), se dirige sur Marèges (la Môle), où elle reçoit, par des lignes à 90.000 volts, l'énergie de l'usine de Coindre, de Roche-le-Peyroux (sur la Diège), des usines de Laval-de-Cère et de Lamaltivie (sur la Cère). Elle remonte ensuite par Guéret jusqu'à Eguzon, sur la Creuse, puis suit à peu près la voie ferrée et aboutit au grand poste de Chevilly où sont connectées les usines thermiques parisiennes (Ivry, Vitry-Nord, Vitry-Sud). Sa longueur totale est d'environ 500 km.

Ainsi le Massif Central, par la grande soupléssse de sa puissante production d'énergie hydroélectrique rationnellement aménagée, constitue aujourd'hui un des facteurs principaux du développement de l'électrification de la France, base sur laquelle repose de plus en plus la civilisation moderne.

J. MARCHAND.

Il faut admirer la prévoyance et l'activité de l'Angleterre qui, en peu de temps, a su créer en Palestine le port de Haïfa pour exploiter le pétrole de l'Irak et l'amener ainsi des champs de Mésopotamie à la Méditerranée. L'Amirauté britannique a ainsi considérablement raccourci la route que suivaient ses navires pétroliers pour ravitailler la Métropole et, par conséquent, la « Home Fleet ». Bien plus, elle a fait construire à Haïfa même — à la fois port commercial et militaire — des raffineries de pétrole susceptibles d'approvisionner rapidement les forces navales britanniques réparties en Méditerranée. Le gouvernement de Londres a, en outre, renforcé ses positions d'Akaba (à l'issue du canal de Suez) et de Chypre, ce qui contribue à assurer singulièrement sa suprématie dans l'Orient méditerranéen. La flotte anglaise paralyserait alors, en cas de conflit, le transport des pétroles venant aussi bien de l'Irak que de la mer Noire (Batoum, en U. R. S. S., et Constantza, en Roumanie).



LE NOUVEAU NAVIRE DE LIGNE ALLEMAND « ADMIRAL-GRAF SPEE », DE 10.000 TONNES, DU TYPE « DEUTSCHLAND », QUI DOIT ENTRER EN SERVICE EN 1936, EST LA TROISIÈME UNITÉ DE CETTE SÉRIE CONSTRUITE PAR LE REICH

LA RENAISSANCE DE LA MARINE DE GUERRE ALLEMANDE

Par L. LABOUREUR

CAPITAINE DE FRÉGATE (R.)

Le traité de Versailles limitait la flotte allemande à six cuirassés de 10.000 t, six croiseurs légers de 6.000 t, et douze destroyers de 800 t. L'Allemagne ne tarda pas, cependant, à chercher à s'affranchir des clauses de ce traité. D'une part, ses ingénieurs réussissaient à donner aux nouveaux « cuirassés de poche », type Deutschland, une puissance de combat inégalée pour des navires de tonnage limité à 10.000 t (13.000 t en réalité). D'autre part, grâce au récent accord naval anglo-allemand de 1935, le Reich obtenait, en fait, le droit de disposer d'une flotte pratiquement égale à celle attribuée à la France par la Conférence de Washington (1922) en vigueur jusqu'au 1^{er} janvier 1937. En effet, cet accord lui permet de posséder une flotte atteignant 35 % de la flotte britannique, ce qui représente 333.000 t de plus que le chiffre fixé par le traité de Versailles. De plus, elle obtenait le droit de construire un tonnage de sous-marins égal à celui de l'Angleterre, alors que le traité de Versailles lui interdisait d'en établir un seul. Aussi l'Allemagne s'est-elle empressée d'annoncer officiellement au monde la première tranche de son programme naval (commencée depuis 1934), qui comporte notamment deux cuirassés de 26.000 t, vingt sous-marins de 250 t (1), six de 500 t, deux de 750 t. Elle ne s'arrêtera certainement pas dans cette voie, puisque l'accord anglo-allemand autorise 420.000 tonnes.

La marine allemande était, en 1914, presque égale à la marine anglaise et constituait pour cette dernière une menace sérieuse qui ne fut sans doute pas étrangère à l'entrée en guerre de la Grande-Bretagne. Les Anglais en firent la dure expérience à la bataille du Jutland.

Obligée, à l'armistice, de se livrer tout entière à l'Angleterre, la flotte allemande, dans un sursaut d'orgueil, n'évita d'accroître la puissance navale britannique qu'en se faisant couler d'un seul bloc dans la baie du Scapa-Flow.

Le Reich dut, dès lors, provisoirement du moins, se contenter de la marine que lui imposait le traité de Versailles.

Ce que devrait être la marine allemande d'après le traité de Versailles -

Ce traité limitait la flotte allemande à :

6 cuirassés de 10.000 tonnes ;

6 croiseurs légers de 6.000 tonnes ;

et 12 destroyers de 800 tonnes.

Il lui était interdit de posséder des sous-marins et des avions. Elle fut ensuite autorisée à conserver, en réserve, quelques bâtiments anciens.

Jugulée par ce traité, qui la réduisait au

(1) Notre éminent collaborateur, M. R. La Bruyère, a signalé, d'autre part, que seize sous-marins de 250 t avaient déjà été mis en service en 1935 et que seize autres de plus fort tonnage (850 t) étaient actuellement en construction.

rang de puissance secondaire, l'Allemagne ne tarda pas à chercher à s'en affranchir, cependant que ses ingénieurs réalisaient de véritables tours de force pour utiliser au mieux le tonnage autorisé (cuirassés de 10.000 tonnes type Deutschland, qui dépassent, en réalité, 13.000 tonnes).

Proclamant son droit à l'égalité des armements sur terre comme sur mer, alors que ses besoins de sécurité ne le justifiaient pas, l'Allemagne réussit enfin, par l'accord naval anglo-allemand du 18 juin 1935, à déchirer le traité de Versailles. Cet accord, conclu avec l'assentiment d'une seule puissance, l'Angleterre, et au mépris de tous les autres signataires du traité de Versailles, donnait à l'Allemagne une flotte pratiquement égale à celle attribuée à la France par les accords de Washington.

Avant d'examiner les conséquences de l'accord naval anglo-allemand, jetons un coup d'œil sur la situation de la flotte allemande avant les formidables espérances que lui donne cet accord.

Situation de la flotte allemande au milieu de 1935

I. Bâtiments modernes

1^o) 3 navires de ligne de 10.000 tonnes type Deutschland (appelés par la presse anglaise « cuirassés de poche ») :

Le Deutschland, entré en service en 1933 ;

L'*Admiral-Scheer*, entré en service fin 1934 ;
L'*Admiral-Graf Spee*, qui entrera en service en 1936.

Armement : 6 canons de 280 mm, portée 28 km ; 8 canons de 150 mm ; 6 tubes lance-torpilles de 500 mm.

Protection : ceinture cuirassée partielle de 127 mm ; deux ponts cuirassés de 38 mm et 102 mm-75 mm ; défense sous-marine de 42 mm.

Vitesse : 28 à 30 nœuds.

2°) 6 croiseurs cuirassés de 6.000 tonnes en service : *Emden*, *Königsberg*, *Karlsruhe*, *Köln*, *Leipzig*, entrés en service de 1926 à 1931. Le *Nürnberg*, entré en service en novembre 1935.

Armement : 9 canons de 150 (*Emden* 8) ; 4 canons de 88 antiaériens (*Emden* 4) ; 12 tubes lance-torpilles de 500 (*Emden* 4).

Protection : ceinture cuirassée de 75 à 100 mm.

Vitesse : 32 à 34 nœuds.

3°) 12 destroyers de 800 tonnes entrés en service de 1926 à 1929.

Armement : 3 canons de 105 et 6 tubes lance-torpilles de 500.

Vitesse : 33 à 34 nœuds.

4°) 2 tenders de 3.000 tonnes ;

1 bâtiment-école de canonage ;

27 dragueurs de mines ;

14 vedettes de 40 à 60 tonnes.

II. Bâtiments anciens

4 cuirassés de 13.000 tonnes (1903-1906) refondus depuis 1920, dont 2 armés ;

2 croiseurs de 3.600 tonnes (1903) refondus en 1920 et 1922 ;

15 torpilleurs de 650 à 800 tonnes ;

Une trentaine de dragueurs ;

Une vingtaine de bâtiments divers de servitude.

L'Allemagne avait donc, au milieu de 1935, réalisé la flotte que lui accordait le traité de Versailles, à l'exception de 3 cuirassés de 10.000 tonnes qui lui restaient à construire. Nous allons voir ceux-ci passer à 26.000 tonnes, et même probablement à 35.000 tonnes.

L'accord naval anglo-allemand

Par ce traité, l'Angleterre reconnaît à l'Allemagne le droit de posséder une flotte atteignant 35 % de la flotte britannique.

Comme d'après les accords de Washington (d'où l'Allemagne était exclue et qui sont en vigueur jusqu'au 1^{er} janvier 1937) le rapport des flottes de ligne anglaise et française est de 5 à 1,75 (soit exactement pour nous 35 %), on voit que l'ambition alle-

mande est ni plus ni moins que d'égaliser d'un seul coup la flotte française.

Pour le moins, car ceci suppose que le rapport des flottes anglaise et française demeure de 5 à 1,75. Mais toute augmentation du tonnage britannique pourra être, et sera sans aucun doute, suivie d'une augmentation correspondante du tonnage allemand.

Si donc, les accords de Washington étant dénoncés, le rapport des flottes anglaise et

française dépasse $\frac{5}{1,75}$, la flotte allemande deviendra supérieure à la nôtre.

De plus, l'Angleterre reconnaît à l'Allemagne le droit de posséder, dans son tonnage global, un tonnage de sous-marins égal au sien propre (alors que le traité de Versailles lui interdisait de construire un seul sous-marin).

L'accord naval anglo-allemand ne représente pour l'Allemagne qu'un simple avantage de 333.000 tonnes sur le traité de Versailles ! D'ailleurs, l'Allemagne n'avait pas attendu cet accord pour violer le traité !

Les premières réalisations du nouveau programme naval allemand

En effet, à la suite de cet accord, l'Allemagne a annoncé officiellement la première tranche de son programme naval, commencée depuis 1934, c'est-à-dire avant l'accord anglo-allemand, et dont voici l'exposé :

1°) 2 cuirassés de 26.000 tonnes armés de 12 canons de 230 mm, en 4 tourelles triples, réplique évidente à nos 2 croiseurs de bataille *Dunkerque* et *Strasbourg*. Ces deux unités allemandes sont en construction depuis 1934 ;

2°) 2 croiseurs de 10.000 tonnes armés de canons de 203 mm. En construction ;

3°) 16 contre-torpilleurs de 1.625 tonnes armés de 5 canons de 127 mm. En construction ;

4°) 20 sous-marins de 250 tonnes ;

6 sous-marins de 500 tonnes ;

2 sous-marins de 750 tonnes,

dont la construction totale doit être achevée au cours de 1936 ;

5°) Un certain nombre de chasseurs de sous-marins et de vedettes rapides de 90 tonnes de 46 à 48 nœuds, véritables torpilleurs portant 11 torpilles de 500 ;

6°) Enfin, l'Allemagne crée une aviation maritime. Tous ses navires récents sont munis de catapultes.

Ce que sera la flotte allemande

L'Allemagne ne s'arrêtera certainement pas à cette première tranche. L'accord

naval de Londres lui permet d'atteindre le chiffre global de 420.000 tonnes. Elle atteindra ce tonnage, dont on peut prévoir la répartition de la façon suivante :

Navires de ligne	184.000	tonnes
Porte-avions	47.000	—
Croiseurs de 1 ^{re} classe	51.000	—
Croiseurs de 2 ^{me} classe	67.000	—
Destroyers	52.000	—
Sous-marins	19.000	—
TOTAL	420.000	tonnes

tenir compte des navires antérieurs à 1914.

N'oublions pas que l'Allemagne peut construire 100 % du tonnage sous-marin anglais, à condition de soustraire d'autres catégories à ce tonnage supplémentaire de 34.000 tonnes et, enfin, que toute augmentation du tonnage britannique pourra être suivie d'une augmentation correspondante du tonnage allemand.

Pour réaliser le tonnage ci-dessus, la flotte allemande aura, approximativement, la com-

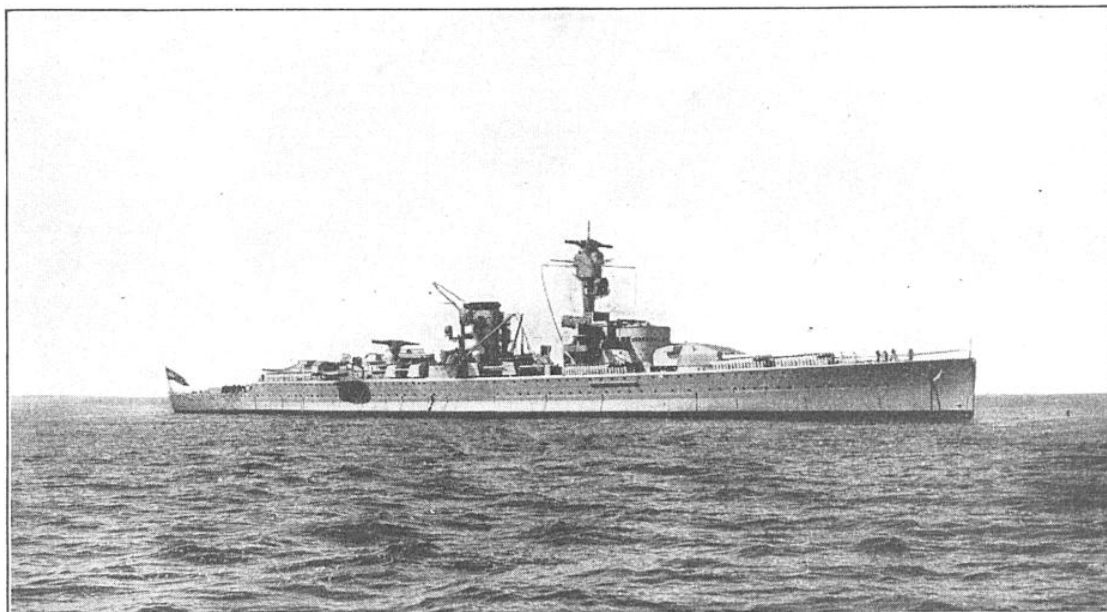


FIG. 1. — LE CUIRASSÉ ALLEMAND DE 10.000 TONNES « DEUTSCHLAND »

Le Deutschland est le premier des six bâtiments de ligne de 10.000 tonnes accordés par le traité de Versailles. Trois de ces cuirassés sont en service ; les trois autres vont être remplacés par des cuirassés de 26.000 ou même de 35.000 tonnes, autorisés par l'accord naval anglo-allemand. Leur rayon d'action formidable (18.000 milles ou 33.000 km) leur permettrait d'aller attaquer nos lignes de communications au delà de Dakar en passant par le nord de l'Écosse.

Il n'est pas sans intérêt, quelque pénible que ce puisse être pour notre amour-propre, de comparer notre situation sur mer, en supposant réalisés les programmes navals prévus actuellement, avec celle que pourra être celle de l'Allemagne ayant, en dehors de toute considération de possibilité financière que nous n'avons pas à discuter ici, construit la flotte à laquelle lui donne droit l'accord naval anglo-allemand de 1935.

Le tableau, page 190, montre quel serait le bilan, en tonnes anglaises, des flottes comparées de la Grande-Bretagne, de l'Allemagne et de la France en accordant à l'Allemagne 35 % du tonnage britannique résultant des accords de Washington et de Londres, et sans

position suivante, qui est celle à laquelle nous devons nous attendre dans un délai de trois à quatre ans :

6 bâtiments de ligne : 3 de 10.000 tonnes (à moteur Diesel), 2 de 26.000, 1 de 35.000 (à turbines, les moteurs Diesel ayant donné des déboires) ;

2 porte-avions de 22.000 tonnes ;
16 croiseurs de 6.000 à 10.000 tonnes ;
30 torpilleurs de 800 à 1.800 tonnes ;
40 sous-marins de 250 à 1.000 tonnes.

A cette flotte *entièrement moderne* et tout entière (sous-marins mis à part) d'une vitesse d'au moins 28 nœuds, nous aurions à opposer, *en bâtiments récents*, d'après les programmes actuels :

2 bâtiments de ligne de 26.000 tonnes (1);

1 bâtiment de ligne de 35.000 tonnes; 2 porte-avions de 22.000 et 10.000 tonnes;

18 croiseurs de 6.000 à 10.000 tonnes;

71 contre-torpilleurs et torpilleurs;

76 sous-marins.

Telle est la situation. Nous avons encaissé l'accord naval anglo-allemand. Nous devons maintenant le subir, quitte à réagir par un programme naval approprié, qui, d'ailleurs, s'amorce déjà par la mise en chantier d'un cuirassé de 35.000 tonnes et l'achèvement

(1) On peut encore y ajouter nos six cuirassés types *Provence* de 1913. Mais ils ne marcheront pas plus de 21 nœuds, ce qui handicaperait sérieusement toute la ligne cuirassée.

	Angleterre	Allemagne	France (1)
	Tonnes	Tonnes	Tonnes
Navires de ligne....	525.000	183.750	87.000 (2)
Porte-aéronefs	135.000	47.250	32.000 (3)
Croiseurs	341.000	118.350	154.500
Destroyers.....	150.000	52.500	120.000
Sous-marins	52.700	18.345	79.800

(1) Après réalisation des programmes navals en cours.

(2) Deux *Dunkerque* et un 35.000 t. Ce total sera porté à 122.000 t si l'on construit le deuxième 35.000 t. Nous pourrions, à la rigueur, y ajouter nos six cuirassés type *Provence* refondus, ce qui porterait notre tonnage en navires de ligne à 240.000 t. Mais ces bâtiments datent de 1913 et n'iront pas très loin. La conférence de Washington nous a accordé 175.000 t.

(3) 60.000 tonnes accordées par Washington.

TABLEAU DES TONNAGES COMPARÉS DES FLOTES BRITANNIQUE, ALLEMANDE ET FRANÇAISE D'APRÈS LES ACCORDS DE WASHINGTON ET DE LONDRES

prochain de nos 6 croiseurs type *La Galissonnière*.

Nous allons, pour terminer, examiner quels peuvent être en cas de conflit les objectifs et les possibilités de la flotte, dont nous faisons prévoir ci-dessus l'apparition certaine sous pavillon allemand.

Quels seront les objectifs et les possibilités de la flotte allemande de demain ?

Il est devenu un lieu commun de dire que la prochaine guerre sur mer sera, pour toute marine, orientée vers la protection de ses lignes de communications maritimes et l'attaque de celles de son adversaire.

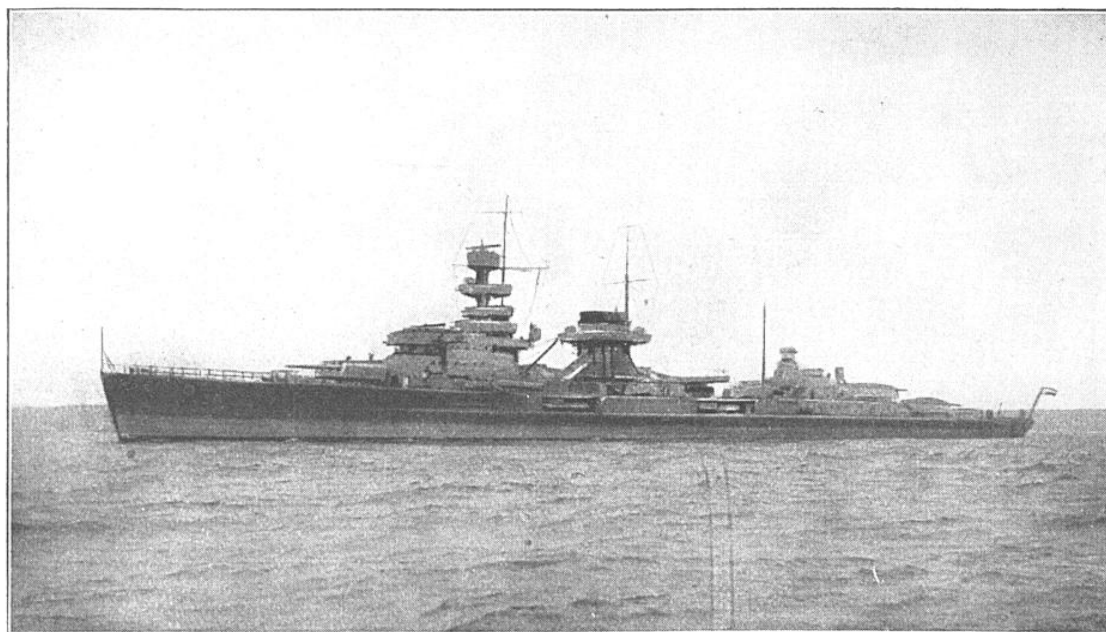


FIG. 2. — LE CROISEUR « NURNBERG » EST LE DERNIER DES SIX CROISEURS ALLEMANDS DE 6.000 TONNES AUTORISÉS PAR LE TRAITÉ DE VERSAILLES

Armés de 9 canons de 150 mm, capables d'atteindre une vitesse de 32 à 34 nœuds, bien protégés et dotés d'un rayon d'action de 7.000 milles (13.000 km), ils sont capables d'attaquer le trafic français jusqu'aux Canaries, en passant par le nord de l'Ecosse. Le rayon d'action serait porté à 12.000 milles (22.000 km) par l'adjonction de « bulges » formant citernes à mazout.

Deux objectifs nettement définis pour la flotte allemande de demain :

1^o Au point de vue de la protection de ses lignes de communication, il est d'abord incontestable que l'Allemagne aura la maîtrise de la mer en Baltique, ce qui lui permettra d'importer des pays scandinaves les minerais dont elle a besoin.

Pour le reste, il est probable que la majeure

trafic considérable d'importations nécessaires à la guerre, en provenance du Canada, des Etats-Unis, du Mexique, des Antilles, de l'Amérique du Sud et des côtes d'Afrique, et consistant essentiellement en minerais, métaux, charbons, combustibles liquides et phosphates. Que ce trafic se fasse sous pavillon français ou sous pavillon neutre, il n'en sera pas moins à la merci des corsaires

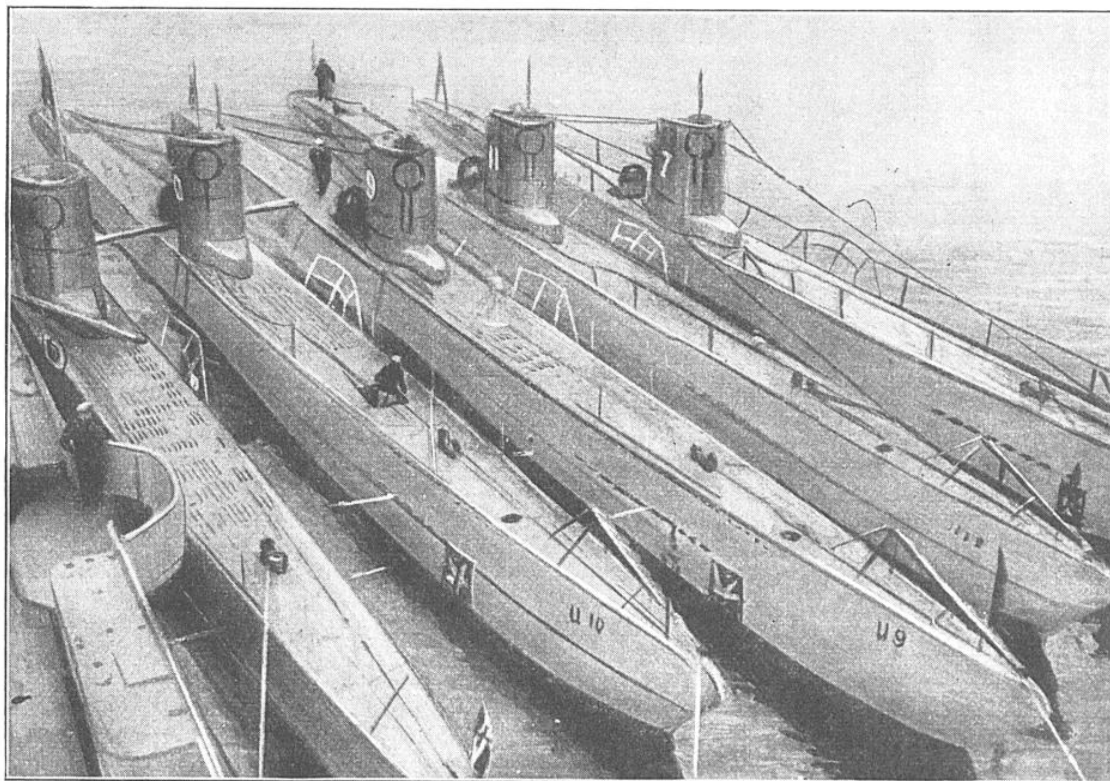


FIG. 3. — VOICI UNE ESCADRILLE RÉCENTE DE SOUS-MARINS ALLEMANDS

L'Allemagne, d'après le traité de Versailles, n'avait le droit de posséder aucun sous-marin ; elle n'a cependant pas attendu l'accord naval anglo-allemand, qui lui donne le droit d'en posséder un tonnage égal à celui de l'Angleterre, pour en construire, puisqu'elle en aura vingt-huit en service en 1936.

partie de ses importations venant d'Amérique se fera par le Nord de l'Ecosse, soit sous pavillon neutre, soit même sous pavillon allemand, dans une région assez difficilement accessible à nos forces navales et dont l'aboutissement est à proximité des bases allemandes ;

2^o *Attaque de nos lignes de communication.* — A ne considérer que l'Atlantique, nous avons le besoin impérieux, non seulement de faire arriver dans la métropole nos troupes d'Afrique, mais encore de faire parvenir dans nos ports du Nord, Dunkerque, Le Havre, Rouen, Nantes, La Pallice, Bordeaux, un

allemands. (Voir, à ce sujet, la carte fig. 5.)

Même si l'on admet qu'une importante fraction en soit déroutée sur la Méditerranée par Gibraltar, nos lignes de communication des Amériques et d'Afrique présenteront trois zones cruciales vulnérables :

1^o Entre nos possessions d'Afrique et Gibraltar, routes côtières entre les îles du Cap Vert et les îles Canaries ;

2^o Entre les îles Açores et Madère, pour notre ravitaillement venant de l'Amérique du Sud, Antilles, Amérique Centrale, vers Gibraltar ou nos ports du Nord ;

3^o Zone au Nord du cap Finistère pour

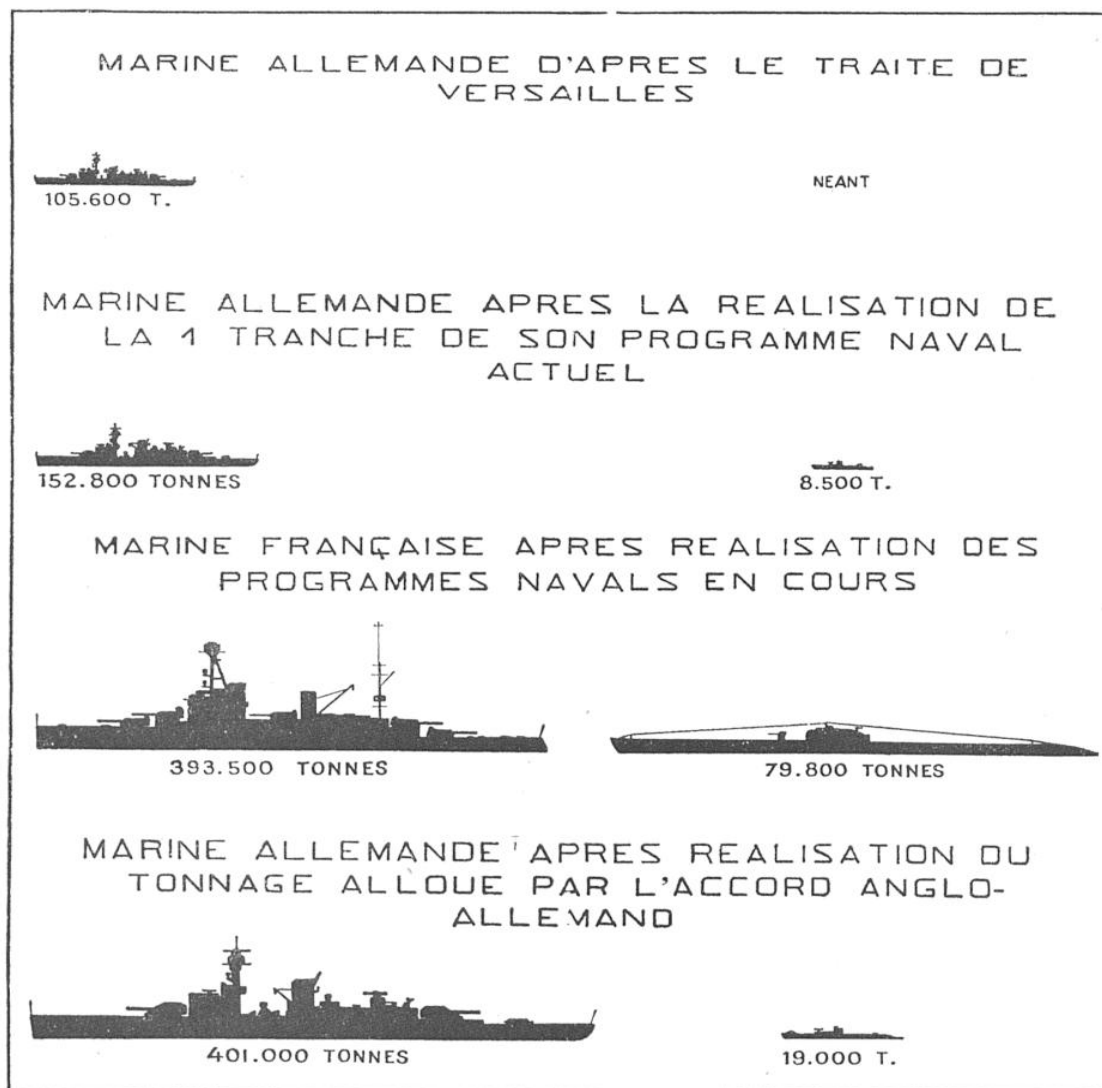


FIG. 4. — CE TABLEAU MONTRE L'ÉVOLUTION IMPRESSIONNANTE DE LA MARINE DE GUERRE ALLEMANDE, DU TRAITÉ DE VERSAILLES (1919) A L'ACCORD ANGLO-ALLEMAND (1935)

Si les prévisions nous laissent un avantage net en matière de sous-marins, le tonnage prévu pour la flotte de surface ne laisse pas de constituer pour nous une menace sérieuse.

tout le trafic destiné à nos ports de l'Atlantique ou de la Manche.

Ces zones cruciales sont-elles à la portée des corsaires allemands ?

Oui, sans aucun doute, et ce n'est pas pour rien que les Allemands ont pourvu leurs navires de forts rayons d'action...

Les trois *Deutschland*, avec leur rayon d'action formidable (18.000 milles à 13 nœuds), peuvent, en partant des bases allemandes par le nord de l'Ecosse, aller au delà de Dakar et revenir sans se ravitailler.

Les six croiseurs de 6.000 tonnes ont 7.000

milles de rayon d'action à 14 nœuds, ce qui leur permet d'arriver aux Canaries en passant par le Nord de l'Angleterre, à l'aller et au retour. Et que deviendraient ces possibilités, si les Allemands — ce qui est très probable — trouvaient le moyen de se ravitailler dans les archipels de l'Atlantique (Açores, Madère, Canaries, Îles du Cap-Vert) ?

Si l'on y ajoute l'apport sérieux des grands paquebots transformés en croiseurs auxiliaires et des sous-marins, déjà de 750 tonnes (et dont le tonnage ne manquera pas de s'accroître) on voit que notre ravitaillement

pourrait être très sérieusement menacé par des navires de guerre ou corsaires aux jambes très longues, ayant comme objectif de détruire nos navires de commerce en évitant le combat.

Il est évident qu'ici le lecteur ne manquera pas de s'écrier : « Il n'y a qu'à les empêcher. » D'accord. Mais la maîtrise de la mer (qui ne comporte même pas celle de la « sous-mer ») ne peut s'obtenir d'une façon absolue que par la destruction des forces de haute mer ennemies au cours d'un combat.

Et si l'ennemi, terré dans ses bases, refuse ce combat, comme le fit la Hoch-See-Flotte allemande, devant la Grand-Fleet britannique jusqu'en 1916 — comme le fit, pendant toute la guerre, la flotte autrichienne devant les forces alliées en Méditerranée ?

Pour les corsaires isolés, la mer est grande. Témoin les exploits de l'*Emden* pendant la dernière guerre, pour ne parler que du plus fameux des corsaires allemands.

Si leur destruction peut se faire par un seul navire supérieur en vitesse et en armement, il n'est pas moins vrai que leur recherche nécessite un déploiement de forces considérable, auquel nous ne pourrions suffire devant l'éparpillement des unités allemandes.

Le combat naval n'est toutefois pas impossible.

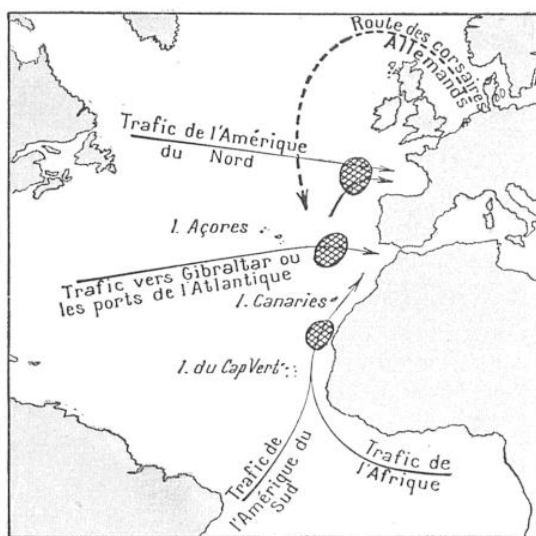


FIG. 5. — LA PROCHAINE GUERRE SUR MER SERA ORIENTÉE VERS L'ATTAQUE ET LA DÉFENSE DES LIGNES DE COMMUNICATION

Un trafic important, nécessaire à notre ravitaillement, nous viendra de l'Atlantique. Les aboutissements traversent trois zones cruciales (marquées en quadrillé), à la portée des navires de guerre allemands dotés intentionnellement de très grands rayons d'action.

À l'inverse de ce qui se passait en 1914, un certain esprit offensif règne actuellement dans le haut commandement naval allemand.

Il est possible que la flotte allemande recherche le combat toutes forces réunies. Les tableaux comparatifs de la page 190 montrent qu'elle peut le faire. Que sera ce combat ? Il est évidemment difficile de le prévoir. Mais la situation de la flotte allemande serait, vis-à-vis de la nôtre, certainement plus avantageuse qu'elle ne le fut au Jutland vis-à-vis de la flotte anglaise, et elle lui infligea des pertes supérieures aux siennes.

Il n'est pas d'autre conclusion que celle-

ci : Depuis la guerre, notre situation navale a été gravement compromise par les accords de Washington et l'accord naval anglo-allemand. Ouvrons l'œil, et réagissons, et n'accordons plus la moindre confiance à celui qui proclamait : « Les traités ne comptent, pour moi, que pour me fournir l'occasion de créer la puissance qui me permettra plus tard de les répudier. » (HITLER).

Notre point faible est, actuellement, la flotte de ligne. Sous l'énergique impulsion de notre ministre de la Marine, elle prend un essor nouveau. Nous pouvons lui faire confiance pour doter la France de la flotte de combat que lui impose non seulement sa situation, mais encore les ambitions démesurées de ses voisins. C^t L. LABOUREUR.

Au 1^{er} août dernier, il existait dans le Reich 6.520.000 appareils de radio en service. De 1934 à 1935, l'accroissement a été de plus de 22 %. D'autre part, l'industrie de la radio produit annuellement plus de 2 millions d'appareils, dont la moitié environ est constituée par des postes du type simplifié qu'on désigne en Allemagne sous le nom de « Volks Empfänger ». En France, le nombre des appareils déclarés, à la fin de 1935, était de 2.625.777 et la fabrication de 560.000 par an seulement. Nous avons exposé (1) les raisons qui, à notre avis, ont contribué à placer dans cette situation peu enviable la radiodiffusion française.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 458.

A PROPOS DU CENTENAIRE D'AMPÈRE, L'UN DES CRÉATEURS DE L'ÉLECTROTECHNIQUE MODERNE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

André-Marie Ampère est le véritable créateur de l'électrodynamique et l'auteur des théories sur le magnétisme, deux branches de l'électrotechnique sur lesquelles reposent l'électricité moderne. C'est lui, en effet, qui, quinze jours après l'expérience d'Ørstedt (déviation d'une aiguille aimantée par un courant électrique), établit les lois des actions qui s'exercent entre courants et aimants et en déduit sa théorie du magnétisme. Puis, en montrant l'action mutuelle des courants sur les courants, en prouvant qu'un solénoïde parcouru par un courant possède toutes les propriétés de l'aiguille aimantée, il fonde l'électrodynamique. C'est ce magnifique chapitre de la science qui a donné naissance aux puissantes centrales électriques modernes, qui ont abouti à notre civilisation électromécanique. Auparavant, l'électroaimant et le télégraphe électrique furent les premières applications de ses géniales conceptions. Ampère a aussi attaché son nom à un instrument universellement répandu : le galvanomètre, précieux appareil qui permet de mesurer avec précision les valeurs caractéristiques du courant. Dans un autre domaine bien différent, celui de la chimie, Ampère fut, là aussi, un précurseur : il posa les principes de la future théorie atomique. Nul n'était mieux qualifié que notre éminent collaborateur, le professeur Houllé, — qui enseigna avec tant d'autorité la physique contemporaine, — pour retracer, à propos du centenaire du savant lyonnais, l'œuvre magistrale qui a enfanté l'industrie moderne.

LE progrès des sciences s'effectue par bonds successifs.

La seconde quinzaine de septembre 1820 fut un de ces moments décisifs où le génie d'un homme ouvre une voie nouvelle ; avec Volta et Faraday, Ampère complète la trinité des grands créateurs de l'électricité et du magnétisme. Déjà, à propos du centenaire de ses découvertes, la France et l'univers civilisé ont communiqué dans une fervente admiration du grand physicien lyonnais ; ils vont renouveler cet hommage, cent ans après sa mort. Cette revue, où les applications de l'électricité tiennent une si large part, se devait de s'associer à cette commémoration, et elle ne peut mieux le faire qu'en évo-

quant ici la vie et les œuvres de ce grand savant universel, qui se révéla, à un instant de son existence, un éblouissant génie.



ANDRÉ-MARIE AMPÈRE
(1775 - 1836)

La vie d'Ampère

André-Marie Ampère est né à Lyon, le 22 janvier 1775 ; son père s'étant retiré dans le petit village de Poleymieux, l'enfant, élevé sans maîtres, fut véritablement un autodidacte ; il lut avidement, et sans ordre, tous les ouvrages de la bibliothèque paternelle, y compris les vingt gros volumes de l'Encyclopédie ; mais son inclination naturelle le portait vers les mathématiques : à douze ans, il apprenait le latin pour pouvoir lire les savants traités d'Euler et de Bernoulli, écrits dans cette

langue ; le dernier, surtout, laissa dans son esprit des traces profondes en l'initiant aux hypothèses, alors mal connues et controversées, de la théorie cinétique. A dix-huit ans, il étudiait, la plume à la main, la mécanique analytique de Lagrange et possédait à fond tout ce qu'on pouvait connaître alors en mathématiques, ce qui ne l'empêchait pas de s'intéresser, comme il continua de le faire toute sa vie, aux problèmes philosophiques et sociologiques, sans compter la chimie et la physique, alors naissantes, l'histoire naturelle, et même la littérature. A vingt et un ans, il faisait un mariage d'amour, qui lui donnait deux ans de bonheur et un fils, suivis par deux ans de soucis causés par la santé de sa femme, atteinte d'une maladie qui ne pardonne guère et qui finit par l'emporter.

Cependant, professeur, depuis 1801, à l'Ecole centrale de Bourg, puis au Collège de Lyon, Ampère s'était attiré l'estime de Delambre par deux mémoires originaux sur la théorie mathématique du jeu et sur le calcul des variations ; par la recommandation de ce célèbre astronome, il fut désigné, à vingt-neuf ans, comme répétiteur d'analyse à l'Ecole Polytechnique, où il devint professeur en 1809. En 1814, il était élu à l'Académie des Sciences, dans la section de géométrie. Il cumulait alors son enseignement à l'Ecole Polytechnique avec les fonctions d'inspecteur général de l'Université, auxquelles s'adjoignit bientôt une chaire au Collège de France ; ces occupations, auxquelles s'ajoutait une trépidante activité scientifique, avaient prématurément épuisé sa santé, qu'il ne ménageait guère ; tombé malade à Roanne, au cours d'une tournée d'inspection, il voulut quand même continuer son service ; mais, arrivé à Marseille, il dut s'aliter, et il mourut, au collège de cette ville, le 10 juin 1836, à l'âge de soixante et un ans ; il fut inhumé au cimetière Saint-Charles et y resta jusqu'en 1866, où ses restes furent transférés à Paris, au cimetière Montparnasse, à côté de son fils Jean-Jacques.

Ampère, physicien

On a vu, par cette brève biographie que, malgré l'universalité de ses connaissances, Ampère était, avant tout, mathématicien ; c'est à cette science, où il excellait, que se rapportent ses premiers travaux, et ils étaient assez importants pour lui avoir valu, à trente-neuf ans, d'être élu à l'Institut. Grâce à ces connaissances, l'analyse infinitésimale n'avait rien de caché pour celui qui devait en faire un emploi si utile à la

naissante électricité, en ramenant les phénomènes complexes à leurs actions élémentaires ; surtout, Ampère était familiarisé avec l'hypothèse atomique, qui n'était encore considérée que comme un jeu de philosophes et de mathématiciens ; à ce point de vue, il était en avance sur ses contemporains, et ce fut une des raisons de son prodigieux succès.

La création de l'électrodynamique

Dans son œuvre immense et diverse, ce qui a survécu, ce qui lui a valu une gloire éternelle, c'est la création de l'électrodynamique et l'explication du magnétisme. On sait comment quinze jours après qu'Arago eût répété à l'Académie des Sciences, le 11 septembre 1820, l'expérience d'Ørstedt, il avait déjà trouvé les lois des actions qui s'exercent entre courants et aimants, les avait soumises au contrôle de l'expérience et en avait déduit sa théorie du magnétisme. Rien n'est plus saisissant que le récit qu'il en a fait lui-même à son fils Jean-Jacques, par une lettre datée du 25 septembre :

« ...Depuis que j'ai entendu parler pour la première fois de la belle découverte de M. Ørstedt, professeur à Copenhague, sur l'action des courants galvaniques sur l'aiguille aimantée, j'y ai pensé continuellement. Je n'ai fait qu'écrire une grande théorie sur ces phénomènes et ceux déjà connus de l'aimant, et tenté des expériences indiquées par cette théorie, qui, toutes, ont réussi et m'ont fait connaître autant de faits nouveaux. Je lus le commencement d'un mémoire à la séance de lundi, il y a aujourd'hui huit jours. Je fis, les jours suivants, tantôt avec Fresnel, tantôt avec Despretz, les expériences confirmatives. Je les répétai toutes vendredi chez Poisson... Tout réussit à merveille, mais l'expérience décisive que j'avais conçue comme preuve définitive exigeait deux piles galvaniques ; tentée avec des piles trop faibles chez moi avec Fresnel, elle n'avait point réussi ; enfin, hier, j'obtins de Dulong qu'il permit à Dumotier de me vendre la grande pile qu'il faisait construire pour le cours de physique de la Faculté, et l'expérience a été faite chez Dumotier avec un plein succès et répétée aujourd'hui à 4 heures à la séance de l'Institut ; on ne m'a plus fait d'objection, et voilà une nouvelle théorie de l'aimant qui en ramène, par le fait, tous les phénomènes à ceux du galvanique.

« Cela ne ressemble en rien à ce qu'on disait jusqu'à présent. Je la réexpliquerai demain à M. de Humboldt, après-demain à M. de

Laplace, au Bureau des Longitudes... »

Tout le monde a vu, en fonctionnement au laboratoire, les « équipages d'Ampère », c'est-à-dire les courants mobiles grâce auxquels le grand mathématicien, promu physicien par son génie, a établi les lois de l'électrodynamique, ainsi que les solénoïdes qui, parcourus par le courant, reproduisent toutes les propriétés de l'aiguille aimantée ; le Collège de France, où Ampère fut professeur, conserve pieusement ces appareils, établis de ses seules mains et avec ses propres ressources, dans le laboratoire qu'il avait établi à son domicile, rue des Fossés-Saint-Victor (actuellement du Cardinal-Lemoine) et on ne manquera pas d'admirer, à cette occasion, comment cet homme, qui n'avait manié jusque là que des idées et des chiffres, avait pu devenir, en un tournemain, constructeur habile et observateur avisé.

Ampère triomphe des objections opposées à sa théorie

C'est là le point culminant de sa gloire. Mais n'allons pas croire que le monde se soit incliné sans débat devant elle. Comme tous les novateurs, Ampère se heurta à l'obstruction, et peut-être aux jalousies de tous ceux dont les idées neuves dérangent la paresse d'esprit ou les systèmes pré-conçus ; à l'Institut même, soutenu vigoureusement par Arago, Fourier et Fresnel, il eut plus de peine à désarmer l'hostilité de Laplace, alors tout-puissant.

Sans doute, ces objecteurs avaient des raisons pertinentes à faire valoir ; en particulier, l'idée que des courants électriques pouvaient circuler dans chaque particule d'un corps magnétique, sans usure et sans qu'aucune pile les entretint, allait à l'opposé de tout ce qu'on savait alors ; si elle nous est devenue familière, c'est parce qu'avec les progrès de l'atomisme, nous admettons l'existence d'électrons planétaires, porteurs d'électricité négative, dont la circulation équivaut à un courant électrique ; c'est aussi parce que Kamerlingh Onnes, en découvrant l'état supraconducteur de la matière, a montré que des courants électriques pouvaient circuler indéfiniment à l'intérieur des métaux dont la résistance est abolie.

D'autre part, les savants de cette époque, formés à l'école de Newton, étaient habitués à considérer uniquement des *forces centrales*, dirigées suivant la direction qui joint les centres d'action ; ces forces semblaient suffisantes pour expliquer toutes les actions à distance ; Laplace venait d'étendre la loi de Newton aux actions capillaires, tandis que

Coulomb l'appliquait aux attractions et aux répulsions électriques ou magnétiques. Dans cet état d'esprit, on n'acceptait pas sans réserves l'existence d'actions, s'exerçant entre un élément de courant et un pôle d'aimant, qui ne fussent pas centrales ni directement opposées l'une à l'autre, comme l'exige, d'ailleurs, le principe d'égalité de l'action et de la réaction ; il y a là une difficulté de principe qui pouvait faire hésiter des hommes de bonne foi ; heureusement, elle n'avait pas arrêté l'audace d'Ampère, mais elle explique les longues controverses dont l'écho se prolongea jusqu'en 1881 : le Congrès international des Electriciens, réuni pour définir et dénommer les unités électriques, hésita longtemps, pour l'intensité, entre les noms d'Ampère et de Weber ; il fallut toute la ténacité de Mascart pour que le choix fût donné à notre compatriote, dont le nom, grâce à cette désignation, est prononcé, chaque jour, par des milliers de bouches.

Les applications de la découverte d'Ampère : électroaimant, télégraphe électrique

Les relations établies par Ampère entre l'électricité et le magnétisme devaient entraîner, en peu de temps, des applications importantes, dont les plus immédiates, dans l'ordre chronologique, furent celles de l'électroaimant et du télégraphe électrique. On a voulu parfois les attribuer au grand savant lyonnais ; il est certain que, dès octobre 1820, il soumettait à l'Académie un projet de télégraphe, mais le dispositif qu'il imaginait, simple développement de l'expérience d'Ørstedt, comportait un certain nombre de courants séparés, agissant à distance sur autant d'aiguilles aimantées ; sous cette forme, l'idée était chimérique ; et, d'autre part, si Ampère a connu l'aimantation permanente d'une aiguille d'acier par un solénoïde, il ne paraît pas avoir soupçonné l'aimantation temporaire du fer doux, principe de l'électroaimant et de ses multiples applications.

L'invention du galvanomètre

Mais, si sa gloire peut se passer de ces inventions, il serait injuste de n'y pas ajouter l'invention du galvanomètre ; Ampère fut le premier à distinguer nettement les effets de tension électrique, mesurés par l'électromètre, des effets d'intensité, et pour apprécier ceux-ci en faisant agir le courant sur l'aimant ; il inventa même, pour accroître la sensibilité, le système

d'aiguilles astatiques, formé de deux aimants aux polarités inversées ; quelques mois plus tard, Schweigger augmentait encore cette sensibilité en enroulant plusieurs fois le fil autour de l'aimant mobile ; mais, à partir de 1821, les progrès s'accélérent à une allure qui rend malaisées les attributions de priorité, et qui prouve aussi quel vigoureux essor Ampère avait donné à la science.

Ampère, précurseur de la théorie atomique

En chimie aussi, le savant lyonnais fut un grand remueur d'idées, et il s'en est fallu de peu que la fameuse hypothèse d'Avogadro s'appelât l'hypothèse d'Ampère. J'ai déjà dit que ses études mathématiques avaient fait de lui un adepte de la théorie cinétique, qui fait voir, dans les gaz et même dans toute espèce de matière, des atomes mouvants. C'était l'époque où Gay-Lussac venait d'établir que tous les gaz possèdent le même coefficient de dilatation, $\frac{1}{273}$, et que toutes les combinaisons gazeuses s'effectuent suivant des rapports en volume simples. Réfléchissant sur ces résultats, qui manifestent l'unité fondamentale de l'état gazeux, Ampère était arrivé à cette conclusion qu'un litre d'un gaz quelconque, pris toujours sous la même pression et à la même température, contient le même nombre de molécules. Par malheur pour sa gloire, il avait gardé pour lui le résultat de ses méditations, et ce n'est qu'en 1814 que, cédant à l'insistance de Berthollet, il consentit à publier son mémoire ; il ignorait alors que le chimiste italien Avogadro était parvenu, de son côté, aux mêmes conclusions, et les avait rendues publiques en 1811 ; si donc la gloire de les avoir énoncées le premier appartient, très légitimement, au savant italien Avogadro, on ne saurait refuser à Ampère le mérite d'être parvenu, indépendamment, aux mêmes conclusions, sans pouvoir affirmer lequel des deux en eut le premier la conception.

Mais il avait poussé plus loin en établissant une distinction entre la molécule et l'atome ; par là, il peut être considéré comme un des fondateurs de la théorie atomique. Dans la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, deux volumes du premier gaz, représentant une molécule, s'unissent à un volume d'oxygène qui, d'après l'hypothèse d'Avogadro, n'en doit contenir que la moitié d'une ; il faut donc que cette demi-molécule d'oxygène ait une existence réelle, et, par suite, la molécule de ce gaz

doit être formée par l'association de deux atomes. Généralisant ce cas particulier, Ampère avait tenté de représenter les combinaisons chimiques par des associations d'atomes ; mais la chimie était alors trop peu avancée pour que ces essais puissent donner des résultats précis ; ils ne font pas moins grand honneur à celui qui en a eu la première idée et dont l'application devait se montrer, par la suite, si féconde.

La science encyclopédique d'Ampère

Nous avons vu Ampère mathématicien, physicien et chimiste ; ce ne furent pas les seules formes de sa trépidante activité, car on peut dire que rien de ce qui peut occuper l'esprit humain ne lui fut étranger.

S'agit-il de sciences naturelles ? Le voilà qui prend part à la discussion ouverte entre Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire à propos du développement des êtres vivants ; il défendait, contre le premier, des idées voisines du transformisme et ceux qui ont assisté au débat entre ces deux grands esprits furent obligés d'avouer qu'aucun ne le cédait à l'autre pour la richesse des vues et la valeur des arguments.

Entre temps Chevreul s'occupe-t-il, sur mandat de l'Académie, des propriétés de la baguette divinatoire et du pendule explorateur, qui se parent aujourd'hui du nom de « radiesthésie » ? Aussitôt, Ampère s'intéresse à ces recherches ; il assiste à des expériences sur le pendule, et c'est à lui que Chevreul communique, en 1812, le résultat de ses propres essais.

Mais ce qui paraît avoir tenu le plus de place, après les mathématiques, dans l'esprit d'Ampère, c'est la philosophie, avec son annexe, la sociologie. A tout instant, il revenait sur ces grands problèmes qui l'attiraient. Son œuvre capitale, dans cet ordre de la pensée, fut une classification méthodique des connaissances humaines, à laquelle il travailla jusqu'à sa mort. Sainte-Beuve raconte qu'étant, un soir, avec ses amis Camille Jordan et Degerando, il se mit à leur exposer le système du monde, et soutint la conversation, durant treize heures d'horloge, avec une lucidité continue. Cet exemple, pris entre mille, donne une idée du bouillonnement continu qui agissait ce cerveau génial. « Son esprit immense, écrit encore Sainte-Beuve, était, le plus souvent, comme une mer agitée ; la première vague soudaine y faisait montagne, le liège flottant ou le grain de sable y étaient aisément lancés jusqu'aux cieux. »

Heureusement, cette imagination débordante

dante était freinée par la science et la raison ; mais elle explique un autre trait de son caractère, dont ses contemporains ont conservé le souvenir, et que la légende a sûrement amplifié : c'était son extraordinaire distraction ; on en cite partout des traits amusants, dont plusieurs furent inventés après coup. Mais cette distraction n'était que la conséquence, et l'aspect extérieur, de la concentration d'esprit exclusive qu'il apportait à tous les problèmes ; alors, rien d'autre n'existait plus pour lui, et il oubliait complètement le monde extérieur. Aussi cet homme de génie était-il un déplorable professeur, parce qu'en suivant sa propre pensée, il ne s'occupait jamais de savoir s'il était lui-même suivi par ses auditeurs. Arago, qui l'aimait et l'admirait, en a fait l'aveu : « ... Nous pourrions affirmer, à

l'égard d'Ampère, que sa vocation était de ne pas être professeur. Cependant, c'est au professorat qu'on l'a forcé de consacrer la plus belle partie de sa vie ; c'est par des leçons rétribuées qu'il a toujours dû suppléer à l'insuffisance de sa fortune patrimoniale... Mais le savoir, mais le génie ne suffisent pas à celui qui se voue à l'enseignement d'une jeunesse vive, pétulante, moqueuse, habile à saisir les moindres ridicules et à les faire servir à son amusement... »

Tel fut, dans sa vie ardente et souvent douloureuse, celui qu'on va commémorer en cette année 1936 ; il mérite de rester dans la mémoire des hommes par la foi avec laquelle, dans tous les domaines de la pensée, il a cherché la vérité, et par le génie qui la lui a fait découvrir.

L. HOULLEVIGUE.



L'Allemagne pousse activement l'établissement de son réseau de distribution à grande distance du gaz provenant soit des fours à coke, soit des hauts fourneaux, comme cela se pratique déjà depuis longtemps aux États-Unis. Le plan d'équipement comprend l'établissement de canalisations reliant notamment le riche bassin houiller de la Ruhr à Berlin, Hambourg, Brême, Cologne, Hanovre, etc. La Société *Ruhrgas* a déjà mis en service plus de 1.000 kilomètres de canalisations souterraines. Plus de 1 milliard de mètres cubes sont ainsi distribués, aux industriels comme aux particuliers (ceux-ci figurent pour 20 % seulement pour l'éclairage et le chauffage privés). Dans la Sarre, également si abondante en charbonnages, le même problème économique se présente : il s'agit d'utiliser le gaz des cokeries (plus de 600 millions de mètres cubes) pour le distribuer dans le Palatinat, notamment en direction de Stuttgart, Trèves, etc. La construction du réseau souterrain est actuellement en cours. De plus en plus, la concentration de l'industrie gazière s'affirme pour produire à meilleur compte. En France même, — en dépit de certaines résistances, — on trouve maintenant des centres organisés, comme à Vannes, pour distribuer sous pression le gaz produit dans la région environnante (Lorient, Quiberon, Auray, Port-Louis). Il en est de même pour l'usine de Toulon, qui dessert la Seyne, Bandol, etc. On sait que la pression du gaz comprimé dans les canalisations de différents diamètres (suivant le débit à prévoir) atteint de 8 kg à 10 kg par cm². Les conduites en acier soudé, parfaitement étanches, ont donné d'excellents résultats. Le gaz sous pression arrive dans des réservoirs également résistants où il est emmagasiné. Avant d'être distribué au consommateur, il est alors détendu pour réaliser la pression normale d'utilisation. C'est en Allemagne que nous avons constaté les plus belles installations de ce genre, où il n'est pas rare de voir le gaz transporté à 100 kilomètres au moins du lieu de production et sous une pression de l'ordre de 10 kg par cm², ce qui est actuellement un maximum. En France, il serait possible de procéder de la même façon pour notre bassin houiller du Nord qui n'est qu'à quelques centaines de kilomètres de la région parisienne. Celle-ci pourrait ainsi consommer (industriels et habitants) du gaz d'excellente qualité à un prix plus bas que celui qui est livré par les compagnies gazières. Mais celles-ci ne se montrent pas encore — du moins pour l'instant — favorables à de tels projets.

VOICI LES PLUS PUISSANTES PRESSES HYDRAULIQUES DU MONDE

Par Paul LUCAS

L'industrie sidérurgique moderne fabrique aujourd'hui couramment des pièces massives de plus en plus volumineuses, de plus en plus lourdes, telles que les carcasses de turbines ou d'alternateurs, les corps de chaudières à haute pression, les arbres de couche des paquebots, les étambots, etc. Pour leur élaboration, un outillage spécial est devenu indispensable, parmi lequel les presses à forger modernes sont vraiment des plus imposantes. Véritables titans de l'outillage à grande puissance de la grande industrie moderne, les grandes presses actuelles sont capables de développer des efforts allant jusqu'à 15.000 tonnes, atteignent la hauteur d'une maison de six étages et peuvent forger des lingots bruts pesant plus de 300 tonnes (poids de trois locomotives réunies), ce qu'on n'aurait jamais osé envisager il y a seulement dix ans.

Les presses à forger de très grande puissance sont utilisées maintenant d'une manière courante dans l'industrie. Déjà, il y a une trentaine d'années, certaines unités fournissaient souvent des efforts de l'ordre de 1.000 tonnes et plus. Peu avant la guerre, on atteignait 12.000 tonnes. Ces engins servaient principalement à cintrer et à forger les plaques de blindage des bâtiments de guerre. Pour leur permettre de résister au mieux à ces efforts con-

sidérables, leur construction était très massives, et les dimensions relativement faibles des pièces à travailler rendaient la construction de ces presses assez aisée.

Aujourd'hui, le problème à résoudre est d'un autre ordre. Les progrès de la technique dans ces vingt dernières années rendent nécessaire l'emploi de presses de très grandes dimensions, en rapport avec celles des ouvrages à forger ou à former. Il s'agit, en effet, de carcasses de turbines, de chaudières

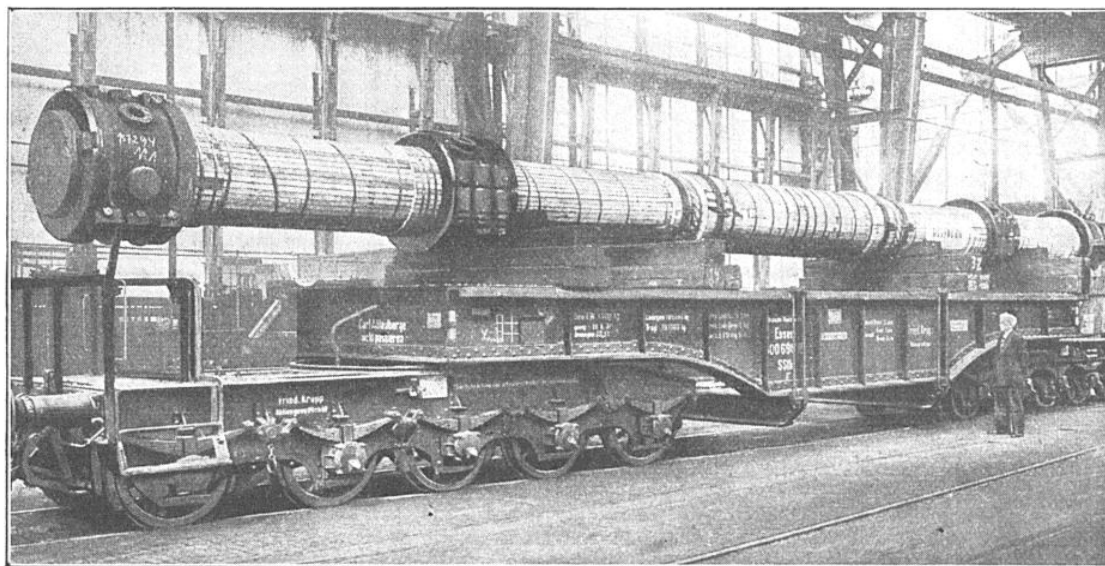


FIG. 1. — CETTE COLONNE D'ACIER MASSIF, DE 80 CENTIMÈTRES DE DIAMÈTRE ET DE 18 MÈTRES DE LONG, EXIGE, POUR SON TRANSPORT, UN WAGON SPÉCIAL DE DIX ESSIEUX. Quatre colonnes semblables relient le bâti inférieur et le bâti supérieur des presses hydrauliques de 10.000 tonnes capables de forger des blocs pesant jusqu'à 250 tonnes.

à haute pression, d'arbres de navires, de tubes de canons et autres engins du même genre, tous d'un grand encombrement et exigeant en même temps des efforts de plusieurs milliers de tonnes pour leur traitement.

C'est à ces nouveaux besoins que répondent trois presses de dimensions tout à fait exceptionnelles : deux de 10.000 tonnes, construites il y a quelques mois en Allemagne, et une de 15.000 tonnes, livrée il y a quelques mois à l'U.R.S.S.

des navires, les tubes des pièces de canons à longue portée, etc. Pour les carcasses de turbines, dont la longueur maximum peut atteindre 6 m 50 et le diamètre 4 m 50, il suffit d'efforts de pression relativement faibles, de l'ordre de 4.000 tonnes. Aussi les presses sont-elles agencées pour donner trois valeurs différentes de l'effort : 4.000, 6.000 et 10.000 tonnes, et comportent pour cela trois cylindres : un cylindre central qui fournit 4.000 tonnes et deux cylindres latéraux

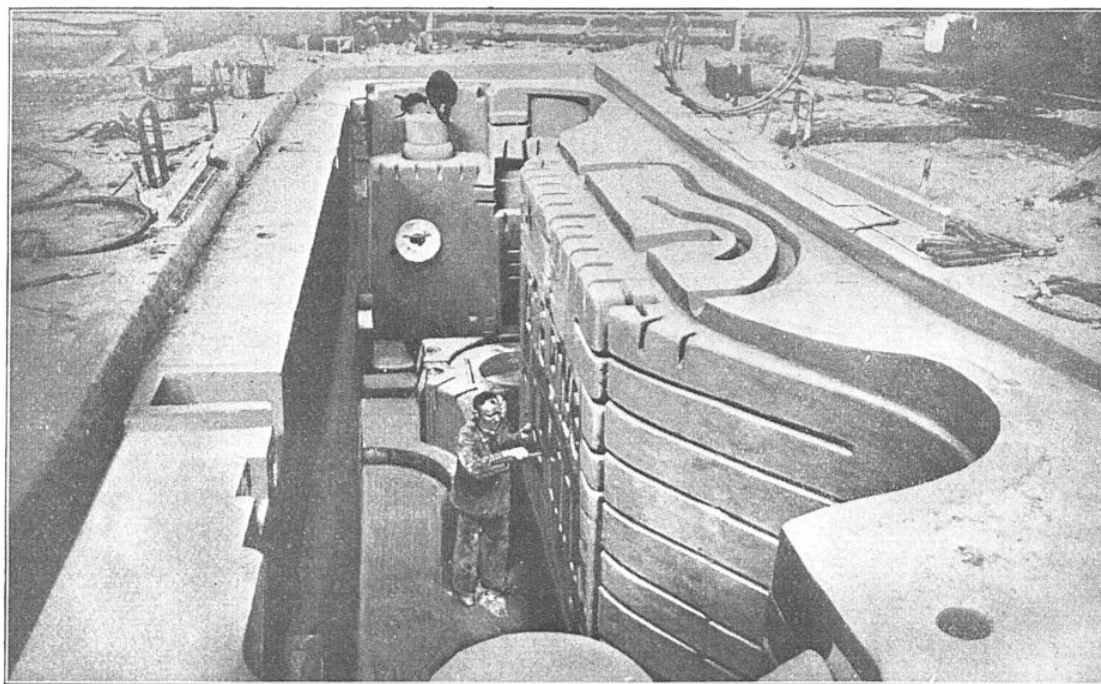


FIG. 2. — MOULE SANS NOYAUX POUR LA COULÉE D'UNE PIÈCE D'ACIER DE PLUS DE 100 TONNES CONSTITUANT LA MOITIÉ DU BÂTI SUPÉRIEUR D'UNE PRESSE HYDRAULIQUE DE 10.000 TONNES

Voici deux presses géantes capables de développer des efforts de 10.000 tonnes

La hauteur totale des presses de 10.000 tonnes dépasse 21 mètres, les plateaux ont environ 4 mètres de large et s'écartent de près de 6 mètres. Elles peuvent ainsi servir à former des corps de chaudières à haute pression (100 atmosphères et plus), qui exigent des efforts de l'ordre de 10.000 tonnes, ou tous autres corps creux du même genre jusqu'à 20 mètres de long. Elles accomplissent naturellement les travaux habituels de forgeage pour des blocs pesant jusqu'à 250 tonnes et mesurant 20 mètres de long au plus, par exemple pour les arbres de couche

qui, fonctionnant simultanément, donnent 6.000 tonnes. Les trois cylindres réunis fournissent ensemble 10.000 tonnes.

A la partie supérieure du bâti sont encore fixés deux jeux de cylindres dont les pistons agissent vers le haut. Les uns ont pour mission d'assurer la course de retour, et les autres d'équilibrer les masses en mouvement.

La vitesse du plateau supérieur de la presse est, à vide, de 30 centimètres par seconde, aussi bien à la montée qu'à la descente. Avec un effort de 4.000 tonnes, la vitesse est réduite à 18 centimètres par seconde ; avec 6.000 tonnes, à 12 centimètres par seconde, et avec 10.000 tonnes, à 7 centimètres par seconde. La plus grande course que puisse effectuer le plateau supé-

rieur de la presse est de 3 mètres. Les cylindres sont actionnés par de l'eau sous pression fournie par un transformateur de pression alimenté par de la vapeur d'eau surchauffée sous 12 à 14 atmosphères.

Le poids total des masses en mouvement pendant le travail de la presse dépasse 400 tonnes ; mais, grâce à l'ingénieuse disposition de ses commandes, on peut effectuer les travaux les plus délicats dans le minimum

rentes parties de la presse sont en rapport avec ses dimensions générales et les efforts qu'elle peut développer. La partie la plus importante est, naturellement, le bâti inférieur qu'il a été matériellement impossible de réaliser d'un seul morceau. Il pèse, dans son ensemble, 400 tonnes et se compose de cinq pièces assemblées. Le bâti supérieur est formé par la juxtaposition de deux pièces symétriques qui pèsent ensemble

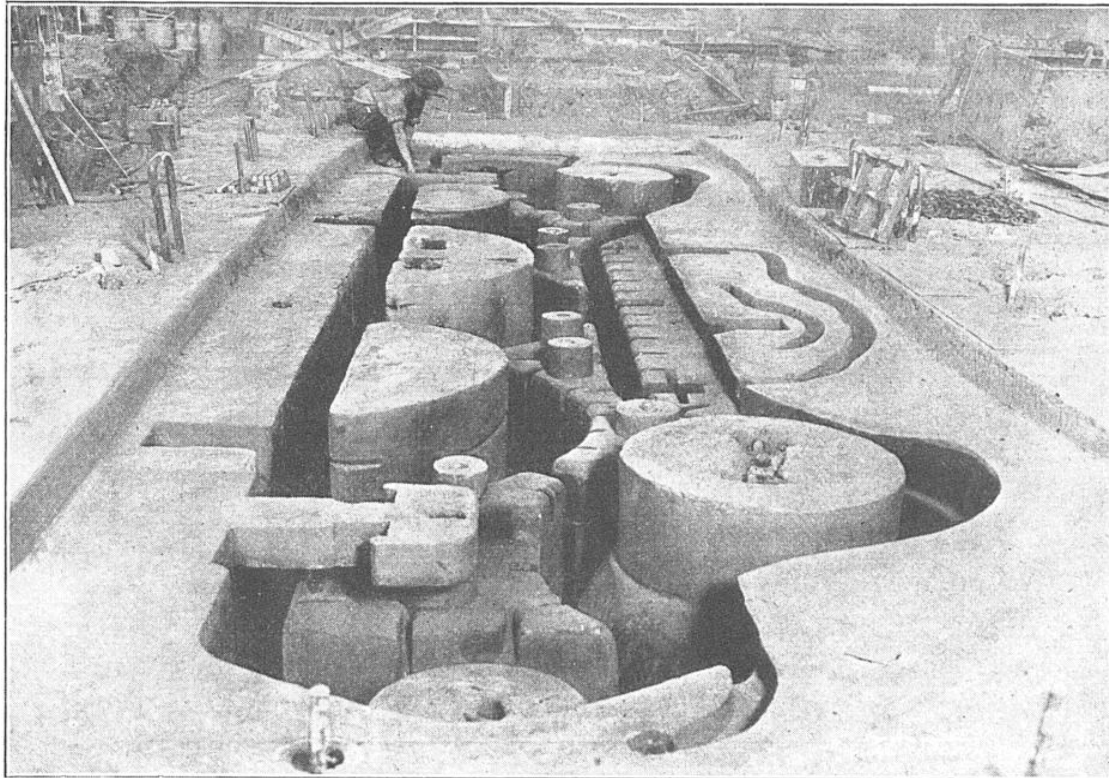


FIG. 3. — LES NOYAUX ONT ÉTÉ MIS EN PLACE DANS LE MOULE REPRÉSENTÉ SUR LA FIGURE 2, QUI EST PRÊT À RECEVOIR LA COULÉE DU MÉTAL FONDU

de temps. Pour le planage, par exemple, la course du plateau, à chaque coup, ne dépasse pas 2 centimètres ; mais les coups se suivent à une cadence très rapide : 25 coups par minute pour des efforts de 10.000 tonnes, 30 coups par minute pour 6.000 tonnes, et même 40 coups par minute pour 4.000 tonnes. La masse formidable de 400 tonnes change de direction 80 fois par minute ! Pour le forgeage, la cadence est évidemment moins rapide, et la course du plateau doit être plus longue, car, après chaque coup, il faut pouvoir tourner ou déplacer légèrement la pièce à forger.

Les poids et les dimensions des diffé-

environ 200 tonnes. La partie centrale du plateau mobile de la presse, coulée d'une seule pièce, a exigé 160 tonnes d'acier Siemens-Martin. Après ébarbage, finissage, etc., cette pièce pesait encore 135 tonnes. Les figures ci-jointes montrent d'une façon saisissante les détails de la confection d'un moule pour la coulée d'une des deux pièces qui forment le bâti supérieur. Pour le refroidissement d'une telle masse d'acier, pesant plus de 100 tonnes, il faut compter un minimum de quinze jours. Après nettoyage, ébarbage, etc., la pièce est portée dans un four et recuite à environ 900 degrés, pour éliminer les tensions internes

qui ont pu prendre naissance pendant le refroidissement.

La presse de 15.000 tonnes dépasse 25 mètres de haut

La presse de 15.000 tonnes, de construction toute récente, a des dimensions encore plus colossales. Sa hauteur totale atteint 25 mètres, et sa longueur, avec ses accessoires, dépasse 36 mètres. Elle peut forger des pièces pesant jusqu'à 300 tonnes et de très grandes dimensions, puisque les plateaux peuvent s'écarter de 7 mètres et les colonnes

minute ; pour un travail moins poussé de finissage, on peut arriver à 15 coups à la minute. Les lingots doivent pouvoir être travaillés à une température aussi élevée que possible, voisine de 1.200° ; aussi des précautions spéciales ont-elles été prises pour éviter que les parties voisines du lingot ne s'échauffent par rayonnement, ce qui déséquilibrerait la presse par suite de dilatations non compensées. La base des colonnes est ainsi protégée par un écran d'eau.

Signalons enfin que la livraison de ces engins colossaux a soulevé de nombreuses

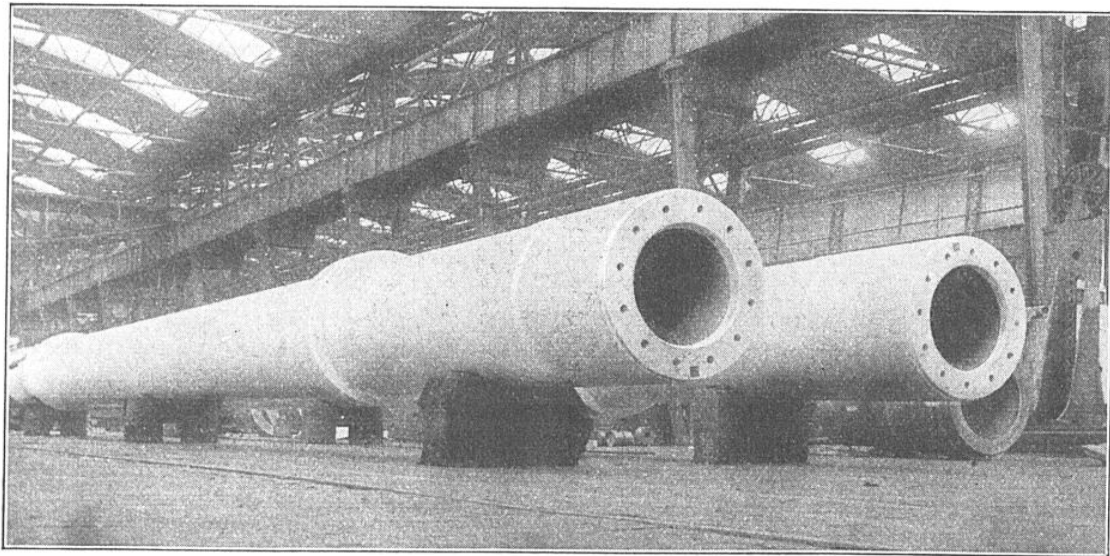


FIG. 4. — VOICI DEUX DES COLONNES GÉANTES DE LA PRESSE DE 15.000 TONNES
Leur diamètre atteint plus de 1 mètre, et ce sont les plus lourdes pièces creuses obtenues par forgeage jusqu'à aujourd'hui. A l'état brut, elles pesaient chacune près de 250 tonnes.

gigantesques qui constituent l'armature de la presse laissent entre elles un espace libre de 4 m 80. Ces colonnes creuses ont 95 centimètres de diamètre ; ce sont les plus grosses pièces creuses forgées jusqu'à aujourd'hui ; à l'état brut, elles pesaient 240 tonnes chacune. Comme pour les presses précédentes, la force de 15.000 tonnes est obtenue par la combinaison de trois cylindres, un au centre, donnant 6.000 tonnes, et deux donnant chacun 4.500 tonnes. Ils sont actionnés par de l'eau sous une pression de 400 atmosphères. Pour la course de retour, huit cylindres sont prévus, dont quatre restent constamment sous pression pour équilibrer les masses en mouvement, plateau de la presse et outils spéciaux, qui pèsent jusqu'à 460 tonnes. Pour le forgeage des lingots bruts, la presse peut donner 5 coups à la

difficultés, tant à cause de leur poids que de leur encombrement. On s'est efforcé de réduire autant que possible le poids des pièces isolées en ne dépassant jamais une centaine de tonnes. Pour les presses de 10.000 tonnes, il n'en a pas moins fallu employer, pour le transport du bâti inférieur, des wagons spéciaux à douze essieux, et pour ces colonnes d'acier qui soutiennent le bâti supérieur et le long desquelles glisse le plateau mobile de la presse, des wagons à dix essieux. La figure page 199 montre une de ces colonnes, de 80 centimètres de diamètre et de 18 mètres de long, sur le wagon spécial qui a servi à la transporter.

Ces presses hydrauliques géantes, d'une puissance jamais égalée jusqu'à ce jour, constituent de remarquables chefs-d'œuvre de la technique.

PAUL LUCAS.

LES MERVEILLEUSES EXPÉRIENCES DE L'EMBRYOLOGIE MODERNE

Par Jean LABADIÉ

La science de l'embryon — science des origines de la vie — vient d'élargir le champ de ses connaissances grâce aux remarquables travaux du professeur allemand Spemann (prix Nobel de biologie 1935), du professeur français Bounoure et de M^{me} Vera Dantchakoff, de la Faculté des Sciences de Paris. Tandis que Spemann réussit, en effet, à mettre en évidence le rôle des substances dites « organisateurs », qui expliquent comment les cellules originales de l'œuf se différencient et s'organisent, le professeur Bounoure établit magistralement la théorie de la « lignée germinale », d'après laquelle les individus ne sont que des dépositaires de germes et n'ont aucune influence sur la lignée et sur l'évolution de l'espèce. Enfin, M^{me} Dantchakoff, biologiste d'origine russe, réussit, de son côté, à modifier le sexe des embryons de poulet. On conçoit quelle technique délicate exigent des expériences aussi minutieuses pour aboutir à de tels résultats. Nous exposons ici ces nouvelles théories biologiques qui ouvrent des horizons inconnus jusqu'ici à cette science expérimentale des origines de la vie, si jeune et cependant déjà si riche par ses acquisitions et aussi par ses expériences. Ainsi, de par les travaux des chercheurs du monde entier — savants et patients spécialistes — la biologie réalise des progrès sensationnels dignes d'être comparés à ceux — beaucoup mieux connus du public — qu'ont enregistrés les sciences physiques au cours de ce siècle. Les découvertes, dans ce domaine de la vie, sont encore plus difficiles que celles qui relèvent de la mécanique expérimentale. Les unes et les autres bouleversent littéralement nos connaissances sur la vie et la matière en les enrichissant sans cesse.

TOUT être vivant prend naissance dans un germe — exactement un « œuf ». Mais si les êtres sont d'une variété infinie, ce point de départ de toute vie, l'œuf, est la chose la plus amorphe du monde. On pourrait presque dire que tous les œufs se ressemblent comme des gouttes d'eau.

Certes, les œufs diffèrent de forme avec les espèces animales et, à l'intérieur de chaque espèce, par la taille ; mais tous ont ce caractère d'être composé d'un *protoplasme* gélatineux contenant une *matière nourricière*, le tout enrobant un petit sac de matière spéciale, le *noyau*.

Un poulet, une pintade, un canard ; un hareng, une morue, une sardine ; une libellule, une mouche, un moustique naissent donc, avec toute la richesse de leurs formes et de leurs organes incroyablement différenciés, d'une matière quasi informe.

L'homme n'échappe pas à cette loi, qui commande également tous les vertébrés. L'œuf humain ne dépasse guère 2/10^e de millimètre, mais celui de l'éléphant n'a pas de dimensions autrement sensationnelles. Et si l'œuf d'autruche pondu atteint 20 centimètres, mille fois le volume de celui d'oiseau-mouche, l'un et l'autre pris à l'origine,

sur les ovaires maternels, rentrent dans la loi générale : quasi amorphe dans sa structure, l'œuf est encore microscopique. C'est qu'il n'est pas autre chose que la première « cellule », mère de toutes les autres, dont l'accumulation systématique va former le corps animal.

Cet amorphisme de l'œuf n'est, toutefois, qu'apparent. Dans un article précédent sur la génétique (1), — ce merveilleux chapitre de la science biologique, dont la précision fait, d'ores et déjà, songer à celle qui régit les réactions chimiques, — nous avons montré que l'« œuf-cellule » initial (ovule femelle fécondé par sa jonction avec le spermatozoïde mâle) héberge dans son « noyau » des filaments d'une certaine matière (chromatine), dont le nombre et la forme suffisent pour identifier l'espèce. Ces filaments de chromatine, les *chromosomes*, déterminent, en outre, les caractères les plus particuliers des individus. On les trouve présents dans toute cellule vivante (2). Il semble donc

(1) Science fondée en 1913 par le savant américain Thomas-Hunt Morgan, prix Nobel de biologie 1934. Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 358.

(2) Nous rappelons, à ce propos, que toutes les cellules d'un individu, quelles que soient leurs fonctions, contiennent le même nombre de chromosomes, caractéristique de l'espèce.

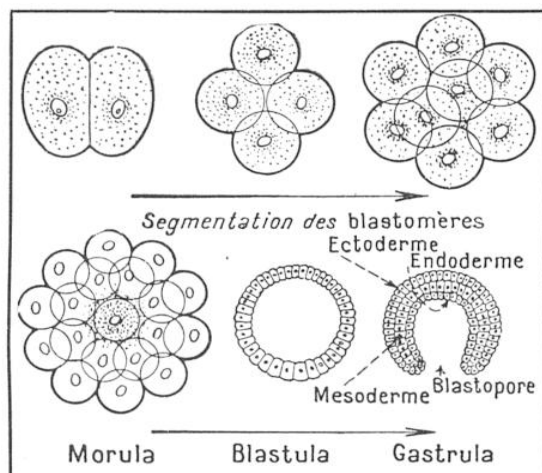


FIG. 1. — LA GENÈSE DE L'ŒUF

De gauche à droite : en haut, la première segmentation de l'œuf donne les « blastomères » primitives qui, par segmentations successives, donnent la « morula » ; celle-ci se creuse et s'organise en « blastula » qui, par repliement sur elle-même, donne finalement la « gastrula ».

que ces « facteurs » soient les agents *organiseurs* primordiaux de toute matière vivante.

Voici maintenant une autre science précise de la vie, un peu plus maniable que la génétique — encore qu'elle soit fort subtile. C'est celle dont les biologistes de laboratoire s'appliquent à observer les phénomènes et même à les influencer sur l'embryon, étudié à partir des premières minutes consécutives à la fécondation de l'œuf, jusqu'à la naissance.

Cette science de l'embryon, l'*embryologie*, marche sur les traces de la *génétique*, et puisque nous avons comparé la science des chromosomes (véritables atomes spécifiques de la vie) à une « chimie », nous pouvons comparer l'embryologie à une « physique » de la vie naissante. Plus tard, les biologistes effectueront, sans doute, une jonction étroite entre ces deux chapitres fondamentaux de leur science, comme les physiciens modernes ont, en effet, relié la physique et la chimie. Nous pensons que, sans attendre une aussi belle synthèse, nos lecteurs, qui se sont intéressés à la génétique, s'initieront volontiers à l'embryologie, dont les plus récentes acquisitions

ouvrent à l'esprit d'étonnants horizons.

Nous choisissons, parmi ces travaux, trois des plus caractéristiques. Ils sont dus :

1°) Au professeur allemand Hans Spemann, de l'Université de Fribourg-en-Brisgau, qui vient d'obtenir le prix Nobel de biologie en 1935 ;

2°) A M. Bounoure, professeur de biologie générale à la Faculté de Strasbourg ;

3°) A M^{me} Vera Dantchakoff, de la Faculté des Sciences de Paris, dont les publications datent seulement de quelques semaines.

Comme les trois ordres de travaux s'appuient sur le même phénomène de base : l'évolution de l'œuf en embryon, il convient de rappeler, tout d'abord, l'essentiel de cette évolution.

Commençons donc — c'est le cas de le dire — *ab ovo*.

De l'œuf à l'embryon

A peine formé, dans l'instant qui suit la fécondation, l'œuf se segmente en deux grosses cellules, qui, se divisant à leur tour, forment 4, 8, 16, 32... cellules de plus en plus petites.

Ces premières cellules issues de l'œuf s'appellent des *blastomères*. Les blastomères s'accumulent en boule compacte, dont l'apparence rappelle, au microscope, une « mûre » des bois : d'où le nom de *morula* appliqué à ce premier stade de l'évolution embryonnaire.

La phase suivante de la multiplication par segmentation transforme en sphère creuse la petite mûre compacte ; elle devient comme un ballon de caoutchouc qui ne cesse de grossir : c'est la *blastula*.

Mais voici que la sphère (dont la membrane est formée jusqu'ici d'une seule couche

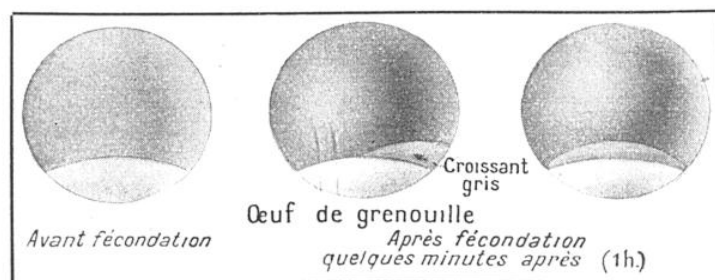


FIG. 2. — ASPECT SCHÉMATIQUE D'UNE GASTRULA DE BATRACIEN AVANT ET APRÈS FÉCONDATION

On distingue l'emplacement du croissant gris. La bouche de la gastrula (« blastopore »), non figurée, se trouve sur la limite commune du croissant gris et de la calotte blanche. C'est dans cette région que Spemann prélève le greffon « organisateur ».

de cellules) se creuse sans se crever. La couche cellulaire se double par repliement sur elle-même, et, la multiplication cellulaire aidant, la blastula est devenue une sorte de sac sphérique, avec une ouverture très petite relativement au volume total : c'est la *gastrula*.

Les cellules de la gastrula se sont différenciées, au cours de cette évolution (dite « gastrulation ») ; elles forment trois couches : l'*ectoderme* extérieur, l'*endoderme* intérieur avec une couche intermédiaire, le *mésoderme*. L'orifice se nomme *blastopore* — car les lèvres de cet orifice sont le siège le plus actif de la multiplication cellulaire.

Jusqu'à cette phase de l'évolution, toutes les cellules du futur embryon se ressemblent. Et, pourtant, il va falloir qu'elles se décident à se « différencier », afin de créer les matériaux exigés par des tissus aussi divers que la peau, les muqueuses et, d'abord, le système nerveux. Les cellules nerveuses sont, effectivement, les premières cellules différenciées qui paraissent. La gastrula devient alors « *ncœurula* ». L'ébauche de la future moelle épinière, la « gouttière médullaire », est visible. Cette apparition du système nerveux constitue, depuis le début de l'évolution embryonnaire, le premier phénomène réellement « macroscopique » — c'est-à-dire esquissant une vision d'ensemble, par opposition avec les phénomènes « microscopiques » de la prolifération cellulaire. Ceux-ci ne peuvent être suivis, en effet, que sous l'oculaire du microscope et sont, d'ailleurs, uniformes, chaque segmentation cellulaire ressemblant à la précédente. L'observation des chromosomes qui participent à cette segmentation recule seulement le mystère vers l'infiniment petit. Sur l'œuf en évolution, le biologiste peut intervenir en chirurgien. Il va faire sur l'embryon ce qu'il ne

pouvait faire sur la cellule, c'est-à-dire « de la vivisection ».

Les expériences du professeur Hans Spemann sont, à ce point de vue, capitales.

I. — Spemann met en évidence l'existence et le rôle d'un « organisateur »

La transition de la gastrula en *ncœurula* n'a rien, évi-

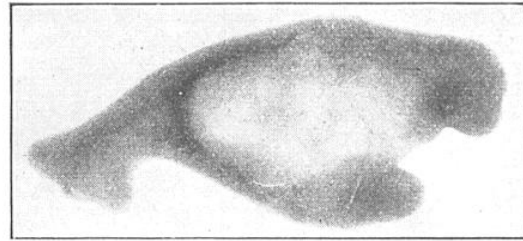


FIG. 4. — ÉVOLUTION DE L'EMBRYON ISSU DE LA GREFFE EFFECTUÉE PAR SPEMANN ET EXPOSÉE DANS LE SCHÉMA PRÉCÉDENT. On aperçoit se dessiner nettement la forme des deux systèmes embryonnaires.

demment, d'un phénomène instantané. Pour si informe qu'elle soit, la gastrula possède au moins une région différenciée : le trou que nous avons appelé *blastopore*. De plus, en l'observant attentivement chez certains animaux comme la grenouille, on y aperçoit des zones différemment teintées. D'abord, une calotte claire opposée à une calotte sombre, de beaucoup plus la plus vaste. Mais la transition de l'une à l'autre s'effectue par une zone en forme de croissant qui est grise (voir notre schéma simplifié fig. 2). Le croissant gris affleure au blastopore.

N'ayant aucunement l'ambition d'épuiser ici une question dont les détails embarrassent même les biologistes qui n'y sont pas spécialisés (c'est l'un d'eux et même deux d'entre eux, des plus éminents, qui n'ont pas craint de me l'avouer), le lecteur voudra bien se contenter, avec moi-même, de l'explication suivante, très schématisée, de l'expérience de Spemann.

Prélevant, sur le croissant gris d'une gastrula de triton, aux abords du blastopore, une parcelle du tissu embryonnaire, Spemann la greffa sur la face opposée d'une autre gastrula, de même espèce et de même âge. Ce qui advint à la suite de cette opération, infiniment délicate, de microchirurgie (Spemann travaille avec des aiguilles microscopiques, sous un microscope binoculaire, stéréoscopique), ce qui advint est extrêmement curieux. La gastrula greffée, étant devenue *ncœurula*, présentait deux systèmes nerveux au lieu d'un. Autrement dit, l'opérateur avait provoqué l'apparition de deux tritons dans le même œuf.

La théorie des « organisateurs »

Le biologiste recommença l'opération (toujours sur blastula de triton) au moyen d'un greffon emprunté à une blastula de poulet. La même apparition eut lieu d'un système

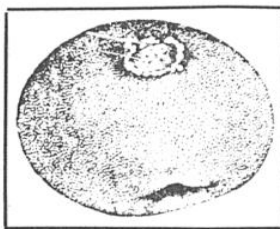


FIG. 3. — BLASTULA DE TRITON GREFFÉE PAR SPEMANN

Le greffon est placé sur la face opposée au blastopore (dépression visible en haut de la figure).

nerveux secondaire, qui, bien entendu, n'était pas celui d'un poulet, mais d'un triton.

Allant plus loin, Spemann et ses élèves recherchèrent s'il n'existait pas des substances chimiques capables de remplacer le greffon animal. Puisque ce greffon semblait n'apporter avec lui aucune « spécificité », l'idée était logique. Elle fut confirmée par l'expérience : l'apport de certaine substance tirée du laboratoire provoqua encore l'apparition d'un système nerveux parasite.

La théorie des « organisateurs » de l'embryon était née : l'organisateur est une substance qui, plus ou moins localisée sur la gastrula, dirige son évolution en *neurula*. A la suite d'expériences nombreuses, Spemann admit qu'il existe au moins deux sortes d'organiseurs : l'un qui préside à la formation du tronc de l'embryon (correspondant à la moelle), et l'autre à la tête. Reprenant et perfectionnant ces expériences, le biologiste français Wintrebert put — au moyen de colorants — suivre les déplacements des cellules au cours de l'embryogénèse. Il a reconnu que les centres organisateurs sont multiples et s'engendrent mutuellement par « inductions successives ». La multiplication de ces centres correspond à celle des organes et à leur précision anatomique croissante, à mesure que l'embryon se développe.

Waddington, en Angleterre, a réussi à créer, par des greffes appropriées sur leur blastula, des poulets à deux têtes.

Le mécanisme décelé par le professeur Spemann explique bien des monstruosités : on a trouvé des touffes de cheveux à l'intérieur d'un sein de femme adulte ; des dents en des parties du corps où elles n'avaient que faire ; mieux, un fœtus très bien dessiné dans l'épaule d'un enfant, qui portait ainsi avec lui, sans s'en douter, un frère jumeau avorté. Tout cela s'explique par un trouble quelconque dans la distribution des substances « organisatrices » au cours de l'évolution embryonnaire des individus affectés de ces monstruosités.

En résumé, la découverte de Spemann met en lumière un mécanisme physico-biologique. Elle montre par quel « coup de pouce » mystérieux les cellules originelles de l'œuf se différencient et s'organisent. De même, le biologiste français Bataillon a montré comment une simple piqure peut suppléer à la fécondation naturelle de l'œuf de grenouille.

Mais le mystère fondamental demeure.

Le « *quid proprium* » en vertu duquel la cellule se divise et puis s'organise en « tri-

ton », non en « poulet », même si on lui offre un « organisateur » de poulet, cette vertu spécifique, inhérente à la seule matière vivante, attend toujours d'être expliquée.

A propos des chromosomes, nous avons suggéré qu'il faudra probablement en venir à accepter l'« élan vital », selon M. Bergson (1) — en d'autres termes, l'« esprit » — comme facteur explicatif de leur fonction. A ce point de vue, les « organisateurs » de Spemann ne sont pas moins suggestifs que les chromosomes de Th.-Hunt Morgan.

II. — Le problème de « la poule et l'œuf »

Nous allons passer maintenant aux travaux de M. Bounoure.

Pour en revenir aux chromosomes, nous avons rappelé que la « cellule-mère », l'œuf fécondé, contient dans son noyau tous ceux qui caractérisent l'espèce. Ils sont accouplés par paires : 4 paires dans les cellules de la mouche du vinaigre ; 24 paires dans la cellule humaine, etc...

Chacune de ces paires est formée d'un chromosome *paternel* et d'un chromosome provenant de la *mère*, conjonction qui s'effectue par la réunion de deux cellules, mâle et femelle (gamètes), dans l'acte de la fécondation.

Les gamètes destinés à la formation de l'œuf fécondé (à 48 chromosomes, pour nous fixer au cas de l'espèce humaine), ne doivent donc apporter que 24 chromosomes chacun. Les gamètes, issus de glandes spéciales (les *gonades*), ne sont pas, en conséquence, des cellules analogues aux autres : elles ont subi une « réduction » préalable du nombre normal des chromosomes. Ceux-ci n'y figurent plus qu'en séries simples, afin, précisément, de pouvoir reconstituer les paires normales de l'œuf et, grâce à lui, de toutes les cellules du corps.

Un problème capital est de savoir si ces cellules « germinales », les gamètes, se forment à partir des cellules constituant les corps (*soma*) du père et de la mère ; ou si, au contraire, les cellules germinales se placent orgueilleusement à l'écart, dès la formation originelle de l'embryon, comme pour sauvegarder le patrimoine de l'espèce et le transmettre intact des parents aux enfants, quels que soient les accidents subis au cours des existences individuelles.

Dans la première hypothèse, l'enfant procéderait des parents à la manière d'une « bouture » ou d'une « marcotte ». Dans la seconde, l'individu ne serait que le dépositaire du germe. Uniquement créé pour trans-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 366.

mettre le flambeau de la vie, l'individu serait sans influence sur la lignée comme sur l'évolution de l'espèce. Aussi bien, l'on s'expliquerait alors pourquoi les caractères acquis par le corps des parents ne sont pas transmissibles aux enfants.

En d'autres termes, dans le premier cas, l'œuf ferait la poule, et celle-ci referait l'œuf, qui referait la poule, etc., — tandis que, dans le second, l'œuf ferait *simultanément* la poule et l'œuf suivant, dont la poule ne serait que la dépositaire. Le second œuf, pondu et couvé, recommencerait en formant de nouveau, simultanément, la seconde poule et le troisième œuf, confié à ses ovaires dès les premiers jours de sa vie embryonnaire.

La lignée des germes (*germen*) traverserait ainsi les corps (*soma*), en les utilisant comme simples supports ; la poule serait créée en vue de l'œuf, non l'œuf en vue de la poule... Et l'homme, naturellement, n'échapperait pas à cette singulière leçon d'humilité.

Or, c'est dans le sens de l'humilité, c'est-

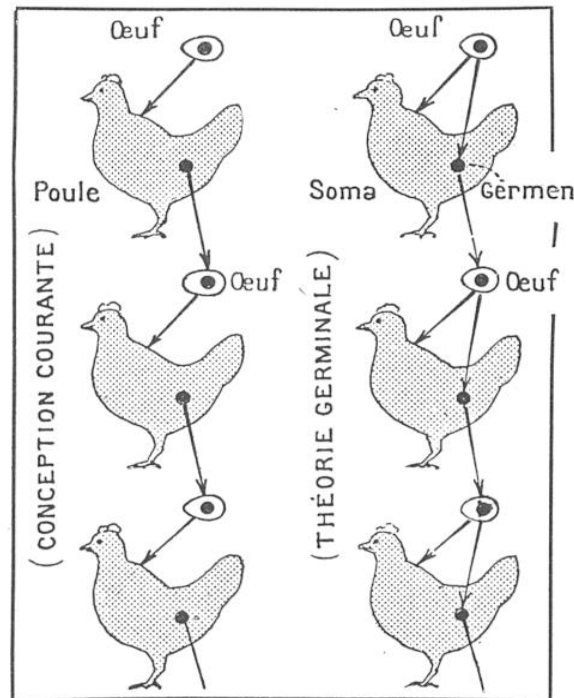


FIG. 5. — LE PROBLÈME DE LA POULE ET DE L'ŒUF (THÉORIE GERMINALE)

A gauche : ancienne conception. L'œuf fait la poule dont le corps (« soma ») produit l'œuf, qui produit la poule. — A droite : la théorie germinale. L'œuf produit simultanément la poule et la cellule germinative (« germen ») dans laquelle naîtra l'œuf suivant, qui fera simultanément une seconde poule, un second germen, etc.

à-dire de la lignée germinale, que les travaux de Bounoure semblent faire pencher la balance de manière irrévocable.

Le problème de la « lignée germinale » devant l'expérience

Le problème de la lignée germinale avait reçu, à vrai dire, dès 1911, une première confirmation expérimentale, encore que sommaire, de la part des Anglais W.-S. Castle et J.-C. Philipps.

Dans leur expérience célèbre, ces biologistes enlevaient ses ovaires à une femelle cobaye albinos et greffaient, à leur place, des ovaires de femelle noire. Accouplée à un mâle albinos, une femelle albinos normale donne *toujours* des petits albinos. Or, la femelle greffée donna naissance, par trois fois, à des rejetons qui, tous (six), étaient *noirs* (1). Il fallait bien en conclure — et maintenant plus que jamais, grâce aux théories rigoureuses de la génétique — que les œufs fournis par les ovaires « noirs » n'avaient été nullement influencés par la greffe de ces ovaires sur la femelle albinos. Autrement dit, les cellules reproductrices se juxtaposent aux autres cellules du corps sans se mêler à elles.

En langage concis, le *germen* est entièrement distinct du *soma*.

Jusqu'où peut-on suivre expérimentalement cette indépendance du *germen* et du *soma* — bref, cette « dualité » de tout organisme vivant ? Car il est évident que la belle expérience de Castle et Philipps ne saurait qu'amorcer la question, non la résoudre

(1) Le noir étant un caractère dominant, les lois de Mendel expliquent pourquoi le caractère albinos du mâle se trouve hors de cause.

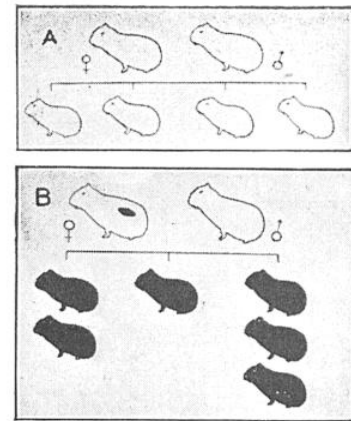


FIG. 6. — EXPÉRIENCE DE CASTLE ET PHILIPPS

A) Un cobaye femelle (à gauche), un mâle (à droite), tous deux albinos, donnent toujours des petits albinos. — B) Si on greffe sur la femelle albinos des ovaires prélevés à une femelle noire, la lignée est invariablement noire (le noir étant d'ailleurs un caractère dominant l'albinos. Loi de Mendel).

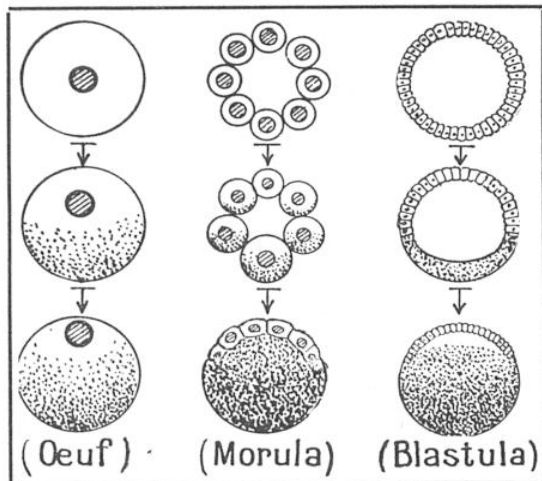


FIG. 7. — ÉVOLUTION DU « PLASMA POLAIRE » AU COURS DE LA FORMATION DE L'ŒUF (DESSINS EXÉCUTÉS D'APRÈS LE BIOLOGISTE ANGLAIS WADDINGTON)

Dans l'œuf initial, le plasma va s'accumuler à la partie inférieure. À mesure que les blastomères forment la morula, la même condensation se produit à l'intérieur de chaque blastomère. Elle continue dans la formation de la blastula, qui, finalement, apparaît comme elle est schématisée à l'angle inférieur du tableau. (Voir la formation de la blastula sur le schéma figure 2.)

avec toute la généralité qu'exige la science.

Toute une suite d'expériences, dont la chaîne aboutit à celles de M. Louis Bounoure, démontre que l'indépendance du *germen* et du *soma* se manifeste dès l'origine, dès les premières segmentations de l'œuf. Après avoir donné naissance aux premières cellules du corps (qui prolifèrent ensuite de manière indépendante), les cellules germinales forment un club fermé, *une bande à part* — qui se loge finalement dans les organes génitaux de l'embryon (les *gonades*) dès que l'évolution de celui-ci lui en offre la possibilité.

Certes, la séparation embryonnaire, ou « ségrégation précoce », du *germen* et du *soma* a été démontrée depuis longtemps chez les insectes, et d'abord, en 1887, par Boveri chez l'*Ascaris* (ver parasite de l'intestin du cheval). Boveri suivit, pour cela, l'évolution des chromosomes dans le noyau des cellules formées par segmentation de

l'œuf. En vertu de ce que nous avons rappelé plus haut touchant les chromosomes, c'est bien là un moyen de distinguer les cellules *germinales* des cellules *somatiques*.

Mais ce mode de détermination « nucléaire » de la ségrégation des cellules germinales n'est pas le seul possible. Toute cellule comporte, autour du noyau, un « cytoplasme » constituant, pour ainsi dire, sa chair — l'équivalent de la pulpe d'un fruit. Or, la segmentation de l'œuf initial révèle, chez les cellules-filles, des modifications « cytoplasmiques » qui permettent de retrouver le même phénomène de « ségrégation précoce » du *germen* non plus seulement chez l'*Ascaris*, mais, d'une façon générale, chez tous les embryons d'insectes.

Ici, quelques mots préalables sont nécessaires pour expliquer d'abord la formation d'une substance spéciale, le *plasma polaire*, qui joue un rôle important dans la formation des cellules germinales. Nous nous servirons d'un schéma emprunté au biologiste anglais Waddington. Au cours de l'évolution embryonnaire, on constate, pour commencer, l'accumulation d'une « matière granuleuse », dite « *plasma polaire* », au pôle inférieur de l'œuf lui-même ; puis (à mesure que l'œuf se segmente) l'accumulation s'effectue spécialement au pôle inférieur de chaque cellule, et cette accumulation est de plus en plus accentuée dans les cellules les plus rapprochées du pôle inférieur de l'œuf. Ce sont ces cellules qui vont se spécialiser en cellules « germinales », dès les premiers stades

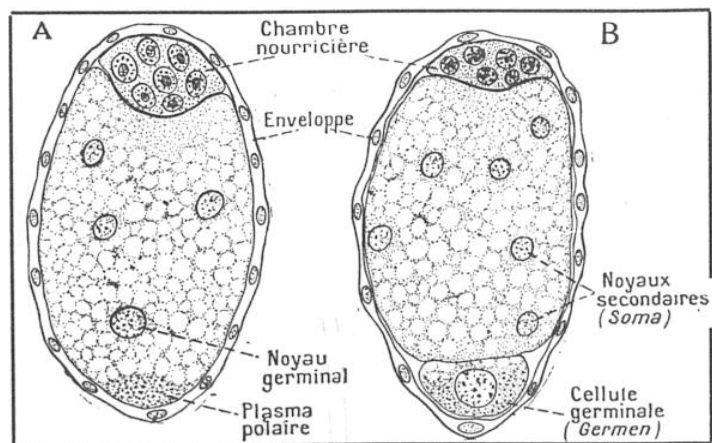


FIG. 8. — SÉGRÉGATION PRÉCOCE DU GERME CHEZ UN INSECTE (« MIASTOR AMERICANA »)

A) On aperçoit la formation de premiers noyaux résultant de la division du noyau de l'œuf, parmi lesquels le noyau germinale. En bas, le plasma polaire. — B) Dans un stade plus avancé, la cellule germinale s'est formée au sein du plasma polaire.

de la segmentation — tandis que les autres seront destinées à former le *soma*. D'autre part, le plasma polaire, après avoir marqué de la sorte les pôles des cellules de la lignée germinale accumulées dans le bas de l'œuf, diffuse sur l'ensemble de la blastula. Et celle-ci, terminée, porte, à sa base, les cellules germinales de plus en plus différenciées, qui vont se loger finalement dans les « gonades », les futurs organes génitaux de l'embryon.

Les vertébrés aussi ne sont que des « porteurs » de germes

Cette théorie de la ségrégation précoce des cellules germinales était démontrée, pour beaucoup d'invertébrés, avec tant de preuves expérimentales qu'il est difficile de la mettre en doute : c'est ainsi que, traitant une blastula d'insecte par des rayons ultraviolets appliqués à sa base (contenant les cellules germinales hypothétiques), la larve née de cette blastula parvint à l'état d'*imago*, mais elle était dépourvue d'organes génitaux. La lignée du germe avait été tuée dans l'œuf. Donc, les cellules qui la représentaient étaient bien là où on les imaginait, où les avaient touchées et tuées les ultraviolets.

Le même problème devait être repris sur les vertébrés. Il s'agissait de démontrer que leurs cellules germinales « sont l'objet d'une ségrégation assez précoce pour qu'on puisse envisager comme réelle la continuité du germe d'une génération à l'autre ».

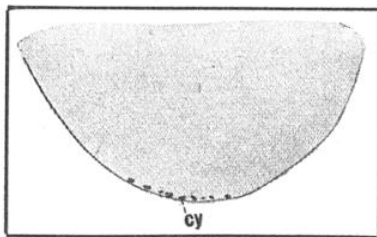


FIG. 9. — ŒUF DE GRENOUILLE ROUSSE ENCORE INDIVIS

On aperçoit commencés, au pôle inférieur, des îlots de « cytoplasmes » germinaux (spécialement colorés au laboratoire).

Le problème ainsi formulé a été résolu par le professeur Bounoure sur l'œuf de grenouille. Cet œuf renferme, à son pôle inférieur (celui qui nous intéresse), une subs-

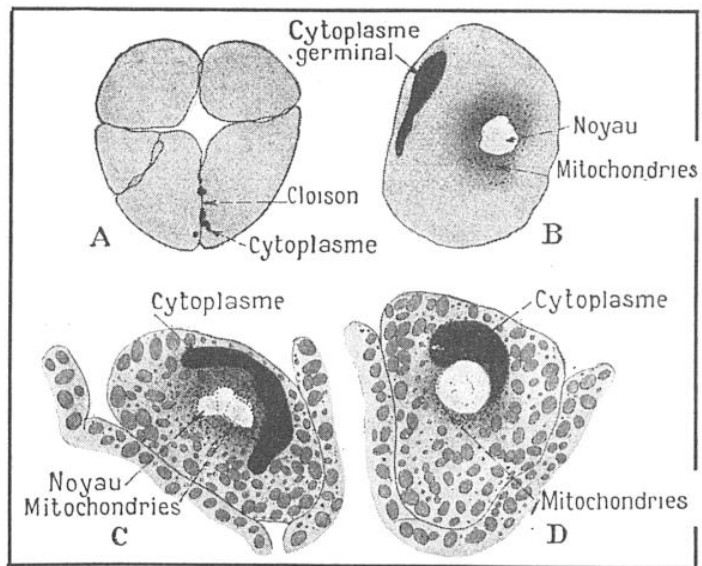


FIG. 10. — LA MIGRATION DU CYTOPLASME AU COURS DE LA SEGMENTATION DE L'ŒUF DE GRENOUILLE

A) Embryon de grenouille en coupe, déjà cloisonné. Le cytoplasme coloré est appliqué contre les cloisons des cellules inférieures. — B) L'embryon est devenu blastula. La figure représente l'une de ses cellules germinales (« gonocytes »). On voit que le cytoplasme germinale se détache de la cloison. — C) Le blastula est plus avancé, le gonocyte précise ses formes. Les « mitochondries » s'intègrent aux noyaux, tandis que le cytoplasme encercle ces noyaux. — D) Stade suivant. Le cytoplasme a coiffé le noyau et les mitochondries l'ont rejoint. La cellule germinale est désormais pleinement constituée.

tance cytoplasmique spéciale qui se différencie, par sa colorabilité, des autres inclusions protoplasmiques : elle se présente sous forme de très petits îlots, alignés contre la membrane de l'œuf, dans la région polaire, et entourés chacun de mitochondries (petits granules différenciés dans le cytoplasme). L'ensemble forme une mince calotte superficielle d'aspect granuleux, que, grâce au colorant, l'on peut observer au microscope. Nous retrouvons donc ici l'analogue du plasma polaire, déjà rencontré dans les cas des insectes. En suivant ce cytoplasme polaire aux diverses phases de la segmentation de l'œuf, Bounoure a montré qu'il passait effectivement dans certaines cellules, dont il détermine le caractère « germinale ».

A chaque segmentation d'une cellule-mère, tout ce cytoplasme spécial est, en effet, accaparé par une seule des deux cellules-filles. Il est évident qu'après un nombre suffisant de divisions la concentration du cytoplasme s'est faite sur quelques cellules-filles seulement : ce sont les cellules germinales, nettement caractérisées, que l'on retrouve (tou-

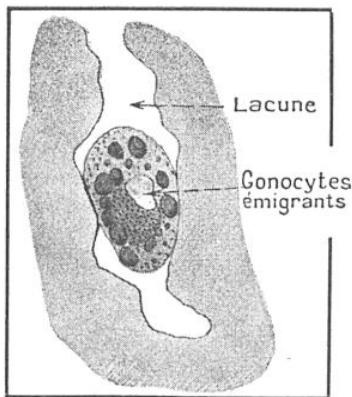


FIG. 11. — EMBRYON DE GRENOUILLE DE 3,7 MM

Les gonocytes, formés comme il est expliqué dans les schémas précédents, émigrent maintenant, tout d'un bloc, dans une lacune de l'« endoblaste ». Ils se logeront finalement dans les « gonades » (organes génitaux de l'animal).

Enfin, ce cordon se dédouble et forme les deux ébauches génitales constituant l'« épithélium germinatif ».

Ainsi, M. Bounoure a suivi les *cellules germinales* depuis leur formation dans l'œuf à ses premières divisions jusqu'à leur mise en place sur l'embryon constitué ; ici, le têtard est prêt à devenir grenouille — ce qui est sa manière de « naître ».

Il semble qu'aucune contestation ne puisse plus s'élever quant à l'indépendance du « germen » et du « soma », puisque, tandis que celui-ci se formait en embryon, le biologiste nous a montré la formation, de plus en plus précise, d'une lignée de cellules germinales s'isolant progressivement du « soma » pour se réfugier dans des organes spéciaux.

D'ailleurs, ce même savant vient d'ajouter récemment à sa découverte une preuve complémentaire : après avoir détruit, à la partie inférieure de l'œuf, le cytoplasme polaire spécial par l'action des rayons ultraviolets, il a obtenu de jeunes grenouilles dépourvues de cellules reproductives et réduites, par conséquent, à leur soma.

Cependant, une dernière objection demeure possible.

Ces cellules germinales en formation (*gonocytes*) rejoignent l'« épithélium germinatif ». Très bien, disent les opposants à la théorie germinale ; il faut maintenant prouver que les cellules de cet épithélium (qui sont, elles, purement *somatiques*) ne deviennent pas

jours grâce au colorant) dans la gastrula. Là, elles se placent dans la région qui formera la face ventrale du tube digestif. A partir de ce moment, elles effectuent, dans l'embryon grandissant, une série de migrations remarquables. On les voit enfin (chez le têtard de 8 mm) former une sorte de cordon médian, ou crête génitale, surmontant l'intestin. Finalement, ce

« germinatif » à leur tour. S'il en était ainsi, la lignée germinale serait abâtardie. De nombreux chercheurs ont montré (par des expériences que nous ne pouvons suivre ici) l'innocuité de cette objection.

En sorte que l'on peut affirmer aujourd'hui *scientifiquement* l'assertion que, déjà, M. Bergson avançait, par le seul raisonnement philosophique, dans *l'Evolution créatrice* : « La vie, écrivait-il, va de germe en germe ». Comment serait-elle l'effet d'une prolifération purement matérielle ? Avec le temps, tout phénomène physico-chimique se « dégrade » (principe de l'entropie). Or, la théorie germinative confère aux *espèces* l'« immortalité », — suivant l'expression même de Bounoure, — tandis que le développement de l'individu constitue une véritable « gradation », l'inverse de la « dégradation » physico-chimique.

En vérité, il est difficile de ne pas considérer que la biologie moderne évolue dans un sens nettement « vitaliste », suivant Bergson, — soit, au bout du compte, spiritualiste. Mais ceci est une opinion que peu de biologistes partagent encore.

III. — La transformation expérimentale du sexe

Le nom de M^{me} Vera Dantchakoff, biologiste russe qui travaille en France, aurait dû être mêlé à l'exposé précédent, si nous avions eu le loisir de le traiter dans toute son ampleur historique. Cette savante est déjà titulaire de solides travaux sur la question germinale et sur le « devenir du sexe ».

Nous allons précisément terminer ce coup d'œil sommaire sur l'embryologie en exposant le dernier travail de M^{me} Dantchakoff, à titre d'exemple : elle vient de réussir à modifier le sexe d'embryons de poulets.

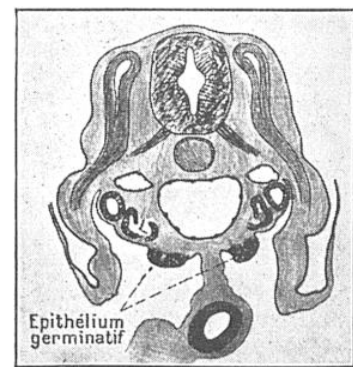


FIG. 12. — COUPE SEMISCHÉMATIQUE D'UN EMBRYON DE POULET

Cette coupe montre l'emplacement de l'« épithélium germinatif », dans lequel (par migration analogue à celle qui se produit dans l'embryon de grenouille) viennent se loger les cellules germinales du poulet.

Les cellules « germinatives » (ou « gamètes ») se distinguent des cellules « somatiques », nous l'avons rappelé, par le nombre des chromosomes contenus dans leurs noyaux respectifs : les cellules normales du corps, ou « somatiques », contiennent *par paires* des chromosomes que les cellules « germinatives » ne portent que *par séries simples*. Mais ce sont encore les chromosomes qui assurent la distinction des sexes : « La disparité sexuelle des œufs, écrit M. Jean Rostand, tient à ce que l'un des progéniteurs (le mâle chez l'homme et la grenouille ; la femelle chez l'oiseau et le papillon) forme *deux sortes de germes* quant à la composition chromosomique ». Le sexe de l'embryon est donc, en principe, *déterminé dès la fécondation de l'œuf*.

Cette conception s'enchaîne, d'ailleurs, admirablement avec la ségrégation du « germen » et du « soma » — démontrée, nous venons de le voir, sans faire appel aux chromosomes.

« Mais la régularité du mécanisme génétique, continue M. Jean Rostand, n'empêche point que, *dans certaines conditions anormales*, l'évolution sexuelle ne puisse être troublée jusqu'au point que l'embryon acquière la sexualité contraire à celle qu'annonçait la nature des chromosomes. En d'autres termes, il n'est pas tout à fait im-

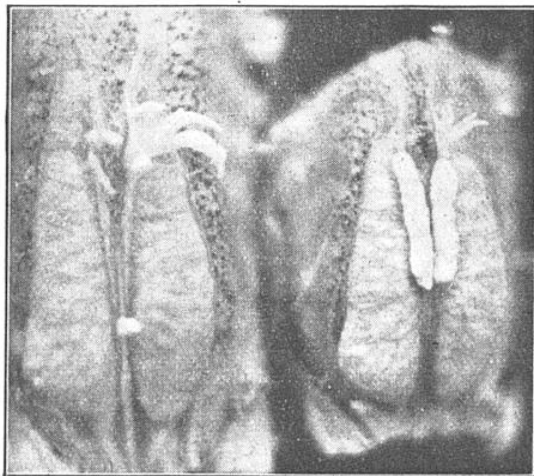


FIG. 13. - PHOTOGRAPHIE MONTRANT LES ORGANES GÉNITAUX D'UN EMBRYON DE TÊTARD. A droite, un têtard-témoin normal. A gauche, un têtard ayant subi l'expérience de la castration dans l'œuf, par destruction des cellules germinales au moyen de rayons ultraviolets. C'est l'expérience par laquelle M. Bounoure démontre les relations étroites reliant l'œuf informe et l'embryon évolué sous le rapport du « germen ».

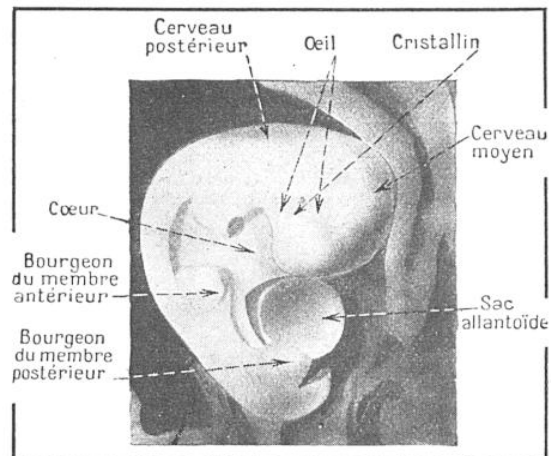


FIG. 14. — UN EMBRYON DE POULET

Les différents organes en train de naître, et notamment le « sac allantoïde », dans lequel M^{me} Vera Dantchakoff injecte l'« hormone » femelle qui provoque la transformation du sexe.

possible qu'un œuf à potentialités féminines donne naissance à un sujet mâle, ou qu'un œuf à potentialités masculines donne naissance à un sujet femelle. »

C'est qu'en effet les chromosomes ne sont pas tout puissants dans leur gouvernement de l'évolution de l'individu. Ils ont besoin, pour agir, de l'aide des « hormones » — sécrétions internes que nous avons déjà présentées à nos lecteurs (1) — qui apparaissent dès la période embryonnaire. En ce qui concerne le sexe, on connaît, avec toute la précision que donne la chimie, l'hormone sécrétée par les ovaires : la *folliculine*. Les laboratoires disposent en assez grandes quantités de cette hormone « femelle ». (L'hormone masculine similaire est beaucoup plus difficile à isoler).

Au quatrième jour de l'incubation d'un œuf de poulet, M^{me} Dantchakoff inocule dans le « sac allantoïdien » — voir notre schéma — de l'embryon une dose convenable de cette hormone femelle. Elle a opéré sur cent deux œufs. A la naissance, les cent deux poussins étaient des poules. Or, les lois statistiques les mieux établies veulent qu'il y ait équivalence moyenne entre les coqs et les poules d'une même couvée.

Remarque : si l'inoculation de l'hormone femelle est retardée après le cinquième jour, l'expérience ne réussit pas.

Deux savants de Strasbourg MM. Etienne Wolff et A. Ginglinger, ont obtenu des résultats similaires. Découpant la coquille de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301.

l'œuf de poulet en incubation et fermant l'ouverture par une vitre, ils ont pu surveiller les réactions évolutives de l'embryon, tout en plaçant avec soin leurs doses de folliculine (mesurées en « unités-souris ») sur le « chorion » de l'œuf. Les résultats furent plus nuancés que ceux de M^{me} Vera Dantchakoff. Sur soixante-seize embryons, quarante-deux furent parfaitement « féminisés » (sans doute parce que les chromosomes de quarante-deux embryons poussaient à la roue), mais les trente-cinq autres embryons (probablement destinés à la virilité, de par la loi des chromosomes) naquirent intersexués, ou, si vous préférez, hermaphrodites. Les savants strasbourgeois montrèrent que, des deux glandes génitales de l'embryon, c'est la glande gauche qui, la première, cède au traitement féminisant. Les sujets *faiblement* intersexués ont une glande hermaphrodite à gauche et une glande mâle à droite.

N'entrons pas dans plus de détails. Avec M^{me} Dantchakoff, MM. Wolff et Ginglinger, nous voici donc en présence de biologistes qui, par des injections *chimiques*, font varier le sexe de l'embryon — sexe dont on connaît, d'autre part, la détermination théorique rigoureuse grâce à la science génétique — et dont les expériences de Bounoure ont suivi le développement, cellule à cellule, heure par heure — tandis qu'en Allemagne le professeur Spemann se permet de faire la *chirurgie* de l'œuf et de créer des monstres, à plusieurs têtes, qu'on appelait jadis des « chimères ».

Tous ces grands chercheurs manipulent l'embryon comme le chimiste son éprouvette, et les chimères d'hier sont devenues les objets scientifiques d'aujourd'hui. C'est un monde infiniment vaste, entièrement neuf, que nous ouvre la science expérimentale (et, par certains côtés, quasi mathématique) des origines de la vie. JEAN LABADIÉ.

Le célèbre constructeur Ford a récemment affirmé que la reprise de l'industrie automobile aux Etats-Unis découlait de l'application de ce principe bien connu : il faut tout d'abord tenir compte du prix d'achat que la clientèle *peut* — dans des conditions économiques données — consacrer à l'acquisition d'une voiture utilitaire. Il faut ensuite rechercher le maximum de perfectionnements mécaniques à réaliser au point de vue confort, agrément de conduite, régularité, sécurité, etc. qu'on *peut* lui procurer pour ce prix. Cette politique a porté ses fruits; nous n'en donnerons qu'un exemple : la Société Chrysler a réalisé pendant le premier semestre de 1935 une augmentation de plus de 10 millions de dollars de bénéfice net par rapport au premier semestre de 1934. Le dividende distribué a passé de 1,88 à 4,31.

* * *

Notre correspondant d'Italie nous informe que le bombardier *Savoia-79* surclasse les appareils français *Bloch* qui ont été commandés en grande série. Le *Savoia-79* transporte, en effet, à près de 400 km/heure, 2.000 kilogrammes de bombes avec 2.000 kilomètres d'autonomie ! Or, le *Bloch-200*, d'après les indications du constructeur, doit pouvoir porter 1.000 kilogrammes de bombes à 1.000 kilomètres, à une vitesse de 250 à 280 km/heure. Dans la pratique, il ne pourrait guère dépasser 220 km/heure.

D'autre part, l'aviation anglaise, très en retard sur la nôtre jusqu'en 1935, serait, en 1937, bien supérieure, à la suite du programme qui vient d'être arrêté définitivement. Comme en Italie, la Grande-Bretagne va organiser des centres d'études pour mettre au point les solutions perfectionnées concernant les problèmes de tir, le vol à haute altitude, sans oublier la création d'une école de supervitesse s'inspirant de celle de Desenzano (1) et un centre de pilotage sans visibilité comme il en existe un à Oakland (E.-U).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 93.

L'AVION POURRA-T-IL ALLER PLUS VITE QUE LE SON ?

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Le record mondial de vitesse en aviation est détenu, depuis 1934, par l'hydravion du lieutenant italien Agello (1), qui atteint 709 km/h, soit plus de la moitié de la vitesse de propagation du son (1.224 km/h dans les conditions normales). A de telles allures, que certains avions de chasse rapides peuvent même aujourd'hui dépasser « en piqué », les phénomènes aérodynamiques (résistance à l'avancement, pouvoir sustentateur) commencent à s'écarter sensiblement des lois que la mécanique des fluides a énoncées, pour les faibles vitesses, en parfait accord avec l'expérience. Plus on s'approche du domaine « supersonique », et moins se justifie l'hypothèse paradoxale et simplificatrice de l'incompressibilité de l'air, qui est à la base de la science aérodynamique telle qu'elle s'est développée depuis le début du siècle. Au-dessus de la vitesse du son, ces problèmes se trouvent encore compliqués par l'apparition d'ondes de condensation, ou de « choc », surfaces de discontinuités où les propriétés du milieu (pression, température) varient brusquement et où les échanges d'énergie s'effectuent d'une manière irréversible. Pour mettre au point les méthodes expérimentales (emploi des souffleries supersoniques), l'aérodynamique des fluides compressibles et vérifier les résultats des récentes recherches théoriques poursuivies à son sujet, un Congrès international s'est tenu récemment à Rome (Congrès Volta), sous la présidence du général italien Crocco, dont les travaux sur les grandes vitesses en aviation font maintenant autorité dans le monde entier. Bien qu'on ne puisse encore prévoir la réalisation d'avions capables de voler à des vitesses supérieures à celle du son — sauf peut-être dans la stratosphère — ces recherches scientifiques d'avant-garde trouvent dès maintenant des applications pratiques et variées : hélices d'aviation, échappement des moteurs, turbines à vapeur et à gaz, etc. Voilà un domaine nouveau dont l'exploration par les chercheurs nous réserve bien des surprises.

LES records de vitesse pure en aviation ont suivi jusqu'en 1931, année où le lieutenant anglais Stainforth atteignit 655 km/h, une progression continue et régulière. On peut dire qu'en moyenne la plus grande vitesse atteinte progressait chaque année d'environ 50 km/h.

Depuis cette époque, avec les nouveaux records du lieutenant italien Agello, 682 km/h en 1931 et 709 km/h en 1934, le rythme de cette progression s'est ralenti sensiblement. Si, comme l'a proposé le général Crocco, président du dernier Congrès Volta, consacré aux grandes vitesses en aviation, l'on traçait la courbe des records de vitesse en fonction du temps, celle-ci accuserait, pour ces dernières années, un fléchissement qui laisserait pressentir l'existence d'un maximum dont nous ne serions plus très éloignés.

Certes, des progrès notables peuvent être encore réalisés en ce qui concerne tant les moteurs que les cellules. Lorsque la construction des hydravions de course — à laquelle on a renoncé, pour le moment,

dans tous les pays — sera reprise, il est certain que les chiffres des records actuels seront sensiblement dépassés. Toutefois, un examen, même rapide, des problèmes de tous ordres que pose la recherche des très grandes vitesses montre qu'il est infiniment probable que, par les méthodes actuelles tout au moins, on ne pourra dépasser un chiffre voisin de 800 km/h.

En effet, aux effets physiologiques de l'inertie sur les sens du pilote s'ajoute la nécessité de réflexes toujours plus rapides dans les commandes. Sur la cellule, qui — en ses différentes parties : ailes, fuselages, flotteurs — doit présenter des qualités aérodynamiques toujours plus poussées, s'exercent des efforts considérables ; elle est, en outre, soumise à des vibrations qui, par un effet de « fatigue », en compromettent dangereusement la solidité. Malgré les limitations rigoureuses d'encombrement et de poids, la puissance des moteurs doit être portée à son maximum. Reste enfin le problème si délicat de l'envol et de l'amerrissage à très grande vitesse,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 93.

Que deviennent la résistance de l'air et le pouvoir sustentateur aux très grandes vitesses ?

Il faut prévoir qu'à toutes ces difficultés d'ordre physiologique, psychologique ou mécanique, viendront s'en ajouter d'autres, d'ordre aérodynamique cette fois, lorsque des vitesses s'accroîtront.

Le domaine des très grandes vitesses a déjà été exploré, quoique très incomplètement, par une branche de la science : la balistique extérieure, qui étudie le mouvement des projectiles et leur trajectoire à travers l'atmosphère (la balistique intérieure s'occupe de leur mouvement à l'intérieur de l'âme du canon). Elle a mis en évidence depuis longtemps l'augmentation considérable qu'éprouve le coefficient de résistance à la pénétration dans l'air, lorsque la vitesse du projectile croît jusqu'à atteindre la vitesse du son. La valeur de ce que l'on appelle communément la résistance de l'air s'écarte de plus en plus — et dans le sens de l'augmentation — de la loi quadratique qui nous est familière. Ce n'est qu'à des vitesses relativement basses que la résistance est, comme cette loi nous l'enseigne, proportionnelle au carré de la vitesse.

Les constructeurs d'avions devront donc s'attendre, lorsqu'ils essaieront d'atteindre la vitesse du son (340 m/s ou 1.224 km/h dans les conditions normales), à vaincre des résistances à l'avancement très élevées. Mais, de plus, les essais qui ont pu être effectués sur des modèles réduits dans des souffleries spéciales — dont nous dirons un mot tout à l'heure — ont montré que l'augmentation du coefficient de résistance s'accompagnait d'une diminution non moins considérable de celui de portance. De plus, ces phénomènes défavorables commencent à se manifester bien avant que soit atteinte la vitesse du son. Déjà, pour les deux tiers de celle-ci, les profils d'ailes classiques perdent beaucoup de leurs qualités. Aux vitesses *supersoniques* (ce vocable désigne les vitesses supérieures à celle du son), les formes fuselées en honneur dans la construction aéronautique actuelle, avec leur avant arrondi et leur pointe effilée à l'arrière, perdent tout intérêt. Nous verrons tout à l'heure par quoi il faudra songer à les remplacer.

L'aérodynamique des grandes vitesses doit tenir compte de la compressibilité de l'air

Les grandes vitesses bouleversent donc les connaissances que nous avons si péniblement

rassemblées, dans ces trente dernières années, sur les phénomènes aérodynamiques. Ceux-ci, même aux faibles vitesses, sont extrêmement complexes, et si nous sommes, aujourd'hui, capables d'énoncer des lois numériques permettant de calculer, en plein accord avec l'expérience, la forme à donner au profil d'une aile d'avion et les efforts qui s'exerceront sur elle en vol, c'est grâce à une hypothèse simplificatrice d'apparence paradoxale : celle de l'« incompressibilité » de l'air.

S'il est un fluide pourtant que l'expérience quotidienne nous montre compressible, c'est bien l'air. C'est lui qui gonfle les pneumatiques sur lesquels roulent les automobiles ; c'est lui, également, que des canalisations spéciales distribuent dans Paris et dont les applications industrielles sont chaque jour plus nombreuses. Cependant, en se plaçant au seul point de vue de l'aérodynamique, cherchant à analyser les phénomènes dus au mouvement d'un corps solide qui traverse l'atmosphère, — à vitesse pas trop élevée, — il est permis de supposer l'air incompressible — au moins comme première approximation.

Supposons, en effet, qu'un corps fuselé se meuve dans l'air à une vitesse faible. Dans son mouvement, il tend à comprimer l'air qui se trouve immédiatement devant lui. Mais, dès qu'une augmentation de pression, aussi légère soit-elle, se fait sentir, elle commence à se propager et fuit littéralement devant le corps. Tout se passe donc comme si l'air était incompressible : il s'ouvre devant le mobile, et se referme derrière lui sans retard. Une sorte de compensation s'établit entre l'énergie dépensée pour écarter les filets d'air et celle récupérée à l'arrière, lorsqu'ils se rapprochent.

A vrai dire, le mécanisme suivant lequel s'effectue ce phénomène est loin d'être facile à préciser et les mathématiciens sont parvenus, seulement depuis le début de ce siècle, à poser les bases théoriques de l'aérodynamique des faibles vitesses, qui reposent, comme nous l'avons dit, sur l'hypothèse de l'incompressibilité de l'air. Il n'existe évidemment pas, dans la nature, de fluide parfaitement incompressible ; toute action perturbatrice exercée en un point quelconque devrait s'y transmettre instantanément à tous les points, dans toutes les directions. En réalité, dans l'air qui nous occupe, cette propagation s'effectue à une vitesse non pas infinie, mais *finie* (c'est-à-dire mesurable), et qui n'est autre que la vitesse du son, voisine de 340 m/s dans les conditions ordinaires.

Dans tous les calculs aérodynamiques, il ne sera donc permis de supposer cette vitesse infiniment grande que tant que la vitesse du solide, par rapport à l'air dans lequel il se meut, restera faible comparée à celle du son. Tous les raisonnements et les calculs s'en trouveront alors simplifiés.

Mais, si la vitesse du mobile augmente, cette première approximation se justifie de moins en moins. Lorsqu'on se rapproche de la vitesse du son, ses résultats deviennent incompatibles avec la réalité. Que dire lorsqu'on atteint, et même dépasse cette vitesse ?

Le raisonnement approché de tout à l'heure n'est plus du tout valable. Dans ce cas, il se constitue, à l'avant du mobile, une sorte de bourrelet d'air où la pression reste élevée. Compte tenu de la vitesse de propagation de cette compression dans l'air, il se forme une onde de condensation, fixe par rapport au projectile, qui semble alors l'entraîner dans son déplacement.

Tel est le cas des projectiles d'artillerie. Pour eux, comme l'a souligné le général Crocco, ce n'est plus l'atmosphère tout entière qui participe au phénomène aérodynamique, mais un cône étroit presque entièrement postérieur à l'ogive ; c'est ce qui explique que le sifflement d'un obus ne soit entendu par un observateur se trouvant sur terre qu'après que le projectile est passé sur sa tête. De même, un avion qui se déplacerait avec une vitesse supérieure à celle du son arriverait sur la verticale du but sans qu'on l'ait entendu.

Nous sommes donc obligés, dans l'aérodynamique des grandes vitesses, de renoncer à notre hypothèse — si commode pour les calculs — de l'incompressibilité, et, rendant à l'air toutes ses propriétés, d'entreprendre l'étude du problème dans toute sa généralité et aussi toute sa complexité.

Les ondes de « choc » sont caractéristiques des vitesses « supersoniques »

Dans un fluide compressible, nous avons vu que la vitesse de propagation du son jouait un rôle tout à fait particulier. Il est donc rationnel de scinder les vitesses en deux groupes : celui des vitesses subsoniques (inférieures à la vitesse du son) et celui des vitesses supersoniques.

On les caractérise tous deux au moyen du coefficient de vitesse, qui n'est autre que le rapport de la vitesse considérée à la vitesse du son. Dans le domaine subsonique, ce rapport est inférieur à l'unité ; dans le domaine des vitesses supersoniques, le coefficient de vitesse est supérieur à 1.

Dans le premier cas, — où la vitesse relative du corps solide et de l'air n'est plus négligeable par comparaison avec la vitesse du son, mais lui demeure cependant encore inférieure, — les phénomènes aérodynamiques restent semblables, dans leurs grandes lignes, à ceux que l'on est habitué à considérer dans les fluides incompressibles. Ils s'en écartent cependant quantitativement de plus en plus quand la vitesse croît.

Au-dessus de la vitesse du son, les phénomènes aérodynamiques changent entièrement d'aspect. Ils sont caractérisés, avant toute chose, par la formation dans le fluide de surfaces de discontinuité, sur lesquelles les caractéristiques du fluide (pression, densité, température) varient brusquement. Nous avons vu tout à l'heure un exemple de ces ondes de condensation, comme on les appelle encore, ou ondes de choc, lorsque nous avons considéré le déplacement à grande vitesse d'un corps fuselé. L'onde de choc qui prend naissance à l'extrémité avant des projectiles d'artillerie est un phé-

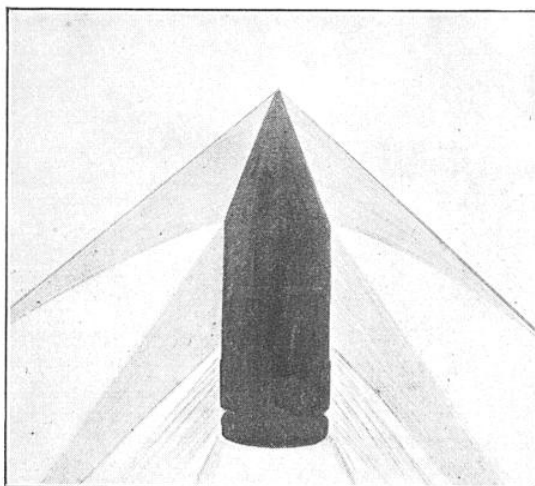


FIG. 1. — UN PROJECTILE, SE DÉPLAÇANT A UNE VITESSE SUPÉRIEURE A CELLE DU SON, PROVOQUE LA FORMATION, A PARTIR DE SON AVANT, D'UNE ONDE DE « CHOC » CONIQUE

L'obus d'expérience, photographié ci-dessus, possède un avant conique suivi d'un corps cylindrique. Les rugosités de sa surface, ménagées intentionnellement, produisent chacune des petites ondes élémentaires qui montrent l'absence de phénomènes tourbillonnaires à l'avant et même au raccordement du cône et du cylindre. L'onde de choc conique, qui a son sommet à l'avant, limite la partie de l'atmosphère où se fait sentir le mouvement du projectile.

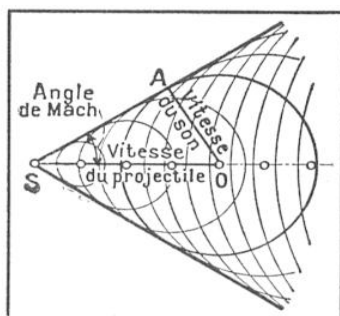


FIG. 2. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT PREND NAISSANCE, A L'AVANT D'UN PROJECTILE, UNE ONDE DE CHOC. Voir l'explication dans le texte.

partie de l'espace où peuvent être ressenties les perturbations dues au mouvement du mobile. Lorsque les dimensions de ce dernier sont petites et que la vitesse est uniforme, cette onde de choc est un cône de demi-angle au sommet ASO . L'angle ASO , appelé l'angle de Mach, est tel que le rapport AO/SO est précisément égal au quotient de la vitesse du son par la vitesse relative de l'air et du projectile O , soit l'inverse de ce que nous avons appelé le coefficient de vitesse.

L'aérodynamique des fluides compressibles doit faire intervenir dans ses calculs les variations de température qui accompagnent les compressions et les détente subies par le fluide. Elle doit donc faire appel aux méthodes d'une autre science : la thermodynamique.

Dans le domaine supersonique, en outre, les échanges d'énergie se font, au passage des ondes de choc, d'une manière irréversible, de sorte que la récupération d'énergie grâce à laquelle, aux faibles vitesses, la résistance conserve des valeurs peu élevées, ne peut s'effectuer de la même manière. Une partie notable en reste dissipée sous forme de chaleur, ce qui explique l'augmentation de la résistance à l'avancement.

L'étude expérimentale des vitesses supersoniques exige des souffleries spéciales

Compte tenu de tous les facteurs, les difficultés mathématiques sont telles que les phénomènes aérodynamiques aux très grandes vitesses échappent encore, pour une grande part, aux méthodes de calcul les plus poussées. D'autre part, l'expérimentation, dans ce domaine spécial de la mécanique des fluides est — on le conçoit sans peine —

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 445.

nomène du même ordre. Nous en verrons un autre exemple dans un moment, à propos de souffleries supersoniques.

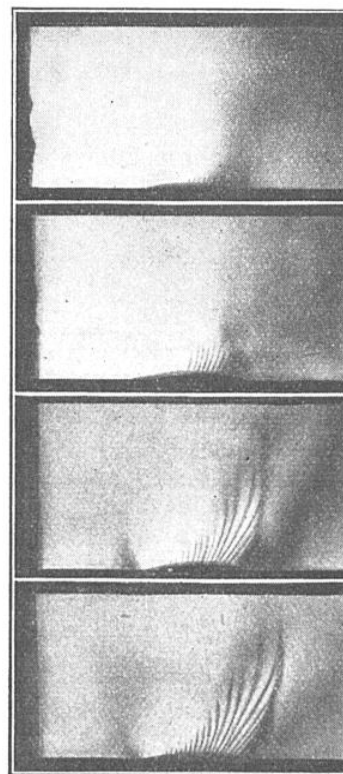
La figure 2 montre comment prend naissance, à l'avant d'un projectile, une telle onde de choc (1). Elle limite la partie

particulièrement malaisée et exige un appareillage spécial. Les souffleries supersoniques sont en nombre très limité dans le monde. Seuls, les laboratoires de Langley Field, aux Etats-Unis, de Teddington, en Angleterre, de Zurich, en Suisse, et, depuis peu, de Guidonia, en Italie, en possèdent.

Pour réaliser une vitesse supérieure à celle du son, on utilise toujours une tuyère convergente-divergente, entre les deux extrémités de laquelle on établit une différence de pression. Le gaz se détend à travers la tuyère et sa vitesse augmente dans la partie convergente ; elle atteint la valeur de la vitesse du son à la gorge et continue à croître dans la partie divergente.

On voit qu'il n'y a pas de discontinuité dans le passage des vitesses subsoniques aux vitesses supersoniques. Il n'en est pas de même plus loin, lorsque l'on revient au domaine subsonique. En effet, il est évident que tout ébranlement communiqué au fluide (par les rugosités des parois, par

FIG. 3. — CETTE SÉRIE DE PHOTOGRAPHIES, OBTENUES PAR LE PROFESSEUR PRANDTL, DE GÖTTINGEN, MONTRÉ L'EXISTENCE DE VITESSES ATTEIGNANT ET DÉPASSANT LOCALEMENT LA VITESSE DU SON. Dans le canal de la soufflerie, on a ménagé un renflement portant des raies parallèles. Lorsque la vitesse du courant d'air s'accroît, des ondes prennent naissance sur ces rugosités, décelant l'existence de



survitesses locales dépassant la vitesse du son. Ces ondes se forment d'autant plus vers l'avant du renflement que la vitesse est plus grande. L'onde de choc, à droite, limite la région où le courant d'air retombe à des vitesses subsoniques. Le courant d'air est dirigé de gauche à droite.

exemple), dans la partie où la vitesse est supérieure à celle du son, ne peut se propager vers l'amont et est immédiatement entraîné vers l'aval. Au contraire, un ébranlement de la partie subsonique qui fait suite se propage dans toutes les directions, vers l'amont en particulier, mais seulement jusqu'au moment où il rencontre les vitesses supersoniques, dont il est incapable de remonter le courant. Entre les deux domaines s'établit donc une surface de discontinuité sur laquelle la pression et la température du gaz s'élèvent probablement brusquement, en même temps que son énergie diminue. C'est là un nouvel exemple de ce que l'on appelle une surface de *choc*.

La réalisation de souffleries supersoniques pose des problèmes extrêmement complexes.

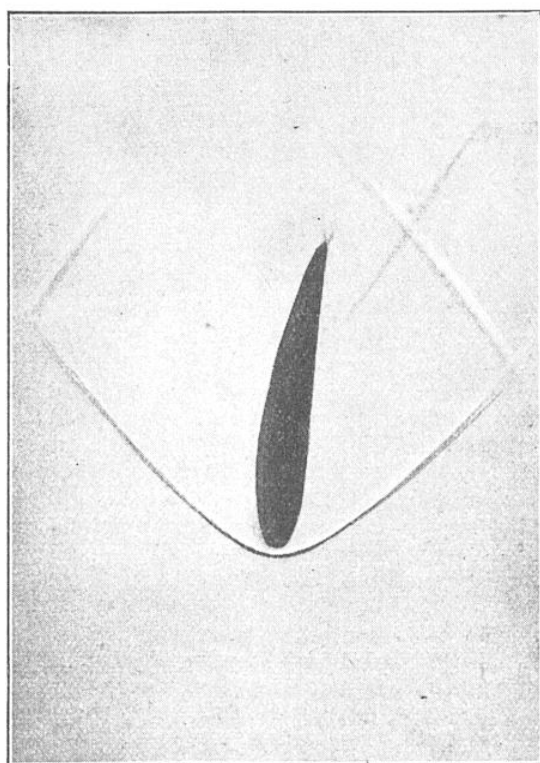


FIG. 4. — AUTOUR D'UN PROFIL D'AILE, PLACÉ DANS UN COURANT D'AIR A VITESSE SUPERSONIQUE, SE FORME UNE ONDE DE CHOC CARACTÉRISTIQUE (1)

Cette photographie a été obtenue par M. Santon, à l'Institut de Mécanique de la Faculté des Sciences de Paris, en plaçant un papier sensible au contact de la face arrière de la tuyère et en l'éclairant par transparence.

(1) Les fig. 4 et 5 sont extraites du n° 68 des Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air.

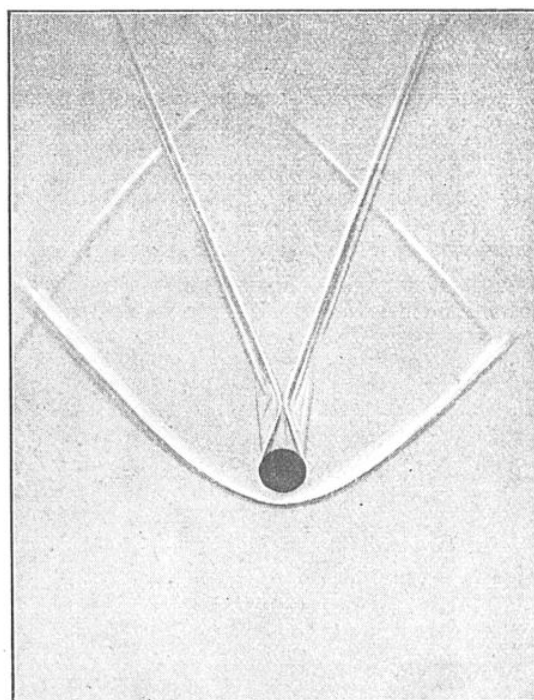


FIG. 5. — VOICI DIFFÉRENTES ONDES DE CHOC PRENANT NAISSANCE AUTOUR D'UN CYLINDRE PLACÉ DANS UN COURANT D'AIR A VITESSE SUPERSONIQUE

Sur ce cliché, obtenu par M. Santon, à l'Institut de Mécanique de la Faculté des Sciences de Paris, on voit l'onde de choc en avant de l'obstacle et celles qui prennent naissance à l'arrière. Parmi celles-ci, on en distingue de deux sortes : les unes, très fines, sont légèrement inclinées sur la direction du courant d'air ; les autres, très accusées, se rencontrent en se réfléchissant.

La puissance à mettre en œuvre croît, en gros, comme le cube de la vitesse que l'on veut obtenir. Aussi est-il plus économique de faire un vide partiel dans le circuit de la soufflerie, à moins qu'on ne préfère recourir à un fonctionnement intermittent : l'air est comprimé dans un réservoir jusqu'à ce que sa pression atteigne la valeur voulue, et il est alors brusquement détendu à travers la tuyère de la soufflerie. Cette manière de procéder présente des inconvénients évidents, car le temps dont on dispose pour les observations est très court. Aussi préfère-t-on, le plus souvent, les souffleries en circuit fermé, qui permettent, de plus, d'opérer avec d'autres gaz que l'air : le gaz carbonique par exemple, ou même les gaz rares malgré leur prix élevé, car il n'en est besoin que d'une faible quantité en circuit.

La soufflerie supersonique de Zurich, construite sur ce principe, possède une section de 40 cm de diamètre à l'endroit où se font les mesures. Elle permet de réaliser des vitesses allant jusqu'au double de celle du son, soit 2.440 km/h ou 1 km en une seconde et demie. Une puissance de 1.000 ch est nécessaire pour obtenir ce résultat. La chaleur dégagée exige un dispositif spécial pour le refroidissement de l'air.

Ainsi, la soufflerie « supersonique » du centre aéronautique italien de Guidonia, près de Rome, comporte un compresseur, un réfrigérant, un canal de transformation thermodynamique et le conduit de retour. Avec une puissance de 3.100 ch et un vide de $1/5^e$ d'atmosphère, on peut obtenir, sur une surface de $1/4$ de m^2 une vitesse supérieure à 2.000 km/h. C'est l'installation la plus importante du monde. On en trouvera la maquette (vue en coupe) sur la figure 7.

Les vitesses « supersoniques », la turbine à gaz et les hélices d'aviation

Il serait faux de penser que l'exploration du domaine supersonique, grâce à ces souffleries à vitesse très élevée, présente un intérêt exclusivement théorique et, pourrait-on dire, d'avant-garde. En réalité, l'étude des problèmes spéciaux que posent, d'une part, les écoulements gazeux ultra-rapides et, d'autre part, les déplacements de corps solides à des vitesses voisines de celle du son intéresse dès maintenant de nombreuses techniques. Par exemple la construction des turbines à vapeur, bien qu'à la vérité on évite avec soin, dans la pratique, de s'approcher de la vitesse du son, pour conserver de bons rendements.

L'emploi de turbo-compresseurs actionnés par les gaz d'échappement des moteurs d'avion — pratique qui se généralisera probablement dans un proche avenir — tirera aussi le plus grand profit de ces études supersoniques.

Elles permettront également de faire progresser la mise au point de la turbine à gaz (turbine à combustion), en précisant les conditions dans lesquelles s'effectuent les échanges de chaleur lorsque les gaz et les pales du rotor sont animés de vitesses très élevées.

De même, l'échappement de certains moteurs à explosion à régime rapide lance, dans l'atmosphère, les gaz brûlés à plus de 400 m/s. Ces gaz entraînent une fraction notable de l'énergie, et on conçoit que le rendement du moteur soit affecté par la manière dont s'effectue l'écoulement des gaz dans les tubulures d'échappement.

Enfin, même les avions modernes ont à se préoccuper des phénomènes propres aux grandes vitesses. Ceci est vrai non seulement pour les appareils de course du type de la Coupe Schneider, mais pour les avions de chasse qui pendant les vols en piqué, peuvent atteindre des vitesses voisines des deux tiers de celle du son.

D'ailleurs, on rencontre couramment des vitesses supersoniques dans l'étude des hélices d'aviation. Par rapport au sol, l'extrémité des pales se déplace parfois à plus de 300 m/s, de sorte que — localement au moins — la vitesse relative de l'air et de la pale dépasse souvent de beaucoup la vitesse du son. Ces hélices sont alors bruyantes et de mauvais rendement. C'est pourquoi on préfère souvent, à l'heure actuelle, intercaler un réducteur entre le moteur et l'hélice.

L'influence néfaste de la grande vitesse des pales sur le bruit perçu dans la cabine a pu, en particulier, être mis parfaitement en évidence. Si l'on admet, dans la cabine d'un avion de transport, un niveau sonore de 70 décibels (1) — ce qui correspond à peu près au bruit d'un compartiment de chemin de fer — et que l'isolement acoustique permette de gagner 20 décibels, la vitesse admissible pour les extrémités des pales d'hélices serait d'environ 252 m/s, soit les trois quarts de la vitesse du son. Au-dessus de la vitesse du son, le bruit devient particulièrement pénible, étant donné l'existence d'ondes de choc qui viennent frapper l'oreille à chaque passage d'une pale.

Quelle sera la meilleure forme à donner à l'avion ultrarapide ?

La distinction faite tout à l'heure entre les vitesses subsoniques et supersoniques est insuffisante dans la pratique. Il faut ajouter un domaine intermédiaire, dans lequel certaines vitesses sont supérieures et d'autres

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 110.

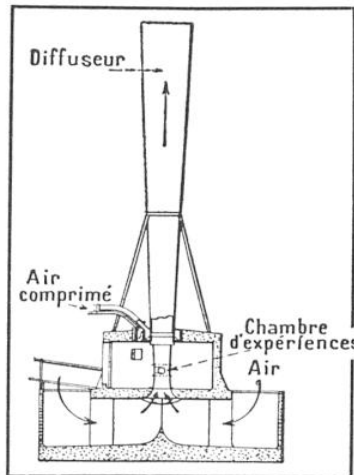


FIG. 6. — SCHÉMA D'UNE SOUFFLERIE SUPERSONIQUE

inférieures à celle du son. Nous venons de voir certains exemples qui indiquent l'importance de ce domaine pour la pratique.

Déjà, en effet, dans la construction aéronautique actuelle, pour des avions rapides, se produisent vraisemblablement au voisinage de l'avant de l'aile des « survitesses » locales qui, pour de grandes valeurs de l'angle d'attaque, peuvent atteindre et même dépasser notablement la vitesse du son. C'est ce qui explique que, pour des vitesses de 600 ou 700 km/h, les formes aérodynamiques

fluides, dont elles permettent ainsi d'étudier le comportement. On voit, en accroissant progressivement la vitesse du courant d'air, que les ondes de condensation qui prennent naissance sur le profil se rapprochent de plus en plus de l'avant et intéressent une longueur de plus en plus grande du profil étudié. Ces ondes s'arrêtent là où cesse la zone supersonique, qui s'étend de plus en plus lorsque la vitesse du courant d'air croît. On voit, d'une manière très nette, sur les dernières photographies, l'onde de choc

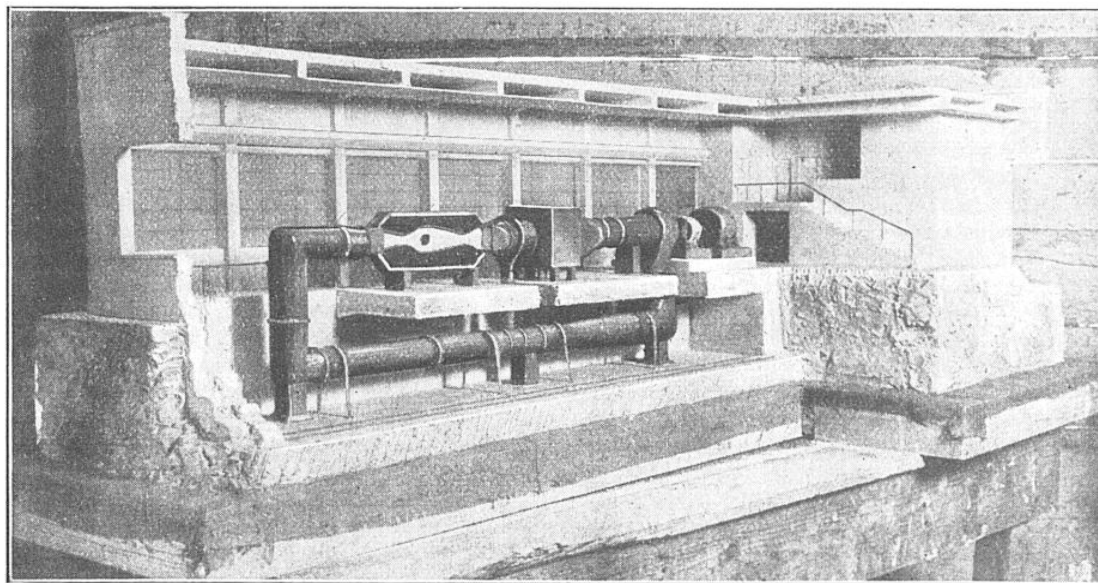


FIG. 7. — VOICI LA MAQUETTE DE LA SOUFFLERIE SUPERSONIQUE DU CENTRE ITALIEN D'ÉTUDES ET D'EXPÉRIENCES AÉRONAUTIQUES DE GUIDONIA, A PROXIMITÉ DE ROME. Avec une puissance de 3.100 ch et un vide de 0,20 atmosphère, on peut obtenir, sur une surface de 0,25 m², une vitesse du vent supérieure à 2.000 km/h. (Voir La Science et la Vie, n° 224, page 149.)

classiques perdent déjà de leurs qualités.

L'existence de vitesses supersoniques locales sur un profil d'aile symétrique a pu être mise en évidence dans les souffleries grâce à d'ingénieux systèmes optiques. Le jeu de photographies de la figure 3 a été obtenu par le professeur Prandtl, de Göttingen (Allemagne), en photographiant les perturbations apportées dans l'écoulement de l'air par un renflement dans une paroi du canal, que l'on peut considérer comme la moitié du profil d'une aile. La photographie met en évidence les variations de densité du fluide gazeux qui s'écoule entre deux plaques de verre rapprochées. Sur le renflement de la paroi ont été gravées de fines raies parallèles qui agissent comme autant de sources de perturbations dans l'écoulement du

qui limite le domaine des vitesses supersoniques du côté du bord de fuite de l'aile.

Ce domaine intermédiaire entre les vitesses subsoniques et supersoniques, est particulièrement difficile à étudier. On sait seulement qu'il est caractérisé par une brusque diminution du pouvoir sustentateur et une augmentation correspondante de la résistance de pénétration, mais les données numériques y sont encore fort rares.

Au contraire, dans le domaine supersonique pur, — c'est-à-dire où la vitesse ne tombe, en aucun point, au-dessous de la vitesse du son, — les difficultés théoriques paraissent moindres. C'est ainsi que l'on a pu calculer quelle pourra être la « finesse » d'une aile supersonique et montrer que, seuls, les profils élancés, terminés en arête de

Altitude (m).....	0	6.000	12.000	18.000
Densité de l'air.....	1	0,53	0,24	0,094
Température.....	15°	— 25°	— 55°	— 55°
Vitesse du son (m/s).	336	312	299	299

TABLEAU I. — CE TABLEAU MONTRE COMMENT VARIENT LA DENSITÉ DE L'AIR, SA TEMPÉRATURE ET LA VITESSE DU SON QUI LUI CORRESPOND AVEC L'ALTITUDE

couteau à l'avant comme à l'arrière, permettent de maintenir le rapport de la portance à la résistance dans des limites acceptables. La finesse d'une aile isolée, c'est-à-dire le meilleur rapport possible entre la portance et la résistance, dépasse souvent le chiffre de 20 dans les conditions habituelles : cela veut dire que pour obtenir la sustentation de 20 kg il suffit de vaincre la résistance de 1 kg. Si cette même aile, excellente dans le cas de l'aviation ordinaire, est poussée à une vitesse supérieure à celle du son, sa finesse tombe à 2. Pour une même portance, la résistance est décuplée. Mais, dans le cas de l'aile de profil habituel, nous avons dit qu'il se formait à l'avant une zone de surpression dans laquelle la vitesse relative tombe au-dessous de la vitesse du son, car elle est, en quelque sorte, entraînée par l'aile. Nous ne sommes donc plus dans le domaine supersonique pur. La forme typique de l'aile supersonique, c'est un solide très mince, effilé aussi bien au bord d'attaque qu'au bord de fuite. On ne saurait mieux le comparer, ainsi que l'a fait le général Crocco, qu'à une lame de rasoir mécanique.

Le vol stratosphérique

Puisque les très grandes vitesses s'accompagnent de résistances à l'avancement de plus en plus élevées, il est évident que les appareils de vitesse futurs — aussi bien de course que de transports commerciaux à grande distance — mettront à profit la diminution de la densité de l'air avec l'altitude, facteur important dans la valeur de cette résistance. Ainsi, les prochains records de vitesse seront peut-être établis à 15.000 ou 20.000 m d'altitude.

Le vol stratosphérique présente cependant de très grandes difficultés et pose de nombreux problèmes, dont beaucoup — même en mettant à part la réalisation de la cabine étanche (1) — n'ont pu jusqu'ici recevoir de solution satisfaisante.

Il faut noter tout d'abord que l'influence de la compressibilité de l'air se fait sentir

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 51.

beaucoup plus tôt à haute altitude qu'au niveau de la mer, par suite de l'abaissement de la température qui fait que la vitesse du son est également moins élevée. Le tableau ci-contre indique, d'après le professeur italien Anastasi, l'ordre de grandeur de ces variations dont il faudra tenir compte, surtout dans le calcul des hélices.

L'alimentation et le refroidissement des moteurs à très haute altitude et très grande vitesse

D'autre part, les difficultés d'alimentation du moteur en comburant sont d'autant plus grandes que l'altitude s'accroît. Le tableau ci-dessous, dressé également par le professeur Anastasi, montre le volume d'air nécessaire pour brûler 1 kg d'essence type aviation. On voit qu'à 20 km d'altitude, en supposant que la composition de l'air reste constante (20,9 % d'oxygène), le compresseur doit aspirer 170 m³ d'air par kilogramme d'es-

ALTITUDE	VOLUME D'AIR
(Mètres)	(Mètres cubes)
0	12,245
1.000	13,500
2.000	14,920
3.000	16,520
4.000	18,340
5.000	20,420
6.000	22,770
7.000	25,500
8.000	28,600
9.000	32,250
10.000	36,460
11.000	41,400
12.000	48,200
13.000	56,400
14.000	66,200
15.000	77,500
16.000	90,700
17.000	106,500
18.000	125,000
19.000	145,800
20.000	170,100

TABLEAU II. — VOICI COMMENT VARIE LE VOLUME D'AIR NÉCESSAIRE À LA COMBUSTION DE 1 KG D'ESSENCE TYPE AVIATION LORSQUE L'ALTITUDE CROÎT

Ces chiffres correspondent à une composition de l'air supposée constante et la même qu'au niveau de la mer (20,9 % d'oxygène). En réalité, cette teneur s'abaisse avec l'altitude et ne dépasse pas 18,2 % à 20.000 m. Dans ces conditions, le volume d'air nécessaire pour brûler 1 kg d'essence atteint 193 m³.

sence. Si l'on tenait compte de la variation de composition de l'air, à 20 km — là où l'oxygène n'entre plus que dans la proportion de 18,2 % — il faudrait 193 m³ d'air pour brûler 1 kg d'essence, soit 16 fois plus qu'au sol (tableau II).

Reste enfin, parmi bien d'autres, le problème du refroidissement des moteurs à haute altitude et à grande vitesse.

L'abaissement de la température ambiante constitue *a priori* une condition favorable au refroidissement ; mais la diminution de la densité de l'air est au contraire gênante, de même que les grandes vitesses.

Comme a pu le constater M. Lucien Santon, au cours de ses expériences à l'Institut des Sciences de Paris, le refroidissement d'un fil (chauffé électriquement) dans un courant d'air, ne s'effectue plus lorsque la vitesse du courant d'air dépasse les huit dixièmes de la vitesse du son. Au contraire, le fluide réchauffe le fil chaud au lieu de le refroidir.

On peut expliquer ce phénomène par la compression que subit le fluide à l'avant d'un corps solide qui le traverse à grande vitesse ; elle provoque une augmentation de température d'autant plus forte que la vitesse est plus grande. Les échanges de chaleur entre le solide et l'air dépendent alors, entre autres facteurs, de la différence des températures. On a pu montrer ainsi que l'augmentation de la température de l'air atteignait déjà 5° C pour une vitesse de 100 m/s

(340 km/h) ; pour 1000 km/h, il dépasse 45° C. A cette vitesse, le refroidissement d'un moteur se présente donc d'une manière particulièrement délicate.

Record de vitesse et record d'altitude

Cette revue évidemment rapide des phénomènes « supersoniques » doit suffire pourtant à montrer la diversité et la complexité des problèmes que soulève la recherche des très grandes vitesses. Les futures conquêtes dans cette voie dépendront, avant tout, des progrès de cette science encore dans l'enfance que constitue l'aérodynamique des fluides compressibles pour des vitesses voisines ou supérieures à la vitesse du son. Bien que les premières recherches théoriques dans ce domaine remontent à plus de trente ans, cette science commence seulement aujourd'hui à posséder en nombre suffisant les instruments d'expérimentation — les souffleries supersoniques — qui lui permettront de justifier ses hypothèses et d'en vérifier les résultats pour la pratique.

D'ores et déjà, la conclusion qui semble se dégager de ces recherches est que pour voler plus vite, il faudra voler très haut. Si altitude et vitesse paraissent ainsi liées dans l'avenir, ne verrons-nous pas un jour le même appareil détenir à la fois les records de vitesse et d'altitude ? Le paradoxe d'aujourd'hui pourrait bien être la vérité de demain.

J. BODÉT.

Une statistique récente nous apprend que le nombre des automobiles ne dépassant pas 10 ch représente, en Angleterre, environ 60 % du total des voitures ; celles de 10 à 20 ch figurent pour 30 % seulement ; la proportion de 10 % concerne donc les automobiles d'une puissance supérieure à 20 ch. Les petites voitures en circulation sont de plus en plus nombreuses, et presque toutes de fabrication britannique. En France, la même tendance se manifeste. Aussi il est question de présenter au prochain Salon une petite voiture dont le prix de vente serait de moins de 10.000 francs. Nul doute que ce modeste véhicule, s'il est bien conçu et bien exécuté, ne trouve place sur le marché français, si l'on tient compte des circonstances économiques actuelles qui entraînent de sévères restrictions dans les dépenses occasionnées par la locomotion mécanique. Le prix du carburant, notamment, éloigne de plus en plus la clientèle des « grosses » cylindrées.

* * *

SANS-FILISTES, avant d'acquérir un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de *La Science et la Vie*. Il vous renseignera en toute impartialité sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement.

LE MOTEUR UTILISE COMME FREIN EN AUTOMOBILE

La quantité d'énergie nécessaire pour entraîner, par la seule inertie de la voiture, le moteur d'une automobile dont on a fermé l'arrivée du carburant produit, on le sait, un effet de freinage souvent utilisé lorsqu'un arrêt rapide ne s'impose pas au conducteur. Toutefois, ce freinage n'étant pas très puissant, on a cherché à accroître son efficacité en modifiant le cycle du moteur tournant ainsi à vide. Plusieurs solutions ont été imaginées à cet effet, dont la plus récente, due à l'ingénieur suisse Oetiker, quadruple l'action du frein-moteur ordinaire. Ce résultat est obtenu au moyen d'un obturateur spécial placé sur l'échappement. Celui-ci peut, d'ailleurs, être installé sur tout véhicule. Le travail de compression de l'air aspiré par le moteur a été utilisé pour ce mode de freinage. C'est un nouveau facteur de sécurité qui répond aux exigences des voitures modernes, car il est à la fois efficace et économique.

Le freinage par le moteur

ON sait que le freinage d'un véhicule automobile peut être réalisé soit par la création d'un frottement supplémentaire, soit en utilisant l'action du moteur lui-même. Tout automobiliste a remarqué, en effet, que si, roulant à vitesse normale, il supprime l'arrivée des gaz, la voiture ralentit sensiblement, car, dans ces conditions, le moteur, au lieu de produire de l'énergie mécanique, en absorbe une certaine quantité. On peut, d'ailleurs, l'évaluer aisément. Ce travail négatif provient, en effet, de la différence entre la puissance réellement fournie sur l'arbre par le moteur (puissance effective) et celle correspondant au travail développé par la pression des gaz brûlés sur le fond des pistons du moteur (puissance indiquée).

Expliquons-nous : supposons un moteur dont la puissance indiquée soit de 100 ch à un régime déterminé et dont la puissance effective soit de 80 ch à ce régime. La différence est utilisée pour vaincre les résistances parasites (frottements) et pour entraîner les organes auxiliaires d'allumage, de distribution, de graissage, de refroidissement, etc. Par conséquent, pour entraîner ce moteur, dont on a coupé l'arrivée des gaz, il faut développer une puissance de 20 ch. L'effort retardateur produit sur la voiture est donc égal au quart de l'effort retardateur produit normalement. Cet effort retardateur est, en réalité, plus important si l'on tient compte des frottements des gaz et de la dépression qui se produit dans les tuyauteries et dans les soupapes. On l'évalue au tiers de la puissance du moteur.

A cela, il faut ajouter le rendement de la transmission, que l'on peut prendre égal à 80 %. Donc, pour entraîner le moteur utilisé comme frein, il faudra appliquer une puissance de 25 ch, qui sera absorbée par la transmission et les frottements, d'où un effet retardateur sur l'allure de la voiture.

En réalité, cette puissance est faible, et les freins mécaniques produisent un effort retardateur bien plus considérable. Cependant, elle suffit souvent pour obtenir des ralentissements, à l'approche d'un obstacle pas trop rapproché, d'un virage, etc., et évite l'emploi des freins mécaniques. Ce freinage par le moteur est précieux pour les ralentissements prolongés. Il est surtout utilisé en montagne. Malheureusement, il entraîne une consommation d'huile exagérée et un encrassement des bougies. Cependant, un frein-moteur est indispensable sur les poids lourds en montagne.

La compression permet d'accroître l'efficacité du freinage par le moteur

Diverses solutions ont été envisagées pour augmenter l'effet retardateur du moteur fonctionnant comme frein. Nos lecteurs ont certainement remarqué, en effet, que, dans les considérations précédentes, nous n'avions pas parlé de la compression. Voici pourquoi : si nous considérons un moteur ordinaire fonctionnant à vide, les quatre temps sont les suivants : au premier temps, aspiration libre de l'air atmosphérique dans le cylindre ; au deuxième temps, compression de cet air avec absorption de travail ; au troisième temps, détente de cet air comprimé avec restitution plus ou moins complète du travail absorbé au temps précé-

dent ; au quatrième temps, expulsion de l'air dans l'atmosphère (échappement). On voit, par conséquent, que seul le frottement de la masse d'air aspirée, puis expulsée, contribue au freinage, ce qui est peu.

Pour obtenir une efficacité plus grande, il faut donc éviter la restitution du travail par la détente de l'air comprimé. Deux solutions ont été envisagées que nous allons brièvement rappeler.

Le frein-moteur « Panhard ». — En munissant l'arbre à cames de deux petites cames spéciales que l'on peut mettre en

Ainsi, pendant les quatre courses du piston, le moteur, entraîné par la voiture, doit vaincre une résistance causée par la création d'un vide ou par une compression. La soupape d'admission reste constamment fermée.

Le frein-moteur « Saurer ». — Cette solution suppose que le moteur est muni de deux arbres à cames séparés, l'un pour les soupapes d'admission, l'autre pour les soupapes d'échappement. En décalant ce dernier de 90°, sans toucher au premier, on obtient le fonctionnement suivant :

Tout d'abord, le piston aspire par la sou-

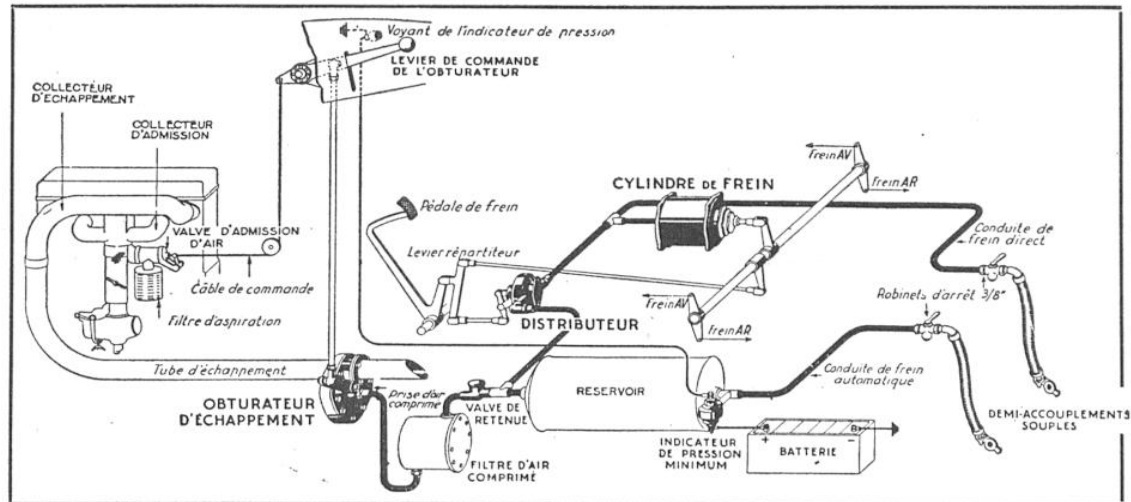


FIG. 1. — SCHÉMA D'INSTALLATION DU FREIN « OETIKER » SUR UN MOTEUR A ESSENCE
On remarque, sur le moteur, la valve d'admission d'air commandée par un levier qui actionne, en même temps, l'obturateur d'échappement. Dans le cas d'un moteur Diesel, seul l'obturateur est nécessaire. Toute la partie de droite de la figure correspond à l'installation de freinage par l'air comprimé.

action par coulissement au moment où le moteur doit être utilisé pour le freinage, on réalise le fonctionnement suivant : le papillon du carburateur étant fermé, le moteur aspire à vide pendant la première course du piston vers le bas (nous supposons les cylindres verticaux, les soupapes étant en haut). A la fin de cette course, la soupape d'échappement s'ouvre et se referme aussitôt. Le cylindre se remplit de gaz qui, au temps suivant, sont comprimés par le piston qui remonte. Lorsque le piston est en haut, la soupape d'échappement s'ouvre à nouveau un très court instant. En redescendant, le piston crée donc encore un vide comblé à fond de course par une nouvelle ouverture de la soupape d'échappement. A la quatrième course du piston, nouvelle compression, nouvelle ouverture et fermeture de la soupape d'échappement, et le cycle recommence.

pape d'admission ouverte. Puis l'air est comprimé et s'échappe lorsque le piston est à fond de course. Quand le piston est en bas de sa course, la soupape d'échappement se ferme. L'air est donc à nouveau comprimé pendant la remontée du piston, jusqu'à ce que la soupape d'admission s'ouvre, permettant à l'air comprimé de s'échapper. Le moteur devient donc un compresseur à deux temps et absorbe une certaine quantité d'énergie.

Ces deux systèmes sont efficaces, mais leur emploi doit avoir été prévu lors de la construction même du moteur.

Le frein-moteur « Westinghouse », licence « Oetiker »

On sait comment Westinghouse a apporté son concours aux freins mécaniques à friction, grâce aux servo-freins (1). Dans le

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 418.

domaine du frein-moteur, voici un nouveau dispositif puissant, réglable, qui, sans éliminer les freins mécaniques, en devient un auxiliaire précieux.

Aucune transformation n'est apportée au mécanisme. L'installation, qui peut être faite sur tout véhicule, comprend simplement : sur la tuyauterie d'admission du carburateur, une *valve d'admission d'air*; sur la tuyauterie d'échappement, un *obturateur spécial*.

Dès lors, le fonctionnement est le suivant : au premier temps, l'aspiration se fait librement, sans étranglement. On supprime en même temps toute consommation et toute combustion en ouvrant une prise d'air en aval du carburateur (s'il s'agit d'un Diesel, en coupant l'injection au ralenti). L'obturateur spécial placé sur l'échappement ferme celui-ci, et l'air venant du moteur pendant le quatrième temps est refoulé dans la capacité

ainsi constituée. Les deux autres temps sont inchangés, c'est-à-dire que le travail freineur du deuxième temps (compression) est récupéré par la détente du troisième temps. Ainsi, la pression monte rapidement, mais progressivement, dans le collecteur et la tuyauterie d'échappement où elle se limite d'elle-même à 2 kg 5 environ par centimètre carré, par suite de l'espace « nuisible » formé par la chambre de compression des cylindres. Ce frein ne fonctionne donc pas par dépression, comme le frein-moteur ordinaire, mais par compression. La pression de 2 kg 5 (ou de 2 kg 8 sur les moteurs Diesel) a permis d'atteindre une puissance de freinage quatre fois supérieure à celle du moteur-frein ordinaire.

Signalons également qu'avec ce dispositif on n'a pas à craindre de remontée

d'huile au-dessus des pistons, ni d'encrassement des bougies ; aucune consommation particulière de carburant ou d'huile pendant le freinage ; pas d'emballement du moteur ; pas de bruit d'engrenages.

Mais ces résultats n'ont pu être acquis que grâce à l'étanchéité parfaite de l'obturateur d'échappement. Celui-ci se compose essentiellement d'un clapet qui glisse, en la balayant, sur une glace où débouche l'orifice à freiner. La pression applique fortement le clapet sur la glace.

Pour rendre l'ouverture possible, la pression est supprimée, au moment voulu, par un petit clapet qui fait communiquer les capacités situées de part et d'autre de l'obturateur.

La commande de l'obturateur et de la valve d'admission d'air est effectuée par

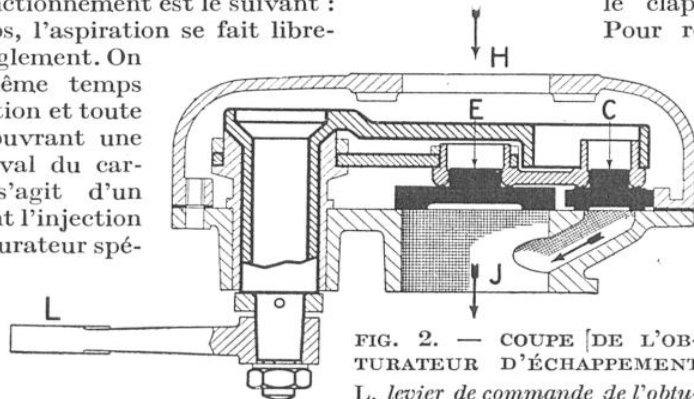


FIG. 2. — COUPE [DE L'OBTURATEUR D'ÉCHAPPEMENT

L, levier de commande de l'obturateur ; E, clapet fermant l'échappement J ; C, petit clapet mettant en liaison les capacités situées avant et après le clapet E ; H, pression assurant l'étanchéité des clapets.

un levier à main situé sur le tableau de bord, ou par la pédale de frein.

D'autre part, on sait que le freinage par le moteur est plus efficace lorsque la rotation du moteur est démultipliée par la boîte de changement de vitesse. L'idéal ne serait-il pas que, la voiture marchant en palier avec la surmultiplication de la vitesse du moteur, — ce qui entraîne une évidente économie de carburant, — la mise en action du frein-moteur agisse pour faire passer automatiquement sur une vitesse démultipliée ?

Quoi qu'il en soit, l'automobiliste dispose d'un nouveau facteur de sécurité et d'agrément pour la circulation sur route, pour laquelle la question du freinage constitue un point capital, étant donné les vitesses de plus en plus grandes atteintes aujourd'hui.

J. M.

En Italie, l'hippodrome de San Siro et le vélodrome Vigorelli de Milan sont magnifiquement éclairés pour les courses de nuit. L'équipement électrique est actuellement le plus moderne et le mieux adapté aux compétitions nocturnes. Les dispositifs adoptés ont fourni les meilleurs rendements au point de vue de l'éclairage de la piste. Notamment pour les courses de chevaux, les parcours sont bien mieux éclairés que ceux de Longchamp, dont l'installation temporaire ne saurait rivaliser avec avec celles définitivement établies en Italie.



PRENONS L'ÉCOUTE

OU EN EST L'AVIATION MILITAIRE AMÉRICAINE EN 1936 ?

Le Ministère de l'Air s'est parfaitement rendu compte que notre matériel d'aviation — actuellement en service ou en fabrication — est en retard par rapport aux perfectionnements réalisés dans certaines aéronautiques étrangères. Les Américains, notamment, ont déjà atteint le stade de 400 km à l'heure pour leurs « bombardiers », avec une autonomie de 10 heures de vol, en emportant 10 hommes d'équipage, 6 tonnes de projectiles et 5 mitrailleuses de gros calibre (13 mm environ). Déjà, d'autres avions de bombardement sont en construction qui atteignent 440 km à l'heure aux essais. Voilà pour le bombardement. Si l'on passe aux avions de chasse, les Etats-Unis nous présentent — là encore — un appareil record : le *Nonthorp*, dont la vitesse est de l'ordre de 700 km à l'heure ! On dit même qu'aux derniers essais, tenus « relativement » secrets, cet appareil « pique » à la verticale à plus de 760 km/h ! Déjà, un « bombardier » — et non plus un « chasseur » — serait capable de « piquer » à plus de 700 km/h pour lancer sa bombe ; celle-ci lâchée, le pilote a besoin de 1.800 m environ de chute supplémentaire pour redresser sa trajectoire. Par contre, les troubles physiologiques sont si profonds qu'un aviateur même « sélectionné » (1) ne peut exécuter un tel exercice qu'après un repos prolongé (une quinzaine de jours). Voilà où en est l'aviation militaire américaine, au début de 1936, dans le domaine de la vitesse. Il est évident que de tels vols entraînent des accélérations brutales et, par suite, dangereuses pour la résistance de la machine et du pilote. Nous avons vu, en effet, comment et dans quelles conditions l'organisme humain réagit (2). Mais il est non moins évident qu'à de telles vitesses de déplacement la précision du tir est singulièrement rendue difficile pour le combat aérien, si l'on songe qu'un avion parcourt maintenant 120 à 150 m à la *seconde*. Il faut donc qu'en moins de 2 secondes le tireur ait pu viser et lâcher le coup. Aussi se préoccupe-t-on maintenant de perfectionner les appareils de visée et aussi d'accroître la puissance du feu.

A ce dernier point de vue, le « feu » des avions de chasse devient plus efficace, grâce au canon central de petit calibre (20 mm à 25 mm, tirant à la cadence de 5 projectiles à la *seconde*) dont ils sont pourvus et que *La Science et la Vie* a été la première à décrire (3). Ainsi, à 300 coups à la minute, le canonnier aviateur « arrose » donc, avec ses petits obus explosifs, les ailes de son adversaire : il les déchire littéralement, brise les revêtements métalliques, coupe les poutrelles, etc. Si l'on songe que l'appareil ennemi vole, lui aussi, à des vitesses comprises entre 300 et 400 km/h, on peut imaginer les ravages produits par le vent qui s'engouffre dans les « plaies » béantes de l'appareil ! On envisage même l'utilisation d'obus de plus gros calibre, renfermant une quantité d'explosif notablement supérieure, tirés par des canons automatiques à la cadence de 700 coups à la minute ! Certains avions étrangers, d'une puissance de 800 ch, doivent être même équipés prochainement de deux canons (et bientôt de quatre canons) de petit calibre, et de deux mitrailleuses (et bientôt de quatre mitrailleuses) dans les plans. Ainsi, grâce aux nouveaux appareils de visée,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 93. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 99. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 207, page 251.

dont la mise au point s'achève, grâce à la puissance du feu ainsi accrue, on pourra sans doute, dans la guerre aérienne de l'avenir, engager le combat à des distances de 500 à 600 m, alors que, jusqu'ici, on ne dépassait pas 200 m. Si l'on arrive, en outre, à rendre plus rigoureux le « traçage » des trajectoires de la gerbe de projectiles (produits phosphorescents), cette amélioration rendra encore de plus en plus efficace le tir des armes automatiques dans le combat aérien.

LA CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE EN ITALIE

Voici, au cours de l'année 1935, le matériel d'aviation le plus moderne construit en Italie, pour ses forces aériennes. Pour la chasse : le *Fiat C. R.-30* et *C. R.-32*, avec une vitesse de 350 à 360 km/heure et une autonomie de trois heures de vol. Pour le bombardement : le *Savoia S.-81* (trimoteur pouvant faire une vitesse de 325 km/heure et le *Caproni C. A.-111* (monomoteur) avec une vitesse de 275 km/heure (1 tonne de projectiles à 1.000 km). Pour la reconnaissance : le *Roméo R. O.-37*, avec une vitesse de 335 km/heure et une autonomie de 7 heures de vol. Certains appareils de l'aviation navale réalisent une autonomie de 12 heures de vol.

Le nombre des escadrilles est actuellement au total de 115, avec environ 1.500 appareils. Les nouvelles unités en voie de formation seront pour la chasse et le bombardement. Actuellement, l'industrie italienne, en pleine activité, est l'une des rares capables de construire immédiatement en quantité et qualité le matériel nécessaire à des opérations d'envergure.

POUR LA LIAISON AÉRIENNE SOUTHAMPTON-NEW YORK

La liaison postale Angleterre-Etats-Unis par voie aérienne sera un fait accompli cette année même. Pour établir régulièrement cette liaison entre l'Europe et l'Amérique (de Southampton à New York), la Compagnie *Imperial Airways* a fait construire un hydravion d'un modèle très spécial. Il s'agit d'un appareil de grande puissance portant sur son fuselage — nous allons écrire sur son dos — un second appareil beaucoup plus petit, mais susceptible d'atteindre une grande vitesse et de réaliser un grand rayon d'action. L'hydravion « porteur » en s'élevant à haute altitude « lâche » alors l'avion porté, qui peut ainsi jouir d'une grande autonomie, grâce à sa grosse provision de carburant. En effet, n'ayant plus à redouter, dans ces conditions, les dangers du décollage des appareils trop chargés, il peut enlever de lourdes charges. Nous tiendrons nos lecteurs au courant des résultats ainsi obtenus par le *Mayo Composite Aircraft*, dont la conception est certainement digne de retenir l'attention de par son originalité même.

LES NOUVEAUX HYDRAVIONS TRANSOCÉANIQUES AMÉRICAINS

Quand on compare les hydravions américains du constructeur Gleen Martin — comme celui qui a relié San Francisco à Manille (*China Clipper*) — aux autres géants de l'air, on est stupéfait d'enregistrer les caractéristiques suivantes : sa capacité de porteur est de 102 % par rapport à son poids à vide (chiffre jusqu'ici inatteint en Europe) ; il peut réaliser, avec ses quatre moteurs à 14 cylindres suralimentés, une puissance de 3.200 ch et une vitesse voisine de 300 km/h. En croisière océanique, il marche à 250 km/h en moyenne avec 50 personnes à bord (plus de 11 tonnes de charge utile), et un rayon d'action dépassant 5.000 km. Le poids brut de l'appareil en service océanique dépasse 25 tonnes. En France, nous ne possédons rien de comparable, et ce n'est pas le *Lieutenant-de-Vaisseau-Paris* lourd, lent et démodé (il date de 1930), et qui a coulé récemment sur la côte américaine, qui pourra jamais rivaliser avec de tels hydravions rapides et confortables. Ajoutons que le *Lieutenant-de-Vaisseau-Paris* a coûté à construire plus du double que le *China-Clipper*, dont le prix de revient ne dépasse pas 15 millions. Il ne faut pas oublier que les paquebots de

l'air, pour lutter économiquement contre les géants de la mer, doivent, en outre de leur grande *vitesse*, offrir aux passagers, avec une *sécurité* comparable, un confort au moins égal. A ce dernier point de vue, il reste encore beaucoup à faire pour obtenir l'avion silencieux. C'est un problème qui mérite d'être étudié tout particulièrement, notamment en ce qui concerne l'insonorisation.

A LA RECHERCHE DU SILENCE EN AVION

Il n'y a qu'en Amérique — du moins pour l'instant — que les avions pour passagers soient à peu près *silencieux*. Quand on compare, à ce point de vue, les appareils transcontinentaux des Etats-Unis aux nôtres, on constate qu'on y peut « causer » tranquillement et y dormir de même ! L'Amérique, soucieuse du confort, a, en effet, patiemment poursuivi des recherches scientifiques et techniques dans ce sens, sur l'insonorité des matériels, l'étude des bruits des hélices, de l'échappement des moteurs, des vibrations des cabines métalliques, etc. L'Angleterre s'est, elle aussi, préoccupée de ces problèmes que soulèvent tous ces phénomènes, causes de bruit, qui ont été analysés dans des laboratoires spéciaux. Il résulte, jusqu'ici, des efforts des chercheurs en Amérique comme en Angleterre, qu'il est encore impossible de supprimer l'origine des bruits, mais qu'il est plus aisé de protéger le voyageur aérien contre eux : aménagement rationnel de l'avion, cabines hermétiquement closes avec une seule ouverture à double orifice pour la ventilation, doubles parois de bois contreplaqué enfermant un bourrage de kapok qui pèse seulement 2.500 gr au mètre carré, pour une épaisseur de 5 cm, ce qui constitue — jusqu'à présent — un isolement acoustique assez satisfaisant. Nous espérons pouvoir exposer dans *La Science et la Vie* les résultats des travaux en cours entrepris sur l'initiative des grandes compagnies aériennes, aux Etats-Unis comme en Grande-Bretagne. C'est un des problèmes les plus délicats à résoudre et dont dépend le confort des passagers aériens.

L'AVIATION TRANSPACIFIQUE AMÉRICAINE EN 1936

La « Pan American Airways », dès 1932, a préparé un vaste programme d'aviation transocéanique en mettant en chantier les hydravions géants *Martin* et *Sikorsky*, tous deux pouvant franchir la distance de 3.850 km qui sépare San Francisco de Honolulu (capitale des îles Havaï, en Océanie). Pour entreprendre maintenant un service régulier au-dessus du Pacifique, des escales ont été créées aux îles Midway, (ouest des Havaï) Guam et Wake (îles Mariannes), où une expédition de techniciens et d'ouvriers a « fondé » — de toutes pièces — trois nouvelles colonies américaines où déjà fleurissent des jardins tropicaux, là où le terrain était jadis inculte. Ainsi, le magnifique quadrimoteur *Sikorsky-Syr* (le fameux *Pan American Clipper*) est-il en mesure maintenant de transporter à travers le Pacifique, à plus de 250 km à l'heure de moyenne, 25 personnes et 2.000 kg de fret ! Trois autres appareils (*Martin-Clipper 7*), également à quatre moteurs, viennent d'être mis au point pour le transport des passagers. Cette magnifique ligne aérienne transpacifique, subventionnée par le gouvernement des E.-U., coûtera à l'Etat, annuellement, 25 millions à peine !

VOICI L'ESSENCE DE SYNTHÈSE A PARTIR DE L'ACÉTYLÈNE

Les procédés pour obtenir des carburants de remplacement (1) — en vue de s'affranchir des pétroles naturels fournis par l'étranger — font l'objet de nombreuses recherches dans les pays dépourvus de naphte. C'est ainsi que des essais récents viennent d'aboutir à transformer l'acétylène — si facile à préparer en France, pays de houille blanche — en *carbures d'hydrogène liquides*. Le principe repose sur la fixation d'hydrogène sur le carbure acétylénique en présence d'un catalyseur approprié (charbon actif et oxyde cuivreux). La réaction s'opère dans un autoclave chauffé par

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 359.

résistance électrique, où l'on introduit le gaz acétylène sous 3 atmosphères et l'hydrogène sous 15 atmosphères de pression. La température est alors portée à 170° C et, par suite, la pression monte à 25 atmosphères. Une fois l'opération terminée, les gaz passent dans des appareils absorbeurs. Le rendement atteint près de 70 % d'essence d'hydrogénation. Si ce procédé devient industriel, il est évident qu'en cas de conflit il pourrait être utilisé pratiquement pour l'alimentation des moteurs automobiles, sans tenir compte du prix de revient par rapport au produit naturel.

LES CARBURANTS DE REMPLACEMENT ET LA DÉFENSE NATIONALE

Le conflit italo-éthiopien a appelé à nouveau l'attention du public sur la nécessité de procurer le combustible indispensable à la traction mécanique en dehors du pétrole détenu et distribué par les grands « trusts » internationaux. Dans cet ordre d'idées, le gouvernement italien a fait prospector son sous-sol, au cours de l'année 1934, pour y déceler l'existence de naphte (1) et étudier l'emploi du méthane (2) naturel de la région de Salsomaggiore, sans omettre le développement de la construction des gazogènes pour utiliser le gaz des forêts (3) provenant du bois ou du charbon de bois. D'autre part, la production de l'alcool par distillation de la betterave, des céréales, de la vigne, est activement poussée en vue d'alimenter les moteurs.

Déjà on trouve, dans toute la péninsule, un carburant (« Robua ») renfermant environ 0,5 d'alcool, 0,5 d'essence. Voici encore un autre succédané de l'essence : c'est l'acétylène provenant du carbure de calcium facile à préparer dans les régions d'industries hydroélectriques. Récemment, des véhicules de petite cylindrée ont été mis au point, qui consomment 4 kilogrammes de carbure aux 100 kilomètres, pour moins de 5 liras, avec une vitesse comparable à celle des automobiles à essence. Les préoccupations qui inquiètent le gouvernement italien sont les mêmes que celles qui assaillaient le gouvernement français en 1917, au moment de la guerre sous-marine. Rappelons-nous que le commissaire des essences du gouvernement Clemenceau signalait que, faute de ravitaillement en carburant, l'armée française n'aurait pu, en 1917, faire face pendant plus de trois jours à une situation analogue à celle de Verdun. C'est alors que, le 15 décembre 1917, le président Clemenceau adressait au président Wilson le télégramme historique réclamant 100.000 tonnes de bateaux-citernes indispensables aux opérations si les Alliés ne veulent pas perdre la guerre. Cette essence, ajoutait-il, devenait aussi nécessaire que le sang des combattants. A quelque vingt ans de distance, les mêmes problèmes se posent impérieusement aux conducteurs de peuples. Aussi, rien ne doit être négligé pour se procurer les carburants d'appoint qui permettent de laisser exclusivement aux armées motorisées et à l'aviation l'essence indispensable à leur ravitaillement. Un problème comparable se pose, du reste, également à la marine militaire, pour la propulsion des navires de combat alimentés au fuel-oil (mazout, etc.).

A PROPOS DE LA POLITIQUE ALLEMANDE DE L'ÉNERGIE

La nouvelle loi allemande concernant la *production* économique de l'énergie, sa *répartition* « socialement » équitable, la *sécurité* dans la *distribution*, est inspirée par le souci constant de favoriser le développement de « tout ce qui est produit

(1) Il existe, en effet, en Italie, de nombreux gisements de pétrole, mais peu abondants : aux marais de Plaisance (300.000 tonnes extraites en 1934), dans le Piémont et la Sicile, sur les côtes de l'Adriatique, en Lucanie, etc. Ces nappes pétrolières sont, pour la plupart, inexploitées. Aussi des sondages sont activement poussés pour chercher à en extraire le précieux liquide, même par quantités minimes, sans tenir compte, bien entendu, du prix de revient. Il existe aussi, en de nombreux points de la péninsule, des lignites et des roches bitumineuses dont il est possible d'extraire, par distillation, des carburants liquides. Il y en a notamment d'assez abondants dans les régions suivantes : Valdarno, Abruzzes, Sardaigne, Ombrie, Raguse, Trentin. Ces ressources ne sont certes pas négligeables. Ainsi, d'après les géologues italiens, les gisements de Valdarno sont évalués à 100 millions de tonnes, et ceux de Raguse à 500 millions de tonnes! — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, p. 483. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, p. 374.

par le sol allemand ». Dans cet ordre d'idées, le Reich va s'efforcer de limiter le développement des applications des moteurs Diesel, pour restreindre leur construction et, par suite, l'importation des carburants liquides d'origine pétrolière provenant de l'étranger (gas oil, etc.). En France, nous ne devons pas méconnaître ce point de vue, dans le but d'alléger notre balance commerciale en temps de paix et de réduire — en temps de guerre — notre consommation en huiles lourdes et essences plus particulièrement réservées à la motorisation, à l'aviation et à la marine. Les chemins de fer français, jusqu'ici, semblent ne pas tenir compte de cette considération cependant primordiale, lorsqu'ils intensifient leurs commandes d'autorails alimentés avec des carburants liquides étrangers. Leur politique d'exploitation devrait, au contraire, s'orienter vers les autorails à gazogène utilisant des carburants solides nationaux (bois, charbon de bois). Nous reviendrons sur cette question, qui se pose pour la première fois et qui ne doit pas laisser indifférents les Ministères des Travaux publics et de l'Agriculture.

RÉFLEXIONS SUR L'EMPLOI DU GAZOGÈNE EN TRACTION AUTOMOBILE

L'importance du gaz des forêts pour la traction automobile s'affirme de plus en plus, et par raison d'économie et pour une meilleure utilisation du bois. A ce propos, il est bon d'insister sur la nécessité d'utiliser un carburant solide parfaitement adapté au fonctionnement du gazogène : peu de poussières, carbonisation rationnelle en vue d'obtenir un produit homogène, calibrage de ce produit. Faute de ces conditions indispensables bien que simples, le rendement du carburant peut varier de 50 % ! On voit quelle répercussion cela entraîne pour la locomotion (la vitesse tombe), sans omettre les soins d'entretien qui se compliquent d'autant plus que le combustible est moins bon. Signalons enfin que la qualité du carburant importe au premier chef, car s'il est satisfaisant, il n'est pas indispensable de transformer le moteur à explosion ordinaire, qui peut alors être alimenté au gaz de bois. Cette remarque est à retenir : en effet, si on transforme un moteur à essence en un moteur à gazogène, on est obligé d'accroître notablement la compression. Si on veut, en outre, conserver la facilité d'utiliser opportunément l'essence (démarrage, effort en côte), le moteur surcomprimé en éprouvera des difficultés. Au contraire, dans le cas précédent, l'opération peut s'effectuer tout en permettant une souplesse de marche satisfaisante. Un de nos ingénieurs a récemment parcouru, à titre d'expérience, la distance Toulouse-Paris avec une voiture de 10 ch ainsi équipée, avec une dépense de 62 fr, dont 48 fr de charbon de bois et 7 litres d'essence employée comme adjuvant pour les accélérations.

LA VALEUR D'UNE FLOTTE DÉPEND AUSSI DE SES BASES NAVALES

Un spécialiste des questions navales a écrit récemment, sous un pseudonyme, que la puissance d'une marine militaire ne se mesure plus aujourd'hui uniquement à la valeur comparée des forces flottantes. Il ne suffit plus, en effet, de décompter navires, canons, déplacements, poids de bordée, centimètres de cuirasse, etc. Il faut tenir compte des bases, c'est-à-dire des atouts stratégiques. A l'Amirauté britannique, il existe un « département » chargé spécialement de stratégie, de bases existantes et potentielles et de leur utilisation suivant les éventualités possibles. Depuis la guerre, l'Angleterre a construit peu de bâtiments de combat, mais, par contre, elle a créé ou amélioré ses bases navales : Gibraltar, véritable forteresse cuirassée ; Malte, Singapour, clé de l'Extrême-Orient ; Simonstown et Elisabethtown, dans le Sud-Afrique ; les Bermudes, etc. La valeur de ces points d'appui, puissamment aménagés, a considérablement accru la valeur de la flotte anglaise au cours de ces dernières années. Il ne faut pas perdre de vue qu'avec les moyens d'offensive actuels, « les côtes combattent sur mer » dans un rayon qui ira sans cesse croissant.

L'ACTIVITÉ DE LA CIRCULATION AUTOMOBILE AUX ÉTATS-UNIS EN 1935

Le « Petroleum Press Bureau », à propos de la production record du pétrole dans le monde en 1935 (226.119.000 tonnes contre 208.982.000 tonnes l'année précédente, et 211.050.000 tonnes pendant l'année « record » 1929), insiste sur le fait que le marché pétrolier n'a pas été troublé parce que, parallèlement, la consommation s'est développée à tel point que les stocks ont notablement diminué en dépit de cet accroissement de la production pétrolière ! C'est aux États-Unis que l'on doit, pour la plus grande part, ce « retournement » de la situation économique. Le nombre des véhicules automobiles construits en Amérique est en effet passé de 2.869.963 en 1934 à 4.150.000 environ en 1935 ! Le nombre des distributeurs d'essence sur la voie publique et dans les garages et stations-services est passé, simultanément, de 310.000 en chiffre rond à 320.000 en un an. En France, la situation est loin d'être la même : près de 30 % des postes de distribution de carburants ont cessé leur exploitation, et la vente de l'essence pour automobiles a baissé de 20 % en volume au cours de l'année écoulée, par suite du ralentissement de la circulation touristique urbaine et routière. Si, en 1935, la France a importé plus de produits pétrolifères qu'en 1934 (5.621.000 tonnes environ contre 4.322.000 tonnes), cela tient surtout à la constitution des stocks prévus pour les besoins de la défense nationale (marine et aviation plus spécialement).

LES NOUVEAUX AVIONS DE LIGNE EN ALLEMAGNE

Pour se faire une idée précise des progrès rapides réalisés dans l'aviation commerciale du point de vue de la vitesse des transports, il suffit de signaler les essais récents des deux avions allemands *Heinkel-III* et *Junkers-86*, qui viennent d'effectuer la liaison de ville à ville, en un temps réduit de plus d'un tiers par rapport aux anciens horaires. C'est ainsi que sur le trajet Berlin-Francfort (422 km), ces nouveaux avions de ligne ont mis 80 minutes (soit plus de 300 km/h de moyenne) au lieu de 130 minutes précédemment. Cette année même, ces appareils de transport rapides et confortables, maintenant construits en grande série, équiperont les lignes Berlin-Francfort, Berlin-Cologne, Berlin-Munich. Et pendant ce temps-là, M. de l'Escaille, le nouveau président de la Chambre syndicale française des Industries aéronautiques, affirme — d'après une interview récente — que « nos avions peuvent se mesurer avec ceux de n'importe quels pays ! » Il y aura lieu, du reste, de revenir sur les déclarations de M. de l'Escaille, qui n'a pas manqué de formuler des critiques intéressées à l'égard de la nouvelle politique des prototypes appliquée par le ministère de l'Air... Nous lui prouverons qu'affirmer n'est pas convaincre.

LES FINANCES AMÉRICAINES AU 1^{er} JANVIER 1936

Voici, au 1^{er} janvier 1936, la situation (exprimée en francs) concernant les réserves d'or pour les trois grandes nations du monde qui en possèdent le plus.

Les États-Unis : 151 milliards 8 (ce qui représente actuellement presque la moitié du stock mondial, soit 45 % exactement). Au 1^{er} janvier 1934, cette réserve métallique atteignait environ 100 milliards seulement. En un an, elle s'est donc accrue de plus de 50 % aux dépens des pays d'Europe notamment (France, en particulier).

L'Angleterre : 25 milliards, contre 24 environ au 1^{er} janvier 1935.

La France : 66 milliards 296 millions, contre 82 milliards 124 millions au 1^{er} janvier 1935.

En ce qui concerne l'Amérique, il est intéressant de rappeler que l'afflux d'or n'entraîne pas nécessairement la hausse des prix. En effet, leur indice — qui était, aux États-Unis, de 76 en 1933 — est tombé à 64 en 1934, pour atteindre à peine 68 au 1^{er} janvier de cette année. Alors que la valeur du dollar a diminué de 40 %, les

prix exprimés en dollars n'ont donc pas monté d'autant que le dollar a baissé (puisqu'ils ont passé de 95 à 118 seulement). Remarquons, en outre, qu'en dépit d'un déficit budgétaire qui atteint maintenant 50 milliards de francs, les finances américaines apparaissent beaucoup plus solides que celles d'autres nations dont l'équilibre budgétaire est presque réalisé ! C'est ainsi que les Etats-Unis peuvent se permettre d'emprunter au taux exceptionnellement avantageux pour l'Etat de 2,55 % ! Ajoutons que les recettes provenant des impôts ont atteint 4 milliards 411 millions de dollars en 1934-1935 (12 mois), alors qu'elles étaient au-dessous de 4 milliards en 1933-1934 (12 mois). On prévoit déjà 5 milliards 654 millions pour l'exercice 1936-1937. Enfin, dernière constatation particulièrement favorable : la circulation fiduciaire a à peine augmenté (5.700 millions de dollars de billets contre 5.500 millions au 10 janvier 1934), d'où il faut conclure qu'actuellement, aux Etats-Unis, il n'y a ni inflation des prix, ni inflation monétaire. Les dépôts dans les banques inutilisés sont considérables, ce qui, joint aux immenses réserves d'or, constitue un énorme potentiel de crédit.

LE NOUVEAU BIMOTEUR FRANÇAIS « TYPHON »

Actuellement, « l'homme le plus vite du monde » est le pilote américain Howard Hugues avec le record pour avion *terrestre* de 567 km/h. En janvier dernier, il vient de réaliser, sur son monoplane monomoteur de 1.000 ch, la performance jusqu'ici inégalée des 3.955 km séparant Los Angeles, sur le Pacifique, de New York, sur l'Atlantique, en moins de 10 heures (exactement 9 h 24 mn 10 s), soit à la moyenne de 418,590 km/h ! Cette performance sensationnelle laisse-t-elle espérer qu'un jour l'industrie mécanique, de plus en plus parfaite, permettra de ne plus avoir recours aux polymoteurs, sauvegarde actuelle de la sécurité ? La *finesse* y gagnera et, par suite, aussi la *vitesse* . A ce propos, le dernier-né de l'ingénieur Riffard, (le « Caudron-Renault ») *Typhon* , à deux moteurs Renault « Bengali », 6 cylindres, à compresseur, d'une puissance totale de 450 ch environ, réalise au point de vue vitesse le maximum actuellement atteint pour appareil bi-moteur. Le train escamotable contribue évidemment à améliorer cette finesse et, par suite, à accroître la vitesse qui est de l'ordre de 390 km/h. Son rayon d'action est de 7.000 km ; il est destiné au service postal transatlantique. C'est évidemment l'un des appareils les plus rapides pour cette formule, qui rappelle du reste beaucoup celle de son prédécesseur dans la catégorie, le *Comet* anglais (« Haviland »).

A PROPOS DU REFROIDISSEMENT PAR L'AIR DES MOTEURS D'AVIATION

La question de l'échauffement des moteurs d'avions à refroidissement par l'air (1) pose des problèmes délicats, auxquels les techniciens ont progressivement apporté des remèdes efficaces. C'est ainsi qu'à la suite des échauffements exagérés constatés sur des moteurs *K-14* de la *Société des Moteurs Gnome et Rhône* , les recherches entreprises pour déceler les causes de ce phénomène anormal ont montré qu'il fallait l'attribuer aux capotages utilisés, empêchant le souffle d'air de parvenir jusqu'au moteur. Dans l'un de ces cas, en plaçant sur le capot incriminé des rubans pour indiquer le sens et la force du vent, on a constaté, à l'étonnement des utilisateurs, qu'en plein vol l'air refluait du moteur sur l'hélice. Ceci n'est explicable que par l'influence des remous, provoqués par des capots mal adaptés. La Compagnie « Air-France », de même que les Services techniques militaires français, qui ont ensemble une expérience de plus de 30.000 heures de vol sur moteurs *K-14* (soit environ 6 millions de km ou 150 fois le tour de la terre), ont actuellement mis au point, en collaboration avec la *Société Gnome et Rhône* , des capotages convenant parfaitement à chacun de leurs types d'avions.

(1) Voir *La Science et la Vie* , n° 222, page 480.

Voici quelques-uns des résultats enregistrés : sur les nouveaux *Potez-62*, la Compagnie « Air-France » a contrôlé un abaissement de température d'environ 90° C pour les culasses et 100° C pour les fûts de cylindres (corps des cylindres). D'autre part, sur les *Bloch-200*, ces abaissements de température (contrôlés par les services techniques de Villacoublay) ont été de l'ordre de 60° C.

Le ministère de l'Air a, d'ailleurs, envoyé en démonstration officielle, auprès des gouvernements espagnol et portugais, un *Amiot-143* bimoteur *K-14*, qui a effectué des vols de présentation devant les autorités aéronautiques de ces deux pays.

Il apparaît, d'ailleurs, que certains moteurs à refroidissement par l'air, bien que de puissance plus faible (750 ch environ), ont donné récemment, tant en Europe qu'en Amérique, de très sérieux mécomptes, par suite, précisément, d'échauffements exagérés. Cette question du refroidissement des moteurs de grande puissance présente donc un vif intérêt, et nous aurons l'occasion d'y revenir.

VERS LA LUMIÈRE JAUNE OBLIGATOIRE

Nous avons exposé déjà (1) les mérites de la lumière jaune dans l'éclairage nocturne des routes : atténuation de la gêne causée aux usagers ; troubles de la vision moins accentués qu'avec la lumière blanche et disparaissant plus rapidement ; amélioration de l'acuité visuelle ; accroissement des contrastes ; plus faible diffusion des rayons jaunes (dont la longueur d'onde est supérieure à celle de la lumière blanche), notamment par temps de brouillard peu épais, et, par suite, plus grande portée. De ce fait, les teintes jaunes et vertes qui prédominent dans les campagnes se distinguent plus facilement.

Nous avons également mentionné que le Touring-Club de France avait attribué le prix Constant-Bézier à la lumière jaune, prix qui n'est attribué que tous les trois ans à l'invention la plus utile à la circulation.

Devant ces faits, le Ministère des Travaux Publics demanda leur avis aux deux commissions permanentes : la *Commission des Projecteurs* et la *Commission des Automobiles et de la Circulation générale*, afin de savoir si la lumière jaune devait être rendue obligatoire. A l'unanimité, ces deux commissions se sont prononcées pour l'affirmative. On peut donc envisager le décret instituant cette obligation pour le courant de cette année. Signalons, d'ailleurs, que l'emploi de la lumière jaune ne constitue un monopole pour personne. Ainsi, si le *verre au cadmium* répond parfaitement à la sélection des radiations jaunes, une lampe allemande, recouverte d'un *émail* sélectif, a été également agréée par le Ministère des Travaux Publics.

QUELQUES STATISTIQUES POUR 1935

La dette publique de la France — comme pour beaucoup d'autres nations — s'accroît d'une façon continue. Actuellement, cet accroissement est de l'ordre de 1 milliard par mois ! En trois ans, cette dette a augmenté de quelque 60 milliards et atteint maintenant le total de 400 milliards ! Aux Etats-Unis, le même phénomène s'est manifesté depuis le début de la « grande expérience » Roosevelt, puisque la dette américaine s'est accrue de près de 30 %. Par contre, le loyer de l'argent, aux Etats-Unis comme en Angleterre, est beaucoup moins élevé que dans notre pays : l'Amérique a emprunté (fin 1935) 14 milliards à moins de 2 % et la Grande-Bretagne 22 milliards à peu près au même taux. La trésorerie française a, au contraire, contracté son dernier emprunt de décembre à 5 1/2 % ! Pendant l'année écoulée, l'encaisse de la Banque de France diminuait d'environ 16 milliards. Pour le chômage, la France accuse, fin 1935, plus de 400.000 inscrits (chômeurs totaux, en novembre), ce qui constitue un record avec le chiffre enregistré en mars de la même année, qui atteignait 484.000.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 163.

LA CULTURE SCIENTIFIQUE DOIT VAINCRE LA ROUTINE

Du rendement de l'agriculture — dans tous les pays — dépend directement l'existence d'une des classes les plus nombreuses de la nation : celle des cultivateurs. Depuis six ans environ, la mévente et la baisse du prix des produits agricoles, qui n'ont fait que s'accroître, ont engendré le malaise paysan, dont on ne saurait méconnaître les répercussions. Si les produits de la terre se vendent à des prix non rémunérateurs, par contre les prix de revient pour les obtenir n'ont pas baissé. Ainsi le blé, par exemple, se vend actuellement en France à peine au coefficient 1/2 par rapport à 1914, alors que le cultivateur paye tout ce dont il a besoin au coefficient 5, quand ce n'est 6 et 7. On parle de rendement cultural à l'hectare : 30 quintaux pour le froment au lieu de 18 avant l'emploi des engrais ! La belle affaire ! Ce n'est pas le nombre de boisseaux qui importe, mais le prix qu'ont coûté ces boisseaux au producteur. Or, si l'agriculture veut vivre, il faut qu'elle abaisse ses prix de revient. L'abus des engrais trop coûteux, le manque d'une mécanique appropriée, le prix élevé de l'outillage ont contribué à accroître les frais généraux du paysan, précisément au moment où le marché devenait, pour lui, encore plus difficile. Dans l'étude qui suit, nous avons voulu démontrer que nos méthodes de culture étaient désuètes : seule, une culture scientifique bien comprise peut, en triomphant de la routine, laisser entrevoir un retour de prospérité en autorisant un bénéfice normal d'exploitation. Dans cet ordre d'idées, nous ne craignons pas d'affirmer que l'automobile n'a pas encore joué son rôle primordial dans l'évolution de l'agriculture française, où, cependant, le besoin s'en fait impérieusement sentir. Mais, là encore, toute une politique du carburant spécifiquement agricole doit être créée... C'est toute une éducation d'une classe sociale à entreprendre, si l'on ne veut pas compromettre davantage notre économie nationale, déjà si mal servie par les Pouvoirs publics, ignorant jusqu'à l'efficacité des remèdes qu'ils administrent...

LA mévente des produits agricoles constitue assurément l'un des facteurs les plus angoissants de la crise économique mondiale. On sait, en effet, que c'est pour permettre aux fermiers américains de se libérer partiellement de leurs dettes que le président Roosevelt a décidé, en 1932, la dévaluation du dollar. En France, l'« assainissement » — suivant la formule consacrée — du marché agricole est aussi à la base de la restauration de l'économie nationale, mais ce n'est pas par des mesures législatives tendant à faire monter artificiellement le cours des denrées que l'on y parviendra. La véritable cause de cette crise agricole réside dans le fait que les méthodes de culture actuelles ne se sont pas adaptées aux conditions de la vie moderne. Il s'agit donc de moderniser ces méthodes en tenant compte des conditions très spéciales du marché des produits agricoles, qui ne saurait se comparer à celui des produits industriels. Alors que, pour ce dernier, il a été possible d'augmenter la production dans des proportions parfois énormes, la consommation des denrées agricoles ne peut, au contraire, s'accroître que dans des limites

relativement faibles. Il ne s'agit donc pas de produire *plus*, mais de produire *moins cher*, et à *qualité meilleure*. Or, jusqu'à présent, c'est exactement le contraire que l'on a fait. On a encouragé les cultivateurs à pratiquer, à grand renfort d'engrais, la culture intensive. On est arrivé ainsi à faire passer la production du blé de 20 à 35 ou 40 quintaux à l'hectare et même davantage (on cite : 62 quintaux). Il en est résulté une surproduction de céréales, de qualité souvent assez médiocre, — du fait du « forçage » et d'une sélection mal contrôlée des semences, — dont le prix de revient, grevé du coût des engrais, n'était nullement abaissé. Résultat : l'agriculture prospérait quand on payait le quintal de blé à 180 francs, soit six à huit fois le prix d'avant-guerre, alors qu'elle végète lorsque ce prix est descendu à 60 francs, soit 2 à 3 fois seulement. Or, il ne faut pas oublier que, dans les industries mécaniques (l'automobile par exemple), on est arrivé à fabriquer des produits satisfaisants, ne coûtant guère plus de 1,3 (1)

(1) Ces comparaisons s'établissent en francs français : franc or, avant la guerre ; franc dévalué (de 1928), d'autre part.

à 1,5 fois plus cher qu'avant la guerre. Le rapprochement de ces chiffres suffit à montrer combien la culture est en retard par rapport aux autres industries de transformation.

Pour remédier à cet état de choses, il est donc nécessaire, comme nous l'avons dit, de chercher à abaisser *les prix de revient*. Des expériences probantes, comme celle que nous allons exposer, nous montrent que

jusqu'alors. C'est ainsi qu'il répudia la charrue classique pour adopter le « cultivateur » à dents flexibles dérivé de la herse canadienne.

De la moisson jusqu'aux semailles, il fit inlassablement gratter la terre de son domaine de Bru, faisant passer son unique appareil tous les quinze jours dans ses champs, approfondissant à chaque fois le passage de l'instrument, afin d'atteindre finalement



FIG. 1. — CETTE BINEUSE A MOTEUR, DESTINÉE A L'ENTRETIEN DU SOL DANS TOUTES LES CULTURES EN LIGNES, EST UTILISÉE ICI POUR LE DÉCHAUMAGE

Dans l'application de l'ensemble de méthodes dénommé « culture pasteurienne » ou « biologique », cet appareil doit convenir pour « conditionner » le sol des champs de céréales.

ce programme est aujourd'hui parfaitement réalisable, grâce à un ensemble de méthodes dénommé « culture pasteurienne » ou « biologique » pour les raisons que nous donnons par la suite.

Qu'est-ce que la méthode Jean de Bru ?

Vers 1900, un cultivateur des environs de Carcassonne, M. Jean, se trouvait dans l'obligation d'arracher ses vignes atteintes par le phylloxéra, et de s'orienter vers la culture des céréales. Cherchant à organiser ses cultures avec le minimum de main-d'œuvre, d'outillage et d'engrais, il rompit complètement avec les méthodes utilisées

l'épaisseur de 25 à 30 cm de terre ameublie, propre à recevoir la semence.

Installant ensuite sur son cultivateur un « semoir » à la volée, il procédait aux semailles. Pendant de nombreuses années, M. Jean pratiqua cette méthode de préparation de ses terres. Chose plus révolutionnaire encore, il abandonna le principe des « assolements » qui, comme on le sait, consiste à faire alterner la nature des cultures pour éviter la « fatigue » du sol. Pendant plus de vingt ans, il poursuivit ainsi la culture *paille sur paille*, c'est-à-dire qu'une céréale en suivait immédiatement une autre. En outre, comme engrais d'apport, il

se contentait de la fumure disponible procurée par les quelques animaux de la ferme, sans avoir recours aux engrais chimiques toujours si onéreux et parfois si peu efficaces. Néanmoins, les rendements se montrèrent excellents, soutenus et réguliers, au grand étonnement de ses voisins, lesquels, malgré l'usage des engrais, ne parvenaient pas aux mêmes résultats.

Le but qu'il s'était fixé se trouvait ainsi atteint. L'unique instrument — le cultiva-

Le sol a besoin d'air et de lumière

Tous les agriculteurs reconnaissent les avantages de ce que l'on appelle le *déchaumage*. Après la moisson, quand les récoltes coupées ne donnent plus leur ombre bienfaisante, il se manifeste un mouvement intense d'évaporation d'eau. Cette évaporation devient d'ailleurs visible quand un soleil ardent provoque son accélération. On distingue alors une buée qui s'élève des

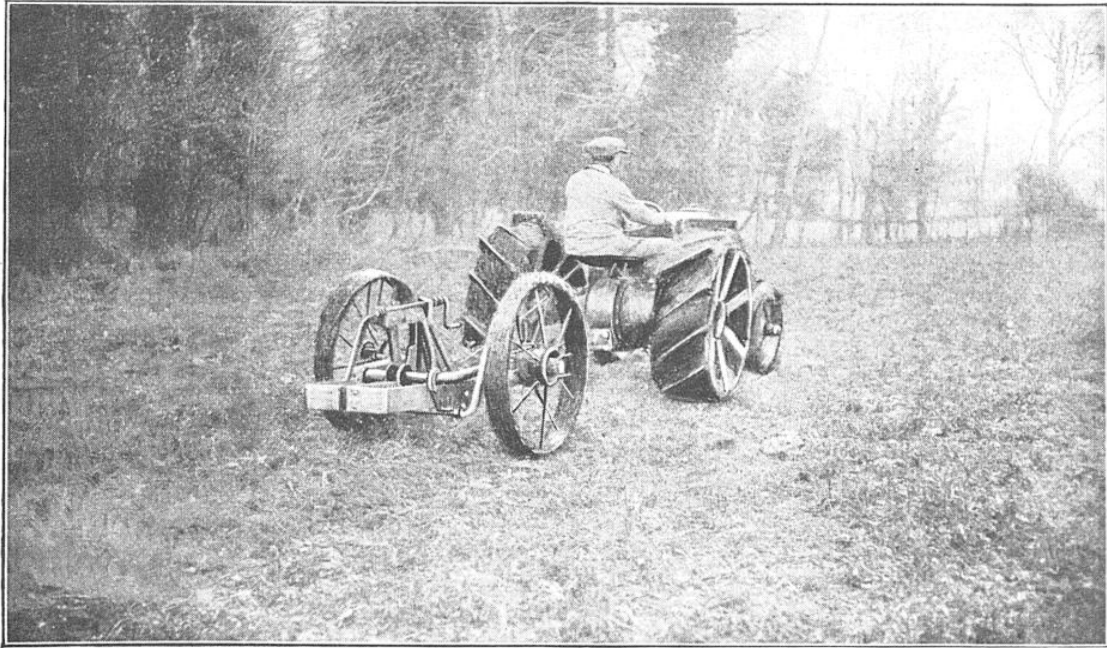


FIG. 2. — CHARRUE SOUS-SOLEUSE ATTELÉE A UN TRACTEUR

Le soc de la sous-soleuse provoque des émiettements internes du sol, qui facilitent l'aération et la circulation de l'eau dans la terre, facteurs très importants pour le rendement de la culture.

teur à dents flexibles — était tracté par deux bœufs sous la conduite d'un seul homme.

Outillage et main-d'œuvre réduits.

La méthode fut bientôt connue sous le nom de l'auteur, *méthode Jean de Bru*. Elle ne reçut, depuis, que de rares applications, tentées souvent au hasard. On ne profita guère de cette expérience concluante, qui était pourtant du plus haut intérêt à cause des enseignements qu'on pouvait en tirer. Car, enfin, ce que Jean de Bru avait réalisé, par instinct (pourrait-on dire), ne peut-il servir de base à une nouvelle agriculture raisonnée ? Cherchons, tout d'abord, à interpréter, du point de vue scientifique, les résultats ainsi obtenus.

éteules. Cela tient à ce que l'eau du sous-sol est appelée vers la surface par capillarité, et ceci d'autant plus violemment que le sol est compact et que sa couche superficielle forme une véritable croûte. Au contraire, si on gratte cette croûte, qu'on la fendille au moyen de herbes ou d'instruments appropriés à pointes, à socs ou à disques, il se forme une couche de terre meuble pulvérulente et protectrice qui ralentit ce mouvement d'évaporation de l'eau. Celle-ci reste alors emmagasinée dans le sol pour le plus grand bien des prochaines plantations.

Un autre phénomène ne doit pas être également négligé. En grattant le sol, on arrache les mauvaises herbes, on détermine la levée de graines nuisibles. Dans les pas-

sages successifs, ce travail de nettoyage est continué et complété. Or, on a évidemment tout intérêt à se débarrasser ainsi des plantes parasites qui vivent ensuite au détriment des plantes cultivées. Voici enfin une dernière observation. Depuis les travaux de Pasteur et de Berthelot, de Georges Truffaut et Bezssonoff, *le sol est considéré comme une matière vivante*, car la terre constitue un milieu de grande activité pour les colonies microbiennes. On sait, maintenant, que certains microbes, notamment les azotobactères, sont de véritables ouvriers producteurs, mettant à la disposition des plantes l'azote extrait de l'air. Nous sommes encore, il est vrai, assez ignorants au sujet du mécanisme même de cette activité dont la science agronomique s'est peu préoccupée. Quoi qu'il en soit, et malgré l'incertitude des connaissances que nous possédons, il est évidemment indispensable pour que la micropopulation des sols puisse prospérer et se renouveler qu'on lui fournisse les éléments essentiels, l'air et la lumière.

Nous allons voir que la méthode Jean de Bru permet d'obtenir un double résultat à ce point de vue. En ce qui concerne l'aération, il est évident que le fait de passer la herse tous les quinze jours dans les champs fournit aux microbes air et lumière en abondance. Cette aération a une autre conséquence, qui explique pourquoi la méthode Jean de Bru rend moins indispensable la pratique des assolements, comme nous l'avons signalé ci-dessus. Les assolements, c'est-à-dire l'alternance des cultures, sont rendus nécessaires par une sorte d'« auto-intoxication » du sol. L'aération, au contraire, provoquant des phénomènes d'oxydation, entraîne une destruction beaucoup plus rapide des toxines. Il en résulte que les passages répétés du « cultivateur » facilitent et hâtent le nettoyage indispensable.

En ce qui concerne l'absorption de l'eau par le sol, on voit moins *a priori* comment la méthode Jean de Bru permet de la réaliser.

Cependant, cette absorption d'eau est obtenue par *déshydratation de l'air*.

L'aération du sol, en favorisant la déshydratation de l'air, lui procure l'humidité nécessaire

Un grand propagateur de la méthode Jean de Bru, M. Aragou, cultivateur à Lavaur (Tarn), cite — dans une communication qu'il fit lors de la III^e Semaine du Machinisme à la Ferme, organisée à Lausanne, en 1931, par l'I. M. C. (1) — cette constatation faite par M. Fromentin : « Aux confins du Sahara, on reste bien souvent

trois ou quatre ans sans voir une goutte de pluie ; or, une seule chose, grâce à des ressources de sèves inconcevables, résiste à la consommation de ces terribles étés : c'est l'abricotier du Sud. »

Cet arbre de haute taille se couvre de fruits comme les pommiers normands. On sait que les abricots séchés constituent une grande ressource de la cuisine arabe. Ce n'est pas une simple pluie d'orage, tombée parfois quatre ans auparavant et dont le sous-sol aurait conservé une grande

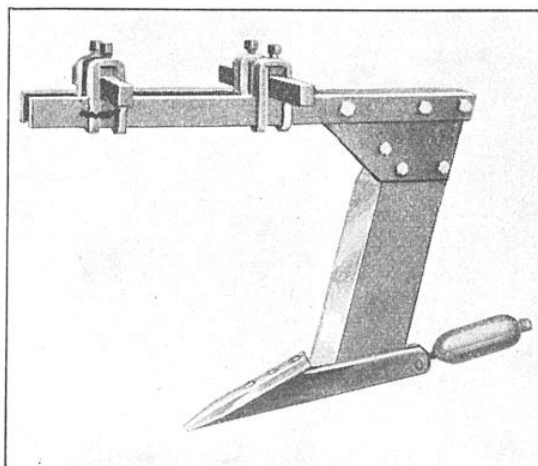


FIG. 3. — SOC D'UNE SOUS-SOLEUSE SE TRANSFORMANT EN DRAINEUSE PAR ADJONCTION D'UNE SORTE D'OBUS FIXÉ A L'ARRIÈRE

partie, qui est susceptible de fournir l'énorme quantité d'eau indispensable à une végétation aussi luxuriante (1.100 à 1.500 gr d'eau sont nécessaires pour élaborer un seul gramme de matière sèche). Il est logique de penser que l'air, chargé d'humidité à son passage sur la mer ou les immenses marécages du centre de l'Afrique, dépose dans un sous-sol à *texture toute particulière* cette masse de liquide. Les géologues allemands et suédois prétendent, non sans raison, semble-t-il, que les cours d'eau souterrains, presque aussi nombreux que ceux de la surface, sont alimentés davantage par *déshydratation* de l'air que par pluies.

Or, le seul moyen pratique de déshydrater l'air est évidemment de le mettre, le plus souvent possible, par les plus grandes sur-

(1) Institut International de Mécanoculture, institué à Lausanne par René Caillère, pour la recherche des méthodes propres à développer le progrès en agriculture et dont les travaux sont bien connus.

faces, en contact avec les parcelles du sol.

Nous sommes donc forcés de conclure que les méthodes de culture propres à favoriser l'aération du sol, le pullulement et le travail intense des microbes, sont les mêmes qui permettront de fournir au sol le plus d'eau disponible. C'est d'ailleurs un fait connu dans nos campagnes, où un dicton assure qu'« un binage vaut un arrosage ».

Voici d'autres exemples.

L'expérimentation longuement poursuivie par M. Jean de Bru n'est pas unique. Dans une autre communication faite par M. Proust, lors de cette même Semaine internationale de Machinisme à la Ferme, de l'Institut International de Mécanoculture, il est parlé de la méthode Bouhier, qui se rattache précisément à la méthode Jean.

M. Bouhier substitue un extirpateur à dents rigides à la charrue habituelle. Comme Jean de Bru, M. Bouhier multiplie les passages, approfondit l'épaisseur de terre travaillée et obtient, par ce procédé, des avantages de rendement indéniables. Pratiquée d'abord à Beceleuf, près de Niort, la méthode fut appliquée par la suite au domaine de la Bellerie, à Jonzac, avec le même profit.

Voici encore un viticulteur du Narbonnais, M. Maroger, qui a appliqué la méthode Jean avec succès à la culture de la vigne.

Lors d'une expérience comparative qui fut officiellement et sérieusement contrôlée, on put enregistrer les chiffres suivants :

Par la culture classique, 130 hl à l'hectare d'un vin de 8°3 ; par la culture Maroger, 450 hl à l'hectare d'un vin de 6°5. Remarquons que, pour le cas Maroger, on fit les vendanges quinze à vingt jours trop tôt ; M. Maroger, malade à cette époque, n'avait pu surveiller lui-même cette phase des expériences, car, avec ce mode de culture, il faut accorder au sucre un supplément de temps pour s'élaborer. Il y aurait eu beaucoup plus d'alcool dans le cas des vendanges faites dans les conditions optima de maturité. Cependant, pour la culture classique, on enregistra 1.079 hl d'alcool, et pour la culture Maroger, 2.935 hl. Ces résultats se passent de commentaires.

La méthode Jean de Bru doit être « adaptée » suivant les climats

Avec le procédé Maroger, on faisait passer le cultivateur à dents flexibles chaque fois que l'on jugeait utile de rompre la croûte qui se formait à la surface du sol, afin de rétablir la couche de terre meuble protectrice, contribuant ainsi à réduire l'évaporation, à favoriser la déshydratation et la circulation de l'air. Il est évidemment indispensable d'adapter ces méthodes aux terrains, aux climats et aux circonstances. Ce sont moins des méthodes proprement dites que des *directives* qui sont ici énoncées :

— Favoriser l'aération du sol ; faciliter la déshydratation de l'air dans le sol ; four-

nir abondamment aux microbes utiles l'air et la lumière nécessaires ; nettoyer le sol et le débarrasser des végétaux parasites.

Ajoutons que cette méthode Jean n'est transposable que dans des conditions identiques

à celles où elle fut appliquée : climat très sec, pays de soleil et de lumière, possibilité de multiplier les déchaumages, extirpages, etc.

Dans les régions du Nord, par exemple, on profitera moins favorablement de l'azote gratuit (l'activité microbienne se trouve réduite du fait qu'on dispose de moins de lumière et moins de chaleur) ; mais on s'inspirera des principes de la méthode, et on tiendra compte des exigences du climat différent et des natures différentes des terres (sol et sous-sol). On retiendra qu'il faut chercher à n'avoir ni croûte, ni herbes, donc une terre toujours perméable et propre.

Un cultivateur du Nord, M. Bralerait, a, d'ailleurs, longuement démontré dans son exploitation les résultats pertinents qu'on peut régulièrement retirer des sarclages et binages répétés dans tous les genres de culture. La pauvreté des terres, des conditions climatiques peu favorables (peu de soleil, peu de chaleur) ont rendu les constatations faites des plus probantes. Mais il faut, dans ce cas, travailler le sol de façon méthodique, constante, inlassablement peut-on dire. Le dur labeur d'entretien du sol semble, de ce fait, encore augmenté, ce qui rend le procédé

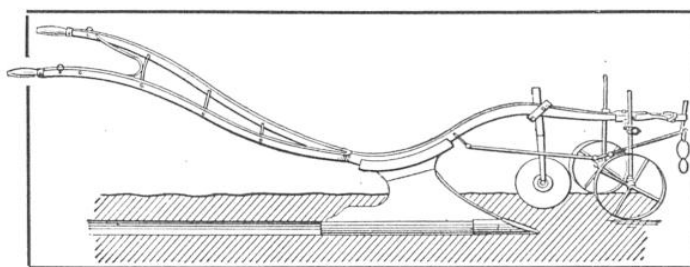


FIG. 4. — SCHÉMA D'UNE CHARRUE DRAINEUSE (CHARRUE-TAUPE), DONT L'OBUS PLACÉ DERRIÈRE LE SOC CREUSE UNE GALERIE SERVANT À L'ÉCOULEMENT DES EAUX

peu sympathique au premier examen. On ne saurait, cependant, rêver d'amélioration de rendement et d'abaissement de prix de revient avec le minimum d'efforts et de soucis.

**Voici une autre orientation
dans les méthodes nouvelles de culture :
le sous-solage**

Quand il s'agit de culture, on ne doit pas considérer uniquement la partie superficielle du sol, mais également les couches profondes. Nous retrouvons ici les mêmes principes généraux : faire circuler l'air et l'eau à la plus grande profondeur possible. Ainsi les racines se développant en profondeur auront à leur disposition des réserves alimentaires abondantes. C'est dans ce but qu'a été établie la « sous-soleuse ». Elle comporte un robuste soc en acier que l'on fait pénétrer jusqu'à 0 m 60 à 0 m 70 dans le sol, et que l'on remorque par tracteur ou treuil.

Le soc de la sous-soleuse ne tend pas à retourner le sol à la manière de la charrue ; il provoque, par son passage, — que l'on fera de préférence par temps très sec, — un soulèvement du terrain qui entraîne des fendillements, des émiettements (sous une grande profondeur), qui permettront à l'air et à l'eau de pénétrer et de circuler dans la masse perméable.

Le sous-solage ne s'impose pas annuellement : on le pratiquera tous les quatre à cinq ans. Avec une sous-soleuse, complétée d'une sorte d'obus (voir figure 3), on peut aussi pratiquer le « drainage » en galerie, qui permet de régulariser le plan d'eau dans les terres humides.

Cependant, nos lecteurs poseront, de suite, cette question : comment peut-il se faire que ces constatations connues n'aient pas suscité une attention toute particulière ? Il faut en chercher la cause dans la défense des intérêts particuliers d'abord. Les producteurs s'efforcent de vendre avantageusement leurs engrais et d'en vendre beaucoup.

Sur la question des engrais, il y aurait, d'ailleurs, énormément à dire. Chaque année, dans le monde, sont gaspillés des milliards, car les engrais sont, trop souvent, mélangés au hasard et distribués sans méthode. Cependant, les engrais modernes peuvent convenir à tous les types de sol, à condition d'être bien « balancés ». Parfois, la présence d'un des éléments du composé peut suffire pour réduire ou annihiler les effets fertilisants de tous les autres.

On oublie aussi, généralement, de tenir compte que les engrais doivent jouer le rôle d'antitoxines. Cambion a spécialement attiré

l'attention sur ce rôle des engrais comme agents désintoxicant le sol. La « fatigue » de la terre, que nous avons signalée, par la culture ininterrompue de la même plante sur le même terrain, n'est pas toujours liée au manque de substances nutritives, mais à l'accumulation de produits toxiques excrétés par les racines des plantes.

On préférera les engrais solubles, concentrés et complets. De leur choix judicieux dépend le rendement et la qualité des produits. Il faut que l'engrais, convenablement choisi et sagement utilisé, *paie*. Sait-on, par exemple, que la composition de l'engrais peut influencer sur la forme même de ces produits (notamment sur les tubercules des pommes de terre).

Il faut songer, d'autre part, — et c'est peut-être la raison principale — à l'insuffisance des moyens et des organisations actuels pour employer utilement les méthodes ici préconisées. Travailler sans cesse le sol nécessite un matériel rapide et économique d'exécution.

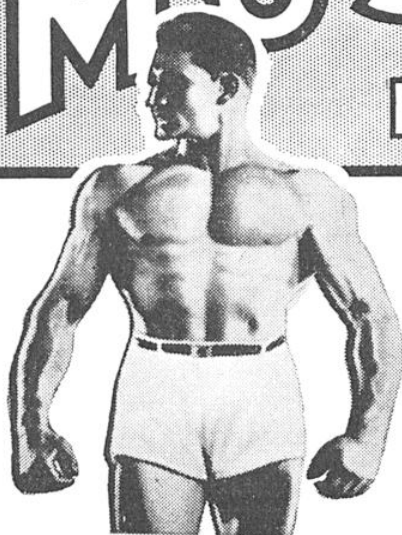
Motorisation agricole de demain

Ce ne sont pas tant les instruments de culture qui manquent (ceux actuels et nombreux peuvent suffire) que la vulgarisation d'engins motorisés qui remplaceront l'animal, lent dans les transports et maladroit à se déplacer sans dommage dans les cultures à entretenir. Il faut une « automobile » et une « mécanique agricole » appropriées (1). Il faut également, et surtout, que le ravitaillement normal d'un carburant « spécifiquement agricole » (alcool, gaz des forêts) soit assuré au cultivateur. Il est notamment opportun d'étudier immédiatement les possibilités d'utilisation de l'alcool en tenant compte des travaux poursuivis actuellement pour obtenir des carburants à haut rendement (alcool nitré), et par suite plus économiques. On peut aussi, grâce à ces recherches de thermodynamique appliquée, abaisser le prix de revient initial d'un carburant agricole — à base d'alcool — par addition de produits moins chers que l'alcool : huile de schiste, gas-oil, etc. (actuellement à l'étude).

Une orientation vraiment nouvelles s'impose donc pour permettre à la culture biologique de se développer et de nous faire connaître enfin une vie moins chère, tout en permettant au paysan de vivre de son labeur en accomplissant sa tâche d'une façon à la fois plus rémunératrice et moins âpre. S. ET V.

(1) Nous préférons l'appellation « voiture agricole » à celle de « tracteur agricole », qui serait plus exacte, car « automobile agricole » évoque une adaptation plus souple à tous les besoins de la ferme.

DES MUSCLES EN 30 JOURS



Nous le garantissons

C'est avec juste raison qu'on nous appelle les « Constructeurs de muscles ». En trente jours, nous pouvons transformer votre corps d'une manière que vous n'auriez jamais crue possible. Quelques minutes d'exercice chaque matin suffisent pour augmenter de 4 centimètres les muscles de vos bras et de 12 centimètres votre tour de poitrine. Votre cou se fortifiera, vos épaules s'élargiront. Avant même que vous ne vous en aperceviez, les gens se retourneront sur votre passage. Vos amis se demanderont ce qui vous est arrivé. Peu importe que vous ayez toujours été faible ou mince : nous ferons de vous un homme fort, et nous savons que nous pouvons le faire. Nous pouvons non seulement développer vos muscles, mais encore élargir votre poitrine et accroître la capacité de vos poumons. A chaque respiration, vous remplirez entièrement vos poumons d'oxygène, et votre vitalité ne sera pas comparable à ce qu'elle était auparavant.

ET EN CINQUANTE JOURS

Il faut compter cent cinquante jours pour mener à bien et parfaire ce travail ; mais, dès le trentième jour, les progrès sont énormes. Au bout de ce temps, nous vous demandons simplement de vous regarder dans une glace. Vous verrez alors un tout autre homme. Nous ne formons pas un homme à moitié. Vous verrez vos muscles se gonfler sur vos bras, vos jambes, votre poitrine et votre dos. Vous serez fier de vos larges épaules, de votre poitrine arrondie, du superbe développement obtenu de la tête aux pieds.

NOUS AGISSONS ÉGALEMENT SUR VOS ORGANES INTÉRIEURS

! Nous vous ferons heureux de vivre. Vous serez mieux et vous vous sentirez mieux que jamais vous ne l'avez été auparavant. Nous ne nous contentons

pas seulement de donner à vos muscles une apparence qui attire l'attention, ce serait du travail à moitié fait. Pendant que nous développons extérieurement vos muscles, nous travaillons aussi ceux qui commandent et contrôlent les organes intérieurs. Nous les reconstituons et nous les vivifions, nous les fortifions et nous les exerçons. Nous vous donnerons une joie merveilleuse : celle de vous sentir pleinement en vie. Une vie nouvelle se développera dans chacune de vos cellules, dans chacun des organes de votre corps et ce résultat sera très vite atteint. Nous ne donnons pas seulement à vos muscles la fermeté dont la provenance vous émerveille, mais nous vous donnons encore l'« Énergie », la « Vigueur », la « Santé ». Rappelez-vous que nous ne nous contentons pas de promettre : nous garantissons ce que nous avançons. **Faites-vous adresser** par le **Dynam Institut** le livre gratuit : **Comment former ses muscles**. Retournez-nous le coupon ci-joint dès aujourd'hui, ce livre vous fera comprendre l'étonnante possibilité de développement musculaire que vous pouvez obtenir. Vous verrez que la faiblesse actuelle de votre corps est sans importance, puisque vous pouvez rapidement développer vos forces musculaires avec certitude. Ce livre est à vous : il suffit de le demander. Il est gratuit, mais nous vous prions de bien vouloir joindre 1 fr. 50 en timbres-poste pour l'expédition. Une demande de renseignements ne vous engage à rien. Postez le bon dès maintenant pour ne pas l'oublier.

BON GRATUIT

(à découper ou à recopier)

DYNAM INSTITUT (Stand 89)
Rue La Condamine, 14 — PARIS (17^e)

Veillez m'adresser gratuitement et sans engagement de ma part votre livre intitulé COMMENT FORMER SES MUSCLES, ainsi que tous les détails concernant votre garantie. Ci-inclus 1 fr. 50 en timbres-poste pour les frais d'expédition.

NOM

ADRESSE

MAINTENANT LES ONDES COURTES PERMETTENT DE TÉLÉPHONER DANS LES CINQ PARTIES DU MONDE

Par Pierre KESZLER

Le monde entier est aujourd'hui couvert par les mailles serrées d'un réseau complet de télégraphie sans fil. Quant aux liaisons téléphoniques à grande distance, elles sont encore en nombre limité, mais elles doivent se développer de plus en plus rapidement. La première installation de ce genre mise en service régulier relie l'Angleterre et les Etats-Unis, et réalise par conséquent l'interconnexion complète des réseaux téléphoniques continentaux d'Europe et d'Amérique du Nord. Aujourd'hui, grâce aux liaisons intercontinentales Londres-Australie, France-Indochine (qui dessert aussi Paris-Moscou), France-Argentine, France-Maroc, France-Algérie, n'importe quel « abonné » européen peut être mis en communication radiotéléphonique avec les cinq parties du monde. La liaison Paris-Alger peut être considérée comme le modèle du genre ; elle est, à la fois, la plus moderne et la plus perfectionnée. Au point de vue de son rendement, elle laisse, notamment, loin derrière elle toutes les autres. Utilisant quatre longueurs d'onde seulement (deux dans chaque sens), elle assure ainsi simultanément quatre conversations téléphoniques et quatre transmissions télégraphiques (deux dans chaque sens également). Enfin, maintenant, grâce au téléphone intercontinental, il est possible de converser téléphoniquement avec les navires en mer. Déjà une trentaine de paquebots (français, anglais, américains, allemands et italiens) ont reçu un équipement spécial, analogue à celui qui assure la liaison entre les continents. Ainsi, de sa cabine même, aujourd'hui, on peut « appeler » n'importe quel abonné d'Europe ou d'Amérique, comme on le ferait de son domicile ou de son hôtel.

Les liaisons radiotéléphoniques internationales

DEPUIS que la télégraphie sans fil a permis de mettre en communication toutes les parties du monde, les échanges internationaux ont reçu une impulsion considérable. Partant du même principe, on s'est imaginé qu'une relation téléphonique de nature similaire serait l'amorce de nouvelles affaires, en même temps qu'une commodité de plus, offerte aux abonnés au téléphone des principaux pays du monde entier.

Une des premières communications ainsi mises en service fut la relation Angleterre-Etats-Unis, qui, grâce à l'interconnexion des réseaux téléphoniques continentaux, a ouvert la voie téléphonique entre l'Europe et l'Amérique du Nord. D'autres relations furent créées par la suite, dont les plus remarquables sont Londres-Australie, France-Indochine, France-Argentine, France-Maroc. La plus perfectionnée, cependant, est incontestablement la liaison ouverte au public entre Paris et Alger. C'est le fruit des expériences antérieures, qui, combiné à d'auda-

cieuses innovations, fait du radiotéléphone France-Algérie le modèle du genre. En effet, avec quatre longueurs d'onde seulement (deux dans chaque sens), l'Administration des P. T. T. peut établir simultanément quatre conversations téléphoniques et quatre transmissions télégraphiques (deux dans chaque sens). Sous le rapport du rendement, l'installation France-Algérie laisse loin derrière elle toutes les autres réalisations dans ce domaine. Comme, dans l'ensemble, les relations Paris-Buenos-Aires et Paris-Saïgon sont exploitées par des appareils en tous points similaires à ceux qui mettent en communication Paris et Alger, nous nous contenterons de décrire ces derniers, actuellement les plus perfectionnés qui soient.

Comment est organisée une liaison radiotéléphonique

Certes, le principe initial d'une semblable liaison est facile à comprendre.

Un abonné parle à Paris ; la modulation de son appareil téléphonique est appliquée à un émetteur dont les ondes sont captées à Alger et envoyées au récepteur de son cor-

respondant ; l'opération exactement inverse se produit pour le chemin de retour. Malheureusement, les choses ne sont pas si simples, et ce schéma, pour être exact, est terriblement incomplet. Si, par exemple, on ne prend aucune précaution spéciale, au départ, comme à l'arrivée, il se produira le phénomène de l'écho, c'est-à-dire que la parole reçue à Alger par T. S. F. se mélangera à

transposition de la gamme de fréquences de la parole.

Troisième difficulté : les ondes utilisées étant les ondes courtes, sont sujettes au phénomène d'évanouissement connu sous le nom de « fading » (1). Comme cet évanouissement, dans certains cas, peut se prolonger plusieurs minutes, la tarification exacte des communications serait très difficile et, en

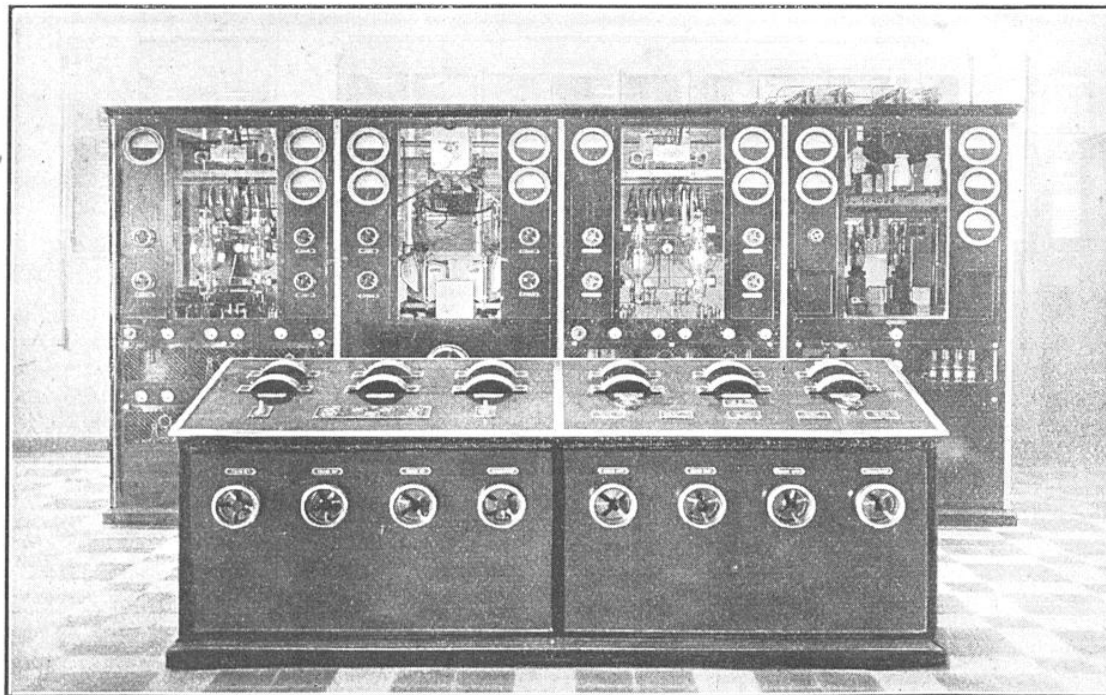


FIG. 1. — LE POSTE ÉMETTEUR DE 10 KILOWATTS DES EUCALYPTUS, PRÈS D'ALGER

Un seul bouton déclenche automatiquement toutes les commandes du poste, réglé une fois pour toutes. La mise en route demande ainsi deux minutes en tout, bien que chacune des tensions ne soit appliquée aux différents circuits qu'à son tour, dans un ordre bien déterminé. Au premier plan se trouve le pupitre de manœuvre ; au fond, on voit les meubles d'émission proprement dits. Un seul opérateur peut assurer la mise en route et la surveillance de deux émissions simultanées.

celle de l'abonné algérien, et sera transmise, comme cette dernière, d'Alger à Paris, où elle reprendra le chemin d'Alger, et ainsi de suite.

Cette simple constatation nous montre aussitôt qu'une liaison établie avec la simplicité du schéma précédent serait impraticable. Il a donc fallu étudier un dispositif spécial permettant d'éviter cet inconvénient.

D'une manière générale, l'Administration des P. T. T. assure le secret des communications qu'elle donne. Si, théoriquement, la chose est impossible lorsqu'on utilise les ondes, on l'a rendue pratiquement efficace par différents procédés, et notamment la

outre, les avantages fournis par le téléphone sur le télégraphe deviendraient quasi nuls. Il a donc fallu construire un matériel spécial susceptible de compenser automatiquement les altérations dues au fading. En dépit de tous ces obstacles, l'installation a été réalisée, somme toute, très économiquement, puisque l'ensemble des appareils, des bâtiments et des terrains n'a pas excédé 25 millions.

Comme le personnel d'entretien et de trafic est très peu nombreux et que la dépense de courant n'entre guère en ligne de compte, la rentabilité de l'équipement peut être

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 127.

excellente. Si, actuellement, le trafic n'est pas considérable, c'est en raison des difficultés économiques ou de la routine, qui ne s'est pas encore adaptée à ce progrès nouveau. Etant donné les possibilités minima offertes par l'installation (80 heures de communication par jour) et le prix demandé pour l'unité de conversation (90 francs), le capital de premier établissement pourrait être amorti en un an seulement (1).

et le central de liaison. Là, un régulateur automatique de « niveau » maintient le courant électrique modulé par le microphone de l'abonné à une valeur constante. A la sortie de ce régulateur, les conducteurs aboutissent à un transformateur spécial, dit transformateur hybride, connu aussi sous le nom de *termineur 2 fils-4 fils*. C'est un transformateur à quatre enroulements, qui présente la particularité de posséder un circuit ré-

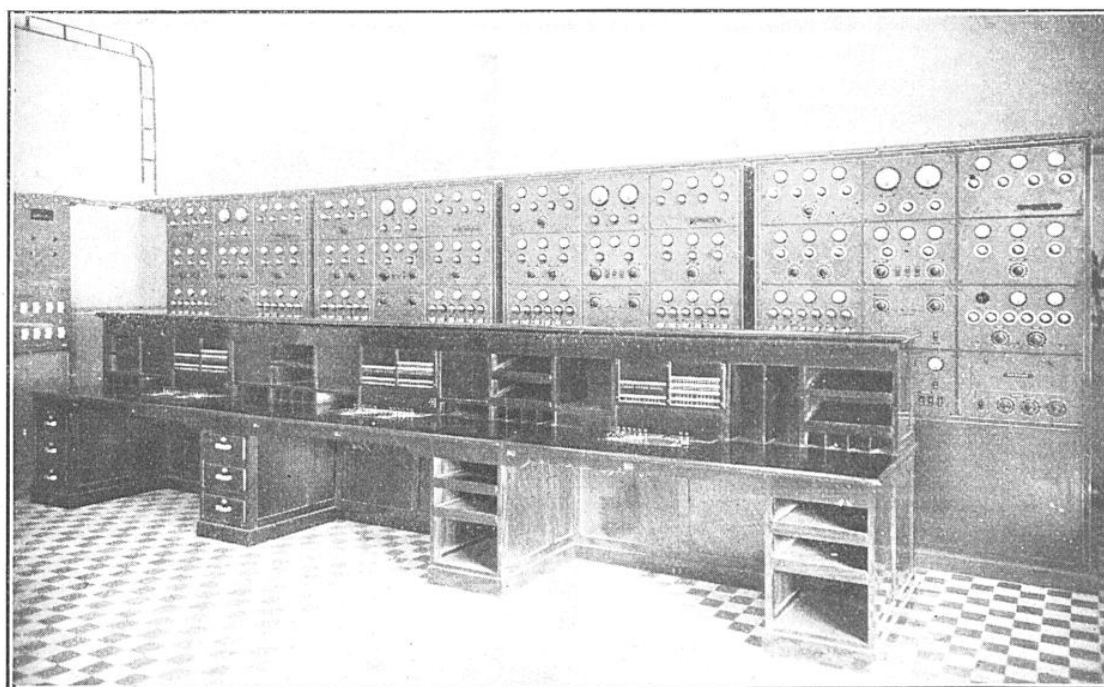


FIG. 2. — LES ORGANES DE LIAISON DE LA TRANSMISSION RADIOTÉLÉPHONIQUE PARIS-ALGER AU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE DU CENTRAL DE LA RUE DES ARCHIVES, A PARIS

On voit, au premier plan, les tables de jacks. Derrière, se trouvent quatre meubles, identiques entre eux, servant à assurer la liaison de chacune des voies (émission et réception) au réseau téléphonique ordinaire.

De l'abonné à l'émetteur

Nous pensons que le meilleur moyen de décrire l'installation est de suivre la parole d'un des correspondants, depuis son départ de la bouche de l'abonné n° 1, jusqu'à son arrivée à l'oreille de l'abonné n° 2.

Pour demander une communication avec Alger, on procède comme pour n'importe quelle relation téléphonique interurbaine. L'abonné se sert de son appareil habituel. Le central interurbain établit une première connexion entre la ligne de l'abonné n° 1

et le central de liaison. Là, un régulateur automatique de « niveau » maintient le courant électrique modulé par le microphone de l'abonné à une valeur constante. A la sortie de ce régulateur, les conducteurs aboutissent à un transformateur spécial, dit transformateur hybride, connu aussi sous le nom de *termineur 2 fils-4 fils*. C'est un transformateur à quatre enroulements, qui présente la particularité de posséder un circuit ré-

glable. Il a pour but d'équilibrer aussi exactement que possible la ligne de l'abonné, afin d'éviter le bruit de fond susceptible de gêner la communication. Ce circuit d'équilibre, dont on pourrait presque se passer à Paris et à Alger même, devient indispensable dès que la communication est demandée par un abonné résidant assez loin du central interurbain : ville de province ou de l'étranger.

(1) Afin d'intensifier le trafic, M. Mandel, ministre des P. T. T., a décidé d'accorder, de 19 heures à 6 h 30, des communications à demi-tarif, soit 45 francs les trois minutes.

d'appareils dont le mécanisme est assez complexe, mais dont la destination est plus facile à saisir. En l'absence de modulation téléphonique, aussi bien dans le sens « émission » que dans le sens « réception », les deux lignes sont bloquées, c'est-à-dire qu'aucun courant ne circule dans aucun sens. Si l'abonné N° 1 prend la parole, la voie émission se débloquent automatiquement, et, en même temps, la voie réception se verrouille

teur, téléphone ou haut-parleur, atteignant le volume maximum. Sans le suppressor d'écho, cet effet Larsen se produirait inévitablement dans la liaison radiotéléphonique, mais sans atteindre la saturation, grâce aux régulateurs de niveaux. Toutefois, dans ces conditions, toute conversation suivie et intelligible deviendrait impossible. Le système de blocage automatique des lignes fait donc d'une pierre deux coups.

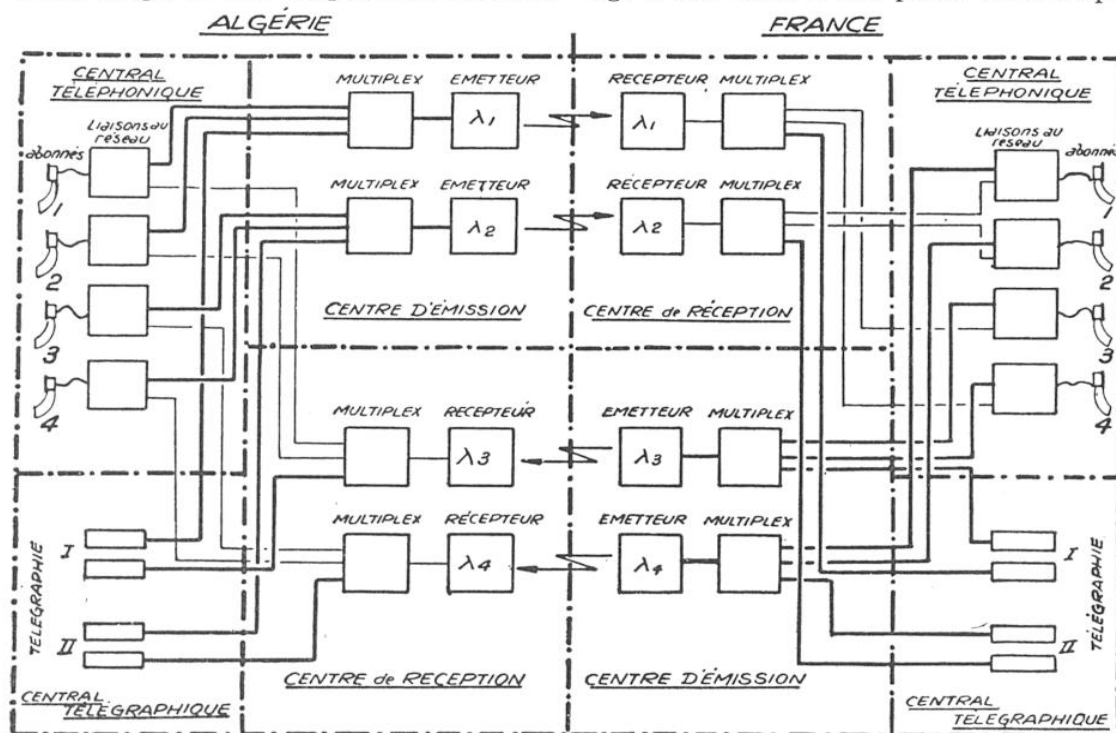


FIG. 3. — SCHÉMA GÉNÉRAL DE LA LIAISON TÉLÉPHONIQUE ET TÉLÉGRAPHIQUE PARIS-ALGER

Ce schéma, très simplifié, synthétise parfaitement l'ensemble des opérations qui aboutissent à assurer simultanément quatre communications téléphoniques, plus deux trafics télégraphiques dans chaque sens. C'est-à-dire que, au même instant, pratiquement, huit personnes conversent deux à deux, et quatre télégrammes sont acheminés, deux de France en Algérie et deux d'Algérie en France.

littéralement. Si l'abonné N° 1 cesse de parler, ne fût-ce qu'une fraction de seconde, et que son correspondant en profite pour placer un mot, c'est la voie réception qui s'ouvre, bloquant alors complètement la voie émission. Grâce à ce dispositif, on évite le phénomène de l'écho de parole, ainsi qu'une sorte d'effet Larsen. L'effet Larsen est le nom du trouble que l'on observe dans un circuit composé d'un microphone, d'un amplificateur et d'un reproducteur de sons, lorsque les sons diffusés par le reproducteur viennent à nouveau attaquer le microphone ; il se produit alors une sorte de cercle vicieux, les sons engendrés par le reproduc-

Comment est assuré le secret de l'émission

A la sortie des lignes à blocage, le courant téléphonique traverse un filtre spécial qui ne laisse passer que les fréquences comprises entre 300 et 2.400 périodes ; c'est ce qu'on appelle un filtre de bande (1). La gamme, relativement étroite, couverte par ce filtre, serait tout à fait insuffisante pour la transmission correcte de la musique, mais suffit amplement à assurer la transmission convenable de la parole.

A partir de cet instant, il ne faut plus

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 306.

considérer une seule conversation téléphonique, mais deux. Une seconde voie, en tous points analogue à celle que nous venons de décrire, arrive au meuble de secret, véhiculant une parole également filtrée entre 300 et 2.400 périodes. En outre, une ligne télégraphique rejoint les deux arrivées téléphoniques au même point. La première voie téléphonique subit l'effet de l'hétérodyne. Le principe de l'hétérodyne ayant été

Le courant résultant, de forme évidemment complexe, est alors appliqué à un poste d'émission à ondes courtes, d'une puissance-antenne de 10 kilowatts. Les longueurs d'onde utilisées appartiennent à deux gammes distinctes, afin que, selon l'heure de la journée et d'après les expériences préliminaires, on puisse toujours être assuré de la bonne propagation de l'une d'entre elles. Bien que paraissant assez voisines les

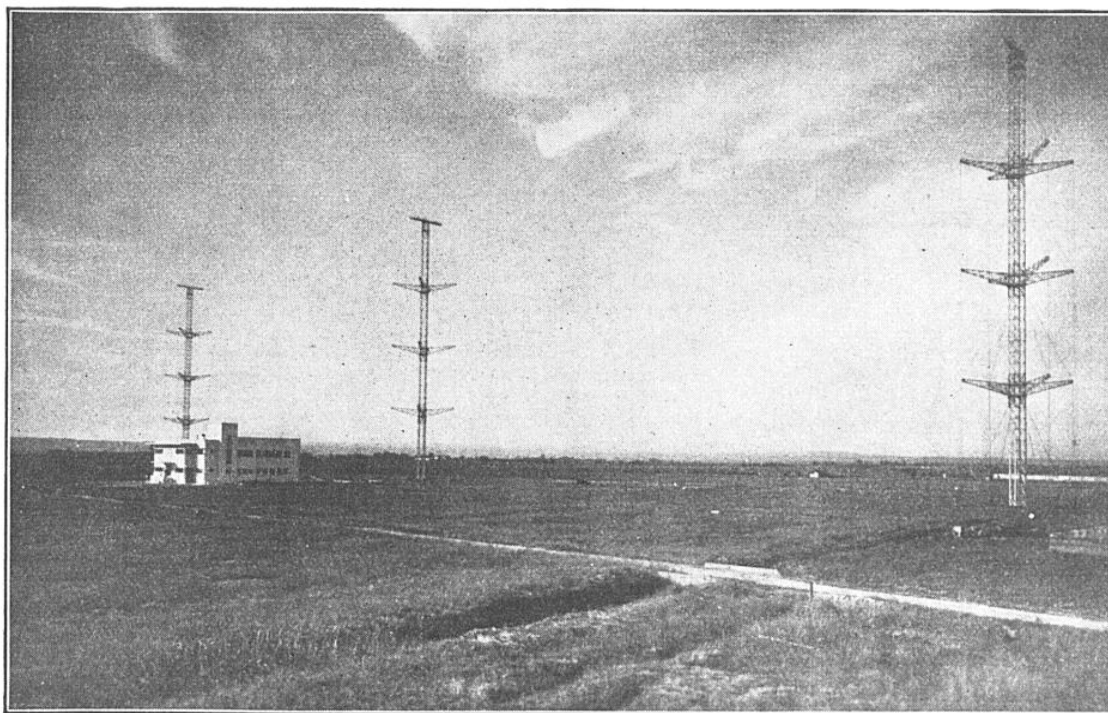


FIG. 4. — LES « AÉRIENS » PROJECTEURS DE LA STATION DES EUCALYPTUS, PRÈS D'ALGER
Les pylônes métalliques ont 75 mètres de haut environ et sont distants de 150 mètres. Chaque nappe de fils conducteurs, tendue entre deux pylônes, est constituée pour fonctionner exactement sur une longueur d'onde donnée. Près du pylône central s'élève le bâtiment abritant le poste émetteur.

maintes fois décrit dans cette revue, nous n'y reviendrons pas (1). Le résultat de ce contact entre la parole et l'hétérodyne est un courant modulé, dont la gamme de fréquence est devenue 5.500 à 7.600 périodes. A cette fréquence, la conversation est incompréhensible. Simultanément, par le même procédé, la seconde voie téléphonique est canalisée entre 8.200 et 10.300 périodes, tandis que la voie télégraphique se contente d'une bande allant de 10.650 à 10.900 périodes. Les « niveaux » des trois nouveaux courants sont soigneusement réglés. On les mélange ensuite simplement dans un même circuit.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 96, page 515.

unes des autres, ces longueurs d'onde sont réellement très différentes, les ondes courtes ne se mesurant pas en mètres, mais en centimètres. Les ondes de l'émission d'Alger sont : 24 m 75 et 33 m 48 ; celles de Paris, 24 m 56 et 33 m 19. Les stations d'émission sont situées à Pontoise, pour Paris, et aux Eucalyptus, pour Alger. Bien entendu, on ne se sert pas d'antennes ordinaires, mais bien d'aériens projecteurs « Chireix-Mesny » (1) dont le pouvoir de concentration des ondes est tout à fait analogue à celui des miroirs paraboliques pour la lumière. Les nappes d'antenne sont orientées perpendiculairement à la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 339.

ligne idéale, joignant Pontoise aux Eucalyptus et à celle joignant les Eucalyptus au centre de réception de Noisau.

Du récepteur à l'abonné

La propagation des ondes courtes est sujette à des phénomènes fort curieux. Le principal d'entre eux est l'évanouissement (1). Si ce « fading » présentait le moindre caractère de régularité, il serait aisé d'y remédier, mais il affecte les formes les plus diverses. Par moment, l'évanouissement est lent ; parfois, il agit avec une profondeur considérable, en quelques fractions de seconde. Toutefois, les dispositifs automatiques de correction du fading agissent suffisamment vite et avec assez de puissance pour mainte-

siblement atténuée. Que le récepteur soit muni ou non d'un dispositif antifading, le phénomène est parfaitement perceptible. C'est que les postes de radiodiffusion emploient un taux de modulation (1) très élevé, atteignant couramment 80 %, parfois plus. Aussi, pour peu que l'onde porteuse en proie au fading sélectif s'affaiblisse, le taux de modulation atteint 100 %, ce qui entraîne la suppression de certaines vibrations et, par là même, une distorsion parfois considérable. En modulant moins profondément, on peut éviter, dans une mesure appréciable, cette distorsion. Ajoutons que cette réduction de la modulation, excellente dans le cas qui nous occupe, n'aurait aucunement sa raison d'être en radiodiffusion.

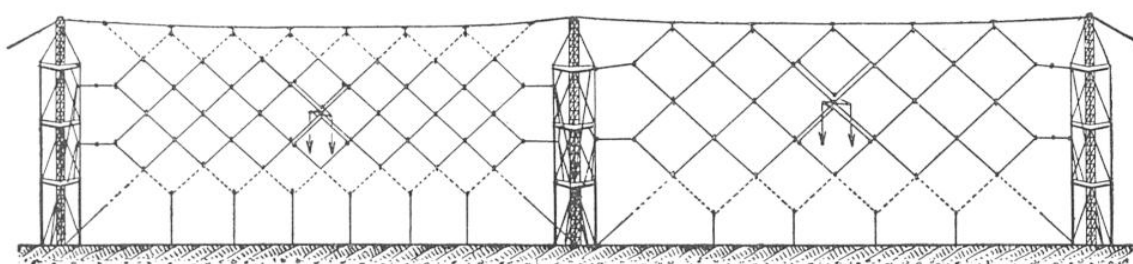


FIG. 5. — COMMENT SONT RÉALISÉS LES « AÉRIENS » PROJECTEURS POUR ONDES COURTES

A gauche, l'aérien réglé sur l'onde la plus courte ; à droite, l'aérien réglé sur l'onde la plus longue. Les flèches verticales situées au milieu de chaque nappe sont les arrivées de l'énergie radioélectrique. Une seconde nappe exactement semblable, située derrière chacune des deux premières, fait office d'écran-miroir, empêchant les ondes d'irradier en arrière et concentrant le faisceau émis en avant presque exclusivement dans la direction perpendiculaire au plan de l'aérien projecteur.

nir un niveau de réception relativement constant. Ce qui est plus grave, c'est que, parfois, le fading n'est pas total, c'est-à-dire qu'il n'affecte que certaines fréquences de la modulation, à l'exclusion des autres. C'est ce qu'on appelle le « fading sélectif ». Pour combattre ce nouvel inconvénient, on a eu recours à deux moyens. Le premier consiste à moduler peu l'onde porteuse. On a remarqué, en effet, que le fading avait pour effet d'augmenter dans de sensibles proportions le taux apparent de la modulation. En réduisant le taux initial de cette modulation, l'accroissement apparent obtenu lors de l'évanouissement de l'onde porteuse sera beaucoup moindre, et ne sera plus susceptible d'engendrer des interférences, distorsions et autres conséquences néfastes du fading. Si nos lecteurs sont auditeurs de T. S. F., ils ont certainement remarqué, lors de l'audition de stations lointaines, que, par moment, la musique et la parole diffusées sont altérées, alors que la puissance sonore n'est pas sen-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 127.

Un autre phénomène risquait de se produire, dans le récepteur, après détection. En effet, les trois bandes de modulation appliquées à l'onde porteuse, — les deux téléphoniques et la télégraphique — en dépit de toutes les précautions prises, arrivaient à interférer entre elles. Des études et des essais ont conduit à supprimer, à l'émission, l'une des deux franges de la modulation, c'est-à-dire qu'on n'émet réellement que la moitié des ondes. Si l'on voulait représenter cet artifice par un dessin, on ne verrait, au lieu d'une aire limitée sur ses bords par des ondulations symétriques, que la moitié du premier dessin, c'est-à-dire une aire dont un des bords serait rectiligne, l'autre conservant son aspect en dents de scie.

Il va de soi que les organes de réception, ayant à recevoir, amplifier et détecter une onde de cette forme, ne sont pas identiques aux organes usuels. Certaines modifications y ont été apportées. Le principe de la réception, par ailleurs, ne change pas. Deux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 362.

étages amplifient les signaux en haute fréquence, puis un circuit hétérodyne permet le changement de fréquence, suivi d'un filtre et d'un amplificateur moyenne fréquence. A la sortie de la détection, un dispositif antifading agit sur les circuits haute fréquence, tandis que le courant détecté traverse un filtre basse fréquence et un amplificateur basse fréquence.

A la sortie de l'amplificateur basse fréquence, le courant modulé est partagé en trois parties. Il s'agit maintenant de séparer les deux voies téléphoniques et la voie télégraphique. Trois filtres de bande, réglés sur les mêmes gammes de fréquence que celles ayant servi à l'émission, canalisent chacun l'une des voies. Par le procédé hétérodyne, on restitue à la parole ses fréquences normales, et à la télégraphie sa fréquence de modulation originale. Chacune des voies est alors dirigée séparément sur les organes de liaison au réseau téléphonique d'Algérie, qui sont exactement identiques à ceux qui servirent au départ de Paris, et pour la télégraphie sur l'appareil récepteur.

Quatre conversations téléphoniques et quatre transmissions télégraphiques simultanées sans brouillage

Tous les appareils que nous avons décrits fonctionnent automatiquement. Une seule opération reste continuellement à faire, c'est le réglage des niveaux, chaque abonné créant, du fait même de la nature de sa ligne, un nouveau cas à envisager. Il n'y a pas, en effet, deux lignes téléphoniques identiques, et il est très important, pour la qualité de la communication, que tout se passe comme si toutes les lignes étaient semblables. On conçoit donc que l'installation ne nécessite qu'un personnel très réduit. Une seule personne suffit à assurer la mise en marche et la surveillance de chaque émetteur. De la même façon, un seul opérateur met en marche et surveille les installations réceptrices. Au central téléphonique, indépendamment du personnel chargé d'établir les communications téléphoniques, une per-

sonne suffit encore à opérer les réglages de niveaux. On voit que cette liaison ne mobilise pas une armée de techniciens.

La puissance mise en jeu est de 10 kilowatts-antenne pour chaque émetteur, ce qui correspond à une puissance-alimentation totale de 200 kilowatts environ.

Reste à examiner les conditions de rendement de l'installation. Si la propagation est normale, ce qui est le cas pendant les deux tiers de l'année, on peut parfaitement assurer le maximum d'utilisation, c'est-à-dire quatre communications téléphoniques bilatérales et quatre acheminements télégraphiques, à raison de deux dans chaque sens. Si les

conditions sont moins favorables, il est toujours possible d'assurer au moins une communication téléphonique et une télégraphie par émetteur, ce qui réduit de moitié le rendement téléphonique, mais n'amoindrit pas la capacité télégraphique. Le moment difficile, au point de vue de la propagation, est celui de la chute du jour. Il est rare qu'à ce moment on puisse utiliser les deux émetteurs, mais il est tout à fait exceptionnel

qu'on en soit réduit à n'assurer qu'une seule communication téléphonique.

Quant à la sécurité de la transmission, un exemple frappant permet d'en juger. Lorsque, à l'émission, le dernier étage n'est pas encore sous tension, l'antenne est cependant excitée par les résidus de puissance provenant des premiers étages. La puissance rayonnée est alors 10.000 fois moindre que la puissance d'utilisation. Or, lorsque la propagation est normale, les récepteurs délivrent déjà un niveau de sortie correct. Cela se passe de commentaires.

Nous avons dit, au début de cet article, que le secret des communications était pratiquement assuré. Et effet, pour pouvoir capter et traduire une des conversations ainsi échangées, il n'y a qu'un moyen : c'est de reproduire exactement le centre de réception, avec tous les organes qu'il comporte, et de s'installer dans le faisceau des aériens projecteurs. Etant donné le peu d'intérêt qu'on pourrait avoir à capter des conversations

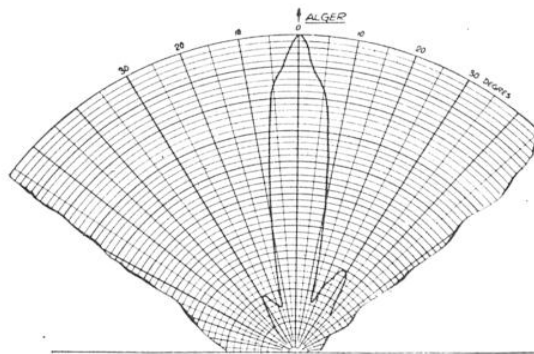


FIG. 6. — DIAGRAMME DU CHAMP PRODUIT PAR LES « AÉRIENS » PROJECTEURS

Ce diagramme montre lumineusement que l'énergie électromagnétique, rayonnée par l'aérien Chireix-Mesny, est concentrée en un faisceau très étroit projeté normalement au plan de cet aérien.

personnelles entre correspondants qu'on ne connaît pas, la dépense engagée serait disproportionnée avec le résultat obtenu.

Ajoutons que le fait de se servir de la même onde pour écouler deux conversations simultanées ne crée pas de ces mélanges de paroles appelés « diaphonie », sauf dans certains cas très particuliers. Encore, dans ces cas-là, la diaphonie n'est-elle pas supérieure à celle qui est admise dans le monde entier pour les circuits métalliques. Chose curieuse également, il se trouve que — même dans de très mauvaises conditions, alors que les communications ordinaires donneraient de piètres résultats — il est possible, grâce à la transposition de la parole, d'assurer une liaison parfaitement commerciale.

On pourra bientôt téléphoner de Paris à New York sans passer par Londres

Les autres services radiotéléphoniques transcontinentaux fonctionnent de façon absolument similaire. Récemment, une nouvelle communication a été ouverte entre Paris et Moscou. Mais, pour la France, cela n'a conduit à aucune construction nouvelle. En effet, l'arc de grand cercle reliant Paris à Saïgon passe légèrement au sud de la capitale de l'U. R. S. S., et c'est l'émetteur de Paris-Saïgon qui sert à assurer les communications pour ces deux relations. Mais qui aurait cru, *a priori*, que la ligne droite tracée de Paris à Saïgon traverserait la Russie à une latitude aussi élevée ?

Une nouvelle relation est à l'étude qui permettrait à l'Administration française

des P. T. T., d'établir une communication directe entre la France et les Etats-Unis, sans passer par la voie britannique. Mais comme, aux Etats-Unis, ce sont des compagnies privées qui assurent l'exploitation téléphonique et que ces compagnies ont des intérêts dans la liaison *via* Angleterre, les négociations ont été particulièrement délicates. Elles viennent d'être cependant couronnées de succès.

Une dernière application du téléphone intercontinental permet d'entrer en communication avec les navires en mer. Une trentaine de paquebots français, anglais, américains, allemands et italiens sont équipés pour assurer un service téléphonique analogue à celui qui unit les continents. Toutefois, comme le trafic est, en tout état de cause, assez réduit, la liaison est « simplex », c'est-à-dire qu'elle ne permet qu'une communication à la fois. Ce n'est déjà pas si mal, si l'on veut bien réfléchir que, de sa cabine, un passager peut appeler n'importe quel abonné d'Europe ou d'Amérique... Ce qui, hier, était anticipation n'étonne plus personne aujourd'hui, et il y a même des gens qui doutent des savants, puisque ces derniers n'ont pas encore réussi à rendre aussi faciles les communications avec télévision que les communications téléphoniques ordinaires. Mais là, on n'avance qu'à très petits pas. Un peu de patience encore, et bientôt on conversera — avec vision — avec les aviateurs en plein vol ; mais ce sera pour demain... ou après-demain. Sachons déjà apprécier ce dont nous jouissons aujourd'hui.

PIERRE KESZLER.



En Norvège, les industries de l'azote se développent en dépit de la crise économique et agricole. Les essais poursuivis, notamment pour la mise au point industrielle du nitrate de soude, en partant de l'eau de mer (qui remplace économiquement le carbonate de soude jusqu'ici employé), paraissent donner d'excellents résultats. Une usine pour exploiter ce procédé vient d'être mise en service récemment. Une autre installation est actuellement en construction, qui doit, avant l'été de 1936, fabriquer des engrais composés en mettant à profit les progrès réalisés dans cette branche de la synthèse chimique. Il est presque impossible d'obtenir des détails d'ordre scientifique sur les nouveaux procédés mis en œuvre. C'est, du reste, un reproche qui ne s'adresse pas exclusivement aux industriels scandinaves, mais aussi aux compagnies françaises de produits chimiques, qui ne tiennent pas à ce que l'on connaisse les perfectionnements susceptibles d'abaisser les prix de revient. Ils craignent sans doute que nos cultivateurs ne constatent — une fois de plus — que les prix de vente des engrais en France (en dépit des récents décrets) ne sont pas étrangers à la crise agricole actuelle, car ils pèsent lourdement sur le budget d'une exploitation agricole.

CE QUE COÛTE L'AUTOMOBILE, CE QU'ELLE RAPPORTE

L'AUTOMOBILE est devenue à ce point indispensable à la vie économique qu'il n'est pas un industriel, un commerçant, un agriculteur, un particulier, qui puisse se passer de son aide.

L'automobile n'enlève rien à l'importance du chemin de fer : utilisant le réseau routier, elle complète heureusement le rail.

Sans doute, la route continue à servir aux véhicules à traction animale, aux cyclistes, piétons et animaux ; cependant, on a coutume de faire supporter aux seuls véhicules automobiles la charge de tous les frais du réseau routier.

Même en acceptant de ne procéder à aucune répartition des charges entre les divers utilisateurs de la route, l'automobile est non seulement en mesure de payer tous les frais nécessités par l'extension et l'entretien du réseau routier, mais encore de laisser plus de 3 milliards de contributions aux finances publiques.

Dépenses afférentes au réseau routier

Dépenses inscrites :

1^o au budget de l'Etat (1934) :

Travaux publics	944.000.000
Intérieur.....	103.000.000

TOTALfr. 1.047.000.000

2^o aux budgets des départements :

Chiffres extraits du rapport de M. le sénateur Milan.....	1.173.000.000
---	---------------

3^o aux budgets des communes :

Chiffres extraits du même rapport de M. le sénateur Milan.	1.494.000.000
--	---------------

Il faut tenir compte, en outre, des dépenses extraordinaires des départements et des communes, évaluées au maximum à..... 200.000.000

TOTALfr. 3.914.000.000

Soit en chiffres ronds : 4 milliards de francs.

Impôts annuels payés par l'automobile (Construction, commerce, réparation, utilisation)

Les chiffres ci-après sont ceux qui ressortent des rentrées budgétaires dans le courant de l'année 1934 (1) :

(1) Pour mémoire, nous indiquons que, bien entendu, ce total ne comporte pas les charges sociales (allocations et assurances sociales) payées par les constructeurs, distributeurs, réparateurs et usagers de l'automobile.

Impôts et charges de toute nature sur essence, gas-oils, benzols, huiles de graissage :

— Droits de douane...	
— Taxe et surtaxe intérieures.....	
— Taxe au profit de l'O. N. C. L.	
— Taxe unique	
— Taxes diverses au port..	
— Charges de stockage..	4.500.000.000
— Octroi	
— Droits sur combustibles employés à la circulation routière (Etat, départements, communes).....	
— Taxes sur les pompes.	

Impôts généraux :

— Taxe sur le chiffre d'affaires.....	
— Droits de douane...	
— Taxe sur assurances..	
— Patentes, main-mortes, droits de transmission, droits de timbres, etc.	2.500.000.000
— Taxe au poids et à l'encombrement sur les véhicules industriels et remorques ..	
— Taxe de stationnement.	

TOTAL GÉNÉRAL...fr. 7.000.000.000

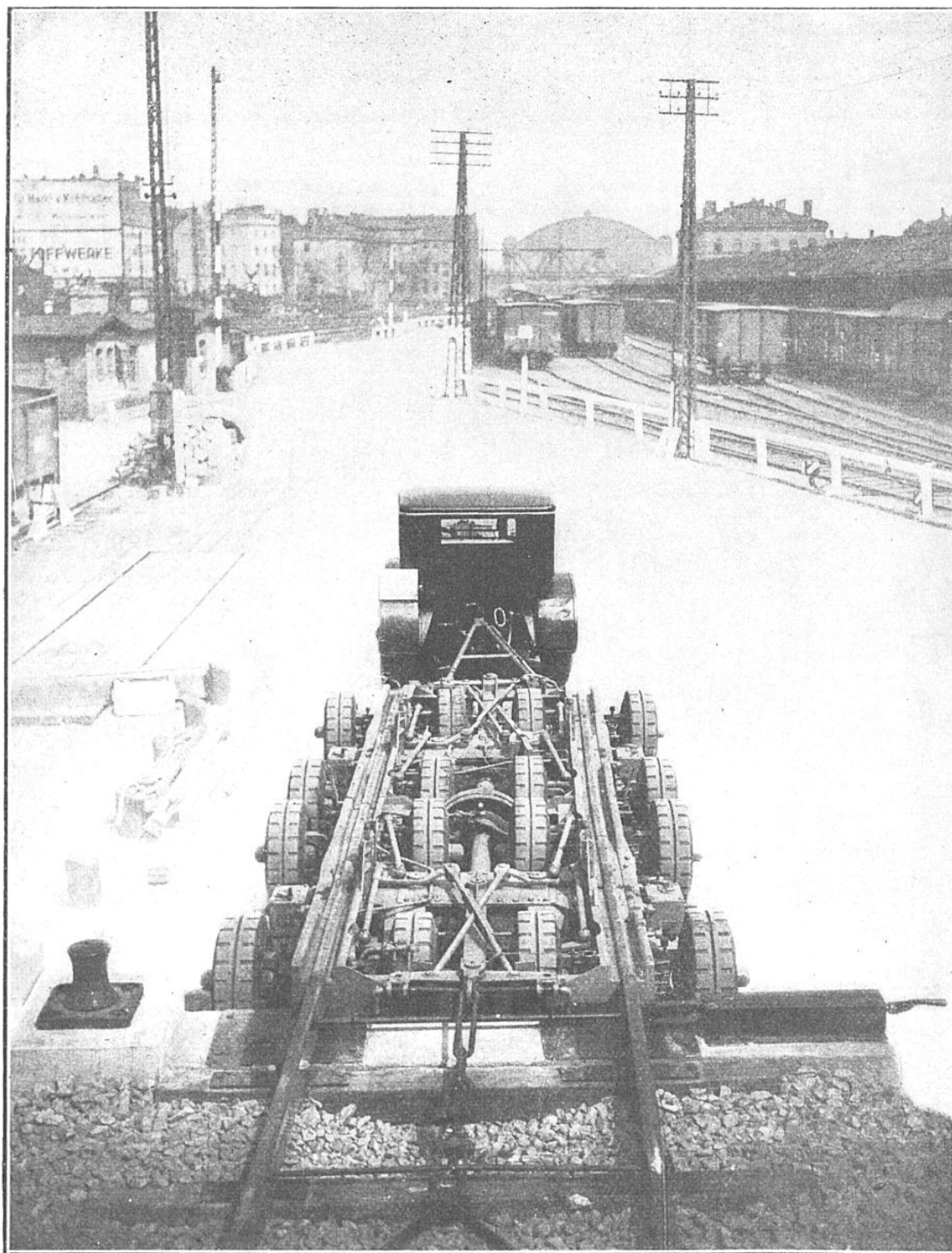
Le compte de l'automobile se solde par une balance positive

Ainsi le compte d'exploitation de l'automobile apparaît comme suit :

Dépenses. 4.000.000.000	
Solde cré- diteur.. 3.000.000.000	Recettes.. 7.000.000.000
Balance. 7.000.000.000	

Ainsi l'automobile, après avoir payé tous les frais du réseau routier, laisse encore 3 milliards de francs aux Finances publiques.

Laissant volontairement de côté le rôle économique et social, dans la vie même du pays, d'une industrie qui représente 80 milliards de sa fortune nationale et fait vivre 780.000 ouvriers, concluons en demandant qu'aucune mesure ne vienne enrayer l'essor de l'automobile française dont le développement est pour le pays une source de revenus et de prospérité.



VOICI LES DEUX TRUCKS, PRÊTS A RECEVOIR UN WAGON DE MARCHANDISES

Un quai spécial de la gare de Berlin met les wagons à hauteur des trucks, montés chacun sur huit roues munies de pneumatiques. Ces deux trucks peuvent s'éloigner l'un de l'autre selon les dimensions du wagon, dont le poids peut atteindre 32 tonnes sans surcharger les pneumatiques.

DES WAGONS CIRCULENT DANS LES RUES DES GRANDES VILLES

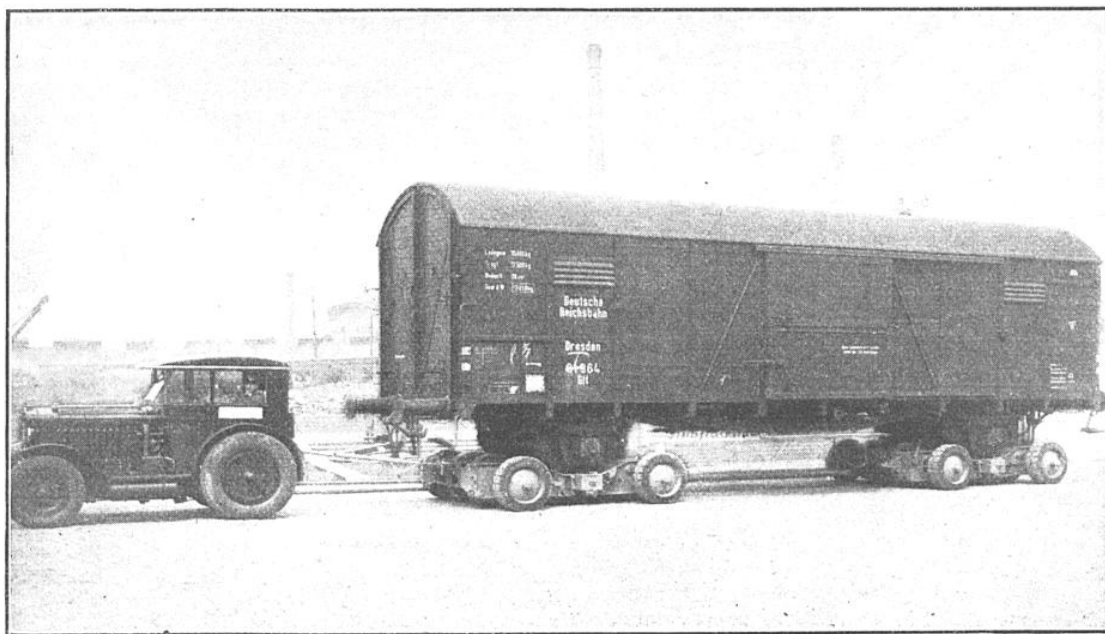
LE problème de la manutention des marchandises constitue un des éléments principaux du rendement d'une exploitation industrielle. Assurer le minimum de transbordements, c'est assurer, par le fait même, à la fois un gain de temps, une diminution de main-d'œuvre et une plus grande sécurité pour les matières fragiles.

Dans ce but, les chemins de fer allemands viennent de mettre en service un dispositif spécial qui permet de prendre les wagons à la gare d'arrivée et de les amener, par route, à destination définitive. Ce dispositif se compose de deux trucks comportant chacun huit roues montées sur pneumatiques et d'un tracteur autonome. A une gare de marchandises de Berlin, un petit quai particulier amène les wagons juste à la hauteur des rails portés par les trucks. Ces derniers peuvent, d'ailleurs, s'écarter l'un de l'autre. Dès que le premier essieu du wagon repose sur le truck de tête, celui-ci s'éloigne du

second, entraînant le wagon jusqu'à ce que le deuxième essieu de ce dernier repose sur le truck arrière. Dans cette position, l'ensemble forme un tout indéformable.

Quant aux virages, ils sont réalisés par un pivotement des roues (et non des trucks), commandé par le volant du tracteur.

Ce système est capable de supporter des wagons pesant jusqu'à 32 tonnes. Ainsi répartie sur les seize roues, la charge par pneu n'est que de 2 tonnes (soit 2,5 tonnes avec le poids des trucks eux-mêmes qui pèsent 8 tonnes), inférieure à celle d'un camion lourd qui atteint 3,75 tonnes. Il faut signaler également que cette charge est également répartie sur les seize roues, de sorte que les trépidations du sol sont réduites au minimum. Enfin, grâce à l'élasticité du dispositif, des dénivellations de 20 cm peuvent être aisément franchies. C'est dire que le transporteur peut circuler sur les plus mauvaises routes. J. M.



PORTÉ PAR LES DEUX TRUCKS SUR PNEUMATIQUES, LE WAGON DE MARCHANDISES EST AMENÉ DIRECTEMENT A SA DESTINATION DÉFINITIVE

Ainsi est résolu le problème des manutentions dans les gares. Les marchandises risquent moins d'être endommagées et la main-d'œuvre peut être réduite au minimum, d'où une économie sensible.

A TRAVERS NOTRE COURRIER...

Chaque mois, des milliers de lettres arrivent à « La Science et la Vie » de tous les points du monde. Nous nous efforçons toujours d'y répondre avec précision. Mais ce courrier abondant et varié aborde parfois des questions d'ordre scientifique, qui peuvent être portées à la connaissance de tous. Aussi, sous cette rubrique, nous nous proposons de sélectionner les plus intéressantes d'entre elles pour la majorité de nos lecteurs.

Comment a évolué la conception d'une flotte de combat

UNE flotte de combat se compose, on le sait, de bâtiments de ligne (cuirassés et croiseurs de bataille), de croiseurs, de contre-torpilleurs, de torpilleurs, de sous-marins, d'unités spéciales (porte-avions, etc.). C'est notamment le problème des croiseurs et contre-torpilleurs qui préoccupe les techniciens de la marine, et surtout en ce qui concerne leur protection et leur vitesse. On sait aussi que l'on attribue à cette vitesse un grand rôle dans la protection, puisqu'elle doit permettre aux unités les plus rapides de se soustraire aux coups de l'ennemi. Cependant la guerre de 1914 (bataille du Jutland) semble démontrer que le manque de protection par des blindages appropriés ne peut être compensé par la vitesse.

Voici, à ce sujet, l'opinion d'un officier supérieur qui a récemment quitté la marine. A son avis, il vaut mieux perdre 4 à 5 nœuds de vitesse sur nos contre-torpilleurs au bénéfice de la protection. Mais il faut ajouter que l'état-major général et les services techniques estiment encore le problème insoluble à moins d'une perte de vitesse de l'ordre de 15 nœuds ! Nos croiseurs de 10.000 et 7.000 tonnes et contre-torpilleurs construits du temps du ministre Leygues ne sont que des « navires de carton ». Aujourd'hui, nos nouveaux croiseurs marquent une reprise très nette vers l'idée de la protection, et cette doctrine devrait être appliquée aux contre-torpilleurs. Cette conception, qui se rapproche de celle de M. Paul-Augustin Normand, à savoir que la protection doit s'appliquer partout où peuvent frapper les coups ennemis, paraît donc réalisable.

On sait, d'autre part, que le colonel italien Fea estime que le poids nécessaire à la protection devrait être gagné sur le poids de la coque et des appareils moteurs, grâce à l'emploi généralisé des alliages résistants et légers. Malheureusement, les progrès de la technique semblent écarter, jusqu'à nouvel ordre, cette solution.

Aussi, d'après notre correspondant autorisé, on peut envisager une flotte de combat moderne comme suit : 6 cuirassés ou croiseurs de bataille, 12 éclaireurs protégés

de 6 à 7.000 tonnes, et... 24 hydravions torpilleurs *naviguant* de fort tonnage (100 à 120 tonnes). Nous n'en sommes pas encore là non plus, mais cela viendra...

Et les sous-marins ? C'est là une question fort délicate qui doit être traitée en partant du facteur « vitesse » des bâtiments de surface et des torpilles, et en distinguant nettement l'attaque des bâtiments de guerre et de commerce. C'est un sujet à développer sur lequel *La Science et la Vie* aura l'occasion de revenir.

Un million de dollars pour la télévision aux Etats-Unis

LA télévision a fait l'objet d'un rapport de la *Radio Corporation of America* (*R. C. A.*), qui envisage de la façon suivante le développement à donner aux applications de cette technique encore jeune, en vue d'en poursuivre l'étude rationnelle.

Il y a lieu, tout d'abord, de créer, au voisinage du laboratoire de la *R. C. A.*, dans un centre de population, un poste émetteur de télévision muni de tous les perfectionnements techniques actuellement connus. Ce poste serait également voisin des usines et du centre de radiodiffusion de la *R. C. A.*

En ce qui concerne les appareils récepteurs, un nombre limité en serait établi, chacun étant installé sur un point choisi pour l'observation, de façon à étudier le système de télévision adopté et à en rechercher les modifications afin de l'améliorer.

Enfin, la question des programmes serait également mise à l'ordre du jour afin de déterminer le genre le plus satisfaisant.

Ces expériences, rationnellement conduites, permettraient de concevoir avec précision les problèmes à résoudre pour réaliser un service régulier de télévision pour de nombreux usagers, comme celui de la radiodiffusion. Mais les Américains connaissent les difficultés d'une telle tâche. Aussi envisagent-ils un délai de douze à quinze mois pour cette réalisation, qui n'exigerait pas moins de 1 million de dollars.

En attendant ces essais, voici où en est l'avancement des recherches concernant la télévision aux Etats-Unis. L'exploration de l'image a pu être réalisée sur 343 lignes,

alors qu'il y a quelques années seulement, on en était à trente lignes ! La fréquence des images, qui était de 12 à la seconde seulement, atteint aujourd'hui 60. Dans ces conditions, il a été possible d'accroître les images reçues sans nuire à leur netteté. Toutefois, la perfection est loin d'être atteinte. La vue projetée reste analogue à celle que l'on a d'un match de football, par exemple, si l'on se trouve sur les gradins les plus élevés du stade. D'autre part, la portée de chaque poste de télévision se réduit à un rayon de 25 à 40 km. Pour couvrir d'un réseau de télévision la vaste superficie des Etats-Unis (9 millions de km²), il faudrait donc développer les relais de T. S. F. ou créer un nouveau réseau. Mais la technique des câbles n'est pas encore définitivement mise au point.

Les ingénieurs de la R. C. A. signalent, comme un des plus grands progrès réalisés, l'invention et le perfectionnement de l'« iconoscope » (2), œil électrique qui permet de recueillir plus facilement une scène de studio et de diffuser des spectacles ayant lieu à distance.

La supercentrale thermique de Buenos-Aires

BUENOS-AIRES, capitale de la République Argentine, compte plus de 2.200.000 habitants. Pour satisfaire à ses besoins sans cesse croissants d'énergie électrique, une centrale thermique vient d'être établie, dont la puissance totale atteindra 450.000 kilowatts. Cette usine a été construite dans le nouveau port, « Nuevo Porto », de Buenos-Aires, sur le Rio de la Plata. En effet, d'une part, on disposait ainsi de la grande quantité d'eau nécessaire au refroidissement des condenseurs ; d'autre part, le charbon et le mazout, arrivant par voie d'eau, pouvaient alimenter directement la centrale ; enfin, les consommateurs d'énergie se trouvaient à proximité. Les terrains nécessaires ont, d'ailleurs, été conquis sur le fleuve grâce à la construction d'une digue.

Actuellement, un seul bâtiment de chaudières, comprenant huit unités, est terminé. L'installation complète prévoit vingt-quatre unités. Sept à huit turboalternateurs fourniront les 450.000 kilowatts, et la tension choisie est de 27.500 volts.

Signalons, en outre, que les chaudières sont chauffées normalement au mazout, certaines étant, néanmoins, munies de grilles, pour être chauffées éventuellement au charbon. Elles sont établies pour une pression de 48 kg par centimètre carré.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 158.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 411.

Comme dans toutes les centrales modernes, un tableau lumineux de commande permet le contrôle de la marche de l'installation électrique. Il en est de même pour la partie thermique, dont un schéma lumineux montre à chaque instant les organes en service ou non par des changements de couleurs, et où des appareils de mesure permettent de se rendre compte de la consommation de vapeur par rapport à l'énergie électrique produite.

A propos des unités industrielles

DE nombreux lecteurs nous écrivent de temps à autre pour nous demander s'il existe des règles imposées pour désigner par leur symbole les unités principales utilisées dans la science et l'industrie. A toutes fins utiles, voici les principales appellations qui ont été adoptées par le Bureau des Normes de l'Automobile (B. N. A.).

Ampère.....	A	Joule.....	J
Are (100 m ²).....	a	Litre (1 dm ³)....	l
Bougie décimale..	bd	Lumen.....	lu
Calorie g		Lux.....	lx
(g d'eau).....	pth	Mètre.....	m
Calorie kg		Mètre carré.....	m²
(kg d'eau)....	mth	Mètre cube.....	m³
Centime (0,01 f)..<	c	Minute (angle) ..	'
Cheval		Minute (temps)..<	mn
(75 kg.m/s)....	ch	Ohm.....	O
Coulomb.....	C	Pièce (pression) .	pz
Degré (angle). ..	d ou °	Quintal métrique	
Degré		(100 kg).....	q
(température)..<	°C	Seconde (angle)..<	"
Dioptrie.....	Δ	Seconde (temps)..<	s
Franc (monnaie)..	f	Stère (1 m ³).....	st
Frigorie		Sthène (force) ...	sn
(= 1 mth).....	fg	Thermie (t d'eau)..	th
Grade (angle)....	gr	Tonne (1000 kg)..	t
Gramme.....	g	Volt.....	V
Heure (temps)...	h	Watt.....	W

Quelques remarques à ce sujet : tout d'abord, ces symboles s'écrivent sans s au pluriel (s signifie seconde). On voit en outre que la calorie-gramme (quantité de chaleur pour élever de 1 degré centésimal 1 gramme d'eau) ne constitue plus une unité fondamentale. Celle-ci est la *thermie*, quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° C 1 tonne d'eau (1 million de grammes). La calorie-gramme (appelée aussi « petite calorie ») vaut donc 1 millionième de thermie ou 1 *microthermie*, soit 1 *pth* (la lettre grecque *μ* signifiant « micro », c'est-à-dire millionième). La calorie-kilogramme (grande calorie) vaut 1 millièmième de thermie, ou 1 *millithermie*, soit 1 *mth*.

Mais on emploie beaucoup également des unités dérivant de la composition des unités principales. Ainsi, lorsque une grandeur est le *produit* de deux facteurs, on sépare les deux symboles correspondants par un point

(signe de la multiplication). Ex. : le travail en kilowatts-heure signifie le nombre de kilowatts fournis pendant un certain nombre d'heures, on l'écrit kW.h.

Lorsque une grandeur est le *quotient* de deux facteurs, on sépare les deux symboles correspondants par une barre inclinée (signe de la division). Ex. : une pente évaluée en mm par m signifie que, pour la trouver, on divise la hauteur en mm par la distance en m. On l'écrit mm/m. De même, une pression s'écrit en kg/cm², une vitesse en km/h.

On peut d'ailleurs combiner les deux règles : ainsi une puissance peut s'écrire kg.m/s (travail en kilogrammètres divisé par le nombre de secondes mis pour l'effectuer).

Certaines règles auxiliaires, trop faciles à comprendre par leurs applications pour qu'il soit nécessaire de les expliquer, ont été adoptées pour la manière de séparer les tranches de trois chiffres, à gauche ou à droite de la virgule, pour l'écriture des exposants, etc.

Voici, pour terminer, les symboles des préfixes et leur valeur :

MULTIPLES			
VALEURS		NOMS	SYMBOLES
10 ¹	 10	déca	da
10 ²	 100	hecto	h
10 ³	 1 000	kilo	k
10 ⁴	 10 000	myria	ma
10 ⁵	 100 000	hectokilo	hk
10 ⁶	 1 000 000	méga	M
SOUS-MULTIPLES			
VALEURS		NOMS	SYMBOLES
10 ⁻¹	0,1.....	déci	d
10 ⁻²	0,01	centi	c
10 ⁻³	0,001	milli	m
10 ⁻⁴	0,000 1	décimilli	dm
10 ⁻⁵	0,000 01	centimilli	cm
10 ⁻⁶	0,000 001	micro	μ

Les préfixes s'écrivent immédiatement avant l'unité, sans espace ni séparation. Donc, par exemple, dm veut dire décimètre, mais dmm signifie décimillimètre ou dix-millième de mètre; cm = centimètre; cmm = centimillimètre ou cent-millième de mètre.

Le réseau d'Etat français de radiodiffusion

A l'heure actuelle, la situation de la radiodiffusion n'est pas encore complètement réglée. Divers projets de statuts soumis au Parlement restent à examiner. Aussi, à côté des postes d'Etat, exploités par les P. T. T. au point de vue

technique, les postes privés sont-ils toujours « provisoirement » autorisés à poursuivre leurs émissions. Voici quels sont, actuellement, les stations régionales du réseau d'Etat français : Camphin-Lille, 60 kW, longueur d'onde 247 m 30; Brumath-Strasbourg, 60 kW, longueur d'onde, 349 m 20; Tramoyes-Lyon, 100 kW, longueur d'onde, 463 m; Grenoble, 15 kW, longueur d'onde, 514 m 60; Réaltor-Marseille, 90 kW, longueur d'onde, 400 m 60; Montpellier, 15 kW, longueur d'onde, 224 m; Muret-Toulouse, 120 kW, longueur d'onde, 386 m 60; Bordeaux, 120 kW, longueur d'onde, 278 m 60; Limoges, 120 kW, longueur d'onde, 328 m 60; Thourie-Nantes-Rennes, 120 kW, longueur d'onde, 288 m 60; La Brague-Nice, 60 kW, longueur d'onde, 253 m 30; Villebon-Paris, 120 kW, longueur d'onde, 431 m 70.

Ce réseau d'Etat est aujourd'hui presque achevé. Six ans auront été nécessaires pour arriver à ce résultat. Notre retard vis-à-vis des réseaux étrangers, notamment allemand, anglais, américain, doit être comblé rapidement.

Qu'est-ce que le lignite ?

EN France, on désigne officiellement sous le nom de lignites les combustibles formés dans le sol postérieurement aux terrains carbonifères contenant la houille. Cette appellation n'est guère précise, car, d'après-elle, certains anthracites du Tonkin notamment, d'excellente valeur, devraient être considérés comme des lignites. On risque donc de grouper sous le même nom des combustibles de valeurs fort diverses, les uns contenant, par exemple, 60 % d'eau et d'un pouvoir calorifique de 2.000 calories; d'autres contenant 15 % d'eau et fournissant 6.000 calories.

En Allemagne, où le lignite abonde, on réserve le nom de *Lignit* au bois fossile, substance de teinte claire, dont les propriétés sont plus voisines de celles du bois que de celles du charbon. Mais pour les combustibles qui, sans constituer de la houille proprement dite, sont constitués par des végétaux dont la transformation est plus complète, deux grandes catégories sont envisagées : le *Braunkohle* (25 à 60 % d'eau), et le *Schwarzkohle*, plus voisin du charbon. Enfin, en Allemagne, on a adopté encore d'autres dénominations secondaires, qui n'ajoutent rien à la clarté de la classification mais prouvent la tendance vers des définitions précises.

Au moment où l'on se préoccupe de plus en plus de la fabrication des carburants de remplacement par l'hydrogénation du charbon ou des lignites, il est à souhaiter qu'une réglementation soit élaborée afin que l'industrie des essences synthétiques puisse utiliser, en connaissance de cause, le combustible le mieux approprié à ses besoins.

CONSEILS AUX SANS-FILISTES

Par Géo MOUSSERON

Sous cette rubrique, notre collaborateur, particulièrement qualifié, expose à nos nombreux lecteurs sans-filistes les nouveautés les plus intéressantes susceptibles de porter au maximum le rendement des radiorécepteurs modernes et l'agrément des auditions.

Les détails techniques du « P. B. 5 »

Il est facile à comprendre qu'un récepteur à 9 lampes plus la valve ne puisse s'accommoder « d'à peu près ». Certes, plus on utilise de tubes, plus on est en droit d'espérer des résultats appréciables. Par contre, la mise au point de la maquette est toujours plus complexe, en raison des multiples circuits dont le couplage doit être judicieusement étudié.

En utilisant les lampes transcontinentales pour ce montage, l'auteur s'est assuré un excellent rendement sur toutes les fréquences. Celles-ci sont nombreuses, puisque

l'emploi d'un bloc G. 66 donne une gamme comprise entre 11 et 2.000 m.

Il convient de signaler la présélection à lampe, ou étage haute fréquence, disposée devant l'octode. Cette préamplification apporte à la grille de la AK. 2 des oscillations de grande amplitude. La suite se devine aisément. Même les postes lointains sont entendus aisément sans la moindre difficulté. Un seul doute peut subsister en ce qui concerne l'oscillation plus ou moins facile du système sur les ondes très courtes. Or, l'octode est précisément la lampe idéale qui permet un fonctionnement toujours semblable, tant sur ondes longues que courtes.

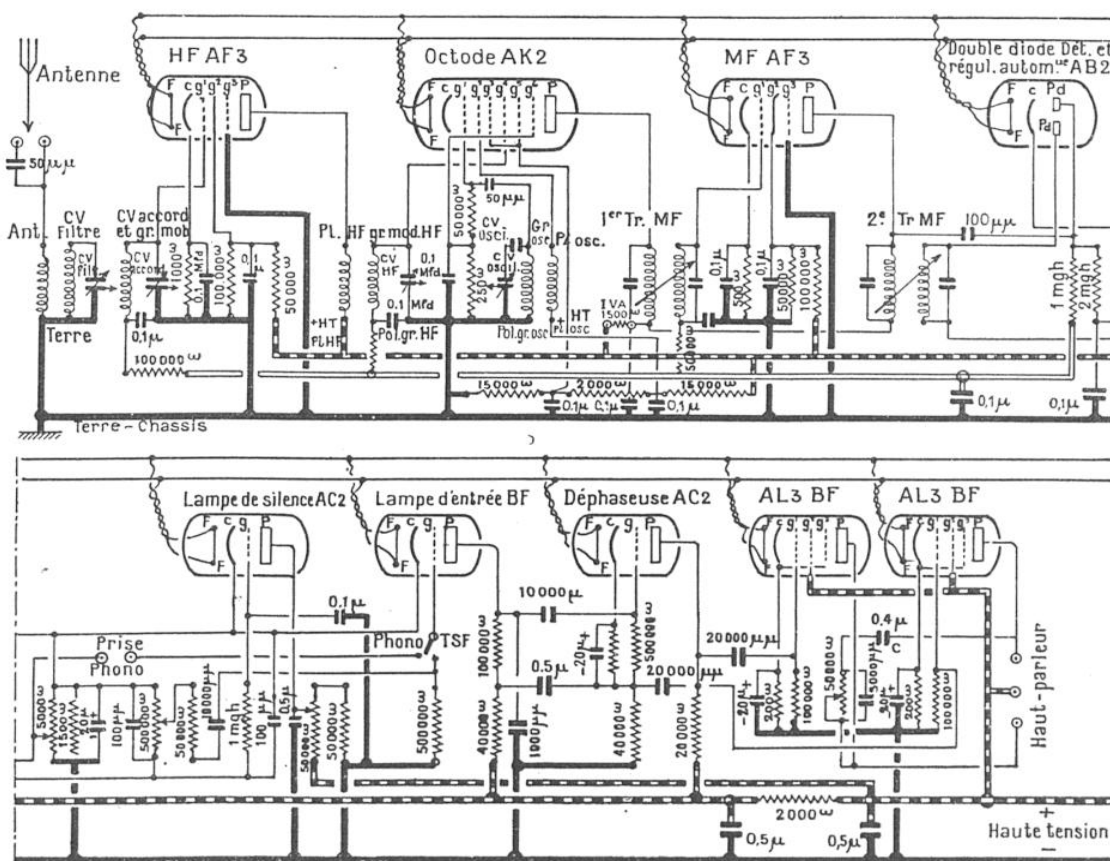


FIG. 1. — SCHÉMA COMPLET DE MONTAGE DU POSTE « P. B. 5 »

D'autre part, afin de garder toutes les émissions stables et sans affaiblissement, l'appareil est muni d'un régulateur automatique, mais à point de fonctionnement retardé. Il faut ajouter le réglage silencieux, qui s'impose sur un appareil de classe, avec, bien entendu, le réglage visuel qui remplace l'oreille.

L'amplificateur comporte le push pull à couplage cathodyne, qui allie la puissance à la fidélité musicale.

Le schéma figure 1 indique en détail les lampes utilisées avec le rôle qu'elles remplissent. Dans la réalisation, on aura soin d'utiliser un capuchon de blindage couvrant la partie supérieure de la lampe. On jugule ainsi tout accrochage possible, et la stabilité du montage est remarquable.

Si nous passons à la réalisation proprement dite, nous retrouvons le procédé des plaquettes de résistances et condensateurs fixes, qui permet d'obtenir un montage soigné et dépourvu de tous fils inutiles.

L'emplacement de chacun des organes répond à son rôle théorique, et l'on peut admettre que le schéma est répété pratiquement sur le châssis. C'est donc avec un minimum de connexions qu'est réalisé ce poste qui gagne d'autant en sensibilité. On peut, d'ailleurs, prouver, autrement que par des mots, comment on augmente le rendement d'un poste par ses seules connexions et disposition des accessoires. Par des fils entrecroisés et trop longs, des accrochages prennent naissance. Il faut donc stabiliser le circuit coupable. Cette stabilisation ne s'effectue qu'au moyen d'un amortissement inévitable. Concurrément, voici un montage identique quant à sa conception. Par contre, les organes de liaison et les connexions sont disposés de telle sorte que les couplages parasites n'existent pas. Chaque lampe donnera son maximum d'amplification sans aucun sifflement. Ce sont donc des amplitudes plus grandes qui sont transmises aux lampes suivantes. En définitive, et pour un même montage, le gain en puissance et en sélectivité est remarquable.

C'est sur les détails de ce genre qu'est étudié le P. B. 5, lequel semble répondre, à lui seul, aux désirs multiples des auditeurs modernes.

Les postes sur batterie

UNE erreur trop commune est celle qui consiste à croire qu'un poste moderne doit nécessairement fonctionner sur le secteur. C'est avant tout une mauvaise interprétation. Pour mieux nous faire comprendre, revenons en arrière, à une époque relativement peu éloignée, mais à laquelle il fallait des piles ou des accus pour entendre la radiophonie. On ne connaissait pas encore le moyen d'utiliser le secteur pour alimenter le poste de réception. Il est hors de doute que la mise au point des systèmes redresseurs, l'apparition de lampes spéciales pour

réseaux électriques ont créé des possibilités nouvelles tout en constituant un progrès indéniable. Comme la lampe-secteur est arrivée avec des caractéristiques bien supérieures à la lampe-batterie ancien modèle, la supériorité des nouveaux postes a paru liée au nouveau procédé d'alimentation. D'où on en a conclu instantanément : « Le poste sur accus est mort : il n'en faut plus parler. »

Rétablissons les faits. Il est bien entendu que tout auditeur ou sans-filiste qui dispose du courant lumière veut profiter de ses bienfaits et n'a nul besoin de batteries diverses. Par contre, il existe de nombreux amateurs, ou candidats-amateurs, qui, n'ayant pas le courant électrique, veulent à juste titre avoir un poste récepteur. Il y a aussi les personnes de certaines régions dont le secteur est d'une telle irrégularité que son utilisation ne peut être envisagée un seul instant. Il y a ces petits secteurs de province qui sont trop souvent arrêtés pour de multiples causes. N'y a-t-il pas aussi les réseaux lumière parasites à outrance, et qui peuvent servir à tout, sauf à la réception des ondes radiophoniques ?

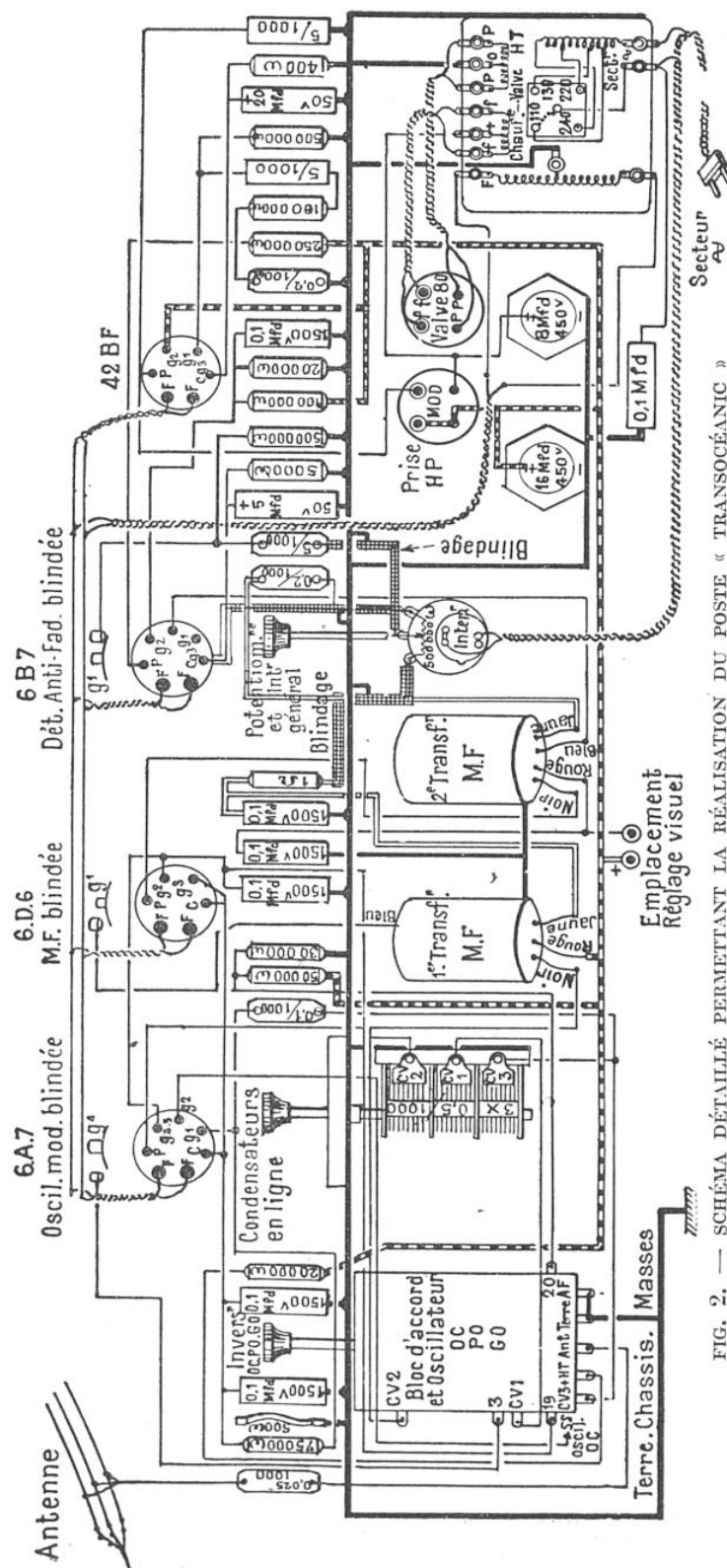
Tous ces amateurs se sont trouvés découragés depuis l'apparition du poste-secteur. Ils ont pensé que le poste-accus était détrôné et qu'il leur restait, en tout, les vieux appareils d'autrefois, démodés, peu sensibles et dénués de toute puissance. Autant d'erreurs certaines. Le poste moderne à accus existe. Toutes les lampes-secteur à multiples grilles ont leur équivalence dans les nouvelles lampes-batteries, ce qui permet de posséder un récepteur dernier cri, présentation 1936, muni de la régulation automatique, lampe de silence, réglage visuel, etc. La grande famille sans-filiste n'a plus de parents pauvres. Le poste-batterie connaît à nouveau une vogue certaine, pour l'excellente raison que le secteur régulier et stable n'existe pas partout.

Avant de donner des indications, schémas et conseils pour ce genre de récepteur, nous voudrions connaître l'avis et les désirs de nos lecteurs. Le poste-batteries moderne vous intéresse-t-il ? C'est ce que nous vous demandons de nous dire.

Le « Transocéanica »

LE titre seul permet de comprendre à quelle nécessité répond ce récepteur. Les stations émettrices lointaines, qui ont leurs assises au-delà de l'océan, sont reçues avec la même régularité que si elles fonctionnaient sur notre territoire.

A première vue, l'appareil semble relativement modeste, quant au nombre de ses lampes du moins. Quatre en tout, sans faire entrer la valve en ligne de compte. Pourtant, un sans-filiste averti n'oublie pas que le nombre de tubes en fonction ne suffit pas pour lui permettre de juger d'un montage. Sa réalisation, sa conception, le matériel



utilisé, ainsi que ses caractéristiques, voilà ce qui autorise un jugement valable, pour un récepteur de radiophonie.

La partie essentielle du poste est le bloc Accord-Oscillateur dont tous les bobinages sont montés sur un commutateur. Cette façon de procéder offre un gain considérable en tant que rendement. Les connexions sont raccourcies au strict minimum. C'est là un premier facteur de succès. Tous les enroulements pour les gammes ondes courtes, petites ondes et grandes ondes sont étudiés pour ramener les pertes à une valeur négligeable. Les mandrins des enroulements O. C. sont préparés « en creux » afin de recevoir le fil qui une fois bobiné, ne peut plus bouger parce que fixé dans le sillon spiralé. Ainsi l'écartement entre spires est maintenu. C'est la condition première pour la réception des fréquences élevées (ce qui correspond aux ondes très courtes).

On a quelquefois signalé la difficulté de réception des O. C. par rapport aux P. O. et G. O. sur un récepteur toutes ondes. C'est là une vérité relative en ce sens qu'elle prend toute sa valeur avec un ensemble oscillateur (lampe et bobinages) mal calculé. Avec le *Transocéanique*, il est possible d'affirmer une écoute aisée, tant sur 15 m que sur 2.000.

Tout bobinage bien établi apporte la sélectivité désirée. Bien que nos essais aient été faits à Paris, ville qui ne peut être considérée comme le paradis sans-filiste, aucune réception n'a été couverte par une interférence quelconque. Des essais dans la capitale peuvent être considérés comme un critérium.

Par ailleurs, ce récepteur possède tous les perfectionnements techniques que l'on peut demander à un récepteur de l'année : régulation automatique, réglage visuel, etc.

Le schéma détaillé permet la réalisation parfaite de ce poste.

GÉO MOUSSERON.

SANS-FILISTES, avant d'acquiescer un poste, consultez les services techniques de « **La Science et la Vie** ».

L'ALUMINIUM ET LE CAPSULAGE DES BOUTEILLES

DANS l'article général sur l'aluminium et les Arts Ménagers (1), nous avons mentionné son emploi pour le bouchage des bouteilles au moyen de capsules. Voici quelques renseignements complémentaires sur ce sujet. Signalons tout d'abord que la fermeture par capsule métallique est utilisée depuis longtemps pour remplacer le bouchon de liège, à cause de la qualité variable de ce dernier, de sa porosité, des précautions indispensables pour son emploi et de son prix élevé lorsqu'il s'agit de liège de bonne qualité. Nous n'envisageons ici, en effet, que le bouchage en grande série, tel qu'il est pratiqué au moyen de machines automatiques, ou le bouchage en série plus réduite au moyen de machine à bouchage à main. C'est au fer-blanc que l'on fit appel d'abord pour confectionner ces petites capsules bien connues.

On sait que la capsule de fer-blanc s'obtient par emboutissage d'un disque de métal comportant sur le pourtour une série de petits crans. Cette capsule toute préparée est posée sur le goulot de la bouteille et sertie par une machine boucheuse sur le jonc que porte le sommet du goulot. Un des gros inconvénients du bouchon couronne est sa difficulté de débouchage, qui exige un outil spécial. Aussi que de bouteilles cassées ou ébréchées, qui doivent aller au rebut !

Aujourd'hui, l'aluminium est de plus en plus utilisé dans le même but. La capsule d'aluminium par sertissage est une petite calotte plate, sans aucune griffe, qui, sur un côté ou deux côtés opposés l'un à l'autre, s'étale en une languette. La capsule est, ou bien toute préparée à l'avance et posée par sertissage autour du goulot de la bouteille avec des machines à main, ou bien découpée dans une bande de métal et sertie par une machine automatique. La malléabilité du métal lui permet d'épouser exactement la forme du goulot de la bouteille, même s'il comporte un défaut. La ou les languettes dont la capsule est pourvue sont destinées à faciliter l'arrachage de la capsule.

Ainsi le sertissage est continu, et l'étanchéité assurée d'une façon parfaite.

Quant à l'arrachage de la capsule en aluminium, il s'effectue, sans le secours d'aucun outil, en tirant à la main sur la languette dont nous avons parlé. Dans ces conditions, le déchirement de la capsule constitue une garantie contre la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 163.

possibilité d'une seconde utilisation.

Le revêtement intérieur de la capsule est formé par une rondelle de liège naturel munie d'une pastille de papier métallique, afin d'éviter tout contact du liquide avec le liège. Cette pastille, qui était en étain, est de plus en plus en papier d'aluminium.

L'emploi de cette capsule pour les vins, liqueurs et boissons diverses s'est rapidement développé. L'économie et la rapidité du bouchage par cette méthode la feront adopter certainement, même si elle exige une modification éventuelle du type de bouteille utilisé.

La capsule métallique s'est généralisée pour les eaux minérales. En France, Evian, Contrexéville, etc., ont adopté la capsule d'aluminium.

Pour la bière, elle tend à remplacer le bouchon en porcelaine avec rondelles de caoutchouc ou le bouchon couronne, notamment dans certains pays où la bière n'est pas servie en bocks, mais en bouteilles. Ajoutons qu'au point de vue des bières, comme des eaux minérales gazeuses, la capsule d'aluminium résiste parfaitement aux pressions intérieures. Enfin, le lait, qui nécessite des soins minutieux de propreté, est livré par de grandes sociétés dans des bouteilles de verre ou de carton capsulées à l'aluminium.

Il est enfin intéressant de signaler que l'aluminium s'utilise pour la capsule à vis et la capsule de surbouchage. La capsule à vis est une sorte de bonnet cylindrique, dont la paroi est façonnée en spirales et se visse sur une spirale correspondante venue de fonderie sur le goulot de la bouteille.

Quant à la capsule de surbouchage, c'est la transposition en aluminium de l'ancienne capsule en étain ou en plomb, et qui sert de décoration à la bouteille bouchée par le simple bouchon de liège.

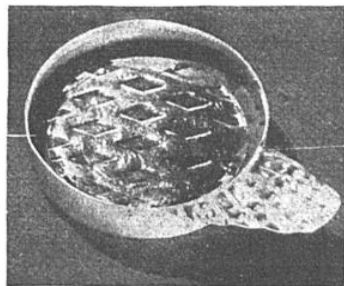
Mais c'est surtout à la capsule en aluminium de bouchage par sertissage que l'industrie alimentaire des liquides fait aujourd'hui appel.

Hygiène, étanchéité, commodité d'emploi, économie, telles sont les principales qualités qui ont concouru à la diffusion de la capsule en aluminium dans tous les domaines de l'alimentation.



(1 hoco Kollar.)

BOUTEILLES D'EAU D'ÉVIAN
CAPSULÉES À L'ALUMINIUM



VUE PAR-DESSUS ET PAR-DESSOUS D'UNE CAPSULE D'ALUMINIUM

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Pour préparer rapidement de la glace

LA préparation facile et rapide de la glace chez soi constitue un problème d'ordre ménager dont la solution permet d'accroître notablement le confort dans la vie de chaque jour. Aussi a-t-il été



L'APPAREIL « POMPAGEGLACE »

étudié depuis longtemps et, dès 1933, M. Peaucellier déposait un brevet à ce sujet, utilisant dans cette invention le froid produit par l'ébullition de l'eau dans le vide. La chaleur de vaporisation de l'eau étant uniquement empruntée au liquide, celui-ci se refroidit rapidement. Ainsi le procès-verbal de l'essai n° 79.668, effectué au Conservatoire des Arts et Métiers, mentionne que 250 g d'eau distillée prise à la température de 24,5° C bout en 23 s, commence à se congeler en 45 s et est entièrement transformée en glace en 75 s ; 240 g de glace sont obtenus.

Le principe de cet appareil est fort simple : il s'agit de faire le vide au-dessus de l'eau au moyen d'une pompe et d'absorber la vapeur d'eau formée par un corps qui en est très avide, l'acide sulfurique.

Mais le bon rendement d'un tel appareil ne peut être obtenu que par une construction soignée. Il faut, en effet que, d'une part, la pompe à vide ne laisse pas pénétrer de l'air, ce qui diminuerait immédiatement son efficacité, et, d'autre part, que l'acide sulfurique ne risque pas de venir souiller l'eau à congeler. La lecture du brevet de M. Peaucellier et celle d'une addition concernant un perfectionnement à son appareil, qu'il a appelé *Pompaglace*, ne laisse aucun doute à ce sujet. D'ailleurs, on peut lire aussi, sur le procès-verbal indiqué ci-dessus, que la fréquence des coups de piston n'était que de 1 coup par 1,20 s et que l'eau réfrigérée ne contenait pas d'acide sulfurique.

Signalons, en outre, que cet acide sulfurique se trouve chez tous les droguistes à un prix très bas, et qu'il peut donc être renou-

velé facilement dès que la quantité de vapeur d'eau qu'il a absorbée l'a par trop dilué.

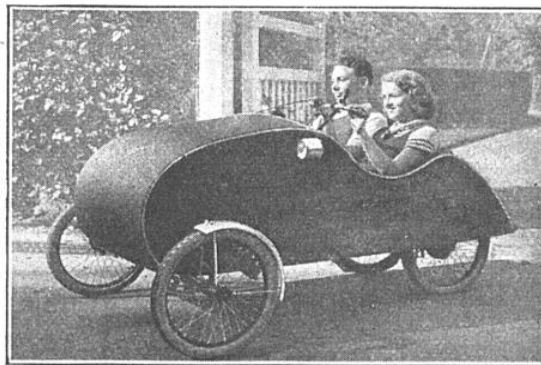
Enfin, cet appareil peut être évidemment utilisé aussi pour la préparation de sorbets, de crèmes ou friandises glacées, etc.

POMPAGEGLACE, 314, rue Saint-Martin, Paris (3^e).

Le cyclotourisme et le « Vélocar »

NOUS avons exposé, au fur et à mesure de leur mise au point, les diverses applications du pédalage horizontal sur l'appareil maintenant bien connu : le *Vélocar*. Le cyclotourisme — dont les adeptes deviennent chaque année plus nombreux à cause de la facilité de déplacement procurée par la bicyclette, jointe à l'économie de ce mode de promenade — devait, lui aussi, trouver dans le *Vélocar* un auxiliaire précieux. Rouler à deux, assis côte à côte, confortablement assis sur des coussins capitonnés (de même que les dossiers), pousser sans effort, sur les pédales, grâce au point d'appui formé par le dossier, un petit véhicule à quatre roues, donc très stable, ne pesant que 37 kg, d'un faible encombrement (1,80 m × 1,30 m × 0,90 m), constitue évidemment un agrément remarquable pour la promenade. Signalons en outre la forme aérodynamique de la carrosserie, ainsi que la position du « vélocariste » conforme aux règles de l'hygiène. Enfin, une légère capote permet de se mettre à l'abri des intempéries et un coffre assure le transport des bagages des touristes.

Au point de la vue de la construction, mentionnons le châssis en tubes d'acier, la



LE « VÉLOCAR » DE CYCLOTOURISME

direction à fusées orientables et barre d'accouplement, les pédales indépendants, réglables selon la taille du cycliste, le changement de multiplication par dérailleur (5,75 m, 4,50 m, 3,40 m, 2,70 m, qui, sur demande, peuvent être modifiés), les pneumatiques super ballon 500 x 50, les freins puissants sur tambour de gros diamètre, le différentiel constitué par les roues libres arrière, la carrosserie en contreplaqué gainé avec grande porte donnant un accès facile, l'éclairage électrique par alterno-phare pile, la trousse de réparations, etc. Ajoutons enfin que les compagnies de chemins de fer l'acceptent comme bagages, ce qui donne aux touristes l'assurance de pouvoir, en toutes circonstances, regagner rapidement leurs pénates.

CH. MOCHET, 66-68, rue Roque-de-Fillol, Puteaux (Seine).

Un excellent poste « toutes ondes »

Nous avons déjà souligné, dans nos précédents articles, la faveur de plus en plus croissante pour les postes toutes ondes bien étudiés.

Signalons qu'un poste à ondes courtes doit avoir avant tout deux gammes d'ondes pour rendre moins pointu le réglage de l'accord. Il doit avoir une démultiplication spéciale à rapport élevé sans aucun jeu, et, comme cela serait gênant pour les ondes moyennes et longues, il faut un véritable changement de vitesse sur les commandes de démultiplication.

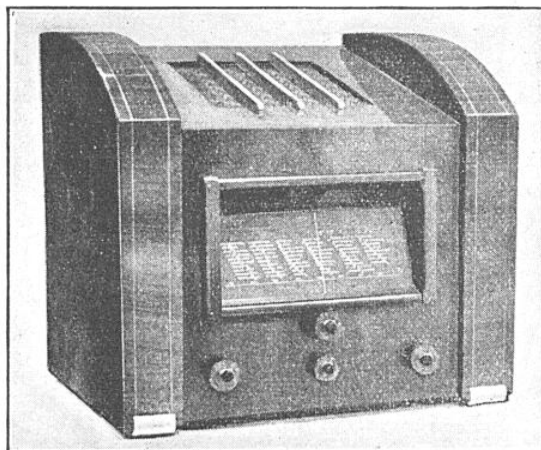
On utilisera les lampes les plus favorables pour les ondes courtes et, à cet égard, il semble que les nouvelles lampes type « européen » à prise latérale donnent entière satisfaction. Il est utile de prévoir un minimum de six ou mieux sept lampes, de façon à éviter les pertes inévitables dans le contacteur, qui est d'autant plus compliqué qu'il y a de gammes d'ondes, les lampes seront ainsi moins poussées et le fonctionnement sera plus stable sur des secteurs variables.

Pour renforcer cet effet, il sera utile de disposer d'un double filtrage à l'alimentation, ce qui réduit les inconvénients de bruit de fond et des parasites naturels ou industriels.

Enfin, l'application du système « High Fidelity », innovation particulièrement appréciable, produit une excellente tonalité, quelle que soit l'intensité du son, et cela sur toutes les gammes de longueur d'ondes. D'autres souhaits sont exprimés par les usagers : contrôle de tonalité très progressif, cadran largement dimensionné, gradué en noms et en longueurs d'ondes, éclairage non éblouissant, indicateur de syntonisation permettant un réglage silencieux et précis.

Nous sommes heureux de signaler que les Etablissements Roland-Radio ont établi un poste répondant à ces caractéristiques.

Sans être d'un prix élevé, ce poste possède, en effet, deux gammes d'ondes courtes,



UNE DES PRÉSENTATIONS DU POSTE SEPT LAMPES TOUTES ONDES « ROLAND-RADIO »

deux vitesses de démultiplication, cadran largement dimensionné en verre gradué, éclairage indirect, tone contrôle, réglage visuel silencieux, haut-parleur de grande dimension assurant une grande fidélité dans la reproduction musicale et, en outre, une remarquable sensibilité due à l'emploi de sept lampes multiples.

Pratiquement, il assure à Paris la réception de tous les postes européens, entre autres de Moscou sur 25-50 et 1.780 m, ainsi qu'un grand nombre de postes transcontinentaux.

ETABLISSEMENT ROLAND-RADIO, 45, rue Aristide-Briand, Levallois (Seine).

Pour améliorer le rendement des bobinages utilisés dans les radiorécepteurs

On sait que l'on utilise aujourd'hui des bobinages blindés, c'est-à-dire enfermés aussi complètement que possible dans des boîtiers métalliques, afin d'éviter toute action des champs créés par ces organes sur les masses conductrices des radiorécepteurs. Le flux produit étant à haute fréquence, on utilise des métaux de grande conductibilité électrique de manière à favoriser la production de courant de Foucault, qui, selon les lois de l'induction, s'opposent au passage des lignes de force. Par contre, les blindages ont aussi un effet nuisible sur les caractéristiques des bobinages : ils augmentent leur capacité et leur résistance effective, tandis que leur coefficient de self-induction est diminué. Il en résulte un accroissement de l'amortissement et une diminution du rendement.

D'après une théorie récente, l'effet nuisible constaté est dû à la présence de certains courants de Foucault qui tendent à

encercler le flux maximum et s'établissent circulairement, dans le blindage, dans des plans normaux aux axes des bobinages et entourant ces axes.

Il est donc intéressant de supprimer ces courants de Foucault, sans pour cela réduire l'effet d'écran à l'extérieur des blindages. Un brevet nouveau a été pris dans ce sens, c'est-à-dire dans le but de supprimer ces courants tout en conservant ceux qui produisent l'effet d'écran recherché. A cet effet, il suffit de couper le circuit des courants nuisibles en produisant, d'une manière quelconque, une discontinuité électrique dans les parois du blindage, sur toute la longueur orientée dans le même sens que l'axe des bobinages. Cette opération est exécutée de manière que cet axe ne soit pas entouré complètement par une partie métallique quelconque du blindage, tout au moins

sur la longueur couverte par les bobinages.

Cette discontinuité électrique dans les parois du blindage peut être réalisée d'une façon quelconque, et le plus simplement, en coupant le blindage par un trait de scie suivant une génératrice, ou encore en intercalant un élément isolant sur toute la longueur d'une génératrice dans un plan passant par l'axe du bobinage.

Nous avons signalé déjà (1) que les essais effectués au laboratoire national de radioélectricité ont montré que les pertes d'amplification sont réduites dans le rapport de 8 à 17. Nous avons mentionné également que ce brevet est appliqué par la Société *Montona-Radio*, notamment dans le récepteur superhétérodyne toutes ondes « S.-5 ».

MONTONA-RADIO, 24, rue du 4-septembre, Paris (2^e).

V. RUBOR.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 81.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

L'évacuation des pays baltiques par les Allemands, par le général A. Niessel. Prix franco : France, 13 fr. 75 ; étranger 17 francs.

Voilà une contribution fort intéressante à l'étude de la mentalité allemande à propos des conditions — si peu connues du public français — dans lesquelles l'évacuation des pays baltiques s'est effectuée avant même l'exécution des clauses du traité de paix. Cependant, les autorités allemandes firent tout ce qu'elles purent pour ne pas tenir leurs engagements. Le général Niessel, à ce moment président de la Commission Interalliée chargée de cette opération, narre dans cet ouvrage documentaire les péripéties qui aboutirent à un succès positif et durable, qui mérite d'être noté. Cette page d'histoire vivante et dramatique devait être publiée par l'un de nos meilleurs écrivains militaires ayant vécu ces événements de 1919.

Alumilite : PROTECTION ET DÉCORATION DE L'ALUMINIUM ET DE SES ALLIAGES PAR OXYDATION ANODIQUE.

Cette étude comporte, dans un chapitre de généralités, les principes et les caractères généraux des procédés d'oxydation anodique, ainsi que les règles de préparation des pièces qui doivent être soumises à cette oxydation. On y trouve ensuite un exposé des différents procédés en usage : procédé « Bengough », procédé « Eloxal », mais surtout procédé « Alumilite ». Voici, du reste, les orientations principales de l'oxydation anodique et dans l'état actuel de la science

(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.

appliquée : 1) la protection simple contre la corrosion ; 2) le support pour toute application de vernis ou de peinture ; 3) l'isolement électrique ; 4) la résistance au frottement ; 5) la teinture directe, c'est-à-dire la possibilité d'obtenir, par une imprégnation de la couche oxydée, des colorations variées qui sont, par conséquent, une source de décoration.

Cette brochure, fort intéressante, est fournie gratuitement par L'ALUMINIUM FRANÇAIS, 23, bis, rue de Balzac, Paris (8^e), en se recommandant de *La Science et la Vie*.

Comment on obtient un brevet allemand, ouvrage traduit du docteur Teudt par H. Boettcher. Un volume franco : France, 26 fr. 50 ; étranger, 29 fr. 75.

On sait que l'importance présente pour un inventeur — à quelque nationalité qu'il appartienne — l'obtention d'un brevet allemand, et combien semble compliquée la procédure d'examen préalable devant le « Patent-Amt ». Grâce au volume que vient de publier notre collaborateur M. H. Boettcher, l'un des ingénieurs-conseils de France les plus compétents en propriété industrielle, toutes ces difficultés s'aplanissent. Cet ouvrage, adapté d'après l'édition allemande du docteur Teudt, conseiller du gouvernement au « Patent-Amt », renferme, sous une forme concise et précise, tout ce qu'il est indispensable de connaître sur la rédaction des documents des brevets d'invention et son influence sur la portée de la protection conférée par les brevets. C'est donc un guide précieux pour orienter le chercheur et lui permettre de s'adresser, en connaissance de cause, à un technicien expérimenté qui

connaît à la fois la science et la jurisprudence. Seul, en effet, il peut conseiller son client et lui éviter bien des mécomptes en lui garantissant tous ses droits contre des revendications toujours à redouter.

Larousse de l'industrie et des arts et métiers. Prix franco : relié France, 218 francs ; étranger, 225 francs. Broché France, 168 francs ; étranger, 175 francs.

Cet important ouvrage, qui paraissait jusqu'ici en souscription, vient d'être achevé. C'est une œuvre fort bien comprise qui permet à tous ceux qui s'intéressent au développement de la science et de ses applications, de connaître la multiplicité des techniques et des progrès qui constituent aujourd'hui notre civilisation électro-mécanique.

Ce dictionnaire a le mérite d'être complet et, cependant, de ne pas dépasser 1.300 pages. C'est, à notre avis, un auxiliaire précieux pour les centaines de mille de lecteurs de *La Science et la Vie* qui — dans tous les milieux — ont besoin, en dehors d'un magazine périodique qui les tient au courant des dernières actualités, de se reporter à un dictionnaire bien fait et bien compris qui les mette rapidement et complètement au courant de l'évolution des industries, des arts et des métiers.

OUVRAGES REÇUS :

L'arithmétique à l'usage des hommes d'Etat, en cinq leçons, par *Gustave Bessière*. Prix franco : France, 10 fr. 25 ; étranger, 12 fr. 50.

Le calcul mental rapide à la portée de tout le monde, par *Jean Forissier*. Prix franco : France, 23 fr. ; étranger, 25 fr.

Parmi les nombreux ouvrages que nous recevons, nous signalons un livre, assez

technique, concernant le calcul mental rapide à la portée de tout le monde. La partie relative aux applications est certainement celle qui intéressera le plus les lecteurs de *La Science et la Vie*.

Les minéraux, les ondes des formes géométriques, la lecture sur plan, l'évolution de la matière, les ondes nocives, par *L. Turenne*, ingénieur E. C. P. Prix franco : France, 27 fr. ; étranger, 30 fr.

La radiodésintégration, science dont la radiesthésie est une branche, vient de faire l'objet d'une étude de M. Turenne, ingénieur des Arts et Manufactures, spécialisé dans ce vaste domaine qui va de la baguette de coudrier aux détecteurs du prospecteur. La radiesthésie fait couler beaucoup d'encre en ce moment, l'ouvrage de M. Turenne contribuera à alimenter la polémique à ce sujet parmi les chercheurs.

Généralités sur les machines électriques, par *P. Thirion*. Prix franco : France, 13 fr. 50 ; étranger, 15 fr. 75.

Voici un petit opuscule fort bien fait sur les généralités concernant les machines électriques. L'auteur, qui pratique l'enseignement professionnel dans l'une de nos Ecoles nationales, a su se mettre à la portée du grand public, tout en lui exposant, d'une façon précise et concise, les perfectionnements qui ont transformé si rapidement cette branche maîtresse de l'électrotechnique.

Traité pratique du bijoutier-joaillier, par *Alfred Boitet*. Prix franco : France, 13 fr. 75 ; étranger, 17 fr.

Petit ouvrage technologique fort bien fait, s'adressant aux professionnels et rédigé par un praticien pour des praticiens.

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, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, 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^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

**ÉCOLE CENTRALE
DE T.S.F.**
12, rue de la Lune
PARIS - 2^e
TÉL. : CENT. 78-87

TOUTES PRÉPARATIONS,
PROFESSIONNELLES et MILITAIRES T.S.F.

**COURS DU JOUR, DU SOIR,
ET PAR CORRESPONDANCE.**

PLUS DE 10.000 ANCIENS ÉLÈVES
PLUS DE 70% DES CANDIDATS RECUS
AUX EXAMENS OFFICIELS SORTENT DE
L'ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

LA PROCHAINE SESSION
DE COURS AURA LIEU EN
AVRIL

ARMÉE - INDUSTRIE - MARINE - P.T.T. - ADMINISTRATIONS

PUISSANCE UTILE

TECHNIQUE PEUGEOT

„Porter au maximum la puissance effective du moteur par l'utilisation totale des calories contenues dans le mélange gazeux.

„Supprimer les causes de déperdition de puissance par un contrôle rigoureux de l'usinage et du montage et par un aérodynamisme rationnel des carrosseries...

...VITESSE ÉCONOMIQUE RENDEMENT PEUGEOT

Cond. int. 201
4 places

13.900

Puis. effect. 26 CV.

Cond. int. 301

Luxe, 5 places

16.900

Puis. effect. 35 CV.

Cond. int. 402

Luxe, 3 pl. AV, 3 pl. AR

22.900

Puis. effect. 55 CV.



DANS UNE
Peugeot

TOUTE LA

PUISSANCE EST UTILISÉE

