

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 53. n. 247. Janvier 1938
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1938
Collation	1 vol. (XXII p.-82 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 247
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.247

France et Colonies : 5 fr.

N° 247 - Janvier 1938

LA SCIENCE ET LA VIE



LABORATOIRE AÉRONAUTIQUE : PROGRÈS AÉRIENS

pour les étrennes 1938



Création
des imprimés
JOSEPH-CHARLES PARIS

CIGARES CIGARETTES

DE LA RÉGIE FRANÇAISE

le cadeau qui plaira

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outilage nécessaire ? Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

L'OUTILERVÉ
remplace tout un atelier.

Robuste et précis, il est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers, grâce à la disposition judicieuse de tous ses accessoires. Son maniement est simple et commode. Pas d'installation; il se branche sur n'importe quelle prise de courant.

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.

Son prix, extrêmement bas, le met à la portée de toutes les bourses.
Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires.

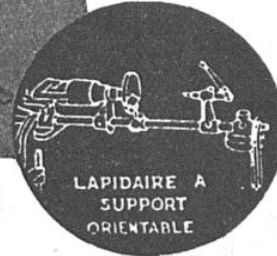
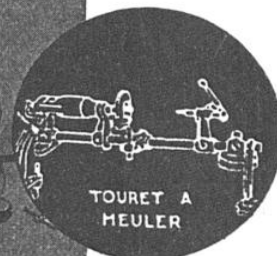
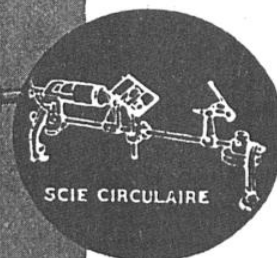
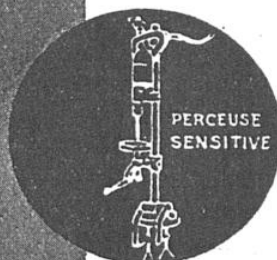
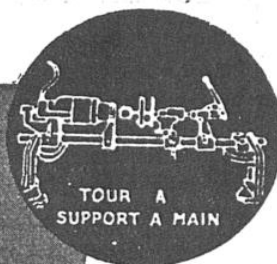
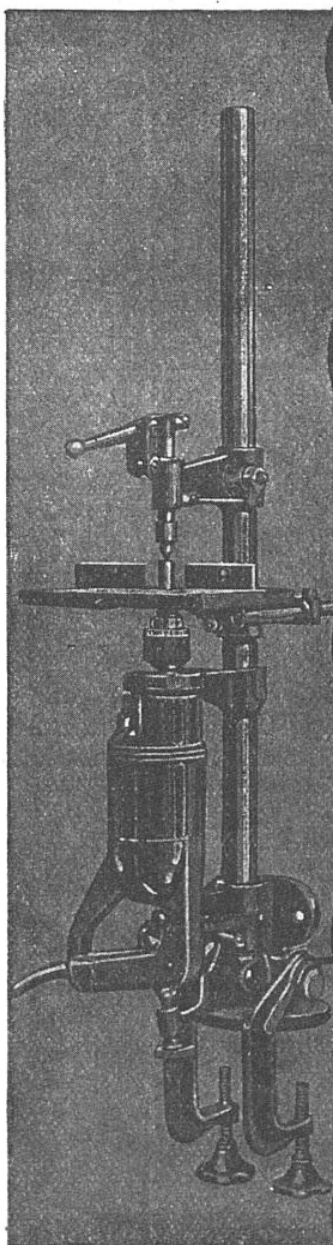


Succ^{rs} de la S. A. RENÉ VOLET

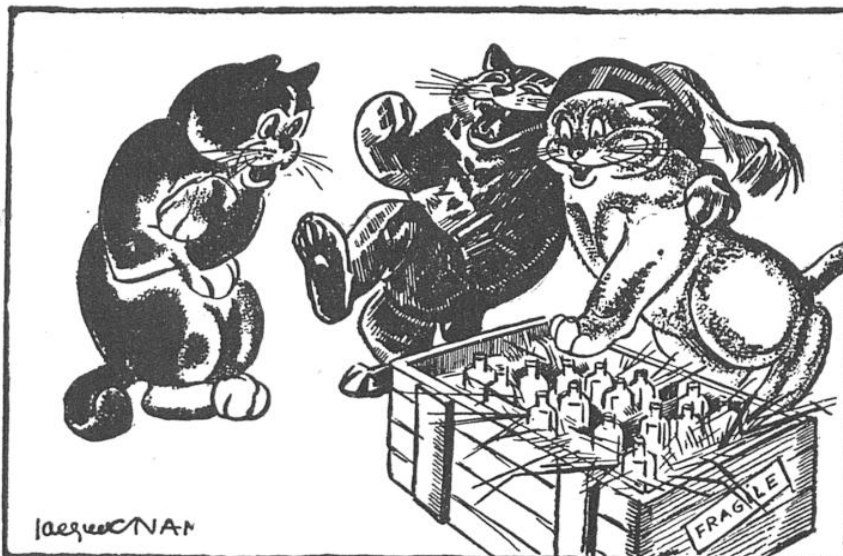
Demander notices et tous renseignements à la

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES**

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI^e — Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)



IVRESSE



- Ma parole vous êtes ivres ?
 — De joie mon cher - nous venons de recevoir une caisse de de DENTOL.

D
E
N
T
O
LDENTIFRICE
ANTISEPTIQUEEAU - PÂTE
POUDRE - SAVONMaison FRÈRE
19, r. Jacob, ParisEchantillon gratuit sur
demande en se recom-
mandant de LA SCIENCE
ET LA VIE.

Une nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood

La nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood, figurée ci-dessus, a été plus spécialement étudiée pour l'analyse et l'examen par fluorescence des Matières premières, Documents et Echantillons de toutes sortes. De forme et de dimensions appropriées à cet usage, elle est munie d'une Plaque mobile inclinable destinée à supporter les objets à examiner et d'une Boîte à Lumière absolument étanche. Grâce à l'immovibilité de son Filtré et à la puissance de son Brûleur à Vapeur de Mercure elle peut être utilisée dans toutes les applications de la Lumière Ultra-Violette.

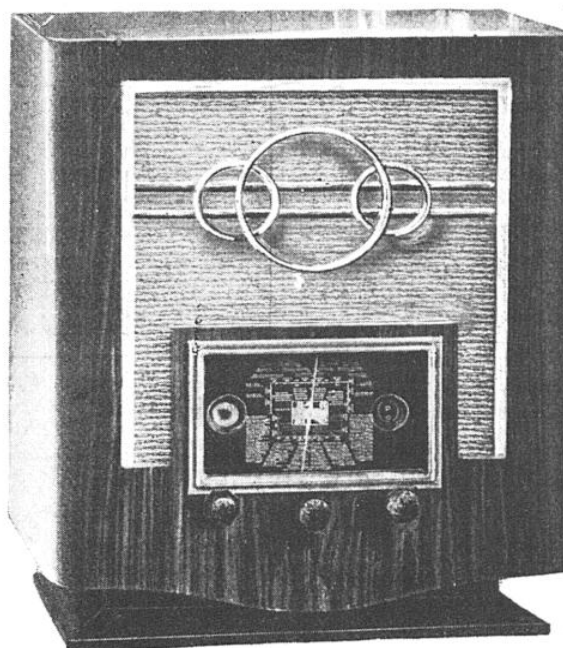
Pour tout ce qui concerne l'Ultra-Violet ; demander renseignements, catalogues et devis à
LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
 12, AV. DU MAINE. PARIS. XV^e T. Littré 90-13

un ensemble
unique...PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHESpour
illustrer vos
PublicitésÉtablissements
Laureys Frères
17, rue d'Enghien, Paris

2 MONTAGES DE GRAND LUXE

qui vous feront goûter
le vrai charme
de la T. S. F.

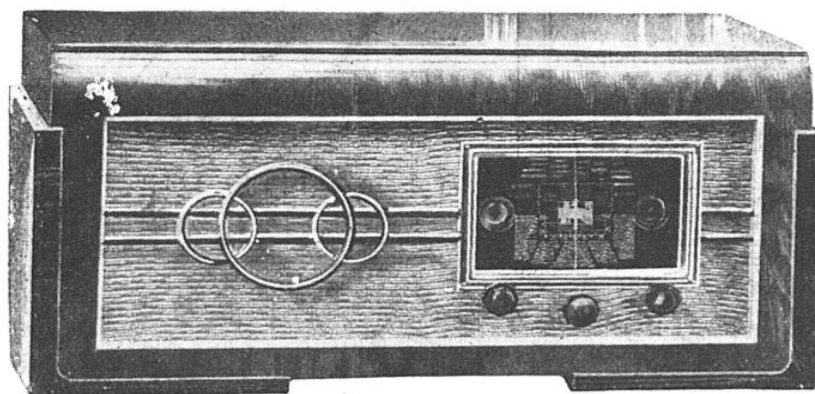
(Voir description dans ce numéro, page XIX.)



Le **PUSH PULL** grand luxe **PB 1938**
10 lampes + 1 œil magique. 10 à 2.000 m.

**NE PAS
CONFONDRE ! — 2.200 francs —**

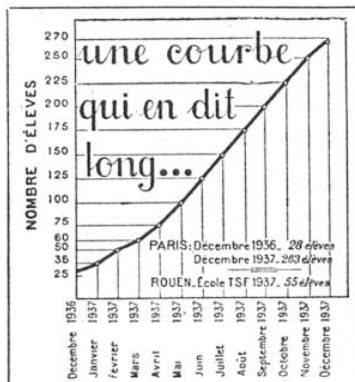
- Ces récepteurs comportent un total de perfectionnements inédits.
- Ces récepteurs sont équipés avec le meilleur matériel existant.
- Ces récepteurs fournissent un **haut rendement musical.**



Demandez
la notice
détaillée
1938

Le **SUPERFERROBLOC 1938** à haut rendement **1.380**
6 lampes + 1 œil magique. 15 à 2.000 mètres.. .. = francs =

Etablissements RADIO-SOURCE
82, avenue Parmentier, 82, PARIS-XI°



... c'est bien celle du nombre des élèves inscrits à

Près
le Panthéon

L'ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

10 bis, rue Amyot, 10 bis, PARIS-VI^e

Téléphone :
Port - Royal
05-95

LA PLUS COTÉE PAR LES EMPLOYEURS
LA PLUS ESTIMÉE PAR LES PARENTS
LA PLUS APPRÉCIÉE PAR LES ÉLÈVES

OUVERTURE D'UNE NOUVELLE SESSION : JANVIER-JUILLET 1938

Toutes préparations sur place et par correspondance. — Renseignements gratuits sur simple demande mentionnant « La Science et la Vie ».

Le n° 2 du Journal des Candidats aux Carrières de la Radio vient de paraître. Il renferme tous les textes officiels concernant les situations de la Radio et les dates des examens officiels.

ENVOI CONTRE 1 FR. 50 EN TIMBRES

LANGUES VIVANTES

Which is the way to Piccadilly?

IL EST
PLUS FACILE
d'apprendre seul
L'ANGLAIS
L'ALLEMAND
L'ITALIEN
L'ESPAGNOL
avec

ASSIMIL

" LA MÉTHODE FACILE "

que par n'importe quel autre moyen.

LA PLUS FORTE VENTE EN FRANCE

Grosse économie de temps et d'argent.
7 leçons d'essai et documentation complète
contre 2 fr. en timbres ou coupons-réponses
pour chaque langue.

ASSIMIL, 4, r. Lefebvre, Paris (15^e)
(SERVICE S. C.)

LE QUATRE-MINES



CRÉATION
STYLOMINE
CADEAU IDÉAL

EN VENTE PARTOUT



R.L.D

Un gros risque de moins avec le SURVOLTEUR-DÉVOLTEUR CB 2

Plus de lampes "claquées" plus de moteurs qui chauffent ou qui grillent. D'un coup de pouce vous ramenez la tension à la valeur convenable.

Documentation complète n° 80 sur demande

"FERRIX" 98, Av. St-Lambert - NICE
172, Rue Legendre - PARIS



Mlle Suzanne D..., de Troyes, avait une modeste situation dans un bureau ; elle a facilement doublé ses ressources en s'adonnant chez elle aux travaux des Ateliers d'Art Chez Soi.

Tous les français doivent savoir

qu'ils peuvent de suite trouver une situation agréable, indépendante, rémunératrice et stable, en s'adressant aux **ATELIERS D'ART CHEZ SOI** (Société SADACS).

Toutes les personnes, hommes ou femmes, à la recherche d'une situation stable et lucrative, ou désirant augmenter leurs gains en travaillant pendant leurs heures de loisir, ou tout simplement qui veulent une occupation agréable, doivent, dès aujourd'hui, au moyen du « bon gratuit » ci-dessous, demander aux **Ateliers d'Art Chez Soi** tous les renseignements détaillés.

Les **Ateliers d'Art Chez Soi**, puissant groupement d'artisans, grâce à une organisation remarquable de vente, disposent de vastes débouchés dans les grandes firmes, dans la clientèle particulière.

Pour satisfaire aux nombreuses commandes qu'elle reçoit de tous côtés, la **Société SADACS** recherche de nouveaux adhérents à qui elle enseignera les arts appliqués et dont elle fera des artisans consommés possédant tous les secrets de décorations, les procédés et les techniques les plus modernes.

Nul besoin d'aptitudes particulières ; la Société vous enseignera ses méthodes avec facilité. Le temps de formation est d'ailleurs très court et, dès le début déjà, la Société écoule la production de ses nouveaux adhérents ; que vous habitiez Paris ou un village de la plus lointaine province, la **SADACS** se chargera de votre formation et de la vente de votre production. Le matériel et l'outillage (en cinq coffrets complets) sont fournis gratuitement aux nouveaux adhérents.

Travailler chez soi, dans l'indépendance !

Posséder un véritable métier, sans apprentissage long et coûteux !

Avoir, à portée de sa main, un Service de Vente ami qui toujours défend les intérêts de ses adhérents et dispose de débouchés importants !

N'EST-CE PAS LE RÊVE DE TOUS ?

C'est ce que vous offrent les **ATELIERS D'ART CHEZ SOI** aujourd'hui !

LISEZ LEUR BROCHURE GRATUITE

BON A DÉCOUPER ou recopier et à adresser à la
SOCIÉTÉ SADACS, 25, rue d'Astorg, PARIS (8^e)

ATELIER-B 86

Veuillez m'envoyer gratuitement, sans engagement de ma part, votre plaquette illustrée Les Travaux d'Art Chez Soi, ainsi que tous les renseignements sur l'offre spéciale de matériel gratuit que vous faites. (Inclus 2 francs en timbres-poste pour frais d'envoi.)

M

à



Neuf semaines seulement après son adhésion aux Ateliers d'Art Chez Soi, M. J. M..., de Paris, recevait une commande d'objets décorés qui lui assure pendant un an des gains mensuels très importants

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 31 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° 31.200, 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° 31.208, 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° 31.212, concernant la préparation à *tous les examens* de l'**Enseignement supérieur** : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, etc.

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

BROCHURE N° 31.216, 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° 31.223, 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° 31.227, 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° 31.230, 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° 31.235, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies. — **Radiesthésie**.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 31.244, 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° 31.246, 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° 31.254, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 31.259, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 31.263, 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° 31.268, 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 longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 31.271, 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° 31.278, 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° 31.280, 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° 31.285, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 31.288, enseignement pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

BROCHURE N° 31.292, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 31.296, **Coiffure**, **Manucure**, **Pédicure**, **Massage**, **Soins de beauté**.

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)

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, débilités, 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 Séminalles, 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, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FOREST, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: Lettre 1.75. Carte 1 fr.



PROTÉGEZ votre SANTÉ FUMEZ FILTRÉ

La technique et la Science ont réussi, après des recherches de plusieurs années, à créer une pipe vraiment saine: la

PIPE BUTTNER

Elle est saine, parce que les résidus nuisibles sont absorbés par le grand filtre.

Elle est aromatique, parce qu'elle adoucit le goût du tabac, même du plus fort.

Elle reste sèche, grâce à son filtre.

Elle est toujours propre.

Elle est économique, parce qu'elle brûle tout le tabac, contrairement aux autres pipes.

Elle vous dispense de vous acheter plusieurs pipes de rechange.



Elle vous évite le picotement sur la langue. Grâce à sa construction ingénieuse, la PIPE BUTTNER est pratique; pendant qu'on la fume, on peut la déposer partout sans qu'elle tombe. L'essentiel de la PIPE BUTTNER est son filtre poreux, breveté plusieurs fois, qui ménage grandement **langue, cœur et poumons.**

Le FUME-CIGARETTE « NICEX »

avec les mêmes avantages que la PIPE BUTTNER
NICEX ne change pas le goût du tabac.

NICEX rend l'arôme plus fin.

NICEX tient les dents blanches.

NICEX tient les doigts propres.

NICEX protège le cœur.

NICEX préserve les poumons.



Les filtres se conservent longtemps. On les retire seulement quand ils

sont devenus brun foncé. Pour les désinfecter, il suffit qu'on les expose au feu.

EN VENTE DANS LES DÉBITS DE TABAC

Si vous ne la trouvez pas, utilisez ce bulletin

Commande PIPE BUTTNER, SAINT-LOUIS (Haut-Rhin)

Pipe Buttner, av. filtre réserve, brune, noire, dr., coubée. 39. »

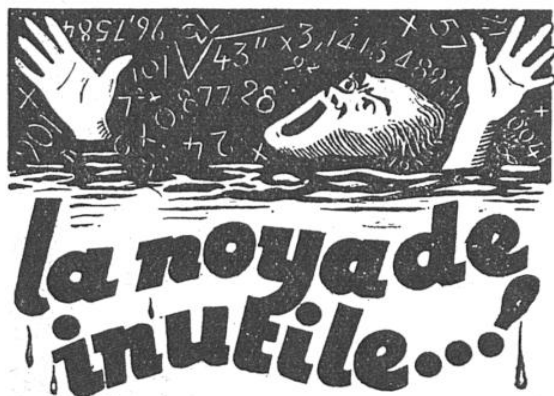
Nicex-Buttner, avec 12 filtres. 15. »

Nicex-Buttner dames, avec 12 filtres. 16.50 »

Nicex Buttner pour cigares. 18. »

Pipe Buttner « La petite », brune, mouchetée, droite. 29. »

Le montant de Fr. est versé à votre compte de chèques postaux Strasbourg n° 24.321. L'envoi est à faire contre remboursement, plus frais de recouvrement.



S'empêtrer dans les chiffres, s'y noyer même, quand la règle à calculs est là - si simple - c'est négliger nettement son intérêt et freiner sa propre réussite.

Pour vous sauver de l'erreur, vous fournir des solutions faciles, promptes, justes, pour gagner un temps précieux, renseigner un client, établir un prix de revient, simplifier tous vos calculs, et arriver au rendement le plus remarqué, la règle "MARC" vous aidera efficacement.

Son emploi est si aisé que vous la trouverez dans toutes les mains renseignées et pratiques.

Ainsi, de l'élève au mathématicien en passant par l'employé, l'ouvrier, l'ingénieur, le commerçant, l'industriel, toutes les professions y trouvent force avantages.

Calculs horaires, de vitesse, électriques, débits, décomptes, taxes, fractions, intérêts, pourcentages, poids, volumes, surfaces, densités, racines cubiques, carrées, etc. Autant d'opérations utilitaires que vous réaliserez.

LES RÈGLES À CALCUL DE POCHE

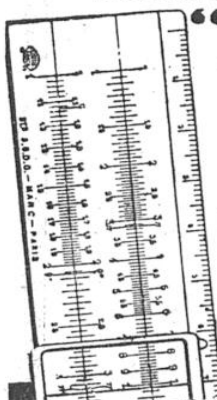
"MARC"

sont françaises, d'un fini irréprochable, très lisibles, précises, ne tenant pas de place, indéformables, leurs prix enfin vous décideront.

SCOLAIRE, 34 Fr. — MANNHEIM, 38 Fr.
— BÉGHIN, 38 Fr. — SINUS, 42 Fr. —
ÉLECTRICIEN, 45 Fr. — RIETZ, 45 Fr.
Notice envoyée gratuitement.

EN VENTE: PAPETIERS, LIBRAIRES
OPTICIENS
INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RÈGLES "MARC"
24, R. de Dunkerque - Paris-X*



REMPLISSEZ CE COUPON

pour recevoir gratis et sans engagement de votre part, la Notice qui vous renseignera sur l'emploi des règles à calculer.

Nom _____

Adresse _____

A _____

CONFORT - ÉLÉGANCE

au meilleur prix pendant les

SOLDES BURBERRYS



Chaque année, à pareille époque, BURBERRYS, réalisant leur stock superflu, font profiter leur clientèle d'occasions remarquables en Imperméables, Manteaux, Costumes en tous genres à des

PRIX EXCEPTIONNELS

LE BURBERRY

L'IMPERMÉABLE SANS CAOUTCHOUC

Hommes	Enfants 2 ans	Dames
365. »	125. »	375. »

POUR HOMMES :

Manteau de demi-saison	435. »
Manteau de voyage	595. »
Complet veston tout fait	550. »

et nombre d'autres vêtements pour
Hommes, Dames et Enfants soldés avec
UN TRÈS GROS RABAIS

Catalogue N° 14 franco sur demande

8-10, boul. Malesherbes - PARIS

UN BOUCLIER DE SANTÉ

SOUS le titre COMMENT GARDER NOTRE SANTÉ, *La Science et la Vie* a récemment consacré au collier *Sepdon* un article dont le succès a été très vif. Les personnes, aujourd'hui fort nombreuses, qui font régulièrement usage du collier *Sepdon* en obtiennent une protection surprenante contre les innombrables misères de l'existence :

— Disparition des malaises et des états mal définis, mais si pénibles, de lassitude et de dépression ;

— Action tonique remarquable sur les affaiblis et les convalescents ; accroissement de la vitalité ;

— Sur les malades eux-mêmes, renforcement de l'efficacité des remèdes, dont l'action est souvent contrariée par une ambiance nocive ;

— Préservation des personnes qui vivent auprès des malades ou qui les approchent ;

— En bref, le collier *Sepdon* agit comme un « bouclier de santé », qui met notre organisme à l'abri du mal, économise ses forces et l'amène à cet état d'heureux équilibre que connaissent les bien portants.

Ni médicament, ni bijou, ni amulette, le collier *Sepdon* agit par ses propriétés électromagnétiques qui ont fait l'objet de l'article inséré dans notre n° 242. Un tirage à part de cet article forme une petite brochure vendue 2 f 50 ; mais, pour la recevoir gratuitement, il vous suffira de la réclamer directement à *Sepdon*, 70, Champs-Élysées, Paris (8^e), en vous recommandant de *La Science et la Vie*.

Lisez cette curieuse documentation : votre santé peut s'en trouver transformée.

“DESSINEZ”

RAPIDEMENT ET EXACTEMENT
même sans savoir dessiner, grâce à la

Chambre Claire Universelle

(2 modèles de précision) : 255 ou 395 francs

Port : France, 8 fr. — Etranger, 25 fr.

OU AU

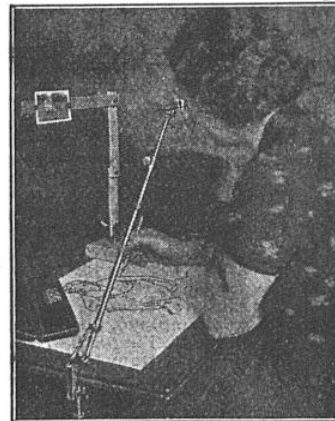
Dessineur (Chambre Claire simplifiée) : 125 fr.

Port : France, 5 fr. — Etranger, 10 fr.

Envoi gratuit du catalogue n° 12 et
des nombreuses références officielles.

D'un seul coup
d'œil,
sans connaissance
du dessin,
permettent
d'AGRANDIR,
RÉDUIRE,
COPIER,
d'après nature
et d'après
documents :
Photos, Paysages,
Objets, Plans, Des-
sins, Portraits, etc.

P. BERVILLE
18, rue La Fayette
PARIS-IX^e
Ch. Post. : 1.271-92



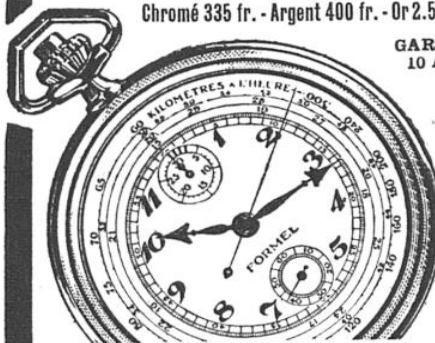
L'HOMME MODERNE

remplace une montre ordinaire par le
Chronographe FORMEL

C'est un appareil scientifique donnant
toujours l'heure exacte et permettant
tous les chronométrages : scientifiques,
industriels et sportifs, avec la plus rigou-
reuse précision. PRIX FRANCO :

Chromé 335 fr. - Argent 400 fr. - Or 2.500 fr.

GARANTI
10 ANS



VENTE EXCLUSIVE

E. BENOIT, 60, r. de Flandre, PARIS

Références : ETAT, CHEMINS DE FER DE L'EST,
P. O., VILLE DE PARIS, ETC.

NOTICE A FRANCO

BULLETIN A DÉTACHER
POUR COMMANDER LE GUIDE COMPLET
DES CARRIÈRES DE L'ÉTAT
A L'ÉCOLE SPÉCIALE D'ADMINISTRATION

28, Boulevard des Invalides, 28, PARIS (7^e)

En me recommandant de « La Science et la Vie », je vous prie d'envoyer le guide sus visé de 96 pages, in-8 coq., indiquant les Carrières masculines et féminines en France et aux Colonies, les traitements, les limites d'âge, les diplômes, les épreuves à subir, les suppléments, les différentes lois concernant les fonctionnaires, à l'adresse suivante :

Nom et prénoms.....

Rue et n°.....

Ville et Département.....

Date de naissance (1).....

Diplômes le cas échéant (1).....

Lieu et date de nomination (1).....

Traitement désiré (1).....

(Cet envoi sera fait gratuitement et sans engagement pour moi.)

(1) Ces renseignements ont pour but d'obtenir des conseils plus précis.

Une **INVENTION NOUVELLE**

est souvent une source de profits pour son auteur.

Un **BREVET d'INVENTION**

bien étudié permet seul d'en tirer parti.

POUR AVOIR
UNE BONNE
PROTECTION
**UTILISEZ LES
SPÉCIALISTES**

DE
LA SCIENCE ET LA VIE

RENSEIGNEMENTS
GRATUITS SUR PLACE
ET PAR ÉCRIT AU
SERVICE SPÉCIAL DES
INVENTIONS NOUVELLES
DE
LA SCIENCE ET LA VIE

23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)

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
13 francs**

Adresser les commandes avec un mandat-
poste, dont le talon sert de reçu, à
M. Pierre RIVIER, fabricant des Combini-
nés Barral, 8, villa d'Alésia, PARIS-14^e.

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE

**PLUS de linge brûlé
PLUS de danger d'incendie
50 0/0 d'économie de courant**

GRACE A

la Fiche automatique
THERMUS

qui transforme

tous les Fers électriques en
SUPER-AUTOMATIQUES

La Fiche automatique **THERMUS**
est également utilisée comme
sécurité sur bouilloires, cafetiè-
res, théières, chauffe-lits, etc...

EN VENTE chez tous les quincailliers
et Grands Magasins au prix imposé de
40 francs

Au cas où vous ne la trouveriez pas,
envoi franco contre mandat ou chèque
postal (707.54 PARIS) sur demande
adressée à



LHOTELLIER -- DISTRIBUTEUR GÉNÉRAL --
20, rue des Gravilliers, PARIS-3^e

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS

ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

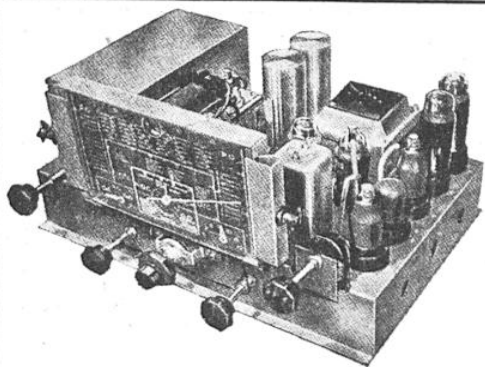
FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages



UN APPAREIL DE GRANDE CLASSE

Super 12 tubes " DARIO " ROUGES

12 tubes « Dario » Rouges : EF5, EK2, EF6, EF5, EB4, EB4, EF6, EL2, EL3, EL3, EZ4, EM1. — 4 gammes de réception : 12-35, 28-85, 190-575, 600-2.000 mètres. — Bobinages à fer 472 kilocycles à circuits séparés pour chaque bande, enroulements en fil divisé 20 brins, 5/100, montés sur Bloc de bobinages tournants évitant les pertes H. F. : 5 positions OTC, OC, PO, GO, PU. — Changement de fréquence par deux lampes. — Grand cadran avec glace gravée en noms de stations, avec trotteuse pour le réglage exact des ondes courtes. Deux vitesses de démultiplication. Indication automatique des bandes et de la sélectivité. — Sélectivité variable progressive : 6 à 12 kilocycles à 10 décibels d'amortissement. — Condensateur variable flottant accouplé par flector. — Montage triple diode : détection linéaire, antifading différé, antifading direct. — Présélecteur à lampe et préamplificateur haute fréquence sur toutes les gammes. — Transformateur avec fusible 110, 130, 150, 220, 250 volts. — Antiparasites par écran électrostatique. — Double filtrage par condensateurs électro-chimiques de grande capacité et self à fer. — Contre-réaction basse fréquence variable. — Puissance modulée : 10 watts à 7 % de distorsion. — Push Pull EL3, classe AB, déphasage par EL2 montées en triode. — Musicalité impeccable : dynamique Vega 25 cm. spécial C. R. avec bobine compensatrice. — Ebénisterie de grand luxe en ronce de noyer verni, motif métal chromé et doré. — Garanti : poste, 1 an ; lampes, 6 mois.

Tous les châssis sont étalonnés à l'oscillographe cathodique. — Sur les mêmes principes : qualité et rendement, notre fabrication comprend des appareils de 5, 6, 7 et 8 tubes.

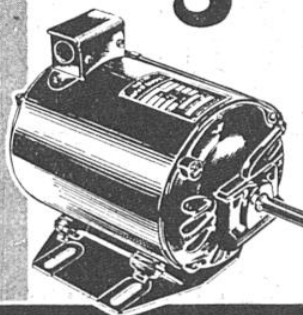
DEMANDEZ LES NOTICES ET TARIFS AU CONSTRUCTEUR

Etab. GAILLARD, 5, rue Charles-Lecocq, Paris (15^e) Tél. : LECourbe 87-25
Ch. Post. Paris 181-835



*Partout où passe
le courant lumière*
...ET SANS INSTALLER
LA FORCE!..
vous pouvez brancher un

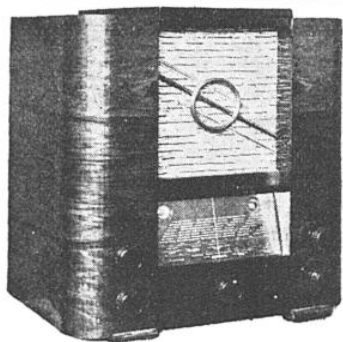
Ragonot- Delco



ETS RAGONOT

15, Rue de Milan - PARIS-IX^e
Téléphone : Trinité 17-60 et 61

Pub. R.-L. Dupuy



SOYEZ MODERNES ! ADOPTEZ LA LE SUPER - EXCELSIOR 388

Super 8 lampes rouges, antifading, toutes ondes: 12 m. 50 à 2.075 m. 4 gammes, contrôle de tonalité réglable, étage H. F. aperiodique, sélectivité variable. B. F. à contre-réaction. Se fait en courant alternatif ou en tous courants.

IL EXISTE ÉGALEMENT UNE GAMME COMPLÈTE D'AUTRES MODÈLES DE 4 A 9 LAMPES

Demandez les conditions spéciales accordées aux lecteurs de « La Science et la Vie ».

NOTICE DESCRIPTIVE CONTRE TIMBRE DE 1 FRANC

GÉNÉRAL-RADIO 1, boul. Sébastopol, PARIS (1^{er})
Métro: CHATELET



VOS POUMONS ont soif d'air pur

Toutes les 6 secondes un litre de sang vient y

chercher l'oxygène nécessaire à sa régénération.

SEUL...

un air riche en ozone et en oxygène naissant peut assurer la régularité de fonctionnement de l'organisme.

OZONAIR

ASSAINIT - DÉSODORISE - VITALISE
électriquement l'atmosphère de tous locaux

Pour résister à la fatigue physique et intellectuelle, faites une cure de grand air à domicile.

Notice et références franco — Essai gratuit
PROCÉDÉS OZONAIR, 63, r. de Lancry, Paris (10^e)

Téléphone: Botzaris 24-10 et 11



Situations DANS L'AVIATION

Le temps presse surtout pour les jeunes. Il ne s'agit pas de s'endormir. C'est donc vers l'Aviation qu'une partie des candidats à une situation d'avenir doivent tourner les yeux, d'abord parce que l'Aviation est une arme d'élite pour y faire son service militaire, ensuite, parce qu'en quittant le service, l'aviateur est toujours certain de trouver une situation civile.

AVIATION MILITAIRE. — Les jeunes gens n'ayant qu'une instruction primaire peuvent devenir: **Mécaniciens** en suivant les cours sur place ou par correspondance à l'Ecole de Navigation de Paris et à condition de faire un peu de travail manuel; **Pilotes**, en préparant l'examen des bourses de Pilotage; **Radios**, en suivant la préparation spéciale de l'Ecole.

Ceux qui ont l'instruction du Brevet élémentaire peuvent entrer à l'Ecole des Mécaniciens de Rochefort (2^e année), ou à l'Ecole des pilotes d'Istres, ou préparer un **brevet de radio**, toujours avec l'Ecole de Navigation.

Ceux qui ont l'instruction du Baccalauréat peuvent aspirer à l'Ecole de l'Air, qui forme les Officiers Pilotes, ou à l'Ecole des Officiers mécaniciens.

AVIATION CIVILE. — Enfin, ceux qui ont terminé leur service militaire pourront devenir **Agent technique, Ingénieur adjoint, Ingénieur, Radiotélégraphiste** au Ministère de l'Air.

Dans tous les cas, solde et traitements élevés — avancement — prestige — retraites.

Jeunes gens, n'hésitez pas: allez vers l'Aviation.

Renseignements gratuits auprès de l'ÉCOLE DE NAVIGATION MARITIME ET AÉRIENNE, 19, RUE VIÈTE, PARIS (17^e).

INVENTEURS

POUR VOS **BREVETS** **WINTHER-HANSEN**
L. DENES Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, PARIS 2^e
DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".

SANS-FILISTES, avant d'acquiescer un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de **LA SCIENCE ET LA VIE**. Il vous renseignera impartialement sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement. (Joindre un timbre de 0 fr. 65.)

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ FILTRE ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

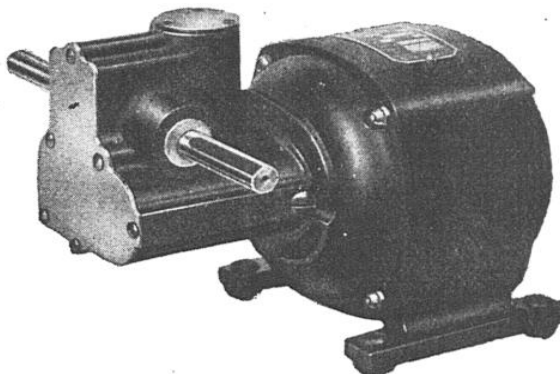
MALLIÉ

MOTEURS D'INDUCTION

POUR TOUTES APPLICATIONS

*Mono, bi et triphasés silencieux,
de 1/100 à 1/2 H P*

MOTEUR MONO, BI, TRI
courant continu
AVEC RÉDUCTEUR
-- DE VITESSE --

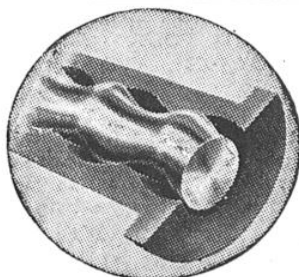


Toutes vos exigences satisfaites - - - Tous vos problèmes résolus

R. VASSAL

INGÉN.-CONSTRUCTEUR

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

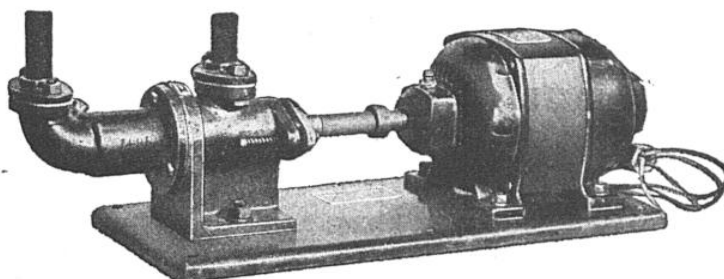


POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

TOUS FLUIDES
LIQUIDES OU GAZEUX
EAU — VIN — PURIN
MAZOUT — ESSENCE
LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION
SILENCIEUSES
AUTO-AMORÇAGE
SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE
USURE NULLE - ÉCONOMIE
— TOUTS DÉBITS —
— TOUTES PRESSIONS —
FACILITÉ D'ENTRETIEN



POMPES . COMPRESSEURS . MÉCANIQUE
65, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL MICHEL ET 3748

Synthèse de toutes les connaissances
radioélectriques actuelles !

L'ENCYCLOPÉDIE DE LA RADIOÉLECTRICITÉ

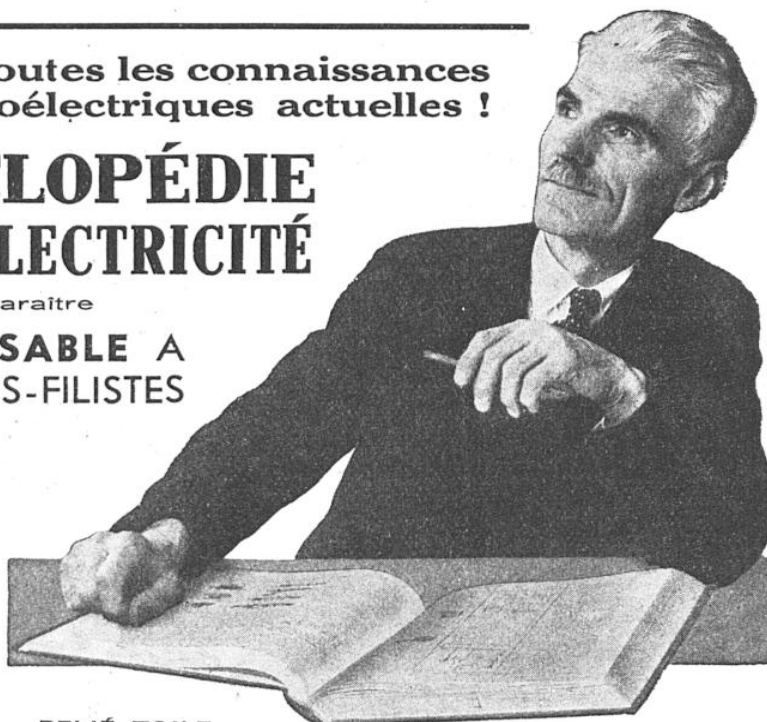
qui vient de paraître

EST INDISPENSABLE A
TOUS LES SANS-FILISTES

CE MAGNIFIQUE
OUVRAGE DE

600 PAGES

EST LE SEUL DIC-
TIONNAIRE DE LA
RADIO EXISTANT
A L'HEURE AC-
TUELLE



RELIÉ TOILE

FORMAT : 22 x 27 CM — POIDS : 2 KG 500

CETTE ŒUVRE MAGNIFIQUE ET ULTRA-MODERNE TRAITE DE TOUS LES SUJETS RADIOÉLECTRIQUES A L'ORDRE DU JOUR, TOUS LES PROGRÈS DE LA TÉLÉVISION, LES LAMPES MÉTAL, LA CONTRE-RÉACTION ET SES DIFFÉRENTS MONTAGES, LA NORMALISATION DES BOBINAGES ET DES C. V., LAMPES GLAND POUR ONDES ULTRA-COURTES, L'ÉVOLUTION DES CELLULES PHOTOÉLECTRIQUES, etc., etc...



ON Y TROUVERA **5.740** articles donnant la définition et l'explication de tous les termes avec leur traduction en Anglais et en Allemand ; **2.539** figures ; **375** abaqes, graphiques, courbes ; **748** schémas symboliques et de montage ; **59** tableaux, etc., et non pas seulement des définitions sèches et brutales qui sembleraient vides de sens, mais bien une étude complète de la question.

L'ENCYCLOPÉDIE RÉPONDRA POUR VOUS A TOUTES LES QUESTIONS

Demandez les conditions vous permettant de l'obtenir

GRATUITEMENT !...

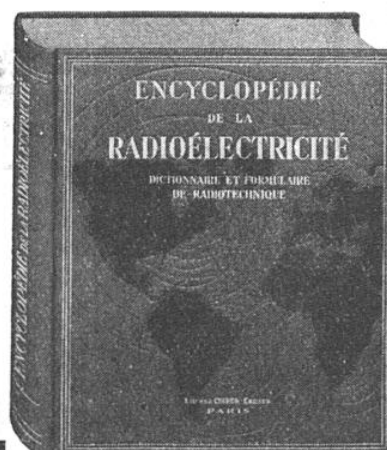
BON A DÉCOUPER

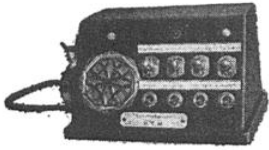
et à retourner à l'éditeur pour recevoir GRATUITEMENT la splendide documentation et les conditions spéciales de souscription.

Votre nom

Votre adresse

ÉTIENNE CHIRON, édit., 40, rue de Seine, PARIS-VI^e





Le **TÉLÉAMPLIPHONE** VOUS PARLE...



TOUS LES PROBLÈMES DE
TÉLÉPHONIE SONT RÉSO-
LUS EN CONSULTANT

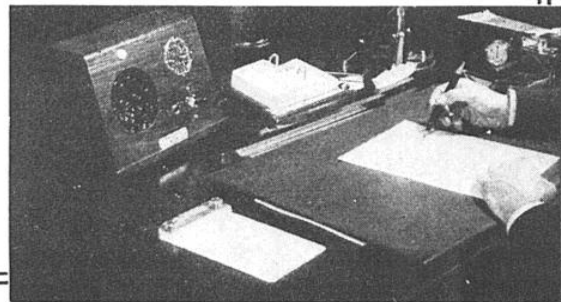
R.T.M.

LE RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE
MODERNE

17, rue de la Rochefoucauld
PARIS-IX^e

TÉLÉPHONE : PIGALLE 74-80 et la suite

...ET VOUS RÉPONDREZ
LES MAINS LIBRES !



R.L.D

VOTRE RÊVE...

PARTIR,
BATIR,
VIVRE...

....*il est là*

dans le billet qui vous attend,
à quelques pas de chez vous,

VOTRE BILLET du
prochain tirage de la

LOTÉRIE NATIONALE

prenez votre chance !





ECOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, RUE DE LA LUNE, PARIS, 2^e

Fondée en 1919
Médaille d'or 1920 Médaille d'or 1931

PRÉPARATION AUX SITUATIONS

Ingénieur, sous-ingénieur, chef monteur, dépanneur radio, Officier radio de la marine marchande, Opérateur radio d'aviation, radiotélégraphiste des ministères, breveté supérieur de navigation aérienne, vérificateur des installations électromécaniques des P.T.T.

Service Militaire - T. S. F.

Génie — Marine — Aviation

Cours du **Jour**, du **Soir** et par **Correspondance**
Le placement et l'incorporation
 sont assurés par l'École
 et l'Amicale des Anciens Elèves

Depuis sa fondation l'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F. a
 préparé plus de 15.000 Elèves qui ont tous obtenu
 satisfaction. Elle est sans conteste :

La grande Ecole française de la Radio

Nouvelle Session de Cours : 10 Janvier 1938

FUEL BONNANGE

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 — Téléph. : Provence 15-21

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X°

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

Copyright by La Science et la Vie, Janvier 1938 • R. C. Seine 116.544

Tome LIII

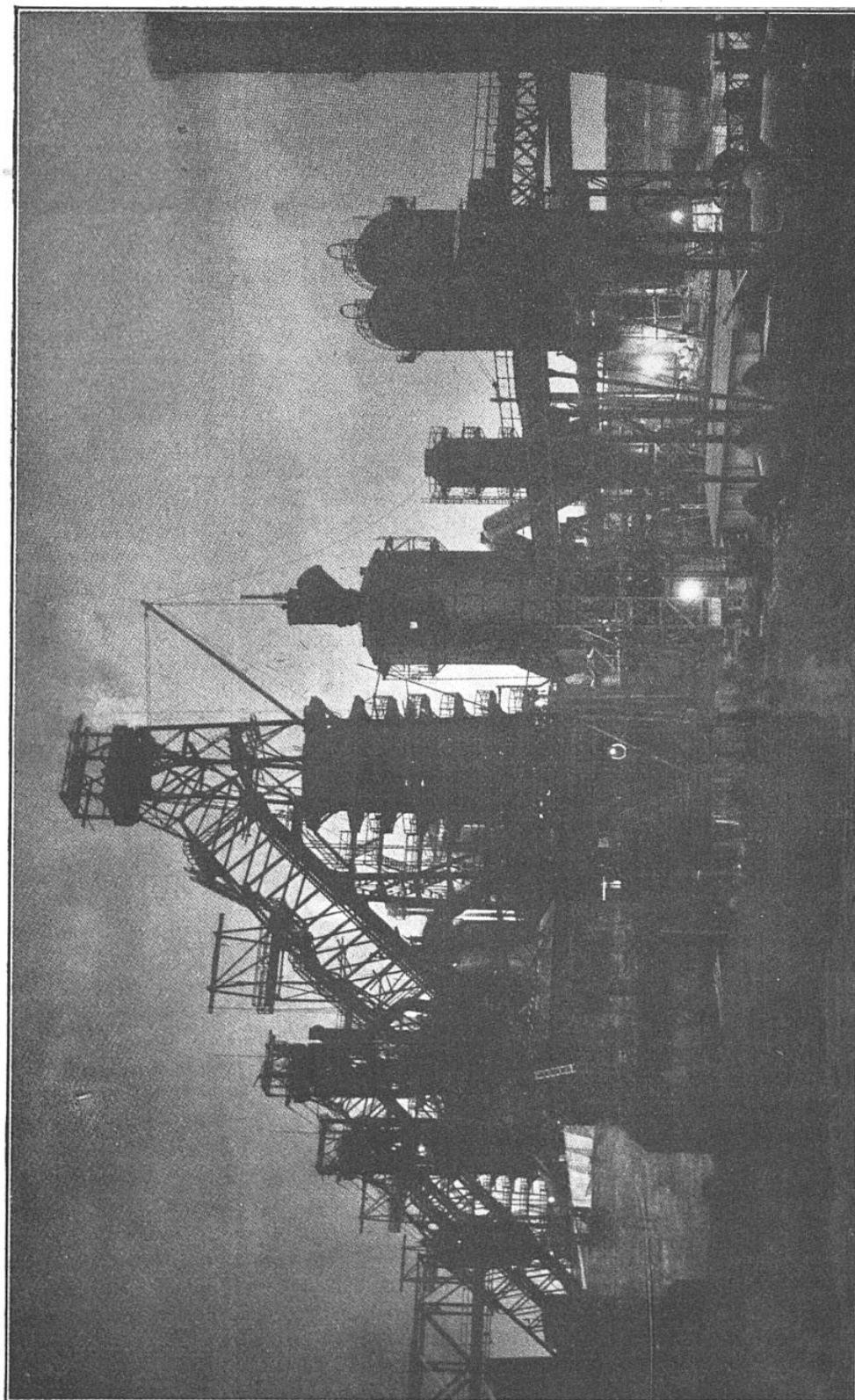
Janvier 1938

Numéro 247

SOMMAIRE

- Le plan quadriennal allemand (1937-1940) et l'autarcie industrielle.**
Après le premier plan de quatre ans du III^e Reich, qui a réduit le nombre de chômeurs de 6 000 000 à 1 500 000, voici le second qui vise à approvisionner l'Allemagne en produits naturels et synthétiques. Il semble toutefois se heurter à de réelles difficultés techniques et financières. Le Reich n'en est pas encore à l'autarcie totale.
- Henry Laufenburger** 3
Professeur à la Faculté de droit de Strasbourg.
- Un physicien de l'atome : Rutherford (1871-1937). Radioactivité et transmutations artificielles.**
- L. Houllevigue..** 13
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
- Les découvertes du grand savant anglais (Prix Nobel de Chimie de 1908) ont conduit à la représentation planétaire de l'atome et contribué ainsi à approfondir nos connaissances sur la constitution de la matière.*
- Télé mécanique et passerelle de navigation moderne.**
- Jean Labadié.** 21
Contrôle et sécurité de la navigation de plus en plus automatiques, telles sont les applications de la télé mécanique.
- Au début de chaque année, il est d'usage de « faire le point » dans la construction automobile.**
- Henri Petit** 30
Les récents perfectionnements techniques réalisés dans la structure interne des organes de l'automobile méritent d'être connus des spécialistes et aussi des usagers.
- Curiosités mécaniques et dispositifs de sécurité d'un parc d'attractions moderne.**
- Pierre Devaux** 40
L'étude scientifique de la résistance des matériaux et des forces mises en jeu dans les attractions mécaniques permet maintenant d'obtenir à la fois sécurité et « sensation ».
- Quand le pétrole voyage en « tankers » à travers le monde.**
- G. Reybour** 47
L'industrie du naphthe tient aujourd'hui une place prépondérante dans l'économie mondiale. Aussi les ports et les navires pétroliers constituent l'outillage essentiel pour l'approvisionnement des grands pays d'Europe en carburants naturels. La construction métallique moderne a fait du « tanker » un engin de transport robuste et sûr.
- Notre poste d'écoute**
- S. et V... ..** 54
- Le rôle des engrais catalytiques en agriculture : les infiniment petits chimiques du sol.**
- Lucien Thérond.** 62
L'analyse chimique a révélé dans les végétaux, en dehors des éléments fondamentaux, la présence de nombreux corps simples, dont certains en quantités infinitésimales et dont le rôle « catalytique » apparaît essentiel pour le développement de la plante. L'agronomie moderne se doit de les restituer au sol.
- La supériorité de la construction aéronautique américaine et l'expérimentation scientifique aux Etats-Unis (le N. A. C. A.).**
- Jean Bodet.** 68
Les Etats-Unis d'Amérique possèdent maintenant un centre unique au monde consacré aux recherches aéronautiques et doté d'un équipement scientifique et technique incomparable. C'est à de minutieuses études théoriques et pratiques que les Etats-Unis doivent, pour une large part, leur supériorité en aviation.

Le magnifique centre de recherches aéronautiques de Langley-Field (Etats-Unis) possède un équipement unique dans le domaine des recherches et travaux scientifiques en aviation et en hydroaviation. On peut notamment y cinématographier en « vrille libre » la chute d'une maquette dans un courant d'air vertical de 80 km/h (voir la couverture du présent numéro). Des maquettes perfectionnées sont équipées d'un mouvement d'horlogerie (pour actionner les gouvernes). Les films obtenus sont étudiés minutieusement et patiemment en vue de déterminer l'influence de la position des ailerons et de leur manœuvre sur la « sortie » de la vrille. Une expérimentation scientifiquement conduite, méthodiquement interprétée, est en effet l'une des causes de la supériorité actuelle de l'aéronautique américaine. (Voir l'article page 68 de ce numéro.)



VUE DE NUIT DES PUISSANTES USINES SIDÉRURGIQUES DE LA « GUTEHOFENUNGSHUTTE », A OBERHAUSEN (RHÉNANIE)

La production de fonte en Allemagne est passée de 4 millions de t en 1932 à 15,3 millions en 1936 ; celle de l'acier est passée de 5,7 millions de t en 1932 à 19,1 millions de t en 1936 (soit un accroissement de 280 % pour la fonte et 240 % pour l'acier). L'extraction du minerai de fer, qui était de 1,3 million de t en 1932 a atteint 6,6 millions de t en 1936 ; mais les importations ont crû dans les mêmes proportions, de 3,4 à 18,4 millions de t.

UNE ENQUÊTE AU PAYS DU III^e REICH

LE PLAN QUADRIENNAL ALLEMAND (1937-1940) ET L'AUTARCIE INDUSTRIELLE

Par Henry LAUFENBURGER

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE DROIT DE STRASBOURG

L'enquête économique (1) entreprise par La Science et la Vie a montré comment le premier plan quadriennal du III^e Reich (1933-1936), annoncé le 30 janvier 1933 lors de la prise du pouvoir du chancelier Hitler, avait envisagé tout d'abord le problème du redressement de l'économie allemande au point de vue du chômage, en constituant une politique de « création d'emploi » (Arbeitsbeschaffung) qui a donné d'excellents résultats. D'après les statistiques officielles, le nombre des chômeurs enregistrés a été en effet ramené de 6 millions (janvier 1933) à 1 million et demi (décembre 1936). En avril 1937, il n'atteignait pas même 1 million. Pendant cette période, le nombre de travailleurs pourvus d'emploi passait de 11 millions et demi à 17 millions (18 millions et demi en avril 1937). Tels sont les premiers résultats du premier plan quadriennal; le second (1937-1940), annoncé au congrès du parti national-socialiste de septembre 1936, vise maintenant au développement des industries pour approvisionner l'Allemagne en produits naturels ou synthétiques extraits de son sol ou fabriqués par ses usines, en ayant de moins en moins recours à l'importation (plan autarcique). Cette tâche immense, imposée à l'industrie allemande, consiste tout d'abord à utiliser des richesses minières jusqu'ici inexploitées parce qu'insuffisamment rentables en économie normale, et ensuite à appliquer « industriellement » les procédés de synthèse susceptibles de substituer aux matières premières d'origine naturelle des produits artificiels (Ersatz), notamment pour le pétrole (2), le coton (3), le caoutchouc (4), etc. Les dirigeants de l'économie du III^e Reich n'envisagent encore, toutefois, qu'une « autarcie partielle », car c'est la seule qui puisse se concevoir — du moins actuellement — pour une nation à population particulièrement dense (130 habitants au km² contre 70 en France) vivant sur des territoires relativement pauvres. Le commerce extérieur demeure donc pour l'Allemagne une nécessité. Aussi les exportations allemandes (nettement excédentaires) contribuent-elles à procurer à l'Allemagne les moyens financiers indispensables à ses achats à l'étranger (matières premières, produits alimentaires, etc.). Le nouveau système de contrôle institué en ce qui concerne la production et la consommation a évidemment pour conséquence l'étatisation progressive de toute l'économie germanique. Ce plan tend à s'apparenter chaque jour plus étroitement à celui de l'économie soviétique (5). S'il en diffère sur le plan idéologique, par contre le national-socialisme en vient à emprunter peu à peu aux Soviets leurs institutions essentielles dans le domaine de l'économie dirigée.

Allemagne et U. R. S. S.

A PRÈS les plans quinquennaux auxquels nous a habitués la Russie soviétique, voici que l'Allemagne nationale-socialiste proclame et applique des plans de quatre ans. Est-ce une ironie du sort que deux grands pays qui se combattent avec une extrême violence sur un terrain se

rapprochent sur un autre ? Il faut préciser. L'offensive allemande contre l'U.R.S.S. est déclenchée essentiellement sur le terrain spirituel. Le national-socialisme s'oppose au bolchevisme en tant que doctrine, il relève son « climat » oriental, les contradictions entre le rêve du bonheur promis et la réalité des souffrances endurées, les éléments dissolvants de l'anarchisme qui s'abritent sous la force apparente de la dictature, l'utopie du règne universel d'une formule qui n'a même pas fait ses preuves dans son pays d'origine.

Mais, au point de vue économique, les Allemands imitent de plus en plus les Russes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 49, n° 238, page 249, et n° 240, page 461.

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

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 21.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 116.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 175.

Bien que le principe de la propriété et de l'initiative privée, proclamé par Hitler, semble s'opposer, là aussi, impitoyablement à la théorie du collectivisme mise au point par Lénine et appliquée partiellement par Staline, les nationaux-socialistes empruntent aux Soviets, l'une après l'autre, les institutions économiques fondamentales.

Quelle différence peut-il y avoir d'abord entre le monopole russe du commerce extérieur appliqué par Moscou et le contrôle des échanges internationaux inventé et exercé avec tant de rigueur, jusqu'ici, par le docteur Schacht ? Les besoins considérables de capitaux incitent l'Allemagne après l'U.R.S.S., l'une et l'autre privées de concours extérieurs, à en fabriquer par le maniement rigoureux de l'impôt, par la cascade des emprunts forcés et le mécanisme des prix faibles pour le vendeur, mais élevés pour l'acheteur. L'interventionnisme a atteint, dans les deux économies, la zone de la consommation : si l'Allemagne ne connaît pas encore le système des cartes, qui était pendant si longtemps en vigueur chez les Soviets, elle ne rationne pas moins la distribution des denrées essentielles.

En un mot, l'économie dirigée fonctionne dans les deux pays et inspire des plans de longue échéance. Quelle que soit leur durée, le but poursuivi est le même.

Qu'est-ce que le « planisme » ?

Dans les démocraties occidentales, de même qu'aux Etats-Unis, des plans existent aussi ; mais ils sont modestes quant à leur objet et quant au temps qu'ils entendent couvrir. Le budget est un plan financier d'une année. Qu'il entre en vigueur — sauf accident — au 1^{er} janvier, comme en France, ou au 1^{er} avril, comme en Grande-Bretagne, ou enfin au 1^{er} juillet, comme aux Etats-Unis, le budget qui doit être renouvelé douze mois après ne fixe, par la prévision des dépenses et les recettes de l'Etat, que les éléments essentiels à la vie de la collectivité. Il laisse l'économie privée en dehors de sa compétence. Sans doute, aujourd'hui, les impôts directs et indirects majorés des taxes et primes d'assurance absorbent, en France comme en Angleterre, plus de 30 % du revenu national ; mais, pour le solde, l'emploi du revenu à fin de consommation, d'épargne ou de production est libre.

Au contraire, le planisme allemand couvre l'un après l'autre tous les secteurs de la vie économique, tant publique que privée. La formation des revenus particuliers n'est pas entravée en Allemagne nationale-socialiste,

mais l'Etat en fixe tantôt le taux, comme pour les salaires, tantôt l'emploi, comme pour les profits. Tandis qu'en Russie les bénéfices des trusts autonomes vont directement dans les caisses du Trésor, en Allemagne l'entrepreneur qui accuse des profits doit les employer au réinvestissement, à la souscription aux emprunts ou à l'achat de rentes déjà émises. La production n'est plus libre qu'en apparence. Dans l'agriculture, le paysan peut semer des céréales, planter des pommes de terre, des betteraves ou du tabac : mais, avant de se décider, il regardera le tableau désormais officiel des cours fixés pour ces produits ; en choisissant la solution qui lui paraît la plus favorable, il subit, qu'il le veuille ou non, l'influence de l'auteur de ce tableau, qui est l'Etat. Dans l'industrie, on extraira du charbon ou on fabriquera de l'acier, des tissus, des produits chimiques et pharmaceutiques comme dans n'importe quel autre pays : mais la production n'obéira pas moins à un mot d'ordre qui aboutit tantôt à l'embauchage des chômeurs, tantôt au réarmement, tantôt au développement des moyens de transports. Or, ces mots d'ordre sont proclamés par les plans quadriennaux. Les buts du premier et du second plan allemand sont les mêmes. D'abord, tracer un idéal, y appeler et attacher l'attention de tous les citoyens, montrer périodiquement la distance qui sépare encore les réalisations effectives des projets conçus. Ensuite, discipliner la masse et coordonner ses efforts dans une tâche commune. Enfin, augmenter le prestige du gouvernement, dont on admirera le courage au moment où il proclamera le plan et dont on jugera la capacité et la force au terme de son exécution.

Le premier plan allemand de quatre années a pleinement atteint ce triple objectif. Au contraire, sur le second, qui vient d'être lancé, des doutes sérieux restent suspendus.

Le succès du premier plan : 1933-1936

Le national-socialisme a pris en mains les destinées de l'Allemagne à un moment particulièrement sombre. Six millions de chômeurs encombraient les offices de placement, les instituts d'assurance, les centres d'assistance, et souvent la rue. L'indice de la production (base 100 en 1928) était tombé à 54 pour la moyenne de l'année 1932. Le revenu national allemand, qui avait atteint 75,9 milliards en 1929, s'était effondré à 45 milliards à la fin du II^e Reich, et, malgré la baisse verticale des prix, on

pouvait acheter avec ces 45 milliards à peine autant qu'avec 56 milliards trois années auparavant. Sur ce revenu, le travail ne touchait plus que 25 milliards en 1932, dont la moitié au titre des salaires, l'autre moitié au titre des émoluments (employés) et traitements (fonctionnaires).

L'augmentation de la demande de travail

Le mot d'ordre du premier plan quadriennal fut : travailler et créer des occasions de travail.

L'avènement du nouveau régime — qui était accueilli avec quelque indifférence dans les milieux industriels — ne pouvait, à lui seul, provoquer assez d'enthousiasme pour faire tourner à nouveau, de plus en plus vite, la roue de l'économie privée.

bénéfice de 1933 au lieu de le reporter sur cinq exercices, si la machine est appelée à durer normalement aussi longtemps (1). Cette perspective de payer moins d'impôt tout de suite, en commandant du matériel nouveau, stimule la construction mécanique, de même que la suppression de la taxe de circulation sur les automobiles encourage la construction des voitures à essence.

Travailler et engager du personnel : cette devise motive la diminution de l'impôt sur le revenu des ménages qui engagent des domestiques, car ceux-ci sont fiscalement assimilés aux enfants (charges de famille).

Mais ces mesures tournées vers l'initiative privée ne pouvaient donner leur plein rendement que si, en même temps, l'Etat procurait lui aussi du travail massif aux

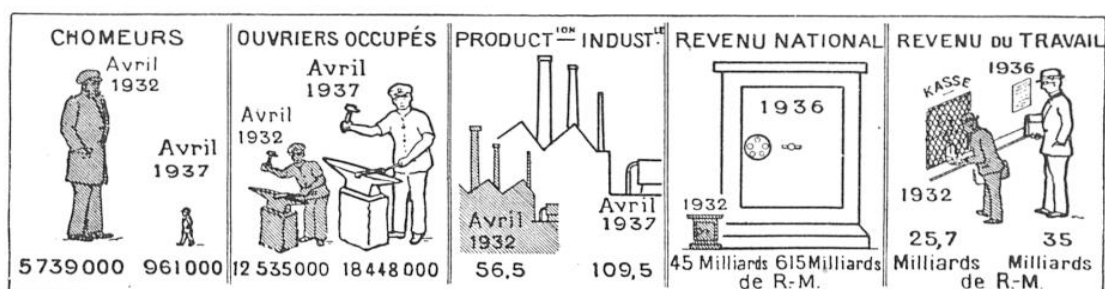


FIG. 1. — LES RÉSULTATS DU PREMIER PLAN QUADRIENNAL ALLEMAND (1933-1936)

L'Etat seul pouvait provoquer la première vague de travail qui devait en entraîner une seconde, soutenue, elle, par l'initiative privée.

Pour commencer, le gouvernement allemand ne pouvait songer qu'à exécuter le programme transmis par héritage du II^e Reich : celui des Grands Travaux. Son apport original consiste dans l'adjonction, aux mesures d'irrigation, d'amélioration et de rectification des voies terrestres et fluviales, du programme des autostrades dont nous avons parlé dans un précédent article (1). Mais, à côté de la construction publique, il fallait stimuler la construction privée. C'est pourquoi le régime nazi a accordé, à chaque propriétaire de maison désireux de réparer, d'améliorer ou d'élargir son immeuble, une allocation financière proportionnelle à sa propre dépense. Une loi fiscale de 1933 a permis aux industries d'amortir, dans l'année de l'acquisition, la valeur intégrale d'une nouvelle machine. Supposons qu'un métier à filer coûte 10 000 RM et qu'il soit acheté en 1933 : la filature peut déduire ce montant en bloc du

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 461.

chômeurs en quête de placement. Le réarmement — qui a commencé longtemps avant la dénonciation des clauses militaires du Traité de Versailles et l'occupation de la Rhénanie — est, au point de vue du travail, le complément public de l'initiative privée et le second apport original du régime national-socialiste.

En effet, la construction pour compte civil n'avait absorbé qu'une partie insuffisante des chômeurs. Lorsqu'on construit une route ou un autostrade, on n'a besoin que d'un nombre restreint d'ouvriers : la machine s'impose comme artisan principal.

On ne peut revenir en arrière d'un siècle et renoncer aux bienfaits du progrès technique, surtout si l'on est pressé pour achever le premier tronçon d'un réseau d'autostrades de 7 000 km. Il en est de même pour le rééquipement des chemins de fer, qui ont été dotés à cet effet, dès 1933, d'un crédit de 1 milliard et demi s'ajoutant aux dépenses directes du Reich, fixées à 1 milliard de marks.

Au contraire, le réarmement et le rééquipement de l'armée font tourner la construc-

(1) Le régime de faveur prendra fin en 1938.

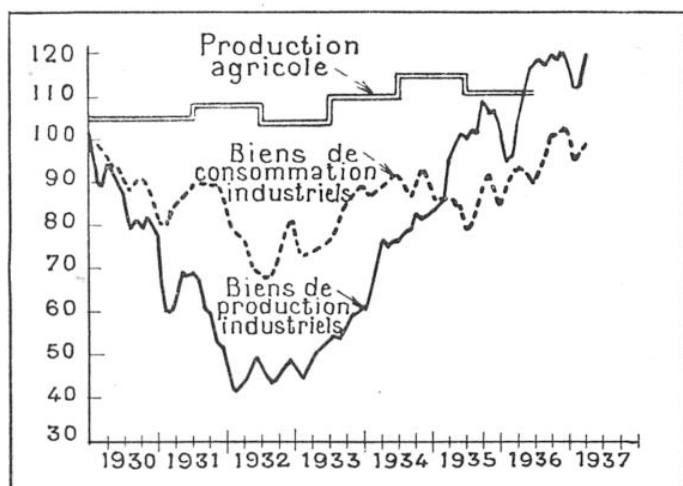


FIG. 2. — GRAPHIQUE MONTRANT L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION INDUSTRIELLE ET AGRICOLE EN ALLEMAGNE DEPUIS 1930 (L'INDICE 100 EST ATTRIBUÉ À 1928)

tion mécanique, occupent les chantiers navals, stimulent l'industrie électrique en même temps que la demande d'uniformes réagit heureusement sur la confection, les tissages et les filatures. Si l'on peut, à la rigueur, compter les milliards qui sont allés dans les Grands Travaux, on ne peut se faire une idée, même approximative, des dizaines de milliards absorbés par la Défense nationale. Car, mesure significative, en même temps que l'Allemagne étale publiquement un plan économique de quatre ans, elle cache soigneusement son plan financier annuel, que nous autres sommes habitués à appeler « budget ». Les Allemands oublieront jusqu'à l'appellation même de cette institution propre aux états démocratiques.

L'absorption de main-d'œuvre illustrée par des chiffres

Les statistiques publiées par la *Reichskreditgesellschaft* — et que nous ne pouvons songer à reproduire ici — montrent avec une évidence parfaite que les branches de l'industrie transformatrice travaillant pour la construction (pierres, terre, ciment, machines de voirie) et pour l'armement (mécanique, textiles) absorbent le gros des 6 millions de chômeurs qui

avaient alourdi le marché du travail en 1932.

C'est dans ces branches que la réduction du chômage est particulièrement importante en même temps qu'augmente la durée journalière du travail. En outre, l'industrie des biens de production a été beaucoup plus exigeante en main-d'œuvre que l'industrie des biens de consommation (par exemple, alimentation) dont le développement est resté notablement en retard par rapport à l'industrie de production.

En effet, la remise en marche de l'économie s'est opérée au début exclusivement par les robinets du crédit. Il a fallu beaucoup de temps pour que les moyens financiers mis dans le circuit se soient transformés

en revenus disponibles pour la consommation. Après une réaction qui s'est produite en 1935, l'industrie des biens de consommation ne ressent qu'à partir de 1936 l'élargissement du flot des revenus affectés à la dépense.

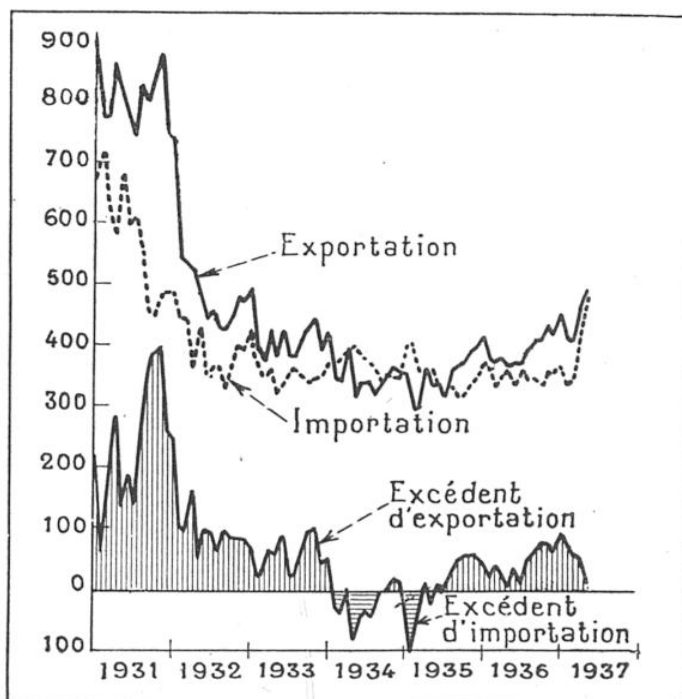


FIG. 3. — GRAPHIQUE MONTRANT L'ÉVOLUTION DU COMMERCE EXTÉRIEUR ALLEMAND DEPUIS 1931 (IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS EN MILLIONS DE RM)

L'adjuvant de la diminution de l'offre du travail

Mais les grands travaux combinés avec le réarmement n'ont pas suffi pour résoudre, dans son ensemble, le problème de l'occupation de la population apte au travail. L'absorption des chômeurs n'en constitue qu'un aspect. Ce marché du travail déchargé des chômeurs a été chargé par l'afflux de nouveaux éléments, et en particulier des jeunes. De 1930 à 1933, l'Allemagne a pro-

resté entier. Le régime national-socialiste a essayé de le résoudre par le détournement du marché du travail d'un nombre de jeunes gens aussi élevé que possible. Nous ne pouvons énumérer ici que les principales mesures prises officiellement dans ce sens.

Les prêts aux jeunes ménages à raison de 1 000 marks le jour du mariage n'ont pas seulement encouragé la natalité (grâce aux remises accordées aux ménages féconds), mais ont en même temps retenu les femmes au foyer. Car, pour bénéficier des prêts,

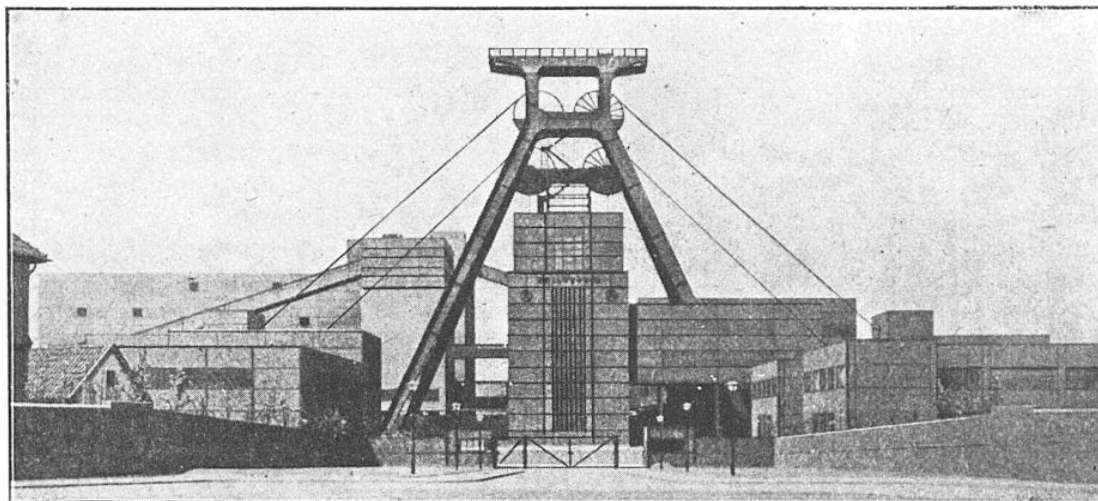


FIG. 4. — UN CHARBONNAGE MODERNE PRÈS D'ESSEN, DANS LA RUHR

L'Allemagne dispose de réserves charbonnières très importantes, supérieures à 200 milliards de tonnes. Pour l'extraction de la houille, elle vient au troisième rang dans le monde, après les Etats-Unis et la Grande-Bretagne, avec 20 % de la production totale (158 000 000 t en 1936). Pour l'exportation, elle s'inscrit au deuxième rang après la Grande-Bretagne, avec 26 % au total (28 000 000 t en 1936).

fité, comme les autres pays en crise, de la faiblesse du débit des années dites « creuses ». La faiblesse des naissances de 1914 à 1918 s'est, en effet, traduite seize ans après par une diminution sensible des jeunes gens entrant dans la population active (entre 1930 et 1933). C'est ce que montrent les statistiques des sorties d'école.

Par contre, entre 1933 et 1934, le nombre des jeunes gens venus sur le marché du travail a doublé en apparence. Par suite de la restriction du nombre des étudiants aux universités, il faut même admettre que la présentation des jeunes aux portes des usines et bureaux a été plus forte : d'un autre côté, la prolongation de la scolarité et, notamment, l'extension des écoles de perfectionnement ont pu diminuer quelque peu la pression qui en résultait. Mais, tout compte fait, le problème de la suroffre est

l'épouse devait s'engager à refuser désormais tout emploi salarié (1). Le nombre des prêts a atteint environ 670 000 d'août 1933 à septembre 1936. En application du principe du non cumul, la loi du 30 juin 1933 dispose que les fonctionnaires-femmes sont congédiées si les traitements de leurs maris fonctionnaires sont suffisants pour faire face aux besoins de la famille. En même temps, l'émigration rurale vers les villes a été singulièrement entravée. Enfin, et surtout, en même temps que le service militaire éloigne pendant deux années consécutives au moins 600 000 jeunes gens de l'atelier, de la fabrique et du bureau, l'organisation du service obligatoire du travail préalable au service militaire allonge encore cette période. Nous ne faisons que men-

(1) Comme on manque de main-d'œuvre en 1937, cet engagement tombe provisoirement.

tionner le stage rural, en vertu duquel beaucoup de jeunes citadins sont annuellement occupés à des travaux des champs.

On saisit maintenant, au bout des quatre premières années de national-socialisme, la signification profonde du planisme. Il s'agit non seulement de tracer un but, mais encore et surtout de disposer de la discipline et de la contrainte nécessaires à son exécution, dans la mesure où l'enthousiasme ou la sympathie des masses ne constituent pas une garantie de succès suffisants. Mais le programme du premier plan rentrait dans l'ordre des choses possibles : on peut organiser des grands travaux et on peut constituer et équiper une grande armée, surtout après une période de désarmement prolongée. Le seul point délicat est le financement d'un programme pareil. Or, il devient préoccupant lorsque le but tracé sort, avec le deuxième plan quadriennal, du cadre normal des choses et déclenche une espèce de révolte contre ce qui a été considéré jusqu'ici comme l'ordre naturel. Peut-on forcer la terre à produire au delà de ce qui semble correspondre à sa fertilité, peut-on accroître les disponibilités du sous-sol à la seule condition de le creuser davantage, peut-on obtenir de la science que le produit artificiel remplace sur toute la ligne le produit naturel ?

Exposons d'abord les ambitions et le commencement d'exécution du second plan de quatre ans avant d'examiner, à l'égard des deux plans, le problème financier.

Les préoccupations du second plan : 1937-1940

Au moment où à peu près toute la population dite « active » est effectivement en travail, le décor change. Il faut maintenant réussir à l'y conserver. Or, deux nuages grossissaient à l'horizon en 1936-1937. D'une part, les tâches de l'Etat diminuaient en même temps que le problème financier se compliquait ; d'autre part, l'économie mondiale était marquée des signes avant-coureurs d'un ralentissement cyclique des affaires ou même d'une nouvelle crise. L'Allemagne pouvait-elle échapper à ses effets contagieux ? Ce double point d'interrogation dicte sinon la solution, du moins une tentative de solution hardie et originale : l'isolement, l'« autarcie » comme on dit couramment, la création, pour maintenir les Allemands en haleine, d'industries se substituant (*Ersatz*) aux activités étrangères ayant jusqu'ici approvisionné l'économie. Sans doute, jamais l'Allemagne ne

pourra se suffire à elle-même, surtout avec une population aussi dense que la sienne (130 habitants par km carré contre environ 70 en France). Mais chaque fois que la terre, le sous-sol ou le génie inventif de l'industriel allemand peuvent fournir un produit ou bien équivalent ou substituable à un produit importé, la préférence doit lui être accordée sur celui-ci. Autarcie partielle et conditionnelle : tel est le *leitmotiv* du second plan. Elle ne signifie aucunement retrait de l'Allemagne du marché mondial, mais elle donne la priorité aux exportations qui doivent fournir les moyens financiers susceptibles d'acheter les matières premières nécessaires à la fabrication de produits exportés, et à combler les lacunes de l'approvisionnement alimentaire et industriel allemand.

Un faible pas vers l'indépendance alimentaire de l'Allemagne

L'Allemagne s'efforce de tirer de son sol tout ce qu'il peut donner ; ainsi le Reich fournit à ses citoyens une sécurité morale dans l'éventualité d'un conflit armé. En plus, par l'extension et surtout par le regroupement de cultures, il entend fixer les paysans à la campagne et les empêcher de devenir des chômeurs en puissance.

La terre germanique est relativement avare. On peut l'améliorer par des engrais et par un labourage plus intensif, mais la loi du rendement décroissant joue en Allemagne plus vite qu'en France. Malgré le dessèchement de certains rivages de la Baltique, malgré la colonisation de l'Est, la superficie cultivée n'est guère extensible. Elle diminue plutôt, atteignant 28,72 millions d'hectares en 1937 contre 28,75 en 1936. La diminution nette s'explique et par l'abandon des prairies improductives et par l'extension des terrains affectés à l'armée, aux sports, au service du travail, etc. (augmentation visible, 42 000 ha de 1936 à 1937).

Dans le cadre du deuxième plan de quatre ans, l'Allemagne s'efforce donc essentiellement, d'une part, d'étendre la culture des produits déficitaires au détriment des produits excédentaires ; d'autre part, d'acclimater en Allemagne quelques matières premières végétales qui étaient jusqu'alors importées en entier. Ainsi, entre 1936 et 1937, la culture des céréales — dont certaines dépassent les besoins allemands — a perdu 250 000 ha au profit des plantes sarclées et légumineuses qui gagnent 279 000 ha, des plantes oléagineuses qui s'étendent de 14 500 ha tandis que les jardins potagers diminuent. Notons que le lin et le chanvre,

et le colza, couvrent, en 1937, un total de 104 000 ha.

Comme les possibilités sont limitées du côté de l'extension et du regroupement de la production, le second plan attaque le problème de l'alimentation surtout du côté de la consommation. D'une façon générale, la formation du revenu destiné à la consommation, comme les salaires, émoluments, traitements, est contrôlée. Tandis que le revenu national a augmenté dans son ensemble de 35 % entre 1932 et 1937, le revenu du travail ne s'est accru dans la

continue sur une vaste échelle malgré l'amélioration du rendement des laiteries par lesquelles passe obligatoirement tout le lait destiné à la transformation.

L'intervention dans le domaine de la consommation est enfin particulièrement sensible, lorsqu'elle aboutit au contrôle de l'emploi. Depuis la moisson-record de 1933, les récoltes des céréales sont déficitaires ou moyennes ; celle de 1937 s'établit à 21,74 millions de tonnes contre 22,65 pour la moyenne de 1931-36. Quant aux céréales panifiables, leur récolte atteint 11,25 millions de tonnes

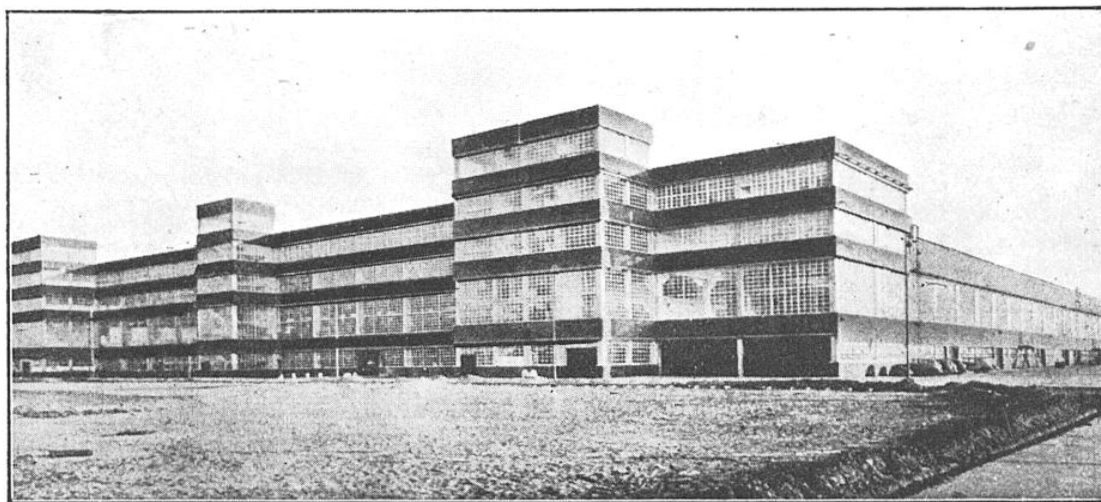


FIG. 5. — VUE GÉNÉRALE DES USINES D'AUTOMOBILES « OPEL », A BRANDEBOURG

En Allemagne, la production de véhicules routiers à traction mécanique est passée de 100 000 en 1932 au chiffre record de 463 000 en 1936 (y compris 138 000 motocyclettes). Les usines ci-dessus sont équipées pour la construction de 50 voitures par jour.

même période que de 27 % ; les profits, au contraire, ont presque doublé entre ces deux dates.

Tout en faisant honneur au socialisme dans la dénomination du parti unique, le III^e Reich encourage la formation des revenus normalement destinés à l'épargne. Par contre, l'ouvrier ne peut dépasser son revenu de 1932 qu'à condition de travailler plus longtemps. Quant aux salaires de base, ils ont été bloqués par l'inscription des barèmes des anciens contrats collectifs dans des textes législatifs.

En second lieu, les prix sont dirigés de façon à encourager par la baisse la demande des denrées abondantes, et à décourager par la hausse celle des produits insuffisants. Le sucre, dont l'Allemagne dispose en quantité abondante sur son territoire, a baissé par rapport au beurre, dont l'importation

contre 11,91 en 1936, dont 4,39 pour le blé et 6,86 pour le seigle.

En même temps, les réserves de céréales panifiables sont tombées de 3,4 à 1,7 million de tonnes. Que s'est-ils passé ? On peut estimer à 10 millions de quintaux les besoins de la consommation humaine dont 2,2 pour les producteurs de céréales eux-mêmes. Aussi s'est-on borné, jusqu'en juillet 1937, à imposer aux cultivateurs des contingents de livraison correspondant à la consommation humaine. Mais pourquoi les stocks ont-ils diminué, pourquoi les importations de blé ont-elles repris au premier semestre de 1937 (0,6 million de tonnes), bien qu'en apparence les céréales panifiables suffisent à la consommation humaine ? On en a employé une partie croissante à l'engraissement du bétail, et surtout des porcs, parce que, d'une part, on manquait de fourrages ordinaires

(point névralgique de l'économie rurale allemande) et que, d'autre part, les prix de la viande, du lard et de la graisse étaient plus rémunérateurs que celui du pain.

Aussi le gouvernement a-t-il dû prendre deux mesures caractéristiques de l'économie dirigée. Un décret de novembre 1936 fixe une échelle de prix pour les pores, qui est dégressive avec leur poids ; une ordonnance de fin juillet 1937 impose la livraison à l'administration (corporation alimentaire) de toutes les céréales panifiables, sauf les quantités nécessaires à la consommation des producteurs et à l'ensemencement. Il appartient donc aux pouvoirs publics d'établir un ordre de priorité des besoins (consommation humaine et animale) et de répartir les céréales disponibles en conséquence. Ce mécanisme exceptionnel dans l'agriculture se généralise dans l'industrie.

Les graves problèmes des succédanés industriels

La restriction des importations de matières premières et la fabrication de succédanés répondent à une triple préoccupation : renforcer le sentiment de sécurité en vue d'une guerre possible, économiser des devises, répandre dans les industries des succédanés les employés, ouvriers et techniciens devenus disponibles sur les chantiers des autostrades achevés ou dans les usines de matériel de guerre.

N'insistons pas autrement sur la substitution progressive de l'essence synthétique au dérivé principal du pétrole. L'hydrogénation fonctionne un peu partout. Elle est plus normale pour l'Allemagne, qui a un excédent de houille et de lignite, que pour la France qui en manque, autant que les Suédois sont bien inspirés en utilisant de plus en plus le bois surabondant comme combustible automobile. L'Allemagne s'installait déjà pour un débit courant de 800 000 tonnes d'essence synthétique, lorsque le deuxième plan quadriennal ordonna un doublement rapide de cette capacité. La consommation de carburants atteint 2 500 000 tonnes en 1936 dont 2 100 000 pour les combustibles légers. Le moment n'est donc pas loin où l'Allemagne pourra se suffire à elle-même.

Pour engager les sociétés houillères ou chimiques à installer des usines d'hydrogénation pour la houille et le lignite, l'Etat leur garantit l'écoulement d'une quantité donnée à un prix minimum et les favorise par de larges dégrèvements fiscaux.

Voilà depuis plus de trente ans aussi que

la fibre artificielle s'apprête à disputer le terrain aux fibres naturelles de la soie, du coton et de la laine. Le second plan quadriennal allemand intensifie ce processus, quant à l'Allemagne, et encourage surtout la production de laine de cellulose (*Zellwolle*), dont une variété (B) est appelée à remplacer le coton, tandis que l'autre (W) est recommandée comme *Ersatz* de la laine. La capacité de production de la *Zellwolle*, qui avait à peine dépassé 3 000 tonnes par an en 1933, saute déjà à 76 000 tonnes fin 1936 ; elle doit atteindre 140 000 tonnes fin 1937. Mais l'ambition du second plan est beaucoup plus vaste encore. La laine de cellulose est appelée à remplacer finalement la moitié du coton et 1 cinquième de la laine importée, soit environ 230 000 tonnes en se basant sur un besoin normal de 420 000 tonnes de coton et de 100 000 tonnes de laine. Même en accélérant l'utilisation de vieux chiffons, et la culture de lin et de chanvre, concurremment avec la poussée de la production de la *Zellwolle*, il restera un minimum d'importation incompressible de 400 000 t de fibres naturelles (1).

Mentionnons enfin le caoutchouc synthétique dont la généralisation ne ferait économiser à l'Allemagne que 50 millions de devises, valeur des importations en 1936, contre 250 à 300 millions que représenterait la suppression des achats de coton à l'étranger (moyenne 1935-1936). Jusqu'ici, les tendances autarciques frappent moins par leur principe que par leur étendue. Mais, sur un terrain particulier, celui du minerai de fer et de la fonte, les difficultés ont été telles que des mesures exceptionnelles se sont imposées : il s'agit de la création de la Société minière et sidérurgique Hermann Goering (2).

L'immixtion de l'Etat dans l'exploitation des mines et usines sidérurgiques

Depuis la désannexion de la Moselle, l'Allemagne est pauvre en minerai de fer, et le minerai dont elle dispose dans son sous-sol est pauvre en fer. Jusqu'ici, les principales mines exploitées sont situées dans les bassins de la Sieg et de la Lahn.

(1) Les besoins de l'Allemagne en fibres textiles sont évalués à 885 000 tonnes. L'agriculture allemande fournit 47 000 tonnes (lin, chanvre) ; la rayonne et la « Zellwolle » donnent actuellement 110 000 tonnes. L'Allemagne a importé, en 1936, un total de 640 000 tonnes de fibres (coton, 322 ; laine, 125 ; autres fibres, 197). En 1936, 250 000 tonnes de chiffons ont été transformées en fibres textiles avec un rendement d'environ 100 000 tonnes.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 301.

Elles fournissent de 6 à 7 millions de tonnes, contre 14 à 15 millions de tonnes d'importation, dont 7,2 de provenance française (traité de commerce franco-allemand entré en vigueur le 1^{er} août 1937).

Pour diminuer le poids politique financier et monétaire des achats à l'étranger, le général Goering, chef du deuxième plan, entend exploiter à fond les autres gisements ferrugineux, connus et affleurés dans les régions de Salzgitter (Harz), Donaueschingen (Bade-Wurtemberg) et de Hollfeld (Franconie). Il faut creuser des puits, organiser des galeries, ériger des hauts fourneaux sur le carreau de la mine (car le minerai, très pauvre, ne supporte pas le transport vers les hauts fourneaux éloignés de Rhénanie-Westphalie), amener des lignes de chemin de fer pour assurer les arrivages de fines à coke ou de coke, créer des usines destinées au traitement du minerai pauvre. Cette tâche dépasse les facultés de l'initiative privée, aussi le Reich apporte-t-il l'autorité nécessaire à la solution des problèmes techniques, ouvriers et surtout financiers. Bien plus, l'exploitation directe par le Reich constitue une immixtion sérieuse de l'Etat dans l'économie métallurgique, qui était réservée jusqu'ici à l'initiative et au capitalisme privés.

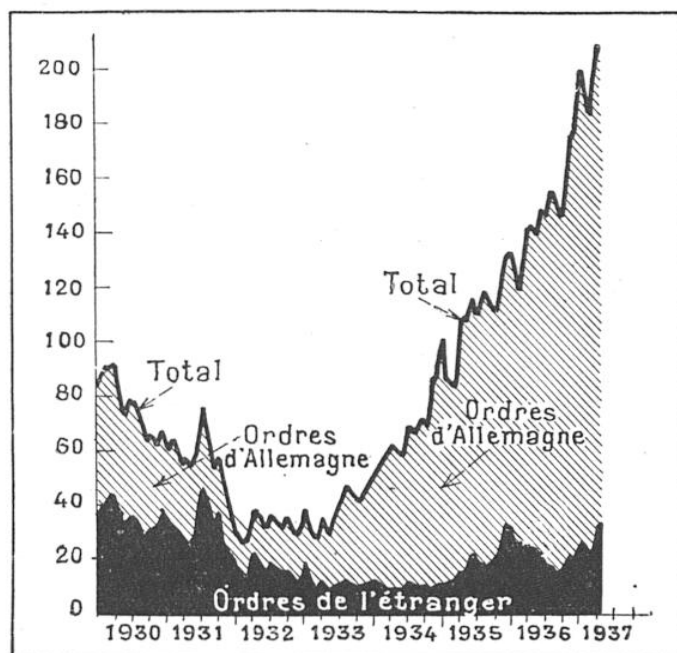


FIG. 6. — GRAPHIQUE MONTRANT LE MOUVEMENT DES COMMANDES DANS LA GROSSE INDUSTRIE MÉCANIQUE ALLEMANDE (L'INDICE 100 A ÉTÉ ATTRIBUÉ A 1928)

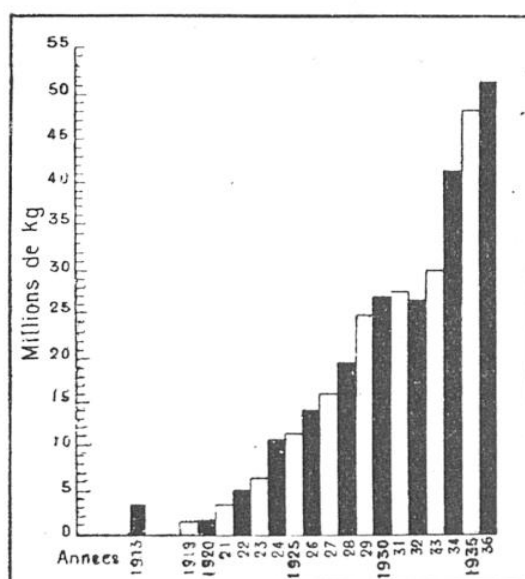


FIG. 7. — GRAPHIQUE MONTRANT L'ACCROISSEMENT DE LA PRODUCTION ALLEMANDE DE SOIE ARTIFICIELLE (RAYONNE) DEPUIS 1913

Les *Reichswerke* (entreprises publiques) H. Goering sont constituées sous la forme d'une société anonyme. Non seulement le Reich la dirige, mais il en sera toujours le principal actionnaire. Les industriels ou sociétés qui ont des droits sur la propriété minière ne peuvent devenir qu'actionnaires minoritaires, moyennant cession de leurs droits. Par ailleurs, l'Etat peut exercer des droits préférentiels (par rapport aux propriétaires privés) sur les mines de fer. Son contrôle s'étend de plus en plus sur l'emploi fait de la fonte ou de l'acier produits ; ils peuvent être dirigés, par priorité, vers l'armée ou vers les nouvelles mines et usines de la société Hermann Goering. Originale et très significative application du principe de la direction par l'Etat de l'emploi des matières premières, demi-produits et produits finis !

Quelles sont les chances et les risques du second plan quadriennal ?

Autant nous avons admis, dans la chronique de la *Revue d'Economie politique* (1), les grandes

(1) Juillet-août 1933 et 1934.

chances de succès du premier plan de quatre ans, lorsqu'il a été annoncé par le Congrès de Nuremberg de 1933, autant nous devons mettre en balance, à l'égard du second plan, les risques d'échec avec les facteurs de réussite. On peut ramener à trois aspects différents les problèmes posés par la seconde manifestation du planisme allemand : technique, commercial, financier.

Les chances techniques

Les Allemands ne font, à l'heure actuelle, qu'accélérer le rythme de la loi de substitution. Sans interruption, de nouvelles forces et matières se juxtaposent aux anciennes ou prennent leur place : bois et acier, vapeur et électricité, etc., etc. Le deuxième plan brusque un peu le remplacement de fibres naturelles par les artificielles, de l'huile minérale par le combustible synthétique. Lorsque des difficultés se présentent, on freine. Peut-on vraiment croire à une solution industrielle du problème du caoutchouc synthétique, si l'on apprend que l'Allemagne augmente sans cesse les importations du caoutchouc naturel, de 605.000 quintaux en 1933 à 827.000 quintaux en 1936 ?

L'Allemagne tire aussi profit des chiffons, des déchets alimentaires et autres, du résidu de café qui contient de la graisse et de la cellulose, des poussières de charbon qui donnent du savon. Mais de là à croire à l'autarcie, à l'indépendance économique de l'Allemagne serait dépasser les ambitions les plus vastes des chefs responsables de l'exécution du plan.

Les leçons de modestie de la statistique commerciale

Les statistiques commerciales, dont nous ne pouvons rapporter ici en détails les chiffres arides, montrent à l'évidence cette vérité essentielle que les importations de denrées et de matières, loin de diminuer toujours — comme semblerait l'impliquer la volonté constante des deux plans — augmentent quelquefois.

Même si l'on corrige les chiffres de 1937 en éliminant l'influence de la forte hausse des matières premières, on reste frappé des besoins considérables d'importation que l'Allemagne continue à manifester. N'est-ce pas parce que l'élasticité de la terre et du sous-sol est limitée, n'est-ce pas aussi que,

si l'on veut exporter, il faut se résigner à importer en même temps ?

La grande inconnue financière

Mais comment l'économie privée peut-elle, tout d'abord, résoudre le problème du prix de revient ? On peut déduire des sacrifices fiscaux que fait l'Etat pour l'essence synthétique, par rapport à l'essence importée, que la première revient au moins de quatre à cinq fois plus cher que la seconde. Le prix de la *Zelkwole* baisse, sans aucun doute : de 3,80 RM le kg en 1934, pour une qualité courante, à 1,60 RM en 1936 et à 1,45 RM en 1937. Mais, malgré cette baisse, la laine artificielle reste encore sensiblement au-dessus des cours du coton, sans que la qualité soit toujours comparable ; sa fabrication est d'ailleurs chargée de frais considérables au titre des essais, installations et réformes d'outillage.

Le prix de revient, dont l'incidence directe s'efface en période de guerre, revêt, par contre, une importance considérable en période de paix.

Aussi est-ce l'économie publique qui doit supporter la plus grande partie des « frais de réindustrialisation », c'est-à-dire des dépenses occasionnées par la substitution d'un matériel nouveau à l'outillage ancien. L'intervention récente de la Société Hermann Goering est significative à cet égard. Or, l'exécution du premier plan quadriennal a ajouté, à une dette publique considérée comme insignifiante (12 milliards de RM pour le Reich et autant pour les autres collectivités), une dette flottante considérable. Le secrétaire d'Etat aux Finances Reinhardt n'a-t-il pas évalué à 40-50 milliards le coût des grands travaux et du réarmement ? Sans doute, les rendements fiscaux accrus (13,2 milliards pour le budget de 1937 contre 6,6 pour 1932) permettent de résorber une partie de ces charges exceptionnelles ; sans doute aussi, 6 milliards d'emprunts de consolidation ont pu être placés dans le public, aux Caisses d'Epargne, Institut d'assurance, banques et entreprises industrielles, mais le grand point d'interrogation financier et monétaire qu'il convient de mettre derrière le deuxième plan résulte du cumul de ses charges incalculables avec celles, très élevées déjà, mais encore supportables, du premier plan quadriennal.

HENRY LAUFENBURGER.

UN PHYSICIEN DE L'ATOME :

RUTHERFORD (1871-1937)

Radioactivité et transmutations artificielles

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

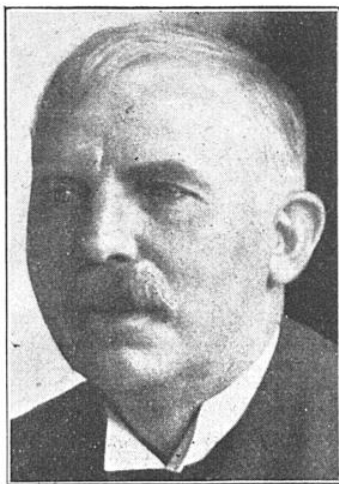
L'œuvre du physicien anglais Rutherford est liée essentiellement au développement pris depuis près d'un demi-siècle par la physique moderne pour déterminer la constitution de la matière après avoir étudié l'architecture atomique tout d'abord, puis les noyaux atomiques eux-mêmes. C'est la découverte de la radioactivité par Becquerel en 1896 qui a incité Rutherford, alors professeur à Montréal (Canada), à examiner ces désintégrations spontanées et à dresser pour ainsi dire l'arbre généalogique des familles d'éléments radioactifs naturels. Par la suite, dès 1907, le savant anglais établit, pendant son séjour à l'Université de Manchester, la représentation planétaire de l'atome qui est encore à la base de l'atomistique, telle que nous la concevons actuellement. Lorsqu'en 1919, il est placé à la tête du célèbre laboratoire Cavendish (Université de Cambridge) il poursuit ses travaux dans ce réputé établissement qui, sous la direction successive de Maxwell, de lord Rayleigh et de sir J.-J. Thomson, était devenu un centre universellement renommé dans le monde. C'est là qu'il parvient notamment à triompher des difficultés qui, depuis l'âge des alchimistes, s'opposaient à la résolution des problèmes soulevés par la transmutation des corps. Pour la première fois, en effet, il réalise la transmutation de la matière (1) et nous ouvre ainsi des horizons insoupçonnés sur l'énergie intraatomique. Le prix Nobel de chimie de 1908 vint consacrer la portée de cette découverte qui immortalise aujourd'hui son nom. Newton, Herschell, Faraday, Darwin, Joule, lord Kelvin, Rutherford constituent cette pléiade glorieuse des physiciens spécifiquement britanniques qui ont, depuis le XVII^e siècle jusqu'à nos jours, le plus contribué à répandre dans le monde savant le bon renom de la science anglaise.

APRÈS Marconi, Rutherford. Ceux qui ont renouvelé la science moderne, ceux qui ont reculé le double mystère

des ondes et des atomes ont subi le sort commun. Mais l'immortalité reste acquise à leurs noms et à leurs œuvres, car, plus et mieux que les conquérants, ils ont transformé la vie humaine. Rutherford surtout a changé notre manière de concevoir l'Univers ; en nous révélant les sources quasi inépuisables de l'énergie intraatomique, il a accru nos possibilités d'action. Aussi, la mort de cet homme de génie met en deuil l'humanité entière ; mais on peut dire, pour se consoler, qu'il laisse après lui tout ce qui est nécessaire : une doctrine, des laboratoires et surtout des savants imprégnés de son esprit. Cette revue se doit

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 246, page 444.

de lui rendre hommage, et le mieux qu'elle puisse faire, c'est d'évoquer simplement sa vie et son œuvre dans son ensemble.



LORD RUTHERFORD OF NELSON
1871-1937

Physicien anglais titulaire du prix Nobel de Chimie en 1908.

La vie, les honneurs et les charges

Ernest Rutherford est né le 30 août 1871 à Nelson, en Nouvelle-Zélande ; il était le quatrième d'une famille de douze enfants. Après avoir reçu une première instruction au collège de sa ville natale, il fut admis, en 1890, comme étudiant en mathématiques et en physique, au Canterbury College, qui fait partie de l'Université de Nouvelle-Zélande ; là, déjà, son ingéniosité native se fit remarquer par la construction d'un détecteur d'ondes électromagnétiques dont la sensibilité ne fut dépassée, plus tard, que par le cohéreur de Branly. Ayant obtenu brillamment ses diplômes, en 1893, il fut

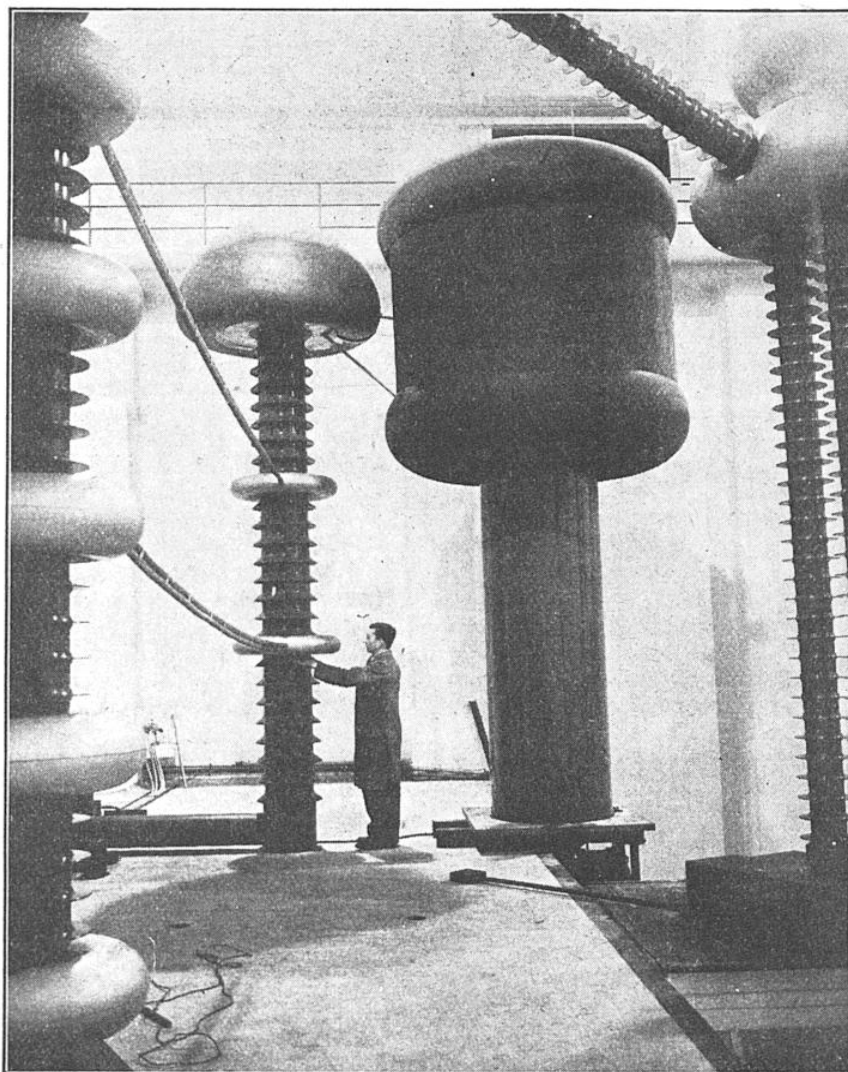


FIG. 1. — VUE PARTIELLE DE L'APPAREILLAGE DU LABORATOIRE CAVENDISH A L'UNIVERSITÉ DE CAMBRIDGE (ANGLETERRE) POUR LA PRODUCTION DE TRÈS HAUTES TENSIONS CONTINUES PERMETTANT DE RÉALISER LA TRANSMUTATION ARTIFICIELLE DES ÉLÉMENTS

à même de venir en Angleterre, comme étudiant en physique à la grande Université de Cambridge, et son bon génie le dirigea vers le laboratoire Cavendish, un des plus actifs foyers de recherche scientifique qui soient dans le monde : ce laboratoire était alors placé sous la direction de sir Joseph-John Thomson, physicien de grande classe, qui avait orienté les recherches vers l'étude de la décharge électrique à travers les gaz et des phénomènes d'ionisation ; l'invention du spectrographe de masse, qui a permis d'établir l'existence des isotopes, suffirait à justi-

fier l'attribution du prix Nobel qui a récompensé, en 1906, ses importants travaux. C'est dans ce milieu de haute science que Rutherford fit ses premières armes, s'initia aux techniques les plus délicates et s'imprégna des idées nouvelles, auxquelles il allait, à son tour, apporter de si originales contributions.

En 1898, Rutherford fut nommé professeur de physique à l'Université Mac Gill, de Montréal, et là encore, il eut la bonne fortune de trouver, comme collègue, une des plus brillantes intelligences de ce temps, Frédéric Soddy. C'était le moment où Henri Becquerel, puis Pierre et Marie Curie ouvraient au monde de nouveaux horizons en découvrant la radioactivité ; dans leur université canadienne, tantôt en collaboration, tantôt séparément, Rutherford et Soddy s'attaquèrent au problème, y apportant

la double lumière de nouveaux faits et d'audacieuses hypothèses. Ainsi, à trente ans, Rutherford était déjà connu comme un physicien de grande classe ; il était élu, en 1903, membre de la Société Royale de Londres, et la médaille Rumford venait, en 1905, récompenser ses travaux.

Sa notoriété le rappelait alors en Angleterre ; en 1907, il succédait à Schuster comme professeur de physique à l'Université de Manchester ; en 1908, le prix Nobel lui apportait une nouvelle consécration. En changeant de laboratoire, il semble que

Rutherford ait voulu donner une direction un peu différente à ses travaux : la radioactivité, qui avait jusque là été un but, devenait un moyen ; elle lui permettait d'établir la fameuse représentation planétaire de la structure atomique qui, complétée depuis, reste toujours à la base de l'atomistique.

En 1914, l'Angleterre avait honoré les mérites exceptionnels de Rutherford en le créant chevalier ; et en 1919, le physicien déjà illustre succédait à Sir J.-J. Thomson comme directeur du laboratoire Cavendish où il avait fait ses premières armes ; cette suprême consécration qui marque, pour tant d'autres, l'arrêt du labeur fécond, fut pour Rutherford le point de départ de nouveaux travaux et des plus prodigieuses découvertes ; c'est là, en effet, que s'attaquant au problème de la transmutation, il résolut, sur le plan scientifique, les difficultés qui, depuis le temps des alchimistes, avaient arrêté et désespéré les chercheurs ; c'est là qu'il conquist le surnom, qui lui restera, de « briseur d'atomes ».

Ayant tracé la voie, il s'adjoignit des collaborateurs et forma des élèves ; sous son impulsion, une équipe de savants s'attaqua à la désintégration atomique, et le laboratoire Cavendish devint le plus actif centre scientifique qui ait jamais existé ; ce qui fait l'honneur de Rutherford, c'est qu'en

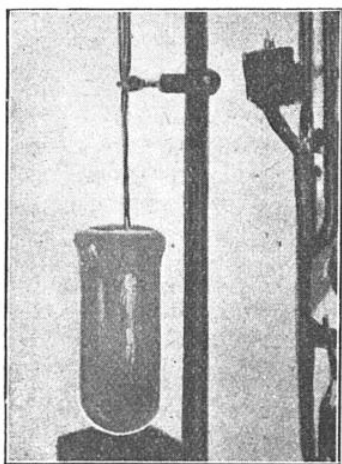


FIG. 2. — TUBE DE VERRE CONTENANT DU RADON (ÉMANATION DU RADIUM) CONDENSÉ À BASSE TEMPÉRATURE,

PHOTOGRAPHIÉ PAR LA LUMIÈRE DE FLUORESCENCE EXCITÉE DANS LE VERRE (1)

(1) D'après *Radioactivité*, de Mme PIERRE CURIE (Hermann et C^{ie}, éditeurs).

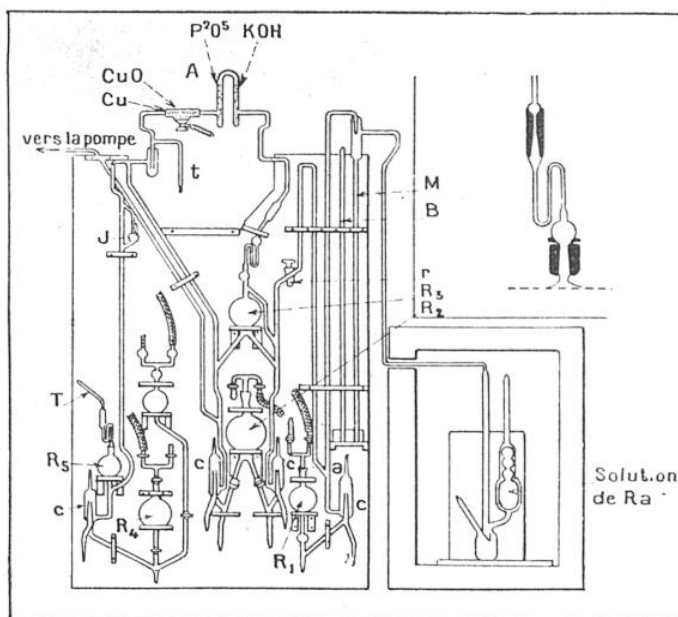


FIG. 3. — SCHÉMA DE L'APPAREIL SERVANT À L'EXTRACTION DE L'ÉMANATION DU RADIUM OU RADON

La solution de radium est contenue dans un récipient de quartz protégé par un réservoir extérieur. Le manomètre M et le baromètre B servent à mesurer la pression des gaz au-dessus de la solution. Le réservoir à mercure R permet de faire monter celui-ci de manière à fermer en a la communication entre la solution de l'appareil de purification A ; r, robinet d'admission des gaz dans l'appareil ; R₂ et R₃, réservoirs à mercure formant pompe pour l'aspiration des gaz et leur refoulement dans A ; J, jauge pour mesurer la pression des gaz résiduels, après purification par les réactifs contenus dans A ; R₄ et R₅, réservoirs formant pompe pour l'aspiration des gaz purifiés et pour leur refoulement dans le tube capillaire T ; t, tube capillaire qu'on peut immerger dans un bain d'air liquide pour condenser le radon ; c c c c, purgeurs pour éliminer les bulles d'air entraînées avec le mercure au cours des différentes manœuvres. (D'après *Radioactivité*, de Mme Pierre Curie, Hermann et C^{ie}, éditeurs.)

dirigeant ses collaborateurs, il ne cherchait pas, comme tant d'autres chefs d'école, à accaparer le mérite qui leur revenait ; tous ceux qui ont travaillé sous son égide en apportent le témoignage. Et, par une louable coutume des savants anglais, que les nôtres devraient bien imiter, il apportait chaque année à l'Institution Royale, sous forme de lectures illustrées d'expériences, le bilan des nouvelles découvertes dans le domaine de l'atomistique.

Avec l'âge, il acquérait de nouveaux honneurs avec de nouvelles charges ; en 1927, il succédait à Sir J.-J. Thomson comme professeur de philosophie naturelle,

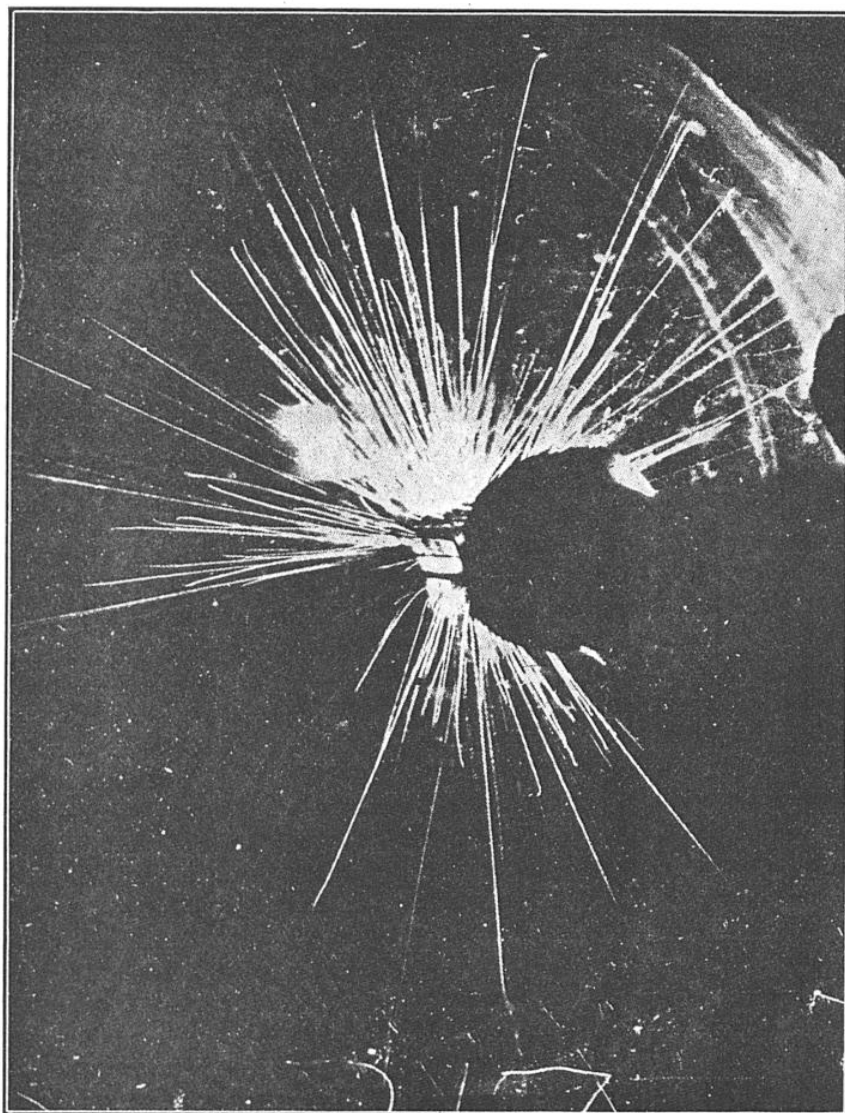


FIG. 4. — PHOTOGRAPHIE OBTENUE A LA CHAMBRE HUMIDE DE C.-T.-R. WILSON, MONTRANT LA TRANSMUTATION DU LITHIUM

Le lithium est ici bombardé par des deutons ou noyaux d'hydrogène lourd. Il émet alors des particules alpha (noyaux d'atomes d'hélium). Leurs trajectoires sont rendues visibles dans la chambre humide grâce à la condensation de la vapeur d'eau autour des particules ionisées au passage des particules alpha. La transmutation d'un seul atome de lithium donne naissance à deux trajectoires.

c'est-à-dire de physique, à l'Institution Royale ; puis il assurait la direction du laboratoire Mond pour l'étude des basses températures, et, comme chez nous, il était appelé à présider de nombreuses commissions : c'est dans ces tâches honorifiques que vient, trop souvent, s'enliser une activité qui pourrait s'employer plus utilement. Tous ces services, cette carrière dont la

gloire rejaillissait sur sa patrie, furent consacrés en 1931 par la suprême récompense que l'Angleterre réserve à ses meilleurs fils : Sir Ernest Rutherford devint Lord Rutherford of Nelson ; ainsi, il illustrait à la fois son nom familial et sa ville natale.

La mort est venue, soudainement, le frapper à ce sommet : le 19 octobre dernier, il succombait à la suite d'une opération chirurgicale ; il a été enseveli dans l'Abbaye de Westminster, où ses cendres voisinent avec celles des hommes illustres de l'Angleterre : Newton, Lord Kelvin et Faraday.

Il nous reste à évoquer son œuvre ; malgré son unité profonde, elle peut, comme sa carrière elle-même, se diviser en trois étapes : au Canada, le plus souvent en collaboration avec Soddy, les recherches sur la radioactivité ; à Manchester, les travaux sur la structure atomique ; à Cambridge, à la tête d'une brillante équipe, les expériences sur la transmutation artificielle.

Etudes sur la radioactivité

Les découvertes de Becquerel et des Curie posaient au monde savant les plus troublantes énigmes ; ce qui était acquis, c'était que la radioactivité était une propriété atomique, c'est-à-dire dépendante des parties les plus profondes de la matière ; mais on ignorait la source de l'énergie émise par

le radium, et on ne savait si elle émanait de ce corps lui-même, ou si les corps radioactifs ne faisaient que transformer et rendre sensible une énergie d'origine extérieure ; tout aussi incompréhensibles étaient les phénomènes de « radioactivité induite » d'après lesquels tout corps pouvait devenir passagèrement radioactif, lorsqu'il avait été maintenu au voisinage d'un sel de radium ou de polonium.

Rutherford et Soddy s'attaquèrent d'abord à ce dernier problème, et ils en trouvèrent la solution en montrant que le radium laissait échapper un gaz radioactif, l'émanation, qui se décomposait à son tour en laissant de nouveaux dépôts actifs sur les corps en contact avec lui ; après des manipulations rendues très délicates par les quantités infinitésimales de produits sur lesquels on opérait, ce nouveau gaz fut isolé, et liquéfié en 1902 ; Rutherford et Soddy mesurèrent ses principales caractéristiques, qui le classaient parmi les gaz monoatomiques ; enfin, les deux physiciens établissaient irréfutablement la nature des rayons alpha, en montrant que les corpuscules qui les constituaient n'étaient rien autre chose que des noyaux d'hélium.

Tous ces résultats jetaient une grande lumière sur les transformations radioactives ; mais il restait à les relier par une théorie qui les expliquât, et on ne pouvait le faire sans jeter par dessus bord les principes admis alors par tous les physiciens. L'explication proposée par Rutherford et Soddy admet, comme on sait, que les atomes du corps radioactif font explosion les uns après les autres lorsque sont réalisées certaines conditions d'origine interne (qui ne sont pas encore connues aujourd'hui), avec expulsion de corpuscules électrisés, et émis-

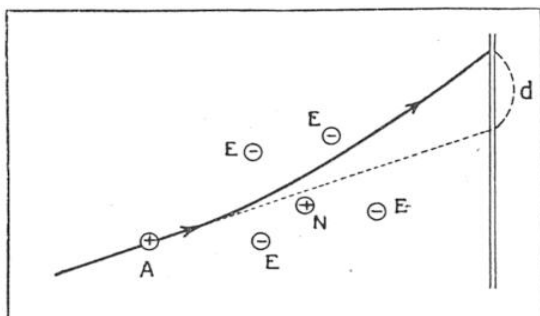


FIG. 5. — EXPÉRIENCE IMAGINÉE PAR RUTHERFORD ET PERMETTANT DE CALCULER LA CHARGE ÉLECTRIQUE POSITIVE DU NOYAU ATOMIQUE N PAR LA MESURE DE LA DÉVIATION d IMPRIMÉE À UN CORPUSCULE ALPHA A

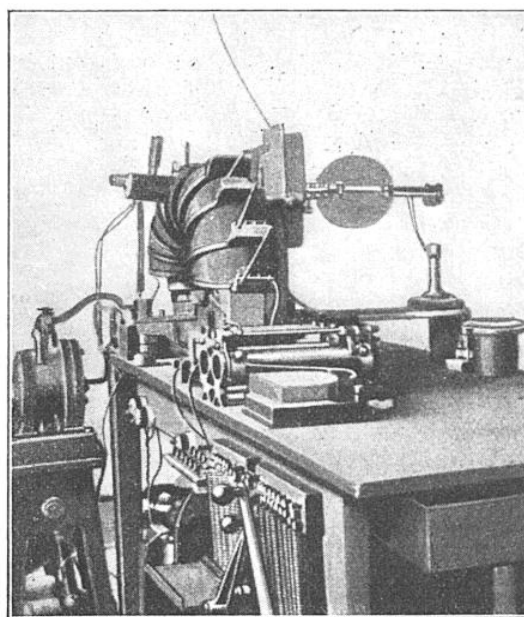


FIG. 6. — SPECTROGRAPHE DE MASSE DE F.-W. ASTON AU LABORATOIRE CAVENDISH, PERMETTANT DE DÉTERMINER LES MASSES ATOMIQUES AVEC UNE PRÉCISION ATTEIGNANT LE VINGT-MILLIÈME ET MÊME, PARFOIS, LE CENT-MILLIÈME

sion d'énergie sous diverses formes ; en appliquant à ce phénomène les lois des grands nombres, chaque espèce radioactive se trouvait caractérisée par une loi exponentielle de désintégration. Cette théorie se trouva abondamment vérifiée par ses conséquences ; elle sert encore de guide dans l'étude et la classification des phénomènes radioactifs.

Outre ces travaux, qui auraient suffi à illustrer sa mémoire, Rutherford s'attachait à l'étude du thorium et décrivait son descendant radioactif, le thorium X ; il comptait, en collaboration avec Barnes, puis avec Geiger, les corpuscules alpha, et mesurait le volume d'hélium produit par le radium ; il déterminait les conditions de l'équilibre radioactif entre les divers éléments d'une même famille. Ainsi, dans le vaste domaine ouvert par Becquerel et Marie Curie, il n'est pas de partie où Rutherford n'ait marqué la place de son travail et laissé l'empreinte de son génie.

La structure atomique

L'étude des phénomènes d'ionisation, la découverte des électrons avaient, dès la fin du XIX^e siècle, établi que l'atome n'est

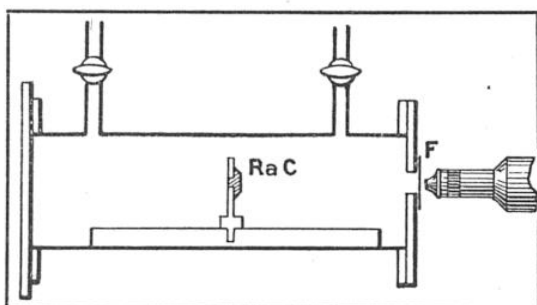


FIG. 7. — APPAREIL DE RUTHERFORD POUR LA DÉSINTÉGRATION DES ATOMES

Dans un cylindre rempli d'azote, un dépôt de radium C, générateur de rayons alpha, peut être déplacé le long d'une glissière. Sur l'écran fluorescent F apparaissent des scintillations dues au choc des particules émises par le radium.

pas simple, et on y reconnaissait l'existence d'éléments électrisés ; mais la plus grande incertitude régnait sur la structure atomique ; certains voulaient y voir un noyau positif noyé dans une « gelée » négative ; la théorie la plus en faveur était celle de J.-J. Thomson, qui représentait l'atome comme une sphère électrisée positivement, à l'intérieur de laquelle étaient inclus, comme des pépins

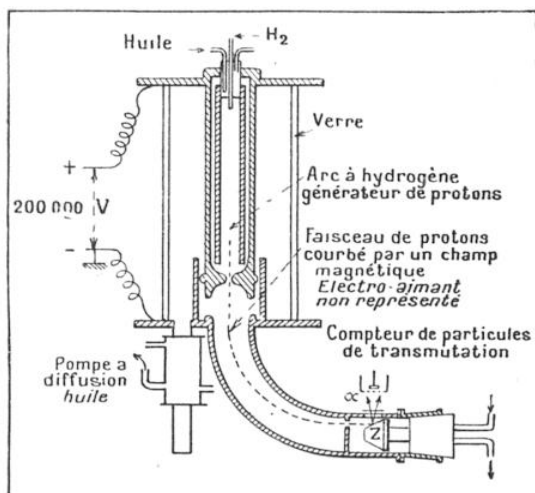


FIG. 8. — APPAREIL D'OLIPHANT ET RUTHERFORD POUR PRODUIRE LES TRANSMUTATIONS ATOMIQUES A L'AIDE D'UN FAISCEAU INTENSE DE PROTONS (NOYAUX D'HYDROGÈNE)

La tension d'accélération est ici relativement basse (200 000 volts). L'élément à transmuter est déposé en Z. Les particules émises lors de la transmutation traversent une fenêtre en mica mince avant d'atteindre le compteur (1).

(1) D'après *Vie et transmutations des atomes*, par JEAN THIBAUD (A. Michel, éditeur).

dans un fruit, des électrons négatifs. Cette représentation était encore en faveur vers 1912 ; pourtant, dix ans auparavant, M. Jean Perrin avait suggéré une représentation solaire où le noyau positif était entouré par des planètes électroniques, circulant autour de lui et retenues par l'attraction électrique ; mais cette figuration se heurtait à une grave difficulté, qui ne fut écartée que plus tard par Niels Bohr ; elle n'expliquait pas l'émission de lumière par l'atome.

Sans se laisser arrêter par cet obstacle, Rutherford admit provisoirement la représentation solaire, au moins comme hypothèse de travail ; et pour l'éprouver, il réalisa la fameuse expérience que repré-

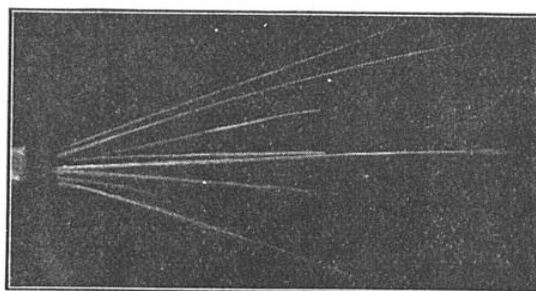


FIG. 9. — GERBE DE RAYONS H NATURELS (PROTONS) PRODUITS PAR LE PASSAGE DE RAYONS ALPHA DANS LA CELLOPHANE

sente la figure 5. Une série de corpuscules alpha, dont un est figuré en A, sont projetés sur une lame métallique mince ; beaucoup passent sans déviation, mais quelques-uns sont déviés, et ce sont probablement ceux qui passent au voisinage d'un noyau atomique N, électrisé positivement ; on observe sur un écran fluorescent la déviation d'éprouvée par A ; en admettant que cette déviation soit causée non par les électrons planétaires E, mais exclusivement par le noyau, sa mesure permet de calculer la charge positive de N ; les expériences faites avec des lames formées de divers métaux montrèrent que cette charge était proportionnelle au numéro atomique, c'est-à-dire au rang de l'atome dans la classification périodique de Mendelejeff. Ces résultats, apportés par Rutherford au Congrès de Bruxelles, en 1913, où était discutée la structure atomique, étaient inconciliables avec la théorie de J.-J. Thomson ; peu de mois après, Niels Bohr apportait une confirmation éclatante à l'hypothèse solaire en calculant, au moyen des quanta, la longueur

d'onde des raies spectrales de l'hydrogène, donnée par la série de Balmer ; d'autres vérifications sont venues depuis, avec des précisions nouvelles, mais l'initiative de Rutherford avait marqué la voie.

La transmutation artificielle

Le problème de la transmutation, qui avait préoccupé les alchimistes durant le moyen âge, n'avait jamais été abandonné ; de temps à autre, il se trouvait un chimiste pour annoncer qu'il avait réussi à changer la nature des atomes, mais l'insuccès final de ces tentatives avait fini par créer un grand scepticisme, sinon sur le principe, du moins sur la possibilité de cette transmutation. C'est alors que la découverte du polonium et du radium vint apporter au monde l'exemple de corps simples qui se transmutaient spontanément. L'antique problème revenait d'actualité, et l'énergie libérée par les désintégrations radioactives fournissait un moyen nouveau pour agir sur la matière. C'est ainsi que le grand chimiste Ramsay, le découvreur des gaz rares de l'atmosphère, crut avoir produit du lithium en faisant agir l'émanation du radium sur le sulfate de cuivre ; il se trompait ou, du moins, les méthodes spectroscopiques qu'il employait n'étaient pas assez sensibles pour manifester une transmutation, si vraiment elle avait eu lieu.

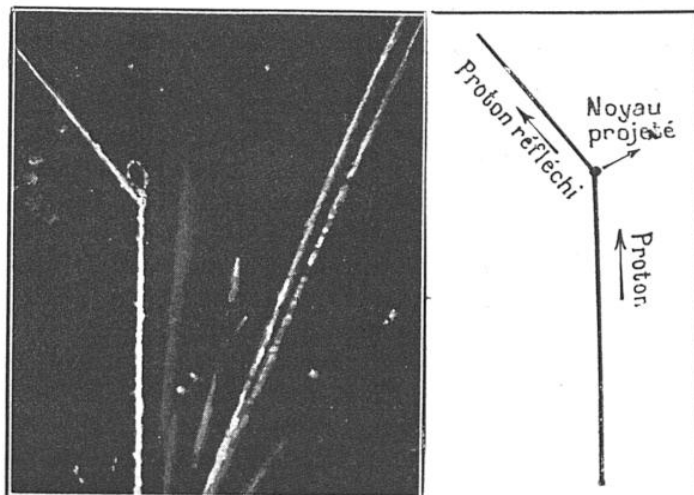


FIG. 10. — PHOTOGRAPHIE DE LA RENCONTRE D'UN RAYON H (PROTON) AVEC UN ATOME D'AZOTE

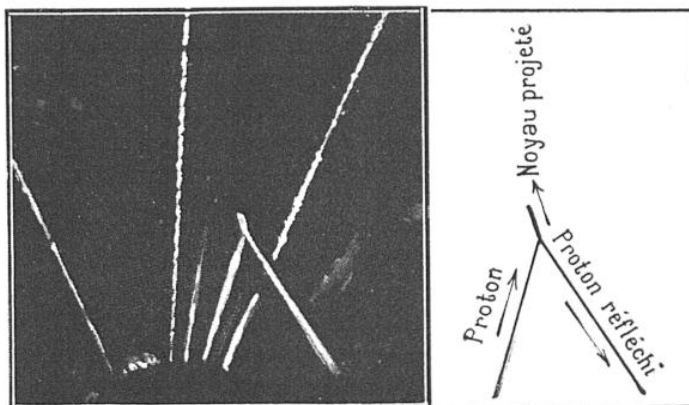


FIG. 11. — PHOTOGRAPHIE DE LA RENCONTRE D'UN RAYON H (PROTON) AVEC UN NOYAU D'OXYGÈNE

Le proton est réfléchi par le noyau, considérablement plus lourd. Après le choc, ce dernier demeure animé d'une vitesse beaucoup plus faible que celle du proton, plus léger.

Rutherford, s'appliquant à son tour au même problème, comprit qu'on ne pourrait aboutir que par l'observation individuelle des atomes, et c'est ainsi qu'après de longs essais il réussit, en 1919, sa première expérience de transmutation ; j'en rappelle ici le principe, car elle a ouvert une ère nouvelle dans l'évolution des sciences.

L'appareil, très simple, était celui que représente la figure 7 : un tube en laiton dans lequel on peut, par des tubulures convenables, introduire le gaz sur lequel on veut opérer ; à l'intérieur, une lame mobile sur une glissière porte un dépôt actif de radium C, générateur de rayons alpha ; enfin, à l'extrémité du tube, un écran fluorescent *F* dont on observe, à l'aide d'un microscope, les scintillations.

Lorsque le tube est rempli d'hydrogène, on constate que quelques atomes de ce gaz, frappés de plein fouet par un corpuscule alpha, comme la balle de tennis par la raquette, sont à leur tour projetés dans la direction du choc, produisant ainsi des « rayons H » dont la trajectoire peut être décelée jusqu'à 30 cm de la source de radium C ; ces rayons H sont les trajectoires de noyaux d'hydrogène, ou protons, comme on peut s'en assurer en les déviant dans le champ d'un électroaimant.

Ce premier résultat acquis, Rutherford recommença l'expé-

rience en substituant à l'hydrogène, dans le tube, de l'azote soigneusement purifié et desséché. Il observait encore, en F' , des scintillations qui décelaient l'arrivée de corpuscules, et ces corpuscules étaient toujours des protons, comme on pouvait s'en rendre compte de la même manière que dans le cas précédent ; mais l'action était sensible jusqu'à plus de 40 cm de la source radioactive, ce qui prouve que les protons sont projetés plus violemment ; de plus, la projection se produit, non seulement dans la direction du choc, mais aussi dans des directions très opposées à celles du corpuscule incident, voire même en sens inverse ; ces résultats ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que le noyau d'azote, frappé par un corpuscule alpha, a fait explosion en expulsant un proton avec une force vive très supérieure à celle qui animait le projectile incident ; celui-ci ayant disparu sans laisser de traces, on doit admettre qu'il est resté dans le noyau d'azote, dont le poids s'est, par conséquent, accru de 3 unités, passant de 14 à 17, ce qui veut dire que l'azote s'est transformé en un isotope de l'oxygène.

Cette explication, assurément audacieuse, se trouva bientôt confirmée par Blackett qui, observant à la chambre humide de Wilson, étudia 270 000 trajectoires de rayons alpha dans l'azote ; sur ce nombre, huit présentaient, comme le montre la figure 10, une fourche formée d'une longue branche très fine correspondant sûrement au proton expulsé, et une autre, très courte et épaisse, où on peut voir la représentation de la trajectoire tracée par l'atome d'oxygène.

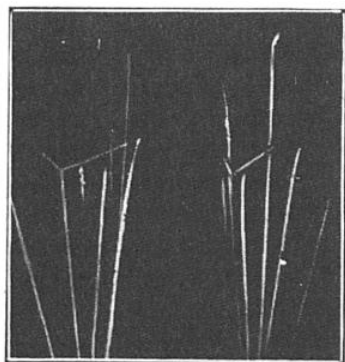


FIG. 12. — PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE OBTENUE DANS LA CHAMBRE HUMIDE DE C.-T.-R. WILSON MONTRANT LE CHOC D'UNE PARTICULE ALPHA CONTRE UN NOYAU D'OXYGÈNE

La source radioactive émettrice de particules alpha se trouve dans le bas et on voit la gerbe de leurs trajectoires rectilignes, parfois terminées par un crochet lorsque la particule est déviée par un atome. Ce cliché stéréoscopique permet la reconstitution des trajectoires dans l'espace avant et après la collision.

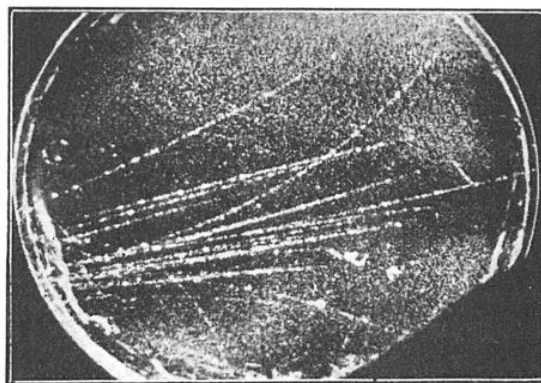


FIG. 13. — PHOTOGRAPHIE OBTENUE A LA CHAMBRE HUMIDE DE C.-T.-R. WILSON MONTRANT LA PRODUCTION D'ÉLECTRONS NÉGATIFS ET POSITIFS

Les particules électrisées positivement ou négativement traversent la chambre humide de gauche à droite. Comme elles se déplacent dans un champ magnétique, elles sont déviées vers le bas pour les électrons négatifs et vers le haut pour les électrons positifs ou positrons. On distingue très nettement les trajectoires de deux positrons, dont une fortement courbée vers le haut, et dans le bas les trajectoires des deux électrons négatifs.

Aujourd'hui, les confirmations se sont multipliées ; les plus nombreuses ont été obtenues, à Cambridge même, sous la direction du maître illustre. Puis Rutherford, après avoir établi la réalité des transmutations produites par les noyaux d'hélium, utilisa d'autres projectiles, animés artificiellement, et principalement les protons ; il reconnut la nécessité de communiquer à ces corpuscules électrisés une énergie suffisante pour leur permettre de franchir la « barrière de potentiel », dont Gamow devait préciser l'existence ; il avait même prévu l'existence possible du neutron, corpuscule neutre dont son collaborateur Chadwick devait découvrir l'existence dans l'émission du béryllium frappé par les rayons alpha. Mais surtout, Rutherford surveillait la production incessante des laboratoires en établissant les équations énergétiques qui donnent le meilleur contrôle aux équations pondérales de transmutation. Ainsi s'est constituée, sous ses auspices, une chimie nucléaire dont nous constatons aujourd'hui le prodigieux développement ; et on ne peut qu'admirer la fécondité de l'œuvre, avec la sûreté du génie qui, marchant dans la nuit, pas une fois n'a fait fausse route et n'a manqué le but.

L. HOULLEVIGUE.

TÉLÉMÉCANIQUE ET PASSERELLE DE NAVIGATION MODERNE

Par Jean LABADIÉ

L'accroissement progressif du tonnage et, par suite, des dimensions des navires de commerce ; l'augmentation des vitesses de déplacement et des puissances développées par l'appareil moteur ; l'obligation de respecter, quelles que soient les circonstances, un horaire fixe déterminé à l'avance, et cela tout en s'efforçant de réaliser le maximum d'économie de combustible — autant de problèmes particulièrement complexes posés à la marine marchande depuis un demi-siècle. Sur la passerelle d'un paquebot moderne se trouvent maintenant rassemblés des appareils très perfectionnés, destinés notamment à conduire le navire à sa destination par la route la plus courte (orthodromie) tout en réalisant le maximum de sécurité : le compas gyroscopique de haute précision a depuis longtemps déjà remplacé la boussole ; le radiogoniomètre est uniquement utilisé pour le « relèvement » sur les phares hertziens ; le sondeur ultrasonore contrôle continuellement la profondeur ; l'émetteur à ondes courtes décèle par « écho hertzien » les obstacles dissimulés par la brume (1). On y trouve aussi centralisés tous ces appareils spéciaux qui permettent la transmission des ordres à la barre, aux machines, aux cabestans divers, etc., associés aux instruments de contrôle de haute précision devenus automatiques. Le commandant peut, grâce à ces moyens télémechaniques, s'assurer à tout moment de l'exécution correcte des ordres donnés de la passerelle. Les progrès relativement récents de l'électromécanique ont ainsi abouti à l'indispensable synchronisme qui doit exister entre la réception des renseignements pour assurer la bonne marche du bâtiment et la transmission, et aussi le contrôle automatique des ordres de manœuvre.

TOUT le long de la Seine, qui léchait sa paroi bâbord à la manière d'un sillage de route, le Palais de la Marine marchande de l'Exposition recélait dans ses flancs comme une encyclopédie de la navigation moderne. Et sur le « pont » du bâtiment (de ciment armé), la passerelle figurait à son tour le suprême résumé, celui des leviers de commande auxquels obéit, de nos jours, un grand paquebot du type *Normandie*.

Nous avons vu combien ce mot « navigation » comportait de modalités, à propos des exigences nouvelles que lui impose le voyage aérien (2). Nous serions peut-être tentés de penser que la navigation maritime est, en regard de l'aérienne, toute simple. Mais si celle-ci est devenue complexe de par la vitesse, le dynamisme de l'avion et aussi de par la dimension supplémentaire utilisée dans l'espace, la navigation maritime l'est devenue à son tour de par l'énormité des masses qu'il s'agit de gouverner avec une précision de laquelle dépendent à la fois la sécurité et le rendement de la « ligne ».

Un grand paquebot, lancé sur la ligne transocéanique pour laquelle il a été spécialement étudié et construit, navigue par le

plus court chemin (orthodromie) et suivant un horaire qui ne saurait comporter d'écarts, pas plus que n'en souffre l'horaire d'un train rapide. En sorte que la vitesse de rotation des turbines et des hélices devient, aux yeux du timonier, un facteur aussi capital que l'angle de route signalé par le compas. La même main doit commander au gouvernail et aux machines avec la même instantanéité. Et c'est encore au même homme qu'il incombe de connaître les accidents imprévus et d'y parer.

Voyons comment se trouve réalisé ce nécessaire et constant synchronisme entre la réception des renseignements indispensables à la bonne commande du navire et la transmission des ordres de manœuvre, consécutifs à ces renseignements. Il existe là un accord analogue à celui qui relie, dans un organisme vivant, les sensations apportées par les nerfs afférents et les influx moteurs emportés par les nerfs efférents, accord qui fait de la passerelle de commandement le véritable cerveau du navire.

Le premier et le plus difficile des problèmes de télémechanique à bord : la répétition du « cap »

Malgré la T. S. F., très puissant auxiliaire, l'âme de la navigation demeure toujours la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 127, n° 237, page 192, n° 187, page 79 et n° 231, page 237.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 243, page 181.

boussole. Mais, depuis Christophe Colomb, elle a changé de système et s'appelle, désormais, sur tous les grands paquebots : le « compas gyroscopique ». Disons tout de suite qu'il ne saurait être installé sous les yeux du timonnier.

Le compas gyroscopique est destiné à fournir le « cap » (c'est-à-dire l'angle de la route suivie relativement au méridien) sans avoir à pâtir de tous les dérèglements qui guettent l'aiguille aimantée : influence des masses ferro-magnétiques du bord, perturbations géographiques, etc. De par les lois de l'inertie, le gyroscope conserve donc le Nord. Mais son montage en vue de cette fonction est extrêmement délicat : le compas gyroscopique constitue une véritable machine de précision en mouvement perpétuel, tournant à plusieurs milliers de tours par minute. Cet appareil occupe donc une chambre spéciale, située dans les profondeurs du navire, le plus près possible de son centre de gravité, à l'abri des grandes variations de température. Dans ces conditions, le problème est de transmettre à la passerelle, sur le cadran visible du timonier, les indications angulaires du gyroscope enseveli dans la coque.

Le problème est si peu simple que les constructeurs du gyroscope, chargés d'assez de soucis par l'appareil proprement dit, laissent aux télémechaniciens spécialisés le soin d'assurer cette transmission automatique à distance. En l'occurrence, elle est de beaucoup la plus délicate de toutes celles qu'on peut avoir à résoudre par la suite. C'est que les mouvements du gyroscope ne doivent subir aucune contrainte sous peine d'être faussés dans la résultante significative que l'instrument est chargé d'indiquer — résultante de sa propre rotation composée avec la rotation terrestre.

Bien entendu, cet « asservissement » à distance du cadran de la passerelle à la « rose » indicatrice de cap du compas ne pourrait être assuré sans le concours de l'électricité. L'axe vertical du compas gyroscopique porte *deux galets* qui touchent par roulement, à la manière des trolleys, une couronne sur laquelle sont placés des *plots* électriques. Le simple contact de ces galets et de ces plots doit suffire au télémechanicien pour réaliser le tour de force demandé : la *répétition*, sur le cadran de la passerelle, des mouvements angulaires relatifs, provoqués, à tout instant par le « décalage » du cap du navire avec l'axe nord-sud du gyro.

Comment réaliser ce miracle de délicatesse et de précision ?

Le réseau d'asservissement

Les décalages relatifs des *galets* liés au gyroscope et des *plots* de contact solidaires de la rose indicatrice fournissent, grâce à ces contacts, un courant qui *alimente* un moteur auxiliaire dit d'« asservissement ».

Muni de *deux inducteurs* (destinés à le faire tourner chacun en un sens inverse de l'autre), le moteur reçoit le courant d'alimentation tantôt sur l'un et tantôt sur l'autre de ces inducteurs. D'après le sens du décalage angulaire imprimé par le gyro à ses *galets* relativement aux *plots*, grâce à cette faculté de renversement de sa rotation, le moteur d'asservissement va pouvoir accomplir deux missions : *d'abord*, il assure l'asservissement du gyro et de la rose (1) ; *ensuite*, il transmet le même asservissement au réseau spécial qui dessert les « postes répétiteurs » situés en divers points du navire.

Etant donné l'extrême faiblesse du courant d'alimentation fourni par les contacts (du gyro) au moteur d'asservissement, celui-ci (qui reçoit d'ailleurs ces courants sur ses inducteurs) ne peut exiger d'eux l'énergie motrice qui lui est nécessaire pour remplir sa double mission. C'est pourquoi l'*induit* du moteur est alimenté par un *courant continu* auxiliaire permanent. Et c'est là l'équivalent d'une véritable *amplification* des courants de signalisation constituant l'alimentation des induits.

Ceci posé, pour comprendre l'effet de transmission, il suffit de se reporter à la théorie des moteurs « à champs tournants », déjà exposée dans cette revue d'abord en elle-même (2), et puis en fonction précisément du problème qui nous occupe (3).

Le moteur d'asservissement est en effet établi sur le principe des *champs tournants*. Sa double fonction, que nous venons d'exposer, en fait, d'ailleurs, une machine com-

(1) Nous rappelons que le mécanisme total du compas gyroscopique se compose de *trois* parties : 1° le gyro proprement dit, essentiellement *mobile* ; 2° la partie *fixe* solidaire du navire et qui porte la *ligne de foi* ; 3° un support intermédiaire porteur de la rose indicatrice. Le moteur d'asservissement, solidaire de la partie fixe (2°) assure la liaison « asservie » des mouvements de la rose (3°) et des mouvements propres du gyro (1°), mouvements apparents, puisque le gyro conserve toujours la direction nord-sud. Suivant une expression imagée, le moteur d'asservissement oblige la rose à *poursuivre* le gyro dans ses variations angulaires relativement au cap du navire auquel le moteur est fixé. D'où le nom de « moteur de poursuite » que l'on donne aussi au moteur d'asservissement.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 472.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 212.

plexe : il est « moteur » vis-à-vis du compas gyroscopique dont il constitue le servomoteur ; mais, vis-à-vis du « réseau » télé-mécanique, cette machine électrique devient un générateur, puisqu'elle « transmet » dans ce réseau un signal permanent.

Ce signal, la théorie invoquée indique sa nature. Le courant alternatif (triphase) qui sort du moteur-générateur par *trois bagues* (sur lesquelles sont branchés les trois fils du réseau), ce courant alternatif comporte une fréquence qui est, à tout instant, proportionnelle à la vitesse de rotation de l'induit. Celui-ci étant *engrené* sur le plateau porteur de la rose indicatrice de cap, on voit aussitôt que la vitesse de rotation de l'induit est modifiée par le déplacement angulaire du compas et que, *par suite*, la fréquence du courant signalisateur s'en trouve modifiée.

Imaginez, à l'autre extrémité du réseau, un moteur de même principe : les fréquences successives qu'il reçoit lui impriment, par

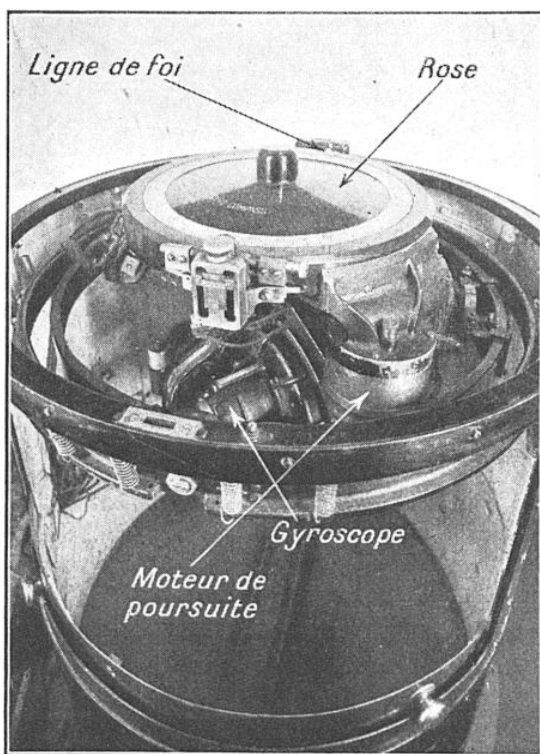


FIG. 1. — LE GYRO-COMPAS « SPERRY » AVEC ASSERVISSEMENT « SAINT-CHAMOND GRANAT »

Le compas gyroscopique est l'instrument essentiel dont sont dotés tous les navires de quelque importance. Il est placé dans un compartiment isolé, voisin du centre de gravité du navire. Son fonctionnement est détaillé dans le schéma ci-dessus.

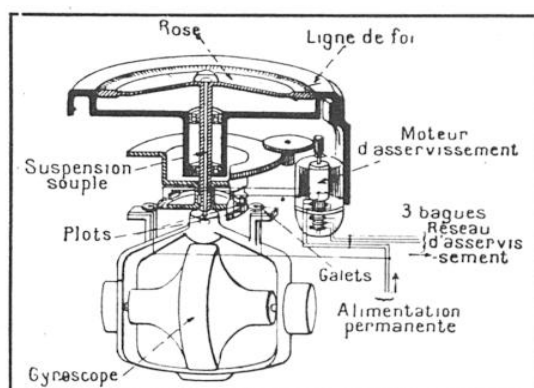


FIG. 2. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU COMPAS GYROSCOPIQUE ASSERVI

La portion de l'appareil dont la coupe est noire sur tranche constitue sa partie fixe, liée au navire. Elle porte la « ligne de foi » qui coïncide avec l'axe du bateau. — La partie blanche du dessin représente le corps du gyro, mobile relativement à la partie fixée au bateau, mais immobile relativement au méridien du lieu. — La partie hachurée sur tranche représente l'équipage mobile asservi qui supporte la rose indicatrice montée sur une suspension souple (capable de torsion). Ce plateau-support de la rose est en contact, par deux séries inverses de plots, avec les galets (trolleys) fixés au gyro. Le courant résultant du contact de ces plots et de ces galets alimente l'un ou l'autre des deux inducteurs du moteur d'asservissement (lié à la partie fixe) dont les induits sont alimentés, d'autre part, par un circuit auxiliaire. Le courant triphasé fourni par le moteur d'asservissement (avec une fréquence qui est fonction de son déplacement angulaire relativement au plateau-support) permet au moteur de remplir : 1° sa fonction d'asservissement (de liaison) du gyro à la partie fixe par manœuvre du support de rose ; 2° de transmettre d'une façon continue (par le réseau à trois fils branché sur ses trois bagues) les indications de cap à tous les instruments répéteurs disposés à cet effet sur le navire.

réciprocité, des vitesses proportionnelles à ces fréquences. Et, dès lors, ces vitesses, traduites en variations d'angle, lui permettent de reproduire les variations mêmes de cap qui sont, comme nous venons de le voir, à la source du réseau. Ainsi le moteur-récepteur répète de façon continue les variations angulaires ressenties par le « moteur-générateur » d'asservissement.

Tel est le principe des répétitions de signaux angulaires par moteurs à champ tournant « autosynchrones ».

La richesse de la télé-mécanique ainsi réalisée

Le système d'« asservissement » ainsi réalisé ne se borne pas à la répétition à distance

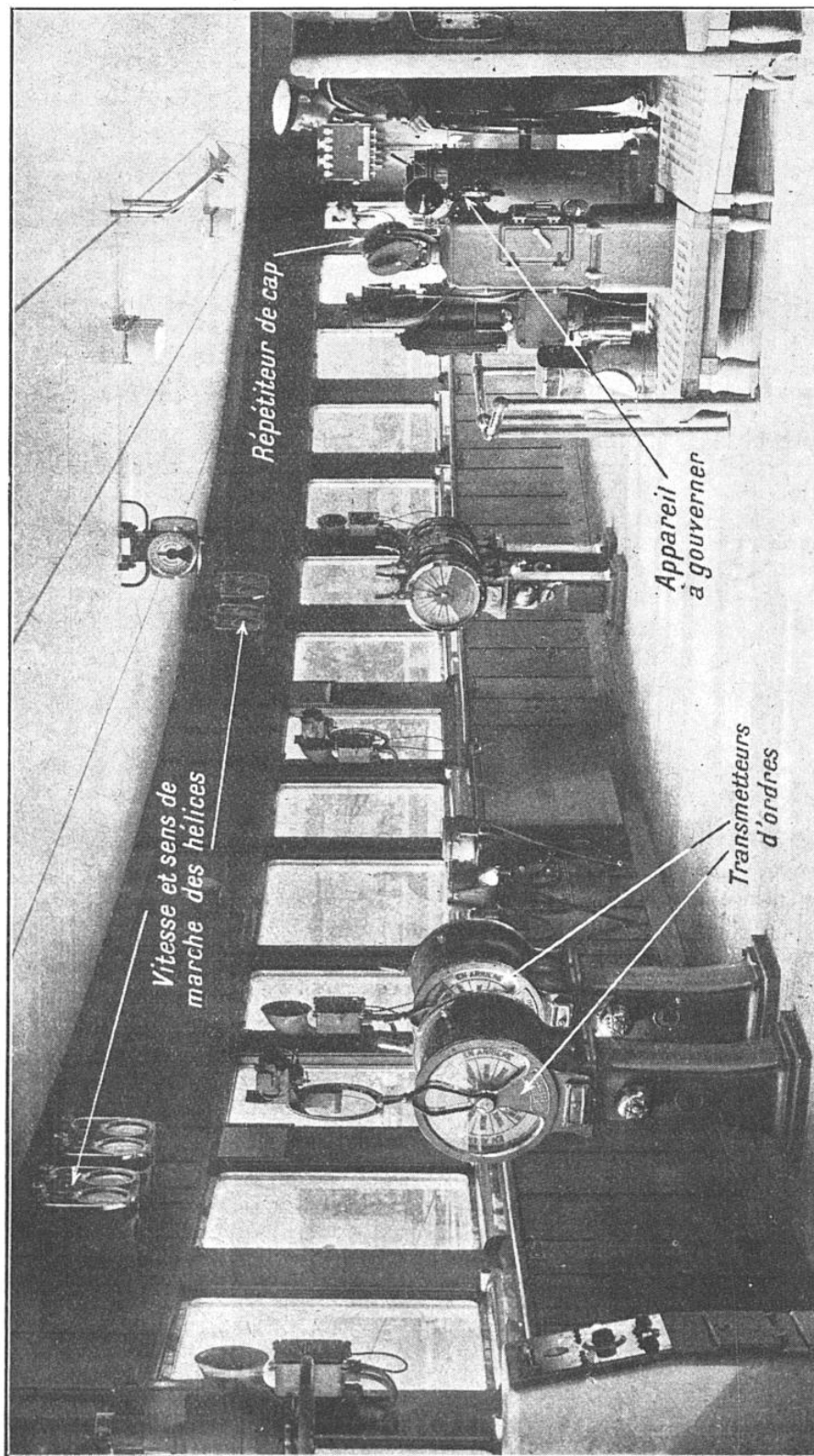
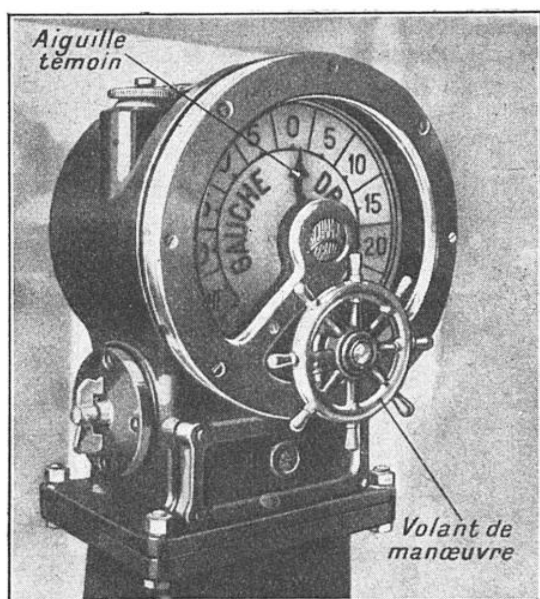


FIG. 3. — VUE GÉNÉRALE DE LA PASSERELLE DE NAVIGATION DU PAQUEBOT « NORMANDIE », MONTRANT LES APPAREILS TRANSMETTEURS D'ORDRES AUX MACHINES, AINSI QUE LES RÉPÉTITEURS D'ANGLES DE BARRE ET LES INDICATEURS DE VITESSE

Cet équipement permet aux officiers sur la passerelle d'envoyer leurs ordres directement aux machines, aux cabestans, à la barre, et d'avoir constamment sous les yeux l'indication de la vitesse de rotation des différents arbres porte-hélices et de leur sens de marche, ainsi que celle de la position de la barre. On voit à droite le poste du timonier, qui a devant lui le cadran répétiteur de cap du compas gyroscopique et le transmetteur d'angle de barre (dont on aperçoit une réplique au centre du plafond, visible de l'officier de quart) ; à gauche, le long de la paroi vitrée, les quatre transmetteurs-récepteurs d'ordres aux machines avec, au-dessus, les tachymètres compte-tours avec les hélices-fantômes tournant à vitesse réduite (un tour pour cinq tours des hélices réelles).



Saint-Chamond-Granat.)

FIG. 4. — LE TRANSMETTEUR D'ORDRES DE LA PASSERELLE A LA BARRE

Tel est l'aspect de la barre que manie le timonier sur la passerelle : c'est un simple télégraphe de positions angulaires transmises par bonds de 5 en 5°. Au plafond (fig. 3), est situé le répéteur continu de l'angle de barre réalisé par la manœuvre dans la chambre de barre (voir fig. 5).

de l'angle de cap. Tout autre signal « angulaire » peut se transmettre à distance, sur le même réseau. Le cap donné par le gyro-compass n'est pas le seul angle qui intéresse le commandement responsable de la navigation. En sus du relèvement du Nord, d'autres relèvements angulaires (de phares, de balises ou d'accidents géographiques) doivent souvent être pris et reportés sur la carte.

Certains navires possèdent même des appareils automatiques (traceurs de route) qui fournissent des indications angulaires relatives à une route fixée d'avance.

On a même inventé des « gyro-pilotes » automatiques, c'est-à-dire des servo-moteurs qui commandent la barre sur réception automatique de l'angle qui doit être imposé au gouvernail.

Tous ces signaux sont canalisés par le réseau d'asservissement.

Mieux encore, celui-ci peut, recevant plusieurs signaux simul-

tanément, les composer. C'est ainsi que l'*azimut* (angle obtenu en additionnant le cap et un relèvement) s'inscrit automatiquement dans le signal résultant destiné au répéteur.

Il faudrait encore, pour être complet, expliquer comment l'opération s'effectue parfois en deux temps grâce à deux cadrans concentriques, l'un destiné au « dégrossissage » (indication de l'angle par sa dizaine de degrés), l'autre à la « précision » (indication du degré exact).

Enfin, le réseau d'asservissement établi dans toute sa complexité ne saurait se contenter de l'intensité du courant fourni par le moteur transmetteur. On l'alimente donc par une génératrice supplémentaire — « d'amplification » — dont les courants, toujours triphasés et de fréquence variable, sont, de façon permanente, *synchrones* de ceux que fournit le moteur transmetteur.

Mais laissons de côté cette technique spéciale et difficile. Qu'il nous suffise d'en avoir signalé l'existence afin que le lecteur mesure combien de tels progrès ne sont pas le fruit d'une « invention », mais le résultat d'une électrotechnique générale, longuement perfectionnée.

La transmission des ordres à la barre et les répétitions d'angles de barre

Le caractère actuel de cette technique est son maximum de sécurité.

Il semblerait, en effet, qu'on a bien tardé à se servir de l'électricité à bord des navires pour la transmission des signaux à distance.

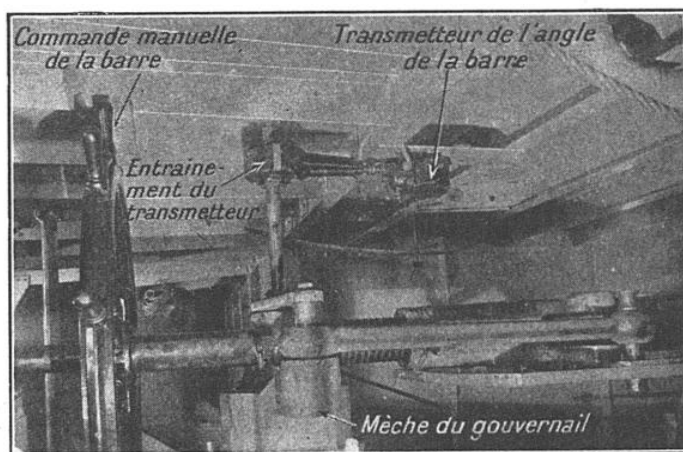


FIG. 5. — LA CHAMBRE DE BARRE

A droite : l'appareil récepteur des ordres de la passerelle. — A gauche, de haut en bas : l'appareil transmetteur de l'angle de barre et le mécanisme d'entraînement qui actionne la mèche du gouvernail. Un dispositif de manœuvre à bras est prévu en cas de panne du système de transmission ou du moteur lui-même.

Jusqu'à ce que les navires de guerre en aient fait l'expérience coûteuse, la marine marchande n'abandonnait pas la télémechanique par commandes rigides réalisée voilà longtemps par l'ingénieur anglais Chadburn. (A l'heure présente, de par la force de la tradition, les télégraphes répéteurs électriques sont appelés des « Chadburn » par les timoniers). Les premières tentatives d'électrification de la télémechanique navale utilisèrent des lignes électriques sous tension. Ce type de télémechanique (voltmétrique) est mis hors d'usage dès qu'une « perte en ligne » se produit, par contact fortuit avec la coque métallique — ce qui est fréquent dans l'atmosphère marine. Le procédé à champ tournant mis au point par les Etablissements Saint-Chamond-Granat échappe à cet inconvénient. En cas de non fonctionnement, les indicateurs retombent à zéro. C'est un signe non équivoque d'arrêt, mais non d'erreur possible.

La route à faire étant donnée par le gyrocompas, il s'agit de transmettre à la barre l'angle qu'elle doit prendre pour suivre cette route. Cette transmission est toute simple, suivant les principes que nous venons d'apprendre : le timonier de la passerelle manœuvre une roue miniature qui actionne un servo-moteur lequel manœuvre le gou-

vernail. Mais en outre, la barre du timonier traduit ses indications sur un cadran placé dans la chambre de barre. Dès lors, si le mécanisme servo-moteur venait à se détraquer, des commandes auxiliaires sont là, prêtes pour exécution à bras d'homme de la

manœuvre ordonnée par le cadran. Dans l'un et l'autre cas, la manœuvre exécutée se répète à la passerelle de navigation.

L'indication des angles de barre réellement exécutés se fait de manière continue ainsi que la télécommande. En sorte que le timonier de la passerelle « dose » son effort sur la roue de manœuvre instinctivement, comme s'il manœuvrait directement, en fonction de la vitesse du navire et de la position du gouvernail dont il a constamment l'image sous les yeux.

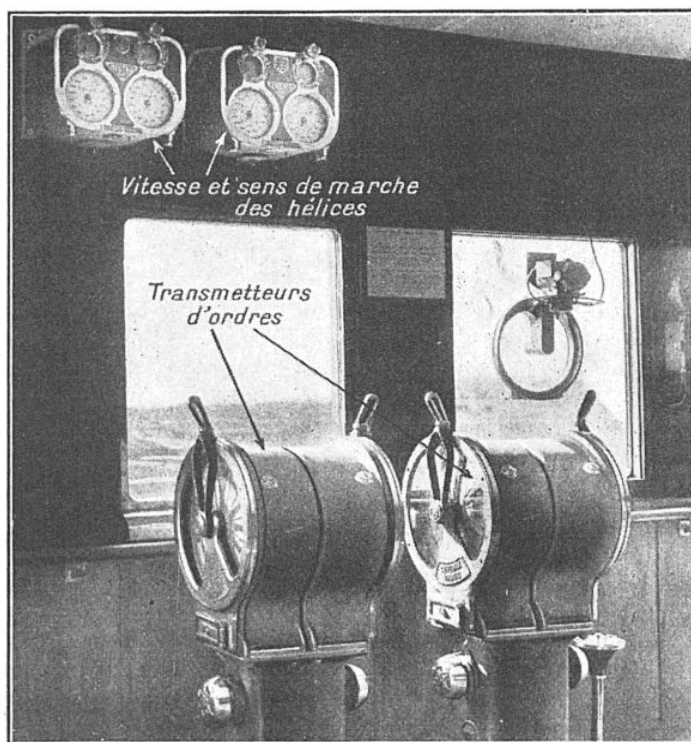
Un répéteur supplémentaire, à deux cadrans, est suspendu dans l'axe de la passerelle de

telle sorte que ses indications soient toujours aisément visibles des deux extrémités de celle-ci par l'officier de quart.

Le tachymètre et la répétition sur la passerelle du mouvement des hélices

La route étant assurée, il faut maintenant lui appliquer la vitesse prévue, donc commander aux machines.

La vitesse d'un paquebot en route nor-



(Saint Chamond-Granat.)

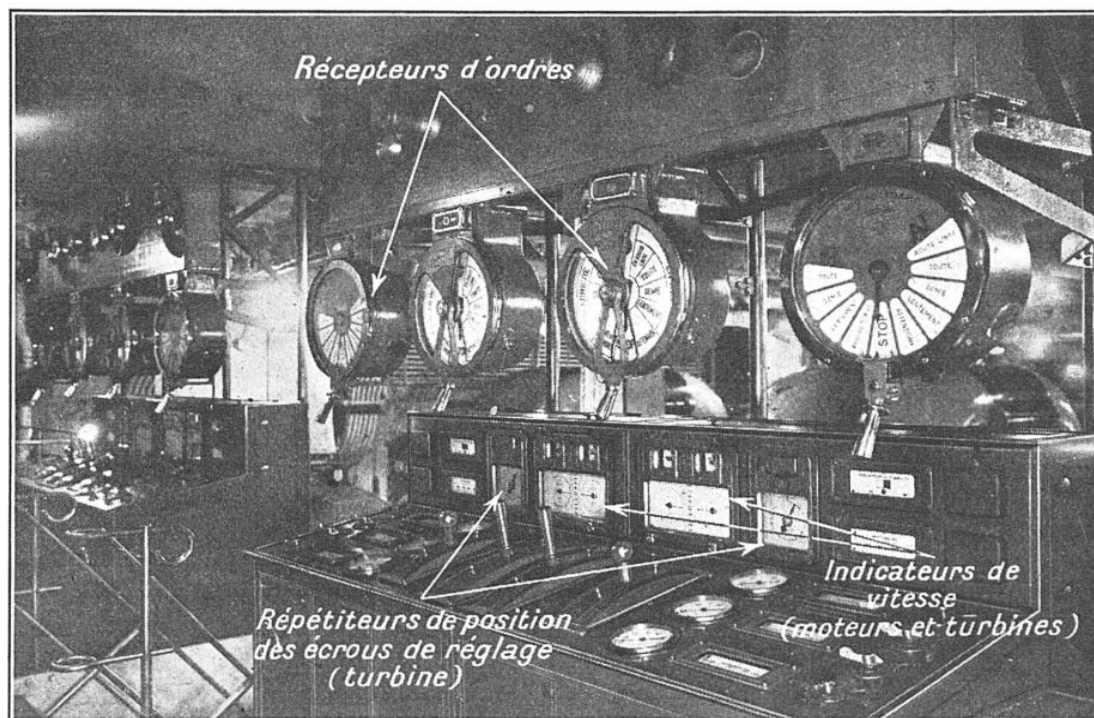
FIG. 6. — VOICI UN DES GROUPES DE TRANSMETTEURS-RÉPÉTEURS D'ORDRES AUX MACHINES INSTALLÉS SUR LA PASSERELLE DE LA « NORMANDIE »

Les quatre transmetteurs d'ordres de la passerelle, ordonnés de gauche à droite, se rapportent : 1° au groupe motopropulseur latéral bâbord ; 2° au motopropulseur central bâbord ; 3° au motopropulseur central tribord ; 4° au motopropulseur latéral tribord. Au-dessus de chaque appareil, on aperçoit les hélices-fantômes (petits cadrans) dont la rotation reproduit celle des hélices réelles, tandis qu'immédiatement au-dessous le tachymètre indique la vitesse de rotation de l'hélice intéressée. Dans la vitre de droite, on voit le hublot tournant dont la force centrifuge maintient la transparence en cas de mauvais temps.

male possède un instrument de mesure aussi sûr que la roue d'une voiture, c'est l'hélice. On engrène les tachymètres des véhicules terrestres sur les essieux. Le tachymètre marin sera, tout de même, lié à l'arbre d'hélice. Cette liaison mécanique (par engrenage) ou électrique donne un mouvement qui sera reproduit sur des cadrans, dans la passerelle de commandement. Ces cadrans

plusieurs hélices symétriquement disposées relativement à la quille, les combinaisons de marche indépendante, avant et arrière, entrent dans la gouverne du bateau dès que le rayon de giration assigné se trouve restreint — dans le port, notamment.

La liaison télémechanique des tachymètres aux arbres de transmission s'effectue, naturellement, par le même principe des moteurs



(Saint-Chamond-Granat.)

FIG. 7. — TABLEAU DE MANŒUVRE DE LA CHAMBRE DES MACHINES

Au premier plan, les quatre récepteurs-transmetteurs afférents au groupe des machines tribord par lesquels les ordres de la passerelle parviennent au mécanicien. — Au-dessous : les indicateurs de vitesse conjugués de la rotation des moteurs et de celle des turbines, avec, sur cadran séparé, la position de l'écrou réglant l'admission de la vapeur dans les turbines. — Sur le pupitre : les leviers de commande classiques pour la manœuvre et le couplage des moteurs et des turbo-alternateurs.

donnent à tout instant le nombre de tours qu'effectuent par minute les hélices auxquelles ils sont télémechaniquement reliés.

Mieux que cela, ils « visualisent » la rotation aux yeux du timonnier par le truchement d'une hélice-fantôme, minuscule, qui tourne à la même fréquence que l'hélice réelle — ou à un sous-multiple de sa fréquence afin que l'œil puisse compter les tours en cas de défaillance du tachymètre. L'hélice-fantôme possède, il va sans dire, le même sens de rotation que l'hélice réelle : en cas de manœuvre « arrière », le sens est aussitôt inversé. Or, l'on sait que sur un paquebot à

et récepteurs autosynchronisés sur un même champ tournant.

Le contrôle à distance des machines

Voici maintenant la transmission des ordres « moteurs », c'est-à-dire la commande de machines.

Longtemps la passerelle a transmis ses ordres aux mécaniciens par la voie du tube acoustique. Mais l'ordre en question est d'une telle gravité qu'il ne suffit plus de le « parler » ; il faut le donner par écrit, le « télégraphier ». Ce sont des milliers de chevaux-vapeur que ces ordres déclenchent

à chaque fois : on ne peut risquer aucune fausse interprétation. Et le commandant doit même être informé, par un accusé de réception immédiat, que l'ordre est *compris* et exécuté.

Les ordres à transmettre sont, ici, en nombre limité : *lentement* ; *demi-vitesse* ; *toute*, pour la marche avant, autant pour la marche arrière ; avec deux indications supplémentaires : *attention* et *route libre* pour la première, l'indication *manœuvre terminée* pour la seconde, car la marche arrière est toujours liée à une manœuvre et, enfin, le *stop*, signal d'arrêt.

Le télégraphe à cadran utilisé pour ces transmissions limite donc à dix ou douze positions les *signaux angulaires* qu'il doit transmettre (1). Le transmetteur et le récepteur d'ordres ont même cadran. La manette de transmission est constituée par un levier à claire voie qui encadre la position correspondant à l'ordre transmis.

L'exécution de l'ordre à l'autre bout de la ligne a pour effet de ramener une aiguille sur la position encadrée. Et c'est l'accusé de réception.

Un paquebot comme *Normandie*, à transmission électrique, comporte quatre moteurs et quatre turbo-générateurs. Il possède en conséquence quatre *paires* de télégraphes d'ordres, chargés d'assurer la liaison entre la passerelle et les machines. Chaque paire concerne un moteur et le turbo-générateur qui l'alimente. Ainsi le commandement du bateau se trouve constamment renseigné non seulement sur le fonctionnement des machines motrices, mais encore sur celui des générateurs d'énergie dont les premières dépendent.

(1) Le principe de la transmission à douze positions ayant été décrit sur schéma, dans *La Science et la Vie*, n° 183, page 245, ainsi que le principe de la transmission continue, nous ne reviendrons pas sur ces montages électriques.

Si nous descendons maintenant dans la chambre des machines elles-mêmes, nous y trouvons un tableau qui constitue comme le bureau de réception et d'exécution des ordres de la passerelle. Au-dessus des pupitres de commande directe des machines, nous retrouvons, naturellement, les quatre *paires* de télégraphes « récepteurs-transmetteurs » qui sont les pendants des « transmetteurs-récepteurs » de la passerelle. Ici, c'est l'aiguille qui, par arrêt sur la position convenable, *fixe* l'ordre ; et le levier-manette, en rejoignant la position marquée par l'aiguille,

indique *ipso facto*, à la passerelle, que l'ordre est exécuté.

Mais le mécanicien qui préside au fonctionnement des machines a besoin de renseignements spéciaux (lesquels sont, d'ailleurs, *répétés* sur la passerelle). Ces renseignements concernent le *nombre de tours par minute* auquel tournent les moteurs et les turbo-générateurs. Et comme ceux-ci se composent,

à leur tour, de deux organes, l'alternateur et la turbine, un cadran spécial est encore affecté à la turbine. Il indique la position de « l'écrrou » de commande des vannes à vapeur — vannes dont la plus ou moins grande ouverture mesure l'énergie finalement envoyée aux hélices.

Nous n'insisterons pas sur la surveillance particulière appelée par ces indications sur le synchronisme nécessaire de l'effort des génératrices et celui des moteurs et des manœuvres de couplage entre ces machines. C'est l'affaire de l'officier-mécanicien. Mais on voit que celui-ci opère constamment « sous l'œil du maître », lequel est après Dieu le commandant du bord ou son délégué, l'officier de quart en service sur la passerelle.

Notons enfin qu'il existe une télé mécanique de même genre pour la manœuvre des cabestans et des ancres situés sur le gail-

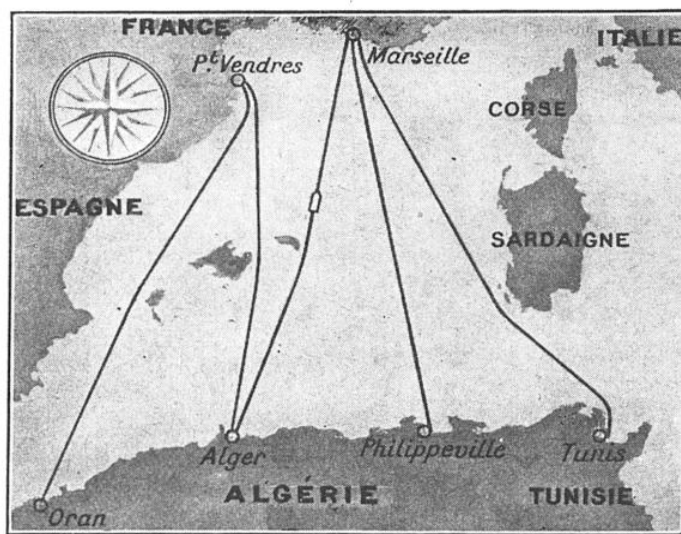


FIG. 8. — LA CARTE DE LA « LIGNE », PARCOURUE PAR UN « BATEAU-FANTÔME » QUI SE DÉPLACE EN FONCTION DE LA POSITION GÉOGRAPHIQUE EXACTE DU BATEAU RÉEL

(Saint-Chamond-Granat.)

lard d'avant, manœuvre qui s'opère par de puissants servo-moteurs.

Les appareils accessoires de navigation

En sus des appareils d'information, de gouverne et de commande que nous venons de passer en revue, la passerelle du grand paquebot en comporte d'autres.

Voici un volant horizontal dont l'axe perce le plafond. Où va cet axe et quel est son office ? C'est l'axe du radiogoniomètre qui, sur le pont supérieur, prend les maxima et les minima des phares hertziens qui, dans la brume, suppléent aux phares lumineux. Le radiogoniomètre apporte donc ses relèvements propres à l'opération qui consiste à fixer le cap d'après la carte (1). Et la passerelle comporte une chambre des cartes, où la route s'élabore et se contrôle tout ensemble.

Les cartes marines comportent des cotes de profondeur qui ne sont pas leurs moins précieux éléments. Aux vitesses, voisines de 60 km/h, qui sont celles de la *Normandie*, une seule méthode de sondage est acceptable pour vérifier, à tout instant, les cotes de profondeur de la route suivie, c'est celle du sondage ultra-sonore (2). L'appareil fonctionne de manière permanente, à portée de l'officier, qui consulte le graphique étalé sur une bande de papier comme on consulte le télégraphe permanent d'une agence.

L'obstacle dangereux peut, masqué par la brume, être un objet mobile, flottant en surface. Cet obstacle peut être décelé soit par l'écho sonore, soit par l'écho hertzien (3).

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 187, page 79.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 237.

L'onde hertzienne très courte se réfléchit bien, en particulier sur la coque métallique d'un navire. *Normandie* possède le système émetteur-récepteur qui permet de lancer à tout instant le coup de sonde hertzien.

La carte des passagers

La télémechanique, ayant pris une possession aussi entière du navire, se devait de penser aux passagers. Qui n'a entendu cette question rouler sans cesse de l'un à l'autre : « Où sommes-nous ? » La réponse est inscrite et automatiquement entretenue sur une ou plusieurs cartes (fig. 7), dont le mécanisme, unique au monde, a été réalisé par Saint-Chamond-Granat. La carte porte le tracé de la route suivie, de la « ligne ». Un bateau-fantôme parcourt cette ligne en fonction de la vitesse et des positions du bateau réel, considérées à chaque instant. Ainsi d'un seul coup d'œil, chacun suit, sur l'immensité uniforme, la progression du voyage.

Nous n'insisterons pas davantage sur cette télétransmission. Le cap du navire est préparé d'avance en chaque point par la glissière (le rail, serait-on tenté de dire, pour rappeler l'analogie énoncée au début) qui figure la ligne maritime sur laquelle s'effectue le voyage. Quant à la progression, synchrone de la progression réelle, un système moteur relié au tachymètre de la passerelle pourvoit à son maintien continu.

Cette carte vulgarisatrice du voyage est, en fin de compte, le symbole adéquat de la navigation maritime moderne, réglée avec le maximum de précision dans le temps comme dans l'espace.

JEAN LABADIÉ.

Le rendement professionnel dans l'industrie est lié non seulement à la qualité d'un outillage sans cesse amélioré, mais surtout à la valeur de la main-d'œuvre qualifiée. Or, la diminution des heures de travail, désormais acquise, doit être mise à profit pour la former, grâce à un enseignement technique approprié. Pour avoir de « bons » ouvriers à haut rendement, il ne suffit pas, en effet, de leur attribuer de hauts salaires ; il faut encore leur apprendre leur métier. Cette tâche revient aux écoles et aux cours d'apprentissage adaptés à chaque profession. La semaine de 40 heures, définitivement instituée, ne doit-elle pas précisément être mise à profit, non pas seulement pour organiser les « loisirs » du travailleur, mais aussi pour parfaire son instruction et déterminer son orientation professionnelle suivant ses capacités ? Dans la voie où l'individu « trouve son intérêt », là aussi la collectivité « trouve son profit » : alors la production fournit à meilleur compte. Il ne suffit pas d'entonner l'hymne au rendement, il importe de préparer chaque travailleur à sa tâche. Il faut aussi tenir compte de la capacité de la consommation pour ne pas tomber dans les mêmes erreurs de « suréquipements » qu'au temps du ministre Loucheur et qu'à l'époque des Réparations dans nos régions libérées qui devaient inaugurer l'ère de la prospérité !

AU DÉBUT DE CHAQUE ANNÉE, IL EST D'USAGE DE « FAIRE LE POINT » DANS LA CONSTRUCTION AUTOMOBILE

Par Henri PETIT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Après les grands « Salons » internationaux de l'Automobile (1) qui, au cours du dernier trimestre de l'année écoulée, se sont tenus à Paris, à Londres, à New York (pour ne citer ici que les principaux), il est d'usage de présenter l'état de la construction automobile pour l'année suivante. Pour 1938, pas de ces « révolutions » dans la mécanique offrant ce caractère de nouveauté qui retient l'attention du public. Par contre, de nombreux et intéressants perfectionnements techniques qui n'échappent ni au spécialiste, ni au connaisseur. Réalisés surtout dans la structure « interne » des organes de la voiture (châssis et moteur), ils n'apparaissent donc pas de prime abord à l'examen superficiel du visiteur même en puissance d'achat. De plus en plus, hélas ! l'usager demeure, en effet, un profane en matière de mécanique automobile et se contente d'apprécier le confort, la forme de la carrosserie, sans se soucier autrement des caractéristiques du véhicule : il les accepte de bonne foi sur la simple déclaration d'une notice ou d'un vendeur. Cependant, parmi les lecteurs de La Science et la Vie, il en est beaucoup de plus exigeants, et c'est pourquoi nous avons demandé à un ingénieur éminemment qualifié de « faire le point » à leur intention, en leur exposant les principaux progrès réalisés — tant en France qu'à l'étranger. Dans ce vaste domaine des applications de la locomotion mécanique à la traction routière, soit par moteur à carburation à essence, soit par moteur à combustion à injection d'huile lourde, l'évolution se manifeste de façon continue. Ainsi, pour des considérations d'ordre économique, le moteur Diesel s'est non seulement imposé sur les véhicules industriels et commerciaux, et les transports en commun ; sans doute il se substituerait (2) au moteur à explosions ordinaire pour propulser les voitures de petite cylindrée, dites improprement de « tourisme », et qui sont de plus en plus des véhicules utilitaires dans la plupart des professions, n'était l'accroissement des taxes que supporte maintenant le gas oil.

LE but poursuivi en établissant une voiture automobile, c'est de transporter le plus confortablement, le plus rapidement et le plus économiquement possible un certain nombre de passagers — ou un certain poids de marchandises.

Ces passagers sont logés dans ce qu'on est convenu d'appeler la *caisse*, cette caisse étant posée sur un cadre, porteur lui-même de tous les organes mécaniques, désigné sous le nom de châssis.

L'évolution de la construction a amené des modifications assez profondes dans le rôle que joue la carrosserie du point de vue construction. Il est normal maintenant qu'elle participe d'une façon efficace au travail mécanique de la voiture sur la route. Nous serons donc amené à considérer les carrosseries de deux points de vue : d'une

part, les formes extérieures, l'habitabilité et, d'une façon générale, le confort, et, d'autre part, l'utilisation de la carrosserie en tant qu'organe de construction.

Les formes extérieures des carrosseries : l'aérodynamisme

La résistance qu'une voiture éprouve à se mouvoir rapidement dans l'air est provoquée d'abord par les frottements des organes entre eux et des pneumatiques sur le sol et, pour une part beaucoup plus importante, par le frottement du véhicule tout entier sur les couches d'air qu'il traverse. On estime qu'une voiture de construction ordinaire, roulant aux environs de 50 km à l'heure, voit sa puissance employée à peu près par moitié pour vaincre les frottements, et pour l'autre moitié pour vaincre la résistance de l'air. Comme cette résistance de l'air croît comme le carré de la vitesse et que, par conséquent, la puissance absorbée pour la vaincre augmente comme le cube de cette

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 309.

(2) Il existe déjà des voitures de petite cylindrée propulsées par moteur Diesel, construites en France et à l'étranger, ainsi qu'on a pu le constater au dernier Salon.

même vitesse (alors que la puissance utilisée pour vaincre les frottements n'est que proportionnelle à la vitesse), il en résulte qu'à 100 km à l'heure, par exemple, nous aurons seulement un cinquième de la puissance absorbée pour vaincre les frottements, tandis que les quatre cinquièmes sont employés à combattre la résistance de l'air. Il n'est donc pas excessif de prétendre qu'aux grandes vitesses d'aujourd'hui la forme de la voiture est absolument prépondérante sur le

réduite la résistance de l'air pour l'objet considéré, lorsqu'on compare sa résistance à la pénétration à celle d'un prisme droit se déplaçant parallèlement à ses arêtes.

Pour fixer les idées, rappelons que le C_x d'une voiture datant de quatre ou cinq ans a pour valeur environ 0,8. Celui des voitures de série actuelles, à pare-brise incliné, sans marchepied et à forme arrière quelque peu fuyante, s'abaisse à 0,7 environ. Mais on a pu admirer au Salon de 1937 une voiture

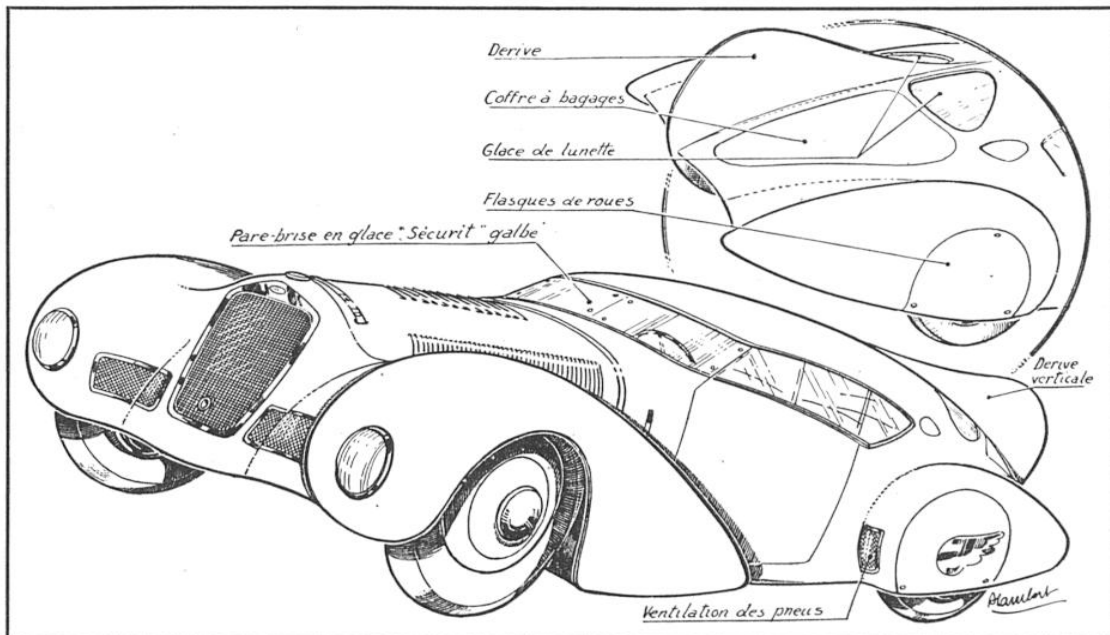


FIG. 1. - VOITURE « DELAGE » AVEC CARROSSERIE AÉRODYNAMIQUE « ANDREAU-LABOURDETTE »
 Cette voiture ne présente aucune saillie extérieure. Elle est munie à l'arrière d'une dérive dont le rôle est de rapprocher le centre de poussée du centre de gravité. Sa résistance à l'avancement dans l'air est au moins trois fois plus faible que celle d'une voiture normale. Le pare-brise, en glace « Sécurité » très épaisse, est utilisé comme élément de construction pour soutenir le pavillon.

poids du point de vue puissance absorbée.

Les grandes vitesses, il est vrai, ne doivent pas être seules considérées, car, dans l'utilisation de la voiture sur la route, on fait un usage fréquent des variations de vitesses, des reprises, comme on dit, dans lesquelles la puissance du moteur sert à communiquer à la voiture une certaine force vive. Là, c'est principalement la masse du véhicule qui intervient. La légèreté générale de la voiture automobile sera donc recherchée et, à juste titre, tout autant que la bonne forme pour mieux pénétrer dans l'air.

La résistance à l'avancement d'une voiture est caractérisée par ce qu'on appelle le C_x . Le C_x , c'est, si vous voulez, un coefficient qui indique dans quel rapport est

Delage carrossée par Labourdette, sur les dessins de l'ingénieur Andreau, pour laquelle le C_x descendait à 0,22, soit moins du tiers de celui d'une voiture courante (fig. 1).

L'influence de cette diminution du C_x sur la vitesse possible est facile à calculer, si l'on admet, comme nous l'avons suggéré tout à l'heure, qu'aux grandes vitesses seule intervient la résistance de l'air. A puissance égale du moteur, la vitesse maximum de la voiture va se trouver augmentée par rapport à la voiture classique dans le rapport de $\sqrt[3]{3}$, soit 1,44. Autrement dit, si une voiture à carrosserie classique atteint la vitesse de 100 km à l'heure, elle pourra, avec le même moteur, mais bien entendu avec une trans-

mission différente, rouler à 144 km à l'heure si elle est habillée avec la carrosserie d'Andreu.

Quelques voitures du même genre pouvaient être remarquées dans les stands des carrossiers ; elles présentaient toutes cette particularité d'être pourvues à l'arrière d'une dérive verticale. Le rôle de cet organe, que bien des visiteurs incompétents pensaient avoir été mis là pour de simples raisons de fantaisie ou d'esthétique, est absolument capital dans les voitures à formes aérodynamiques. Dans ces voitures, en effet, le centre de poussée de l'air sur la carène se trouve, en général, très en avant

Pour qu'une voiture soit vendable, il est indispensable que rien dans sa construction, et surtout dans son apparence extérieure, ne choque trop directement les habitudes acquises chez la clientèle. Ce n'est donc qu'avec une grande prudence que les constructeurs peuvent modifier progressivement la forme leurs voitures.

Il faut bien reconnaître aussi qu'il n'est pas facile de concilier les qualités de confort, d'accessibilité et de visibilité de la caisse avec les exigences de l'aérodynamique. Enfin, les carrosseries actuelles nécessitent pour leur fabrication un outillage très important,

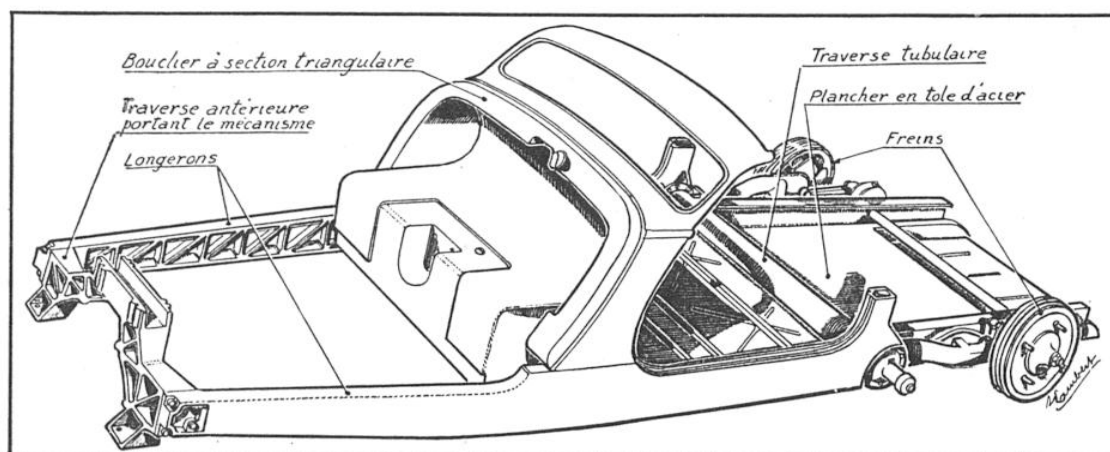


FIG. 2. — CHASSIS-CARCASSE « AMILCAR » CONSTITUANT A LA FOIS LE SUPPORT DES ORGANES MÉCANIQUES ET L'AMORCE DE LA CARROSSERIE

Cette carcasse se compose de deux longerons en alliage léger, réunis à l'avant par une traverse et, en arrière de la partie motrice, par un bouclier de section triangulaire. A l'arrière, une traverse tubulaire en acier complète l'assemblage, qui présente une rigidité exceptionnelle.

du centre de gravité, ce qui les rend difficiles, voire dangereuses, à conduire par vent latéral. Grâce à la dérive placée à l'arrière, le centre de carène se trouve reporté vers l'arrière et rapproché du centre de gravité. Dans la voiture que nous avons citée plus haut, la distance entre le centre de gravité et le centre de carène est de l'ordre de 20 cm seulement, ce qui assure à la voiture une parfaite stabilité même par vent latéral.

On peut s'étonner que les voitures à formes très étudiées du point de vue pénétration aient été aussi peu nombreuses au Salon, alors que cette question de forme de caisse fait l'objet de l'étude des ingénieurs spécialisés depuis plusieurs années. C'est qu'il faut tenir compte d'un certain nombre de facteurs d'ordre essentiellement pratique, qui sont loin d'être négligeables, et qui expliquent la stagnation d'ailleurs toute relative des formes actuelles de carrosserie.

et, par conséquent, très coûteux, outillage qui doit être amorti sur un grand nombre de carrosseries si l'on veut rester dans des limites de prix de vente raisonnables. Il n'est donc pas loisible aux constructeurs, pour cette raison encore, de changer trop souvent leurs modèles de caisses. Et c'est pour cela que les voitures de série 1937 ressemblent presque trait pour trait aux voitures de 1936.

L'évolution de la carrosserie, que l'on peut surveiller et apprécier depuis quelques années, ne peut donc être que très lente.

Les carrosseries sont aussi des éléments de construction

Le rôle que joue la carrosserie dans la charpente de la voiture automobile tend à augmenter d'année en année. Autrefois, la caisse de la voiture, constituée par une charpente en bois recouverte de panneaux de

tôle ou de simili-cuir, était construite à part et posée sur le châssis par l'intermédiaire de fortes pièces de bois appelées brancards ; tout ce qu'on demandait au châssis, c'était d'être aussi rigide que possible pour ne pas amener une dislocation trop rapide de la caisse. Un constructeur, resté célèbre dans les annales de la carrosserie, Weymann, avait adopté une autre solution, se résolvant à tenir compte de la grande flexibilité des châssis et en laissant à ses carrosseries la possibilité de se déformer sans dommage.

Aujourd'hui, au contraire, la carrosserie est devenue un élément essentiel contribuant à la solidité générale de la voiture, ou même servant de support et de bâti à tous les organes mécaniques. Il convient, à cet égard, de rendre hommage à une étude qu'avait faite, peu de temps après la guerre, l'ingénieur Waseige, créateur de la voiture Farman : il y a plus de quinze ans de cela, Waseige avait dessiné et exécuté une carrosserie solidement assemblée et entretoisée sur le châssis, qui contribuait puissamment à la rigidité de celui-ci. Mais il fallait attendre de longues années encore pour que ce précurseur trouvât des imitateurs.

Quand on examine la charpente générale d'une voiture automobile, on est amené à considérer plusieurs écoles. Les uns, comme Citroën, Panhard, Lancia, utilisent la caisse de la voiture elle-même pour remplacer ce qu'on appelait autrefois le châssis.

Une solution mixte est constituée par le très beau châssis, d'étude complètement nouvelle, présenté sous le nom d'« Amilcar », châssis construit par la firme Hotchkiss et qui a été dessiné par l'ingénieur Grégoire, promoteur des voitures Tracta bien connues.

Dans la voiture Amilcar (fig. 2), tout le mécanisme est supporté par deux panneaux-longerons en alpacas coulés, assemblés l'un et l'autre sur un bouclier également en alpacas coulés, panneaux et boucliers servant d'amorce à la carrosserie elle-même. L'arrière de la caisse vient s'appuyer sur un prolongement en tôle d'acier solidement assemblé à l'arrière de la partie constituée par l'alliage d'aluminium.

Un grand nombre de constructeurs en sont restés à la construction classique du

cadre supportant les organes mécaniques de la carrosserie assemblés au cadre. Néanmoins, étant donné la nature de la construction de la caisse qui est faite maintenant tout en métal, — d'un seul bloc, pourrait-on dire, puisque ses éléments sont soudés électriquement les uns aux autres, — elle vient contribuer à la solidité du châssis grâce à un assemblage très robuste avec le cadre.

Un autre mode de construction,

que nous appellerions volontiers l'école polonaise, est représenté par certains châssis étrangers où un tube central forme, en quelque sorte, épine dorsale et supporte des consoles transversales sur lesquelles vient reposer à son tour la caisse. Dans ce cas, la caisse se trouve aussi séparée que possible du châssis : cette solution s'écarte résolument de celles qui nous paraissent être la tendance générale pour la construction française.

Les progrès de la suspension

La caisse est reliée aux éléments qui sont en contact avec le sol, c'est-à-dire les roues, par l'intermédiaire de ressorts qui soustraient les occupants de la voiture aux secousses directes imprimées au véhicule par la route. La nature de ces ressorts, la

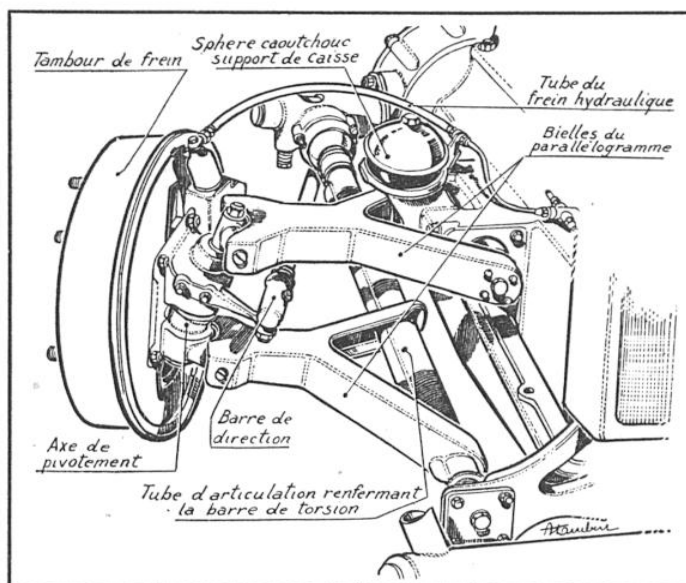


FIG. 3. — DÉTAIL DE LA SUSPENSION AVANT DE LA « PANHARD DYNAMIC »

Les roues sont reliées au châssis par deux bielles en forme d'Y, qui constituent, avec l'axe de pivotement, un quadrilatère dit « parallélogramme ». Le ressort de suspension est constitué par une barre de torsion logée dans le tube d'articulation.

façon dont ils sont disposés et les liaisons mécaniques qui sont établies entre les roues et la caisse caractérisent les divers modes de suspension.

La voiture sans essieux ou à roues indépendantes s'est généralisée très rapidement lorsque, il y a quelques années, Peugeot l'a adoptée pour les roues avant sur toutes ses voitures. Il est de règle maintenant que la suspension soit réalisée par roues indépendantes, tout au moins à l'avant, et on peut considérer comme des exceptions des voitures encore munies d'un essieu avant (Matford, Hotchkiss).

À l'arrière, on trouve encore assez généralement un pont ou un essieu rigide. Cependant, on peut constater, cette année, une tendance à l'adoption des roues indépendantes également à l'arrière de la voiture.

Quels sont donc les avantages procurés du point de vue suspension et tenue de route par les roues indépendantes ?

Dans une suspension dite « classique », c'est-à-dire comportant un essieu, l'essieu avant n'est relié au châssis que par les ressorts. Il en résulte que, seuls, les ressorts résistent aux efforts de freinage (traînée et couple). Ces ressorts étant essentiellement flexibles se déforment quand les efforts de freinage se produisent, et cela souvent au

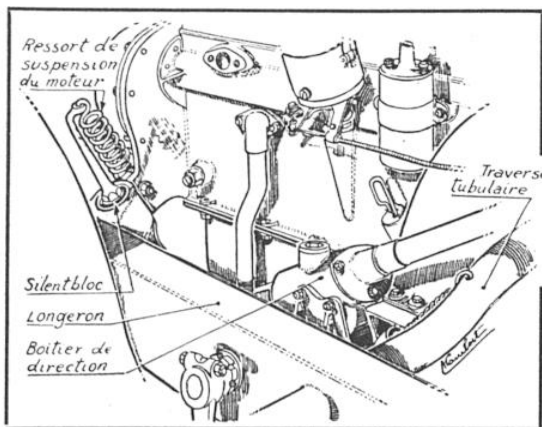


FIG. 4. — DÉTAILS DE LA SUSPENSION DU MOTEUR 402 « PEUGEOT »

Le moteur est suspendu par l'intermédiaire de Silentblocs et de ressorts à boudin à grande élongation permettant d'absorber complètement les oscillations auxquelles le moteur est soumis aux très bas régimes de rotation.

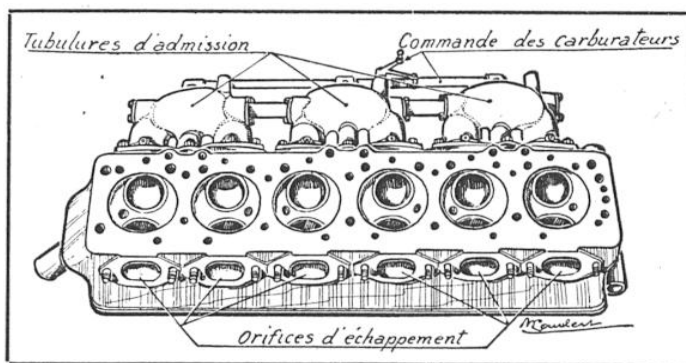


FIG. 5. - CULASSE EN ALPAX DU NOUVEAU MOTEUR « TALBOT »

Cette culasse, complètement en alliage léger d'aluminium et de silicium (alpax), comporte des soupapes qui reposent sur des sièges en bronze spécial forgé, rapportés dans la culasse.

détriment de la qualité de la direction et de la tenue de route.

D'autre part, le poids des organes non suspendus — qui est constitué par le poids des pneus, des roues et de l'essieu — est plus élevé dans une voiture à essieux que dans une voiture à roues indépendantes où le poids non suspendu est limité à celui de la roue et du pneu. Or, on sait que, toutes choses égales d'ailleurs, il est d'autant plus facile de réaliser une bonne suspension que le rapport du poids suspendu (ensemble de la voiture) au poids non suspendu — rapport appelé parfois « coefficient de suspension » — est plus élevé. Dans les voitures légères, ce coefficient de suspension atteint souvent une valeur assez faible et il est, par suite, d'autant plus avantageux d'avoir les roues indépendantes que la voiture est plus petite.

Enfin, comme, dans la suspension par roues indépendantes, il faut obligatoirement établir des liaisons cinématiques entre les roues et le châssis, ce sont les organes qui établissent ces liaisons qui résistent aux efforts de freinage et qui y résistent sans se déformer, puisque, très généralement, ces organes ne sont pas élastiques. D'où une meilleure tenue de l'ensemble au moment des coups de frein.

Enfin, l'épure de direction est mieux respectée lorsque l'axe des roues directrices reste dans le même plan perpendiculaire à l'axe général du châssis que lorsque cet axe se déplace par suite de la flexion des ressorts en avant et en arrière du plan moyen.

Un point où l'avantage des roues indépendantes paraît être assez net, c'est dans la qualité de la tenue de route. On sait qu'on appelle tenue de route de la voiture la

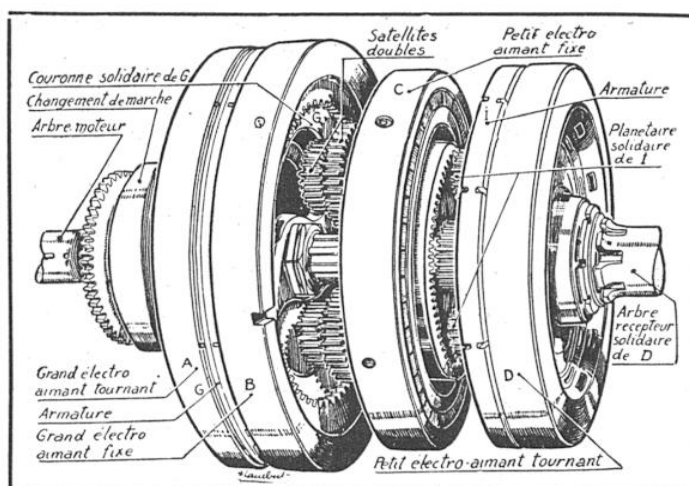


FIG. 6. - BOITE DE VITESSES ÉLECTROMAGNÉTIQUE « COTAL »

Cette boîte à 4 vitesses se compose en réalité de deux boîtes à 2 vitesses montées l'une derrière l'autre. Pour la première vitesse, l'armature G est attirée par l'électro fixe B et l'armature I par l'électro fixe C : il y a deux démultiplications successives. Pour la seconde vitesse, les électros B et D sont excités. On obtient donc la démultiplication dans le premier temps, le second étant en prise directe. Pour la troisième vitesse, on excite les électros A et C, et on obtient la prise directe dans le premier temps, la démultiplication dans le second. Enfin, pour la quatrième vitesse, on excite les deux électros tournants A et D.

faculté que possède cette voiture de suivre la trajectoire que lui impose son conducteur, quelles que soient les influences perturbatrices extérieures.

Pour avoir une bonne tenue de route aux grandes vitesses, on est, avec les voitures à essieux, généralement conduit à utiliser des ressorts avant de très faible flexibilité.

Avec des roues indépendantes, au contraire, on conserve une grande flexibilité aux ressorts sans nuire à la tenue de route.

L'augmentation de la puissance spécifique des moteurs

La préoccupation de ne pas dépasser un prix de revient trop élevé et de limiter les frais d'utilisation de la voiture a conduit les constructeurs à ne créer, en général, comme modèles nouveaux que des types à cylindrée relativement réduite.

Les voitures nouvelles, en effet, à de très rares exceptions près, ont des moteurs à 4 cylindres et leur cylindrée ne dépasse pas 2,5 litres.

On veut, certes, l'économie dans le prix d'achat et le prix d'entretien des voitures. Néanmoins, on désire sacrifier le moins possible des qualités inhérentes à l'automobile et plus spécialement de la vitesse, de

la vigueur des reprises, bref de ce qu'on appelle, dans les pays de langue anglaise, la *performance*.

Si la limitation de la cylindrée des moteurs est une conséquence de la recherche de l'économie, tous les efforts faits pour en obtenir une puissance spécifique élevée traduisent le désir de conserver les grandes vitesses et les performances élevées du véhicule.

L'augmentation de la vitesse de rotation des moteurs — qui s'est toujours manifestée depuis que l'automobile existe — demeure encore à l'ordre du jour. L'expression « moteur à grande vitesse » qu'on emploie si souvent n'a naturellement, et ne peut avoir, qu'une signification relative. Un moteur de 1925, qui tournait à 3 000 tours, était un moteur à grande vitesse ; un moteur de 1937, qui ne tourne qu'à 3 000 tours, n'est plus un moteur à grande vitesse.

On trouve en effet très couramment, sur des voitures de grande série, des moteurs qui, en utilisation, atteignent des régimes compris entre 4 000 et 4 500 tours par minute. Peugeot a été l'un des premiers à adopter ces vitesses élevées du moteur sur ses voitures de série et son exemple a été suivi.

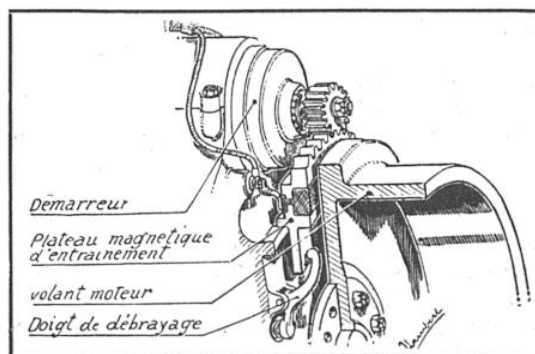


FIG. 7. — DÉMARREUR A PLATEAU MAGNÉTIQUE « PARIS-RHÔNE »

Le pignon du démarreur est toujours en prise avec la grande couronne dentée qui porte un électro-aimant circulaire. Pour le lancement du moteur, on y fait passer le courant et le plateau magnétique d'entraînement vient se coller sur le volant du volant. Le moteur se trouve entraîné. Dès qu'il fonctionne, un régulateur centrifuge coupe le courant magnétisant et le démarreur est débrayé,

Dans la réalisation des grandes vitesses, on a été gêné très fortement par le bruit et, en général, les vibrations. Cette gêne se manifeste d'ailleurs beaucoup plus dans les moteurs à 4 cylindres que dans les moteurs ayant un nombre de cylindres plus élevé, en raison de l'équilibrage incomplet du 4 cylindres. Dans le 4 cylindres, en effet, on sait que les forces d'inertie du second ordre ne sont pas équilibrées. Il en résulte des vibrations inévitables qu'on peut atténuer ou masquer. On les a atténuées en augmentant la rigidité des vilebrequins et, par conséquent, leurs dimensions, en les munissant de contrepoids, et en allégeant les pistons et leur équipement. On les a masquées en suspendant élastiquement le moteur sur le cadre qui le supporte. La suspension élastique des moteurs, introduite en France par Citroën il y a quelques années, est devenue de règle absolument générale maintenant. Elle est réalisée soit au moyen de blocs en caoutchouc, comme chez Renault, soit par des ressorts en acier, comme chez Citroën, soit par un système mixte, comme chez Peugeot, pour ne citer que ces trois grands constructeurs.

Les dimensions des vilebrequins, avons-nous dit, ont été largement augmentées pour éviter les vibrations, ou plutôt pour reporter le régime vibratoire propre de cet organe au delà des régimes d'utilisation des moteurs.

Il est résulté de cette augmentation très importante de la dimension du vilebrequin que la résistance mécanique du métal qui le constitue est passée tout à fait au second plan des préoccupations, le coefficient d'élasticité devenant au contraire prépondérant. Et c'est ainsi qu'on a vu apparaître, chez Ford par exemple, il y a deux ans, les vilebrequins en acier coulé, qu'on appelle souvent abusivement vilebrequins en fonte et qui sont maintenant de pratique courante

chez un certain nombre de constructeurs français, Renault par exemple.

En même temps qu'on augmente la vitesse de rotation du moteur, on cherche à améliorer le régime de combustion de l'essence et à prolonger la détente, ce qui se traduit par une augmentation du taux de compression ; là, on est tenu par les caractéristiques des combustibles, lesquelles sont fixées en France par un décret qui date de novembre 1935.

Tant que ces caractéristiques administratives resteront invariables, les constructeurs

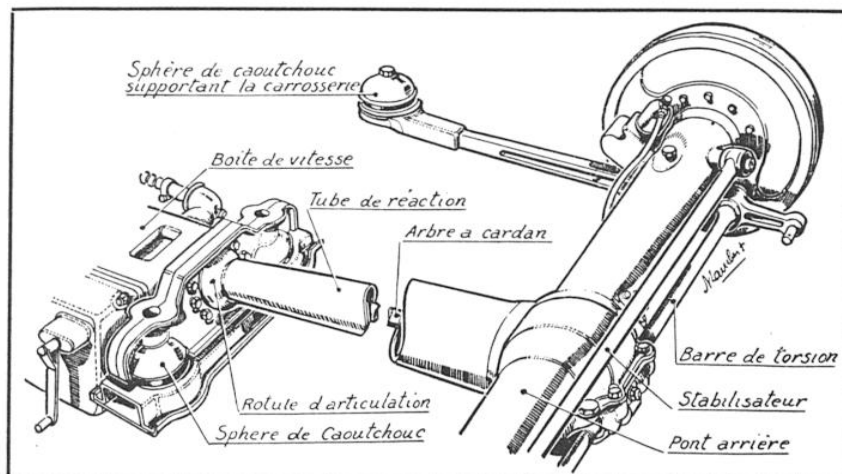


FIG. 8. — PONT ARRIÈRE DE LA NOUVELLE « PANHARD DYNAMIC »

La carrosserie repose sur des sphères en caoutchouc placées aux extrémités des bielles de suspension : celles-ci sont en relation avec le pont par l'intermédiaire des barres de torsion qu'on aperçoit à droite de la figure. Un stabilisateur transversal empêche les mouvements relatifs latéraux de la caisse par rapport au pont. L'arrière du bloc-moteur repose sur une traverse par l'intermédiaire de deux sphères en caoutchouc.

n'auront plus que la ressource de travailler sur la forme des chambres de combustion et la nature du métal des culasses.

A cet égard, des progrès importants ont été réalisés avec la généralisation des culasses en alliage d'aluminium, qui est presque complète maintenant, et l'adoption des moteurs à soupapes dans la culasse, comme chez Citroën et Peugeot pour ne citer que les principaux. Quand on emploie simultanément des soupapes dans la culasse et des culasses en alliage d'aluminium, on est naturellement obligé de munir celles-ci de sièges de soupapes rapportés en métal plus dur que l'aluminium (fig. 5).

On emploie soit des aciers spéciaux, soit du bronze d'aluminium pour ces sièges de soupapes. Pour leur montage dans la culasse, on utilise assez fréquemment le refroidisse-

ment du siège par l'air liquide : exemple frappant de l'application industrielle des dernières acquisitions scientifiques.

L'aluminium reçoit également des applications absolument générales pour la fabrication des pistons : pour ceux-ci, on utilise parfois des insertions de métal Invar dans la fonte d'aluminium. Les cylindres sont toujours en fonte, parfois avec fûts rapportés.

Les accessoires des moteurs

En même temps que le moteur lui-même évolue et se perfectionne, ses organes annexes, qu'on est convenu d'appeler des accessoires, bénéficient également d'améliorations.

Toutes les têtes d'allumage possèdent, par exemple, un dispositif automatique d'avance par régulateur centrifuge ; un correcteur à main permet au conducteur d'apporter certaines modifications à l'avance, suivant la température du moteur, la nature du combustible et aussi l'importance de la charge. Sur ce dernier point, les constructeurs d'appareils d'allumage ont prévu les correcteurs automatiques commandés par dépression, qui viennent décaler le rupteur en donnant du retard (ou mieux en diminuant l'avance) lorsque la charge augmente.

Du côté carburateur, la recherche de l'économie se manifeste d'une façon très nette : déjà, l'année dernière, Solex avait présenté son régulateur commandé. Cette année, Zénith a développé son système de butée réglable qui est adopté par Peugeot et Renault. L'un et l'autre dispositifs ont pour but de limiter la puissance du moteur en réalisant par conséquent un gain appréciable dans la consommation, tout en laissant la possibilité au conducteur d'utiliser, s'il le désire, la puissance totale du moteur. Mais, s'il le fait, il agit à bon escient et est prévenu qu'il se trouve dans un régime d'utilisation moins avantageux.

Du côté démarrage, signalons la tendance au développement — d'ailleurs limité — du dynamoteur relié au moteur par courroies,

dynamoteur qui assure le double rôle de génératrice de courant quand le moteur fonctionne et de moteur de lancement pour la mise en route.

La firme Paris-Rhône (promotrice du dynamoteur) nous montre, cette année, un très ingénieux système de lancement, plus particulièrement intéressant pour les gros moteurs : c'est le démarreur à plateau magnétique dans lequel la couronne dentée, jusqu'alors solidaire du volant du moteur, s'en trouve normalement séparée (fig. 7).

Apparemment, rien de nouveau dans le

graissage ; les organes mécaniques qui l'assurent sont les mêmes : pompe noyée dans le carter envoyant l'huile sous pression aux paliers du moteur et aux manetons de têtes de bielle, les pistons et les pieds de bielle se graissant par projection. Mais gros progrès dans la technique de fabrication des huiles de graissage. Le procédé d'épuration par double solvant, appliqué en particulier par la firme Mobiloil, permet d'avoir une huile possédant des qualités de viscosité et d'onctuosité améliorées par rapport aux huiles connues jusqu'à maintenant.

Cette amélioration du graissage est rendue nécessaire par les conditions plus dures dans lesquelles fonctionne un moteur à grande

vitesse. Constatons également les progrès réalisés commercialement par le graissage au graphite colloïdal.

Vers la boîte de vitesses automatique

Entre le moteur et les roues motrices sont intercalés un certain nombre d'organes destinés à transmettre le mouvement du vilebrequin jusqu'à l'arbre des roues motrices, organes désignés sous le nom générique de « transmission ».

Le plus important d'entre eux est, sans conteste, l'appareil de changement de vitesse désigné plus couramment sous l'expression boîte de vitesses.

La boîte de vitesses permet de réaliser un certain nombre de rapports de démul-

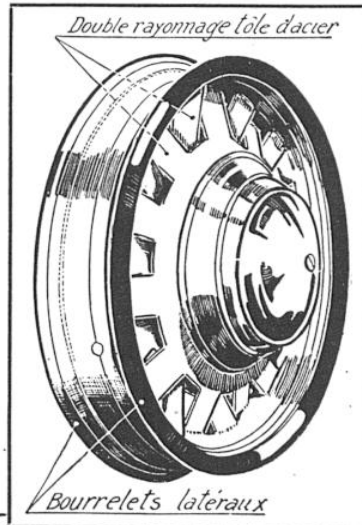


FIG. 9. — ROUE A JANTE LARGE « MICHELIN » POUR PNEU « PILOTE »

Ce pneu repose sur une base très large, ce qui lui permet de supporter les efforts latéraux avec une déformation extrêmement faible. La roue comporte un double rayonnage en tôle d'acier découpée et est plus légère que la roue normale.

tiplication entre l'arbre du moteur et l'arbre à cardan qui va attaquer les arbres de roues par le différentiel. Dans tous les types de grande série, chez les trois constructeurs principaux : Citroën, Peugeot, Renault, la boîte de vitesses normale est la boîte à trois vitesses. Dans un certain nombre de types nouveaux, et en particulier dans les petites voitures Simca 5 et 8 ch, Amilcar 5 ch, Lancia 8 ch, etc., on a, à juste raison, adopté des boîtes à quatre vitesses.

Rien, absolument rien, du point de vue technique ne justifie la conservation de la boîte trois vitesses. On a dit, à juste titre, qu'une voiture à trois vitesses était en réalité une voiture à une seule vitesse. Il est certain, en effet, qu'en raison de la grande démultiplication réalisée dans le pont arrière de ce type de voiture, l'utilisateur roule perpétuellement en prise directe et considère les vitesses démultipliées comme des vitesses de secours à n'employer qu'aux démarrages, ou, exceptionnellement, lorsqu'on se déplace en montage.

Cette solution de la voiture très démultipliée dans le pont n'a d'autre justification que de favoriser la paresse du conducteur, qui répugne évidemment à changer de vitesse, ou, plutôt, qui a répugné à changer de vitesse tant que la manœuvre de la boîte de vitesses a présenté une certaine difficulté. Mais, depuis le jour où toutes les boîtes de vitesses, sans exception, sont pourvues d'un dispositif de synchronisation qui permet aux plus maladroits de changer de vitesse sans difficulté et sans fausse manœuvre, cet état de choses n'existe plus et, si les constructeurs le voulaient, ils pourraient très rapidement donner à leur clientèle des habitudes de conduite qui leur permettraient une utilisation bien meilleure de leur voiture.

Je mets en fait que, si la clientèle automobile utilisait ses voitures à fond — c'est-à-dire à la vitesse maximum que leur garantit le vendeur, — les voitures à trois vitesses

n'auraient plus que quelques semaines à vivre. Mais, heureusement, l'automobiliste moyen ne pousse pas à fond.

Pourquoi les constructeurs s'obstinent-ils à conserver, la boîte trois vitesses? La seule explication, c'est un léger bénéfice dans le prix de revient ; bénéfice très faible d'ailleurs, une boîte à quatre vitesses ne coûtant peut-être qu'une centaine de francs de plus qu'une boîte à trois vitesses.

Du point de vue construction, la boîte de vitesses à baladeurs conserve une grosse majorité avec, bien entendu, dispositif de

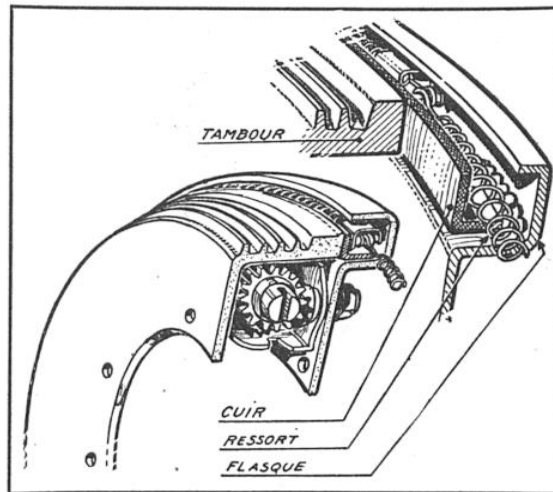


FIG. 10. — FREIN-ÉTANCHE « BENDIX » POUR VÉHICULES « TOUS TERRAINS »

Grâce à sa garniture en cuir, pressée sur les flasques des freins par un ressort, la fermeture des tambours de freins est complètement étanche.

synchronisation. Une nouvelle venue s'est manifestée il y a quelques années et a fait un rapide chemin : c'est la boîte électromagnétique Cotal. Réalisée industriellement depuis quelques années, elle peut prétendre, à l'heure actuelle, à une sécurité de fonctionnement du même ordre que celle de la boîte classique (fig. 6).

Signalons également, non pas comme une nouveauté, mais comme une connaissance déjà ancienne, la boîte Wilson, qui est une boîte à trains planétaires et à quatre vitesses avec freins

mécaniques d'immobilisation des trains.

Alors qu'à l'étranger, et en particulier en Amérique et en Angleterre, on trouve des embrayages ou même des transformateurs de couples hydrauliques, on en reste chez nous à la boîte mécanique ou électromagnétique.

Pont arrière, roues et pneus

L'attaque du différentiel par l'arbre qui prolonge l'arbre à cardan se fait soit par pignons, soit par vis sans fin. Peugeot a toujours été le champion de la transmission par vis sans fin, et c'est ce système que nous voyons adopté, cette année, sur le nouveau châssis Panhard. La plupart des autres constructeurs utilisent des pignons d'angle à denture courbe ; quelques-uns d'entre eux montent sur leurs châssis des engrenages hypoides qui sont des engrenages à surfaces

primitives hyperboliques : les arbres du pignon et de la roue ne se rencontreront pas.

D'où viennent ces diverses solutions ?

Elles sont déterminées par la tendance générale à l'abaissement des carrosseries qui nécessitent l'abaissement corrélatif de l'arbre à cardan. Avec la vis en dessous, cet arbre se trouve abaissé au maximum (solution Peugeot et Panhard). Avec les pignons coniques, l'arbre se trouve obligatoirement dans le plan horizontal qui passe par l'axe des roues arrière. Grâce aux pignons hypoides, l'arbre à cardan peut être abaissé à peu près jusqu'à mi-distance entre le plan horizontal caractéristique des pignons coniques et le plan tangent en dessous de la roue du différentiel, caractéristique de la transmission à vis.

Les roues des voitures ont connu une évolution importante depuis les débuts de l'automobile : roues à rayons en fil d'acier analogues aux roues de bicyclettes, il y a quelque quarante ans ; roues en bois qui ont duré jusqu'à la guerre ; roues en tôle d'acier à voile plein ; renouveau des roues à rayons métalliques à triple rayonnage, et enfin, depuis un an à peu près, roues en tôle emboutie et évidée. Cette année, Michelin présente une roue très particulière (fig. 9), justifiée par un nouveau pneu dit « pneu Pilote ». Le pneu Pilote diffère du pneu considéré jusqu'alors comme normal par le fait qu'il a une base beaucoup plus large que, par suite, il se déforme moins sous les efforts latéraux.

Dunlop, qui se partage pratiquement avec Michelin le marché français, présente cette année un nouveau type de pneu fort à lamelles, pour terrains humides. Remarquons, à ce propos, que la question de l'adhérence des pneus sur sol mouillé a fait, il y a quelques années, un énorme progrès avec le système d'adérisation de Técalémit. C'est l'adérisation qui a donné naissance, chez tous les constructeurs de pneus, aux pneus à lamelles d'un emploi actuellement général en France.

Nous ne pouvons abandonner ce chapitre des pneus sans faire remarquer les énormes progrès accomplis dans leur fabrication, progrès qui ont leur répercussion sur leur durée. Alors qu'il y a vingt-cinq ans, un pneu durait rarement plus de 3 000 km et périssait toujours par éclatement, les pneus actuels couvrent couramment 25 000 km sur une voiture de tourisme et n'éclatent pratiquement plus. La dépense en pneus d'une voiture a diminué dans le rapport de 1 à 15 environ pendant le dernier quart de siècle.

Les freins

En matière de freinage, quelques améliorations de détail.

Le servo-frein mécanique, que Renault est le seul actuellement à construire, est généralisé par lui à ses voitures 4 cylindres de plus de 2 litres de cylindrée.

Les freins les plus utilisés sur les voitures françaises sont du type à déroulement, avec le frein Bendix. Bendix présente comme nouveauté le frein étanche (fig. 10), où l'introduction de l'eau est impossible et, en outre, un ingénieux dispositif dit « brakestop », qui oblige le frein à rester serré lorsque la voiture est arrêtée sur une pente. Grâce au brakestop, le démarrage sur une rampe se fait avec la plus grande facilité, le déblocage du frein se faisant automatiquement quand on relâche la pédale.

Les freins hydrauliques sont représentés par Lockheed, qui a amélioré grandement la sécurité de ce système en utilisant un double cylindre de commande, chacun des cylindres commandant deux freins.

Les garnitures de freins ont elles-mêmes progressé ; leur coefficient d'adhérence est maintenant plus régulier et resterait, paraît-il, à peu près constant à toutes les températures.

Voilà, très rapidement exposée, la physionomie générale de l'évolution actuelle de l'automobile telle qu'elle s'est manifestée au dernier Salon. Evidemment, cette évolution, quoique constante, est de moins en moins rapide, et cela s'explique par le perfectionnement même de la construction. La variation désordonnée d'une courbe n'est-elle pas, en effet, d'autant moins sensible que la courbe se rapproche davantage de son asymptote horizontale ? Or, il y a au progrès de la construction, dans l'état actuel de nos connaissances mécaniques, une asymptote. Mais, ce qu'il y a de consolant pour l'avenir de notre industrie, c'est que l'apparition d'un perfectionnement nouveau, soit dans le dessin des mécanismes, soit dans leur fabrication, peut provoquer un relèvement de cette asymptote, et c'est alors la possibilité d'un nouveau bond en avant dans l'amélioration de nos voitures. On peut affirmer non seulement que l'automobile n'a pas atteint le dernier stade de son évolution, mais encore qu'elle ne l'atteindra vraisemblablement jamais.

Ne perfectionne-t-on pas encore les locomotives de chemins de fer qui, cependant, ont derrière elles cent ans d'existence ?

HENRI PETIT.

CURIOSITÉS MÉCANIQUES ET DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ D'UN PARC D'ATTRACTIONS MODERNE

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Dans toutes les grandes manifestations internationales, les « world fairs » d'Amérique ou d'Europe, les organisateurs font une large place aux « parcs d'attractions ». Là, l'imagination et la virtuosité des ingénieurs s'efforcent de réaliser des constructions et des mécanismes dont la légèreté et l'audace donnent parfois au profane l'impression que la limite de résistance des matériaux est atteinte et même dépassée ! En réalité, le coefficient de sécurité, minutieusement vérifié lors d'essais rigoureux, demeure comparable à celui des ouvrages d'art de construction courante. Voici, par exemple, trois attractions mécaniques originales qui méritent, à ce point de vue, de retenir l'attention : le Scenic Railway à grande vitesse, le Looping arrêté, le Perbalum à rotations composées avec ses effets gyroscopiques inattendus.

ARCHITECTURALES ou mécaniques, les constructions de l'Exposition ont nécessité la mise en œuvre de techniques variées et paradoxales, dignes d'intéresser également l'ingénieur et les simples curieux. Autre chose est, en effet, de construire pour les siècles ou seulement pour quelques mois et dans des conditions de légèreté, de résistance, ... on pourrait presque dire de « sportivité », absolument exceptionnelles.

Dans ce vaste ensemble, un point « névralgique » mérite de retenir notre attention : c'est le célèbre Parc des Attractions où, précisément, le problème consiste à frôler à chaque instant le danger tout en évitant, bien entendu, la catastrophe : *Looping* avec arrêt « tête en bas » (fig. 4), *Scenic Railway* à grande vitesse (fig. 1), *Perbalum* à rotations composées (fig. 7), autant d'« attractions » à la fois inoffensives et spectaculaires. Nous entrons ici dans le domaine de la *sécurité* difficile et, par conséquent, renforcée.

Un savant connu déclarait un jour très légitimement :

— Je ne me suis jamais autant instruit qu'en démontant des jouets mécaniques !

Nous trouverons beaucoup à apprendre en démontant, maintenant que leur rôle actif est terminé, ces énormes jouets pour adultes que furent les Attractions de l'Exposition.

Un chemin de fer... en bois

Voici d'abord le *Scenic Railway* « Cyclone » qui, par la légèreté et la souplesse de ses

charpentes, a suscité le scepticisme, puis l'admiration des ingénieurs.

Disons tout de suite que les fabricants de *Scenics*, ou « montagnes russes », sont fort peu nombreux dans le monde : on les compterait probablement sur les doigts d'une seule main. Il s'agit donc là d'une technique très « fermée », où les records prennent toute leur valeur.

La voie du *Cyclone* possédait un développement en plan de 1 000 m, encadrant la partie de l'Esplanade des Invalides réservée au Parc des Attractions. La longueur réelle de la voie était, du reste, sensiblement supérieure et voisine de 1 200 m, à cause de l'inclinaison. C'est l'« effet de cosinus », bien connu des propriétaires de terrains en montagne, qui se trouvent posséder des superficies réelles supérieures à celles qu'enregistre le cadastre.

La voie présente treize « bosses » ou sommets et quatre virages assez raides. Elle est supportée par trois cent dix-sept *palées*, ou portiques transversaux formés de poteaux en bois « contreventés », c'est-à-dire renforcés contre les efforts dus au vent et à la force centrifuge des trains, par des poutres obliques également en bois.

Les bosses formant des arcs peu élevés, ainsi que les « creux » intermédiaires, sont supportés par des *palées* régulièrement espacées. Mais il existe de grandes arches complètement dégagées par dessous et formant viaduc, notamment au-dessus de l'entrée nord du Parc. C'est dans ces arches

que l'on peut étudier le travail « en souplesse » du bois sous les efforts violents produits par le passage des trains (fig. 2).

Comment furent construits les grands arcs

Les rails de roulement sont formés d'un empilement de six épaisseurs de planches de pin rouge d'Orégon, résistantes et souples. Trois bandes de roulement, en acier, sont disposées sur le rail, contre la face interne du rail et sous la face inférieure du rail, placé en encoir, en conformité avec le triple système de roues des chariots (fig. 4).

Les rails ainsi constitués reposent sur des traverses supportées elles-mêmes par l'arc principal de résistance, formé de quatre épaisseurs de pin d'Orégon. A une certaine distance au-dessous de cet arc principal, se trouve un second arc ou arc de rigidité, séparé du précédent par des blocs de bois massifs ou panneaux de poussée. Ces panneaux sont assemblés par de grands boulons traversant les deux arcs, en sorte que ces panneaux ne peuvent glisser le long des arcs, même de quantités très petites.

Nous trouvons là, dans le domaine du bois, les principes de la construction réticulée ou « croisillonnée », dont Eiffel et Résal firent usage et qui sont aujourd'hui classiques dans l'architecture métallique.

Comparons, en effet, à notre arche en bois l'arche métallique similaire de la figure 3, réalisée à l'aide de poutres et poutrelles en acier laminé. Cette dernière comprend deux arcs, supérieur et inférieur, formés chacun d'une poutre continue courbe à section en T,

ces deux arcs étant réunis par des poutrelles droites ou poinçons et des poutrelles obliques disposées en X.

Supposons que nous chargions fortement l'extrados, c'est-à-dire le dessus de l'arc supérieur, en y faisant rouler un lourd véhicule. Si les poinçons droits existaient seuls, les deux arcs fléchiraient ensemble et la résistance totale serait simplement la somme des résistances individuelles de chacun de ces arcs. Mais il n'en est pas de même pour les poutrelles obliques qui devraient, pour qu'un fléchissement notable fût possible, s'allonger ou se comprimer de quantités très importantes, suivant leur emplacement. Cette évidence géométrique signifie, dans le domaine des forces, ou statique, que les poutrelles obliques introduisent une résistance supplémentaire considérable.

Or, si nous revenons à l'arche en bois (fig. 2), rien ne nous empêche de découper, par la pensée, des poutrelles obliques dans la masse des panneaux de poussée, comme l'indiquent les tracés en pointillé. Nous avons donc là l'équivalent rigoureux d'un croisillonnement, enrobé dans une masse de bois supplémentaire, ce qui est sans importance étant donné le faible poids propre de ce « matériau ».

Notons, en passant, que le raisonnement que nous venons de faire sur les « allongements conditionnels » des poutrelles, est un cas simple du célèbre théorème général des travaux virtuels, bien connu des mathématiciens, et qui permet de discerner, par un procédé de calcul élégant et rapide, les conditions de résistance et d'équilibre des systèmes mécaniques les plus compliqués.



FIG. 1. — VOICI UNE PARTIE DE LA VOIE DU « SCENIC RAILWAY » MONTRANT LA NAISSANCE DE LA GRANDE ARCHE

On distingue les deux arcs concentriques réunis par des « panneaux de poussée » (fig. 2); la grande « palée » visible au premier plan ne supporte aucun effort en service normal et ne joue qu'un rôle de sécurité.

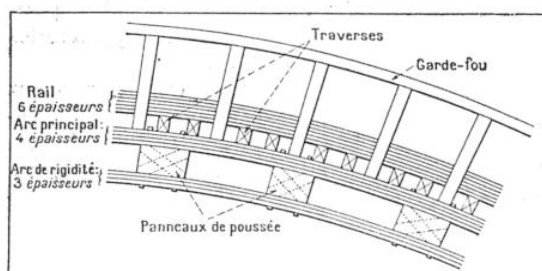


FIG. 2. — DÉTAIL DE LA CONSTRUCTION DES ARCHES EN BOIS, FORMÉES DE PLANCHES SUPERPOSÉES DE PIN ROUGE D'ORÉGON. Les croisillons pointillés sont fictifs : ils indiquent la correspondance avec les croisillons en acier d'une arche métallique (figure 3).

Le « Scenic Railway » fut soumis à de sévères essais de sécurité

Dans toute la partie centrale et surtout au début de la montée, où la poussée des trains, arrivant à 75 km/h, est formidable, la grande arche du *Scenic* fléchit de façon très sensible. Le spectateur a l'impression que la voie et les arcs s'enfoncent de 30 à 40 cm, alors que le déplacement ne dépasse pas en réalité 5 cm. C'est la résistance du roseau, qui « plie et ne rompt pas ».

Deux points, par contre, doivent rester inébranlablement fixes : ce sont les deux pieds ou *naissances* de l'arche. Aussi les a-t-on fait reposer sur d'énormes blocs en béton, enfouis dans le sol et pesant chacun 22 tonnes.

Le contrôle officiel du Bureau Véritas s'est montré légitimement sévère pour le *Scenic*. Pour l'essai de *résistance au vent* (fig. 5), on a placé une *chèvre*, ou triangle formé de mâts mobiles, inclinés à 45° et reliée au sommet de l'arche par un câble ; un second câble, suspendu verticalement au sommet de la chèvre, supportait un lest de 15 tonnes. L'effort horizontal exercé sur l'arche était ainsi également de 15 tonnes.

On a ensuite lancé des trains chargés de sacs de sable, représentant le poids des voyageurs, et le passage s'est effectué sans encombre. Une telle épreuve garantit une

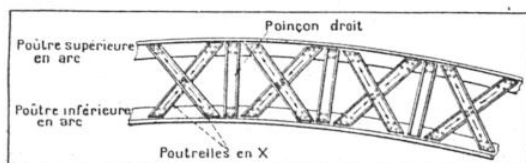


FIG. 3. — ARCHE FORMÉE DE POUTRES EN ACIER LAMINÉ ET RÉPARTITION DES EFFORTS DANS LE CROISILLONNAGE

résistance suffisante pour qu'on puisse faire circuler les trains, toutes places occupées, par un vent d'ouragan formidable, exerçant 350 kg de pression par mètre carré !

Aérodynamisme sans profilage

Voyons maintenant le *Scenic* en fonctionnement.

Au quai de départ, les voyageurs s'embarquent sur trois chariots formant un « train », attelés par accouplements élastiques.

Ces chariots, construits en pièces de bois massives, ont été réalisés à dessein extrêmement lourds : près d'une tonne, afin de mieux conserver leur vitesse depuis le point le plus haut du parcours jusqu'à l'arrivée.

Si les frottements des roues étaient seuls en

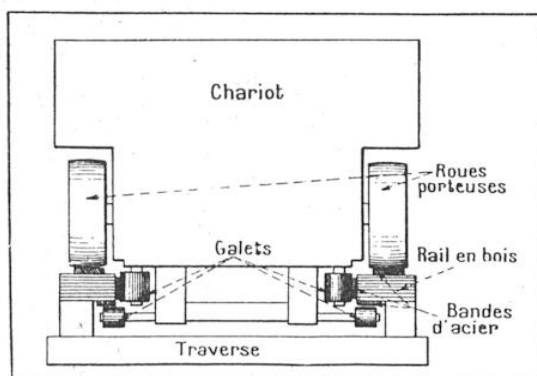


FIG. 4. — DISPOSITION DES GALETS DE SÉCURITÉ FORMANT ACCROCHAGE COMPLET DES CHARIOTS DU « SCENIC » A LA VOIE

jeu, cette conception n'aurait aucun sens, car l'énergie accumulée sous forme cinétique, ainsi que la force retardatrice due aux frottements, sont toutes deux proportionnelles à la masse, en sorte qu'un véhicule léger et un véhicule lent ralentiraient exactement de même. Mais il ne faut pas oublier la *résistance de l'air*, qui ne dépend que des formes géométriques du chariot et de son chargement humain et qui est indépendante de la masse. En accroissant cette dernière, on accroît donc l'énergie accumulée sans augmenter la résistance de l'air, en sorte que le train ralentit *moins* qu'un train léger de mêmes dimensions.

Il y a là une application très particulière d'« aérodynamisme » *sans profilage* qui méritait d'être signalée.

Le problème de la chaîne

Poussé à bras sur une voie légèrement déclive, le train arrive au bout de quelques mètres au pied d'une longue rampe, où il

s'accroche automatiquement sur une chaîne motrice roulant sur des galets à gorge entre les rails. Cette chaîne est entraînée par un moteur à courant alternatif de 76 ch, dont les caractéristiques électriques sont prévues pour éviter un trop fort « appel de courant » au réseau au moment où la chaîne prend un train en charge.

A noter que ce moteur est « contrôlé » par un *contacteur* à rupture dans l'air, tout interrupteur à huile étant prohibé, de crainte d'incendie, dans le périmètre de l'Exposition. Le contacteur est lui-même commandé à distance par des poussoirs de secours, ou *boutons stop*, placés en différents points, notamment sur le quai d'embarquement.

L'accrochage du train sur la chaîne est produit par trois cliquets ou *chiens*. L'idéal, pour avoir un accrochage sans secousses, serait que le train arrivât au point d'accrochage exactement à la même vitesse que la chaîne. Une telle précision étant irréalisable, on tâche de lui donner une vitesse très légèrement supérieure ; le train ralentit de lui-même en abordant la montée et la chaîne le « cueille » sans choc.

Le train est, d'autre part, muni de trois « chiens » de sécurité qui traînent, durant toute la montée, sur une crémaillère fixe, prête à retenir le train en cas de rupture de la chaîne.

Si l'on suppose, pour simplifier, les résistances nulles, la vitesse horizontale des trains au bas des « creux », situés au niveau du sol, est égale à la vitesse verticale qu'aurait ce même train en chute libre si on l'avait laissé tomber de 21 m de hauteur. Cette vitesse est d'un peu plus de 20 m par seconde, soit environ 75 km à l'heure. A la fin des montées, au contraire, le train ralentit tellement qu'on a jugé prudent d'installer une crémaillère fixe pour le retenir, grâce à ses « chiens », s'il s'arrêtait tout à fait.

La pente la plus forte dépasse 45°, mais elle est très courte : 3 m 30 de dénivellation pour 3 m de parcours horizontal.

La courbure du sommet des bosses est tellement accentuée qu'elles constituent de véritables *virages verticaux* où le train, plus particulièrement l'arrière du dernier wagon, pourrait se trouver arraché des rails par la

force centrifuge. C'est ici qu'intervient le triple système de roues et de galets (fig. 4) qui assure un accrochage total des véhicules à la voie.

On sait que pour les lignes de chemins de fer à grande vitesse, cette question des virages verticaux présente une grande importance. En général, on interdit les rayons verticaux inférieurs à 2 000 m (centre de courbure de la voie à 2 000 m de profondeur dans le sol) ou encore on prévoit un minimum de 100 m de parcours horizontal entre la fin d'une montée et le début d'une descente. Il est généralement admis que ce parcours est suffisant pour que les *oscillations de galop* (cabrage) de la locomotive, consécutives à la fin de la montée,

soient amorties ; le bogie directeur peut ainsi aborder la descente sans se trouver dangereusement déchargé par une de ces oscillations.

Le freinage des wagons est semi-automatique

Le rôle des *virages* proprement dit ne doit pas être négligé. Bien que les roues ne soient pas solidaires

d'un même essieu, comme des roues de chemins de fer, elles *ripen*, c'est-à-dire glissent fortement sur les rails en courbe, à cause de leur largeur relativement considérable.

Il en résulte un *freinage* que l'on s'efforce de diminuer, dans la plupart des *Scenics*, en graissant les rails dans les courbes. On s'en garde bien pour le « Cyclone », qui a tendance à être trop rapide, mais il est curieux de constater que la pluie produit un effet analogue, en sorte que le parcours s'effectue plus rapidement par temps pluvieux !

A l'arrivée, le train est freiné par des glissières mobiles qui viennent serrer des plaques d'acier verticales fixées sous les chariots.

Il existe trois paires de glissières, donc trois freins successifs, mues par le surveillant de quai au moyen de leviers. Mais, alors que les leviers n° 2 et 3 *serrent* les freins correspondants, le levier n° 1 *desserre* le frein n° 1, qui reste spontanément serré en position normale. Si le surveillant a une distraction ou une défaillance, le train se trouve donc freiné, du reste assez brutalement.

Il y a là un principe analogue à celui de

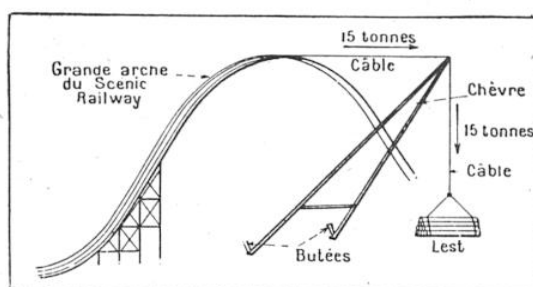


FIG. 5. — SCHÉMA DU DISPOSITIF UTILISÉ POUR LES ESSAIS DE SÉCURITÉ DE LA GRANDE ARCHE DU « SCENIC RAILWAY »

l'homme mort, appliqué pour la conduite des trains électriques et des laminoirs métallurgiques.

Notons également qu'il n'y a jamais qu'un seul train en ligne, le train arrivant étant déjà en vue du surveillant, alors que le train partant se trouve encore sur la chaîne ; si donc le surveillant ne voyait pas arriver le train n° 1 à l'instant prévu, il lui suffirait d'appuyer sur un bouton « stop » pour arrêter le train n° 2 avant que ce dernier ait pris le départ. Tel est, du moins, le principe, car un incident assez sérieux a prouvé que cette sécurité pouvait se révéler illusoire en cas d'effolement du personnel.

Le « Looping arrêté »

Deux autres « attractions » mécaniques méritent quelques instants d'attention : le *Looping arrêté* et le *Perbalum*.

On sait que dans le *Looping the loop* (boucler la boucle) classique sur piste, le véhicule ou le cycliste se trouve maintenu contre la piste, au point haut de sa course, par la *force centrifuge*, qui l'empporte sur la pesanteur. Ici les conditions mécaniques sont très différentes. Le « Looping Star » (fig. 6) comporte deux nacelles suspendues à des bras oscillants en acier ; ces bras sont supportés par une traverse horizontale fixée au sommet d'une forte colonne en acier soudé.

Les « voyageurs » sont assujettis sur leurs sièges par une courroie que vient coincer la fermeture de la porte.

Grâce à un commutateur à manette, ana-

logue à un *controller* de tramway, le mécanicien peut produire l'oscillation des nacelles symétriquement et lui donner une amplitude croissante. Le commutateur agit sur un moteur de 10 ch fonctionnant continuellement en période de démarrage, comme les moteurs utilisés pour les sonneries de cloches, et qui est muni d'un système de refroidissement spécial.

Après quelques oscillations, les nacelles finissent par faire plusieurs tours complets en s'arrêtant presque entièrement au point supérieur de leur course. Les impressions des passagers sont alors les suivantes : en bas de la course, vitesse maximum, force centrifuge maximum s'ajoutant à la pesanteur et se traduisant par une sensation de poids énorme des membres et de la tête. Aux deux tiers environ de la montée, ralentissement très sensible ; la force centrifuge s'oppose à la pesanteur, le corps cesse de peser



FIG. 6. — VUE D'ENSEMBLE DU « LOOPING STAR »
Les deux nacelles oscillent symétriquement et s'arrêtent quelques secondes au point haut de leur course (*looping arrêté*).

sur le siège ; au sommet, vitesse quasi nulle, la pesanteur exerce tout son effet, mais le corps reste suspendu par la courroie. Ajoutons que chaque nacelle possède un toit à claire-voie formant grillage de sécurité.

A l'aide d'un frein, on peut arrêter complètement les deux nacelles en position haute ; abandonnées ensuite en oscillations libres, on les freine de nouveau, par à-coups, à chaque passage en position inférieure, pour obtenir l'arrêt. C'est le principe classique du freinage des « systèmes oscillants » à l'instant du passage par la position d'équilibre,

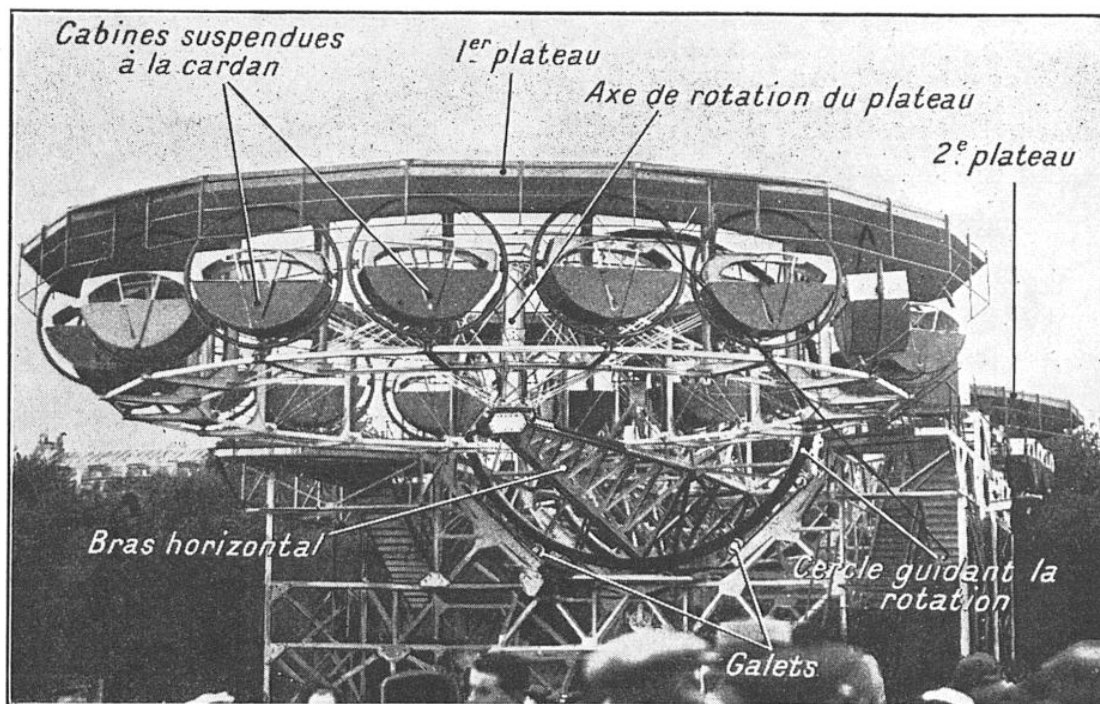
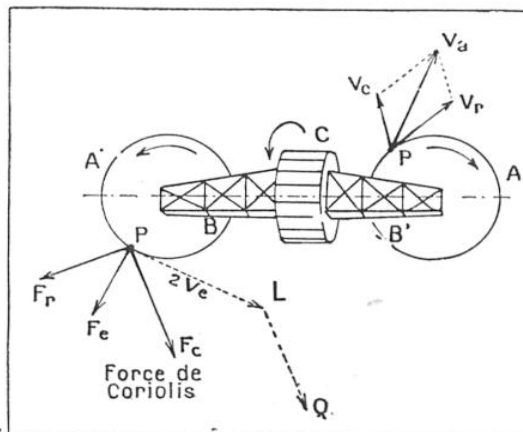


FIG. 7. — VUE D'ENSEMBLE DU « PERBALUM », APPAREIL A ROTATIONS COMPOSÉES

Les deux plateaux du Perbalum qui tournent d'une part autour d'un axe horizontal, d'autre part chacun autour de son axe particulier, sont vus ici dans la position qu'ils occupent après une rotation de 180° , les passerelles d'accès étant alors au-dessus des nacelles. Ces dernières, suspendues à la cardan, suivent les effets parfois inattendus des forces centrifuges développées.

tel qu'on l'emploie pour l'amortissement des galvanomètres.

Le « Star » a été essayé de façon très sévère par les services de contrôle ; l'une des nacelles étant vide et l'autre chargée de 600 kg de sacs de sable, on put fonctionner à cadence normale, en marche complètement déséquilibrée, sans que la



colonne centrale fût ébranlée.

Les forces centrifuges du « Perbalum »

Le Perbalum, machine originale due à un constructeur français (fig. 7), comporte deux vastes plateaux de 8 m. 50 de diamètre, A et A', portant chacun seize cabines de quatre places, et qui tournent en sens

FIG. 8. — SCHÉMA DE LA RÉPARTITION DES VITESSES ET DES DIVERSES FORCES CENTRIFUGES DÉVELOPPÉES PAR LES ROTATIONS DANS LE « PERBALUM »

Les plateaux A et A' tournent en sens inverse, tandis que le support central C pivote autour d'un axe horizontal. A droite, la vitesse d'entraînement V_e , produite par ce pivotement, se « compose » avec la vitesse relative V_r , produite par la rotation du plateau, pour produire la vitesse absolue V_a . A gauche, on « composerait » de même les deux forces centrifuges, mais en y adjoignant une certaine force centrifuge, dite « de Coriolis », obtenue en évaluant la vitesse de l'extrémité d'une flèche égale au double de V_e , pivotant sous l'action de la rotation centrale de C. C'est cette force qui produit l'effet gyroscopique, dont les applications sont si nombreuses aujourd'hui.

inverse en « faisant la Grande Roue » à 9 tours par minute.

Ces plateaux sont supportés dans l'espace par des bras B et B' fixés à un « tonneau » central qui pivote autour d'un axe horizontal, à raison de 1 tour $1/2$ par minute, entraîné par des câbles. Ainsi, les plateaux font la Grande Roue obliquement, successivement dans toutes les inclinaisons de l'espace.

Chaque plateau pèse 32 tonnes ; l'ensemble du tonneau et des plateaux pèse 76 tonnes ; le poids total du *Perbalum* est de 110 tonnes. Le moteur de chaque plateau développe 8 ch et le moteur du tonneau 25 ch.

Les cabines étant suspendues « à la Cardan », comme les boussoles de marine, les passagers se trouvent toujours en position normale.

Le *Perbalum* nous offre un exemple assez rare, du moins à grande échelle, de ces *rotations composées* dont la théorie tient une place importante dans la mécanique classique. Soit P un passager quelconque (fig. 8) ; par suite de la rotation du plateau A , il se trouve soumis à une *vitesse relative* V_r , tandis que la rotation du tonneau central, entraînant l'ensemble des plateaux, lui communique simultanément une *vitesse d'entraînement* V_e . Ces deux vitesses superposées se « composent », suivant la règle classique du parallélogramme, en une *vitesse absolue* V_a .

Pour les forces centrifuges, les choses sont

moins simples. Le passager P se trouve soumis à la *force centrifuge relative* Fr , provenant de la rotation du plateau A' , et à une *force centrifuge d'entraînement* Fe , due à la rotation du tonneau C . Mais, à ces deux forces, vient s'en ajouter une troisième, dite *force centrifuge composée*, découverte par le marquis de Coriolis.

Traçons un *vecteur* (ou flèche) PL représentant le double de la vitesse relative V_r due à la rotation du plateau ; sous l'influence de la rotation du tonneau, le point L se déplace, prenant lui-même une vitesse représentée par le vecteur LQ . Le vecteur PFc , parallèle et égal au vecteur LQ , représente précisément la force de Coriolis. On voit que cette force est nulle quand l'une des deux rotations s'arrête.

Dans un *gyroscope*, où la vitesse relative V_r est très considérable par suite de la rotation rapide du volant, la force de Coriolis prend des valeurs importantes ; c'est elle qui produit l'*effet gyroscopique*, utilisé pour la conduite automatique des paquebots et des avions et qui intervient fâcheusement dans la rotation des hélices rapides.

La force centrifuge totale est la *résultante* des trois forces Fr , Fe et Fc ; dans le *Perbalum*, elle n'est pas très considérable, à cause de la lenteur des rotations, mais elle fait, néanmoins, osciller les cabines dans les directions les plus inattendues de façon appréciable.

PIERRE DEVAUX.

Si l'on énumère par ordre décroissant la capacité de production pétrolière des nations du monde, on constate que les six plus gros producteurs sont l'U. S. A., l'U. R. S. S., le Venezuela, l'Iran (Perse), les Indes Néerlandaises, la Roumanie. Or, pour cette dernière, en un an l'extraction a baissé d'au moins 34 % et les exportations de pétrole ont été réduites d'environ 14 %. Une telle situation semble résulter d'un épuisement imprévu, et que les experts estiment devoir être assez rapide, des champs pétrolifères roumains. Si on ne tient compte que des ressources « visibles » en naphte et si l'on prend pour base la production totale de 1936, soit 8 700 000 t, ces spécialistes géologues estiment que l'épuisement doit être en effet relativement proche. Mais si, au contraire, on envisage les possibilités de demain, il se peut qu'une prospection géologique méthodiquement conduite révèle un jour de nouveaux gisements exploitables. Quoi qu'il en soit, ces indications (1) concernant la production et l'exploitation des pétroles roumains doivent retenir toute l'attention et des économistes et des importateurs, tels que l'Angleterre, l'Autriche, la France, le Danemark, l'Allemagne, la Turquie, etc., qui figurent parmi les principaux clients de la Roumanie.

(1) La production des huit premiers mois de 1937 est de 4 831 000 t (approximativement), par rapport à près de 6 889 000 t pendant la même période de 1936 et cela en dépit de nouveaux forages activement exécutés au cours de l'an dernier.

QUAND LE PÉTROLE VOYAGE EN « TANKERS » A TRAVERS LE MONDE

Par G. REYBOUR

Depuis que l'industrie pétrolière a pris dans le monde la place primordiale qu'elle occupe aujourd'hui dans l'économie des nations, il a fallu, évidemment, importer de plus en plus de pétrole brut, en provenance des gisements d'origine du naphte répartis — en différents points — sur les continents. De là est née cette politique d'utilisation des hydrocarbures naturels, qui a nécessité non seulement des installations de raffinage pour obtenir les « produits finis », mais encore l'aménagement des ports pour recevoir, acheminer, stocker, distribuer les produits du pétrole, et aussi la construction d'une flotte pétrolière (tankers) pour les transporter. Le navire pétrolier, comme le port pétrolier, sont ainsi devenus les instruments essentiels de l'équipement national pour le ravitaillement et l'approvisionnement des grandes nations européennes en carburants naturels. On verra ci-dessous comment le transport du pétrole par voie de mer a pris, au cours de ces dernières années, un essor aussi rapide que considérable, en mettant à profit les applications les plus récentes de la technique industrielle (construction métallique, propulsion, sécurité, etc.).

IL y a environ trois quarts de siècle naissait l'industrie du pétrole dans le monde, et déjà se posait le problème de son transport à travers les mers pour lequel, dès le XVIII^e siècle, Chinois, Russes, Perses et Hindous avaient imaginé des embarcations plus ou moins appropriées à ce nouveau trafic d'un produit liquide encombrant et dangereux... Ce n'est cependant que vers 1860 que le naphte de Pensylvanie affronta la traversée, plus ou moins régulière, des océans. Ainsi était apparu l'embryon très rudimentaire des transports maritimes de pétroles d'un continent à un autre. M. J. Schuhmann a retracé tout récemment (1) leur histoire, depuis l'origine jusqu'au « tanker » moderne, maintenant si perfectionné d'après les derniers progrès de la construction navale, qui assure un excellent rendement et, au moyen de manipulations maintenant simplifiées, le chargement, le « voyage » et le déchargement de la précieuse cargaison liquide. Il a fallu, pour parvenir à ce stade dans l'évolution des transports maritimes, résoudre de nombreux problèmes techniques, afin de tenir compte des variations de volume et de densité, éviter les incendies et les corrosions, questions de grande importance que les constructeurs anglais et français ont résolues aujourd'hui à l'entière satisfaction des exploitants. Le dernier navire-citerne français mis en service cette année même, — l'*Emile-Miguet*, de 21 340 t et d'une vitesse

maximum de 14 nœuds, — constitue l'un des plus beaux « tankers » du monde, équipé en France avec les derniers perfectionnements (rapidité, stabilité, sécurité, etc.) de la science appliquée à la solution pratique des problèmes posés. Mais revenons à l'évolution de la flotte pétrolière mondiale depuis l'augmentation (1) considérable du tonnage enregistrée de 1914 à 1933. Celui-ci s'est, en effet, accru, pendant ces dix ans, de 500 % alors que, pour la construction navale en général, l'accroissement de la flotte marchande n'a pas atteint 50 % (46 % d'après M. Schuhmann).

Signalons, en outre, que la demande s'accroît pour les produits pétroliers et qu'on évalue aujourd'hui à 60 millions de t d'hydrocarbures la production annuelle livrée au commerce maritime mondial. Le transport de telles quantités d'une matière première liquide a évidemment nécessité une flotte (spécialisée) en proportion. Même, à une certaine époque, on construisit tant de « tankers » que l'offre dépassa la demande, d'où une chute brusque des taux de fret et un chômage intense, comme ce fut le cas en 1933. Les armateurs, devant une situation aussi grave, parvinrent alors à une entente collective (« Tanker-Pool »), qui

(1) Au Congrès international géologique de Moscou de 1937, un rapport soviétique a estimé les réserves mondiales de naphte à plus de 7 000 millions de tonnes (gisements existants ou reconnus). Les Etats-Unis auraient en réserve un peu plus de la moitié de l'U. R. S. S., qui serait le pays le plus riche du monde en pétrole.

(1) *Le Transport maritime des Pétroles*, J. SCHUHMAN, Paris 1937 (*Pacific Marine Review*, juin 1937).

permet heureusement d'atteindre à nouveau un taux rémunérateur pour les frets. Il n'en subsiste pas moins que l'activité des constructeurs de « tankers » peut à nouveau compromettre encore l'équilibre économique dans cette branche d'activité industrielle très spécialisée. Une entente internationale s'impose donc encore pour limiter le tonnage des bâtiments neufs à mettre en chantier. Ce problème n'est pas aussi simple qu'il apparaît de prime abord. Car chaque

les carburants de synthèse ou de remplacement ne seront pas un jour fabriqués à des prix dits « commerciaux », c'est-à-dire accessibles aux actuels consommateurs de carburants naturels? En Angleterre, les usines d'essence synthétique créées depuis une dizaine d'années ont encore un prix de revient environ quatre fois plus élevé que l'essence d'importation; mais demain, le progrès technique peut réduire ce prix de plus de moitié! Tout générateur d'énergie,

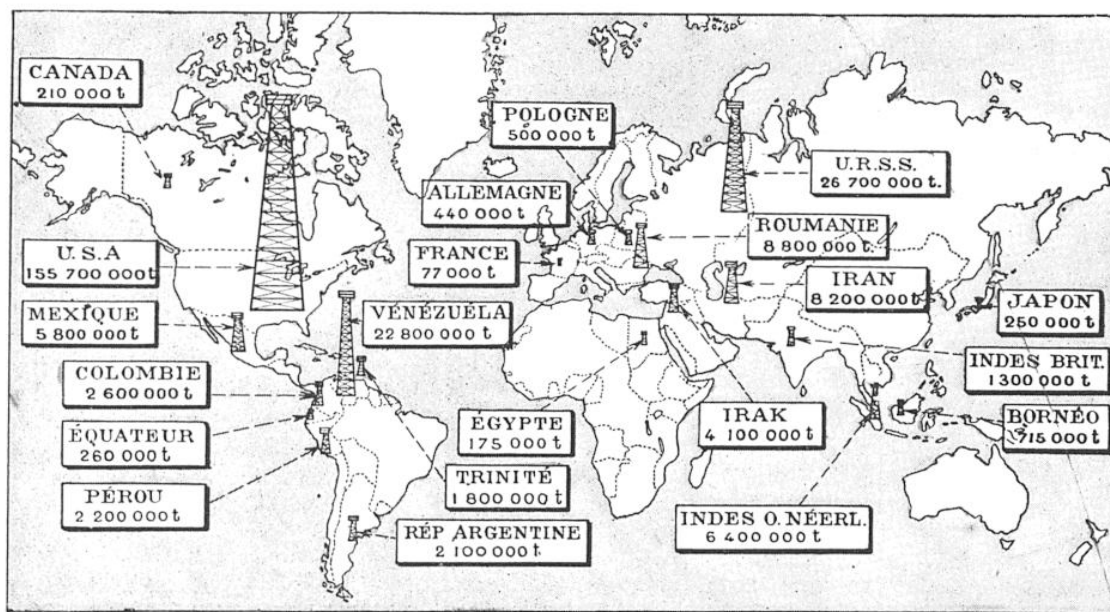


FIG. 1. — PLANISPHÈRE INDIQUANT, EN TONNES, LE CHIFFRE DE LA PRODUCTION DES PRINCIPAUX PAYS LES PLUS RICHES EN PÉTROLE DANS LE MONDE, EN 1936

En 1936, la production mondiale s'est accrue de 8,8 % par rapport à 1935 et a atteint un total de 246,5 millions de tonnes. Les États-Unis ont produit à eux seuls 60,7 % du total mondial; l'U. R. S. S., 11 %, et le Venezuela, 9,3 %. Puis viennent, dans l'ordre : la Roumanie, 3,5 %; l'Iran, 3,4 %; les Indes Néerlandaises, 2,6 %; le Mexique, 2,5 %, et l'Irak, 1,6 %.

puissance militaire se doit de posséder sa flotte pétrolière pour les besoins de sa propre défense nationale en cas de conflit armé. Le ravitaillement en combustible liquide est maintenant à la base même de la mobilisation, de la motorisation et de la mécanisation des armées modernes. Sous de telles conditions, on ne peut qu'envisager, du moins pour l'instant, l'hypothèse d'une telle réglementation qui, d'autre part, est elle-même fonction de la consommation mondiale en pétroles et dérivés...

Qui nous dit en effet que certains gisements actuellement si abondants, en Amérique ou aux Indes Néerlandaises par exemple, ne s'épuiseront pas dans un avenir relativement rapproché? Qui nous dit encore que

sous une forme nouvelle, serait également susceptible de menacer le monopole de fait détenu par les plus grandes sociétés productrices de naphte! Dans ce domaine, et à ce triple point de vue, les géologues comme les techniciens de l'industrie du pétrole ne sont même pas d'accord (1) et leurs appréciations varient du simple au décuple! Certains savants chercheurs estiment, d'autre part, qu'en affectant 15 % de la houille extraite dans le monde à l'hydrogénation en vue d'obtenir les carburants liquides (essences, etc.), les besoins actuels de l'univers seraient satisfaits. Il est vrai que les prix de leur fabrication, trop élevés, seraient encore désa-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 126.

vantageux par rapport au produit naturel.

En tout cas, pour les exigences de la défense nationale, on n'hésiterait pas à les employer, car là, le prix de revient passe au second plan. L'Allemagne, à cet égard, nous trace la voie, même en temps de paix, puisqu'elle a réduit de plus de 60 % l'importation du pétrole naturel en provenance

consommateurs (ses dérivés plus exactement) grâce à d'autres moyens de transport, tels que péniches, bateaux-automoteurs, wagons-citernes, camions-citernes, etc.

La technique du « tanker » est, du reste, assez spéciale : aspect extérieur, structure intérieure, dispositifs employés pour remédier aussi bien aux variations de volume

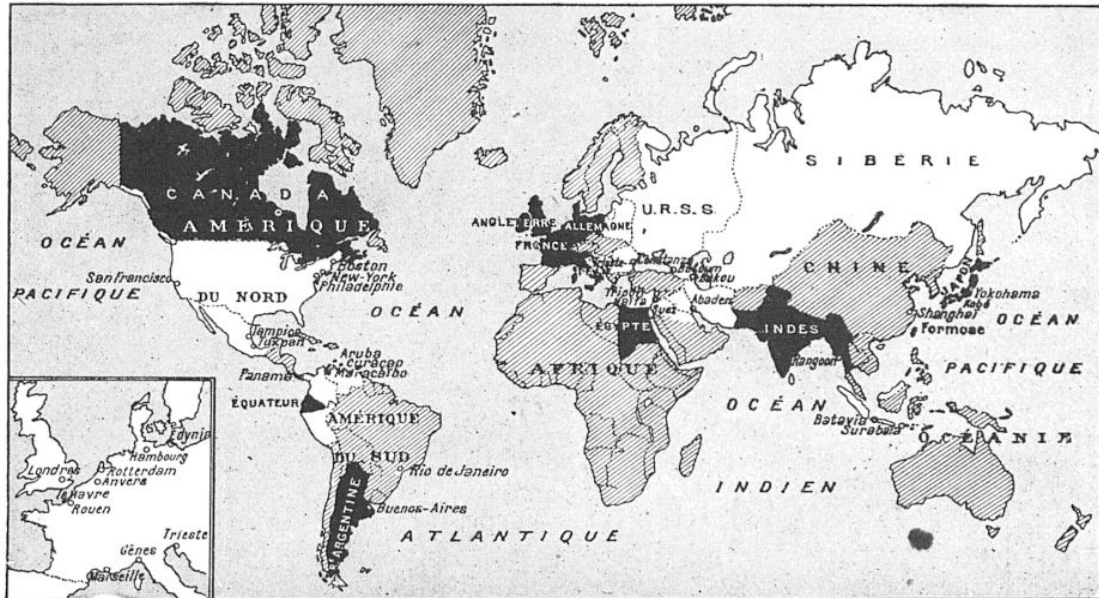


FIG. 2. — PLANISPHÈRE MONTRANT LA RÉPARTITION DANS LE MONDE DES PAYS EXPORTATEURS ET DES PAYS IMPORTATEURS DE PÉTROLE ET PRODUITS DÉRIVÉS DU NAPHTHE

Les pays exportateurs sont représentés en blanc. Parmi eux, les principaux ont été, en 1935 : le Venezuela (excédent de production, 20 736 000 t), les Etats-Unis (12 435 000 t), l'U. R. S. S. (8 032 000 t), la Roumanie (7 131 000 t), l'Irak (6 357 000 t), les Indes Néerlandaises (4 578 000 t), le Mexique (3 356 000 t), l'Irak (2 804 000 t). Pour la même année, les plus gros importateurs (représentés en noir) ont été : l'Angleterre (excédent de consommation, 9 687 000 t), le Canada (4 501 000 t), la France (3 932 000 t), l'Allemagne (3 543 000 t), le Japon et Formose (3 156 000 t), l'Italie (2 157 000 t). Cette carte montre en outre les points de départ et d'arrivée des grandes routes maritimes pétrolières. Le pétrole des Indes Néerlandaises vient (par le canal de Suez) concurrencer en Europe les produits roumains et russes, tandis que ces derniers descendent par la même voie vers l'Orient où ils concurrencent le pétrole américain et néerlandais. Les Etats-Unis importent des quantités considérables d'huile brute venant du Mexique, du Venezuela, de la Colombie et réexportent des produits raffinés vers l'Europe (où parviennent aussi les pétroles de l'Irak et de l'Irak) et l'Orient. On voit la complexité du réseau inextricable et mouvant de ces courants pétroliers.

d'outre-mer — aux dépens des tankers qui éprouvent, de ce fait, une diminution sensible de recettes.

La technique moderne du « tanker »

Quoi qu'il en soit, le « tanker » moderne rend actuellement les plus grands services à la circulation du pétrole à travers les mers, pour atteindre les continents où les raffineurs le traitent et où quelques puissantes compagnies commerciales rationnellement organisées le distribuent au réseau de

de la cargaison liquide qu'aux variations de densité. La mobilité du contenu exige du contenant (coque en acier du « tanker ») des qualités de résistance répondant aux pressions provenant soit de la mer, soit de la masse liquide interne (pétrole).

Différents systèmes ont été préconisés à cet effet (« Isherwood », par exemple). M. Schuhmann a exposé très clairement à ce sujet comment il fallait refroidir la cargaison, ou la réchauffer, suivant les circonstances, aménager les pompes et tuyauteries en vue

de réduire la main-d'œuvre au strict minimum, au cours des différentes étapes du circuit parcouru : puits, pipe-lines, port de chargement, aspiration dans le « tanker » à quai, déversement au quai de débarquement des réservoirs du pétrolier dans les citernes fixes, ensuite acheminement vers les raffineries ou même directement aux consommateurs. Toutes ces opérations successives s'effectuent mécaniquement et quasi automatiquement, le rôle de l'homme étant réduit de plus en plus à leur surveillance.

est beaucoup plus rapide qu'autrefois, et, par conséquent, son rendement d'exploitation est meilleur.

Au point de vue des causes d'incendie, on peut affirmer qu'un navire *rempli* est beaucoup moins dangereux qu'un pétrolier qui vient d'être déchargé, à cause de l'émanation des gaz inflammables qui se produit dans ce dernier cas et pas dans le premier où des orifices spéciaux sont destinés à éliminer les gaz produits par l'évaporation. Pour assurer encore la sécurité, certains disposi-

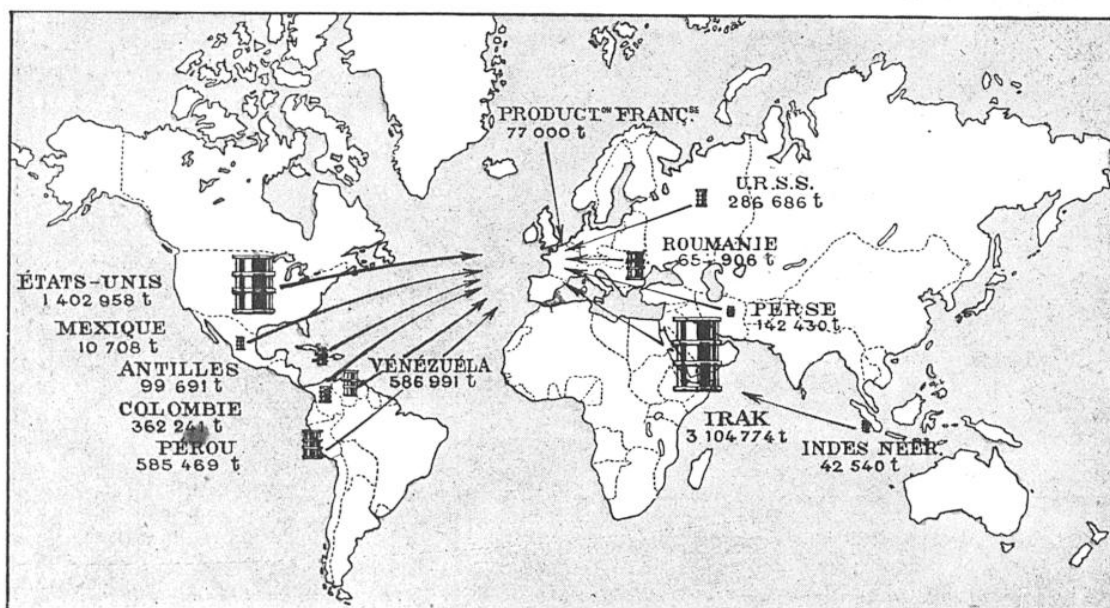


FIG. 3. — PLANISPHÈRE MONTRANT LA RÉPARTITION PAR COURANTS MARITIMES DES IMPORTATIONS DE PRODUITS PÉTROLIFÈRES DE LA FRANCE PENDANT L'ANNÉE 1936

Les importations françaises en produits pétrolifères ont atteint, dans l'année 1936, un total de 7 331 863 t fournies par l'Irak dans la proportion de 43 %. La production de la France n'a pas dépassé 77 000 t.

Le « tanker » moderne bat, de nos jours tous les records de la rapidité : chargement à la cadence de 2 000 t à l'heure, ce qui, pour un pétrolier de 10 000 t par exemple, représente quelque 5 heures seulement. Trois heures sont ensuite réservées à la vérification des tuyaux, valves, capacité des citernes, ainsi qu'au nettoyage, etc... L'escale ne dépasse pas 8 heures. L'opération de déchargement est, par contre, plus longue (elle dépend de la section des pipe-lines, du débit des pompes et de la fluidité du pétrole notamment). En tout cas, elle ne dépasse pas 40 heures dans les conditions les plus désavantageuses, et souvent elle n'atteint pas 20 heures. Ceci explique que la rotation des éléments d'une flotte pétrolière

sont également obligatoires : collecteurs de gaz ou de vapeurs de naphte, réseau électrique rigoureusement isolé, dégazage des citernes (nettoyage à la vapeur, ventilation, lavage, séchage), extincteurs à vapeur, à anhydride carbonique, à mousse chimique, etc. (1).

Mais un « tanker » ne périt pas seulement accidentellement par incendie ; sa « vie » peut être aussi abrégée par la corrosion plus ou moins destructive du métal, suivant la nature du produit transporté (la corrosion est plus active avec les produits raffinés dits « produits blancs » qu'avec les produits bruts). L'eau de ballastage joue un rôle non

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 169, page 60.

négligeable dans ce phénomène chimique d'attaque des tôles des citernes. D'autre part, les opérations de réchauffage de la cargaison liquide, de nettoyage des soutes à la vapeur, accélèrent, elles aussi, la destruction des aciers. Ces différentes causes d'usure font qu'un pétrolier « dure » beaucoup moins qu'un cargo. Certains sont inutilisables après 125 chargements et ne dépassent pas alors huit ans ; d'autres, au contraire (dont la cargaison est moins corrosive), atteignent parfois quinze ans, mais la moyenne de vie d'un « tanker » est en général d'une dizaine d'années.

port aux bateaux à vapeur qui perdent du terrain chaque année. En 1935, on a construit 34 « tankers » à moteur de 280 000 t environ au total, contre 9 à vapeur dont le tonnage ne dépasse pas 52 000 t. Les avantages du Diesel sont, là comme ailleurs, des plus appréciables : diminution en volume du combustible emmagasiné, d'où accroissement du port « en lourd » (1) ; totalité de combustible nécessaire à une rotation sans escale chargé en une seule fois (2) ; entretien et réparation dans tous les ports et à des prix moins onéreux que pour les chaudières et les machines à vapeur ;

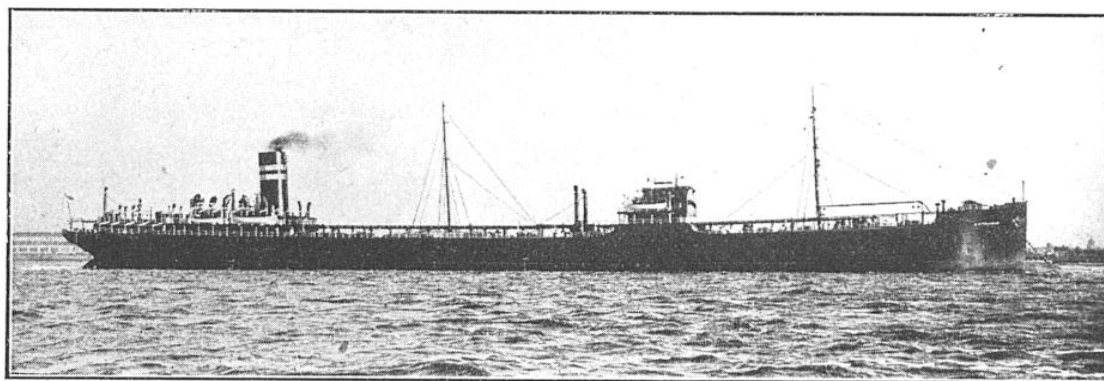


FIG. 4. — VOICI LE PLUS GRAND NAVIRE-CITERNE PÉTROLIER DU MONDE ACTUELLEMENT A FLOT, LE « C.-O.-STILLMAN », DE 24 000 TONNES, CONSTRUIT PAR UN CHANTIER NAVAL ALLEMAND ET QUI NAVIGUE SOUS PAVILLON DE LA RÉPUBLIQUE DE PANAMA

Au 1^{er} juillet 1936, la flotte mondiale de navires citernes (de plus de 1 000 t) comprenait 1 558 navires, d'un tonnage total de 9 957 000 t. Les flottes les plus importantes sont celles des Etats-Unis (26 % du total), de la Grande-Bretagne (25 %) et de la Norvège (18,4 %).

Le « tanker » évolue vers les gros tonnages de 15 000 t et plus

Toujours dans ce domaine technique, si riche en enseignements, nous mentionnerons, d'après M. Schuhmann, que la politique actuelle de la construction des « tankers » s'oriente indiscutablement vers les gros tonnages (exemple, le nouveau pétrolier français *Emile-Miguet*), vers des vitesses de rotation plus grandes (10 nœuds au maximum il y a dix ans, aujourd'hui on atteint aisément 14). Cette amélioration des plus notables est due, en particulier, aux formes de coques mieux étudiées (*Maier-form*) et au mode de propulsion par moteur à combustion interne (type Diesel) de plus en plus utilisé. De 1929 à 1933, la proportion de tonnage des « motorships » par rapport à la flotte pétrolière globale est, en effet, passée de 24 % à 42 %. Elle représentera bientôt la moitié du tonnage total, par rap-

enfin, vitesse moyenne très améliorée (14 nœuds) dans la navigation courante (sauf pour les besoins de la marine militaire qui exige des vitesses encore plus élevées).

Au point de vue économique, il est évident que, dans le premier cas, intervient le facteur fret : quand les frets sont chers, le « tanker » rapide — effectuant par suite un plus grand nombre de voyages — est recherché ; mais si, au contraire, les frets sont bas, le navire rapide, qui a immobilisé un plus gros capital, est d'une exploitation qui devient moins avantageuse, par suite des circonstances commerciales. Il est vrai que, pendant une traversée plus courte (dans le temps, l'espace demeurant le même), les frais d'assurance, de salaires, de nourriture de l'équipage, diminuent pro-

(1) Le port « en lourd » est égal à 1,38 fois le « tonnage brut ». Celui-ci représente le tonnage évalué en 100 pieds cubes anglais (2 m³ 83).

(2) Par suite du rayon d'action plus grand qu'auparavant avec les autres modes de propulsion.

portionnellement. Tout est, ici comme dans toute exploitation commerciale, un problème de bénéfice et d'équilibre entre les recettes et les dépenses. Si cette considération tout à fait légitime n'intervenait plus, alors on pourrait aller beaucoup plus vite. Le Japon n'a-t-il pas construit récemment des « tankers » pour sa flotte de guerre, qui atteignent près de 17 nœuds à pleine charge? L'an dernier, l'Amirauté nipponne a mis encore d'autres pétroliers en chantier, qui atteindront, paraît-il, 20 nœuds. Le tonnage des « tankers » varie entre 5 000 et 12 000 t,

tique des Etats qui constituent les deux facteurs principaux susceptibles de modifier ces « courants » maritimes.

Chacun sait qu'il existe deux grands groupements européens : la *Royal Dutch* (avec sa filiale, la *Shell Transport*) et l'*Anglo-Iranian* (1), qui, indépendants, n'ont de relations avec les groupements américains qu'en vue d'ententes respectives concernant la production universelle. Ce ne sont donc pas des trusts, au sens juridique du terme. Mais, à côté de ces groupements, il existe, par contre, de véritables trusts : celui de

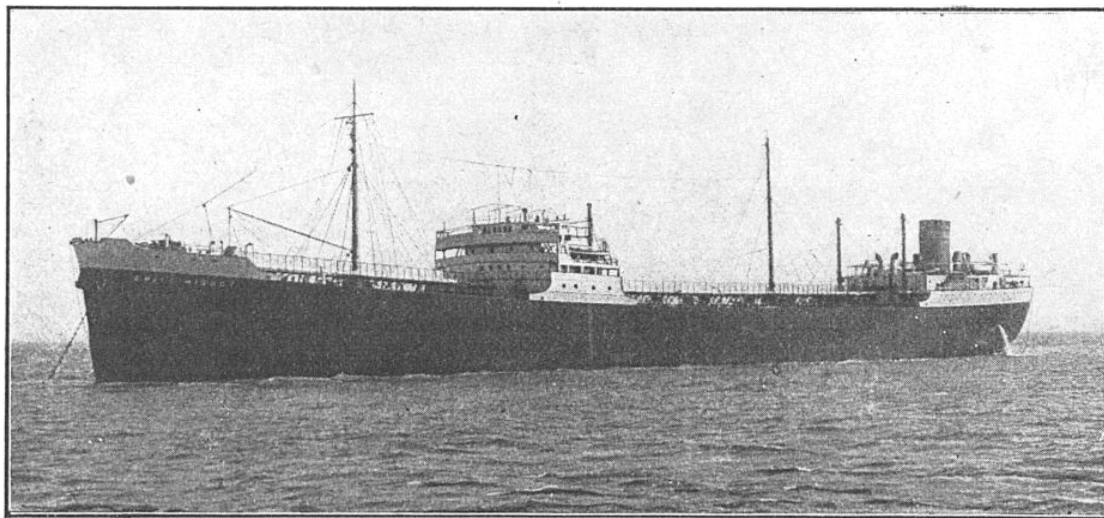


FIG. 5. — VOICI LE PLUS GRAND TANKER FRANÇAIS, L'« ÉMILE-MIGUET », DE 21 340 TONNES. Ce pétrolier, lancé en avril 1937, pour le compte de la Compagnie Navale des Pétroles, est destiné à importer en France les pétroles de l'Irak. Il est propulsé par deux moteurs Diesel de 6 cylindres, développant au total plus de 7 000 ch et lui donnant une vitesse de route de 13 nœuds.

sauf pour quelques exemplaires (tels que notre *Schéhérazade* (1) et notre *Emile-Miguet* de 1937). La France a actuellement en construction, pour sa marine militaire, un pétrolier de l'ordre de 5 000 t (au maximum).

Les grandes routes maritimes du pétrole

Passant du domaine technique sur le plan économique, voici le problème des itinéraires, d'une importance primordiale dans le trafic international et intercontinental assuré par les « tankers » pour relier le producteur, depuis le puits de pétrole, jusqu'au consommateur de « brut » ou de « raffiné ». Ces routes maritimes du pétrole forment un réseau assez complexe et, on peut dire, sans coordination rationnelle. Cela tient surtout, et à la politique des « groupes », et à la poli-

l'U. R. S. S. (2) et un groupement de producteurs roumains qui ne se gênent pas pour concurrencer le plus possible les puissants pétroliers américains, anglo-néerlandais, anglais. De nombreux conflits d'intérêts s'élèvent du reste entre ces différents et puissants groupements.

Lorsque, pour s'assurer leur ravitaillement en pétrole, — dont la guerre de 1914-1918 avait révélé l'importance « vitale », — les grandes nations dépourvues de gisements de naphte contribuèrent à bouleverser la politique des nations dites « pourvues », c'est alors que changea la carte des itinéraires vers les pays de grosse importation :

(1) Le groupe *Royal Dutch-Shell* vient de commander 10 tankers de 12 000 t et 2 de 15 000 (pour la *Shell*), 9 tankers de 3 à 9 000 t, 3 de 12 000 t, 3 de 15 000 t (pour la *Royal Dutch*) ; soit, au total, 27 navires pétroliers pour les trois années à venir.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 261.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 214.

France, Allemagne, Angleterre. Ceux-ci, supérieurement équipés pour raffiner eux-mêmes sur leur territoire le « brut » importé d'outre-mer, exercèrent dès lors une influence déterminante sur les exportations américaines qui se trouvèrent alors considérablement modifiées. C'est ainsi que, par rapport à notre pays, en particulier de 1933 à 1935 (période où notre politique des pétroles s'est définitivement affirmée et orientée), l'Irak (d'après les accords de Mossoul de 1920) allait nous fournir désormais près de 40 % dès 1935 contre à peine 5 % avant 1933, et cela bien entendu aux dépens des Etats-Unis. Il en fut du reste de même pour nos autres fournisseurs étrangers, qui virent nos commandes diminuer sensiblement et progressivement. Rappelons, à ce propos, que les grands courants maritimes des importations pétrolières vers la France étaient, à l'origine, en provenance des Etats-Unis, de l'Amérique du Sud : Mexique, Pérou, Venezuela, Colombie, etc. ; du bassin de la mer Noire : Roumanie, Russie d'avant-guerre ; de l'Extrême-Orient : Iran, Indes néerlandaises (1), Java, etc. ; enfin, du proche Orient (Irak).

Les plus gros producteurs sont aussi les plus gros consommateurs : ce sont les Etats-Unis et l'U. R. S. S. Mais il faut remarquer, à ce sujet, que les Etats-Unis exportent presque la moitié du Venezuela, qui est cependant beaucoup moins riche en naphte que l'Amérique du Nord. Parmi les plus gros importateurs du monde, il faut citer tout d'abord : la Grande-Bretagne, puis le Canada, la France, l'Allemagne, le Nippon, l'Italie. D'après les dernières statistiques (1935), voici les proportions (en millions de tonnes) pour chacun d'eux dans l'ordre d'énumération : 9 687, 4 501, 3 932, 3 943, 3 156 et 2 157.

Pour comprendre comment les pays exportateurs ravitaillent les pays importateurs, on doit rappeler ici qu'au début l'Amérique (U.S.A.), la Russie, la Roumanie étaient les seuls fournisseurs de naphte et qu'alors les courants pétroliers convergeaient vers l'Europe en provenance de New York, Philadelphie, Boston, San Francisco chez les Américains, de Batoum et de Bakou chez les Russes (mer Noire et Caspienne), de Constanza chez les Roumains (sur la côte de la mer Noire). Mais voilà que les gisements du Mexique sont mis en exploitation, et une route s'amorce alors à partir

des ports mexicains vers les ports européens. De plus en plus, la carte des courants se complique encore par la suite : le canal de Suez voit passer les pétroles des Indes Néerlandaises, et voici, par suite, un nouveau courant à travers la Méditerranée qui concurrence bientôt les exportations russes et roumaines. Et puis, à peu près simultanément, voici l'Amérique du Nord, déjà si riche en pétroles, qui absorbe ceux du Venezuela (encore un nouveau courant qui s'établit). Il en est de même pour les pétroles du Mexique et de la Colombie (raffinés par les Américains) ; ils sont ensuite réexportés vers l'Europe et vers l'Orient, et cela, en dépit du voisinage de l'Irak et de l'Iran ! L'auteur du bel ouvrage *Transports maritimes des pétroles* avait bien raison de nous informer que le réseau des routes du naphte était particulièrement complexe, quasi inextricable, très incohérent ; mais, pour expliquer cet état d'esprit, il faut tenir compte du facteur politique, qui a évidemment ici aussi son importance primordiale. Ajoutons que les grands canaux interocéaniques (Suez et Panama) n'ont pas manqué de s'assurer une large part de trafic du naphte à travers le globe, depuis que le mouvement et le nombre des « tankers » se sont intensifiés dans les flottes marchandes au cours de ces dernières années (1).

G. REYBOUR.

(1) Le point de vue économique, qui évolue sans cesse, a été scrupuleusement exposé par M. Schuhmann. Qu'il nous suffise de signaler ici son importance, notamment dans la période de guerre 1914-1918, puis les conditions ayant déterminé la fameuse crise de 1933 et le non moins fameux « tanker-pool » ainsi que le plan Shierwater, qui ont exercé une incidence déterminante sur le marché du fret pétrolier de 1934 à 1936 (non inclus). Mais cela, c'est une autre histoire — pleine d'intérêt — qui nous entraînerait trop loin et que nous reprendrons peut-être ultérieurement.

Dès maintenant, nous tenons à signaler l'intérêt du *Rapport général des questions maritimes de la Section d'économie et de statistique* présenté au II^e Congrès du Pétrole (Paris 1937). Cette remarquable documentation, due à M. Charet, comporte trois parties principales : la flotte pétrolière mondiale, les frets pétroliers, les installations pétrolières et le trafic d'hydrocarbures dans les principaux ports de la France continentale ou pays placés sous son protectorat. Ce travail d'ensemble est des plus utiles à consulter pour ceux qui s'intéressent à ce problème d'une portée mondiale : le transport du pétrole par voie de mer. A ce propos, signalons également les statistiques établies par la Chambre de Commerce de Dunkerque, du Havre, de Rouen, de Nantes, de Bordeaux, de Marseille, d'Alger, qui fournissent des éléments précieux concernant les installations de stockage, le trafic pétrolier, les installations du port, la réexpédition et la distribution des produits, la manutention pétrolière : en un mot, tout ce qui concerne l'activité relative aux hydrocarbures dans nos ports.

(1) Sumatra, Bornéo font partie du domaine néerlandais dans l'Océan Indien (au nord de l'Australie, au sud de l'Indochine).

PRENONS L'ÉCOUTE

COMMENT SE PRÉSENTE LA CAMPAGNE MONDIALE DU BLÉ EN 1937-1938

D'après les statistiques récemment publiées, voici comment s'établit la campagne mondiale du blé en 1937-1938 (1) : production et stocks, 1 045 millions de quintaux ; consommation, 980, d'où un excédent de 65 millions de quintaux dans le monde. D'autre part, le cours du froment a fléchi depuis le second trimestre de 1937, et la baisse s'est accentuée surtout de juillet à octobre. En trois mois, les prix sont, en effet, tombés de 139 cents aux environs de 106 (cours de Winnipeg). La production indiquée ci-dessus est en effet, pour la première fois depuis cinq ans, supérieure à la consommation. On peut donc en conclure que les stocks, à la fin de la campagne qui s'achèvera le 31 juillet 1938, seront supérieurs à ceux qui existaient fin juillet 1937. Cependant, les spécialistes se sont posé la question de savoir si les prix de vente pratiqués actuellement traduisent bien la situation du marché. D'après l'Institut International d'Agriculture à Rome, — l'organisme le mieux documenté pour tout ce qui concerne les récoltes de blé dans l'univers et la culture des céréales, — cet excédent de 65 millions de quintaux représente réellement le blé stocké qui demeurera invendu à la fin de la campagne actuelle, c'est-à-dire dans six mois environ. Or, si on se reporte à la campagne antérieure (juillet 1937), les stocks ne dépassaient pas à cette époque 30 millions de quintaux. Mais, d'après les renseignements fournis par l'Institut de Rome, il y a lieu toutefois de faire remarquer que, pendant la période de 1926 à 1931, les stocks invendus atteignaient une moyenne annuelle de 93 millions de quintaux ; ils se sont élevés ensuite progressivement, pendant les années comprises entre 1932 et la période actuelle, à 140 millions de quintaux en 1932, puis à 166 l'année suivante, à 153 en 1934, à 100 en 1935, à 67 en 1936, à 29 en 1937 et enfin à 65 (campagne actuelle qui va jusqu'à fin juillet 1938). On voit ainsi que, sauf pour une année (1937), cet excédent de 65 millions de quintaux est *le plus bas* enregistré depuis plus de dix ans. De là, on doit pouvoir conclure que le marché mondial du blé n'est pas encombré, surtout si on tient compte de l'importance de la récolte relative à la dernière campagne (1937-1938) qui s'élève à 1 milliard 45 millions de quintaux. Dans de telles conditions, on serait même en droit de considérer le récent fléchissement des prix du froment comme accidentel et d'envisager au contraire — vu l'état du marché mondial — un relèvement progressif des prix ; ces prix seraient suffisamment rémunérateurs pour les producteurs soumis au libre jeu des lois économiques qui régissent le marché mondial du blé. Il est évident que, là comme ailleurs, la spéculation s'efforcera de fausser ces appréciations correctes, qui résultent d'une saine interprétation des statistiques et des renseignements sincères tels que ceux fournis par l'Institut International d'Agriculture de Rome. Ajoutons cependant qu'en ce qui concerne l'U. R. S. S., aucune statistique précise ne peut être retenue, et c'est là une inconnue dont il faut tenir compte, car la République des Soviets peut exporter à *bas prix* une grande partie du blé qu'elle produit

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 328.

en abondance, afin de se procurer en échange les devises appréciées dont elle a besoin. Ce dumping pourrait s'exercer évidemment au moment où on s'y attendra le moins. Rappelons, à ce propos, que les pays importateurs de blé sont : l'Angleterre (évaluation 60 millions de quintaux), la Belgique (20 millions), la Hollande (20 millions), la France (a importé certaines années environ 20 millions), le Reich (15 millions), la Suisse (14 millions), ce qui représente au total — en ce qui concerne l'Europe seulement — près de 115 millions pour la campagne en cours, sans compter les autres pays importateurs situés hors d'Europe. Quant aux nations exportatrices, ce sont — rappelons-le — les Etats-Unis, le Canada, l'Australie, qui alimentent la majeure partie du monde, sans oublier — redisons-le — l'U. R. S. S. et aussi l'Afrique du Nord et l'Inde, soit un total d'excédents exportables qui avoisine 210 millions.

LES NOUVEAUX AVIONS DE TRANSPORT ALLEMANDS

Les avions transocéaniques à moteurs à huile lourde viennent de réaliser un nouveau record de traversée de Port Washington (N.Y.) à Horta (Açores), en 15 h 20, par le *Nordwind* (1). C'est un hydravion de grande capacité (voyageurs et fret) qui se rapproche le plus des appareils géants préconisés ici (2) pour une exploitation régulière, économique, rapide entre l'Europe et l'Amérique. La construction aéronautique internationale poursuit donc activement la réalisation d'avions capables de transporter au moins 40 passagers avec des vitesses plus élevées encore que celles atteintes en 1937, et cela avec un confort de plus en plus appréciable. Déjà le *JU.-90* (Junkers) a surpassé aux essais les performances du *JU.-52* (trois moteurs), qui, cependant, avait déjà donné de si beaux résultats au cours de l'an dernier. C'est à la suite de cette mise en service concluante que vingt-deux compagnies aériennes l'utilisent actuellement dans le monde, surtout à cause des conditions de sécurité réalisées sur cet appareil cependant très rapide. Ainsi, le trimoteur a fait définitivement ses preuves en exploitation commerciale, et c'est l'économie obtenue dans cette exploitation qui a incité ces nombreuses compagnies étrangères à l'adopter principalement pour cette raison. Mais on est toutefois convaincu en 1938 que le trimoteur de 1937 ne suffira plus pour transporter au moins quarante passagers à des vitesses de croisière encore plus grandes, car il n'existe pas — du moins actuellement — de moteur susceptible de fournir une puissance unitaire suffisamment élevée. C'est pourquoi, jusqu'à nouvel ordre, on a été contraint de s'adresser au quadrimoteur, tel le *JU.-90*. C'est un monoplane à aile basse, entièrement métallique, qui réalise le maximum de sécurité en vol. Cette formule de construction à aile basse paraît en effet, d'après l'expérience, donner, à ce point de vue, satisfaction dans l'aviation de transport. De plus, sa robustesse de construction exige le minimum de vérifications et de réparations, d'où une nouvelle économie : celle provenant de l'entretien et d'une immobilisation considérablement réduite au cours d'un service régulier. En ce qui concerne plus particulièrement le moteur (où l'usure se manifeste le plus rapidement), toutes ses pièces sont interchangeables et remplaçables en un temps minime. Toutes ces conditions améliorent évidemment le rendement dans l'exploitation des lignes aériennes équipées avec de tels appareils. A noter que l'aile principale est constituée par le dispositif Junkers (aile double), système qui a permis de réaliser des conditions de décollage et d'atterrissage bien meilleures qu'auparavant. Ajoutons que les extrémités de cette aile double Junkers servent en même temps de stabilisateurs transversaux. L'élément central de l'aile (au-dessous du fuselage) est, pour la première fois, pourvu de volets d'intrados, ainsi que les éléments intermédiaires de l'aile. Grâce à ces améliorations techniques, cet avion de 21 tonnes peut maintenant atterrir à moins

(1) Le 6 septembre 1937, le *Nordmeer*, catapulté du navire *Friesenland*, aux Açores, a amerri à Port Washington (New York) après 16 h 41 de vol (vitesse 238,200 km/h). Le lendemain, le *Nordwind*, catapulté du navire *Schwabenland* à Port Washington (New York), a amerri à Horta, aux Açores, après 15 h 20 de vol (vitesse 253 km/h).

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 333.

de 100 km/h. Son train d'atterrissage s'escamote en vol à l'intérieur des fuseaux moteurs. Au point de vue capacité, le nouveau *JU.-90* est aussi l'un des appareils de transport les plus spacieux qui existent actuellement : le compartiment réservé aux voyageurs cube en effet 55 m³ pour une cabine longue de 10 m 50 sur 3 m de large ; elle est aussi confortable, pour chaque voyageur, qu'un compartiment de 1^{re} classe, par exemple, des chemins de fer allemands. Un système tout nouveau d'insonorisation y a été installé et le silence est maintenant suffisant pour autoriser une conversation normale (comme dans un autorail), et ce qui est également appréciable, c'est son conditionnement de l'air le plus parfait aujourd'hui réalisé. L'équipage est également « logé » dans de bonnes conditions, à la fois confortables et plus conformes aux exigences du service : le chef de bord, le mécanicien, le radiotélégraphiste sont maintenant réunis dans un poste de pilotage *unique non cloisonné*. Deux sièges de pilote côte à côte, avec double commande, complètent cette installation qui comporte, bien entendu — comme c'est le cas général en Allemagne — le pilotage sans visibilité, l'atterrissage nocturne « au jugé ». Il existe en outre une soute aux bagages, une chambre pour la poste aérienne, et enfin la vaste cabine pour passagers, indiquée précédemment. Le *JU.-90* offre, au total, un espace *utile* de 82 m³ de capacité (87 m³ si l'appareil ne sert qu'au transport des marchandises). Les constructeurs ont aussi étudié cet appareil en vue du montage de divers moteurs dont la puissance s'échelonnerait entre 800 et 1 200 ch, refroidis aussi bien par air que par liquide. Il faut signaler à ce propos qu'il ne s'agit pas, en effet, d'atteindre des vitesses extrêmement élevées, mais, au contraire, de transporter des charges utiles de plus en plus grandes, sur de longs parcours à des vitesses commerciales soutenues. Les moteurs « Junkers-211 » qui propulsent le *JU.-90* développent cependant au départ une puissance unitaire voisine de 1 100 ch, ce qui permet d'atteindre aisément une vitesse (maximum) de 400-410 km/h. Ce résultat est remarquable dans l'aéronautique marchande ; aucun appareil de grand trafic n'a dépassé jusqu'ici ce record. De l'ensemble de telles caractéristiques, on peut conclure que, dans l'état actuel de la technique aéronautique, la plus grande sécurité de vol est désormais assurée puisque, en cas de défaillance — toujours possible — d'un moteur, l'appareil peut poursuivre sa route à 4 000 m d'altitude sans inconvénient. On peut donc reconnaître, en toute impartialité, qu'un tel avion gros porteur surclasse de beaucoup les appareils précédemment construits aux mêmes usines de Dessau. A poids doublé, il est en effet de 30 à 40 % plus rapide, et il possède une autonomie de vol de 2 000 km (minimum) pour une charge totale de 23 tonnes (maximum), ce qui est amplement suffisant pour assurer le trafic des lignes *intercontinentales*. Pour le trafic *transcontinental*, cette autonomie pourrait être poussée jusqu'à 3 000 km. L'aviation de transport internationale possède donc, avec le *JU.-90* établi pour 40 passagers, d'une puissance de 4 000 ch, d'une vitesse maximum de 410 km/h, l'un des appareils à la fois les mieux réussis, *techniquement* et *économiquement*. Construit en 1937, il va être mis en service dès 1938 sur différentes lignes exploitées par des compagnies aériennes appartenant à diverses nations.

POLITIQUE ÉCONOMIQUE DU JAPON EN EXTRÊME-ORIENT

Le Japon, qui a quelque 80 millions d'habitants à nourrir, se trouve, au point de vue économique, dans une situation à peu près analogue à celle de l'Allemagne, qui en possède près de 70 millions à ravitailler. Le problème de la domination en Extrême-Orient, a dit M. Pierre Dominique, est posé par le Nippon qui, constatant les efforts de la Chine pour son développement économique et militaire, a jugé que le moment était venu d'intervenir. Il s'agit non seulement d'occuper la Mongolie intérieure — et c'est déjà fait — mais encore de mettre la main sur les provinces riches en charbon, fer, naphte, coton, riz, etc., de la Chine du Nord en les détachant du gouvernement de Nankin. Alors le Japon, nation industrialisée par excellence,

pourra développer son économie nationale vers cette production industrielle désormais approvisionnée en matières premières qui lui faisaient si cruellement défaut. Ainsi, dans le cas où le conflit sino-japonais se terminerait au profit du Japon, il se pourrait que celui-ci eût alors sous sa domination 200 millions d'habitants (y compris les 80 vivant « à l'étroit » dans les îles, sur son territoire national) qu'il pourrait non seulement alimenter, mais qui fourniraient, en outre, la main-d'œuvre nécessaire à la conquête des marchés économiques du monde, une fois la « paix » retrouvée et les régions occupées industriellement équipées pour transformer les richesses naturelles du sous-sol et du sol de la Chine du Nord. L'exportation des produits fabriqués par les Japonais avec la main-d'œuvre nipponne et chinoise, à des prix de revient très bas, fourniraient dès lors à l'Empire du Soleil Levant les ressources financières qui lui font actuellement défaut.

La Grande-Bretagne n'a-t-elle pas été, elle aussi, au cours de son évolution économique, dans une situation comparable au Japon, et n'est-elle pas devenue une puissance économique de premier ordre au point de vue : industries de *transformation*, transports maritimes, armature bancaire, et cela sous la protection de sa formidable marine de guerre. De son côté, l'Angleterre n'a-t-elle pas, elle aussi, cherché fortune, d'après M. Pierre Dominique, sur l'ensemble de la planète, alors que le Japon a, au contraire, comme voisin cet empire chinois de 400 millions d'individus (pays faiblement industrialisé, disposant abondamment de matières premières et de produits alimentaires) qui s'ouvre à sa dévorante activité ? La Chine n'a pu résister jusqu'ici à l'emprise nipponne : perte de la Mandchourie, création de l'empire du Mandchoukouo, formation de l'État indépendant de Mongolie (1) ; en sera-t-il de même dans le conflit actuel, en dépit de l'effort du gouvernement central de Nankin et des armées dont il dispose, et aussi du ravitaillement intensif en matériel de guerre fourni par l'U. R. S. S. dans le but de prolonger les hostilités afin d'épuiser (militairement, économiquement, financièrement) son ennemi « héréditaire » et cela en mettant à profit l'action des masses chinoises âprement engagées dans une lutte sans merci sur cette portion si convoitée du continent asiatique ? Les Soviets — il est à peine nécessaire de le souligner — ont du reste fort bien compris que l'armée chinoise victorieuse aujourd'hui, c'est une grande marine militaire demain pour la Chine ; ce serait aussi une grande industrie chinoise dont les répercussions économiques dans le monde pourraient être considérables.

SUR MER, IL Y A QUELQUE CHOSE DE CHANGÉ DEPUIS QUE LA CONVENTION NAVALE DE WASHINGTON EST MORTE !

Les marines militaires sont en pleine renaissance dans la plupart des grandes puissances maritimes. De 1918 à 1937, les flottes anglaises demeuraient maîtresses des mers depuis la Convention de Washington en 1922. En effet, la Grande-Bretagne, d'accord avec les Etats-Unis et le Japon, avait adroitement profité de l'absence de l'Allemagne (à peu près sans marine depuis le traité de Versailles de 1919) et de l'impuissance de l'Italie et de la France dans le domaine naval. Aujourd'hui, avec la liberté pour chacun d'agir de nouveau à sa guise, il en est advenu tout autrement. Les limites imposées par la désastreuse Conférence de 1922 imposaient aux marines « mineures » (française et italienne) 175 000 t de constructions neuves seulement, alors que l'Angleterre et l'Amérique (U. S. A.) s'attribuaient 525 000 t

(1) En 1937, le Japon « dominait » sur les territoires suivants : territoire nippon proprement dit, 70 millions d'habitants ; Formose, 5 millions ; Corée, 23 millions ; Mandchourie, 32 millions ; Hopei, 3 millions ; Chansi, 12 millions, soit, au total, plus de 170 millions d'âmes (approximativement). Ce vaste empire en formation, plus grand que les Etats-Unis, comparable à l'U. R. S. S., remonte à peine à un demi-siècle. C'est en effet en 1895 que le Japon s'annexe Formose ; en 1902, occupation de la Corée ; en 1906, prise de Port-Arthur ; en 1915, occupation de Kiao-Tcheou ; en 1925, mainmise sur le Mandchoukouo ; en 1932, pénétration nipponne dans le Schol ; en 1937, pénétration japonaise dans le Hopei et le Chansi, et ce n'est pas fini. D'ici peu, le Nippon moderne « régnera » sur 200 millions d'individus asiatiques.

et le Japon un peu moins (350 000 t). Mais voilà que le Reich bouleverse déjà (en 1931) cette situation de fait en présentant au monde — alors surpris — ses fameux cuirassés de poche de 10 000 t (en réalité près de 13 000 t) du type *Deutschland*, plus rapide avec ses 26 nœuds que les cuirassés de la « Home Fleet » et qui, avec ses canons de calibre moindre (280 contre 405), tire néanmoins à plus grande portée (42 km contre 32 km). Elle en possède actuellement trois à peu près semblables. Puis vinrent, par la suite, les cuirassés allemands de 26 000 t (type *Scharnhorst*) filant 28-29 nœuds, mais avec une artillerie principale plus puissante encore. D'ores et déjà, cela fera donc au total cinq bâtiments de ligne (corps de bataille) ultra-modernes. La flotte germanique possède en outre une demi-douzaine de croiseurs rapides, sans omettre ses flottilles de sous-marins de plus en plus nombreuses. On sait que, d'après l'accord naval anglo-allemand de 1935, le Reich a droit à 35 % de tonnage de bâtiments neufs construits par la Grande-Bretagne (sauf pour la catégorie de sous-marins, où elle peut agir à son gré). Comme l'Angleterre est en train de porter sa flotte de ligne (525 000 t de cuirassés existants et 175 000 en chantiers) à 700 000 t, le Reich a droit, de son côté, à 245 000 t de cuirassés. Or, ses cinq bâtiments précités représentent moins de 85 000 t ; il lui reste, par suite, la faculté de *construire* encore 160 000 t (environ) sans indication d'aucune catégorie ! Il peut, lui aussi, mettre en chantier comme l'Angleterre des 35 000 t comparables, sinon supérieurs, aux bâtiments de ligne des autres puissances navales (Grande-Bretagne, Italie, France, pour ne parler que de l'Europe). Son potentiel industriel le lui permet ; par contre, au point de vue de ses finances, c'est une autre question (1). De plus, l'Allemagne a aussi cet avantage de pouvoir concentrer ses flottes de guerre dans une seule mer (mer du Nord). Il n'en est pas de même de la flotte anglaise et de la flotte française. Cependant, vers 1940, la Grande-Bretagne possédera une puissance navale telle qu'elle ne craindra aucune marine adverse (du moins en Europe), ni pour les cuirassés, ni pour les croiseurs. Pour ses flottilles sous-marines, elle ne pourrait par contre surclasser celles de la France et de l'Italie réunies. Mais si ces considérations de tonnages, de calibres, d'effectifs présentent un réel intérêt, il y a encore un point important dont on ne saurait trop tenir compte en cas de conflit sur les océans : c'est la question des bases navales qui conditionnent toute la stratégie navale... L'Angleterre l'a compris depuis longtemps, et il suffit d'énumérer ses principaux points d'appui Gibraltar, Malte, Haïffa, Suez, Le Cap, Aden, Colombo, Singapour, Hong-Kong, pour en être convaincu. Les bases navales sont d'une aussi grande importance que le tonnage des flottes !

L'ÉVOLUTION DE LA SIDÉRURGIE DANS LE MONDE DEPUIS LA GUERRE 1914-1918

La sidérurgie, pour l'ensemble des pays producteurs du monde, a subi, depuis bientôt un quart de siècle, de notables bouleversements qui ont modifié sa répartition sur les divers continents. C'est ainsi que, d'après M. Laurat, on peut grouper maintenant les pays producteurs de fonte en trois blocs : les États-Unis d'Amérique d'une part ; le bloc des nations européennes, Allemagne, France, Angleterre, Belgique ; le bloc des pays neufs, c'est-à-dire où la métallurgie s'est développée seulement depuis la guerre de 1914, comprenant l'U. R. S. S., le Japon, l'Inde. On a, de ce fait, constaté que, de 1929 à 1936, la part de l'U. S. A. tombe ainsi de 45 à 36 % ; celle du bloc européen de 39 à 37 % ; celle des pays neufs s'élevant au contraire de 7 à 21 % environ. Ces proportions, pour chacun des blocs producteurs de fonte, sont à peu près les mêmes, du reste, pour l'acier : le premier groupe accuse 40 % au lieu de 47 % ; le second 34 % au lieu de 36 % ; le troisième passe de 7 % à près de 19 %. En Europe, il faut en outre signaler que, pour l'ancien

(1) D'après des renseignements de source anglaise, l'Allemagne aurait actuellement deux de ces cuirassés en chantier.

cartel formé par France, Belgique, Luxembourg, Allemagne, Sarre, les proportions se sont également modifiées : la part de la France est tombée à 24 %, alors que le Reich, y compris la Sarre, s'élevait de 53 % à 58 %. Il y a lieu d'ajouter qu'en 1932 (période de crise et, par conséquent, de sous-production) la part de la France atteignait cependant encore 32 % et celle de l'Allemagne à peine 41 %. Ce qu'il faut donc retenir de ces statistiques, c'est tout d'abord la formation d'un groupe de pays devenus, à leur tour, des producteurs sidérurgiques et qui, avant la guerre, n'intervenaient pour ainsi dire pas dans la production sidérurgique, et ensuite que le Reich prend aujourd'hui, dans la métallurgie continentale, une place plus importante qu'auparavant, et cela aux dépens de la France en particulier. Ajoutons enfin, pour apprécier le développement actuel de cette immense industrie « lourde » dans le monde, que la production de fonte pour tous les pays du globe avait, au début de 1937, de nouveau atteint le tonnage de 1929 (avant crise). Pour l'acier, on a enregistré un excédent, dans la même période sous revue, qui est de l'ordre de 12 %. On peut ainsi conclure qu'au début de l'année 1937 la situation de la sidérurgie mondiale était redevenue sensiblement équivalente à ce qu'elle était dans l'année qui a précédé le début de la dernière crise industrielle, mais à cette différence toutefois que la répartition géographique des producteurs n'est plus la même *quantitativement* qu'auparavant entre les pays producteurs de fonte et d'acier. Dans le second semestre de l'année écoulée, la situation s'est retournée et la production est en diminution marquée.

RENDEMENT ET AUTARCIE

L'autarcie économique des grands Etats totalitaires repose sur une politique des hauts rendements dans la production industrielle et agricole. C'est ainsi que, dans le III^e Reich, les terres cultivées, entre 1927 et 1937, sont parvenues à assurer 85 % des besoins de la population (67 millions d'âmes), alors qu'il y a dix ans ce pourcentage ne dépassait pas 65 %. L'agronomie germanique a su ainsi, par la discipline imposée et la science appliquée, faire « rendre » à la culture en blé 21, 2 quintaux à l'hectare, alors que la plupart des pays d'Europe ne dépassent pas (à quelques exceptions près) la moyenne de 13 quintaux. L'ensemencement sélectionné des champs de pommes de terre fournit maintenant, bon an mal an, 165 quintaux au lieu de 130 (à peine) il y a cinq ans. La politique de l'autarcie a évidemment imposé ces cultures rationnelles et intensives en vue de réduire — le plus possible — les importations étrangères en produits alimentaires. Aussi, celles-ci, rien que pour les céréales, ont pu, de ce fait, être réduites des deux tiers en 1935-36 (1 million de tonnes seulement contre 4 antérieurement). L'obligation pour le cultivateur allemand de substituer certaines cultures à d'autres, moins utiles pour l'économie du Reich, a également permis d'obtenir d'appréciables résultats pour étendre ce plan autarcique (plan quadriennal) à l'ensemble de l'économie agricole. Au lieu, par exemple, de cultiver pommes de terre, céréales, le paysan germanique doit se consacrer désormais à récolter les plantes industrielles qui lui sont indiquées par les autorités d'Empire : plantes oléagineuses, textiles, etc... C'est ainsi que si, à la fin de 1934, l'Allemagne ne pouvait produire que 1 % (environ) de chanvre, en 1937 elle en fournit au contraire près de 13 %, provenant de son territoire. Les exemples pourraient être multipliés en comparant les autres domaines de la culture. Il en est de même pour l'industrie (1), par suite de l'organisation du travail intensif (trois équipes d'ouvriers se succédant

(1) *La Science et la Vie* a consacré une série d'articles à l'économie allemande depuis la fin de la guerre 1914-1918, dont nous rappellerons ici seulement les principaux : n° 222, page 469 ; n° 226, page 305 ; n° 229, page 490 ; n° 234, page 488 ; n° 238, page 249 ; n° 246, pages 453 et 461.

Les recherches relatives à la politique des carburants sous le III^e Reich ont été particulièrement développées. Nous avons montré antérieurement les progrès ainsi réalisés, soit par les procédés de synthèse pour obtenir l'essence artificielle, soit dans la prospection méthodique des ressources nationales du sous-sol susceptibles de fournir, elles aussi, plus d'énergie mécanique à une époque où la motorisation se manifeste sous toutes ses formes.

sans interruption à raison de quarante-huit heures par semaine pour chaque travailleur), mais surtout grâce à un outillage moderne perfectionné à grand rendement qui remplace maintenant — dans la plupart des fabrications — les machines quelque peu démodées et de faible rendement que l'on rencontrait encore, il y a quelques années seulement, trop souvent dans la plupart des pays industriels ; et en France, en particulier, on a tendance à ne pas adapter la production au progrès mécanique, surtout dans les petites et moyennes exploitations. C'est l'une des raisons pour laquelle l'application de la semaine de quarante heures a sensiblement diminué le « taux » de la production française. Il aurait fallu, dès l'origine de la loi, qu'un plan mécanique rationnellement conçu accompagnât les nouvelles dispositions du « code » du travail humain... Rappelons ici qu'en ce qui concerne le Reich, les autorités d'Empire ont su établir un plan systématique en vue de développer la production des fabrications de guerre dans des proportions jusqu'ici inconnues. L'on peut, en effet, affirmer qu'aujourd'hui l'effort germanique a abouti « à sortir » par mois des quantités de matériels de guerre et de munitions presque équivalentes à celles réunies de la Grande-Bretagne et de la France ! L'industrialisation de la guerre moderne n'exige-t-elle pas un potentiel de production de plus en plus élevé pour répondre aux besoins — croissants et multiples — de la défense nationale sur terre, sur mer, dans l'air ? L'Allemagne au travail constituerait un exemple réconfortant au point de vue puissance industrielle, si toutes ses énergies n'étaient hélas ! orientées vers une augmentation continue de sa puissance militaire. La manifestation de toutes ces énergies — tendues à l'extrême — vers des buts aussi ambitieux est quelque peu inquiétante pour les autres nations européennes (1).

LE NOUVEL AVION ALLEMAND « STORCH » A COURT ENVOL

En Allemagne, aux dernières manœuvres combinées, on vit évoluer un avion d'un type nouveau, capable de décoller ou d'atterrir dans un espace très limité, et se rapprochant ainsi, à ce point de vue, de l'autogire (2). C'est le *Storch* (cigogne), monoplan muni d'un moteur de 250 ch environ. Il est muni d'ailes à fente pour maintenir la stabilité (sécurité) et accroître la différence qui sépare la vitesse maximum de la vitesse minimum en vol (entre 210 et 50 km/h). Il a pu atterrir vent debout à 27 km/h. Il peut décoller, par temps calme, sur 125 m seulement. Pour atterrir, une distance de 58 m est suffisante. Dans le modèle anglais, construit antérieurement, à ailes à fente (*Gugnunc*), Handley-Page avait obtenu, avec une puissance de 150 ch, un écart de vitesse compris entre 50 et 180 km/h.

Ce nouvel appareil allemand n'est pas seulement destiné à l'armée, mais aussi à l'aviation civile. Mais ce sont ses applications militaires qui sont les plus intéres-

(1) Le gouvernement fasciste poursuit lui aussi l'exécution d'un plan autarcique. Dans une allocation récente, le chef du gouvernement italien a proclamé qu'au cours de l'année 1938 son pays serait libéré des importations étrangères en produits pétroliers (carburants et lubrifiants). Cette prévision nous semble quelque peu prématurée, même en tenant compte des résultats obtenus par la politique des carburants nationaux. Ainsi, pour les produits pétroliers lourds, tels que le gas oil, le fuel oil, les huiles de graissage, la production industrielle de l'Italie ne peut suppléer aux fournitures étrangères, du moins d'ici longtemps, même en accentuant les restrictions dans la consommation. Un effort méthodique se poursuit actuellement pour tirer du sol de la péninsule et des colonies tout ce qui peut servir à la production de l'énergie, depuis les champs pétrolifères d'Albanie jusqu'aux lignites de Valdarno, aux roches bitumineuses de Raguse, aux schistes du Latium et des Abruzzes, à l'asphalte de Sicile, au gaz naturel des régions de Salsomaggiore, Pedenzano, etc., sans négliger les produits de synthèse ou de substitution : alcool ou plantes alcooliques, benzol de cokeries, carburants solides pour gazogènes (bois et produits carbonés). En dépit de cet inventaire de ses ressources intérieures, l'Italie ne doit pas pouvoir se procurer ainsi beaucoup plus que 600 000 t le jour où son équipement national sera achevé d'après le plan en cours. Quant aux usines d'hydrogénation pour carburants légers destinés notamment à l'aviation, qui doit atteindre d'ici un an 500 000 t, elles ne sont pas encore en service. Le seront-elles même à la fin de 1938 ? Ce chiffre de 500 000 t a été retenu ici, car c'est précisément celui qui figure au plan autarcique italien pour remplacer le tonnage équivalent importé annuellement jusqu'ici. Or, l'Italie a besoin (approximativement) en outre d'environ 200 000 t de pétrole lampant, de 300 000 t de gas oil, de 100 000 t de fuel oil, de 100 000 t de produits de graissage, et tout cela il faut, jusqu'à nouvel ordre, le payer en devises étrangères...

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 284.

santes : missions d'observation et de reconnaissance, réglage de tir, etc. Il peut aussi trouver son emploi à bord des navires, où il ne nécessite ni catapulte de lancement, ni grue de repêchage. Il peut aussi remplir dans l'aviation navale les missions d'éclairage, de reconnaissance, de défense contre les sous-marins.

DÉVALUATION MONÉTAIRE DIRIGÉE ?

Le « dumping » monétaire apparaît comme une forme de concurrence déloyale des plus redoutable pour les marchés nationaux. A ce propos, M. Jeune a récemment consacré à la guerre des changes une étude documentée, où il a montré clairement comment l'exploitation économique de la dépréciation monétaire permet de triompher « à l'extérieur » des produits fabriqués dans les autres pays. Si, au Japon par exemple, la livre sterling, à un moment donné, vaut 20 yen et que l'économie nipponne a intérêt à dévaluer sa monnaie, elle fait monter la livre à 80 yen et réalise aussi une marge bénéficiaire des plus appréciable. Le commerçant nippon peut ainsi abaisser son prix de vente vis-à-vis de l'étranger et offrir pour 3/4 de sterling un objet, fabriqué au Japon, qu'il facturait auparavant 1 livre entière ! Il touchait donc, dans le premier cas, 50 yen lorsqu'il vendait un objet 1 livre ; dans le second, il touche 60 yen ! Cette « manœuvre » aboutit en fait à abaisser le prix de vente, tout en accroissant le bénéfice. C'est l'artifice monétaire qui a — on le sait — permis d'atteindre cet intéressant résultat... Aussi longtemps que les prix *intérieurs* japonais n'auront pas rejoint le cours du change, l'industriel nippon pourra opérer de même. C'est bien de la dévaluation monétaire dirigée... mais à une condition : c'est de pouvoir conserver le contrôle de sa monnaie, et là est le danger. L'Allemagne nous a, en effet, montré en 1923-24 comment il est parfois impossible de retenir une monnaie qui glisse au fur et à mesure que sa capacité d'achat diminue et tend ainsi vers zéro. Alors, la nation se vide de sa propre substance et est contrainte à la faillite.

On peut aussi, dans cette bataille des changes, chercher non plus à « amenuiser » sa propre monnaie, mais au contraire à faire baisser celle du voisin. Cette tactique consiste, par exemple, à semer la panique monétaire chez l'adversaire « commercial » en utilisant ses points faibles. C'est alors que, pour résister à une telle offensive, intervient le « fonds d'égalisation des changes », mais celui-ci doit toujours demeurer maître de la situation... sans quoi, c'est l'effondrement — comme en Allemagne, il y a douze ans. Il y a enfin, entre nations, des ententes pour maintenir leurs devises respectives dans une certaine relativité. Et puis, il y a encore le « contrôle des changes », qui supprime la loi de l'offre et de la demande et attribue à la monnaie *intérieure* une valeur fixée officiellement par les gouvernants. C'est, en somme, une valeur *autarcique* à l'usage du commerce intérieur du pays. Pour les transactions extérieures, c'est une tout autre histoire, comme l'a prouvé l'expérience du docteur Schacht, chargé du change et des échanges (commerce extérieur). Alors se manifestent des tentatives d'évasion de capitaux cherchant ailleurs une monnaie plus saine. Ainsi, à la monnaie stable (basée sur l'étalon or) s'est substituée — progressivement — la monnaie dirigée (sauf en Belgique, où le belga est seul rattaché à un poids fixe d'or fin). Donc, en dehors des devises stables rattachées à l'or (comme c'était le cas auparavant avec l'étalon or), il n'y a que monnaies flottantes, contrôlées, surveillées, dirigées ! Tous ces qualificatifs signifient, au fond, la même chose. Actuellement, on peut diviser les monnaies en deux grandes catégories : celles qui demeurent libres et celles qui sont strictement contrôlées, entraînant ainsi la liberté des capitaux ou le contrôle des changes. La polémique à ce sujet est particulièrement aiguë, car elle n'est pas seulement d'ordre économique, mais aussi d'ordre politique (régimes démocratiques ou Etats totalitaires).

LE ROLE DES ENGRAIS CATALYTIQUES EN AGRICULTURE : LES INFINIMENT PETITS CHIMIQUES DU SOL

Par Lucien THÉRON

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE DIJON (SCIENCES)

Même un citoyen moderne sait aujourd'hui que les éléments fondamentaux de la nutrition en physiologie végétale sont le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote. Le carbone est emprunté au gaz carbonique de l'atmosphère par assimilation chlorophyllienne ; l'oxygène et l'hydrogène proviennent des molécules de l'eau retenue par le sol ; l'azote, enfin, qui est l'élément constitutif le plus important, est fourni aux plantes par fixation atmosphérique et par décomposition des matières organiques du sol. Les procédés de l'analyse chimique appliqués aux tissus végétaux ont, en outre, mis en évidence la présence de nombreux autres corps simples, les uns en proportion notable (phosphore, potassium, calcium, magnésium, fer, soufre), les autres à l'état de traces souvent infinitésimales (manganèse, silicium, bore, chlore, fluor, zinc, iode, aluminium, cuivre, etc., etc.). De récentes et précises expériences au laboratoire et des essais de grandes cultures ont également montré que ces divers éléments (énumérés précédemment) peuvent déterminer sur la végétation des effets hors de proportion avec les doses sous lesquelles ils sont appliqués. Certains agronomes les considèrent du reste comme de véritables catalyseurs biochimiques. On admet que ces éléments (quantitativement minimes) exercent par leur seule présence une action accélératrice, par exemple sur les phénomènes d'assimilation (chimisme des sols), sur l'activité cellulaire des végétaux, etc. En effet, la carence de ces doses infinitésimales d'éléments minéraux au sein des milieux de culture détermine toujours — par un phénomène comparable à celui de l'absence de vitamines chez les animaux — des états pathologiques qui s'opposent au développement normal de la plante qui ne peut, dans ces conditions de déficience, accomplir le cycle complet de ses différentes fonctions. Ces considérations générales de chimie biologique appliquée à la physiologie végétale tendent donc à faire admettre, au même titre que pour l'azote, l'acide phosphorique et la potasse (qui sont les principaux composants des engrais usuels), que l'agriculture doit restituer au sol, par le truchement des engrais catalytiques (judicieusement choisis et à doses appropriées aux diverses espèces cultivées), ces éléments en quantités quasi impondérables dont les réserves s'épuisent peu à peu ; c'est l'épuisement progressif de ces réserves d'éléments minéraux qui provoquerait — avec le temps — la réduction du rendement cultural variant ainsi avec les espèces et les sols. L'agronomie moderne — grâce aux recherches patiemment poursuivies au laboratoire — parvient ainsi à mieux faire comprendre au cultivateur les bienfaits de la science appliquée à la pratique agricole et à lui faire adopter ses méthodes dans son propre intérêt.

Eléments massifs et éléments rares nécessaires à la végétation

ON a souvent classé les éléments intervenant dans la vie des plantes en indispensables, utiles et accidentels. Les progrès de la physiologie ont fait apparaître la fragilité de ce classement. L'importance de certains corps, considérés autrefois comme accidentels, a pu être démontrée assez nettement pour qu'on n'ait pu persister, de nos jours, à considérer qu'une dizaine, une douzaine au plus d'éléments pouvaient suffire au développement normal de la plante. Dans ce domaine, il

semble délicat d'adopter une classification définie et il est plus simple de se borner à distinguer entre les éléments que la plante utilise en grande quantité et ceux qui interviennent seulement à l'état de traces dans ses fonctions essentielles.

En dehors des quatre constituants élémentaires de la matière vivante, c'est-à-dire de l'hydrogène et de l'oxygène qui forment l'eau, du carbone qui, avec elle, donne les matières hydrocarbonées, de l'azote qui, en se combinant avec ces dernières, fournit les substances protéiques, on admet généralement à l'heure actuelle la nécessité absolue des éléments suivants dans l'alimen-

tation végétale (une réserve étant faite pour le silicium) :

1^o Substances utilisées en grande quantité : phosphore, potassium, calcium, magnésium, soufre, fer ;

2^o Substances utilisées à l'état de traces : manganèse, silicium, bore, chlore, fluor, zinc, iode, aluminium, cuivre.

Dans cette liste, il est à noter l'absence de l'élément sodium, son utilité n'ayant pu encore être démontrée.

En outre, de nombreux autres éléments rares, tels que le brome, le césium, le rubidium, le cobalt, le strontium, le lithium, le vanadium, le nickel, le cérium, le lanthane, le cadmium, le plomb, l'argent, le sélénium, etc., ont été décelés dans diverses espèces végétales au moyen de l'analyse spectrale ou de méthodes chimiques extrêmement sensibles. Ils sont peut-être susceptibles de jouer un rôle encore mal élucidé dans la physiologie de la plante.

Les catalyseurs du sol

On est aujourd'hui d'accord pour admettre que la chimie de la plante est inséparable de la chimie du sol, et qu'on ne saurait résoudre les divers problèmes de l'alimentation végétale, à la base de l'amélioration des cultures, sans une connaissance approfondie du milieu « sol ».

Or, ce dernier contient des éléments dont la multiplicité, l'état physique, la mobilité chimique suffisent déjà à le faire comparer à un véritable laboratoire, mais à un laboratoire *vivant*, car des phénomènes biologiques complexes y interviennent pour assurer, avec les actions chimiques, la nutrition de la plante.

À la suite des découvertes en milieux synthétiques et naturels de l'action si curieuse d'éléments rares tels que le manganèse, le bore, le zinc, etc., qui déterminent sur la végétation des effets hors de proportion avec les doses sous lesquelles ils agissent, on a été amené à considérer ces éléments comme des *catalyseurs* biochimiques, jouant à côté des principes nutritifs fondamentaux un rôle extrêmement important dans le chimisme du sol et l'activité cellulaire de la plante.

Dans le sol, leur intervention suggéra aux agronomes de nouvelles hypothèses — dont certaines sont maintenant confirmées — sur le métabolisme des matériaux nutritifs destinés à être assimilés par le végétal. Il est apparu que l'intensité et la vitesse surprenante des réactions et des échanges s'opérant dans la terre arable en continuelle évo-

lution devaient être favorisées à la façon de la catalyse minérale et biologique par la présence de ces éléments rares. On trouva un rapport direct entre l'activité catalytique d'un sol (représentée, par exemple, par son pouvoir de décomposer l'eau oxygénée) et sa fertilité (1).

L'action d'éléments rares comme le manganèse ou le bore ne fait plus aucun doute en ce qui concerne les microorganismes du sol. Sans constituer des aliments énergétiques essentiels comme l'azote ou l'acide phosphorique, certains infiniment petits chimiques, dont le manganèse est le plus remarquable, sont indispensables à l'activité bactérienne du sol.

Les essais de grande culture, entrepris avec le manganèse, le bore, le zinc, le fluor, l'aluminium, le cuivre, ont permis de constater des excédents de récoltes parfois surprenants avec des doses infimes de ces corps. Dernièrement, Joret et Malterre (1935) ont obtenu, avec le bore mélangé aux engrais usuels, un excédent de rendement de 28 % sur pommes de terre, et cela à raison de 4 kg de borate de sodium à l'hectare !... Avec le manganèse, les résultats de ce genre sont extrêmement nombreux, et pour s'en tenir à un seul exemple d'essai (toujours officiel), citons celui de G. Bertrand et Thomassin, où par une faible addition de sulfate de manganèse, correspondant à 15 kg environ de métal par hectare, on eut une augmentation de 450 kg de grains et 1 000 kg de paille avec le blé. À l'étranger, et notamment au Japon, où l'expérimentation fut très active, des excédents incroyables de récolte furent enregistrés avec des doses minimales de ce corps.

Pour le fluor, Gauthier et Claussmann obtinrent, par l'addition au sol d'infimes quantités de ce corps, des différences énormes dans les rendements ; l'emploi du sulfate d'alumine s'est montré aussi, dans d'autres essais officiels, des plus avantageux.

Ainsi, par le seul fait du caractère de leur action, ces éléments, dont le rôle semblait autrefois inexplicable, s'apparentent déjà aux catalyseurs. Comme eux, ils interviennent à l'état de traces pour provoquer des effets hors de proportion avec leur masse et sans disparaître dans les réactions.

Mais, en outre, leur rôle dans la physiologie de la plante, qui a pu pour certains d'entre eux être nettement révélé, les fait considérer comme de véritables catalyseurs biochimiques, intervenant simultanément comme principes alimentaires.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 203, page 389.

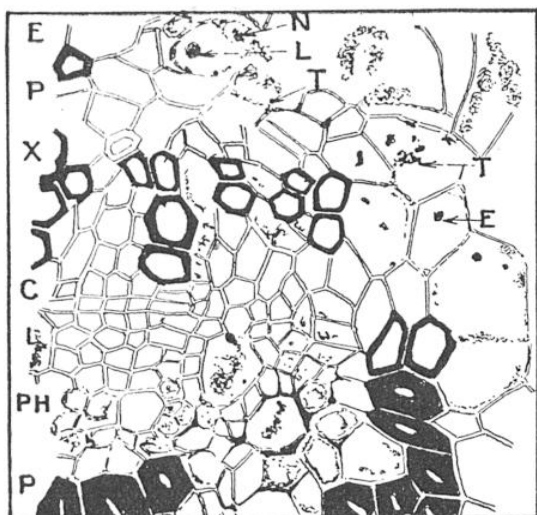


FIG. 1. — COUPE TRANSVERSALE D'UNE NERVURE DE FEUILLE D'ORANGER ATTEINT DE LA MALADIE APPELÉE EN AMÉRIQUE « MOTTLE LEAF »

Cette feuille présente les symptômes caractéristiques de la maladie avant le traitement par le zinc. X, vaisseaux ligneux, séparés par des noyaux médullaires, anormalement larges. PH, liber formé de cellules dont la plupart sont nécrotiques et d'éléments dont les parois sont gonflées par dégénérescence ; E, endoderme ; N, noyau.

La catalyse biochimique des réactions intra-cellulaires

Le point de départ de la conception d'une catalyse biochimique réalisée dans les tissus végétaux grâce à la présence de certains éléments rares, réside dans les travaux du savant chimiste et biologiste français G. Bertrand, qui fit intervenir dans les phénomènes diastatiques la notion du coferment et démontra l'importance vitale d'un infiniment petit chimique dans une fonction déterminée du végétal. Sans son *coferment minéral* associé à sa substance organique (complexe albuminoïde colloïdal), la diastase ne pourrait réaliser ces phénomènes d'oxydation qui, depuis la germination de la graine, permettent en des processus successifs de dégradation et de reconstruction la synthèse de tissus vivants et la constitution des réserves végétales qui sont le but de l'agriculture.

Ces métaux rares, rencontrés dans les cendres végétales, constituent précisément les coferments des diastases cellulaires.

On comprendra mieux l'importance de ces éléments nécessaires aux actions diastatiques en se rappelant que celles-ci régissent tout le chimisme cellulaire.

Alors que les synthèses réalisées au laboratoire sont longues et difficiles, qu'elles n'aboutissent, en faisant intervenir des réactifs nombreux et puissants, des températures élevées, qu'à un faible rendement, la synthèse végétale réalise avec abondance et rapidité les principes les plus divers.

Si l'on songe qu'une seule plante, comme par exemple le pavot, contient plus d'une douzaine d'alcaloïdes avec un nombre aussi grand de principes de nature différente, et que cette extraordinaire production provient de matières premières très simples, on est amené à considérer que la synthèse végétale s'opère au moyen d'un mécanisme merveilleux dont les caractères sont ceux des actions catalytiques ou de « présence ». D'ailleurs, de plus en plus, les infiniment petits chimiques apparaissent comme des agents essentiels des phénomènes vitaux. En biologie animale, le rôle du fer dans l'hémoglobine du sang des vertébrés, celui du cuivre dans l'hémocyanine du sang des

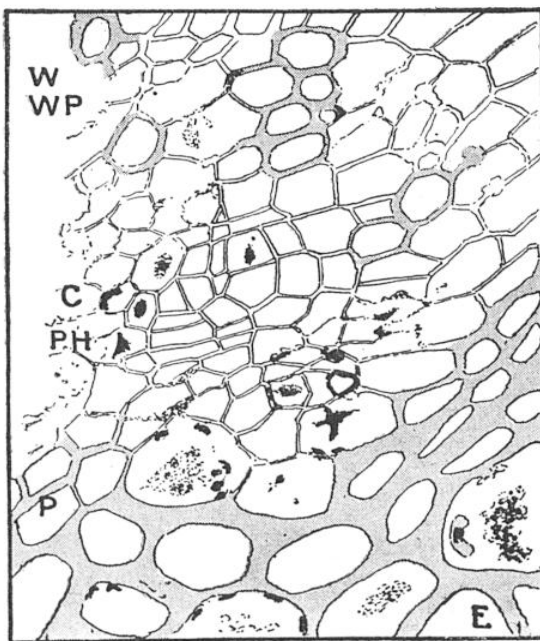


FIG. 2. — COUPE TRANSVERSALE D'UNE NERVURE DE FEUILLE D'ORANGER QUI, APRÈS AVOIR MANIFESTÉ DES SYMPTÔMES DE « MOTTLE LEAF », A REVERDI À LA SUITE DU TRAITEMENT APPROPRIÉ

Ce traitement a consisté à appliquer du sulfate de zinc dans le sol entourant les racines de l'arbre quinze mois environ avant le prélèvement de cet échantillon dans le feuillage. W, vaisseaux ligneux ; WP, parenchyme ligneux ; PH, liber où la plupart des cellules sont vivantes ; E, endoderme.

crustacés et des mollusques, la participation si grande de l'iode aux phénomènes de croissance (glande thyroïde), sont des exemples que l'on peut retrouver chez les végétaux où les éléments rares qui jouent un rôle important dans les processus d'assimilation, de synthèse, se retrouvent toujours en plus grande abondance, aux endroits où l'activité fonctionnelle est la plus intense.

Ainsi, les proportions de manganèse sont plus élevées dans les graines, les bourgeons, les jeunes pousses, les nervures des feuilles.

Le bore, élément rare décelé dans la plupart des espèces végétales, et dont l'action cumulative a pu être observée avec le manganèse, se localise particulièrement dans les organes de fécondation et de croissance active. La cendre de la sève sécrétée par le pistil d'une nymphéa tropicale contient jusqu'à 1 % de bore, et la cendre du safran espagnol (pistils secs du *crocus sativus*, L.) contient jusqu'à 3,4 % d'acide borique.

Le cuivre, l'alumine sont aussi caractérisés dans les parties de la plante où l'activité synthétique est la plus grande.

Avec G. Bertrand, les physiologistes admettent que ces éléments trop peu abondants pour entrer dans la composition des appareils de soutien ou des substances de réserves ne peuvent avoir, comme le manganèse, qu'un rôle d'intermédiaire, de catalyseur dans les réactions biochimiques, et servent ainsi dans les cycles de transformations utilisés par la cellule pour organiser les éléments « plastiques ».

Les engrais catalytiques augmentent le rendement et la qualité des cultures

Après les expériences de laboratoire, on fut conduit à envisager l'application de certains éléments rares en agriculture.

L'application d'engrais catalytiques ou complémentaires au sol, proposée en 1903 par G. Bertrand au Congrès de Chimie de Berlin, débuta au Japon à l'Institut Impérial Agronomique de Tokio par Loew et ses élèves : Sawa, S. Asok, etc.

Dès les premiers essais, l'action du manganèse se montra des plus intéressantes. Les expériences se multiplièrent et, dans certains cas, les excédents de récolte dépassèrent 100 %. En France, en Italie, en Amérique, de nombreux expérimentateurs obtinrent des résultats remarquables, et comme il serait vain de citer ici même les plus sensationnels, disons seulement que la plupart des essais effectués avec méthode et précision par des expérimentateurs consciencieux don-

nèrent, avec le manganèse, le bore, le zinc, le cuivre, l'aluminium, des accroissements de récoltes très intéressants là où le sol présentait des déficiences en ces éléments.

D'une façon moins régulière et positive, les sels de fluor, de césium, de rubidium, de vanadium, de lithium donnèrent aussi d'excellents résultats, en certains cas surprenants (sur betteraves notamment). Des essais avec l'iode, considéré aussi comme élément biogène à doses infimes, furent très encourageants, mais son prix élevé paraît dans la plupart des cas en prohiber l'emploi en agriculture ; à un point de vue très particulier dont nous parlerons plus loin, son utilisation semblerait toutefois intéressante.

Il a été, d'autre part, reconnu que les éléments dits « catalytiques » exerçaient non seulement une action sur la quantité, mais aussi sur la qualité de la matière produite par le végétal. A ce point de vue, les essais effectués avec le manganèse ou le bore, ou avec ces deux éléments associés, sont significatifs. Les teneurs de la plante en amidon, en sucres, en matières azotées et autres principes utiles sont accrues dans des proportions souvent très intéressantes.

On a souvent constaté, pour la fumure manganésée, par exemple, que si celle-ci ne multiplie pas le nombre des fruits, elle en accroît la grosseur, le poids et la saveur : les produits obtenus possèdent en conséquence une valeur marchande plus élevée. On conçoit donc l'intérêt, à l'heure actuelle, de l'emploi d'éléments catalytiques en mélange avec les engrais usuels.

C'est à la carence des éléments catalytiques que l'on attribue aujourd'hui certaines maladies des plantes

Inversement, l'étude physiologique des éléments rares a démontré que leur carence dans les milieux de culture déterminait un arrêt de croissance ou des états pathologiques tels que la plante n'arrivait pas à accomplir normalement les divers stades de son développement.

Veut-on, par exemple, supprimer le manganèse d'une jeune pousse de maïs ? Cette plante ne tarde pas à dépérir, avec un étiolement des feuilles, caractéristique d'une carence alimentaire.

L'absence de bore dans un milieu nutritif provoque la tombée des bourgeons floraux, la fanaison des racines ; il y a hypertrophie des cellules cambiales et désagrégation des tissus. En solution nutritive, l'addition de bore à la dose de 1/2 500 000 a,

sur « *Vicia Faba* », enrayé la maladie et augmenté la récolte. Des carences en zinc, en cuivre, en aluminium compromettent aussi la nutrition de la plante qui reste chétive et n'atteint pas sa fructification normale.

En milieux naturels, ce n'est qu'en ces dernières années qu'on est parvenu, à la lumière des observations physiologiques précédentes, à incriminer la carence de certains éléments rares pour expliquer de nombreux états pathologiques dont les causes demeureraient inconnues. C'est ainsi que dans des cultures atteintes de dépérissement ou d'accidents graves d'organes végétatifs, l'apport d'un de ces éléments suffit souvent à enrayer la maladie alors que les fumures courantes restent sans effet. Nous citerons seulement ici quelques exemples caractéristiques relevant d'expériences officielles.

Dans de nombreux cas de chlorose, on a constaté que l'apport des sels de manganèse ou de zinc produit un effet curatif parfois saisissant. Différentes maladies des avoines : taches, dépérissements chlorotiques, sont ainsi guéries par le manganèse. En Floride, les chloroses de nombreuses plantes ont été enrayerées ou prévenues par des sels de zinc ou de manganèse, notamment dans la maladie du « *white bud* ». En sols calcaires des affections de ce genre ont été observées par carence de manganèse.

La maladie dite « *little leaf* » ou « *rosette* », qui causait des ravages importants dans les vergers de la côte occidentale des États-Unis, ne paraît plus, désormais, mystérieuse, car les travaux du professeur Chandler, suivis de nombreuses expériences et observations de praticiens, ont montré que cette affection était bien due à une carence de zinc. L'appli-

cation de sels de zinc, soit en pulvérisations, soit dans le sol, est suivie d'un effet curatif, accompagné de modifications cytologiques profondes des tissus de la plante, ayant un caractère de restauration (fig. 1 et 2.)

L'association zinc et fer donne, dans le cas présent, le maximum d'efficacité. Ce fut, d'ailleurs, l'analyse du fer employé tout au début des traitements ordinaires — fer provenant de vieilles tôles d'automobiles — qui révéla la présence du zinc dans la proportion de 6 % ; des essais ultérieurs montrèrent que ce zinc, figurant comme impurété, jouait le

rôle actif dans la lutte contre la maladie.

La maladie du « *mottle leaf* » affectant les citruses est également justiciable d'un apport de zinc ; des doses minimes de cet élément influencent aussi favorablement les vignes atteintes de rabougrissement ou « *court-nouées* ».

L'action du bore dans la maladie du cœur de la betterave caractérise aussi très bien l'état pathologique d'un végétal par carence d'élément rare ; le manque de bore déter-

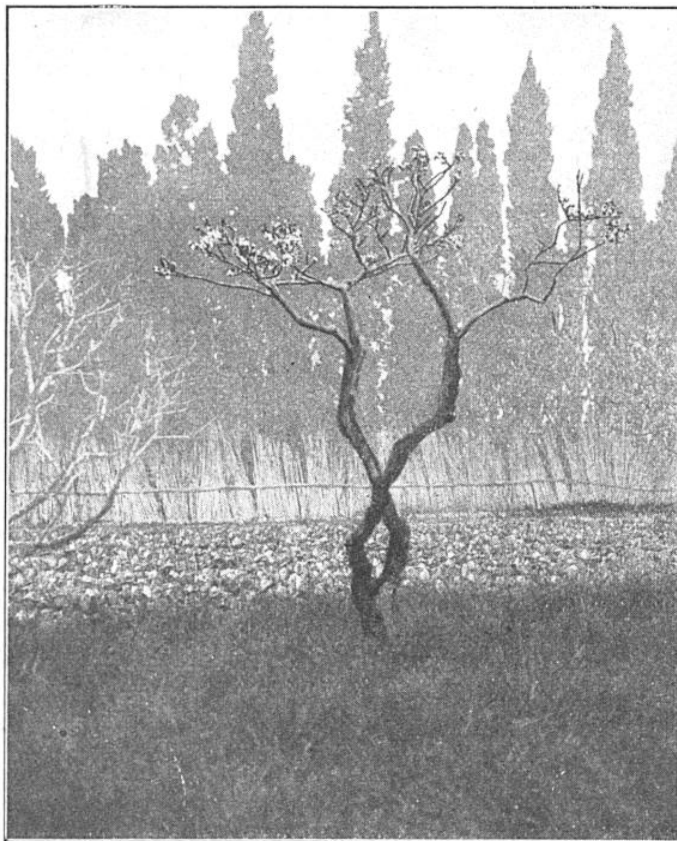


FIG. 3. — ÉTAT CHLOROTIQUE DE PÊCHERS PLANTÉS DANS LA VALLÉE DU RHONE

Diverses chloroses peuvent être des maladies de carence. En Californie, les sels de zinc que l'on applique soit en pulvérisations, soit dans le sol directement, guérissent la chlorose de certains arbres fruitiers plantés sur des sols trop pauvres en zinc.

mine la maladie en question et celle-ci peut être reproduite expérimentalement par suppression du bore dans un milieu nutritif.

La maladie du « liège interne des pommes » relève d'une semblable déficience et l'aspersion de minimes quantités de bore dans les cultures de pommiers de la Nouvelle-Zélande, ou leur injection dans les tissus de l'arbre, suffirent à enrayer la maladie.

Ces quelques exemples suffisent, pensons-nous, à montrer l'importance considérable de quelques éléments catalytiques en pathologie végétale.

Les engrais catalytiques doivent prévenir l'épuisement du sol en éléments rares

Au même titre que pour l'azote, l'acide phosphorique, la potasse, la restitution au sol d'éléments catalytiques doit être opérée par le praticien. L'exclusive restitution de la « trinité chimique » ci-dessus finit par appauvrir certains sols en éléments rares. On vient de voir les conséquences, préjudiciables aux intérêts de l'agriculteur, d'une déficience de ces éléments dans l'alimentation végétale. Les exigences pour l'un d'eux peuvent être très fortes de la part de la plante ; l'analyse de celle-ci nous montre en effet des différences notables, quelquefois considérables, dans les teneurs en éléments rares des diverses espèces végétales. C'est ainsi que pour les fruits, la prune possède deux fois plus de bore que la figue, celle-ci deux fois moins que l'oignon et dix fois plus que la pomme de terre.

La teneur en manganèse de l'avoine, du thé, du café est particulièrement élevée. Les végétaux marins et les conifères sont aussi très riches en cet élément. La richesse en manganèse du blé et de l'orge est environ trois fois supérieure à celle des pois et des haricots. Pour le cuivre, l'avoine en possède vingt fois plus que la prune ; la lentille contient environ mille fois plus de zinc que la fève ; le fluor se rencontre surtout dans l'orge, le haricot blanc, la lentille, le café, alors qu'il est très rare dans la pomme de terre, le radis, etc...

Pour l'iode, les exigences du riz en cet élément sont connues : au Japon, on a constaté que les sols cultivés en paddy contiennent la moitié moins d'iode que les sols consacrés à d'autres cultures. Toujours parmi les aliments végétaux, l'ail est cent fois plus riche en iode que l'aubergine, et dix fois moins que la laitue.

Non seulement la plante doit trouver dans le sol tous les éléments utiles sous un état

quantitatif convenable (vieille loi du minimum de Liebig), mais aussi dans des proportions déterminées par sa physiologie même (loi des rapports physiologiques).

Il importe donc de ne pas laisser disparaître du sol des éléments qui jouent un si grand rôle dans la production végétale qu'il a pu être comparé à celui des vitamines dans l'alimentation humaine.

D'ailleurs, il faut se garder d'oublier que le rôle de ces éléments rares ne se borne pas au végétal, mais qu'ils interviennent en biologie humaine à côté des fameuses vitamines, et que leur déficience peut provoquer des troubles organiques sérieux. Citons le cas caractéristique de l'iode, dont la rareté dans les sols de certaines régions a été trouvée en relation parfois étroite avec la maladie du goitre et diverses affections osseuses du bétail. Il s'est avéré dans ce cas que l'alimentation naturelle apportant à l'organisme les complexes iodés, éminemment assimilables (emploi des varechs dans les rations animales), était de beaucoup préférable à l'administration directe d'iode.

L'intérêt d'enrichir en certains cas les végétaux en tel ou tel élément rare se conçoit donc très bien. Aussi, en ce qui concerne l'iode, et se basant sur le fait que les teneurs des plantes en cet élément peuvent s'accroître dans un milieu richement iodé, divers expérimentateurs ont-ils effectué des essais dans ce sens avec des applications d'iode au sol. Il est en général aisé d'augmenter la richesse des fourrages et des légumineux en iode de cette façon, mais l'intérêt économique de l'opération disparaît par suite du prix élevé de ce produit. Cependant, les essais se poursuivent, car en certaines régions la question est d'importance. Espérons que semblable expérimentation pourra se développer pour d'autres éléments rares qu'on va rechercher curativement dans certaines eaux minérales ou dans des produits médicamenteux, alors que l'alimentation végétale doit pourvoir à leur apport dans l'organisme.

La conception de l'engrais complet, apportant au sol, outre les éléments usuels, ceux qui, à l'état de traces, sont indispensables aux fonctions du végétal et qui doivent passer dans l'alimentation animale, est, à l'heure actuelle, de plus en plus justifiée par la science agronomique, qui démontre qu'après avoir négligé les infiniment petits chimiques en agriculture, on est maintenant obligé de s'en servir comme remèdes dans de nombreuses maladies végétales provoquées par leur carence.

L. THÉRON.

LA SUPÉRIORITÉ DE LA CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE AMÉRICAINE ET L'EXPÉRIMENTATION SCIENTIFIQUE AUX ÉTATS-UNIS (LE N.A.C.A.)

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

La technique aéronautique, dans l'état actuel de nos connaissances, est essentiellement expérimentale et tend à appliquer pratiquement les lois générales de la mécanique des fluides (1). Cette science du mouvement des liquides et des gaz est encore, en effet, impuissante à interpréter les phénomènes aérodynamiques si complexes qui prennent naissance pendant le vol des avions et dans l'impossibilité de prévoir, par le calcul, les interactions se manifestant entre les organes constitutifs des appareils. Fuselages, profils d'ailes, trains d'atterrissage, gouvernes, capotages, hélices, doivent donc être soumis d'abord isolément, puis dans leur ensemble, au contrôle des souffleries aérodynamiques (2). A ces différents points de vue, l'institution américaine National Advisory Committee for Aeronautics (N. A. C. A.) forme un centre de recherches qu'on peut qualifier actuellement d'unique au monde. Doté de puissants moyens financiers (environ 35 millions de francs par an), cet Institut dispose d'un équipement scientifique et technique d'une diversité et d'une précision incomparables: souffleries à densité variable, souffleries géantes pour expérimenter sur des avions en vraie grandeur, souffleries à vitesse voisine de celle du son (3), souffleries verticales pour l'observation de la « vrille » libre, etc., bien entendu, bassin d'essai des flotteurs et coques d'hydravions, laboratoires multiples pour l'étude de la combustion détonante, de l'injection du carburant dans les moteurs, pour le réglage des instruments de navigation, etc. Grâce à ce groupement remarquable de tous les moyens d'investigation et de recherches théoriques et pratiques dans le domaine aéronautique, il est maintenant possible aux Etats-Unis d'organiser méthodiquement des programmes d'études et de passer systématiquement aux applications industrielles. C'est à des Instituts ainsi conçus et outillés que l'on est redevable, pour une large part, des progrès accomplis par les Américains pour tout ce qui touche aux « choses » de l'air: leur supériorité dans l'aviation de transport comme pour leurs forces aériennes en dérive inéluctablement.

L n'est peut-être pas de domaine où la recherche scientifique rationnellement organisée joue un rôle plus important qu'en aviation, non seulement pour édifier les théories physiques et mathématiques qui sont à la base du développement futur de la science et de la technique aéronautiques, mais aussi pour résoudre les problèmes d'un intérêt plus immédiat que posent chaque jour les applications à la pratique industrielle. Dans les principaux pays du monde, de nombreux laboratoires aéronautiques fonctionnent actuellement, et nous avons eu l'occasion, récemment (4), de décrire quelques-unes parmi les plus importantes et les plus originales de ces installa-

tions. La diversité de l'appareillage qu'elles utilisent résulte de la complexité même des problèmes qui se posent tant aux théoriciens de la mécanique des fluides qu'aux constructeurs qui doivent soumettre les résultats du travail de leurs bureaux d'études au contrôle d'essais pratiques se rapprochant le plus possible des conditions même du vol réel.

En France, nous trouvons des souffleries aérodynamiques dans les Instituts de Mécanique des fluides (rattachés aux Facultés des Sciences), dans certains organismes privés ou officiels. On sait, en particulier, que la soufflerie de Chalais-Meudon, qui dépend directement de notre ministère de l'Air, est actuellement la plus grande d'Europe, avec sa veine de 16 m de large, de 8 m de haut, où peuvent prendre place des avions

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 269.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 263.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 213.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 263.

en vraie grandeur. En outre, certains constructeurs ont été amenés à édifier des souffleries de dimensions réduites pour pouvoir effectuer rapidement et économiquement les essais de mise au point de leurs modèles nouveaux. L'écueil qui guette une décentralisation aussi poussée est le gaspillage des efforts individuels par manque de coordination et de vues d'ensemble.

La construction d'une soufflerie vraiment moderne coûte très cher. En outre, les

des grands hydravions. Quant aux dépenses d'exploitation proprement dites, elles absorbaient, en outre, comme pour la présente année, plus de 1 million de dollars. Quel organisme, en France, pourrait disposer de semblables ressources ?

Qu'est-ce que le « N. A. C. A. » ?

Le *National Advisory Committee for Aeronautics*, ou, comme on l'appelle plus brièvement, le *N. A. C. A.*, constitue

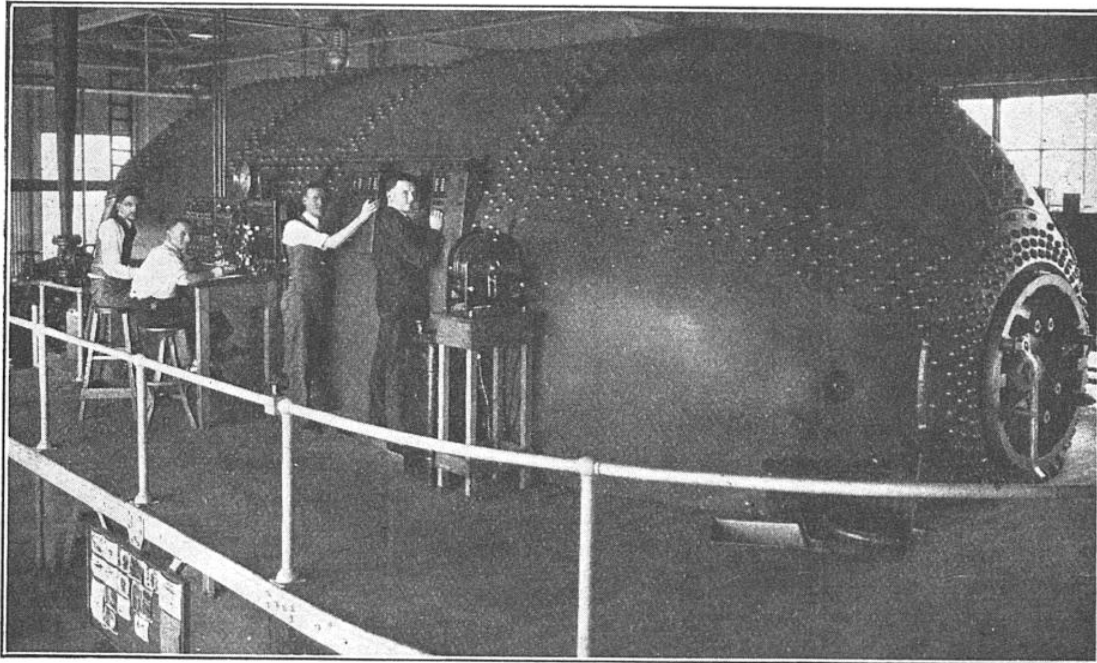


FIG. 1. — LA SOUFFLERIE SOUS PRESSION VARIABLE DU « N. A. C. A. » OU S'EFFECTUE L'ÉTUDE SYSTÉMATIQUE DES PROFILS D'AILES DANS DES CONDITIONS VOISINES DU VOL RÉEL

moyens et les méthodes de recherches aéronautiques évoluent sans cesse, aussi rapidement que s'améliorent les performances des avions modernes. Ce n'est qu'au prix d'un effort financier constant que ce renouvellement indispensable du matériel servant aux recherches peut être assuré.

Pour le seul exercice 1937-1938, la puissante organisation américaine pour les recherches aéronautiques dispose de crédits s'élevant à 1 280 850 dollars, ce qui représente 37 millions et demi de nos francs actuels. L'année précédente, une somme de 1 367 000 dollars, soit 40 millions de francs, avait été consacrée à la création d'un nouveau tunnel aérodynamique à densité variable et à l'agrandissement du bassin déjà existant pour l'essai des coques et des flotteurs

l'exemple le plus frappant de centralisation poussée à l'extrême dans le domaine de la recherche scientifique appliquée à l'aviation. Ce laboratoire national, organisme entièrement autonome, est installé à Langley Field, dans l'Etat de Virginie, et n'emploie pas moins de 400 personnes, dont 150 ingénieurs. La loi qui l'a institué lui a assigné comme tâche principale de diriger l'étude scientifique des problèmes aéronautiques en vue des applications pratiques. C'est donc à lui que revient la mission de déterminer les questions théoriques ou pratiques qui doivent être soumises à l'expérimentation et de discuter les résultats de ces études. Dans les sous-comités où s'élaborent les lignes générales de ce programme, tous les intéressés sont représentés : aviation militaire et

navale, *Bureau of Air Commerce* pour l'aviation civile, constructeurs et aussi professeurs d'université qualifiés par leurs travaux antérieurs. Les uns et les autres font connaître leurs besoins et leurs avis, et le programme général des recherches est fixé en conséquence pour l'année suivante, chaque question mise à l'étude étant suffisamment élargie pour que les résultats soient directement applicables, avec de faibles retouches, aux aviations militaire, navale et commer-

diale, à la remorque de la technique américaine avec un retard de deux ans.

Quant à la transposition nécessaire des enseignements généraux et des données numériques des essais dans le domaine constructif, elle n'est plus évidemment du ressort du *N. A. C. A.* Pour l'armée, c'est à la Division du Matériel de Wright Field, à Dayton (Ohio) qu'incombe cette tâche; pour la marine, c'est au *Bureau of Aeronautics* et à la *Naval Aircraft Factory*; pour l'aéronau-

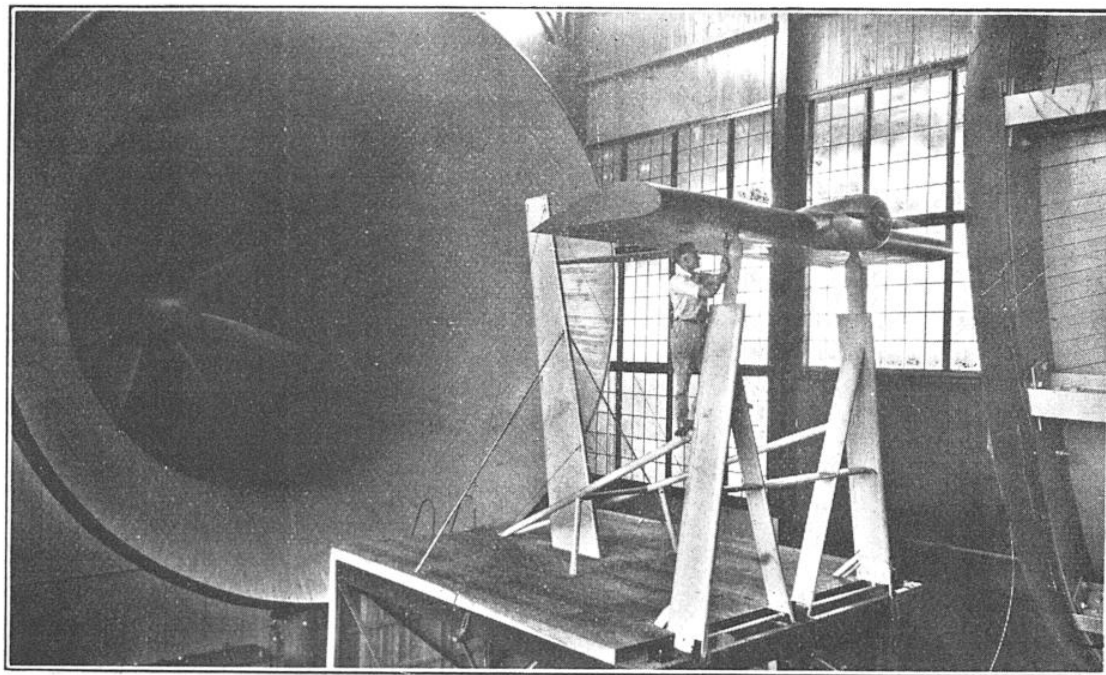


FIG. 2. — ÉTUDE DES INTERACTIONS ENTRE UNE AILE ET UNE HÉLICE ET DU CAPOTAGE D'UN MOTEUR DANS LA GRANDE SOUFFLERIE DE 6 M DE DIAMÈTRE DU « N. A. C. A. » A LANGLEY FIELD

cial. Ainsi se trouvent évités tous les doubles emplois et, par suite, réalisée la plus grande économie de temps et d'argent.

Les résultats des recherches sont consignés dans des rapports techniques mis à la disposition de tous, avec cette réserve que les plus importants, concernant des travaux intéressant directement les autorités militaires, peuvent être gardés secrets pendant, parfois, deux ans et plus. Or, comme l'a récemment souligné un technicien particulièrement qualifié, M. Boname, les bureaux d'études de nos constructeurs s'en rapportent de plus en plus aux rapports techniques du *N. A. C. A.*, faute de documents du même ordre d'origine française. Ainsi, la technique aéronautique française demeure-t-elle, pour des questions souvent d'importance primor-

diale, c'est aux constructeurs agissant dans certains cas en liaison avec le *Bureau of Air Commerce* et quelques établissements d'enseignement. Le célèbre *Bureau of Standards*, le laboratoire national américain, est souvent, lui aussi, mis à contribution pour les questions de sa compétence, c'est-à-dire celles d'ordre physique et métallurgique. De tels travaux sont eux-mêmes coordonnés par des comités techniques du *N. A. C. A.*, de sorte qu'un seul et même organisme centralise toute l'activité de la nation dans le domaine de la recherche aéronautique.

Les souffleries sous pression variable

Le principe général sur lequel reposent tous les essais effectués dans les souffleries

aérodynamiques (1) est celui de la similitude mécanique. C'est lui qui permet, en partant des résultats des mesures effectuées sur des maquettes en réduction, disposées dans un courant d'air de vitesse connue, de déterminer par le calcul quels seront les efforts que supporteront les avions en vraie grandeur pendant le vol réel. Cependant, la question de la similitude aérodynamique est fort complexe et la validité d'application des résultats obtenus dans les souffleries a été fort discutée à l'origine. C'est le physicien

l'air, ou, si l'on peut, les deux à la fois. On ne saurait d'ailleurs accroître sans danger la vitesse du courant d'air, car, lorsqu'on se rapproche de la vitesse du son (300 m par seconde, soit 1 080 km/h dans les conditions ordinaires de température et de pression), la compressibilité de l'air joue un rôle de plus en plus important, alors que, pour les avions actuels, même les plus rapides, ce phénomène est à peine sensible. Aucune comparaison n'est plus possible alors, car les phénomènes changent complètement d'allure.

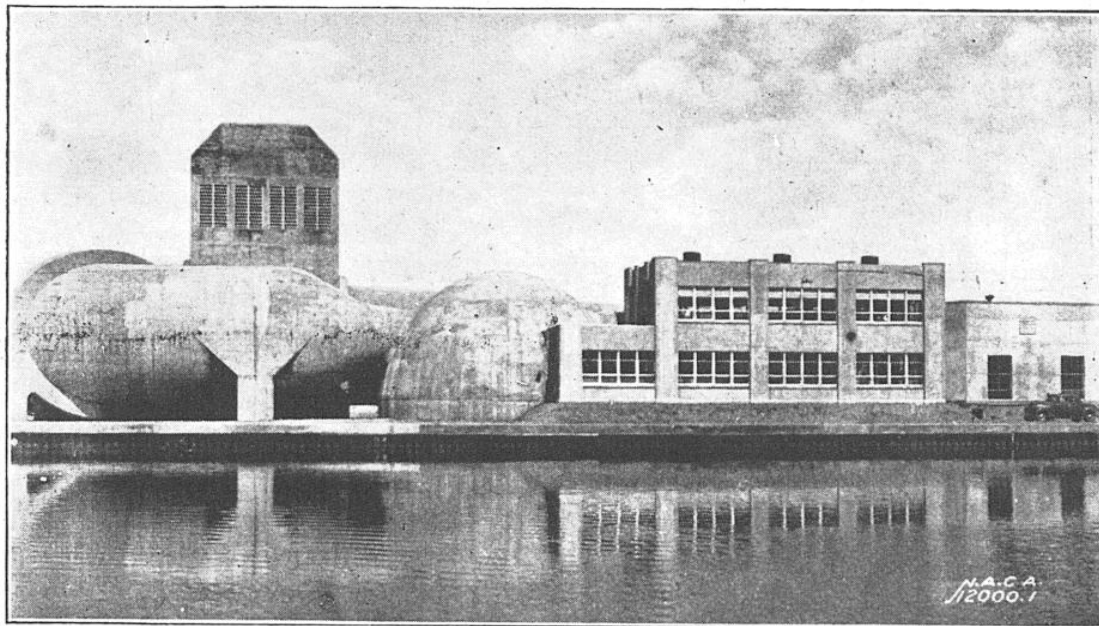


FIG. 3. — VUE GÉNÉRALE DE LA NOUVELLE SOUFFLERIE DU « N. A. C. A. » POUR LES ESSAIS A GRANDE VITESSE : LA VEINE FLUIDE A UN DIAMÈTRE UTILE DE 2 M 40 ET LA VITESSE DU COURANT D'AIR PEUT ATTEINDRE 850 KM/H

anglais lord Rayleigh qui montra l'importance d'un coefficient numérique connu sous le nom de *nombre de Reynolds* (2). Ce nombre caractérise, en quelque sorte, l'allure générale de l'écoulement de l'air (ou de l'eau pour les coques de navires) autour du solide étudié, de sorte que les résultats obtenus en soufflerie ne sont comparables à ceux du vol réel que lorsque les nombres de Reynolds sont voisins dans les deux cas.

Plus les dimensions linéaires sont réduites, c'est-à-dire plus la maquette est petite, et plus il faut, par compensation, augmenter la vitesse du courant d'air ou la densité de

C'est pourquoi il est toujours souhaitable que la partie utile de la veine fluide ait une section aussi grande que possible, pour que les maquettes que l'on y place ne soient pas trop réduites. Si l'on dispose même des moyens financiers nécessaires, on aura intérêt, pour certaines études spéciales, à édifier des souffleries géantes, comme celle de Chalais-Meudon en France, de Farnborough en Angleterre et de Langley Field aux Etats-Unis (1), où l'on peut disposer dans le courant d'air des avions en vraie grandeur.

Dès 1921, le N. A. C. A. a fait installer à Langley Field le premier tunnel à densité variable, grâce auquel il est possible, en faisant varier la pression de l'air, d'étudier précisément l'influence du nombre de Rey-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 263.

(2) Le nombre de Reynolds s'obtient en multipliant la vitesse relative du fluide par une dimension linéaire du solide et par la densité du fluide, et en divisant le tout par le coefficient de viscosité.

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 226, page 269.

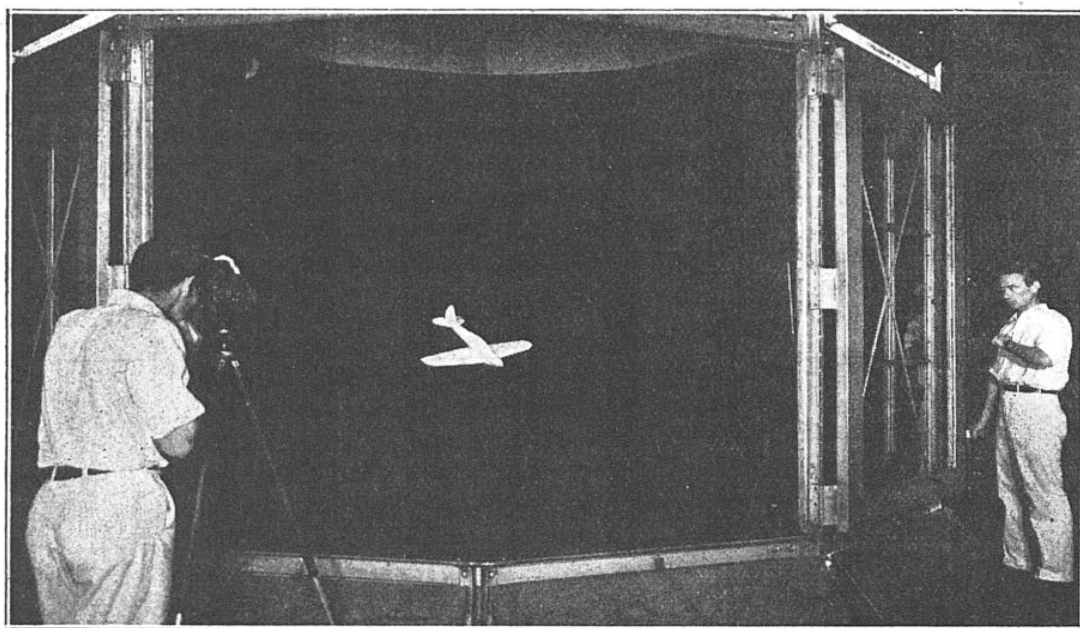


FIG. 4. — ÉTUDE CINÉMATOGRAPHIQUE DE LA « VRILLE » DANS LE TUNNEL VERTICAL SPÉCIAL DE 2 M DE DIAMÈTRE DU « N. A. C. A. », GRACE À UNE MAQUETTE D'AVION MAINTENUE PAR LE COURANT D'AIR À LA HAUTEUR DE LA CHAMBRE D'OBSERVATION.

nolds sur les résultats d'essais en soufflerie d'un même profil d'aile, tous les autres facteurs demeurant constants.

On peut dire que cette étude systématique des profils d'ailes est à la base de la construction aéronautique. Le N. A. C. A. a publié des séries de renseignements numériques concernant des familles de profils qui sont de la plus grande utilité pour les constructeurs de tous les pays. Ils sont relevés aujourd'hui pour différentes valeurs du nombre de Reynolds, et ainsi directement utilisables par les bureaux d'étude, qui peuvent y choisir le type d'aile dont le rendement sera le plus élevé pour une appli-

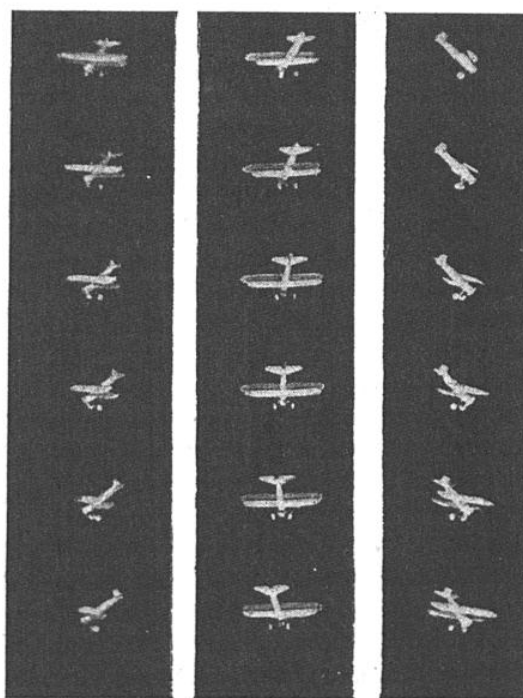


FIG. 5. — EXEMPLES DE FILMS CINÉMATOGRAPHIQUES DE « VRILLES » LIBRES RELEVÉS DANS LA SOUFFLERIE VERTICALE DU « N. A. C. A. », SPÉCIALISÉE DANS CETTE ÉTUDE

cation déterminée.

C'est aussi dans cette soufflerie à pression variable du N. A. C. A. qu'a été entreprise une étude très poussée de la forme optimum à donner aux fuselages des appareils rapides, soit pour réduire au minimum la résistance à l'avancement, soit, la résistance étant donnée, pour déterminer la forme qui donne le plus de place disponible pour les passagers ou la cargaison. Commencée avec une série de solides de révolution, cette étude se poursuit actuellement avec des modèles de fuselages s'écartant plus ou moins de la forme idéale.

Ces études systématiques en vue d'obtenir des vitesses de

vol toujours plus élevées, ou des conditions d'exploitation plus économiques à vitesse égale, trouvent leur complément naturel dans les recherches concernant les interférences aérodynamiques entre les ailes et le fuselage et la forme optimum à donner aux surfaces de raccordement, elles aussi poursuivies dans la soufflerie à densité variable.

Récemment, cet équipement a été jugé insuffisant, étant donné l'augmentation constante des dimensions et de la vitesse des avions. Aussi, le N. A. C. A. a-t-il entrepris la construction d'un grand tunnel à pression variable où des modèles de dimensions rela-

La soufflerie de 6 m est, comme nous l'avons dit, plus spécialement utilisée pour l'étude des bâtis-moteurs, des interférences entre les hélices et les nacelles des moteurs, et du fonctionnement de cet ensemble dans les différentes phases de vol. C'est là qu'ont été mis au point les fameux capotages N. A. C. A., sans cesse perfectionnés, qui ont pour but d'assurer l'évacuation rationnelle de la chaleur des moteurs à refroidissement par air, tout en réduisant au minimum leur résistance à l'avancement. Un des types les plus intéressants de ces capotages est caractérisé par le fait que l'air, échauffé à

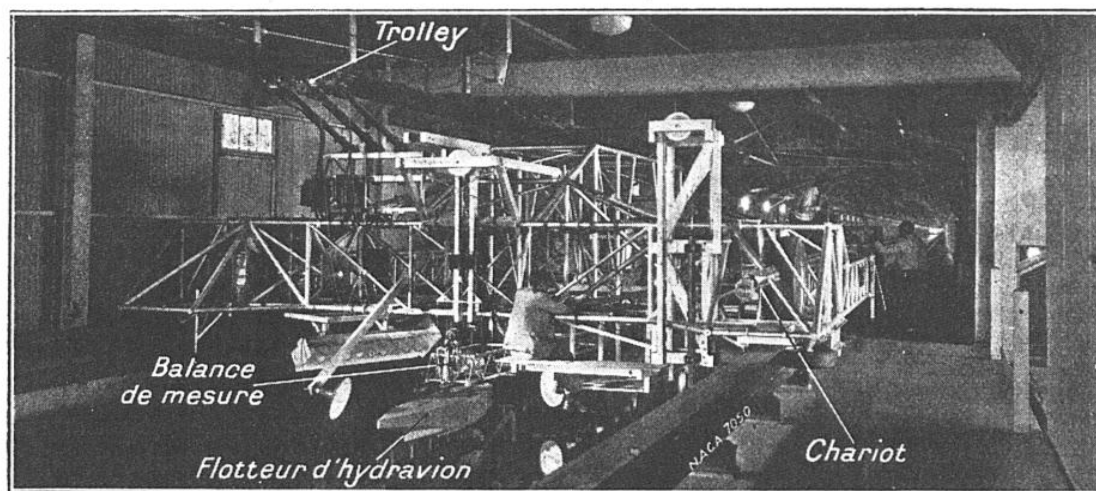


FIG. 6. — COMMENT ON ÉTUDIE LA FORME RATIONNELLE D'UN FLOTTEUR D'HYDRAVION FIXÉ SOUS LE CHARIOT DU BASSIN DES CARÈNES DU « N. A. C. A. » : LA VITESSE PEUT ATTEINDRE 130 KM/H ET LA LONGUEUR DU BASSIN DÉPASSE 870 MÈTRES

vement importantes pourront prendre place. Le nombre de Reynolds pourra être ajusté à volonté, en élevant la pression à 2 ou 3 atmosphères, de sorte que les résultats enregistrés seront plus voisins des performances actuelles des grands avions rapides.

Les souffleries géantes

Le N. A. C. A. est doté de deux souffleries de très grandes dimensions. La première, dont la veine a un diamètre utile de 6 m, constituait, lors de sa création en 1926, la plus grande soufflerie du monde. Elle permettait, pour la première fois, l'étude des hélices en vraie grandeur, celle des capotages des moteurs, des trains d'atterrissage, mais pas encore d'avions entiers. C'est en 1930 que fut construite la soufflerie géante qui détient encore aujourd'hui le record du monde, et dont la veine elliptique mesure 18 m 30 de largeur.

son passage sur les cylindres, ne sort pas comme d'habitude à l'arrière du moteur, mais par une fente ménagée à l'avant. Cet orifice de sortie étant placé à un endroit de très forte dépression, on obtient ainsi un meilleur refroidissement, même à faible vitesse. Le rendement de l'ensemble serait très élevé par suite de la très grande vitesse des gaz d'échappement. Il reste cependant à vérifier l'action de cette fente sur le rendement de l'hélice.

Dans la soufflerie en vraie grandeur sont pratiquées les études d'ensemble, complétées presque toujours par des essais en vols. On y vérifie l'action des ailerons, fentes, volets divers, et leur influence sur la manœuvrabilité des appareils. Elle est parfois utilisée aussi pour vérifier les résultats obtenus avec les souffleries plus modestes, lorsque l'on craint que les dimensions réduites de la veine fluide n'aient faussé les mesures.

Les souffleries à grande vitesse et les souffleries verticales pour l'étude de la « vrille »

A côté de ces tunnels géants, on trouve au *N. A. C. A.* : une soufflerie à veine rectangulaire, de 2 m sur 3 m, réservée plus particulièrement aux essais des dispositifs hypersustentateurs et à l'étude de la stabilité des appareils ; un tunnel à basse température ; deux souffleries à très grande vitesse, l'une de 28 cm de diamètre, l'autre de 60 cm. Cette dernière permet de mettre en évidence l'influence de la compressibilité de l'air et les variations de pression qui prennent naissance au passage des ondes de choc (1).

Ces souffleries ont, elles aussi, été jugées insuffisantes et le *N. A. C. A.* a achevé récemment, à Langley Field, la construction d'une nouvelle soufflerie où, dans une veine de 2 m 40 de diamètre, la vitesse de l'air peut varier entre 140 km/h et 850 km/h. Ce tunnel servira pour des mesures de résistance et de portance à effectuer sur des maquettes d'ailes peu réduites, à des vitesses égalant et même dépassant celles aujourd'hui atteintes par les avions rapides en piqué — vitesses pour lesquelles la compressibilité de l'air commence à jouer un rôle important.

Enfin, Langley Field possède encore deux souffleries verticales où s'effectuent, entre autres, des études tout à fait originales sur la « vrille » (2). Dans l'une, dont la veine d'expérience mesure 1 m. 50, les modèles sont fixés sur une balance qui mesure les six composantes des forces aérodynamiques et leurs moments pour toutes les valeurs de l'angle d'attaque, de la vitesse de rotation du modèle, etc. Dans l'autre soufflerie, de 4 m 50 de diamètre utile, est étudiée la vrille libre. L'air est aspiré de bas en haut par une hélice placée au sommet et traverse une série de toiles métalliques qui régularisent son écoulement. Sa vitesse peut atteindre 80 km/h et est d'ailleurs réglable pour maintenir les maquettes, abandonnées librement dans le tunnel, en face de la chambre d'observation. Les parois de celles-ci sont vitrées, de sorte que l'on peut observer à loisir le comportement de ces maquettes, les photographier et même les cinématographier (comme sur la couverture de ce numéro). Les maquettes, de construction très légère, ont environ 50 centimètres d'envergure et sont faites de bois évidé recouvert de papier transparent. Elles sont équilibrées au moyen de grains de plomb judicieusement répartis

et portent, en outre, un mouvement d'horlogerie qui actionne les gouvernes en déclenchant au même instant un signal pour que les observateurs soient instruits du changement. Ainsi peut-on étudier séparément l'influence de la position des ailerons, de leur manœuvre lente ou brusque sur la « sortie » de la vrille. A la fin de l'essai, les maquettes tombent dans un filet à la partie inférieure de la chambre d'expériences.

La centralisation de la recherche aéronautique, facteur de progrès aérien

Après cette rapide description des installations aérodynamiques de Langley Field, il faudrait, pour couvrir tout le domaine où s'exerce l'activité du *N. A. C. A.*, parler maintenant du bassin (1) où s'effectuent les essais des flotteurs et des coques d'hydravions, dont la longueur vient d'être portée à 870 m et où on peut réaliser des vitesses de l'ordre de 130 km/h ; du laboratoire pour l'étude des phénomènes de combustion et de détonation (2), et l'essai des moteurs à carburation et à injection d'essence ; du laboratoire des essais en vol, complément indispensable des souffleries ; du laboratoire spécialisé dans la mise au point des instruments de vol, pour la navigation comme pour le contrôle permanent de l'alimentation des moteurs, etc. Une telle description dépasserait de beaucoup le cadre de cet article ; celle des souffleries suffit déjà à montrer avec quelle minutie sont poussées l'organisation et la spécialisation de chaque organe en vue d'en obtenir le maximum de rendement immédiat et d'éviter tout double emploi. Dans le domaine des transports aériens, un spécialiste averti des questions aéronautiques, M. Verdurand, soulignait ici même (3) que la supériorité de l'aviation commerciale américaine devait être attribuée avant tout à l'organisation rationnelle et aux méthodes d'exploitation du réseau aérien américain. Dans la conduite de la recherche aéronautique, orientée systématiquement vers les solutions directement applicables par les constructeurs, se manifeste ce même esprit éminemment pratique qui préside à toutes les réalisations d'outre-Atlantique. C'est aux méthodes qui y sont appliquées qu'il faut attribuer avant tout les résultats hors de pair obtenus aujourd'hui par l'aviation américaine.

JEAN BODET.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 215.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 272.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 119.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 245.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 435.

LE COMBAT AÉRONAVAL DE DEMAIN

L'AVIATION, avons-nous dit ici à maintes reprises (1), a bouleversé les conditions tactiques et stratégiques de la guerre sur mer. La Grande-Bretagne — dont la flotte est encore la plus puissante du monde — a été l'une des premières à tirer les conclusions de cette évolution.

Qu'on en juge, d'après certaines constatations : en 1937, le porte-avions a pris une place prépondérante dans l'ordre de bataille, et ses appareils partant de son pont d'envol attaquent les objectifs désignés par le commandement avec cette rapidité qui caractérise les nouveaux engins en mettant à profit soit les brumes de l'aube, soit les fumées artificielles savamment disposées à cet effet (2). Pour protéger les unités navales contre ces attaques aériennes (à la bombe), les ingénieurs des constructions navales renforcèrent, nous l'avons déjà montré (3), la protection des ponts cuirassés et améliorèrent simultanément la structure interne du navire (compartimentage). Cette défense passive a été efficacement complétée par la mise en service de nouveaux bâtiments (que les Anglais dénommèrent *anti-aircraft cruiser*). Ce sont, en quelque sorte, des batteries flottantes antiaériennes équipées d'armes automatiques et semi-automatiques (comparables à celles de la D. C. A. terrestre) et dont la puissance de feu (cadence accélérée du tir contre avions) est particulièrement redoutable pour l'assaillant, surtout avec la précision obtenue depuis peu grâce aux nouveaux instruments utilisés dans l'artillerie antiaérienne. Cette récente innovation permettra de se rendre compte de la valeur défensive de ce mode de barrage et des nouveaux dispositifs d'alerte qui les déclenchent en quelque sorte quasi automatiquement. L'aviation maritime britannique a parallèlement porté son effort sur le perfectionnement des procédés et doctrines d'attaque par formations groupées d'appareils confiés à des pilotes particulièrement entraînés à ce genre de « sport ». Ce sont en général des biplaces, très rapides et très maniables, qui arrivent à des vitesses impressionnantes au ras du sol sur le point

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 397.

(2) L'emploi, sur mer comme sur terre, des fumées et brouillards artificiels (produits fumigènes) se généralise de plus en plus au cours des opérations. Ainsi, aux récentes manœuvres italiennes au Veneto, les chars de combat franchirent en colonne une rivière dissimulée par un rideau fumigène, ce qui leur permit de surprendre l'adversaire dont les observateurs n'avaient pu apercevoir, à temps, le « mouvement » des unités mécanisées.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 34.

visé avec une exactitude qu'on peut qualifier de surprenante. N'a-t-on pas vu, au cours des manifestations acrobatiques à Hendon, cette année même, une escadrille de six de ses pilotes d'attaque arriver droit au sol et se redresser aussitôt après avoir « cueilli »... six mouchoirs disposés sur des cordes, comme autrefois les écuyères dans leurs exercices équestres ? Lancer un projectile approprié sur un char de combat en évolution constitue également un exercice du même ordre dont on peut prévoir les effets tant sur le champ de bataille que sur les routes de ravitaillement. Une attaque exécutée comme il vient d'être dit serait tellement foudroyante que la riposte de l'ennemi ainsi surpris serait quasi inopérante ; seule, son aviation de chasse pourrait compliquer sa « retraite » sa mission une fois remplie. Du reste, la maîtrise des pilotes de la *Royal Air Force* est bien connue, et nul doute que ces nouveaux « procédés » de guerre aérienne ne leur donnent une supériorité — tout au moins momentanément — que les spécialistes reconnaissent indiscutable.

L'Amirauté anglaise transforme aussi actuellement la composition de ses escadres de surface en y incorporant des navires spéciaux rapides dont la mission consiste à débarrasser l'itinéraire des flottes des mines sous-marines destinées à les détruire. Les croiseurs antiaériens suivent ces « nettoyeurs » de la route, puis viennent les *navires porte-avions* (de gros tonnage allant de 19 000 t à 22 500 t) et les *bâtiments de ligne* (cuirassés de 29 000 t à 35 000 t en attendant mieux, puisque les Nippons, avant l'ouverture des hostilités sino-japonaises, envisageaient des cuirassés de plus de 50 000 t), qui constituent le corps de bataille proprement dit.

Le commandement en assure la protection sur les flancs non seulement par des croiseurs légers et rapides (de 4 000 à 8 000 t), mais aussi par des navires de conception nouvelle (du type tout récent *Tribal*) que l'on peut considérer comme des *super-destroyers*. Nous aurons l'occasion d'y revenir lorsque l'Amirauté sera moins discrète à leur égard. Pour compléter cette protection active des grosses unités (bâtiments composant le corps de bataille), les Anglais utilisent en outre ces torpilleurs très rapides et de faible tonnage (de l'ordre de 1 300 t au maximum) et ces récents *canots-torpilleurs* à très grande vitesse (plus de 80 km/h par mer calme, soit près de 42 nœuds) qui, maintenant mis au point, peuvent torpiller (*en profondeur*)

tout adversaire de surface grâce à leurs deux tubes lance-torpilles de 555 mm filant 45 nœuds minimum et d'une portée dépassant 5 000 m (1). Ils sont également pourvus de dispositifs à produits fumigènes pour créer ces rideaux de brouillards artificiels de sécurité et protéger ainsi les flottes évoluant pour exécuter les mouvements prescrits par le commandement. Grâce aussi à des détecteurs récemment perfectionnés (2), elles peuvent, de plus, être immédiatement et automatiquement averties des « menaces » sous-marines qui viendraient à se manifester dans un rayon appréciable (le submersible étant éloigné de 6 à 8 km de son objectif mobile).

Tels sont les éléments (navigant en surface) que comporte, en 1937, une escadre vraiment moderne d'après les nouvelles conceptions britanniques. Celles-ci consistent nettement à admettre désormais que les bâtiments de surface doivent agir en liaison constante avec les éléments des forces aériennes, constitués en majeure partie par les avions de chasse appartenant soit au navire porte-avions, soit à l'aviation embarquée sur les navires pourvus de catapultes. Une escadre pourra donc disposer d'une aviation maritime comprenant dès maintenant jusqu'à 200 appareils et en outre, prochainement, de formations d'autogires (3) dont le rôle sera de survoler la flotte de surface à la verticale en vue et de la protéger — par en dessus — et de surveiller les abords. Les Anglais auraient, en effet, mis au point tout dernièrement des autogires d'un nouveau modèle qui sont précisément destinés à de telles missions et entreront prochainement en escadre. Avertie par ces observateurs « au point fixe », la direction du tir (D.C.A.) serait ainsi en mesure — on peut dire instantanément — de déclencher le feu de ses 150 pièces antiaériennes — canons spéciaux de divers calibres s'échelonnant (4) de 37 à 150 mm —

(1) De nouvelles torpilles (en Allemagne notamment) seraient depuis quelques années à l'étude pour les rendre invisibles (suppression du sillage produit par les bulles d'air comprimé servant à la propulsion de l'engin).

(2) Le principe de cette détection est en quelque sorte une télémétrie microphonique. Deux microphones, situés l'un à bâbord, l'autre à tribord, permettent d'entendre, dans les écouteurs, l'onde sonore sous-marine provenant de la torpille ou du submersible. De la différence d'intensité perçue aux écouteurs on déduit la direction de la source de l'onde sonore.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 405.

(4) Il existe depuis peu en Angleterre des nouveaux canons automatiques de 20 m/m (genre « Vickers ») rappelant les « Breda » italiens qui, très efficaces contre les tanks, sont, depuis le début de cette année, en usage sur le front espagnol. Ils ont l'avantage de pouvoir perforer les revêtements blindés d'une certaine épaisseur (jusqu'à 1 cm) et leur tir est aussi rapide que précis. Leurs projectiles explosifs sont à culot phosphorescent (lumineux) pour pouvoir régler

et de ses mitrailleuses lourdes — calibre 13 et 25 mm — jumelées et dont les derniers modèles sont à accélérateurs (1). Ainsi un véritable barrage de projectiles peut être « dressé » contre tout assaillant aérien même « piquant » sur le navire qui constitue un but essentiellement mobile (2).

Reste un point à mettre en évidence : pour disposer du personnel nécessaire (en nombre et en valeur professionnelle) au fonctionnement de ces armes nouvelles, l'Angleterre éprouve, dès maintenant, certaines difficultés de recrutement. Si, en effet, les matériels se perfectionnent sans cesse, ils exigent des spécialistes de plus en plus nombreux et de mieux en mieux entraînés. Or, l'Angleterre n'ayant pas, pour former ses armées de terre, de mer, de l'air, le service obligatoire, éprouve par suite certaines inquiétudes en ce qui concerne les effectifs. Tant que la Grande-Bretagne n'aura pas, comme les autres grandes puissances européennes, le service militaire pour tous, elle ne saurait rivaliser avec elles à ce point de vue. Déjà pour son armée de terre — si réduite, — aucune comparaison n'est possible avec les autres nations militaires telles que l'Allemagne, la France, l'Italie (pour ne citer ici que les puissances occidentales), mais dès aujourd'hui se pose le problème de ses effectifs pour ses forces navales et aériennes. A notre avis, les moyens auxquels elle recourt actuellement ne seront pas suffisants, il faudra en arriver à d'autres solutions... en dépit de l'hostilité de l'opinion anglaise au service militaire obligatoire.

plus aisément le tir de ces pièces spéciales. Une autre fabrique d'armes automatiques très réputée en Suisse (Oerlikon) construit aussi des modèles perfectionnés et variés de calibres allant de 20 à 26 m/m. Certains canons automatiques possèdent, dit-on, des qualités remarquables quant à la vitesse initiale de projectile, la puissance de leur pénétration, et aussi la cadence et la précision du tir, etc. L'un de nos collaborateurs, au cours d'un séjour en Espagne, a constaté que de nombreux exemplaires de cette artillerie toute moderne avaient été livrés aux armées en présence dans la péninsule ibérique. Il existe également d'autres nations qui sont équipées avec des matériels Oerlikon. Nous en reparlerons en temps opportun. Il y a lieu de constater à ce propos que dans certains pays de puissance militaire secondaire et bénéficiant de la neutralité, certaines sociétés industrielles se sont spécialisées dans la fourniture du matériel de guerre aux autres pays. C'est le cas de la Suisse (avec la Société Oerlikon), de la Suède (avec la Société Bofors), de la Tchécoslovaquie (avec la Société Skoda), pour ne citer ici que trois exemples.

(1) Dans une mitrailleuse ordinaire, le recul de la culasse mobile est freiné par un ressort récupérateur dont la détente assure par la suite le retour de la culasse. Dans le type à accélérateur, l'action de l'amortisseur de recul peut être réglée pour diminuer le temps nécessaire à la remise en batterie et, par suite, accélérer la cadence de tir.

(2) Il ne saurait être question ici des navires au repos. C'est un autre problème de protection qui se pose alors et nous aurons l'occasion de présenter ici les progrès réalisés dans ce domaine (abris, etc.).



L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

La stabilité de route des voitures à propulsion arrière et à traction avant. — Comment s'opère un freinage rationnel sur les quatre roues d'une automobile. — Cylindres en ligne ou en V.

La stabilité de route des voitures à propulsion arrière et traction avant

Il y a quelques mois, nous avons ici même analysé (1) une conférence d'un éminent spécialiste allemand de l'automobile, M. Röhr, où étaient présentés quelques-uns des arguments qui, d'un point de vue théorique ou pratique, militent en faveur de l'une ou l'autre des deux formules de construction actuellement en compétition : traction avant et propulsion arrière. Une importante contribution vient d'être apportée à l'étude de la stabilité de route des deux types de voitures par un ingénieur français, M. de Sèze, dont nous allons, en laissant naturellement de côté tout l'appareil mathématique qui l'accompagnait, résumer la communication présentée tout récemment à la Société des Ingénieurs de l'Automobile.

La stabilité de route d'une voiture, telle que la définit M. de Sèze, est « sa capacité de résistance aux efforts qui tendent à l'écarter du trajet déterminé cinématiquement par le roulement sans glissement des roues », autrement dit de la route déterminée géométriquement par l'angle de braquage des roues avant. Cette définition ramène le problème de la stabilité de route à un problème de dérapage. Plus exactement, il s'agit de déterminer, d'une manière aussi précise que possible, la limite à partir de laquelle le dérapage se produira, et pour cela, d'évaluer minutieusement, en faisant appel à toutes les ressources de la mécanique rationnelle, les forces qui s'exercent sur le véhicule.

C'est là une tâche qui, *a priori*, peut paraître superflue. Le « bon sens » ne suggère-t-il pas que la cause est entendue et qu'il est manifeste que la direction de la voiture à propulsion arrière est instable, puisque le véhicule est pris entre des forces croisées : effort moteur appliqué au milieu de l'essieu arrière, d'une part, inertie, résistance de l'air, frottements dirigés en sens inverse et appliqués en des points situés en avant de l'essieu arrière, d'autre part ? Au contraire, la voiture à traction avant doit être stable puisque l'effort moteur est appliqué au milieu de l'essieu avant, tandis que le point d'application des forces résistantes est situé notablement en arrière. La voiture

doit donc s'équilibrer naturellement entre ces forces agissant en sens opposés.

Ce raisonnement, d'apparence inattaquable, est pourtant inexact comme le montre une étude plus approfondie de la question. M. de Sèze nous donne d'ailleurs un exemple caractéristique, emprunté au domaine de l'automobile, de l'erreur que l'on s'expose à commettre par un jugement hâtif et superficiel.

Supposons une voiture, préalablement lancée, dont on bloque les freins arrière. Le « bon sens » indique que, puisque la force d'inertie, appliquée au centre de gravité, tire vers l'avant et que les forces de frottement, appliquées aux roues arrière glissant sur le sol, tirent vers l'arrière, la voiture va continuer à rouler en ligne droite. En fait, chacun sait que le blocage des roues arrière provoque un tête à queue immédiat. Au contraire, quand ce sont les roues avant qui sont bloquées, malgré le « bon sens » qui veut que la voiture tourne sous l'effet des forces croisées, non seulement elle continue à suivre une route droite, mais même elle refuse de virer, quel que soit le braquage des roues avant.

Mais revenons à la stabilité de route. Pour la chiffrer, M. de Sèze a étudié, d'une part, les sollicitations que subissent les essieux et, d'autre part, les limites des forces de frottement qui retiennent la voiture sur sa trajectoire. Les forces extérieures appliquées à la voiture sont la pesanteur, la résistance de l'air, les réactions verticales et horizontales du sol. Il faut leur ajouter le système assez complexe des forces d'inertie qui tient compte des mouvements d'accélération ou de ralentissement, ainsi que de la rotation du véhicule dans un virage. On arrive ainsi à une expression mathématique du « coefficient de dérapage » de chaque essieu, ensemble fort complexe et dont la discussion est fort longue, car elle comporte l'étude de multiples paramètres. Voici, cependant, pour trois cas-types, les conclusions de M. de Sèze :

Pendant la marche en ligne droite, la propulsion arrière est avantageuse, car, au moment des accélérations, l'essieu arrière est surchargé tandis que l'essieu avant est déchargé. Ainsi l'adhérence augmente quand l'effort moteur augmente, ce qui n'est pas le cas, au contraire, pour la traction avant.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 246, page 486.

En outre, dans la marche rapide à vitesse constante, la résistance de l'air engendre une surcharge de l'essieu arrière qui favorise encore la propulsion arrière.

Pendant les virages à grand rayon, décrits à vitesse élevée, la force centrifuge peut devenir importante et, dans le cas de la propulsion arrière, un effort moteur modéré stabilise l'essieu arrière, tandis que l'exagération de cet effort provoque le dérapage (l'effort moteur optimum est évidemment d'autant plus faible que le virage est pris plus rapidement). Dans le cas de la traction avant, au contraire, un effort moteur même faible a toujours une influence défavorable sur le coefficient de dérapage des roues avant, tandis que l'essieu arrière s'en trouve stabilisé. Dans l'ensemble, la traction avant serait ainsi, dans les virages à grand rayon, moins avantageuse que la propulsion arrière ; à vrai dire, cette infériorité, déjà réduite pour une voiture longue et basse, le serait encore plus aux grandes vitesses. Alors, avec les deux modes de propulsion, un effort moteur très faible suffit pour provoquer le dérapage.

Enfin, pour des virages à rayon très petit, de l'ordre de 8 à 10 m, la traction avant jouit d'un avantage manifeste du point de vue dérapage ; malgré tout, il ne peut s'agir, dans ce cas, que de vitesses toujours peu élevées.

Mais il est un autre aspect du problème de la stabilité de route qui intéresse directement l'usager, du point de vue de sa sécurité : comment se comporte une voiture, une fois le dérapage amorcé, suivant son mode de propulsion ? Quelle sera la plus facile à redresser ?

Prenons d'abord le cas de la *propulsion arrière*. Le dérapage de l'essieu arrière peut se produire lorsque l'effort moteur est trop grand ; il suffit, en sentant l'arrière chasser, de couper les gaz. Inversement, nous avons vu que, dans un virage, l'application d'un effort moteur très léger peut améliorer la situation ; en pratique, cet effet reste faible, et c'est avec le volant qu'il faut se « défendre ». Quant à l'essieu avant, s'il vient à déraquer, on aura la ressource de supprimer l'effort moteur pour supprimer la décharge dynamique sur l'avant et, si la voiture le permet, de serrer les freins arrière. En somme, on ne peut guère utiliser l'effort moteur pour combattre le dérapage.

Dans le cas de la *traction avant*, lorsque l'essieu avant dérape, la situation diffère profondément de celle du paragraphe précédent du fait que le conducteur, en braquant ses roues, peut faire tourner la réaction due au frottement de glissement : il peut donc continuer à diriger la voiture, mais en braquant ses roues d'un angle plus grand que l'angle strictement nécessaire du point de vue géométrique. C'est effectivement ce que font de nombreux conducteurs de voitures à traction avant, le plus souvent sans

s'en rendre compte, car la manœuvre de braquage supplémentaire des roues est instinctive. A ce moment, l'indicateur de vitesse donne des indications erronées (puisqu'il indique la somme des vitesses de progression et de patinage) et, du fait du patinage, on use à la fois les pneumatiques et la route. En outre, si, en cours de virage, le conducteur coupe brusquement les gaz, les roues avant, cessant subitement de patiner, retrouvent leur adhérence transversale et, étant donné leur braquage exagéré, font « engager » la voiture vers l'intérieur du virage — constatation contraire à ce qu'annoncerait le « bon sens ». Pour ce dernier, « la traction avant aide à virer » ; la suppression de l'effort moteur devrait donc « ouvrir » le virage, et non pas faire embarder la voiture vers l'intérieur, comme le raisonnement ainsi que l'expérience le démontrent. Pour combattre le dérapage de l'essieu arrière, la traction avant est également supérieure, en théorie du moins, à la propulsion arrière, puisqu'on peut provoquer une surcharge dynamique de l'arrière en augmentant l'effort moteur. En pratique, cette manœuvre ne semble guère être à la portée que des conducteurs très entraînés.

Cette étude impartiale de la stabilité de route comparée des voitures à traction avant et à propulsion arrière met en évidence les avantages et les inconvénients propres à chaque formule, et réhabilite, en particulier, le mode de propulsion classique trop souvent accusé d'instabilité et d'imprécision. En fait, les deux procédés semblent assez sensiblement équivalents en moyenne. Aussi bien, le choix du mode de propulsion n'est-il qu'un des nombreux facteurs qui exercent leur répercussion sur la tenue de route des véhicules et la sécurité des usagers.

Comment s'opère un freinage rationnel sur les quatre roues d'une automobile

Le freinage sur les quatre roues d'une automobile fit son apparition au Salon de Paris 1921 (1) ; ses avantages sont aujourd'hui indiscutés. Cependant, une question demeure : c'est de savoir s'il y a un réel intérêt à utiliser certains nouveaux dispositifs qui, placés dans la timonerie des freins, permettent de modifier (selon les circonstances) la répartition de l'effort du freinage entre les roues arrière. Le but ainsi poursuivi étant de provoquer une *décélération* (2) maximum par les quatre roues, avant que celles-ci ne soient bloquées, il va de soi que l'effort du freinage admissible sur les roues est limité par leur adhérence, celle-ci étant elle-même fonction de leur charge. Or, cette charge varie notablement au moment d'un coup de frein, le corps tout entier de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 60, page 67, et n° 63, page 141.

(2) La *décélération* (retardement ou accélération négative) est égale à la diminution de vitesse du véhicule par unité de temps (seconde).

la voiture, entraîné par la force d'inertie, étant projeté en avant. Ce « transfert de poids », proportionnel à la fois au poids total de la voiture, à la hauteur du centre de gravité par rapport à l'empattement et à la décélération (1), peut être considérable. Les calculs effectués (*T. A. A.*, octobre 1937) pour une voiture de 2 000 kg dont les essieux supportent, en marche normale, 1 000 kg chacun, et dont le centre de gravité est à une hauteur égale au quart de l'empattement, montrent que, pour un freinage 100 % (décélération égale à g) la charge de l'essieu avant atteint 1 500 kg, celle de l'essieu arrière 500 kg seulement. Dans ces conditions, les roues arrière sont bloquées à partir de 55 % du freinage (2) et la voiture risque de dérapier, ainsi que l'ont montré, il y a plus de trente ans, Weiher et Richemond (3). Les dispositifs de répartition du freinage, qui entrent en jeu dès que la décélération dépasse 50 %, interdisent tout effort de freinage supérieur à la valeur critique à l'arrière, tandis qu'ils l'augmentent à l'avant.

Dans la pratique, cependant, cette solution séduisante en principe se révèle beaucoup moins efficace. D'une part, en effet, le coefficient de frottement entre le pneu et la route étant inférieur à 1, les roues avant peuvent être bloquées avant que le freinage 100 % soit atteint. D'autre part, le centre de gravité des voitures modernes étant plus bas que celui envisagé dans l'exemple ci-dessus, le transfert de poids vers l'avant et, par suite, l'adhérence sont plus faibles. Comme enfin, à l'usage, les 9/10 des coups de freins sont inférieurs à 50 % du maximum, il semble donc que, au seul point de vue du blocage des roues, le dispositif n'aboutisse pas entièrement à la solution cherchée.

Cependant, c'est une autre considération qui milite en sa faveur : la modification de l'effort exercé sur la pédale, qui intéresse directement le conducteur. En effet, si jusqu'aux 50 % du freinage, rien n'est modifié, par contre, à partir de ce moment, où le dispositif entre en action, l'effort exercé sur

la pédale — pour un freinage donné — est double de celui qui serait nécessaire sans ce répartiteur. Or, comme les grands efforts sur la pédale correspondent précisément aux cas d'arrêt d'urgence, cet accroissement relatif de l'effort exigé procure une sensation de sécurité.

Ainsi, on peut conclure que la sécurité s'accroît avec l'agrément de la conduite de la voiture, dont les freins peuvent être réglés pour ne solliciter qu'un faible effort du pied dans la majorité des cas où s'effectue une circulation normale.

Cylindres en ligne ou en V

EN dépit de certaines affirmations cherchant, semble-t-il, à nous faire croire que la construction automobile tendrait à revenir au moteur 6 cylindres en ligne (moins encombrant que le 8 cylindres en ligne), nous persistons à envisager ce dernier comme convenant particulièrement aux grosses et même aux moyennes cylindrées (au delà de 3,500 litres) pour les raisons que nous avons indiquées antérieurement. Si on consulte la « statistique » américaine, si précise et si complète, nous constatons, en effet, que, l'an dernier, sur 4 millions 454 530 véhicules à traction mécanique routiers fabriqués aux Etats-Unis, on comptait : près de 12 % de moteurs à 12 cylindres ; 47,27 % de 8 cylindres ; 38 % de 6 cylindres ; 1,30 % de 4 cylindres. Il se pourrait que certains constructeurs eussent intérêt à établir des moteurs à nombre de cylindres moindre pour des raisons d'économie dans leur fabrication, mais cela ne concerne pas le point de vue technique. L'industrie automobile américaine, qui produit à elle seule deux fois plus de moteurs que le reste du monde entier, ne paraît pas — du moins pour l'instant — s'orienter dans cette voie de restriction du nombre des cylindres. Pour le 8 cylindres, le moteur en V, même en Amérique, demeure donc l'exception, sauf pour quelques modèles de la « General Motors », et une voiture de moyenne cylindrée fabriquée à bon marché en très grande série et vendue à bas prix. Cela ne diminue du reste en rien ses qualités mécaniques, dont quelques-unes sont remarquables (accélération, consommation réduite, etc.).

(1) Evaluée en « pour cent », en prenant pour unité, 100 %, une décélération égale, en valeur absolue, à l'accélération due à la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m par s}^2$.

(2) Si le coefficient de frottement entre le pneu et la route est égal à 1.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 60, page 68.

Veut-on se faire une idée exacte, d'après le plus grand illustré de la Presse française, de l'accroissement des prix de fabrication qui érase littéralement l'exploitation des publications périodiques ? Le papier est passé, en moyenne, de 277 f (aux 100 kg) de janvier 1936 à 435 f pour 1937, soit 57 % de hausse. Les salaires de mai 1936 à fin 1937 représentent une augmentation de 45 à 100 %, suivant les catégories d'emplois. Les fournitures (générales) se décomposent comme suit : 55 % de hausse sur les encres ; 45 à 75 % sur les combustibles (suivant les catégories utilisées) ; quant au fuel oil, son prix est aujourd'hui majoré de 150 % ! Les métaux (pour composition, machines, etc.) accusent en moyenne 70 % de hausse. Mais l'Etat aussi intervient lourdement : 110 % pour les tarifs postaux à l'intérieur du pays ; 18 % pour l'expédition hors frontières. Certains de ces tarifs ont quadruplé d'une année à l'autre. Nous mentionnerons pour mémoire la taxe à la production pour certains achats, les quarante heures de travail hebdomadaires, les congés payés, etc. On est porté à faire remarquer ici que les lois sociales n'ont pas grevé aussi lourdement l'exploitation d'un journal ou d'un périodique que la répercussion profonde du prix des matières premières et fabriquées telles que le papier. Celui-ci, qui constitue avec la composition et l'impression la principale dépense, a subi une hausse exagérée et qui apparaît, à certains bien renseignés, comme injustifiée.

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 et industriel 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.

Hélium et plongées sous-marines

IL est exact que de toutes récentes expériences ont été tentées, par deux scaphandriers américains, en vue d'étudier le « comportement » de l'organisme humain au sein d'atmosphères de plus en plus comprimées. Ce problème présente une importance dans le cas des scaphandres souples, car pour éviter au scaphandrier d'être écrasé par la pression de l'eau, il faut lui envoyer de l'air respirable sous une pression *équilibrant* celle de l'eau. Dans de telles conditions, le maximum de profondeur pratiquement atteinte ne dépasse guère 40 m, non seulement à cause de la difficulté de respirer sous une telle pression (5 fois supérieure à celle de l'atmosphère qui nous entoure), mais aussi par suite de l'oxydation du sang qui, en présence de l'oxygène comprimé, est beaucoup plus rapide ; enfin, au point de vue du danger présenté au cours de la remontée du scaphandrier à l'air libre. Cet air contient en volume 79 % d'azote pour 21 % d'oxygène. Or, chacun sait que le sang possède la propriété de dissoudre l'azote en quantités croissantes avec la pression de ce gaz. Si le plongeur, ayant respiré de l'air comprimé, se retrouvait *brusquement* à la pression atmosphérique, l'azote dissous dans le sang se dégagerait alors d'une façon tumultueuse, d'où accidents de la circulation sanguine parfois mortels. La remontée doit donc être effectuée très lentement ; on admet que ce mouvement ascensionnel doit être arrêté chaque fois que la pression a diminué de moitié.

Cette opération nécessite un temps considérable (1 h 35 mn si l'on part de 40 m), et cependant le séjour à cette profondeur ne peut excéder normalement 1 h 30 mn environ. C'est pourquoi, aux très grandes profondeurs, on emploie des scaphandres rigides où la pression peut être maintenue à peu près normale (1). Le but des dernières expériences américaines était précisément d'étudier s'il n'était pas possible de remédier aux inconvénients provoqués par l'azote. MM. E. Mohl et D. Craig se sont enfermés dans une cloche pneumatique où l'azote de l'air était remplacé par de l'hélium (2). Dans ces nouvelles conditions, ils ont pu,

sans aucun inconvénient, revenir à la pression atmosphérique en *deux minutes*, après avoir respiré cette atmosphère spéciale cependant comprimée à quelques kg/cm² (l'augmentation de 1 kg/cm² correspond à un accroissement de profondeur dans l'eau de 10 m). L'emploi de l'hélium permettrait donc aux scaphandriers d'être remontés très rapidement et sans danger. On pourrait également envisager pour les équipages de sous-marins un dispositif de ce genre, ce qui éviterait, au cours des manœuvres de sauvetage, les accidents mortels résultant d'une décompression trop rapide.

Classification des voitures automobiles

LE « Bureau des Normes de l'Automobile » de Paris vient de définir, après entente avec les constructeurs, les divers types de voitures automobiles au point de vue de leur carrosserie, en se basant uniquement sur le nombre de portes et de glaces. Ainsi, toute voiture à 2 portes et à 2 glaces est un *coupé* ; à 2 portes et 4 glaces, un *coach* ; à 4 portes et 4 glaces, une *berline* ; à 4 portes et à 6 glaces, une *limousine*. Cette classification ne concerne que les voitures fermées qui représentent actuellement plus de 90 % de la production totale. Les dénominations ci-dessus peuvent s'appliquer à n'importe quel type en les faisant suivre d'un terme complémentaire : *coupé* avec *spider* ; *coach* décapotable ; *berline* à toit ouvrant, etc... Cette classification ne présente pas, à notre avis, un caractère suffisamment universel pour offrir un réel intérêt. Pour rendre service aux automobilistes, il faudrait établir une classification s'appliquant aux industries européennes et américaines et comportant des comparaisons entre tous les modèles existant dans les différents pays.

Les boues, sources de carburant

C'EST, en effet, à Colombes, près de Paris, qu'on a récemment installé une station expérimentale où un moteur de 30 ch est uniquement alimenté en gaz provenant de la fermentation des boues des eaux d'égout. A Paris, la décantation de ces eaux laisse déposer annuelle-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 168, page 478.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 271.

ment 80 000 m³ de boues riches en eau (75 à 80 %) et en matières organiques. Plus de 2 millions de francs sont dépensés annuellement pour l'enlèvement de ces dépôts qui, par l'azote (produits azotés) et l'acide phosphorique qu'ils contiennent, constitueraient un bon engrais s'ils n'avaient l'inconvénient de colmater les terrains et de dégager en outre des odeurs nauséabondes. Comme l'Angleterre et l'Allemagne, la France poursuit des essais en vue de leur fermentation, phénomène biochimique qui dégage des gaz combustibles, réduit le volume des boues, facilite leur dessiccation ultérieure, et cela sans odeur désagréable. Une telle fermentation — à l'abri de l'air — produit tout d'abord de l'hydrogène, puis du méthane (le plus simple des carbures d'hydrogène) dont on favorise le dégagement par l'adjonction aux boues fraîches soit de chaux, soit de boues déjà « digérées ». Une fois l'opération terminée, les boues sont séchées au moyen du vide ou sur des filtres-presses et peuvent, par surcroît, servir d'engrais. Les gaz recueillis contiennent 70 à 85 % de méthane (gaz très combustible), 9 à 30 % de gaz carbonique, 1 à 7 % d'azote, et un peu d'hydrogène. Leur pouvoir calorifique (6 500 à 9 000 calories par m³) les rend comparables au gaz de houille. On évalue à 14 litres environ par jour et par habitant le volume de gaz que peut fournir ce nouveau procédé de traitement des boues. Les gaz sont utilisés tout d'abord (environ le tiers de la production) pour les besoins de l'usine de transformation (chauffage des fosses de fermentation, force motrice). De plus (à l'exemple de l'Allemagne, à Essen), on fait passer à travers les boues en cours de fermentation le gaz de houille produit par une usine voisine, ce qui transforme l'oxyde de carbone (toxique) en méthane. Le « gaz de boues » débarrassé du gaz carbonique et de l'hydrogène sulfuré peut être alors comprimé et utilisé soit pour l'éclairage, soit comme carburant. A Stuttgart, notamment, une trentaine d'automobiles sont ainsi alimentées pour leur propulsion. Comprimé à 200 atmosphères, dans des bouteilles d'acier — comme pour le gaz d'éclairage (1) — contenant 12 m³, on peut atteindre un parcours de 100 à 150 kilomètres. Par contre, son emploi diminue de 10 % environ la puissance du moteur (par rapport à l'essence), mais la combustion est, dit-on, meilleure ; les gaz d'échappement contiennent moins d'oxyde de carbone, le départ à froid est plus aisé, et l'huile de graissage ne risque pas d'être dissoute par le carburant. A Paris, la production de ce gaz pourrait peut-être atteindre 2 millions de mètres cubes par an, d'où une économie (par remplacement) de 2 000 m³ de carburant liquide, pour les transports urbains par exemple.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 223.

En France, l'industrie de la pêche est en péril

L'INDUSTRIE de la pêche, qui avait besoin d'une longue période de stabilité pour se remettre du choc subi en 1926, n'a pas eu une période de véritable répit, car la dévaluation du franc en juin 1937 lui a porté un nouveau coup. L'aggravation des charges d'exploitation est telle aujourd'hui que les armateurs sont dans l'impossibilité de poursuivre leur exploitation dans les conditions actuelles. Un examen impartial des prix d'achat des principales matières premières suffit à le démontrer : le charbon, qui valait à quai 90 f la tonne en juin 1936, vaut 205 f la tonne (au cours de la livre à 130 f seulement) ; le gas-oil, payé 275 f il y a un an, est vendu 600 f la tonne ; le cordage « Manille » est passé de 5 f le kg à 8 f 60 au 1^{er} juin 1937 ; les câbles d'acier coûtent maintenant 6 f le kg au lieu de 4 f ; les cuirs de chalut sont à 385 f pièce contre 225 f, et ainsi de suite.

Matières premières récupérées

CERTAINEMENT la hausse des cours enregistrée sur les matières premières (1) favorise actuellement les industries de récupération de certains matériaux. Nous avons déjà signalé avec quelle ardeur les sidérurgistes — à l'étranger notamment — cherchaient à acquérir les « ferrailles » provenant de déchets et d'anciennes constructions métalliques (2). L'Amérique, elle aussi, procède ainsi : elle a récupéré près de 500 000 t de vieux cuivre renfermant environ 290 000 t de métal pur, 120 000 t de plomb, 30 000 t de zinc. De son côté, la vieille laine est utilisée en Angleterre pour la confection de tissus.

Projections cinématographiques géantes à l'Exposition

VOICI les quelques précisions techniques demandées au sujet du cinéma panoramique sur l'écran géant de 60 m de large et 10 m de haut installé au Palais de la Lumière (3). Cet écran est constitué par le mur lui-même revêtu d'un premier support de quelques centimètres d'épaisseur (mélange de chaux et de sable), recouvert lui-même de plusieurs couches d'un vernis isolant (4), puis de couches successives de blanc de zinc et, enfin, d'un vernis adhésif sur lequel ont été projetées au pistolet des perles de verre. Le pouvoir réfléchissant est maximum dans un angle de dif-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 452.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 243, page 212.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 364.

(4) Afin d'éviter les réactions possibles du support de chaux et de sable sur l'écran proprement dit.

fusion de 43°, ce qui permet à 4 000 spectateurs d'assister à la projection dans d'excellentes conditions, bien que celle-ci s'effectue en plein air, dans l'ambiance lumineuse de l'Exposition. En ce qui concerne la projection, elle est réalisée au moyen de deux projecteurs à arcs de 250 A sous 70 V, alimentés par une commutatrice de 800 A 110 V et entraînés en synchronisme par un troisième appareil central identique mû par un moteur de 1,5 ch (1). Le projecteur central sert uniquement à la projection sonore pendant la grande projection, ou à une projection lumineuse et sonore sur la partie médiane de l'écran (300 m²), les appareils latéraux étant au repos et leurs faisceaux obturés par un film opaque.

L'homogénéité des plages lumineuses a été réalisée au moyen de condensateurs de lumière concentrant le flux lumineux de l'arc sur la fenêtre de projection.

Rappelons enfin que c'est au dispositif d'anamorphose du professeur Chrétien qu'est dû l'élargissement de l'image dans le sens horizontal, qui autorise l'effet panoramique. Le film utilisé est en effet de 35 mm et non du type « large ».

Ce système optique équipe évidemment les deux caméras utilisées à la prise de vues, afin que l'élargissement de l'image projetée ne nuise en rien à sa fidélité.

La prospection des gaz naturels en Tunisie

LES recherches qui ont été poursuivies en Tunisie en vue d'y révéler la présence de gisements de pétrole, n'ont pas été, en effet, jusqu'ici, couronnées de succès. Par contre, lors du sondage du djebel Kébir, dans la région de Bizerte, de 827 m de profondeur, on vient de rencontrer un dégagement gazeux qui paraît susceptible d'alimenter, en partie, la ville de Bizerte. Ce dégagement, dont la pression atteint 30 atmosphères, débite, par 24 h, environ 3 500 à 4 000 m³ d'un gaz contenant 70 % de méthane, 19 % d'azote, 8 % d'éthane, propane, butane, 3 % d'hydrogène, et dont le pouvoir calorifique est de 10 000 calories. Nous sommes loin, certes, des 650 millions de mètres cubes de gaz combustibles naturels que le sous-sol fournit annuellement au Canada ou des 50 millions de mètres cubes des Etats-Unis qui sont utilisés pour le chauffage et la production de l'énergie (2). Cette découverte est néanmoins importante : reste à savoir si le dégagement se poursuivra longtemps au régime de 1 million de m³ par an.

(1) L'appareil de droite projette sur le côté gauche de l'écran et l'appareil de gauche sur le côté droit.

(2) Les statistiques de ces cinq dernières années montrent que la production de l'énergie a diminué de 10 % pour celle en provenance de la houille, et a augmenté de 60 % pour celle provenant de l'utilisation de gaz naturels.

Aviation japonaise

LE grand raid Japon-Angleterre, accompli en 1937 par le *Vent-de-Dieu*, a mis en évidence les progrès réalisés par l'aviation nipponne. Actuellement, la flotte aérienne japonaise comprend environ 1 800 appareils partagés par moitié entre armée et marine. Pour l'armée, on compte 40 % de chasseurs, 30 % de bombardiers, 15 % d'observateurs, 15 % d'avions pour missions diverses. Parmi les appareils de la marine, il y en a 35 % pour le combat, 20 % pour le bombardement, 25 % pour l'observation, 20 % pour usages divers. Cependant, le quart seulement environ de la flotte aérienne est constitué par des avions modernes, les autres datant déjà de deux à sept ans. Il faut citer notamment : pour la chasse, l'avion de 700 ch de la marine (licence française), qui atteint 400 km/h (train escamotable, hélices métalliques, dispositif hypersustentateur) ; pour le bombardement, le type *Short* (trois moteurs Rolls-Royce de 800 ch) dont l'autonomie remarquable n'est pas inférieure à 5 000 km.

Dans l'ensemble, l'aviation japonaise accuse un retard assez marqué sur les flottes aériennes européennes ou américaines. Toutefois, si la construction mécanique nipponne manque encore d'originalité, elle est particulièrement soignée grâce aux services de recherche aéronautique récemment créés et qui ne tarderont pas à manifester leur influence.

Les ressources en pétrole naturel de l'Empire britannique

LA production totale de pétrole brut de l'Empire britannique s'est élevée, en 1935, à 4 millions 20 000 t, soit 1,8 % du tonnage mondial, en augmentation de 590 000 t par rapport à 1929. La Grande-Bretagne reçoit principalement le naphte de ses Dominions (colonies et territoires sous mandat) de *Trinidad*, de l'*Inde* et de *Bahreïn* notamment. L'île de *Trinidad* (Antilles anglaises) en a produit, en 1935, 1 600 000 t dont les 2/3 environ sont raffinés sur place. L'*Inde britannique* a fourni, toujours en 1935, 1 321 070 t de pétrole, dont 80 % en provenance de *Burmah* (Birmanie, côte est du golfe du Bengale) et environ 50 000 hl d'essence extraite de gaz naturels. Enfin, dans l'île de *Bahreïn* (dans le golfe Persique, à 32 km de la côte d'Arabie), dont l'exploitation pétrolière ne date que de six ans et où quarante forages ont été exécutés, l'extraction pétrolière est passée de 4 428 t en 1933 à 657 143 t en 1936, et l'on prévoit 857 143 t pour 1937. Les autres régions productrices de pétrole faisant partie de l'Empire anglais sont notamment les *Indes orientales* (451 622 t), le *Canada* (189 250 t), pour ne citer que les principales.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Scie électrique AEG

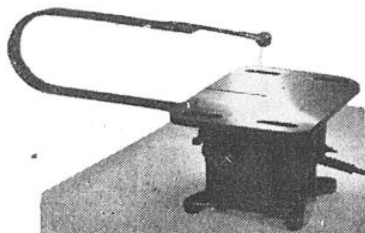
Voici un nouvel appareil qui ne fera pas seulement la joie des amateurs, mais sera accueilli avec enthousiasme par les artisans, petits fabricants, propriétaires d'ateliers de réparations, etc. : la scie électrique AEG.

Le principe sur lequel repose la commande de cette scie est très intéressant. En effet, cette scie électrique fonctionne sans moteur rotatif, mais est actionnée par un diaphragme oscillant.

Avec ce mode de commande, on a supprimé tous les organes mobiles et sujets à l'usure, les paliers délicats, ainsi que les pertes de force motrice dues aux arbres à manivelle et aux roues dentées.

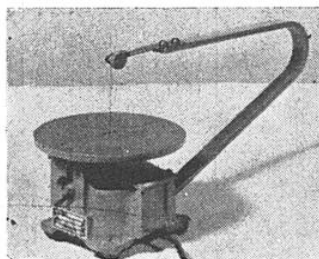
La lame de scie est fixée à l'extrémité supérieure d'un archet et son extrémité inférieure est solidaire d'un fort diaphragme en acier, attiré et repoussé par un électroaimant au rythme des fréquences du courant alternatif du réseau.

La scie électrique AEG fonctionne à raison de 6 000 courses à la minute.



La longueur de la course peut être réglée entre 2 et 8 mm, suivant l'épaisseur des matières à scier.

En raison de sa grande rapidité, cette scie travaille très proprement et permet de découper les courbes à faible rayon ainsi que les arabesques les plus fines.



Il est également possible d'utiliser toute la hauteur de la lame en faisant descendre ou monter la table de sciage. En adaptant une table spéciale, on peut obtenir des coupes obliques.

En outre, il y a lieu de faire remarquer que la vis supérieure de fixation est spécialement travaillée pour limer, ce qui permet d'arrondir les angles et de lisser les bords sciés.

Cette scie se fait en deux modèles : le premier permet de découper du contreplaqué jusqu'à 20 mm, du bois blanc jusqu'à 40 mm, de la bakélite jusqu'à 6 mm et du métal jusqu'à 2 mm d'épaisseur, etc. Avec le deuxième modèle, réservé de préférence aux amateurs, on arrive aux résultats suivants : contreplaqué, 10 mm ; bois blanc, 20 mm ; bakélite, 3 mm ; tôle

d'aluminium, 1 mm ; autres métaux, 0,5 mm.

Ces appareils se branchent sur simple prise de courant du réseau « lumière » (courant alternatif seulement), et leurs prix d'achat sont accessibles à toutes les bourses.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE AEG, 161, rue de Courcelles, Paris (17^e), pour l'importation et la vente en France du matériel de l'Allgemeine-Elektricitäts Gesellschaft (Berlin).

Deux montages de grande classe

Le push-pull 9 lampes de salon. — Destiné à permettre les auditions de haute qualité, sans que soient négligées pour cela la sensibilité et la sélectivité, ce poste à changement de fréquence par deux tubes (glissement de fréquence et blocages évités en O. C.) possède un bloc d'accord Férisol comprenant le commutateur et tous les organes indispensables à un alignement rigoureux. Les bobinages à noyau de fer pulvérisent assurent le meilleur rendement en sélectivité et sensibilité (les M. F. sont accordés sur 472 kc, d'où inutilité d'un présélecteur). Détection et antifading sont assurés par une double diode-triode amplifiant la tension détectée. Une triode séparée permet d'appliquer une tension en opposition rigoureuse de phase aux lampes de sortie du push-pull. Signalons un nouveau procédé de contre-réaction (1) basse fréquence Tellegen qui élimine à la fois les distorsions harmoniques des lampes de sortie et celles de l'ensemble de l'amplification. C'est le poste agréable à entendre par excellence.

Le push-pull grand luxe P. B.-1938. — C'est encore un récepteur à changement de fréquence par deux tubes. La lampe oscillatrice est une pentode (E. F.-6) travaillant en triode (ce qui permet de mieux descendre aux très faibles longueurs d'ondes). L'oscillation locale est reprise par la pentagride série rouge (E. H.-2) ; l'étage M F est équipé avec une pentode (E. F.-5) assurant une grande amplification par l'emploi de filtres de bande judicieusement choisis. Détection et antifading (différé) sont obtenus par une double diode (E. B.-4). L'amplification de la tension détectée est réalisée par la première triode (E. B. C.-3), celle de la tension déphasée par la deuxième triode. Ces deux tensions sont appliquées au push-pull de sortie (deux E. L.-2) qui assure la musicalité maximum même pour la puissance totale (8 W modulés). La contre-réaction totale, compensée dans les notes graves, permet de diminuer la distorsion jusqu'à 1 %. Enfin, il faut signaler le réglage silencieux qui évite totalement les sifflements, crachements, parasites si désagréables entre les stations. C'est le récepteur comportant les perfectionnements les plus modernes pour l'audition des stations proches ou lointaines.

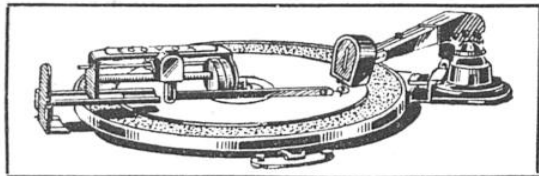
Les essais effectués avec ces montages remarquables ont prouvé l'excellence des résultats que l'on pouvait rationnellement attendre.

RADIO-SOURCE, 82, avenue Parmentier, Paris (11^e).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 435.

Pour enregistrer sur disques la voix ou les émissions radiophoniques

Voici un matériel très simple, et peu coûteux, qui permet, au moyen d'un phonographe mécanique, d'enregistrer sur disques soit la parole, soit les auditions radiophoniques. Il comprend un diaphragme spécial, sensible, et un cornet devant lequel parle l'opérateur. Une aiguille à saphir, placée



L'ENREGISTREUR « EGOVOX »

dans le mandrin du diaphragme, est guidée transversalement par une vis sans fin solidaire du plateau porte-disques. Les disques sont en aluminium et la reproduction s'effectue au moyen d'une aiguille en bois ou en corne (on peut utiliser un pick-up).

Pour enregistrer les émissions radiophoniques, le pick-up est relié à la sortie du récepteur par un condensateur de 0,5 à 2 μ F en parallèle sur le haut-parleur. L'enregistrement microphonique s'obtient en adaptant le micro aux étages B F du poste par un transformateur. Le micro et sa pile sont reliés au primaire et les deux extrémités du secondaire aux bornes normalement réservées au pick-up. On évite l'oscillation B F (effet Larsen) en écartant le micro du récepteur et du pick-up, et en utilisant au besoin des câbles blindés avec blindage à la terre pour la liaison du pick-up et du micro.

SOCIÉTÉ REMO-EGOVox, 1, rue Lincoln, Paris (8^e).

A propos du « Téléampliphone »

Voici, pour répondre à de nombreux lecteurs, quelques précisions au sujet du *Téléampliphone* (1). Nous avons signalé que cet appareil avait résolu le problème de la téléphonie en haut-parleur dans un même immeuble ou entre deux immeubles voisins. Il y a lieu de préciser à ce sujet que, si, en effet, le problème est techniquement résolu et si le *Téléampliphone* permet à tous les interlocuteurs de conserver les mains libres au cours de leur conversation, l'Administration des P. T. T. interdit formellement l'installation entre immeubles voisins, sauf, bien entendu, le cas d'immeubles faisant partie d'un même ensemble (bureaux et ateliers d'une usine, par exemple).

LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE MODERNE, 17, rue de La Rochefoucauld, Paris (9^e).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 246, page xxxiv.

N. D. L. R. — Dans l'article LA SCIENCE DE L'HÉRÉDITÉ — GÉNÉTIQUE — CRÉE A SON GRÉ DES RACES DE VERS A SOIE, paru dans le n° 245 (Novembre 1937) de *La Science et la Vie*, il y a lieu de rectifier la dernière phrase de la colonne de gauche de la page 374. Il faut lire : Mais, si l'hybride vient à produire, à son tour, une génération nouvelle, celle-ci présentera à la fois des pois à graines jaunes et des pois à graines vertes, chacun des caractères-unités reprenant son indépendance.

Un air vivifiant chez soi

Il est reconnu aujourd'hui que les bienfaits de la mer et de la montagne sur la santé sont dus non seulement à la faible absorption par l'atmosphère des rayons ultraviolets émis par le soleil, mais encore à la richesse de l'air en oxygène naissant et en ozone. L'ozone est, on le sait, une variété allotropique de l'oxygène (1) — sorte de condensation — se décomposant lentement en oxygène à la température ordinaire. Il constitue donc précisément une source d'oxygène naissant, donc très actif, qui assure au sang, circulant à raison d'un litre toutes les 6 secondes dans les poumons, une régénération parfaite. Un petit générateur d'ozone, fonctionnant par simple branchement sur une prise de courant, apporte donc à l'atmosphère confinée d'un appartement l'élément vivifiant qui lui fait défaut, l'oxygène naissant, en même temps d'ailleurs que, par oxydation, il détruit efficacement les odeurs désagréables.

PROCÉDÉS OZONAIR, 63, rue de Lancry, Paris (10^e).

Contre le chaud et le froid

Pour maintenir le corps à une température normale, malgré l'excès du chaud ou du froid extérieur, de nombreux sous-vêtements ont été imaginés. Après bien des expériences et études scientifiques, ce problème d'hygiène a été résolu par le gilet *Isotherm*, constitué par un filet à larges mailles nouées (comme un filet de pêche). En effet, les nœuds saillants empêchent tout autre vêtement d'adhérer à la peau et le matelas d'air formé entre celle-ci et les vêtements, permet au corps de

conserver sa température normale. Ainsi sont évités les refroidissements occasionnés par la transpiration. De plus, la couche d'air forme un isolant thermique mettant le corps à l'abri du froid. Enfin, grâce à sa simplicité de fabrication et aux substances textiles employées, ce gilet ne rétrécit pas et peut être lavé sans aucune précaution spéciale. En outre, ces nœuds procurent, par leur frottement sur la peau, l'impression d'un massage continu semblable à celui d'un gant rugueux stimulant la circulation cutanée.

Etablissements JOUVE, 21, rue de Paradis, Paris (10^e).

V. RUBOR.



LE SOUS-VÊTEMENT L'« ISOTHERM »

(1) La molécule d'ozone contient 3 atomes d'oxygène, alors que la molécule de ce dernier élément n'en contient que 2.

LA SCIENCE ET LA VIE EST LE SEUL MAGAZINE DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Le danger aéro-chimique, par le général Poudroux. Prix franco : France, 6 f 40 ; étranger, 8 f 40.

Depuis l'origine du problème posé par la guerre aérienne, l'auteur s'est spécialisé dans l'étude de ce sujet angoissant. Rien n'est, en effet, plus angoissant que de s'attendre — un jour ou l'autre — à périr « par les gaz » ! Voici donc une étude impartiale et bien documentée résultant d'une expérimentation prolongée et de conceptions logiques — parce que scientifiques — présentée par l'ancien commandant du régiment des sapeurs-pompiers de Paris. Il a su faire table rase de conceptions théoriques qui ne résistent pas à un sérieux examen pratique des mesures et dispositifs de défense. Sur ce plan « matériel » des moyens de défense et de prévention, l'auteur a donc clairement résumé ses conceptions personnelles : il en résulte que la mobilisation civile, la mobilisation militaire, la mobilisation industrielle sont solidaires. En dehors de cette interconnexion, il n'y aurait qu'un système de défense incomplet et sans valeur. Les masques filtrants sont, pour les non combattants, plus nuisibles qu'utiles ; contre les produits chimiques inédits, les abris les plus perfectionnés seront inutilisables pour les équipes de défense active ; les caves imparfaitement aménagées sont des lieux à extermination massive ; contre les gaz actuellement connus, le prix de construction d'un système complet et rationnel d'abris souterrains est prohibitif, et encore n'offre-t-il pas la sécurité absolue ! Il n'y a que les « marchands » de masques et les constructeurs d'abris qui ne partagent pas cet avis motivé. Quant aux bombes incendiaires (genre « électron » de fâcheuse mémoire), nous en reparlerons un jour. Ce sont, en effet, des engins redoutables pour les agglomérations. Quoi qu'il en soit, seules la dissémination des populations, l'évacuation rapide préparée dès le temps de paix peuvent atténuer les effets terrifiants du fléau chimique. Quant aux travailleurs de l'arrière (population active qu'on ne peut évacuer), il faut les répartir en unités militarisées et motorisées aptes à se disperser et à se rassembler rapidement au moindre signal. Voilà des idées saines inspirées par le simple bon sens et l'analyse scientifique des faits qui, seule, autorise des prévisions logiques.

Sur les autres mondes, par L. Rudaux. Prix franco : France, 100 f 60 (broché) ; étranger, 108 f 20.

Dans cette magnifique collection de format 32×25 si luxueusement éditée (qui comprend déjà : le Ciel, la Science, l'Homme, les Animaux, les Plantes, la Terre, la Mer, l'Air), voici un magistral ouvrage sur les « Autres Mondes ». L'astronome qui en est l'auteur n'a pas cherché à enrichir notre littérature scientifique d'un nouveau traité d'astronomie ; il a fait mieux, en écrivant un livre d'initiation à la constitution et au fonctionnement du système solaire auquel appartient notre planète. Retraçant avec clarté

et concision l'évolution de la connaissance astronomique depuis les temps les plus anciens jusqu'à nos jours en rappelant les croyances du moyen âge, les découvertes de la Renaissance, les déductions plus logiques des XVII^e et XVIII^e siècles, M. Rudaux nous conduit, sous une forme « aimable » et vraie, à méditer les conceptions modernes de la science. Celle-ci appliquée à notre terre nous la fait considérer maintenant comme un astre du ciel, plongé dans un espace non « borné » et peuplé de milliards de soleils (comme le nôtre, mais notablement différents). L'auteur ne dissimule pas, du reste, au vaste public avide d'accroître le champ de ses connaissances astronomiques que de nombreuses hypothèses se manifestent et se manifesteraient encore : rien n'est définitif dans ce domaine comme dans les autres où s'exerce sans cesse avec sagacité et ténacité la recherche de la vérité. Combien de problèmes demeurent, en effet, sans solution dans une branche aussi conjecturale de la science. Mais ces inconnues, ces hypothèses ne contribuent-elles pas précisément à captiver davantage les esprits « curieux » (au sens latin du terme), et par suite soucieux de connaître ce que nous savons en 1938 sur les autres mondes. On verra ainsi, dans cet ouvrage, quelles sont les énigmes qu'ils proposent « aux découvreurs » des temps présents, armés des puissants instruments d'investigation mis à leur disposition dans les observatoires les plus modernes du monde. Une illustration abondante et souvent inédite accompagne le texte (313 figures, 73 planches tirées en noir, 20 planches tirées en couleurs). Elle constitue un auxiliaire puissant pour la compréhension des théories : grâce aux photographies notamment, il est possible de saisir, en quelque sorte, le spectacle des planètes, des paysages planétaires, des aspects de chacune de ces planètes. L'image soutient ainsi sans défaillance l'intérêt de celui qui lit et regarde le document scientifique et l'œuvre artistique si suggestive. Les profanes se rendront mieux compte ainsi des moyens et méthodes modernes qu'utilisent nos savants astronomes d'aujourd'hui : lunette astronomique, télescope, photographie, analyse spectrale, etc. En un film gigantesque se déroulant à travers l'univers, voici la Lune, Mercure, Vénus, Mars, les petites planètes, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Pluton, le Soleil et les étoiles, pour ne citer ici que les grandes vedettes de l'immense écran astral.

Taschenbuch der Tanks (memento du char de combat), par le major Fritz Heigl. J.-F. Lehmanns Verlag, Munich (Allemagne).

C'est en Allemagne que l'on trouve la littérature technique la plus complète et la plus récente sur les engins motorisés en service dans les armées actuelles, soit comme moyens de combat, soit comme moyens de transport dans la guerre moderne. L'ouvrage *Taschenbuch der Tanks*, par le major et docteur ès sciences techniques Fritz Heigl, qui vient de paraître à Munich, en deux volumes, sur ce sujet, constitue une copieuse documentation technique d'un réel intérêt. Contrairement à une opinion courante, les Allemands ne sont pas aussi réservés

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE au reçu de la somme correspondant au prix indiqué, sauf majoration.

qu'on pourrait le croire en ce qui concerne les « nouveautés » dans leur armement. Il va de soi que les recherches et les essais sont poursuivis en secret (1), mais une fois que les formations sont dotées en matériels neufs, les revues spéciales et les ouvrages militaires consacrent à ces questions une documentation parfois très poussée : description, fonctionnement de ces engins, doctrines d'emploi. C'est précisément le cas des deux tomes de l'ouvrage susvisé où l'on trouve, sous la signature d'un officier supérieur doublé d'un savant technicien, la description des engins les plus modernes existant dans les principaux pays du monde qui ont motorisé et mécanisé leurs armées : depuis la Chine jusqu'aux républiques de l'Amérique du Sud... La partie consacrée à la France est évidemment l'une des plus développées. Les schémas et les photographies illustrant le texte, avec légendes appropriées et détaillées, permettent au lecteur de trouver aisément les caractéristiques de tous les engins présentés. Certains matériels (surtout parmi ceux de constructions étrangères) y sont amplement décrits, avec figures explicatives et schémas cotés qui renseignent immédiatement sur l'importance (encombrement, poids, armement) des engins figurant dans l'ouvrage du major Heigl. Grâce au luxe et à l'abondance de cette illustration, ces deux volumes constituent une sorte d'inventaire mis à jour pour toutes les nations du globe. Un index alphabétique complet permet, du reste, de trouver rapidement les « marques » de ces différents engins qui équipent les formations mécanisées de France, d'Italie, d'Angleterre, d'Allemagne, d'U. R. S. S., des Etats-Unis d'Amérique, etc. Quarante et une nations ont été ainsi « inven-

(1) A titre d'exemple, au point de vue discrétion, nous citerons, dans le domaine des matériels destinés aux unités mécanisées, les essais qui se poursuivent actuellement pour la mise au point des moteurs Diesel et semi-Diesel destinés à la propulsion des chars de combat. C'est un problème du plus haut intérêt pratique sur le champ des opérations.

torisées » au point de vue de leur équipement en chars de combat. L'ouvrage allemand ne comporte pas, en effet, l'étude des engins motorisés, c'est-à-dire de ceux spécialement réservés aux transports de troupes, de munitions, de ravitaillement sur le champ de bataille. Seule, l'arme cuirassée y a trouvé droit de cité — comme moyen de combattre. L'auteur a, du reste, lui-même limité son travail (de 720 pages en deux volumes, avec 640 photographies et 128 schémas et planches dessinés « au trait ») aux sujets suivants : *Wesen der Panzerkraftzeuge* ; *Panzerer Kennungsdienst* (classement par ordre alphabétique, de A à F dans le premier tome ; de G à Z dans le second tome) ; *Panzerzüge und Panzerdraismen*. Il y a lieu de faire remarquer à nos lecteurs que cet important travail documentaire remonte déjà à 1935 ; il n'en constitue pas moins une source précieuse de renseignements inédits, que l'auteur complètera sans doute dans les années à venir en tenant compte des progrès accomplis. L'on sait avec quelle rapidité évolue la technique des armements dans les grandes armées modernes, en tenant compte non seulement des inconvénients et insuffisances constatées sur le terrain (guerres de Chine, d'Espagne, etc.), mais encore des dispositifs nouvellement conçus et réalisés qui « surelassent » si rapidement les anciens modèles en service. *Taschenbuch der Tanks* devra donc être constamment tenu à jour pour poursuivre utilement son œuvre, qui intéresse tous les milieux compétents dans tous les pays.

OUVRAGES A SIGNALER

Au pays du grand silence noir, par André Glory. Prix franco : France, 19 f 80 ; étranger : 21 f 80.

Les diverses applications des accumulateurs électriques, précédé d'une étude sur leur historique, leur constitution, leur entretien, etc., par H. Lanoy. Prix franco : France, 13 f 20 ; étranger, 15 f 20.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
chis.....	{ 6 mois... 28 —		{ 6 mois... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affran-	{ 1 an... 70 f. (français)	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90 f. (français)
chis.....	{ 6 mois. 36 f. —		{ 6 mois. 45 f. —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.*

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 110 fr.
chis.....	{ 6 mois... 46 —		{ 6 mois.. 55 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

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.

Vient de paraître :

NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES

Format 21x29, reliés dos cuir, plat
toile, 1.400 pages de texte. Gravures,
dessins, schémas.

Publiée sous la direction de **M. DESARCES**, Ingénieur E. C. P.,
avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers, de
l'Ecole Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

SEPT MODÈLES DÉMONTABLES
diversement coloriés de **MACHINES**
et **INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES**.

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est
enfin terminée. Elle était depuis longtemps attendue par tous les
ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les
ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont
fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construc-
tion, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de
machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles
qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.

Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques
ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a
permis que d'affleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

trouvera ample matière à enseignement ; il poursuivra sans fatigue et avec
un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes
électriques et leurs féeriques applications.

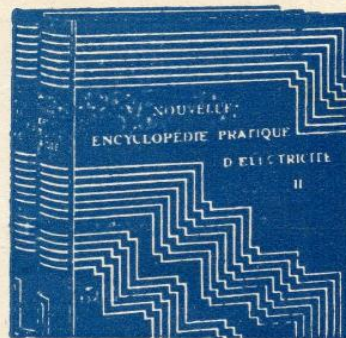


TABLE DES MATIÈRES

TOME I

Phénomènes électriques. Phénomènes magnétiques. — Cour-
ants alternatifs : Simples, Monophasés, Polyphasés. — Effets Phy-
siologiques des courants industriels. Courant à haute fréquence.
— Générateurs et Moteurs Electrostatiques. — L'Electron.
Symboles concernant l'Electrotechnique. — **Dynamos à cou-
rant continu**. Fonctionnement d'une Dynamo. Construction des
Dynamos. Tableaux d'installation. Essai des Dynamos. Dé-
rangement des Dynamos en fonctionnement. — **Alternateurs**.
Fonctionnement. Construction. Tableaux d'installation. Essai
des Alternateurs. — **Moteurs à courant continu**. — Propriétés
générales. Fonctionnement. Installation et Régulation. Essai.
Cause des dérangements. — **Moteurs à courant alternatif**. —
Moteurs Synchrones, Monophasés et Polyphasés. Moteurs asyn-
chrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumula-
teurs** au plomb et alcalins. — **Transformateurs** statiques. Théorie
et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception.
— **Moteurs générateurs** Groupes et commutateurs. Généra-
trices asynchrones. — **Machines spéciales** pour l'amélioration
du facteur de puissance. Moteurs synchrones surexcités. Moteurs
d'excitation avec collecteurs en cascades. Moteurs asynchrones
synchronisés. Moteurs spéciaux à courant alternatif. — **Condens-
ateurs** statiques. — **Redresseurs** à vapeur de mercure. Redres-
seur Tungar. Redresseur à oxyde de cuivre. Redresseur électro-
lytique. Redresseurs à vibreurs. — **Mesures** électriques des cou-
rants, des résistances, de capacité et de coefficient de self induc-
tion, de puissance. Transformateurs de mesures. Etudes des
courbes et des courants alternatifs. Instruments à lecture directe.
— **Compteurs** pour courants continu, alternatif. Etalonnage.
Tarification de l'énergie électrique. — Système de Télécommande.

— **Transmission de l'énergie**. — Distributions. Canalisations
Type de câbles et fabrication, Essais, Pose. Recherches des câbles
posés. Lignes aériennes. Eléments constitutifs. Construction et
exploitation des lignes. Interconnexion des centres de production.
— **Usines centrales**. Usines hydrauliques. Les mesures en
hydraulique. — **Appareils de protection**. Disjoncteurs haute
tension. Protection sélective.

TOME II

Installations électriques dans immeubles et dépendances. —
Règlements. Calcul des canalisations. Appareillage. Outillage et
tours de main. Divers schémas. — **Eclairage**. Etude de la
lumière. Photométrie. Principes généraux. Eclairage des voies
publiques. Lampes à incandescence et à arc. Application de
l'Eclairage aux Locaux, Théâtres, Bibliothèques, etc... — **Trac-
tions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices
et Equipement. Freinage et Récupération. Traction spéciale
par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmis-
sions automatiques multiples, successives. Téléimprimeur. —
Téléphonie. Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automa-
tique. Divers systèmes. — **Radiotélégraphie**. Ondes. Circuits
oscillants et couplés. Lampes à électrodes. Emission. Réception.
Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electro-
chimie et Métallurgie**. Fours électriques. Soudure. — **Elect-
ricité Médicale**. Radiologie. Accidents et traitements. —
Signalisation électrique. Cellules photoélectriques. Applica-
tions. — **Appareils domestiques**. Chauffage. Cuisine électrique.
Production du froid. — **Horlogerie** électrique. — **Ascenseurs**
Monte-charge. — **Distribution** de l'énergie. Appareil. Installa-
tion. Réseaux. Electrification rurale.

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'exprimer en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE
PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ en 2 volumes reliés (21 x 29) au prix de 290 francs
payables aux conditions ci-après :

- 15 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
 - En 3 paiements mensuels de 91 fr. 85 (3 % d'escompte) ;
 - En un seul paiement de 271 francs (6 % d'escompte) à la livraison.
- Chaque commande est majorée de 10 francs pour frais de port et d'emballage
et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Nom et prénom.....

Signature :

Profession.....

Domicile.....

Ville..... Dep^{ts}.....

Le..... 193.....

(Indiquer le paiement adopté)

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen
de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRA-
TIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

Nom.....

Adresse.....

Détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET S. A. au Capital de 20.000.000 de fr. **278, B^d St-Germain, Paris-7**

UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS



comprenant :
UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN

ÉCHANGE

INSTANTANÉ

DE TOUS

CHASSIS

OU POSTES

QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT

SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

Notre dernière création...

L'ULTRAMERIC IX TOUTES ONDES MÉTAL

Récepteur ultra-moderne 9 lampes à grande sensibilité par amplification moyenne fréquence à 3 transfos. Haute fidélité et relief sonore par push pull triode

- 9 LAMPES MÉTAL
- TOUTES ONDES 17-2.000 M.
- ACCORD 460 KC.
- SÉLECTIVITÉ 8 KC.
- PUSH PULL TRIODE
- RÉGLAGE visuel par trèfle cathodique
- ANTIFADING 100 %
- CONTRÔLE DE TONALITÉ



- PRISE PICK-UP
- CADRAN VERRE photogravé, éclairage indirect et 4 jeux de signalisation
- COMMUTATEUR ROTATIF à grains d'argent
- DYNAMIQUE grand modèle exponentiel 25 cm.
- SECTEUR alter. 110-240 V.

PLUS de 130 STATIONS, ainsi que les ONDES COURTES sur antenne de fortune

PRIX DE RÉCLAME IMBATTABLE
pour châssis. Complet.. .. 995. »

Demandez la DOCUMENTATION ILLUSTRÉE très détaillée, avec schéma et conditions de remise aux lecteurs (Référence 901)

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : **100, boulevard de Sébastopol, PARIS**

Téléphone : **TURBIGO 98-70**

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE

EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28

VERSEMENT UN QUART À LA COMMANDE

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

MAISON DE CONFIANCE