

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 45. n. 201. Mars 1934
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1934
Collation	1 vol. (XXVI p. - p. [181]-266) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 201
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.201

France et Colonies : 4 fr.

N° 201 - Mars 1934

LA SCIENCE ET LA VIE

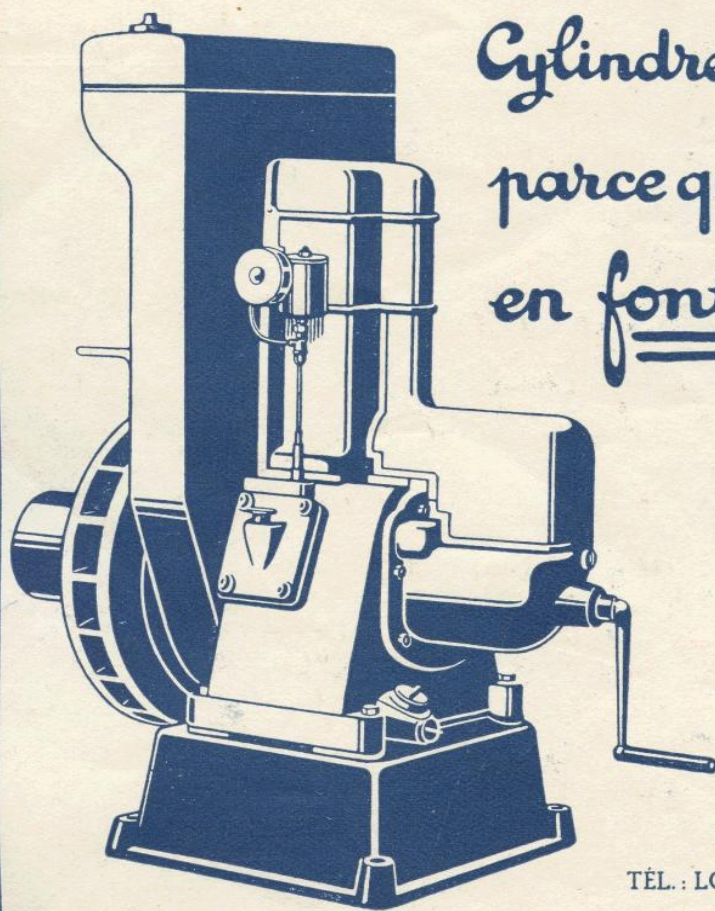


Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

"BERNARD-MOTEURS"

Dernier progrès !

*Cylindres inusables
parce que chemisés
en fonte nitrurée*



moyennant
léger supplément

SURESNES - SEINE

TÉL. : LONGCHAMP 18-07 et la suite

Tout le monde sait, aujourd'hui, que la fonte nitrurée
est tellement dure que, seul, le diamant peut la rayer.



INSTITUT DU GÉNIE CIVIL **INSTITUT MARITIME**

placés sous
le haut patronage de l'Etat

19, rue Viète - PARIS (17^e)
Métro : Wagram — Téléphone : Wagram 27-97

Cours sur place ou par correspondance

DES SITUATIONS

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

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

Programme gratuit

M A R I N E

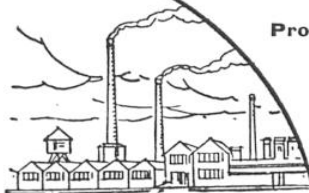
Admission aux
**ÉCOLES DE NAVIGATION
des PORTS
et de PARIS**

Préparation des Examens
**ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINES**

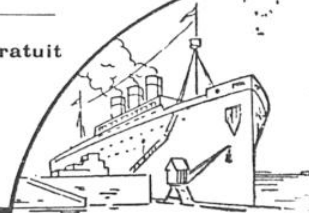
**Mécaniciens, Radios,
Commissaires**

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

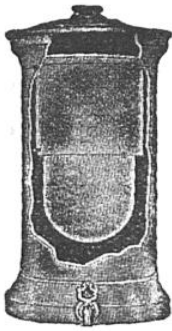
Programme gratuit



UBI-ELGY



F. Paracini



Protégez-vous des Epidémies

FILTRE PASTEURISATEUR

MALLIÉ

Premier Prix Montyon
Académie des Sciences

PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE

DANS TOUTES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, rue du Faubourg-Poissonnière - PARIS (9^e)

PUBL.-ELGY

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

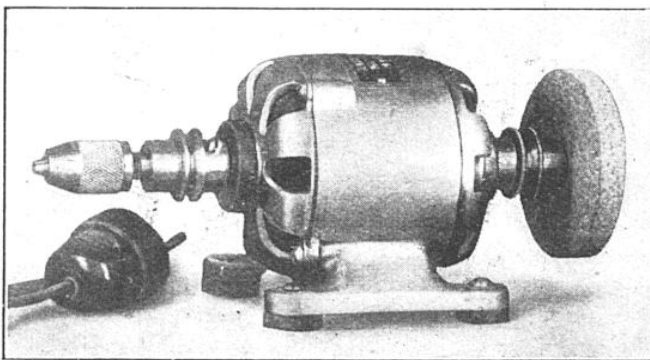
ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.....	Trois mois...	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois...	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	95 fr.
BELGIQUE.....	Trois mois...	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER.....	Trois mois...	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	200 fr.

**SPÉCIMEN FRANCO
sur demande**

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

**PRIMES GRATUITES
fort intéressantes**



UN COLLABORATEUR MODÈLE !

**Toujours prêt à rendre service
en silence !**

Il est capable d'effectuer tous petits travaux
de perçage, de meulage, de polissage, etc...
Fonctionne sur le courant lumière monophasé
(50 périodes). Pas de collecteur : pas de para-
sites : aucun entretien. Tension de 100 à 125 v.
(220 v. sur demande). Vitesse : 1.400 tours-mi-
nute. Puissance absorbée : 36 watts.

Moteur seul avec poulie... 125 fr.

Le jeu d'accessoires... 50 fr.

Supplément pour 220 volts... 10 fr.

Expéditions franco France et Colonies

C'EST UNE PRODUCTION DE LA

Sté Anonyme de Constructions Electriques MINICUS

5, rue de l'Avenir, GENNEVILLIERS (Seine)

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire. Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et 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, comme une simple lampe portative.

Son prix extrêmement bas le met à la portée de toutes les bourses.

Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires, au prix de

790 fr.

EN VENTE A LA
SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE

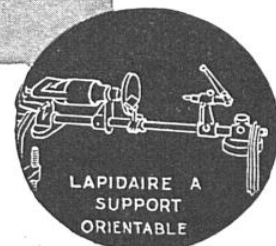
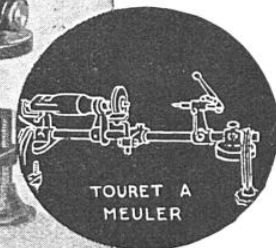
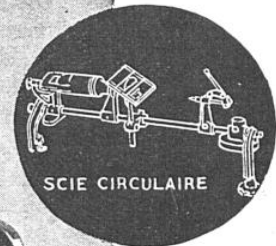
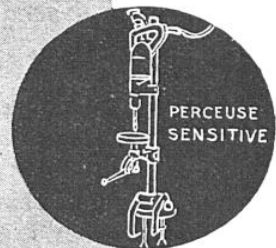
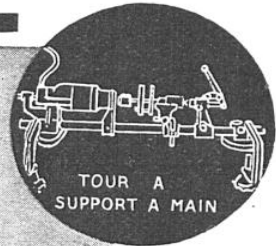
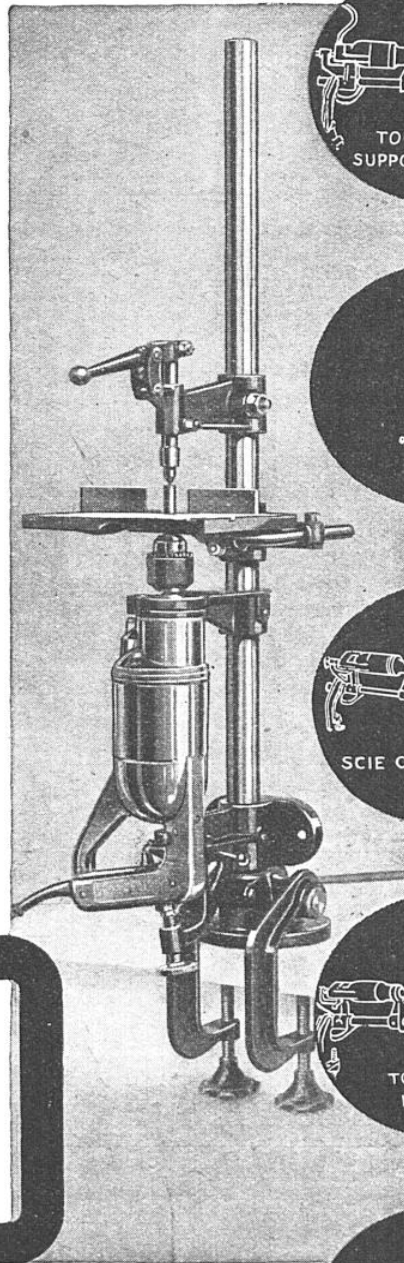
RENÉ VOLET

VALENTON (Seine-et-Oise)

MAGASIN DE VENTE

20, avenue Daumesnil, Paris (12^e)

Téléphone : DORIAN 64-89



TOUPIE OU MACHINE
A LIMER

PUEL. A. GIORGI

RADIO-MAGAZINE

Le grand hebdomadaire de **T. S. F.** et de musique enregistrée

CHAQUE SEMAINE 48 A 64 PAGES POUR 1 FR. 50

TOUS LES RADIOPROGRAMMES

Des articles littéraires, artistiques, techniques, des schémas, plans de montage, tableaux de réglages, conseils pratiques, consultations, cartes.

ABONNEMENTS

1 AN : **50 FR.** - 6 MOIS : **30 FR.**

EN PRIME :

Carte radiophonique murale en couleurs des 250 stations européennes.

Tableau d'étalonnage et d'identification.

Un joli portrait d'art.

VOUS LIREZ AVEC PROFIT :

Almanach Radio-Magazine 1934

FRANCO 5 FR. 50

Comment supprimer les parasites

FRANCO 5 FRANCS

Eléments de Radioélectricité

FRANCO 17 FRANCS

Spécimen gratuit franco sur demande à **RADIO-MAGAZINE, 61, rue Beaubourg, Paris-3^e**

TÉL. : ARCHIVES 66-64 ET 68-02 - CHÈQUES POSTAUX 623-36

VOICI DE BONS OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

QUE

LA
SCIENCE
ET LA **VIE**

La défense antiaérienne

PAR

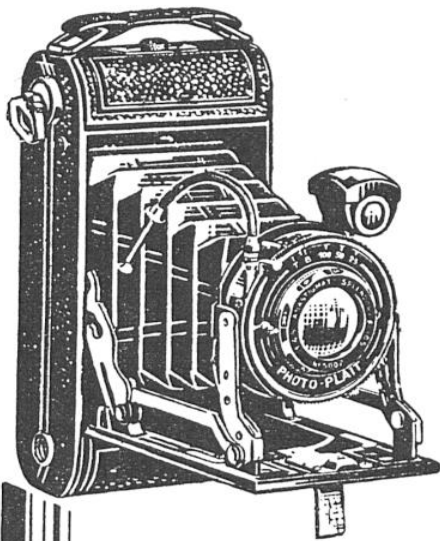
le Major Général **E. B. ASHMORE**

est un ouvrage à lire. C'est, à notre avis, l'un des mieux documentés ayant paru sur la défense du ciel contre les dirigeables et les avions. On y verra ce qui a été fait depuis 1914 et ce que nous laisse entrevoir pour l'avenir le progrès mécanique.

***C'est un véritable film de la défense
contre l'attaque par voie des airs.***

VOUS RECOMMANDE

UN VOLUME : Franco France, 17 fr. 50 ; Etranger, 20 fr. 50.



*vous
aurez
pour* **35** frs
LE VOLTEX PRIX 275'

Modèle 1934

Automatique 6 × 9 — ANASTIGMAT
"SPLENDOR" 1 : 4,5 — Obturateur
1/100^e à retardement, se chargeant en
plein jour avec des pellicules de 8 poses,
de n'importe quelle marque.

Le solde payable en 7 mensualités
de 35 frs sans aucune majoration
ou bien le même PRIX : 325 frs
ou 8 mensualités de 42 frs.

En vente seulement aux Etablissements

GARANTIE : 2 ANS

PHOTO-PLAIT

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

SUCCURSALES

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

CADEAU

Tout acheteur d'un "VOLTEX" payé au comptant recevra gratuitement un
superbe sac en cuir, valeur : 20^f pr le 6 × 9 et 25^f pr le 6 1/2 × 11

ESSAYEZ LA PÉLICULE 8 POSES ULTRA RAPIDE

"HÉLIOCHROME" 1400° H. et D.

et dernière nouveauté

La "SUPER-HÉLIOCHROME" 28° Sch.

4 × 6 1/2

6 × 9

6 1/2 × 11

4 × 6 1/2

6 × 9

6 1/2 × 11

4.75

4.90

6.75

6.60

6.75

8.50

VOUS SEREZ ÉMERVEILLÉS !

ENVOI GRATUIT DU CATALOGUE "PHOTO" - SV - 1934

Véritable encyclopédie de tout ce qui concerne la PHOTO

KODAK - ZEISS IKON - AGFA

VOIGTLANDER - LEICA - FOTH

LUMIÈRE - PATHÉ - BABY, ETC...

Maison vendant 20 à 25 0/0 meilleur marché que partout ailleurs les Appa-
reils, Plaques, Pellicules, Papiers, Produits et Accessoires de sa marque.

CRÉATION ET MISE EN VENTE D'ARTICLES de première qualité à PRIX RÉDUITS

Expéditions en province à domicile, franco de port et d'em-
ballage, même par unité et à partir de n'importe quel prix.

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

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

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

L'efficacité des méthodes de l'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 27 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 70.304, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, etc.

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

BROCHURE N° 70.308, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalauréats*.

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

BROCHURE N° 70.312, 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° 70.320, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 70.327, 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° 70.332, 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° 70.339, 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° 70.343, concernant la préparation à toutes les carrières de l'Agriculture, des Industries agricoles et du Génie rural, dans la Métropole et aux Colonies.

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

BROCHURE N° 70.348, 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° 70.354, concernant la préparation aux métiers de la Couture, de la Coupe, de la Mode et de la Chemiserie : Petite-Main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc.

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

BROCHURE N° 70.360, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 70.370, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 70.375, 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° 70.381, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).

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

BROCHURE N° 70.384, concernant l'enseignement de tous les Arts du dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats de Dessin, Composition décorative, Peinture, etc.

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

BROCHURE N° 70.390, 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° 70.399, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.

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

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

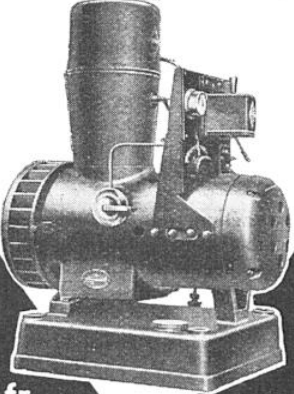
L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16°)

**L'ELECTRIFÈRE
RENAULT**

A ESSENCE OU A HUILE LOURDE

met à la portée de
chacun la possibilité
d'éclairer sa ferme ou
sa maison de campagne



PRIX :
3.900 fr.
Batterie 90 ah
1450 fr.

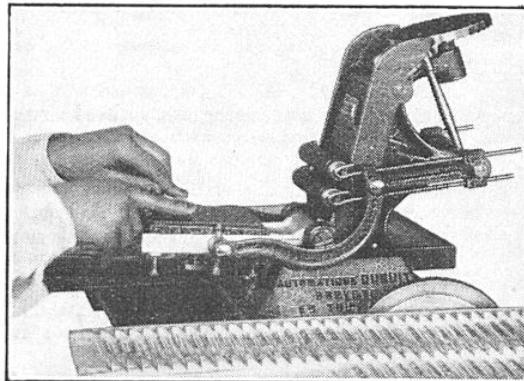
BILLANCOURT
(Seine)

4920

-:- SUPPRIMEZ VOS ÉTIQUETTES -:-
IMPRIMEZ DIRECTEMENT VOS PRODUITS

L'AUTOMATIQUE
DUBUIT

imprime sur toute surface 1.800 objets à l'heure :
marques, caractéristiques, références, prix, etc.



Présentation plus moderne
Quatre fois moins cher que les étiquettes
Nombreuses références dans toutes les branches de l'industrie

Machines DUBUIT, 62 bis, r. St-Blaise, PARIS-20°
Tél. : Roquette 19-31

Nous rappelons à tous les Lecteurs de

LA SCIENCE ET LA VIE

qui ne le sauraient pas encore, que les

Tables générales des matières
des vingt premières années

de

LA
SCIENCE
ET LA VIE

sont en vente, au prix de 20 francs,
aux Bureaux du Journal,
13, rue d'Enghien, Paris (10°)

Cet index, méthodiquement classé, permet de retrouver instantané-
ment toutes les nouveautés, découvertes, descriptions, informations
qui ont été publiées dans les
VINGT MILLE premières pages de notre magazine, de 1913 à 1933.

NOUS VOUS OFFRONS GRATUITEMENT CE LIVRE



Vous y trouverez le moyen de réussir en tout, vaincre, retirer de la vie le plus d'avantages possible.

Sans rien changer à vos occupations habituelles, vous parviendrez à développer votre volonté, votre mémoire, vous corrigerez vos mauvaises habitudes et vous pourrez acquérir le pouvoir magnétique qui vous permettra d'imposer votre volonté, même à distance, quels que soient votre condition sociale, votre âge ou votre sexe.

Remplissez lisiblement le bon ci-dessous et adressez-le à **L'Institut Oriental de Psychologie** (Département 1.026), 36 ter, rue de La Tour-d'Auvergne, à PARIS, en ajoutant, si vous le voulez bien, 3 francs en timbres français, pour frais de correspondance et de port, ou 3 francs en coupons-réponses internationaux, pour les Colonies et l'Etranger.

A DÉCOUPER

1.026

Veuillez m'expédier gratuitement et sans engagement de ma part, votre ouvrage : **Développement des facultés mentales.**

Nom Prénom

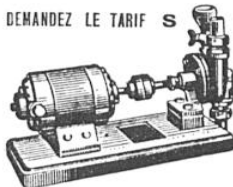
Rue N°

à Départ.

Indiquer si vous êtes Madame, Mademoiselle ou Monsieur

La Pompe Electrique SNIFED

remplacera avantageusement votre pompe à main et vous donnera l'eau sous pression automatiquement.



Groupe n° 1
110 ou 220 volts

675 FR.

Pour 1.000 litres-heure à 20 mètres d'élévation totale.

⊗ **Pompes SNIFED** ⊗
44, rue du Château-d'Eau - PARIS-X'



LA MICROPOMPE R. LEFI

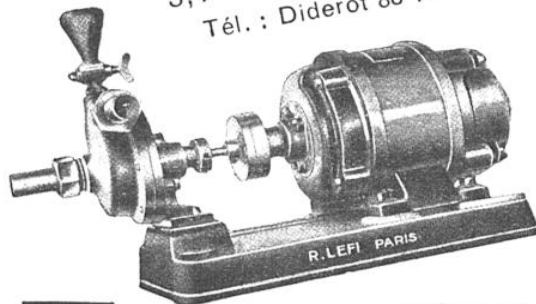
Pompe centrifuge, elle est simple, sans organes compliqués, elle ne demande qu'un entretien insignifiant.

Elle s'adapte à tous les courants et se contente même d'un compteur de lumière. Puissante pourtant, elle peut aspirer à plus de 7 mètres et son débit suffit pour alimenter la maison, le jardin, le garage.

Il y en a 11.000 en service, dont certaines depuis plus de 10 ans. Demandez renseignements et devis à la Société

POMPES R. LEFI

3, Av. Daumesnil, PARIS
Tél. : Diderot 88-75 et 76



Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

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

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

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

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

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

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

3 bis, rue d'Athènes, PARIS

LE **303...**

CONTIENT

4 FOIS

PLUS d'ENCRE
que votre stylo
de même taille

Breveté et
usiné par

STYLOMINE

2, Rue de Nice - PARIS, XI^e



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

Établissements

LAUREYS Frères *Q

17, Rue d'Enghien, PARIS-10^e

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



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

Comme une chanson apprenez une langue étrangère

Vous savez par cœur vos disques préférés. Avez-vous fait un effort pour les apprendre? Non. *C'est venu tout seul!*

Pourquoi ne pas mettre à profit ce procédé pour apprendre une langue étrangère? Ainsi la Méthode Linguaphone a complètement révolutionné l'enseignement des langues vivantes, nul ne songe à le nier. Elle vous apporte les voix des plus grands professeurs de Paris, Londres, Madrid, Berlin, Rome, etc., etc...

Vous vous enfoncez dans votre fauteuil et vous écoutez.

« Comme une chanson », les leçons parfaitement graduées se gravent, par l'oreille, dans votre mémoire. La prononciation exacte vous vient spontanément, parce que vous n'avez *jamais entendu un seul mot mal prononcé*. Vous savez bientôt lire, écrire et parler, et vous supplantiez facilement ces attardés qui sont incapables de tenir une conversation dans la langue qu'ils savent lire.

La Méthode Linguaphone a été créée par les plus éminents professeurs. Elle a été jugée, recommandée par les esprits les plus clairvoyants, tels que Maeterlinck, Mgr Baudrillard, H. G. Wells, Bernard Shaw, Sinclair Lewis, etc. (voir brochure). Elle a été adoptée dans plus de 8.000 écoles et universités (voir brochure également).



H. G. WELLS

« Enfin, j'ai eu un instant l'occasion d'essayer vos disques de leçons en français et en italien. Ils sont admirables. Les leçons sont arrangées avec habileté. Vous avez rendu possible, avec une dépense d'énergie assez réduite et sans professeur, à un élève attentif, de comprendre le français lorsqu'on le parle, et de le parler compréhensiblement. Rien de semblable n'a jamais été possible auparavant. »

Mais rien ne vaut une expérience personnelle. Jugez-la par vous-même :

Sans aucun engagement pour vous, nous vous confierons le cours complet GRATUITEMENT pendant huit jours.

Renseignez-vous. Demandez la brochure illustrée qui vous informera complètement, faites un essai gratuit, et vous adopterez, vous aussi, la Méthode la plus rationnelle qui existe pour apprendre en quelques semaines la langue que vous devez savoir.

LEÇONS EN :

ANGLAIS	SUÉDOIS
ALLEMAND	POLONAIS
ESPAGNOL	IRLANDAIS
FRANÇAIS	AFRIKAANS
ITALIEN	ESPERANTO
RUSSE	CHINOIS
HOLLANDAIS	PERSAN

Morceaux littéraires.
Leçons de conversation pratique.
Causeries pour étudiants avancés.

ENVOYEZ CE COUPON SANS RETARD

INSTITUT LINGUAPHONE - Annexe B 6
12, rue Lincoln (Champs-Elysées), Paris (8^e)

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans aucun engagement pour moi, une brochure Linguaphone entièrement illustrée, m'apportant sur cette Méthode des renseignements complets.

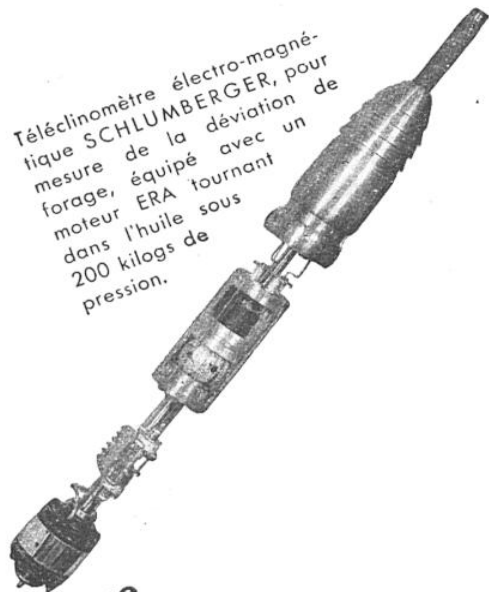
Les langues qui m'intéressent sont

NOM

ADRESSE



Téléclinomètre électro-magnétique SCHLUMBERGER, pour mesure de la déviation de forage, équipé avec un moteur ERA tournant dans l'huile sous 200 kilogs de pression.



ce
petit
moteur

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

MOTEURS

ERA
E^{ts} E. RAGONOT
15, Rue de Milan - PARIS
Tél. Trinité 17-60 et la suite



Pub. R. L. Dupuy



POUR LA SCIENCE
ET L'INDUSTRIE

LES APPAREILS Jules Richard

sont appréciés dans
le monde entier

PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE
Homéos Glyphoscope
VERASCOPE

AVIATION

Tous les Appareils de Contrôle
Enregistreurs et Indicateurs

BAROMÈTRES - ANÉMOMÈTRES
MANOMÈTRES - CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES - AMPÈRÈMÈTRES
VOLTÈMÈTRES - SOLARIMÈTRES

JUMELLES de THÉÂTRE et de TOURISME

E^{ts} Jules RICHARD

25, rue Mélingue, PARIS

« C'est ce qui est à César,
la précision aux appareils J. Richard ! »

BON à découper
pour recevoir gratul-
tement le catalogue K

"Publicis"

R. 77



Apprenez les Langues vivantes

vite, bien,
à peu de frais,
pratiquement,

à l'Ecole BERLITZ

31, Boul. des Italiens, PARIS

Entrée particulière : 27, rue de la Michodière

●
LEÇONS SUR PLACE
PAR CORRESPONDANCE
PAR T. S. F.
●

Demandez la Notice S. V. n° 413 franco
et recommandez-vous de *La Science et la Vie*.

Vous venez de rater une affaire, de laisser échapper un poste envié, de compromettre un effort entrepris, *par votre faute !*

Faute de présence d'esprit, vous n'avez pas trouvé à temps ce qu'il fallait dire.

Faute de maîtrise de vous-même, au lieu de cacher vos sentiments, vous vous êtes livré à l'adversaire.

Faute de patience, vous n'avez pas attendu le moment favorable.

Faute de clairvoyance, vous n'avez pas pressenti des conséquences inéluctables.

Faute de ténacité, vous n'avez pas poursuivi l'effort jusqu'au bout.

Faute d'éloquence, vous n'avez pas convaincu vos partenaires.

Toutes ces carences vous ont **coûté cher**.

Veillez à ce que cela **ne vous arrive pas une fois de plus**.

CONSULTEZ L'INSTITUT PELMAN

Si vous aviez connu le **Cours Pelman** à temps, vous n'auriez certainement pas échoué, parce que le **Système Pelman** aurait découvert et développé toutes vos aptitudes et qualités. Le **Système Pelman** décèle et arrive à supprimer les défaillances de chacun.

Demandez ses prospectus le plus vite possible et tâchez d'être « à la page » POUR LA PROCHAINE OCCASION.

SYSTÈME PELMAN

80, boulevard Haussmann (service 18), PARIS-8°

LONDRES
DUBLIN

NEW-YORK
AMSTERDAM

DURBAN
MELBOURNE

DELHI
CALCUTTA

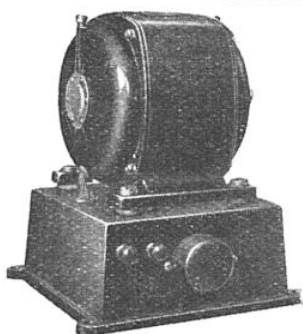
Sous la Direction effective de Professeurs de Facultés et d'Hommes d'Affaires expérimentés
40 ANS D'EXPÉRIENCE MONDIALE DANS TOUTES LES CLASSES DE LA SOCIÉTÉ

MOTEURS ÉLECTRIQUES MONOPHASÉS

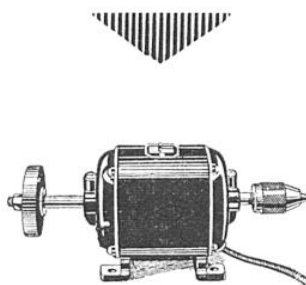
1/200° A 1/2 CV

TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES

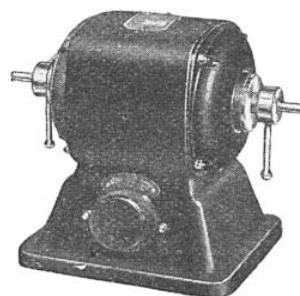
.....
DÉMARRANT EN CHARGE — SANS ENTRETIEN — SILENCIEUX
— VITESSE FIXE — NE TROUBLANT PAS LA T. S. F. —



Moteur 3 vitesses



Petit touret pour affûtage
et perçage



Touret pour mécanicien-
dentiste

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

COMMENT PARIS SERA DÉTRUIT EN 1936

Par le major allemand VON HELDERS (*Traduction française*)

Le passionnant ouvrage qui vient de paraître, constitue, à notre avis, le roman le plus vécu et le mieux adapté à la technique moderne dans le domaine de la guerre aérienne. Tous ceux qui se souviennent du succès considérable et déjà si lointain de **La guerre de demain**, par le capitaine DANRIT (pseudonyme du colonel DRIANT), retrouveront, dans ces pages fort bien écrites, la même impression angoissante et le même attrait en face de cette anticipation entièrement conforme aux données de la science appliquée à l'aéronautique.

L'imagination, qualité primordiale d'un roman, s'inspire néanmoins des possibilités scientifiques de demain en se basant sur le progrès actuel.

Nous avons lu ce volume d'un trait, captivé par sa documentation inédite qui nous a fait frémir en songeant aux réalités prochaines du combat futur.

.....
PRIX franco France : **13 fr. 75** — Etranger : **16 fr. 50**

Pour tous renseignements, s'adresser à La Science et la Vie, 13, rue d'Enghien, Paris



Mieux qu'un long discours

cet échantillon

qui contient 3 repas pour un enfant de 6 à 7 mois

vous convaincra de la valeur

de la Blédine

JACQUEMAIRE

Farine spécialement préparée
pour les enfants en bas-âge

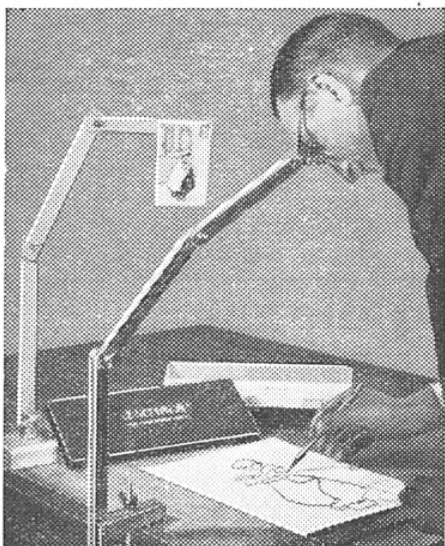
BON pour recevoir gratuitement et franco
un échantillon de BLEDINE avec
la brochure "LE LIVRET de BEBE"
éditée par les Etablissements JACQUEMAIRE
343 à Villefranche (Rhône)



LA SECONDE MAMAN

DESSINEZ!

rapidement, exactement, sans savoir dessiner, d'après nature et d'après documents, grâce au **DESSINEUR** (Chambre claire simplifiée)
AGRANDIT — COPIE — RÉDUIT
 Paysages, Portraits, Dessins, Photos, Plans, etc., etc.]



P. BERVILLE, 18, rue Lafayette, Paris-9°
 Chèque postal 1271-92 — Catalogue n° 12 gratuit

FAITES VENIR DE BESANÇON UN CHRONOGRAPHE

au prix d'une bonne montre :



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

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

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

235 fr. SARDA
BESANÇON
 FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

PROPULSEURS HORS-BORD
ARCHIMÈDES
 27, Quai Victor Augagneur. LYON

POUR
 tous bateaux:
 PLAISANCE
 PÊCHE
 VOILIER
 SPORT
 TRANSPORT

DEMANDEZ CATALOGUE
 GRATUIT N° 23

GARANTIS UN AN

**INSTITUT MODERNE
 POLYTECHNIQUE**
 38, Rue Hallé - PARIS (5°)
 20^e année

Etudes par correspondance et forfaitaires pour :
**AUTOMOBILE - AVIATION - ÉLECTRICITÉ
 BÉTON ARMÉ - CHAUFFAGE CENTRAL**

Programme N° 4 sur simple demande à
 l'I.M.P. en indiquant branche choisie

Pour **25 fr.** une machine
 à calculer de
 poche ($6 \times 12 \frac{1}{2}$ cm)

PRODUX

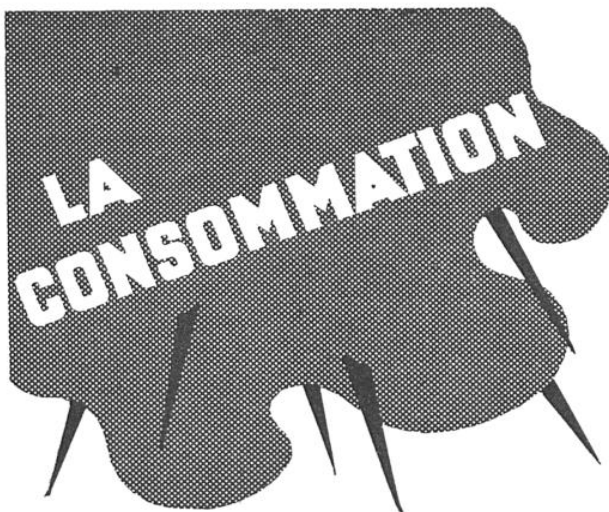
F. DARNAY
 7, rue Coypel
 PARIS

AUDIOS
 Marque Déposée

SOURDS

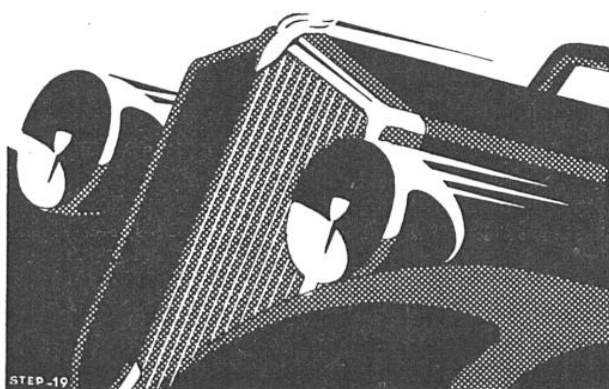
AUDIOS, toujours en
 tête du progrès, donne, même aux plus sourds,
**LA GARANTIE D'ENTENDRE
 TOUT ET PARTOUT**
 grâce à la découverte sensationnelle du
MATELAS D'AIR

Demandez le livre illustré du Dr RAJAU
 à DESGRAIS, 140, rue du Temple, PARIS
 (Joindre 3 francs en timbres)
 Fournisseur des Assurances sociales et centres d'appareillage



VOILA L'ENNEMIE !

Formule résolue depuis toujours par MATHIS. Depuis plus de trente ans, MATHIS construit des voitures légères et économiques. Ce n'est donc pas la menace fiscale (la récente ou l'ancienne) qui l'a poussé dans cette voie ; c'est la conviction depuis longtemps établie et confirmée par un succès grandissant, que l'avenir est à la voiture légère et économique, qualités essentielles que l'on retrouve toujours dans la construction MATHIS.



TY 5 CV	EM4	EM6	EM8
Cabriolet décapot. 5 CV à partir de	Conduite intérieure 8 CV à partir de	Conduite intérieure 12 CV à partir de	Conduite intérieure 17 CV à partir de
13.900 Fr	20.500 Fr	29.800 Fr	39.800 Fr

LE POIDS
VOILA L'ENNEMI

J. JACQUELIN

MATHIS

GAMME COMPLÈTE DE VEHICULES INDUSTRIELS DE 400 KGS A 4 TONNES

Usines et Siège Social : STRASBOURG

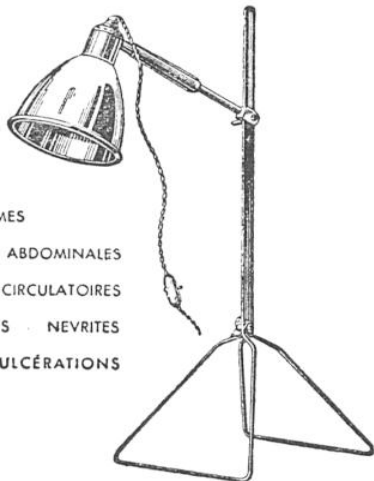
Vente 12 et 18 mensualités par CREDIMA

Annexe et Service-Station : PARIS-GENNEVILLIERS

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTOTHERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

NÉVRALGIES · NEVRITES

PLAIES · ULCÉRATIONS

ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12. AV. DU MAINE. PARIS. XV^e Tél. : Littré 90-13

Editeurs: FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - DAVID NUTT, Londres - AKAD. VERLAGS-GESELLSCHAFT, Leipzig - G. F. STECHERT & Co., New York - RUIZ HERMANOS, Madrid - LIVRARIA MACHADO, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

"SCIENTIA"

Revue Internationale de synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 à 120 pages chacun

Ex-Directeur: EUGENIO RIGNANO

Directeurs: F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES

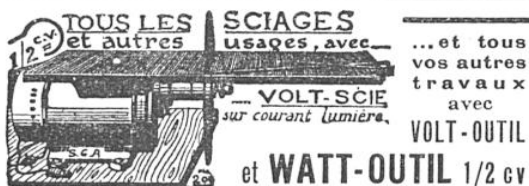
EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale; à diffusion absolument mondiale; de synthèse et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences, histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie; qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (Sur les principes philosophiques des diverses sciences; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir; Sur les plus importantes questions de biologie; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales), étudie tous les problèmes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique; qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. Ainsi la revue est complètement accessible même à qui ne connaît que la langue française. (Demandez un numéro spécimen gratuit au Secrétaire général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres-poste français.)

ABONNEMENT: Fr. 200. »

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

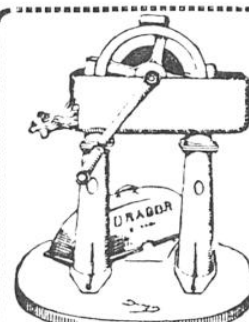
Secrétaire général: PAOLO BONETTI



qui rainure, toupille, mortaise, etc...
Marche sur établi et sur courant-lumière

VOLT-SCIE, VOLT-OUTIL, WATT-OUTIL
sont trois machines artisanales de haute classe

S. G. A. S. ING.-CONST^{re} 44, rue du Louvre
Brevetés S. G. D. G. PARIS (1^{er})



DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds
A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - Garanti 5 ans.

Élévateurs DRAGOR

LE MANS (Sarthe)

Pour la Belgique:

39, allée Verte - Bruxelles

Voir l'article, n° 85, page 446.

Nouvelle Loupe binoculaire réglable à écartement pupillaire variable

(Brevetée France et Etranger)



L. BERLAND

Opticien-Const^{re}

ÉTRÉCHY

(Seine-et-Oise)

Chèques post. 527.87 Paris

PERMET tous travaux et examens à la loupe par la vision simultanée des deux yeux, donne une netteté et un relief parfaits avec plusieurs grossissements. Laisse les deux mains libres. Supprime toute fatigue. — Appareil type laboratoire, complet, avec 3 gross^{rs}, en boîte bois et mode d'emploi, 65 fr. Le même appareil pliant, type luxe de poche, en boîte métal et mode d'emploi, 100 fr. Suppl^t pour frais d'envoi, France et Colon., 1 fr. 50; ou contre rembour^s 3 fr.

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

COMBINÉS BARRAL

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

5 COMBINÉS BARRAL

pour conserver 500 œufs

FRANCO A DOMICILE 11 FRANCS

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

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE



PUBL. C. BLOCH

Apprenez à Dessiner

LE don du dessin se rencontre beaucoup plus fréquemment qu'on ne le suppose. Beaucoup sont doués ; mais ils n'ont pu acquérir la technique nécessaire pour tirer parti de leur talent. Ne refoulez-vous pas un talent personnel qui ne demande qu'à se manifester ?

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

Par la méthode A. B. C. de dessin, vous apprendrez à dessiner chez vous, à vos heures de loisir, vite et facilement. Vous recevrez un enseignement strictement individuel, donné par des artistes professionnels notoires. Dès le début, vous apprendrez à créer par vous-même croquis, portraits, paysages. Vingt ans d'expérience ont permis à l'Ecole A. B. C. de rejeter toute théorie inu-

tile, toute perte de temps. Aussi, même avant la fin du cours, selon votre degré d'habileté et d'enthousiasme, vous pourrez réussir à augmenter vos revenus en vendant vos travaux, car en dehors de l'enseignement général du dessin, nos Cours spécialisent les élèves vers telle ou telle application pratique, selon leurs préférences : peinture, aquarelle, gravure sur bois, dessin publicitaire, dessin pour modes, illustration, décoration, etc.



Après quelques mois d'étude, Bonneterre, aujourd'hui grand artiste, campait déjà des croquis de cette qualité.

Renseignez-vous : venez nous voir, demandez le copieux album d'information, véritable exposition de travaux d'élèves de l'Ecole A. B. C. Vous le recevrez gratuitement et

sans engagement pour vous, et y trouverez beaucoup de choses intéressantes sur le Dessin et l'Ecole A. B. C.

Expédiez ce COUPON sans retard

**ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN, Studio B 6
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris-8^e**

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans aucun engagement pour moi, votre Album entièrement illustré : **LE DESSIN PAR LA MÉTHODE A. B. C.**, m'apportant des détails complets sur cette méthode.

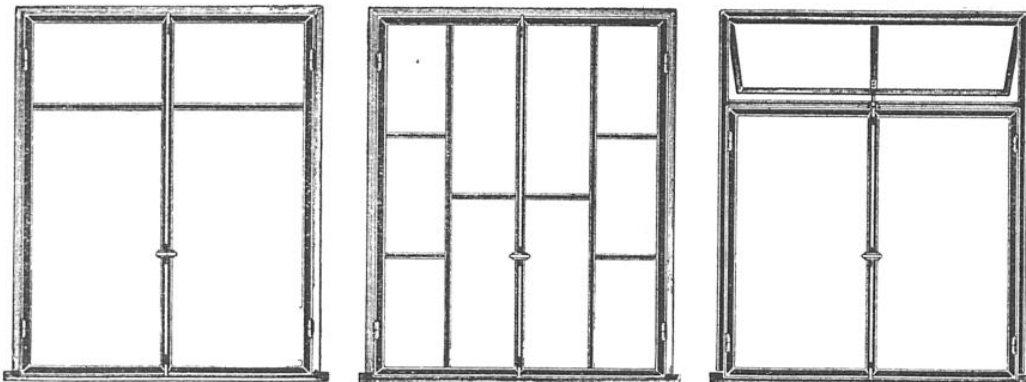
NOM

Profession..... Age.....

ADRESSE



NOS MENUISERIES MÉTALLIQUES



S'il pouvait y avoir une branche de notre travail qui nous plairait plus que les autres, ce serait la fabrication de la **menuiserie métallique**.

Les jours sont passés où n'importe quel rafistolage de fers cornières et fers à T pouvait se nommer une croisée métallique. Aujourd'hui, nous y mettons toutes nos connaissances profondes de l'art de la Serrurerie; et si par hasard, il existe un atelier où cet **art** est mieux compris que dans notre coin agréable de Petit-Quevilly, nous avons encore à le rencontrer dans nos voyages.

Nous ne sommes pas vaniteux, — pas plus que les autres, — mais nous aimons le travail **soigné**. Avec chaque lot de croisées que nous expédions, nous aimons pouvoir jouir à l'avance de la satisfaction de nos très honorables clients.

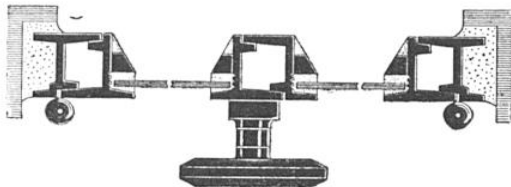
Assez de nous-mêmes. Lisez maintenant ce que nous produisons.

ÉCHANTILLONS

Le développement du profilé de la croisée métallique est de très longue croissance. Bien des forges l'ont travaillé. **Legros**, le doyen de notre art, était le premier à laminer des échantillons à peu près convenables. **Pompey, Longwy, Wendel et Isbergues** ont perfectionné les rouleaux de leurs laminoirs dans une collaboration étroite avec les ateliers de **Montataire** et **Nozal**.

Notre propre échantillon est un perfectionnement de tous les autres. Il est **esthétique**, il plait aussi bien dans le palais d'un gouverneur que dans la maison particulière d'un tisserand d'Elbeuf. Il est facile à vitrer et nécessite le minimum de mastic. En plus, il est **étanche** et n'admet ni poussière, ni pluie, ni courants d'air.

Coupe horizontale, prise au milieu et à l'intérieur d'une croisée à deux vantaux :



Vous aurez du mal, chers lecteurs, à trouver une combinaison plus soignée à tous les points de vue.

Les **trois modèles** que représentent nos croisées satisfont à presque tous les besoins de l'industrie du bâtiment. Si vous désirez plus grand ou plus petit, nous pouvons le faire.

PRIX COURANT DES CROISÉES (Modèles 1, 2 et 3)

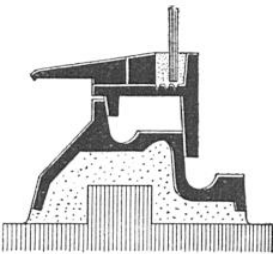
Largeur	Hauteur	Prix
110 $\frac{cm}{m}$	160 $\frac{cm}{m}$	272. »
160 $\frac{cm}{m}$	200 $\frac{cm}{m}$	364. »

Expédition maritime : emballage et tous frais de mise à bord Le Havre, en plus : **5 %**.

Chaque croisée est complète, avec la **crémone** et toutes les **huisseries** de pose.

IMPOSTE AMOVIBLE

Le supplément de prix pour chaque imposte ouvrante est de **44 francs**, y compris les ferrures de commande.



brasures à l'avance, prêtes à recevoir les enduits après la pose des croisées.

Etabl. JOHN REID

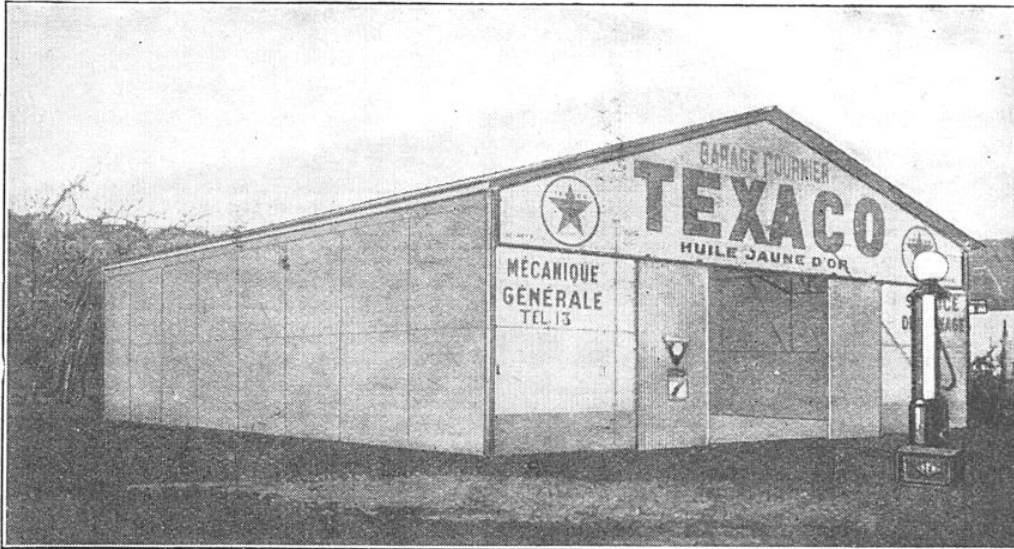
Ingénieurs-Constructeurs

Petit-Quevilly-lez-Rouen

(SEINE-INFÉRIEURE)

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

LA SÉRIE 39 COMME GARAGE



GARAGE FOURNIER, à LÉRY-POSES, entièrement construit par nous-mêmes.

Au début de l'année, les garagistes s'occupent des extensions et des nouveaux bâtiments qu'ils désirent apprêter pour **Pâques** et la saison de la **Pentecôte**. C'est la **série 39** de nos bâtiments métalliques qu'ils honorent très souvent de leur choix.

Le premier bâtiment que nous avons construit dans nos ateliers de **Petit-Quevilly**, il y a douze ans, était un garage. Il se faisait au moyen du **modèle 20 bis**, de la **série 39**, pour **M. Donchet**, de **Montbazou**, tout près de **Tours**. Il est toujours là, aussi bien que le jour qu'il a quitté notre chantier.

Depuis cette époque, combien sont nombreux les bâtiments métalliques que nous avons fabriqués pour MM. les Garagistes et Mécaniciens — non seulement en France, mais partout, dans ce vaste domaine de l'empire colonial français.

La **série 39** se prête bien à ce genre de travail. Rigoureusement standardisée, d'un usinage impeccable, d'une livraison rapide et d'un montage extrêmement facile, elle est la construction idéale pour tous ceux qui désirent monter, aujourd'hui, un garage susceptible de prendre de l'extension demain.

C'est pour cela que nous vous invitons, messieurs, à nous faire part de vos projets, certains, comme nous le sommes, de pouvoir vous plaire — non seulement au point de vue des qualités esthétiques et robustes de notre travail, mais aussi par le coût extrêmement abordable de l'ensemble du projet.

Un autre garage, plus près de Rouen, est celui de **M. Fournier**, à **Léry-Poses**, à mi-chemin entre **Rouen** et **Vernon**. Voilà un grand bâtiment de 13 mètres de large sur 20 mètres de long, briqueté sur les deux longs côtés et armé de grandes portes coulissantes sur les deux pignons.

Encore d'autres sont ceux de **M. Donneaud**, à **Tourettes-sur-Loup** (Alpes-Maritimes); de **M. Racape**, à **Lillebonne** (Seine-Inférieure); **M. A. Zenner**, à **Issy-les-Moulineaux**; **Etablissements Bertel**, à **Sotteville-lez-Rouen** (Seine-Inférieure); **M. Biasi-Mario**, rue de Paris, à **Saint-Denis** (Seine); **M. Mallet**, à **Biville-la-Baignarde** (Seine-Inférieure), sur la route de **Dieppe**.

Que ce soit garage ou salle paroissiale, atelier de mécanicien, magasin, hangar, grange ou écurie, la **série 39**, qui comporte cinquante-trois dimensions de fermes, est d'une utilité pratique et immédiate pour tous les besoins de l'industrie et de la culture.

Faites-nous part de votre projet et documentez-vous en même temps au sujet de notre travail. Il y va certainement de vos intérêts.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

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

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inférieure)

LA CARRIÈRE D'INGÉNIEUR ADJOINT DE L'AÉRONAUTIQUE ⁽¹⁾

La fonction — Le recrutement

Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique assurent, avec les Ingénieurs de l'Aéronautique, le fonctionnement de divers services dépendant du ministère de l'Air et principalement les services techniques de l'Aéronautique.

Ces services ont un double but :

1° Ils étudient et mettent au point les appareils nouveaux ;

2° Ils contrôlent en usine la fabrication des appareils de série commandés par l'Etat.

Les Ingénieurs adjoints ont donc un rôle technique et de contrôle des plus intéressants.

Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique, fonctionnaires de l'Etat, sont recrutés par voie de concours.

Ce concours est organisé dans des conditions d'équité et de loyauté remarquables. La valeur personnelle des candidats, leurs connaissances entrent seules en ligne de compte ; les recommandations, d'où qu'elles viennent, quelle que soit leur forme, sont rigoureusement bannies.

Aucun diplôme n'est exigé. La carrière d'Ingénieur adjoint est donc ouverte à tous ceux qui voudront faire l'effort nécessaire pour la préparation du concours.

Les avantages de la carrière

a) Hiérarchie. — Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique sont divisés en huit classes : quatre classes d'Ingénieurs adjoints ordinaires, quatre classes d'Ingénieurs adjoints principaux. Pour l'avancement au choix, deux années de présence effective sont nécessaires. Il en faut trois pour l'avancement à l'ancienneté.

Les Ingénieurs adjoints sont répartis dans les divers services de l'Aéronautique qui se trouvent à Paris, ou en province, sur leur demande, dans des usines importantes.

Les Ingénieurs adjoints sont sous les ordres directs des Ingénieurs de l'Aéronautique ; ils ont accès dans le corps des Ingénieurs par le concours ordinaire (il est question de leur donner accès dans ce corps au choix, après une ancienneté de huit ans).

b) Rôle. — Les Ingénieurs adjoints peuvent être affectés à trois services du Ministère de l'Air, groupés sous l'appellation générale de Services Techniques et Industriels de l'Aéronautique. Ce sont :

1° Le Service Technique, qui étudie les appareils nouveaux (prototypes) ;

2° Le Service des Recherches qui essaye les matériaux nouveaux et étudie les divers procédés de fabrication ;

3° Le Service des Fabrications qui contrôle l'exécution des marchés de série, vérifie si les contrats passés entre l'Etat et l'industriel sont bien exécutés et si les matériaux sont élaborés et traités dans les conditions optima.

Les candidats reçus au concours ne sont pas directement affectés à l'un de ces services :

Au cours d'une période d'instruction, actuellement d'une durée de 1 mois, des conférences leur sont faites sur l'organisation générale, ils visitent les divers ateliers, se rendent compte du fonctionnement de l'ensemble des services. L'Administration tient compte de leurs désirs, qu'ils peuvent exprimer en connaissance de cause.

c) Intérêt particulier de la carrière. — L'Ingénieur adjoint, étudiant les divers problèmes que nous venons de voir, complète petit à petit son instruction technique, se met au courant des dernières nouveautés en matière d'outillage, suit l'évolution constante des aéronefs, se met en rapport avec les divers industriels, dont il contrôle les usines.

En résumé, il a un travail scientifique très intéressant, accroit, dans l'inspection des établissements, sa valeur professionnelle, qui peut lui permettre, en certains cas, d'accéder à des situations plus importantes.

d) Congés. — Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique ont droit à un congé de 24 jours tous les ans, plus 6 jours par an. Ces congés leur sont accordés, en règle générale, aux dates qu'ils désirent. En cas de maladie, ils peuvent, comme tous les fonctionnaires, obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

e) Emoluments. — Les Ingénieurs adjoints débutent au traitement annuel de 14.000 francs. Mais le traitement est augmenté d'un certain nombre d'indemnités :

1° De résidence (2.240 francs pour Paris) ;

2° Le cas échéant, de charges de famille ;

3° Eventuellement, de fonction (de 500 à 3.000 francs) ;

4° Eventuellement de services aériens (9.000 francs pour les pilotes et 4.500 francs pour les observateurs).

Le traitement d'un Ingénieur adjoint principal de 1^{re} classe est de 35.000 francs (sans compter les indemnités précédentes).

f) Retraite. — Le droit à une pension de retraite est acquis après 25 ans de service et 55 ans d'âge.

Dans la pratique et sauf le cas *tout à fait exceptionnel* où l'administration a des motifs particuliers pour appliquer à la lettre les dispositions ci-dessus, les Ingénieurs adjoints valides peuvent, s'ils le désirent, rester en fonction au delà de cette limite d'âge ; le montant de la retraite acquise par eux se trouve de ce fait, augmenté.

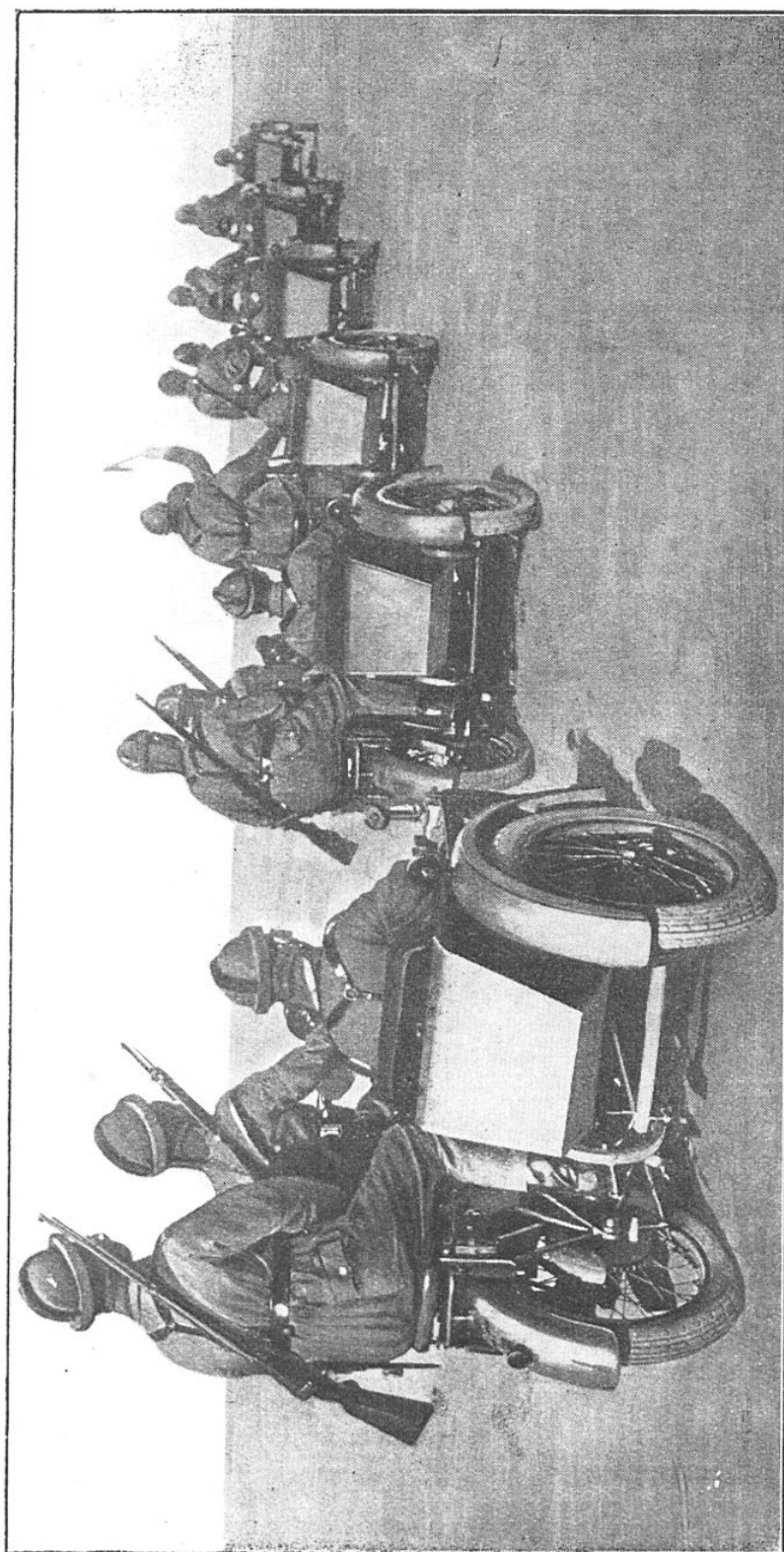
Conditions d'admission (1)

Les candidats doivent être Français, du sexe masculin, âgé de 18 ans au moins et de 26 ans au plus à la date du concours. Toutefois, la limite d'âge supérieure est reculée d'un temps égal à la durée des services antérieurs civils ou militaires ouvrant des droits à la retraite ou susceptibles d'être validés, par application de l'article 10 de la loi du 14 avril 1924 sur les pensions civiles.

(1) Le programme de ce concours sera envoyé gratuitement, sur simple demande, par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris (7^e).

Voici l'armement moderne de l'Allemagne moderne.	Lieut.-colonel Reboul	183
<i>L'armée du Reich possède le matériel de guerre le plus complet et le plus perfectionné, capable de répondre dès maintenant aux exigences de la mobilisation générale.</i>		
La production et la mesure des très hautes températures au laboratoire et dans l'industrie.	L. Houllévigüe.	193
<i>Les très hautes températures obtenues au chalumeau et au four électrique permettent de réaliser des transformations de la matière impossibles autrement. Voyons comment on les produit et comment on les mesure.</i>		
Comment le charbon et le pétrole se disputent l'économie mondiale.	Jean Bodet.	199
<i>Si les applications du pétrole se sont développées d'une façon intensive au cours de ces dernières années, la chimie industrielle a tiré du charbon de multiples sous-produits qui lui permettent de lutter avantageusement avec les combustibles liquides naturels.</i>		
Le Japon, surindustrialisé, menace l'économie européenne	J.-C. Balet	209
<i>L'accroissement formidable de sa population a poussé le Japon vers la grande industrie en lui permettant de lutter avec succès sur les marchés du monde menacés jusqu'en Europe. C'est un problème angoissant.</i>		
Avec le « Congo-Océan », une ère nouvelle s'ouvre pour notre Congo.	Jean Marival	219
<i>Une ligne de 516 kilomètres relie depuis peu Brazzaville à Pointe-Noire. Cet événement colonial va nous permettre d'exploiter les richesses naturelles du Congo français en leur ouvrant un débouché direct vers l'Océan et la Métropole.</i>		
Une nouvelle lampe en T. S. F. : l'« hexode ».	C. Vinogradow.	222
<i>Munie de six électrodes, elle simplifie notablement le radiorécepteur et contribue à supprimer radicalement le fading. Là comme ailleurs, le progrès est une évolution continue.</i>		
Pour nous éclairer mieux en dépensant moins, voici les nouveaux tubes luminescents	J. Labadié	225
<i>L'utilisation rationnelle de la fluorescence donne aux nouveaux tubes un rendement lumineux quatre fois supérieur à celui de la lampe à incandescence! C'est une véritable révolution qui s'annonce dans l'éclairage.</i>		
Y a-t-il un enseignement à tirer de la croisière africaine du général Vuillemin?	José Le Boucher	233
<i>Si la réalisation d'un vol de 25.000 kilomètres a prouvé la qualité d'un matériel déjà ancien, il faut déplorer que le vol en groupe ait été effectué « à vue » et non au moyen de liaisons radioélectriques. Le maréchal Balbo ne l'avait pas oublié.</i>		
Pour les pylônes en T. S. F., voici le dernier cri de la construction métallique	Marius Bourseire	240
<i>Comment a évolué l'établissement des pylônes métalliques, depuis les lourdes constructions en forme de « Tour Eiffel » jusqu'aux pylônes modernes, légers et élégants. Qu'on en juge par la couverture de ce numéro où figure l'un des pylônes du chemin de fer aérien de Chicago, l'un des chefs-d'œuvre de la construction métallique moderne.</i>		
A propos du « naufrage » de l'« Emeraude »	Sejo.	248
<i>L'avion a voulu dépasser les limites du possible : il n'est pas encore assez fort pour vaincre toutes les tempêtes.</i>		
La téléphonie par ondes ultra courtes.	Victor Jouglu	252
<i>Les dernières expériences sur la Manche.</i>		
Sur les chemins de fer : sécurité d'abord.	S. et V.	255
<i>La dernière catastrophe du réseau de l'Est, après celles du P.-O. et de l'Etat, démontre la nécessité urgente d'adapter l'exploitation de nos réseaux au progrès technique : signalisation, matériel fixe et roulant.</i>		
La construction métallique allégée des voitures de chemins de fer concilie sécurité et économie dans l'exploitation	J. M.	258
Les « A côté » de la science.	V. Rubor.	264
Chez les éditeurs.	S. et V.	266

Parmi les plus belles constructions métalliques du monde figure certainement le « Sky-Ride », ce fameux chemin de fer aérien qui eut tant de succès à l'Exposition de Chicago. Sur ce transbordeur d'une portée de plus de 500 mètres, à 60 mètres de hauteur, entre ses magnifiques pylônes, les vingt-trois millions de visiteurs de l'Exposition purent contempler le spectacle d'un siècle de progrès scientifique et technique qui se déroulait à leurs pieds. (Voir l'article, page 240.)



LA MOTORISATION EST A L'ORDRE DU JOUR DANS TOUTES LES ARMÉES

L'armée allemande a été l'une des premières à adopter la propulsion mécanique, aussi bien pour les troupes d'infanterie et de cavalerie (cavalerie portative) que pour la traction de l'artillerie et des trains de combat. Cette motorisation, décidée bien avant la France par l'Allemagne, avait pour but de déplacer rapidement une masse de manœuvre assez importante pour franchir la zone démilitarisée par le Traité de Versailles et transporter en quelques jours les troupes d'assaut sous Metz et Strasbourg, ou pour franchir la zone neutre belge et renouveler la manœuvre de 1914. Ainsi, dans l'ancien règlement de manœuvre, il aurait fallu trois jours pour mobiliser et transporter à pied-d'œuvre un corps d'armée, alors que le corps d'armée correspondant, entièrement motorisé, mettra un jour pour prendre ses positions d'attaque, en développement comme en profondeur (voir la note page 183). On voit ici les sidecars portant les fantassins armés du fusil-mousqueton unique dans l'armée allemande. L'état-major du Reich se préoccupe actuellement de la fabrication des tanks lourds et légers, bien que le Traité de Versailles le lui interdise. Les modèles qui ont évolué aux dernières manœuvres étaient des tanks réels, qui ont remplacé rapidement les faux tanks construits soit en bois, soit en tôle, sur des voitures légères. Il est indéniable qu'actuellement l'Allemagne s'efforce d'acquiescer le matériel le plus perfectionné dans toutes les armes pour surclasser, par la qualité, celui de l'adversaire.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

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

Tome XLV

Mars 1934

Numéro 201

VOICI L'ARMEMENT MODERNE DE L'ALLEMAGNE MODERNE

**L'armée du Reich possède le matériel de guerre
le plus complet et le plus perfectionné**

Par le lieutenant-colonel REBOUL

C'est un fait : depuis 1925, l'Allemagne, qui avait pu sauver la plupart de ses stocks de guerre, a forgé ses armes. Depuis 1931, cette production du matériel s'est considérablement intensifiée, — ne craignant pas d'affronter l'opinion du monde en dépit des traités. On peut donc dire — d'après des renseignements précis et récents et sans aucun esprit d'exagération — que le Reich possède un matériel suffisant en qualité et en quantité pour répondre dès maintenant aux exigences de la mobilisation générale. Ceci se passe de commentaire.

L'ALLEMAGNE prétend avoir désarmé ! Que faut-il penser de cette affirmation. Pour y répondre, nous examinerons successivement les deux questions suivantes :

1° Le Reich possède-t-il, d'ores et déjà, en cas de conflit, un matériel suffisant pour armer sa population entière ?

2° Que vaut ce matériel, techniquement parlant, par rapport à celui des puissances voisines et notamment de la France ?

En utilisant la voie ferrée. — 1° Le transport des seuls éléments combattants d'un corps d'armée exige au moins 80 trains avec 4.000 wagons ; leur écoulement, sur une ligne bien outillée et pourvue d'un réseau important de quais de débarquement, nécessite au moins $80/6 = 14$ heures ; 2° Les gares de débarquement doivent se trouver au moins à 40 kilomètres des premières positions ennemies, à condition encore de disposer d'une couverture solide ; 3° Les opérations de regroupement d'un corps d'armée, en les accélérant au maximum, demandent 1 jour.

En utilisant la voie ferrée, en admettant même qu'elle ne soit l'objet d'aucune interruption, les Allemands ne peuvent amener leurs troupes qu'à 40 kilomètres de notre frontière, et il faudra compter au moins 2 jours entre le moment où elles auront franchi les ponts du Rhin et celui où elles pourront

I. — Importance actuelle du matériel de guerre de l'Allemagne

Sur le premier point, peu de personnes ne France conservent le moindre doute. En effet, l'Allemagne, au lendemain de la guerre, a réussi à conserver des stocks très supérieurs à ceux qu'elle était autorisée à posséder ; elle a, depuis 1925, repris ses fabrications d'armes, sans s'inquiéter des restrictions qui lui étaient imposées : elle

reprennent leur marche en avant. Le premier heurt, si nous restons sur la défensive, ne peut se produire qu'au début du quatrième jour.

En utilisant la route. — 1° Les transports automobiles peuvent être poussés jusqu'à 10 kilomètres des lignes ennemies, derrière une couverture qui peut être moins solide ; 2° Les transports peuvent s'effectuer de manière qu'il n'y ait pas besoin de regrouper les unités ; 3° Pour franchir les 150 kilomètres qui séparent les ponts du Rhin de notre frontière dans la région de Metz, les Allemands n'auraient besoin que de 24 heures ; 4° Le premier heurt pourrait donc se produire dès le deuxième jour.

Gain de temps d'au moins 2 jours, ce qui est particulièrement important dans l'hypothèse d'une attaque par surprise. D'autre part, la route est moins vulnérable que la voie ferrée aux attaques aériennes.

N. D. L. R.

est une grosse exportatrice de matériel de guerre ; depuis 1931, elle a intensifié ses productions dans tous les domaines de l'armement.

Dès maintenant, elle pourrait distribuer à sa population, même tout entière convoquée sous les drapeaux, un matériel de guerre suffisant.

a) Les stocks sauvés

D'après le Traité de paix (tableau 3 de la partie V), les Allemands n'auraient dû conserver qu'un matériel de guerre strictement limité. (Nous l'avons indiqué dans la colonne A du tableau 1 ci-dessous.) Les Alliés ont consenti successivement diverses dérogations au texte du Traité et ont augmenté ainsi sensiblement la dotation en armement du Reich (nous l'avons énumérée dans la colonne B du tableau).

Jamais l'Allemagne n'a été réduite à ce stock minimum. Au moment où nos commissions de contrôle ont commencé à fonctionner sur son territoire pour effectuer les destructions prévues, elle disposait, au minimum, tant dans ses unités que dans ses parcs d'armée, que dans ses parcs de l'intérieur et que dans ses usines de :

37.500 canons de tout calibre ;
140.000 mitrailleuses, tant lourdes que légères ;
22.000 minenwerfer ;
6.000.000 de fusils et carabines.

Or, d'après les calculs les plus optimistes, elle n'aurait livré, lors de l'armistice et ensuite à nos commissions de contrôle, aux fins de destruction, que :

33.600 canons de tous calibres ;
88.000 mitrailleuses ;
11.592 minenwerfer ;
4.550.000 fusils et carabines, en admettant que toutes les armes livrées aux commissions de contrôle l'aient été, ce qui n'est pas exact. La seule preuve de leur destruction réside, en effet, dans le témoignage d'une société allemande, fondée par le gouvernement du Reich, subventionnée par lui, ne

vivant que de lui, la *Reichtreue handgesellschaft*, qui accusait réception des riblons provenant de la destruction de ce matériel et en versait la contre-partie aux Alliés ; mais les paiements qu'elle a faits ne constituent point une preuve que le matériel ait été effectivement détruit, la Société pouvant recevoir de l'argent du Reich et lui livrer des armes et non pas des riblons ; de plus, elle pouvait présenter aux vérifications des commissions de contrôle toujours les mêmes pièces détruites. Le truquage était facile pour l'armement de l'infanterie.

Pour prouver la mauvaise foi de l'Allemagne dans toutes ces questions, il nous suffit de citer seulement quelques faits :

— Nous n'avons jamais pu mettre la main sur une seule des Berthas qui ont tiré sur Paris, le Reich « prétendant les avoir envoyées à la fonderie, dès l'armistice » :

— Nos officiers de contrôle ont découvert — par hasard, — chez un marchand

de ferrailles, un Zeppelin entièrement démonté avec ses moteurs intacts ; le gouvernement du Reich « ne connaissait rien, a-t-il prétendu, de son existence ».

Sur toute l'étendue du Reich, dans des cachettes invraisemblables, mais connues du Reich, nous avons découvert, pendant tout notre séjour en Allemagne, des quantités d'armes très importantes. Ainsi, on trouve dissimulées :

— En août 1921, dans les usines Mauser, 40.700 bois de fusil, 97.404 barres à canon pour fusil modèle 1898, 3.186 barres à canon pour fusils antitanks ;

— En octobre 1921, à Postnicken (Prusse Orientale), 8 canons de 77 chez un forestier fonctionnaire de l'Etat ;

— En décembre 1921, à Heidenau, dans la seule usine de Rockstroh, 343 tubes d'obusiers de 105, avec blocs de culasse, le tout graissé et camouflé, 207 tubes de ce même obusier incomplètement usinés (c'est-à-dire de quoi constituer l'artillerie lourde de 28 ou de 62 divisions, suivant qu'on ne compte que les tubes d'obusiers terminés,

MATÉRIEL	A	B
Fusils et carabines	102.000	156.080
Pistolets courts.....		52.000
Mitrailleuses lourdes.....	792	861
Mitrailleuses légères.....	1.134	1.475
Cartouches pour fusils, mitrailleuses.....	56.208.000	103.786.000
Canons de 77.....	204	206
Obusiers de 105	84	86
Obus de 77.....	204.000	239.000
Obus de 105.....	67.200	82.000

TABLEAU 1. — VOICI L'ARMEMENT DONT L'ALLEMAGNE DEVAIT POUVOIR DISPOSER THÉORIQUEMENT

La colonne A indique ce que le Traité de paix autorisait, et la colonne B les dérogations autorisées, par la suite, par les Alliés.

ou ceux-ci plus ceux en cours), 90 manchons-jaquettes bruts de forge, 30 manchons à griffe terminés, 5 machines à rayer. Presque tout ce matériel était engerbé dans un endroit muré. Les propriétaires de Rockstroh ont déclaré que le Gouvernement était au courant de cette situation.

Nous pourrions multiplier le récit de ces constatations. Elles continueront pendant toute la durée du séjour de nos commissions de contrôle en Allemagne. Ainsi, en 1924,

« Canons : on peut craindre que l'Allemagne possède encore, tant à l'intérieur qu'à l'étranger, environ 5.000 canons de divers calibres. »

Cette appréciation était au-dessous de la vérité. Au début de 1927, lorsque nos commissions de contrôle cessent leur activité, on estime que l'Allemagne a pu sauver de ses stocks de guerre, ou du matériel fabriqué jusqu'à la ratification du Traité, 10.000 canons, 75.000 mitrailleuses, 2.000.000 de fu-



L'ARMEMENT MODERNE DE L'INFANTERIE ALLEMANDE

Voici le fantassin allemand, pourvu de l'équipement et de l'armement du dernier modèle qui ont été présentés aux manœuvres allemandes de 1933 : masque à circuit fermé, permettant la régénération de l'air expiré ; mitrailleuse légère (sorte de fusil-mitrailleur) à refroidissement par air, alors que la mitrailleuse lourde est à refroidissement par eau ; fusil Mauser à chargeur de cinq cartouches.

à la seule usine de Wittenau, de la *Deutsche Waffen und Munitionsfabrik*, on dénombre :

113.000 ébauches pour canons de fusils ;
17.000 ébauches pour canons de mitrailleuses ;

16.000 canons terminés pour pistolets longs de 9 $\frac{m}{m}$, qui sont des armes interdites à la Reichswehr et à la Schupo.

Les découvertes faites étaient telles que, dès le début de 1922, alors que nous pouvions espérer un meilleur rendement de nos commissions de contrôle, un document officiel jugeait ainsi les ressources en matériel de l'armée allemande :

« Armes portatives : suffisantes pour armer plusieurs milliers d'hommes, fabrications complémentaires faciles ;

sils. Nous voici loin des chiffres prévus au Traité de paix !

b) Reprise des fabrications de guerre dès 1925

Dès 1925, l'Allemagne reprend ses fabrications de guerre. Ceci est constaté dans la note remise par les Alliés au Reich en vue de l'évacuation de la Rhénanie (début de 1925). Dans les annexes, on lit ceci :

« PARTIE I. — Art. 168. — *Fabrication d'armes, munitions et matériel de guerre à limiter à certaines usines spécifiées. Toutes autres usines de guerre à fermer ; dépôts, ateliers, magasins et autres établissements similaires à supprimer, sauf s'ils sont autorisés.*

« Non exécuté. Un certain nombre d'usines non autorisées sont connues pour avoir fabriqué du matériel de guerre et sont encore en mesure de le faire. D'autres possèdent encore des installations en excédent des besoins du temps de paix. Dans les usines autorisées, il s'est produit des cas de fabrication de matériel de guerre, sans que les conditions préalables fixées par la commission militaire interalliée de contrôle aient été remplies. Il existe un certain nombre de dépôts, ateliers, magasins et autres établissements similaires qui n'ont pas été supprimés.

« zontales ont été acquises malgré l'interdiction formulée ;

« — *Pulverfabrik Walsroden*, à Denmitz : 11 bâtiments d'étuves à vide restent à détruire.

« b) Anciens établissements constructeurs de l'Etat :

« — *Krupp*, à Essen et Hoppen ; sont encore à détruire : 1^o les grosses machines de l'atelier n^o 10 ; 2^o 11 presses à faire les corps explosifs comprimés ; 3^o un stock de munitions ;

« — *Ehrhardt* (Rhemmetall), à Dusseldorf : plan de fabrication à réduire ;

	En 1927	En 1928	En 1929	En 1930	En 1931
A l'Argentine, en dollars	252.800	355.700	417.800	326.300	179.100
A la Belgique, en francs-or	6.209.000	8.437.000	9.447.000	11.454.000	6.949.000
Au Chili, en pesos	5.010.900	9.012.800	5.287.300	5.415.200	2.526.800
A la Chine, en taëls	3.886.129	3.208.897	1.203.500	4.008.800	3.402.716
A la Colombie, en dollars	232.012	145.558	83.406	67.085	
Au Danemark, en couronnes	762.000	783.000	678.000	760.000	649.000
A la Grèce, en drachmes	1.059.651	892.230	1.265.295		
A l'Italie, en liras	1.588.700	1.579.100	1.492.300		
A la Lettonie, en lats	101.223	243.311	265.893	355.814	179.351
A la Lithuanie, en litas	165.900	316.000	252.300	187.600	206.800
Au Mexique, en pesos	926.700	935.000			
A la Norvège, en couronnes	1.129.000	1.347.200	1.168.900	1.397.000	
Aux Pays-Bas, en florins	1.785.800	1.275.600	1.189.700	1.155.500	1.019.300
A la Suède, en couronnes	52.800	45.400	82.300	106.800	75.100
A la Suisse, en francs	182.700	230.500	286.300	390.600	352.100
A la Tchécoslovaquie, en couronnes	2.798.000	3.181.000	5.403.000	6.295.000	6.540.000
A l'Uruguay, en dollars		39.179	20.014	21.475	
A la Yougoslavie, en dinars	757.000	1.293.000	842.300	549.000	294.100

TABEAU 2. — CE TABLEAU MONTRE, D'APRÈS L'« ANNUAIRE STATISTIQUE DU COMMERCE DES ARMES ET DES MUNITIONS », LA VALEUR DES ARMES EXPORTÉES PAR L'ALLEMAGNE

« PARTIE III. — *Liste détaillée des redressements nécessaires.*

« a) Usines privées autres que les usines autorisées :

« — *D. W. M. F.*, à Carlsruhe, cartoucherie : 526 machines restent à disperser ;

« — *D. W. M. F.*, à Carlsruhe, douilleterie : 278 machines restent à disperser ;

« — *Mausser*, à Oberndorf : 885 machines restent à disperser ;

« — *D. W. M. F.*, à Wittenau : 1.373 machines restent à disperser ;

« — *Bayerische Sprengstoff A. G.*, à Thausau : 4 appareils de nitration et une installation de cristallisation sont à démonter ;

« — *Saeschiesche Gusstahl-fabrik*, à Deh-leu-Deuber : 3 jeux de presses doubles à forger ont été réinstallés et 2 presses hori-

« — *Pette*, à Magdebourg : plan de fabrication à réduire ;

« — *Simson*, à Sahl : plan de fabrication à réduire ;

« — *Dortmunder Union* : plan de fabrication à réduire ;

« — *W. A. A. S. G.*, à Remsdorf : plan de fabrication à réduire ;

« Nombreux ateliers et magasins à munitions à détruire. »

Dans ce document officiel, rédigé par une commission interalliée, à une époque où l'Angleterre poussait à accorder satisfaction à l'Allemagne, où volontairement n'ont été maintenues que les clauses les plus importantes du Traité de paix, ont seules été mentionnées les violations les plus caractérisées des prescriptions relatives aux fabrications de guerre. Il aurait été possible, en effet,

d'en relever bien d'autres. En tout cas, le Reich n'a pas déferé, sur les points que nous venons de signaler, aux demandes de l'Entente. Il a maintenu intacts ses moyens de production de matériel de guerre.

Sur son territoire, dès 1925, il a recommencé ses fabrications. D'une manière générale, il a, de 1925 à 1931, augmenté sensiblement ses approvisionnements en munitions en décuplant à peu près les quantités qu'il était autorisé à consommer chaque année pour ses exercices. Il a ainsi produit, en moyenne, par an :

350.000.000 de cartouches pour fusil ou carabine ;

10.000.000 de cartouches pour pistolet ;

350.000 coups de 77 ;

150.000 coups de 105 ;

250.000 coups de minenwerfer.

Il a renouvelé son stock d'armes, en commençant à remplacer son fusil et sa carabine par une arme pouvant se substituer à l'un ou à l'autre de ces types ; c'est l'*Einheitsgewehr* (fusil unique). Rien n'empêchait le Reich d'effectuer cette opération, à condition de détruire pour chaque nouveau fusil produit un fusil ancien, ce qu'il n'a pas fait.

En même temps, il étudiait de nouveaux prototypes et se livrait avec eux à des essais de stand et de tir prolongés. On reconnaît là l'influence du général von Seeckt, qui, dans une conférence faite au *Reichswehrministerium*, pendant l'été 1928, déclarait : « Pour l'armement des masses, il n'y a qu'une solution : déterminer soigneusement quels doivent être les prototypes et, en même temps, préparer leur fabrication massive, en cas de besoin. »

Pendant la période de 1925 à 1931, on assiste à la réalisation de cette idée. L'Allemagne, qui dispose déjà d'un stock minimum d'armes, s'assure une réserve minimum de munitions et étudie de nouveaux prototypes.

Elle n'a pas repris encore une liberté absolue dans ses fabrications de guerre. Il en est même certaines qu'elle ne veut pas sortir de ses usines. Elle les effectue *hors de son territoire*, notamment en Russie. Ceci ressort nettement des débats du Reichstag, les 16 et 17 décembre 1926, sur le rôle de la Reichswehr. Le sozialdemokrate Scheidemann révèle qu'« à Stettin sont arrivés, au début d'octobre, trois navires de la Compagnie de navigation à vapeur de Stettin, le *Gothenburg*, le *Rastenbourg* et le *Colberg*, chargés d'obus, alors que la cargaison était déclarée comme fer en barres et aluminium ». Presque toutes les grosses maisons d'arme-

ment allemandes fondent des filiales dans les pays neutres voisins pour poursuivre l'étude des prototypes.

c) L'Allemagne exporte du matériel de guerre bien que cela lui soit interdit

Un pays possède un matériel de guerre d'autant plus perfectionné et peut le produire d'autant plus facilement qu'il a su développer sur son territoire une industrie plus puissante, qui exporte à l'étranger une partie de ses fabrications. C'est pour tenir compte de ce principe que les Alliés, lors de la signature du Traité de paix, avaient interdit à l'Allemagne toute exportation de matériel de guerre. Or, nous allons voir, dans un document officiel tout récent, — il date de 1933, — le peu d'importance qu'attachent l'Allemagne et aussi la Société des Nations à ces prescriptions.

L'*Annuaire statistique du Commerce des Armes et des Munitions*, publié à Genève par la Société des Nations, porte, dans sa troisième partie (tableaux détaillés du Commerce), une note en bas du tableau des exportations de l'Allemagne (1), où il est dit : « En Allemagne, l'importation et l'exportation des armes, munitions et matériel de guerre sont prohibées par la législation nationale conformément à l'art. 170 du Traité de Versailles ». A cette page, bien entendu, ne figure aucune exportation de matériel de guerre de l'Allemagne ; mais si on dépouille les tableaux insérés dans la première partie de cet ouvrage, qui, de l'aveu des auteurs de ce volume, « représente le commerce international en armes et en munitions destinées à la guerre (2), sans qu'ils soient absolument sûrs qu'il ne s'y soit pas glissé une fourniture d'armes de chasse ou de sport », on voit que l'Allemagne a fourni le matériel de guerre dont la valeur est donnée par le tableau 2, p. 186.

Sans doute, les Allemands prétendent que ces armes de guerre ne proviennent pas de leur industrie, qu'elles n'ont fait que transiter par leur territoire, mais l'excuse n'est guère admissible et, d'autre part, la troisième partie de ce volume fournit, pour certains pays, la preuve qu'il s'agit bien d'armes de guerre effectivement livrées par l'Allemagne. Ainsi :

Page 203, on lit : « Armements destinés à l'*Etat chilien*, en 1927, fournis par l'Allemagne : 3.723.800 pesos », ce qui, avec les pistolets, revolvers, carabines et les munitions vendus, représente très sensiblement

(1) Page 174.

(2) Préface.

le chiffre trouvé dans le tableau 1, qui est de 5.010.900 ;

Page 291, on trouve, pour les Pays-Bas, le détail des armes fournies par l'Allemagne et que nous avons indiqué sur le tableau 3.

L'industrie allemande fabrique donc, c'est hors de doute, des armes et des munitions de guerre pour l'étranger.

d) Intensification de la production du matériel de guerre depuis 1931

Depuis 1931, l'Allemagne a intensifié sa production dans tous les domaines de l'armement. Ses usines ont commencé à produire en petites séries les prototypes nouveaux. Le début de cette nouvelle période dans l'histoire de l'armement en Allemagne peut être fixé vers le mois de mai 1931. Les prototypes sont donnés à certaines unités

pour les expé-
rimer et
les mettre au
point. Ces
nouvelles ar-
mes consis-
tent essentielle-
ment dans
un fusil auto-
matique du
poids de

3 kg 900, une mitrailleuse de 20 $\frac{m}{m}$, une de 35 $\frac{m}{m}$, une de 40 $\frac{m}{m}$, des tanks, des avions. En même temps sont nettement améliorés la mitrailleuse légère, la mitrailleuse lourde, les minenwerfer et les canons de divers calibres. Pour les mitrailleuses, les Allemands ont cherché à augmenter la légèreté, la robustesse et la précision ; pour leurs pièces d'artillerie et leurs minenwerfer, ils se sont efforcés d'accroître la portée et le débit.

Ils ont pu consacrer à ces recherches et à ces premières fabrications, qui précèdent toujours les productions en grandes séries, une partie des disponibilités invraisemblables de leur budget militaire. Ainsi, pour l'entretien des fusils et des carabines de leur Reichswehr, ils ont prévu une dépense annuelle de 5.300.000 marks (31.800.000 fr), soit pour ses 102.500 armes à main une dépense de 51,47 marks (308 fr 80) ! Un fusil ne coûtant que 154 marks, de l'aveu du *Reichswehrministerium*, sa vie ne serait que de trois ans, alors que, chez nous, il dure plus de trente ans !

Cette période d'expérimentation, pour la mise au point des divers prototypes, semble s'être terminée au printemps de 1933 ; elle aurait donc duré dix-huit mois, ce qui est

normal si on veut éprouver à fond une arme et la mettre absolument au point. Depuis les mois d'avril-mai 1933, toutes les usines de guerre allemandes ont doublé et triplé leur personnel.

Depuis cette même date, les Allemands font rentrer sur leur territoire une partie des machines-outils qu'ils avaient exportées en 1920 et 1921, pour les soustraire aux investigations de nos commissions de contrôle. Stockées à proximité immédiate des frontières, elles sont réintégrées actuellement dans leurs anciens ateliers, prêtes à tourner à nouveau. Ainsi, des tours de 12 mètres de long pour la fabrication des canons, entreposés près d'Amsterdam, ont été embarqués dans ce port en octobre pour être transportés à Dusseldorf.

Les fabrications de guerre des différentes

Matériel	En 1927	En 1928	En 1929	En 1930	En 1931
	Florins	Florins	Florins	Florins	Florins
Canons, affûts.	13.500	96.900	29.200	15.300	5.900
Mitrailleuses...	29.800	49.100	6.200		
Torpilles.....	182.800	249.000	254.000	242.800	303.800

TABLEAU 3. — LES CHIFFRES CI-DESSUS INDIQUENT LA VALEUR DES ARMES FOURNIES PAR L'ALLEMAGNE AUX PAYS-BAS, AU COURS DES DERNIÈRES ANNÉES (1927-1931)

filiales des
grandes mai-
sons d'arme-
ment alle-
mandes sont
également di-
rigées actuel-
lement sur
l'Allemagne ;
elles vont
prendre place

dans les entrepôts et les parcs de la Reichswehr. Ainsi, on signale depuis deux mois des envois significatifs de la Hollande vers le Reich des maisons ci-après :

La *Nedinsko (Nederlandsche Instrumenten Co)*, à Venloo, filiale de la maison Zeiss : instruments de précision et de pointage ;

N. V. *Becker et Sons Weegwerktengfabriek*, à Brunen : avions de combat ;

Aviolanda, à Papendrecht : avions de combat ;

Fokkerfabriek, à Amsterdam : avions de combat ;

La *Rubberfabriek Heveadorp*, à Oosterbeek : masques à gaz.

Un dernier fait prouve enfin que l'industrie de guerre allemande est sur le point de commencer ses fabrications en grandes séries : les stockages massifs qu'elle fait sur son territoire de certaines matières premières ou de certains produits mi-transformés qui sont plus particulièrement employés pour les industries de guerre, comme le nickel, le wolfram, la pâte de bois (celle-ci est à la base de la fabrication de la nitro-cellulose), et qui ne peuvent s'expliquer par aucune autre raison.

En résumé, l'Allemagne possède à l'heure actuelle :

— un armement sensiblement équivalent en valeur à celui qu'elle avait à la fin de la guerre ; elle lui a apporté quand même quelques améliorations ; il est suffisant au point de vue du nombre pour armer toute sa population ;

— des stocks de munitions amplement suffisants pour l'entrée en campagne ;

— des prototypes nouveaux, expérimentés méticuleusement pendant plus de dix-huit mois dans quelques corps de troupe ; ils sont actuellement au point ; ils représentent sur les matériels existant à la fin de la guerre des progrès sensibles ;

— un début de fabrication en série de ces appareils.

Le Reich a reconstitué ses armements anciens ; il s'en donne un nouveau beaucoup plus puissant.

atteint 11.000 mètres). Le canon d'infanterie peut tirer, en cas de nécessité, jusqu'à 7.000 mètres.

Depuis 1930, les Allemands cherchent à obtenir un accroissement dans le débit de leurs canons et de leurs obusiers de campagne. Ils auraient expérimenté, au camp de Lütterborg, un canon de 77 $\frac{m}{m}$, qui pourrait soutenir un tir prolongé de 15 coups à la minute, dont le champ de tir serait notablement élargi et dont la portée dépasserait 13.000 mètres. Ces améliorations auraient entraîné une augmentation du poids de la pièce. Les Allemands la réserveraient pour leur artillerie tractée. Leur nouvel autocanon de 77 aurait son poids diminué de 1.500 kilogrammes et sa portée augmentée de près de 2.000 mètres. Inutile de signaler l'importance de ces résultats.

Matériel	Appellation allemande	Calibre	Poids en ordre de marche	Poids moyen du projectile	Portée maximum	Longueur en calibres
		Millim.	Kilogrammes	Kilogrammes	Mètres	
Canon de campagne modèle 96/16.	F. K. 96/16	77	2.100	6,500	8.400	27
Canon de campagne modèle 1916.	F. K. 16	77	2.260	6,800	10.700	35
Canon d'infanterie modèle 1918.	I. G. 18	77	1.170	6,500	5.000	18
Obusier léger modèle 1916.....	L. F. H. 16	105	2.305	15,500	9.700	22
Canon de montagne modèle 1915.	Geb. K. 15	77		6,500	7.200	20
Autocanon.....	Kr. G.	77	8.000	6,500	8.000	27

TABEAU 4 MONTRANT LES CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIEL AUTORISÉ POUR LA REICHSWEHR

II. — Les qualités techniques du matériel allemand

Nous examinerons successivement l'artillerie, les armes lourdes, l'infanterie, puis les armes légères.

a) Artillerie

Le matériel d'artillerie de l'armée allemande peut être réparti, *a priori*, en deux grandes catégories : 1^o celui autorisé pour la Reichswehr ; 2^o celui qui a été concédé, mais en nombre très limité, pour les places terrestres ou maritimes.

1^o *Matériel autorisé normalement pour la Reichswehr.* — Nous avons résumé dans le tableau 4 ci-dessus ses caractéristiques principales.

Pendant les années 1920-1928, les Allemands s'ingénierent à augmenter la portée de ce matériel. Ils y parvinrent par des modifications dans la forme du projectile et par la mise en service d'une poudre plus puissante et plus progressive. La portée maxima du canon de 77 modèle 1916 a été accrue de 2 kilomètres (elle est ainsi de 12.600 mètres), celle de l'obusier léger de 2 km 300 (elle

2^o *Matériels autorisés seulement pour les places.* — Les Alliés ont consenti, à la suite de longues discussions, à laisser au Reich, pour ses places terrestres et maritimes, quelques matériels à grande puissance en nombre strictement limité. Partant de cette autorisation, l'Allemagne a remis en état peu à peu un grand nombre des pièces d'A. L. (artillerie lourde), d'A. L. G. P. (artillerie lourde à grande puissance) et de D. C. A. (défense contre avions) dont elle disposait pendant la guerre.

Dans le tableau 5, page 190, nous avons résumé les caractéristiques principales de ces matériels, en indiquant dans une colonne séparée les nouvelles portées qu'aurait réussi à réaliser l'artillerie allemande.

b) Armes lourdes de l'infanterie (autorisées)

Le matériel lourd de l'infanterie allemande, à la fin de la guerre, présentait les caractéristiques que nous indiquons sur le tableau 6, page 191.

Depuis 1918, les Allemands ont fait subir plusieurs transformations à leur mitrailleuse lourde, principalement pour lui permettre d'effectuer des tirs indirects. Ils exécutent

normalement ces tirs aux distances de 2.500 mètres à 3.500 mètres ; ils tirent également par-dessus leurs propres troupes si le bord inférieur de la gerbe passe au-dessus de ces troupes à une hauteur égale au $1/100^{\circ}$ de la distance qui les sépare de la mitrailleuse. Un dispositif nouveau, mis au point depuis 1930, permet à la mitrailleuse de tirer dans de bonnes conditions sur tout avion qui la survole à une altitude de moins de 1.000 mètres.

Les Allemands, en plus de leur mitrailleuse de 7 $\frac{m}{m}$ 9, ont récupéré, depuis 1930, celles de 13 $\frac{m}{m}$ qu'ils avaient mises en service

portée de ses minenwerfer. Celle du minenwerfer léger dépasse actuellement 3.000 mètres. Un nouveau minenwerfer lourd, — du calibre de 25 $\frac{m}{m}$, — que l'armée allemande ne devrait pas posséder d'après le Traité de paix, a été établi pour être transporté sur un châssis à moteur avec chenilles. Portée maxima de cet engin, 2.200 mètres ; vitesse de tir, 30 coups-heure ; poids du projectile, 120 kilogrammes.

c) Armes légères de l'infanterie (autorisées)

Les armes légères dont dispose l'infanterie allemande sont indiquées sur le tableau 7.

Canons	Appellation allemande	Calibre	Poids en ordre de marche	Poids moyen du projectile	Portée maxima	Nouvelle portée atteinte	Transformations subies
Canon de 10 $\frac{m}{m}$, mod ^e 1917/64.	10 $\frac{m}{m}$ K. 17/64	Centim.	Kilogr.	Kilogr.	Mètres	Mètres	
Obusier lourd allongé.....	lg. s. F. H. 13	10	3.750	18	14.100	18.000	
Canon de 15 $\frac{m}{m}$, modèle 1916.	15 $\frac{m}{m}$ K. 16 Kp	15	2.870	42	9.500	12.000	
Mortier allongé de 21 $\frac{m}{m}$	lg. Mrs	15	8.290	52	22.800		
		21	4.465	120	10.200		
Canon de 21 $\frac{m}{m}$	21 $\frac{m}{m}$ S. K. L/45	21	Matériel fixe	112	26.400		Les matériels mobiles existent actuellement.
Canon de 24 $\frac{m}{m}$	24 $\frac{m}{m}$ S. K. L/40	24		148	26.600		
Canon de 28 $\frac{m}{m}$	28 $\frac{m}{m}$ S. K. L/40	28		280	27.750	41.000	
Mortier de 28 $\frac{m}{m}$	28 $\frac{m}{m}$ s. Kst Mrs	28		340	11.400		
Mortier de 30,5 $\frac{m}{m}$	30,5 $\frac{m}{m}$ s. Kst Mrs	30,5		410	11.900		
Canon de 38 $\frac{m}{m}$	38 $\frac{m}{m}$ S. K. L/45	38		750	48.000	72.000	
Canon contre avion de 8,8 $\frac{m}{m}$.	8,8 $\frac{m}{m}$ K. Flak	8,8	d ^o	9,500	13.300		
Canon contre avion de 10,5 $\frac{m}{m}$.	10,5 $\frac{m}{m}$ K. Flak	10,5		17	14.000		

TABEAU 5. — CE TABLEAU DONNE LES CARACTÉRISTIQUES REMARQUABLES DU MATÉRIEL D'ARTILLERIE ALLEMAND LE PLUS MODERNE

Il est à noter que la portée de 72 kilomètres indiquée pour le canon de 38 aurait même été dépassée.

en octobre 1918 et qui sont spécialement destinées à la lutte contre les tanks. Ils les appelaient *T. U. F. 2 (Tank und Fliegerabwehr Maschinengewehr)*. Elles lancent à 800 mètres/seconde un projectile de 50 grammes qui, à 100 mètres, perce une plaque du meilleur acier de 25 millimètres d'épaisseur. Leur vitesse de tir est de 300 coups-minute. Le nombre de ces engins est suffisant pour en distribuer six à chaque régiment d'infanterie et un à chaque groupe d'artillerie.

L'armée allemande a recouvré également ses anciens canons de 37 $\frac{m}{m}$ et de 47 $\frac{m}{m}$; mais elle trouve que leur débit est insuffisant, de même qu'elle trouve insuffisante la force de pénétration de la balle de la mitrailleuse de 13 $\frac{m}{m}$. Elle a donc mis en service deux mitrailleuses nouvelles : une de 20 $\frac{m}{m}$ et une de 35 $\frac{m}{m}$. Quelques prototypes ont figuré aux manœuvres de 1932 et de 1933.

La Reichswehr a également amélioré la

Fusils 96 et carabines 98 ont été retirés aux troupes et remplacés par une arme unique, l'*Einheitsgewehr*, plus court que l'ancien fusil, plus long que l'ancienne carabine. Les fabrications de guerre en seraient facilitées. L'*Einheitsgewehr* comporte deux chargeurs, un de 5, l'autre de 25 cartouches. Son calibre est de 7 $\frac{m}{m}$ 9. Dix fusils par section sont munis d'une lunette de visée pour tireurs d'élite.

L'Allemagne ne s'est pas contentée de ces améliorations. Elle a adopté et mis en service un fusil automatique de même calibre qui, après plusieurs modifications, ne pèse plus que 3 kg 750 ; il comporte un chargeur de 10 balles, n'a qu'un faible recul et peut tirer avec précision jusqu'aux portées moyennes de 1.000 mètres.

L'armée allemande a également amélioré notablement sa mitrailleuse légère. Elle a abaissé son poids de 13 à 8 kilogrammes. La nouvelle arme, qui est très simple — elle

ne comporte que soixante-huit pièces dont trente pour les béquilles qui assurent sa stabilité pendant le tir, — est à refroidissement par air. Elle tire des chargeurs de 20 cartouches ; sa cadence est très grande : 600 coups-minute.

A leur *maschinenpistole* de 9 $\frac{m}{m}$, les Allemands ont superposé un pistolet de 6 $\frac{m}{m}$, avec étui en bois qui sert de crosse pour tirer avec précision. Il comporte un régulateur de vitesse ; il peut être pourvu de chargeurs de 20 cartouches. Sa cadence de tir est extrêmement élevée : 1.100 à 1.200 coups à la minute.

Enfin, les Allemands auraient amélioré

dispose de chars de 18 tonnes, développant une force de 250 ch, fortement blindés (au moins à 20 $\frac{m}{m}$) ; ils sont pourvus, soit de deux mitrailleuses, soit d'un canon de faible calibre.

Les Allemands n'ont pas, du reste, ignoré le char de combat pendant la dernière guerre. Ils se sont seulement résolus à le construire trop tardivement. Ils ont sorti trois types :

— le premier en date, l'*Elfriede* ; il pesait 45 tonnes (longueur, 7 m 50 ; largeur, 3 m 10 ; hauteur, 3 mètres) ; 2 moteurs de 150 ch Daimler-Mercédès ;

— le second fut le petit char de 7 tonnes, construit à une centaine d'exemplaires ;

Armes	Poids	Calibre	Portée		Vitesse	Projectiles
			maximum	moyenne		
	Kilogrammes		Mètres	Mètres		
Mitrailleuse lourde (M. G. 08).	Mécanisme.... 26	7 $\frac{m}{m}$, 9	3.500	2.000	500 coups-minute.	Balle (s S), 13 grammes.
	Traineau..... 38					
	Trépied..... 30					
Minenwerfer léger.	Tube..... 23	7 $\frac{c}{m}$, 6	1.300	1.100	100 coups-heure.	Mine légère, 4 kg 6. Mine de rupture, 4 kg 65.
	Berceau. 32					
	Affût... 24					
	Crosse .. 68					
Minenwerfer moyen.	Tube... 150	17 $\frac{c}{m}$	1.050	900	50 coups à l'heure, tir continu. 9 coups à la minute pendant quelques minutes.	Mine moyenne, 53 kilogrammes.
	Berceau. 137					
	Affût... 92					

TABEAU 6. — CE TABLEAU DONNE LES CARACTÉRISTIQUES DES ARMES LOURDES DONT DISPOSE ACTUELLEMENT L'INFANTERIE ALLEMANDE

leur grenade à fusil. Elle pourrait atteindre des portées utiles de 300 mètres.

d) Autre matériel de guerre non concédé à l'armée allemande

Dans toutes ses protestations de pacifisme, le Reich prétend qu'il ne dispose pas de tanks alors que l'armée française en compterait des milliers. Là encore, ce n'est qu'une assertion erronée. L'armée allemande arrivera sur le champ de bataille, soyons-en certains, avec des tanks et des automitrailleuses. Le Traité de paix les lui interdit ; mais, dès 1923, elle en construit des images, des « Attrappen », pour l'instruction de ses troupes. En 1924 et en 1925, ce ne sont encore que de simples enveloppes de toile tendues sur des cadres, mais, dès 1927, — c'est-à-dire dès le départ de Berlin de nos commissions de contrôle, — ils deviennent de véritables chars automobiles sur chenilles, pourvus de plaques d'acier. Actuellement, le Reich

— le dernier, enfin, fut un char de 150 tonnes, armé de quatre canons de 75 et de deux mitrailleuses. Deux exemplaires de ce type ont été livrés à la commission interalliée de contrôle.

Le commandement allemand, actuellement, a renoncé à l'idée du très gros char ; par contre, il est très partisan du char moyen et du char léger ; pour augmenter leur capacité de résistance, il consent une augmentation de poids sérieuse sur celles qu'il avait envisagées au début ; il admettrait en effet, que ces chars puissent peser respectivement jusqu'à 18 et 55 tonnes.

Les Allemands se sont également organisés pour pouvoir utiliser les autres moyens de lutte qui leur sont interdits, notamment l'arme toxique. Les règlements de la Reichswehr, depuis longtemps, en préconisent l'emploi. Ainsi, *Führung und Gefecht* (F. u. G.), du 1^{er} septembre 1921 (conduite et combat des troupes de toutes armes opérant en

liaison), conseille d'y recourir dans l'offensive (paragraphe 344), dans la défensive (paragraphe 391), dans le harcèlement (paragraphe 392), etc. Les « Tableaux d'effectifs de la division d'infanterie dans une armée moderne », parus le 25 septembre 1921, spécifient déjà, eux aussi, que pour tous les calibres doivent exister des obus toxiques. Dès 1928, dans leurs exercices sur la carte, les Allemands admettent qu'ils créeront des zones interdites par des tirs à ypérite ou des épandages directs sur le sol. Depuis 1929, ils se livrent à des exercices pratiques, principalement en Prusse Orientale.

Ils ont la plus grande confiance dans cette

soient véhiculées par une bombe d'avion.

Les Allemands y ont songé. A l'intérieur de la bombe, ils fixeraient un récipient rempli d'un terrain de cultures dans lequel seraient placés les germes. Un appareil à oxygène permettrait de les entretenir en pleine vitalité pendant trente-six heures. A l'explosion, ce récipient se briserait, les germes seraient dispersés dans toutes les directions.

Conclusion : que vaut ce matériel ?

Tel est, exposé dans ses grandes lignes, l'état actuel du matériel de guerre de l'armée allemande. On peut donc conclure

Armes	Poids	Calibre	Portée		Vitesse de tir
			maximum	utile	
Fusil 96.....	Kilogrammes 4,1	Millimètres 7,9	Mètres 2.000	Mètres 400	Cadence de 9 à 10 coups à la minute.
Carabine 98.....	3,6	7,9	2.000	400	Cadence de 9 à 10 coups à la minute.
Mitrailleuse légère 08/18...	13 Plus 1 pour la fourche.	7,9	2.000	800	500 coups à la minute.
Pistolet-mitrailleur.....	4	9	200	100	Cadence de 500 coups à la minute.
Grenade à fusil.....	0,510	»	»	150	
Fusil antichar.....	17	13	»	500	

TABEAU 7. — CE TABLEAU DONNE LES CARACTÉRISTIQUES DE L'ARMEMENT LÉGER D'INFANTERIE DONT DISPOSE AUJOURD'HUI L'ARMÉE ALLEMANDE

arme. Ils comptent en faire un large usage dès la déclaration de guerre. Leur industrie chimique, sans transformation presque, leur fournira, en effet, facilement, tous les gaz dont ils auront besoin ; certaines de ses usines semblent se spécialiser dans cette tâche. En vue de leur emploi, l'Allemagne stocke sur son territoire d'énormes réserves de masques pour en doter toute sa population civile. Elle entraîne sa Reichswehr, sa Schupo et ses bandes nazis à les porter de longues heures durant.

Il n'est point jusqu'à l'arme bactériologique dont elle n'ait envisagé l'utilisation. Les Italiens, pendant la dernière guerre, l'ont accusée d'avoir tenté de faire inoculer la morve à leurs chevaux. Le choléra, le typhus, la peste sont des maladies qui peuvent être transmises relativement facilement. Sans doute leurs cultures ne peuvent pas être expédiées dans la zone ennemie à l'intérieur d'un projectile, en raison des hautes températures auxquelles celui-ci est porté, mais rien n'empêche qu'elles

que le Reich possède, dès maintenant :

— un premier matériel à peu près semblable à celui dont il était pourvu à la fin de 1918 ; il lui a fait subir quelques modifications pour augmenter sa portée. Il est suffisant numériquement pour couvrir tous les besoins de la mobilisation de la nation ;

— en plus, un second matériel nettement supérieur, techniquement parlant, qu'il a longtemps expérimenté et qu'il construit par petites séries. Il semble vouloir en doter toutes ses unités d'attaque. La mise entre leurs mains de pareils engins accroîtrait de beaucoup leur capacité offensive.

On ne peut donc point dire que l'Allemagne ne pourrait pas, faute de matériel, prendre une attitude agressive. Elle peut attaquer le jour où elle le désirera. Son armement est, au moins, aussi perfectionné et aussi abondant que celui de n'importe quelle autre armée européenne. Il est certainement à plus grand rendement que le nôtre.

Lieutenant-colonel REBOUL.

LA PRODUCTION ET LA MESURE DES TRES HAUTES TEMPÉRATURES AU LABORATOIRE ET DANS L'INDUSTRIE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

La production et la mesure des très hautes températures — de même que la production et la mesure des très hautes pressions (1) — offre un intérêt considérable, aussi bien pour le savant que pour l'industriel. Elles permettent, en effet, de réaliser et d'étudier des transformations de la matière qu'il était, jusqu'ici, impossible de produire autrement. A l'heure actuelle, grâce aux progrès apportés aux chalumeaux à acétylène et à hydrogène (emploi de l'hydrogène atomique) (2), et surtout au four électrique (3) (four à induction à haute fréquence du professeur Ribaud), les températures de 3.000 à 3.500 degrés C sont obtenues industriellement. On est même arrivé, au laboratoire, à atteindre 6.000 degrés. Toutefois, on a été jusqu'à présent limité dans cette voie par la désagrégation des matériaux constituant les parois des fours. Mais il ne s'agit pas seulement de produire ces hautes températures : il faut aussi pouvoir les mesurer. On y arrive aujourd'hui en déterminant au photomètre l'intensité du rayonnement lumineux émis par les corps ainsi chauffés. C'est, en somme, le développement scientifique de l'ancienne méthode qui consistait, dans la métallurgie et la verrerie par exemple, à apprécier « à l'œil » la température atteinte, d'après la couleur correspondante (rouge sombre, rouge cerise, blanc, etc.). On arrive maintenant à une grande précision, puisque l'on mesure les températures du degré près jusqu'à 2.000 degrés et à 5 degrés près jusqu'à 2.500 degrés !

UNE chaire des hautes températures, conférée au professeur G. Ribaud, vient d'être fondée à la Sorbonne, grâce à l'appui financier de la Ville de Paris et de la Société du Gaz ; ces deux patronages montrent, mieux que tout ce qu'on pourrait dire, que la réalisation et la mesure des températures élevées présentent un intérêt, non seulement scientifique, mais pratique, de premier ordre ; cette double raison nous a paru justifier le présent exposé.

Où commencent les hautes températures ?

De toute évidence, il y a continuité dans l'échelle ascendante des températures, et il n'existe pas de raison décisive de faire la coupure ici plutôt que là. Pourtant, l'usage s'est établi de faire commencer les hautes températures au voisinage de 1.500 degrés de l'échelle centigrade, et il y a à cela quelques bonnes raisons.

La première repose sur la différence des méthodes thermométriques ; au-dessous de 1.500 degrés, les températures peuvent

être définies par des thermomètres à gaz, fondés sur les variations de pression de l'azote enfermé dans une enceinte imperméable ; au-dessus de cette limite, les méthodes optiques seules sont applicables, et leur système constitue, sous le nom de *pyrométrie*, un chapitre important de la physique.

D'autre part, en se plaçant au point de vue historique, on peut dire que la température de 1.500 degrés représente, approximativement, celle qu'on pouvait jadis obtenir avec les fourneaux. L'accession à des températures plus élevées est un progrès relativement récent dans l'histoire de l'humanité ; il débute avec la découverte du chalumeau à gaz oxyhydrique, qui permit à Henri Sainte-Claire-Deville, vers 1860, de fondre les métaux réfractaires, comme le platine. Mais le développement de l'industrie électrique fournit un moyen de pousser beaucoup plus loin, et de réaliser les températures élevées dans des conditions favorables à leur utilisation.

Le point de départ de ce nouveau progrès fut la réalisation, en 1885, du four électrique à arc qui permettait d'atteindre et de maintenir dans un espace clos une température voisine de celle de l'arc électrique, c'est-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 449.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 367.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 265.

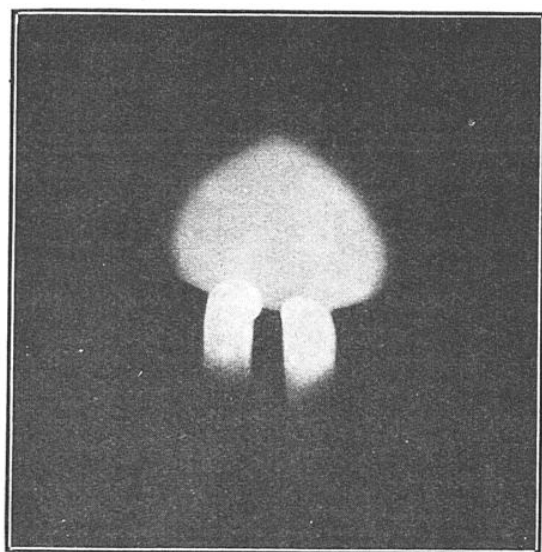


FIG. 1. — FORME CARACTÉRISTIQUE DU « DARD » DE LA FLAMME DE L'HYDROGÈNE ATOMIQUE

à-dire environ 3.000 degrés. Depuis ce temps, le four électrique, promu à la dignité d'appareil industriel, a subi des transformations innombrables ; tantôt on l'emploie comme « four à résistance », en faisant passer le courant dans des corps solides qui s'échauffent par effet Joule ; tantôt on utilise un véritable arc électrique, éclatant en milieu gazeux ou liquide. Une modification plus récente, et fort ingénieuse, est constituée par le « four à induction », où le corps à chauffer constitue le circuit secondaire d'un véritable transformateur abaisseur de tension, et s'échauffe par la circulation, dans la masse, d'un courant alternatif induit dont l'intensité s'élève parfois à plusieurs milliers d'ampères.

Les grands fours industriels, employés aujourd'hui pour la métallurgie des aciers spéciaux, sont établis d'après ce principe, c'est-à-dire qu'entre le circuit primaire, où on envoie le courant alternatif, et le circuit secondaire, constitué par le bain métallique, la liaison doit être établie par un noyau de fer, milieu perméable qui transporte l'énergie d'un circuit à l'autre. Mais on peut faire mieux encore, et c'est ce que M. G. Ribaud, titulaire du nouvel enseignement de la Sorbonne, a su réaliser avec son « four à induction à haute fréquence », dont la figure 2 nous indique le principe et dont nous représentons, en outre, l'aspect général.

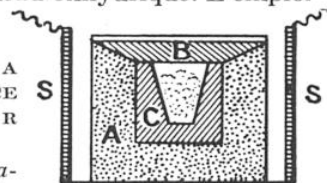
Dans cet appareil, plus de circuit magnétique entre l'inducteur et l'induit, par où le subtil calorifique n'a que trop de tendances à

s'évader au dehors ; les courants alternatifs de fréquence élevée savent, en effet, se transporter dans l'espace, et la T. S. F. nous en apporte la preuve magistrale, puisque l'énergie émise par l'antenne d'émission est recueillie, à des milliers de kilomètres, par les antennes réceptrices placées dans son aire de distribution. Dans le cas présent, le transport ne se fait pas à si longue distance, mais il se ferait, au besoin, à travers le vide, avantage précieux pour certaines manipulations délicates : le creuset en graphite *C*, entouré d'une gaine calorifuge *A* et coiffé d'un couvercle *B*, fait également en matériaux isolants pour la chaleur, est placé à l'intérieur de la spirale inductrice *S* ; celle-ci reçoit le courant d'un transformateur qui se décharge, à chaque demi-période, dans un condensateur ; le condensateur produit à son tour des oscillations électriques dont la fréquence peut atteindre plusieurs dizaines de milliers par seconde ; ces vibrations, circulant dans le solénoïde *S*, en induisent d'autres dans le creuset de graphite et dans les matériaux qu'il contient si ceux-ci sont conducteurs, et toute l'énergie électrique se trouve finalement transformée en chaleur dans le creuset.

Cet appareil réalise une méthode de chauffe dont la souplesse se prête à toutes les exigences ; on peut opérer dans l'atmosphère gazeuse jugée convenable, dans des creusets brasqués de magnésie ou de tout autre enduit protecteur ; enfin, l'élévation de température est très rapide et peut être réglée à volonté : un creuset de 200 centimètres cubes est porté en deux minutes à 1.500 degrés et ne met pas plus d'un quart d'heure à atteindre 3.000 degrés ; 1 kilogramme de platine est fondu en cinq minutes, et 18 kilogrammes d'acier sont liquéfiés en une heure et demie ; on voit, par ces données, à quel point sont facilités la métallurgie et le traitement des métaux réfractaires.

D'autre part, la technique des flammes s'est notablement perfectionnée depuis l'invention du chalumeau oxhydrique. L'emploi

FIG. 2.
FOUR ÉLECTRIQUE A
HAUTE FRÉQUENCE
DU PROFESSEUR
RIBAUD



Le creuset en graphite *C*, entouré de la gaine calorifuge *A* et coiffé du couvercle *B*, est placé à l'intérieur de la spirale inductrice *S*, où se produisent des oscillations à haute fréquence qui en induisent d'autres dans le creuset.

de l'acétylène a fourni une solution particulièrement avantageuse, et cette revue n'a pas manqué d'en tenir au courant ses lecteurs. Le croquis ci-joint, qui représente le résultat des mesures effectuées récemment par Henning et Tingwaldt, montre qu'avec le chalumeau oxyacétylénique on peut disposer d'une température comprise entre 2.500 et 3.000 degrés.

Mais on peut pousser plus loin encore, grâce à une ingénieuse modification du chalumeau oxyhydrique, due au chimiste américain Irving Langmuir, dont les belles recherches ont été récompensées par l'attribution d'un prix Nobel ; l'hydrogène qui, dans le chalumeau de Sainte-Claire-Deville, se combine à l'oxygène, est l'hydrogène ordinaire, formé de molécules de forme H^2 , c'est-à-dire dont chacune contient deux atomes associés ; mais en utilisant l'*hydrogène atomique H*, la chaleur dégagée par la combustion sera beaucoup plus grande, puisqu'aux 58.000 calories de la réaction $H^2 + O = H^2O$ s'ajouteront 100.000 calories libérées par la dissociation des deux atomes d'hydrogène.

Voici, dès lors, comment on opère : on fait jaillir un arc électrique entre deux tiges de tungstène et, au sein de cet arc, on envoie un courant d'hydrogène ordinaire qui est alors partiellement dissocié en hydrogène atomique et qui brûle ensuite à l'air libre ; un croquis joint à cet article (fig. 7) montre la répartition des températures dans le dard ; elles varient, comme on voit, entre 2.500 et 3.500 degrés, et il est probable qu'on pourrait pousser plus loin encore en substituant à l'air ordinaire de l'oxygène surchauffé. L'importance pratique de ces réalisations est considérable, car elles ont permis de fondre, de travailler et de souder des métaux extraordinairement réfractaires, comme le molybdène, et même le tungstène.

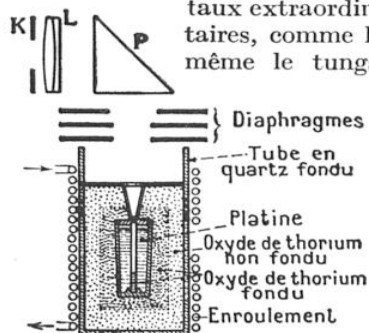


FIG. 3. — FOUR « WAIDNER ET BURGESS » POUR RÉALISER L'ÉTALON « VIOLE » D'INTENSITÉ LUMINEUSE

Le flux d'énergie rayonnée par l'oxyde de thorium est renvoyé, par le prisme P et la lentille L, à travers le diaphragme K d'un photomètre. Les diaphragmes situés au-dessus du four servent à isoler ce flux du rayonnement général du four.

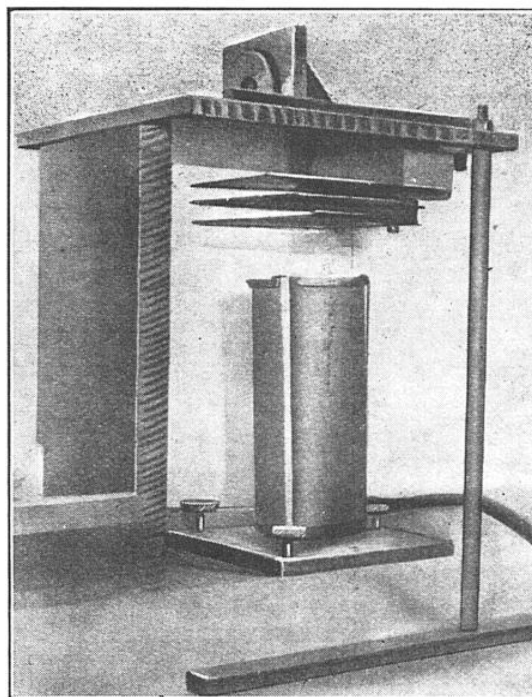


FIG. 4. — VUE D'ENSEMBLE DU FOUR « WAIDNER ET BURGESS », DONT LE SCHÉMA EST DONNÉ SUR LA FIGURE PRÉCÉDENTE

Existe-t-il un palier des hautes températures ?

On remarquera que tous les progrès, s'ils ont permis d'atteindre commodément les températures jusqu'à 3.000 degrés centésimaux, plus difficilement et dans de moindres volumes d'accéder à 3.500 degrés, semblent se limiter à cette valeur, comme si elle constituait un palier des hautes températures pratiquement réalisables. Pourtant, le courant électrique fournit le moyen d'accumuler, dans un espace donné, autant de chaleur qu'on peut le souhaiter, et, par suite, il ne semble pas y avoir de difficultés insurmontables pour dépasser cette limite ; on peut faire passer des milliers d'ampères dans l'arc électrique, mais lorsqu'on accroît ainsi l'intensité du courant, la température ne s'élève pas sensiblement ; cela tient, sans doute, à ce que les charbons de l'arc éprouvent une véritable ébullition, c'est-à-dire se réduisent en vapeur dans des conditions qui maintiennent fixe la température. Mais on sait que, si on accroît la pression, le point d'ébullition s'élève ; on devra donc accroître la température en faisant jaillir l'arc en vase clos sous pression. C'est, en

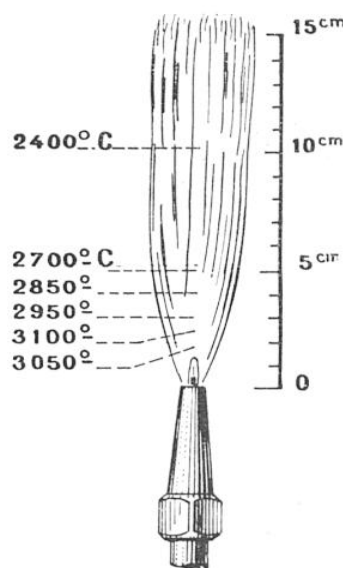


FIG. 5. — RÉPARTITION DES TEMPÉRATURES DANS L'AXE DE LA FLAMME OXY-ACÉTYLÉNIQUE

évaluées à 10.000 degrés ; mais il s'agit là d'un phénomène instantané, qui n'a été mis en œuvre que pour réaliser des transmutations atomiques ; d'après les essais tentés, aux Etats-Unis, par Key et Jones, on réaliserait, par ce moyen, une transformation partielle de l'hydrogène en hélium.

N'oublions pas non plus que la Nature nous présente, dans son vaste laboratoire, l'exemple de températures extrêmement élevées ; celle de la photosphère solaire est comprise entre 5.500 et 6.000 degrés, et on a de fortes raisons de croire que les couches profondes du Soleil et des étoiles sont encore beaucoup plus chaudes : certains calculs attribuent aux régions centrales du Soleil une température voisine de 30 millions de degrés.

Ainsi, aucune raison théorique ne s'oppose à l'obtention de températures indéfiniment croissantes ; le difficile n'est pas de les produire, mais de les conserver : c'est la raison pratique qui limite actuellement la technique des hautes températures. A partir de 3.500 degrés, tous les corps, toutes les roches existant à la surface de la Terre sont à l'état de fusion, et les réactions chimiques prennent une telle intensité qu'il devient pratiquement impossible de protéger les corps composés contre la décomposition, ou les éléments simples contre les combinaisons ; fabriquer un creuset avec une matière réfractaire et inaltérable, voilà tout le problème.

Jusqu'à ces derniers temps, le graphite

effet, ce qui a été constaté ; en opérant sous 50 atmosphères, on a pu prélever la température de l'arc jusqu'au voisinage de 6.000 degrés centésimaux ; mais il ne s'agit encore que d'expériences de laboratoires, et il reste à les faire passer sur le plan technique.

D'autre part, la décharge brusque d'un condensateur, éclatant à travers un gaz, permet de réaliser des températures qu'on a

était seul employé pour cet usage, mais il résiste difficilement à 3.000 degrés, et souille, en les carburant, les métaux qu'on traite dans les creusets fabriqués avec cette substance. C'est pour cela qu'on a tenté de lui substituer d'autres produits, dont un des meilleurs paraît être le zircone ; d'autre part, les essais tentés par le *Bureau of Standards* américain ont fait ressortir les avantages de la thorine, ou oxyde de thorium ; on trouvera, dans la figure 3, un exemple de l'utilisation de ce corps, sous forme fondue et pulvérulente, faite par Waidner et Burgess pour réaliser l'étalon *Violle* d'intensité lumineuse.

Dans un bain de platine pur, maintenu au point de fusion (1.755 degrés centésimaux) par le four électrique, plonge un cylindre vertical creux en thorine fondue, dont la cavité intérieure rayonne vers le haut un flux d'énergie, pour une part lumineuse ; cette énergie radiante, après avoir été isolée par des diaphragmes du rayonnement général du four, est renvoyée horizontalement par un prisme dans l'appareil de mesure, qui est un photomètre. Ce qui nous intéresse particulièrement, c'est que le rayonnement ainsi émané de l'intérieur d'une cavité ne dépend que de sa température ; il est absolument indépendant de la matière dont sont formées les parois, ainsi que de la forme et des dimensions de la cavité. On réalise donc, par cet artifice, une surface rayonnante dont les lois d'émission sont particulièrement simples, puisqu'elles dépendent uniquement de sa température ; cette ouverture d'une cavité creusée dans un four constitue un *radiateur intégral*, mais on a pris l'habitude de la désigner sous le nom de *corps noir*, parce que le noir de fumée présente, à basse température, les mêmes propriétés ; mais on ne devra pas oublier que le corps noir, à haute température, est en réalité un corps lumineux ; il y a là un abus de

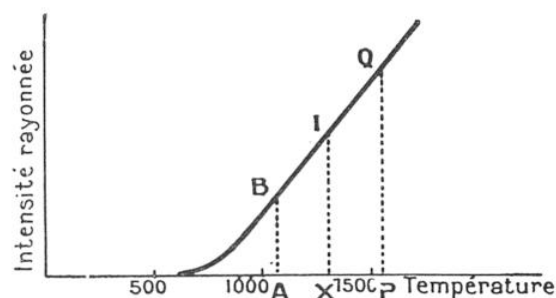


FIG. 6. — COURBE DONNANT LA VALEUR DE L'INTENSITÉ RAYONNÉE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

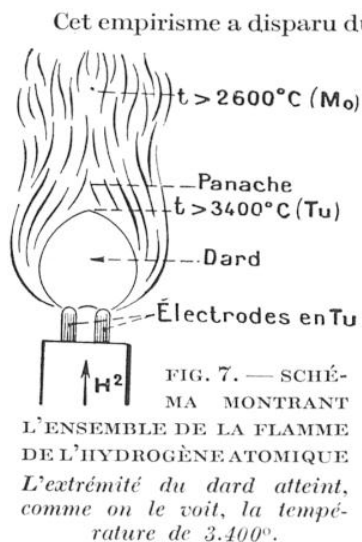
langage qui ne saurait s'excuser, sans toutefois se justifier, que par l'habitude.

Pyrométrie optique

Ce n'est pas tout d'obtenir des températures élevées ; il faut savoir les mesurer, et ce nouveau problème soulève de graves difficultés, parce qu'on doit renoncer à faire usage du thermomètre à gaz, base rationnelle de la mesure des températures moyennes ; on peut, il est vrai, jusque vers 1.500 degrés, employer des couples thermoélectriques ou des thermomètres à résistance de platine, mais ces appareils, gradués empiriquement, présentent peu de garanties.

Jadis, les céramistes, qui doivent régler exactement la température de leurs fours, employaient des *montres* d'argile dont le ramollissement servait d'indicateur ; le plus célèbre d'entre eux, Wedgwood, mesurait la contraction des cylindres de kaolin. Mais le procédé le plus courant consistait à estimer la température du four d'après la couleur de la lumière émise ; c'était, en somme, une pyrométrie optique rudimentaire, et les ouvriers expérimentés atteignaient, par ce simple examen, une précision étonnante ; le physicien Pouillet en avait codifié les résultats par la fameuse *échelle des teintes* que nous reproduisons ci-après :

Rouge naissant	525	degrés centésimaux
Rouge sombre	700	—
Cerise naissant	800	—
Cerise proprement dit	900	—
Cerise clair	1.000	—
Orange foncé	1.100	—
Orange clair	1.200	—
Blanc	1.300	—
Blanc soudant	1.400	—
Blanc éblouissant	1.500	—



Cet empirisme a disparu du jour où on a pu baser des méthodes scientifiques sur les lois de rayonnement du corps noir, tel qu'il a été défini tout à l'heure ; ces lois, établies par Stefan, par Wien et par Planck, ont été remarquablement vérifiées jusqu'à 1.500 degrés, mais elles se justifient, en outre,

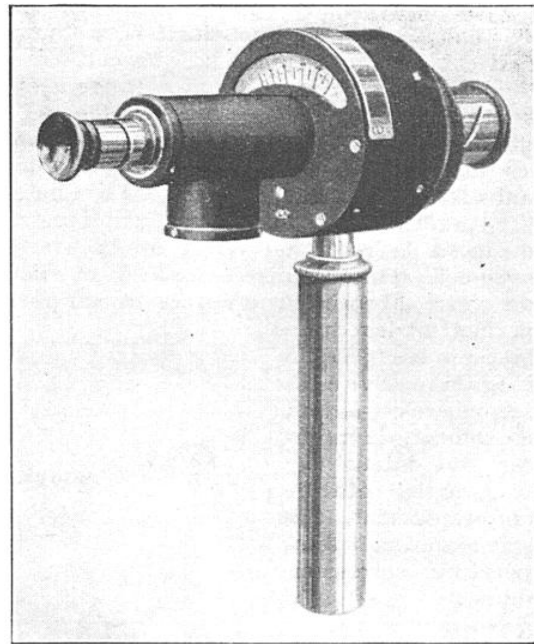


FIG. 8. — PYROMÈTRE OPTIQUE A FILAMENT ÉVANESCENT

par des considérations théoriques qui permettent de leur attribuer une haute généralité.

Ces lois ne nous enseignent pas seulement, comme je l'ai dit, que le rayonnement du corps noir dépend uniquement de la température ; elles nous apprennent *comment* il en dépend, soit que l'on considère en bloc tout le rayonnement, infrarouge et lumineux, soit qu'on envisage spécialement l'émission d'une longueur d'onde déterminée ; de ces deux points de vue dérivent deux systèmes de pyrométrie optique qui se contrôlent mutuellement, mais c'est le second qui, du consentement unanime des physiciens, est actuellement employé pour la mesure optique des températures supérieures à 1.100 degrés.

Et le choix de la radiation utilisée s'est également fixé sur la lumière rouge, de longueur d'onde 0,650 microns, pour d'importantes raisons d'ordre pratique : cette radiation rouge est la première qui apparaît à mesure que la température s'élève, d'où il résulte que les pyromètres à lumière rouge commencent à être utilisables à partir de 800 degrés. D'autre part, il est aisé d'isoler cette radiation par l'interposition d'un verre rouge à l'oxyde de cuivre, identique à ceux qu'on emploie pour le développement photographique ; enfin, cette lumière n'est absorbée ni par les verres des instruments

d'optique, ni par les vapeurs et les gaz qui existent toujours au voisinage des fours.

Il est juste d'indiquer ici que cette méthode pyrométrique en lumière rouge a été instituée par M. Féry et par M. Henry Le Châtelier, à une époque où on ignorait encore les lois théoriques qui l'ont fait adopter universellement. Le pyromètre Le Châtelier permettait de comparer photométriquement la radiation rouge de la source avec celle d'une lumière étalon ; à cet effet, un verre absorbant, d'épaisseur variable, permettait de réduire la première jusqu'à l'égalité avec la seconde, c'est-à-dire, en somme, de mesurer son intensité ; une règle, établie empiriquement, faisait connaître la température correspondante.

Sous sa forme moderne, le pyromètre optique peut atteindre toute sa précision grâce à la simplicité de la loi qui relie l'intensité de la lumière rayonnée à la température correspondante : la courbe de la figure 6, qui représente cette loi, montre que l'intensité lumineuse, partie de zéro vers 600 degrés, croît d'abord plus vite que la température ; mais bientôt cette courbe se réduit à une droite, c'est-à-dire que les variations d'intensité sont proportionnelles à celles de la température. Il suffit donc, pour fixer la position de cette partie rectiligne, de connaître deux de ses points *B* et *Q* ; on y parvient en mesurant les intensités correspondantes à deux températures bien connues qui servent de repères ; on a choisi, pour cet office, les points de fusion de l'or (1.063 degrés) et du palladium (1.555 degrés) ; cet étalonnage effectué, il suffira de mesurer l'intensité *XI* rayonnée

par une source noire (trou percé dans un four), pour en déduire la température correspondante *X*.

Dans les pyromètres modernes, ces mesures d'intensité (ou, plus rigoureusement, d'éclat) s'effectuent par la technique du *filament évanescent* : on superpose à l'image de la source celle d'un filament de tungstène, filtrées l'une et l'autre par un verre rouge, et on fait varier l'intensité du courant électrique qui chauffe le filament jusqu'à ce que l'image du fil s'évanouisse et se confonde

avec celle de la source ; l'éclat est alors le même pour les deux, ce qui permet d'évaluer le premier par le second.

On admet que cette méthode permet de mesurer, avec une précision voisine du degré, les températures jusqu'à 2.000 degrés de l'échelle centésimale ; au-delà, et jusqu'à 2.500 degrés, on peut compter sur une erreur moindre que 5 degrés.

Ainsi, l'incertitude croît à mesure que la pyrométrie étend son domaine, comme l'astronomie l'y convie ; c'est, en effet, par des mesures op-

tiques qu'on a pu apprécier la température de la photosphère solaire (voisine de 5.600 degrés) et celles des diverses étoiles, ces températures s'étageant de 3.000 degrés pour les plus froides, à 30.000 degrés pour les plus chaudes.

Et c'est ainsi que la plus désintéressée de toutes les sciences, l'astronomie, a pu tirer profit de méthodes et d'appareils créés pour des fins utilitaires, en représentant par des nombres des températures qui dépassent, et de loin, toutes celles qu'on sait réaliser au laboratoire.

L. HOULLEVIGUE.

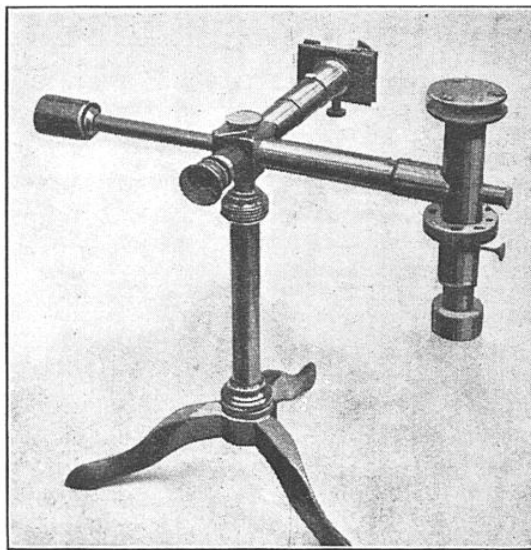


FIG. 9. — LE PYROMÈTRE OPTIQUE INVENTÉ PAR M. LE CHÂTELIER

L'Allemagne poursuit méthodiquement la reconstruction de sa flotte de guerre autorisée par le Traité de Versailles, et déjà trois cuirassés, type Deutschland (1), sont achevés ; un quatrième va être mis en chantier au début de 1934. Il y a là une menace sérieuse pour les autres puissances navales qui s'exposent à trouver, en cas de conflit, le Deutschland jouant, à travers les mers, le rôle de Emden et Goeben, en 1914. Autrement dit, c'est la guerre de course intensifiée que prépare l'Allemagne pour paralyser les transports maritimes du monde.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 372.

COMMENT LE CHARBON ET LE PÉTROLE SE DISPUTENT L'ÉCONOMIE MONDIALE

Par Jean BODET

· ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

On sait que le charbon et le pétrole fournissent à eux seuls plus de 90 % de l'énergie utilisée dans le monde. C'est un fait ; en sera-t-il ainsi demain ? C'est le secret de la découverte scientifique. Quoi qu'il en soit, si la production charbonnière s'est maintenue à peu près constante depuis 1913, il n'en est pas de même de la production pétrolière qui a augmenté rapidement dans des proportions considérables de 1913 à 1929. Elle est passée de 55 à 212 millions de tonnes (rapport : 1 à 4). C'est qu'en effet, les applications du pétrole et de ses dérivés, dans l'industrie moderne, sont nées du jour où les moteurs à combustibles liquides ont conquis aussi bien les transports routiers que la navigation maritime, fluviale et aérienne. Le constater est une banalité. Mais, contrairement à ce que l'on pourrait croire, le pétrole ne s'affirme pas aussi dangereux dans sa concurrence pour le charbon ; les applications de ce dernier sont, en effet, multiples et certaines entièrement nouvelles : charbon pulvérisé, combustibles colloïdaux, dérivés de la houille et carburants synthétiques. C'est tout un domaine de la chimie du charbon qui s'ouvre et dont les horizons nous apparaissent encore illimités. La politique du charbon et du pétrole, dans ses manifestations diverses pour organiser la vie matérielle, domine toute l'économie mondiale et suscite, et suscitera encore, de nombreux conflits politiques engendrés par le facteur économique.

LES sources d'énergie dont, jusqu'à présent, le monde civilisé a pu entreprendre l'exploitation, sont en assez petit nombre. On pourrait, en les énumérant, se borner à citer, dans l'ordre de leur importance : le charbon, le pétrole, la houille blanche et le gaz naturel combustible. Le bois joue un rôle à part : son utilisation comme combustible limitée, il est vrai, à des régions très particulières, doit être considérée comme un véritable gaspillage, étant donné le nombre et l'importance de ses autres applications.

Les autres sources d'énergie : vents (1), marées (2), énergie thermique des mers (3), et, si l'on veut encore, énergie solaire, ne méritent pas, pour le moment, de préoccuper ceux des économistes qui veulent borner leurs études à l'état présent et au proche avenir du problème capital de la production de l'énergie dans le monde.

La Science et la Vie a eu l'occasion de relater les recherches théoriques et pratiques dans ces différents domaines, et si, dans nombre de cas, les résultats de ces travaux ont été des plus intéressants et des plus encourageants, il n'en reste pas moins que la part qu'ils prennent aujourd'hui à la pro-

duction de l'énergie est infinitésimale, comparée à celle de l'une quelconque des quatre sources citées en premier.

Comme il est peu probable, en outre, que cette situation se modifie d'ici longtemps, nous nous bornons à en faire mention pour mémoire.

Le charbon vient toujours au premier rang pour la production de l'énergie

Un simple coup d'œil jeté sur les deux parties de la figure 1, correspondant l'une à l'année 1913, l'autre à l'année 1929 — sommet de l'activité industrielle mondiale — suffit à montrer que le charbon et le pétrole réunis fournissent à eux seuls plus de 90 % de la quantité totale d'énergie produite dans le monde. La houille blanche et le gaz naturel, en parts à peu près égales, à cause de l'énorme développement des installations fonctionnant au gaz naturel aux Etats-Unis, en fournissent à peine un dixième.

Pétrole et charbon se partagent ainsi la presque totalité du gigantesque marché de l'énergie, le premier cherchant toujours jusqu'ici — peut-être inconsidérément — à accroître son domaine aux dépens du second, qui a résisté d'une manière plutôt passive et avec plus ou moins de bonheur à ces attaques. On peut dire que cette âpre com-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 489.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 351.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 113, page 18.

pétition a dominé et domine encore l'économie mondiale, en ce qui concerne l'énergie.

A ne considérer que l'évolution technique extrêmement rapide de ces dernières années, certains ont pu être tentés de proclamer dès maintenant la fin du règne du charbon et l'avènement de celui du pétrole.

N'avons-nous pas assisté, en effet, au prodigieux développement de l'automobile et de l'aviation ? Ne fait-on pas appel de plus en plus aux combustibles liquides, non seulement pour le chauffage des immeubles

et la chauffe des paquebots et des navires de guerre — autrefois fief du charbon, au point que l'une des qualités de charbon portait le nom de « best admiralty », — mais encore pour la production d'énergie électrique dans certaines centrales ? Alors qu'aux Etats-Unis nombre de locomotives à vapeur sont chauffées aux huiles lourdes, ne parle-t-on pas, dans les pays les plus divers, de généraliser, sur les voies ferrées, l'emploi des locomotives et des automotrices à moteurs Diesel ?

Mais il suffit aux partisans du charbon de jeter un coup d'œil sur le tableau de tout à l'heure pour reprendre confiance. Le charbon fournissait encore à lui seul, en 1929, les trois quarts de la production totale d'énergie dans le monde contre 17% au pétrole. Bien que la proportion ait encore un peu diminué depuis, elle est encore fort honorable. En fait, il semble maintenant que, la dépression économique aidant, la lutte ait à peu près complètement épuisé les deux adversaires. En tout cas, le jugement catégorique de tout à l'heure doit être écarté, et il est nécessaire, pour se faire une opinion motivée, d'examiner d'un peu plus près l'évolution de la production du charbon et de celle du pétrole.

La lutte entre le charbon et le pétrole

Les courbes des figures 3 et 4 — que nous empruntons, ainsi que la plupart des chiffres

de cette étude, à une conférence récente de M. R. Brunschwig devant la Société nationale de Recherches — montrent comment ont varié les productions de charbon et de pétrole depuis 1890. On y voit, en résumé, que la production de pétrole s'est accrue à peu près régulièrement à un rythme exponentiel très rapide, caractérisé par un doublement de la production tous les huit ans, jusqu'en 1929. On obtenait ainsi, en 1913, 55, et, en 1929, 212 millions de tonnes.

Pour le charbon, on voit que la courbe

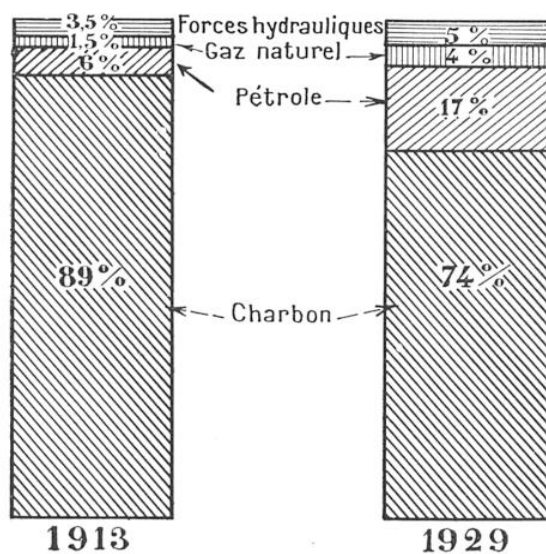


FIG. 1. — COMMENT A ÉVOLUÉ, DE 1913 A 1929, LA RÉPARTITION DE LA PRODUCTION MONDIALE D'ÉNERGIE ENTRE LES DIFFÉRENTES SOURCES NATURELLES

On voit qu'en 1929 charbon et pétrole réunis fournissaient encore plus des neuf dixièmes de la quantité totale d'énergie produite dans le monde.

de progression est, elle aussi, d'allure exponentielle avec un doublement de la production tous les seize ans, mais seulement jusque vers 1912. A partir de là, elle reste, en moyenne, stationnaire, avec 1.340 millions de tonnes en 1913 et 1.538 millions de tonnes en 1929.

On ne peut donc, à première vue, parler de perte pour le charbon, mais seulement de manque à gagner entre ces deux dates. Si tous les besoins nouveaux en énergie avaient dû être couverts par le charbon seul, en supposant les rendements constants, son chiffre de production aurait dû être, en 1929, supérieur de 400 millions

de tonnes à ce qu'il était réellement. Mais, là, une discrimination s'impose. Par suite des progrès dans les appareils d'utilisation et la technique de la chauffe, on peut évaluer à une centaine de millions de tonnes le chiffre des économies réalisées sur l'ensemble de la consommation. De plus, 200 millions de tonnes correspondraient aux besoins nouveaux spéciaux à l'industrie du pétrole, tels que l'automobile et l'aviation, et auxquels le charbon serait bien incapable de satisfaire. Ainsi, le terrain véritablement conquis par le pétrole sur le charbon pendant cette période peut se chiffrer par 100 millions de tonnes.

Depuis 1929, la dépression économique a provoqué une diminution générale des chiffres de production, particulièrement sen-

sible pour le charbon, qui, en 1931, était ramené à la situation de 1912, tandis que les autres restaient à peu près stationnaires (la production du pétrole était ramenée au chiffre de 1928). On peut évaluer à plus de 300 millions de tonnes de charbon le déficit provoqué par la crise.

Voyons maintenant dans quels domaines d'utilisation et pour quelles raisons le pétrole est parvenu à concurrencer le charbon.

Les combustibles dans la marine de guerre et la marine marchande

Et, d'abord, peut-on dire qu'à un titre quelconque la consommation d'essence nuise à celle du charbon ? Evidemment, non. L'essence doit être considérée comme exclusivement affectée à des besoins nouveaux,

de charge (cargos de lignes ou tramps) et les paquebots de petit tonnage peuvent sans inconvénient rester fidèles au charbon, les huiles lourdes — fuel-oil ou diesel-oil — présentent des avantages considérables dans bien d'autres cas.

Pour la marine de guerre, la question est définitivement tranchée depuis la publication du rapport de l'Amirauté anglaise, en réponse au mouvement d'opinion « back to coal », concluant sans réserve aucune à la supériorité de la chauffe au mazout. Rappelons brièvement quelques-uns des arguments mis en avant en faveur des huiles lourdes : chauffe plus souple, ravitaillement plus rapide, absence de cendres et de fumées, rayon d'action double et encombrement des soutes moins grand à poids de combustible égal, travail du personnel plus

SOURCES D'ÉNERGIE	1913	1929
Production totale de charbon et de lignite..	1.340 millions de tonnes	1.538 millions de tonnes
Production de pétrole brut.....	55 millions de tonnes	212 millions de tonnes
Production de gaz naturel.....	16 milliards de m ³	57 milliards de m ³
Production d'énergie hydroélectrique, environ	50 milliards de KW h	120 milliards de KW h

TABLEAU 1. — CHIFFRES DE PRODUCTION DES QUATRE PRINCIPALES SOURCES D'ÉNERGIE

qu'elle a elle-même créés et où le charbon ne pourrait, en aucune façon, la suppléer, comme nous avons eu l'occasion de le dire plus haut.

Il reste donc, comme combustibles liquides en lutte ouverte avec le charbon : le « fuel-oil » (huile lourde brûlée dans les foyers des chaudières) et le « diesel-oil » (huile lourde pour moteurs à combustion interne). Pour illustrer le détail de cette compétition, nous prendrons, comme l'a fait M. Brunswick, l'exemple des Etats-Unis.

Le tableau de la page 204 montre comment se répartissait aux Etats-Unis, en 1930, la consommation de fuel-oil entre les différentes industries. On voit que la part la plus importante, le quart, est absorbée par les besoins de la navigation. Soulignons que la moitié du fuel-oil consommé sur les navires du monde entier est chargée dans les ports des Etats-Unis. C'est effectivement dans la marine que le fléchissement de la consommation de charbon a été le plus marqué. Entre 1917 et 1930, elle a diminué de moitié pour atteindre, à cette date, 7 millions de tonnes par an, contre 13,5 millions de tonnes de fuel-oil.

Il faut avouer que, tandis que les navires

facile, enfin, déplacement des bâtiments moins grand à égalité de qualités militaires, considération importante étant donné les accords actuels sur la limitation des tonnages. Seule, jusqu'à présent, l'Allemagne a adopté, pour un bâtiment important, le cuirassé *Deutschland*, et trois croiseurs, la propulsion par moteurs Diesel (1). Les autres puissances ne l'ont pas encore suivie dans cette voie et n'ont équipé de cette sorte que quelques bâtiments de faible tonnage ou de service (monitors, patrouilleurs, ravitailleurs de sous-marins, etc.).

Pour les grands paquebots, la supériorité du combustible liquide est incontestable. Là priment les considérations de confort des passagers (absence de fumée), d'encombrement des soutes, de facilité et de rapidité de ravitaillement. C'est là un domaine définitivement perdu pour le charbon.

Que dire, maintenant, des petits paquebots et surtout des cargos, où les considérations d'économie passent au premier plan ? En consultant les statistiques (voir les figures pages 205 et 206), on voit que la désaffection pour le charbon est actuellement

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 372.

générale dans la marine. Les navires à moteurs Diesel surtout semblent fort prisés, d'une part à cause du rendement élevé des moteurs à combustion interne et, d'autre part, grâce aux progrès techniques qui permettent de construire des unités allant jusqu'à 10.000 et 12.000 ch. Pourtant, une

compagnie de navigation anglaise annonçait récemment la transformation prochaine de deux de ses unités, les motorships *Asturias* et *Alcantara*, qui vont adopter tous deux la chauffe au mazout et la propulsion par turbines.

La faveur dont jouissent le fuel-oil et le diesel-oil est liée au bas prix actuel de ces produits. N'a-t-on pas observé, récemment, en

Grande-Bretagne, à la suite d'une déclaration du chancelier de l'Echiquier, annonçant un tarif douanier de faveur pour certaines huiles lourdes destinées à la marine, une recrudescence des commandes auprès des chantiers navals pour de petites unités actionnées par moteurs Diesel ? Il n'est pas interdit de penser

que, lorsque le prix des huiles lourdes remontera — et nous verrons que l'intérêt bien compris des producteurs de pétrole exige une restriction dans la production de fuel-oil — une partie importante du tonnage perdu reviendra au charbon.

Le pétrole dans les transports terrestres et le chauffage domestique

La situation dans les transports terrestres — tous les transports routiers mis à

part — est assez analogue. Un certain nombre de locomotives à vapeur, en Russie et aux Etats-Unis, chauffent au mazout, surtout sur les longs parcours, où le chargement du foyer à la main devient impraticable. Là aussi, lorsque le prix du fuel-oil remontera, les locomotives, facilement trans-

formables, reviendront probablement au charbon, sauf dans quelques régions dépourvues de charbon et riches en pétrole, comme la Californie.

Il est difficile de se prononcer encore sur l'avenir des locomotives à moteurs Diesel. Pour les fortes puissances, il semble que la période de mise au point ne soit pas encore terminée, bien que les locomotives Diesel électriques (1), par exemple, aient déjà atteint un haut degré de perfectionnement. Leur prix de revient très élevé compense en grande partie les économies qu'elles permettent de réaliser dans l'exploitation. Quant à la vogue actuelle des automotrices à essence et à moteurs Diesel, encore à leurs débuts, c'est une des phases de la lutte entre la route et le rail,

dont il est difficile de prévoir l'issue. Même au point de vue rapidité et souplesse d'exploitation, il semble que la vapeur n'ait pas dit son dernier mot.

Les progrès du fuel-oil pour le chauffage des habitations tient, d'une part, à son bas prix actuel, et aussi au rendement élevé des installations et à leurs qualités d'automatisme et de confort. Toutefois, en 1930, le chauffage domestique n'absorbait, aux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 383.

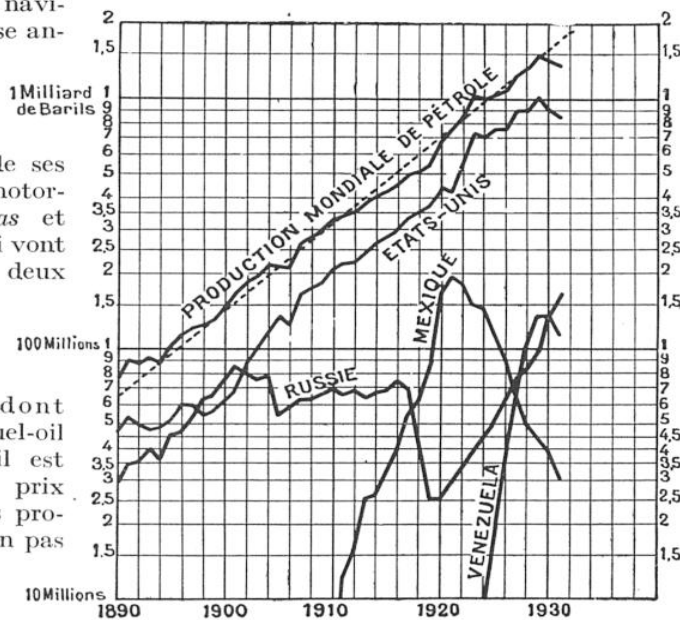


FIG. 2. — VARIATIONS DE LA PRODUCTION DU PÉTROLE BRUT DEPUIS 1890

Les ordonnées de ce graphique suivent une échelle logarithmique, de sorte que la pente des courbes caractérise le pourcentage d'augmentation ou de diminution de la production dans un temps donné. Ainsi, la courbe de la production totale est remarquable par sa régularité jusqu'en 1929, et sa pente moyenne (tracée en pointillés) correspond à un taux d'augmentation constant, ici un doublement de la production tous les huit ans. Par contre, les courbes individuelles sont très irrégulières, et il en serait de même pour les Etats-Unis, si on avait tracé les ondes correspondant aux divers champs pris un à un. C'est que les gisements exploités sans mesure s'épuisent rapidement et que, jusqu'ici, de nouveaux champs sont toujours apparus à point nommé pour satisfaire la demande.

Etats-Unis, que 5,5 millions de tonnes d'huiles de pétrole contre 120 millions de tonnes de charbon. Il ne paraît pas exagéré de prévoir que l'utilisation du fuel-oil, pour le chauffage central, est appelée à se généraliser pour les raisons d'économie et de confort que nous venons de mentionner.

Les perfectionnements de la chauffe au charbon : foyers automatiques, charbon pulvérisé, combustible colloïdal

Pour les industries les plus diverses, toujours aux Etats-Unis (industries textiles, industries chimiques, mines, sidérurgie, industries alimentaires, etc.), nous serions amenés à la même conclusion : le choix du fuel-oil, qui, en général, n'est imposé par aucune exigence technique particulière, résulte uniquement du niveau de son prix par rapport à celui du charbon. Nous sommes donc en présence d'un équilibre instable susceptible d'être modifié, non seulement par les prix, mais également

par les perfectionnements techniques dans l'emploi de l'un ou l'autre des combustibles. Le charbon, à cet égard, semble rattraper son retard. On trouve maintenant, par exemple, des installations de chauffage central fonctionnant au charbon qui, au point de vue simplicité de manœuvre et surtout automaticité, n'ont rien à envier aux foyers pour huiles lourdes. Dans les chemins de fer, les dispositifs de chargement mécanique du foyer des locomotives (« stoker ») libèrent

les chauffeurs de l'effroyable labeur que représente l'alimentation manuelle du foyer d'une puissante machine sur un long parcours. L'introduction d'un tel système permet des performances remarquables ; la ligne New York-Chicago est partagée seulement en deux sections parcourues, chacune, sans changement de machine : l'une de 548, l'autre de 945 kilomètres.

Il est possible que, d'ici quelques années, des chargeurs automatiques analogues à ceux des locomotives se répandent dans la marine. Jusqu'ici, cependant, c'est l'emploi du charbon pulvérisé à bord des navires qui retient l'attention des techniciens. Les premières tentatives pour adapter aux conditions particulières de la chauffe à bord des vapeurs l'emploi du charbon pulvérisé, qui donne des résultats si satisfaisants dans les centrales thermiques, datent de 1927. Actuellement, une trentaine de bâtiments de toutes nationalités sont ainsi équipés. Les avantages de la chauffe au charbon pulvérisé

sont : une augmentation du taux de vaporisation des chaudières (75 à 83 % contre 65 à 68 % pour la chauffe à la main), une réduction du personnel de la chaufferie et la possibilité d'utiliser des charbons de qualités inférieures.

Enfin, dans le même ordre d'idées, il faut signaler les essais exécutés assez récemment avec un combustible nouveau, dit *combustible colloïdal*, mélange de mazout et de charbon pulvérisé dans la proportion

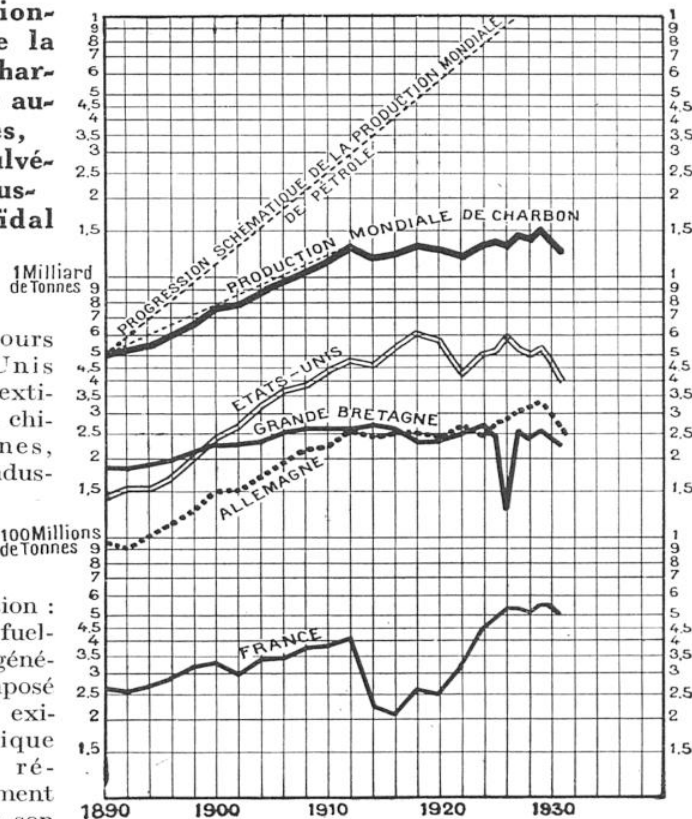


FIG. 3. — VARIATIONS DE LA PRODUCTION DE CHARBON DANS LE MONDE DEPUIS 1890

Ce graphique, établi également avec une échelle logarithmique pour les ordonnées, montre que la production mondiale s'est accrue à un taux constant (doublement tous les seize ans) et plafonne jusqu'en 1929. On a reporté sur ce graphique la pente moyenne de production du pétrole, correspondant à un doublement tous les huit ans.

de 60 % de mazout et 40 % de pulvérisé environ. Le mélange est additionné ou non d'une substance émulsifiante, destinée à assurer sa stabilité et à empêcher que le charbon se dépose dans les réservoirs et les soutes. Ce but semble être bien atteint, car on a pu conserver ce combustible colloïdal pendant plus de deux ans sans trace de décantation. La « Cunard Line » a effectué des essais officiels avec le paquebot *Scythia*, entre la Grande-Bretagne et l'Amérique, et les résultats ont paru encourageants. Ce nouveau combustible allierait la facilité de manutention du mazout au bas prix du charbon. Mais sa préparation

actuelle d'huiles de pétrole, entre une demande « légitime » et une demande « illégitime », suivant les heureuses expressions de M. Kessler, directeur général de la « Royal Dutch ». Une demande « légitime » — telle est celle de l'essence et aussi celle des huiles lourdes pour les applications particulières énumérées plus haut — correspond à un meilleur rendement et, d'une façon générale, à une meilleure adaptation que les autres combustibles au problème à résoudre. L'utilisation d'un combustible liquide pour chauffer des chaudières donne naissance à une demande « illégitime », car le charbon, ou même, comme en Californie,

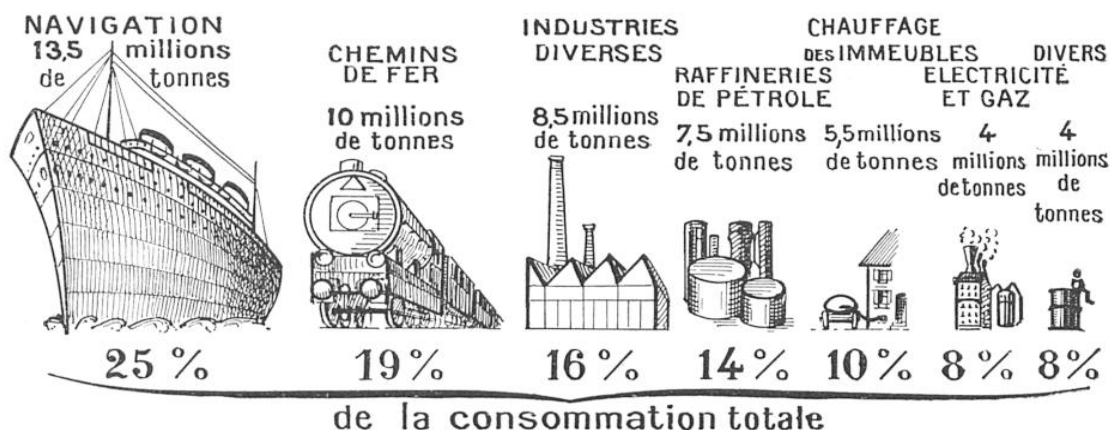


FIG. 4. — COMMENT SE RÉPARTIT LE FUEL-OIL, ENTRE SES DIVERS USAGES, AUX ETATS-UNIS
Ces chiffres, indiqués par les dernières statistiques complètes, se rapportent à l'année 1930.

exigerait des frais supplémentaires, et surtout immobiliserait des capitaux importants si le procédé se généralisait.

Applications « légitimes » et applications « illégitimes » des huiles de pétrole

En somme, pour nous résumer, malgré ces progrès techniques, il y a peu d'applications où le charbon possède des avantages spéciaux. Au contraire, pour toutes les marines de guerre, pour les grands paquebots et les navires à moteurs, pour le chauffage central des immeubles, sur certaines lignes de chemin de fer et, enfin, pour tous les transports sur route, les combustibles liquides présentent une supériorité incontestable. Ces cas particuliers mis à part, nous avons vu que, dans la plupart des industries actuellement consommatrices d'huile lourde, le charbon pourrait convenir à tous les points de vue. Nous en arrivons ainsi à distinguer, dans la consommation

le gaz naturel, pourraient donner la toute satisfaction. C'est le développement de ces marchés « illégitimes », qui n'ont pu être conquis qu'au prix de sacrifices financiers très importants, qui est une des causes directes du marasme de l'industrie pétrolière aussi bien que de l'industrie charbonnière.

Bien entendu, la surproduction y est également pour quelque chose, tout au moins si l'on regarde la période de début de la dépression économique, qui a provoqué un arrêt brusque de la consommation en combustibles liquides. Le marché du pétrole aux Etats-Unis — la production de brut y est si importante, par rapport à la production du monde entier, que la situation dans ce pays se répercute sur l'industrie pétrolière tout entière — est dans un état de profond désordre. Prenons un seul exemple : le prix du brut, en Oklahoma, était, en janvier 1930, de 1 dollar et demi par baril : un an et demi plus tard, il tombait à 15 cents, soit une

chute de 90 %. Ainsi que le rappelait M. Brunschwig, la raison principale en est l'extrême morcellement des concessions, qui provoque, lorsqu'un nouveau gisement est découvert, un véritable « rush » de forage, chaque propriétaire cherchant à empêcher ses voisins de drainer par leurs forages le pétrole présent dans sa propre concession et exploitant cette dernière sans ménagement.

Un effort de discipline est donc indispensable. Mais il serait vain de voir là un remède définitif à la situation défavorable des producteurs.

Les emplois illégitimes du fuel-oil ruinent l'industrie pétrolière

Si nous jetons un coup d'œil sur le tableau de la page 207, nous voyons que, depuis 1929 jusqu'au début de cette année, il n'y a eu aucune surproduction, en somme, puisque les stocks de brut et de produits finis, aux Etats-Unis, n'ont pas cessé de décroître. Ceux d'essence ne correspondent, depuis 1929, qu'à quarante-cinq jours au plus de la consommation américaine.

La véritable difficulté réside dans le manque d'équilibre entre la production et la consommation des principaux produits du pétrole, *pris individuellement*, et surtout du fuel-oil. Tous les autres sous-produits de la fabrication de l'essence — car le brut est traité avant tout pour répondre à la demande mondiale d'essence — huiles de graissage, bitumes, asphaltes, etc., sont obtenus en quantités assez faibles, tandis que le fuel-oil et le diesel-oil représentent, en volume, près de 35 % du brut traité dans les raffineries des Etats-Unis. C'est ce fuel-oil que l'on est réduit à écouler à un prix désastreux, prix qui exerce ses répercussions sur l'ensemble de l'industrie pétrolière par une conséquence inattendue

de ce progrès technique certain qu'est le *cracking* (1).

Nous ne pouvons mieux faire, à ce propos, que d'extraire le paragraphe suivant d'une conférence de M. Kessler au dernier Congrès mondial du Pétrole, à Londres :

« Avant l'apparition du *cracking*, une demande illégitime de fuel-oil avait peu d'importance, mais ce danger est apparu dès que ce combustible liquide bon marché devint une matière première pour la production de l'essence, et, avec le développement moderne des procédés de *cracking*, ce danger est très réel. Aujourd'hui, les installations de *cracking*, même avec un très large amortissement, peuvent produire l'essence à un prix de revient qui ne dépasse pas de plus de 2,5 à 3 cents par gallon

le prix de la matière première utilisée. C'est pourquoi, aussi longtemps que du combustible liquide propre au *cracking* est vendu au prix de 45 cents par baril, soit, approximativement, 1 cent par gallon, le produit net que l'on peut obtenir pour l'essence ne peut pas, sur une certaine période, dépasser 3,5 à

4 cents par gallon. Il est, évidemment, impossible à l'industrie du pétrole d'être en situation saine, quand le produit net en raffinerie, pour de l'essence de première qualité, ne peut pas dépasser 4 cents par gallon. »

Le remède à cette situation est clair : réduire la production d'huiles lourdes à la quantité strictement nécessaire pour satisfaire à la demande « légitime », telle que nous l'avons définie plus haut. C'est là la tâche des raffineries. En généralisant les procédés de *cracking*, et même ceux, récemment mis au point, d'*hydrogénation* — qu'appliquent déjà les usines de Bayway et de Baton-Rouge de la « Standard Oil Company », et sur lesquels nous allons revenir, — il serait possible de réduire de moitié, ou plus encore, les résidus lourds que l'on utilise aujourd'hui pour la combustion directe. Les ren-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 485.

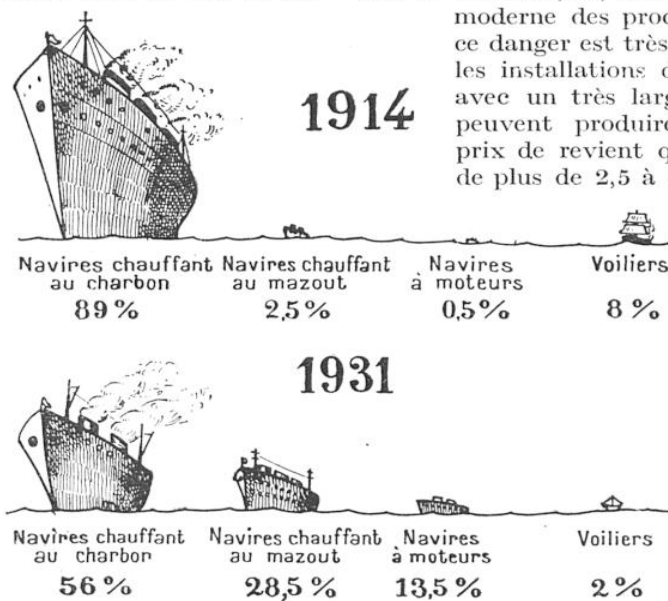


FIG. 5. — COMMENT SE RÉPARTISSAIT, EN 1914 ET 1931, LE TONNAGE DE LA MARINE MARCHANDE MONDIALE ENTRE LES DIFFÉRENTS MODES DE PROPULSION

dements en essence seraient considérablement améliorés. Dans certaines raffineries américaines, ils atteignent déjà 60 %, et, au prix de quelques immobilisations de capitaux supplémentaires, on peut espérer que la plupart pourront se rapprocher de ce chiffre. L'augmentation du rendement en essence, combinée avec la limitation de la production du brut, provoquerait une élévation du prix des huiles lourdes, dont l'emploi se limiterait aux usages où elles présentent des avantages indiscutables. Le charbon regagnerait, sans inconvénient réel pour les usagers, une partie du terrain perdu.

Les techniques récentes d'utilisation du charbon

Jusqu'à présent, nous n'avons considéré, parmi les applications du charbon, que sa

La carbonisation de la houille à haute température fournit un combustible liquide très apprécié : le benzol

Au premier rang vient la *carbonisation de la houille à haute température*, c'est-à-dire aux environs de 1.000 degrés. C'est la technique des usines à gaz et des fours à coke. Ces deux catégories d'entreprises mettent en œuvre des procédés légèrement différents : les usines à gaz cherchent avant tout à produire un gaz combustible ayant un haut pouvoir calorifique et considèrent le coke comme un sous-produit ; les fours à coke, au contraire, ont pour mission de fournir du coke « métallurgique », produit de haute qualité servant à la fabrication de la fonte et de l'acier.

Les gaz des fours à coke

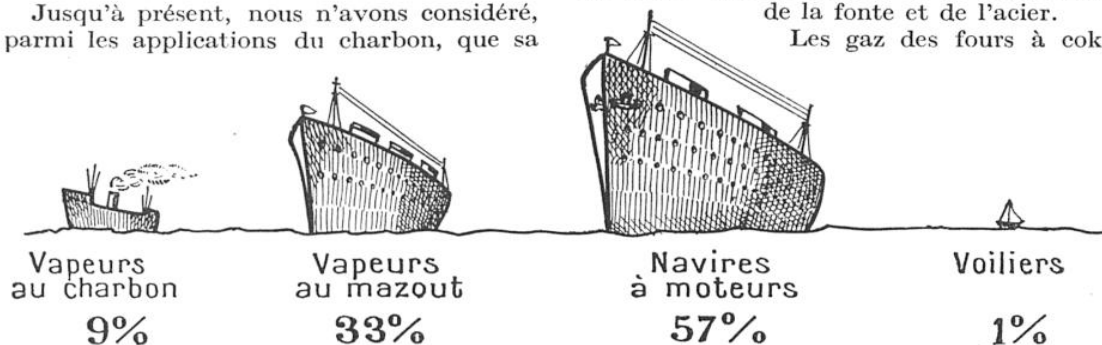


FIG. 6. — RÉPARTITION DU TONNAGE DES NAVIRES MARCHANDS LANCÉS EN 1931

combustion directe dans les foyers des chaudières, procédé plutôt barbare. De même que le pétrole brut subit, dans les raffineries, toute une série d'opérations avant de parvenir au consommateur sous la forme d'une gamme de produits adaptés aux conditions spéciales de leur emploi (pour l'exploitation des champs pétrolifères et des pipe-lines, on brûle pourtant directement quelques centaines de milliers de tonnes de brut aux États-Unis), de même nous pouvons considérer le charbon (houille, lignite, etc.) comme une *matière première*, et en extraire, par des procédés plus ou moins compliqués et plus ou moins coûteux, d'une technique relativement récente et même, pour certains, encore incomplètement évoluée, nombre de produits nouveaux d'une valeur plus grande et d'une spécialisation plus poussée. *La Science et la Vie* a, d'ailleurs, exposé déjà cette « chimie du charbon » qui donne lieu à de puissantes industries (1). Rappelons ces techniques nouvelles, qui constituent, au point de vue économique, un progrès incontestable.

(1) Voir *La Science et la Vie*, nos 127, 133, 179.

ont un pouvoir calorifique relativement faible. Dans certaines régions industrielles, notamment en Allemagne, on a pu en organiser la distribution dans les villes sur le modèle des distributions de gaz d'éclairage, après transport à grande distance, parfois 100 kilomètres ou plus. Le plus souvent, une partie des gaz est brûlée dans l'usine même qui les produit, pour le chauffage des fours à coke, ou utilisée pour la synthèse de l'ammoniaque. L'excès est rejeté dans l'atmosphère.

Le gaz d'éclairage, ses applications domestiques très importantes mises à part, est susceptible de nombreux emplois industriels. Certaines usines de construction mécanique comptent parmi les plus forts consommateurs de gaz d'éclairage. Il est même possible qu'un jour il puisse concurrencer les combustibles liquides dans certains domaines. *La Science et la Vie* a signalé, en leur temps, les essais effectués à Paris pour alimenter les autobus en gaz d'éclairage comprimé, en place d'essence (1).

On a suggéré dernièrement d'utiliser sur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 205.

les chemins de fer, au lieu des automotrices à essence ou à huile lourde actuellement en essai, des automotrices alimentées au gaz d'éclairage, qui se ravitailleraient sans peine aux extrémités de leurs parcours.

Deux des sous-produits de la carbonisation à haute température intéressent particulièrement le point de vue où nous nous plaçons : ce sont le *goudron* et surtout le *benzol*.

La production mondiale de *goudron* a été, en 1929, de 7.500.000 tonnes, utilisées en majeure partie pour les revêtements des routes. On peut, cependant, soit le brûler directement dans les foyers des chaudières, soit s'en servir pour alimenter des moteurs Diesel : les Etats-Unis en ont consommé ainsi 1 million de tonnes, et la France seulement quelques milliers de tonnes.

La production mondiale de *benzol* a été, en 1929, de 1.310.000 tonnes, dont 1 million de tonnes, en gros, ont été utilisées comme carburant. Il ne faut pas croire qu'il s'agisse d'une concurrence pour l'essence (rappelons qu'à 1 million de tonnes de *benzol* s'opposent 60 millions de tonnes d'essence); bien au contraire, il s'agit là d'une fructueuse collaboration. On sait que l'augmentation du taux de compression dans les moteurs à explosion a conduit à exiger des carburants une résistance toujours plus grande à la détonation, résistance que caractérise ce qu'on appelle l'*indice d'octane* (2). Or, le *benzol* a des propriétés antidétonantes et entre de plus en plus, maintenant que l'on sait l'obtenir avec un degré de pureté suffisant, dans la composition des carburants de choix. D'autre part, on sait que les pouvoirs publics, en France, s'efforcent d'imposer aux automobilistes l'emploi de carburants contenant une forte proportion d'alcool. La présence de *benzol* dans le mélange semble indispensable pour assurer à celui-ci une stabilité suffisante.

Ainsi toute la quantité de *benzol* produite dans le monde trouve facilement son

emploi. Malheureusement, le chiffre d'un peu plus de 1 million de tonnes, correspondant à 1929, doit être regardé comme un maximum qui, dans les années prochaines, ne pourra être dépassé.

Le goudron primaire, produit de la carbonisation à basse température, est riche en hydrocarbures légers

A la carbonisation à haute température (1.000 degrés) s'oppose la *carbonisation à basse température* (500 à 600 degrés), qui donne, d'une part, ce qu'on appelle du *semi-coke* contenant encore 10 à 15 % de matières volatiles, et, d'autre part, du *goudron primaire* de grande valeur.

La proportion de *goudron* obtenue, double

	Huile brute à raffiner	Total de tous les produits y compris le brut
	Barils	Barils
Au 31 décembre 1929..	428.445.000	689.166.000
Au 31 décembre 1930..	411.882.000	666.662.000
Au 31 décembre 1931..	370.919.000	621.673.000
Au 31 décembre 1932..	338.718.000	588.172.000

TABLEAU 2. — IMPORTANCE DES STOCKS DE PÉTROLE AUX ÉTATS-UNIS (1) DE 1929 A 1932

On voit que les stocks d'huile brute ont diminué, depuis 1929, de 21 % et ceux de tous les produits du pétrole, de 15 %. La surproduction de brut ne peut donc être rendue seule responsable de la déplorable situation actuelle du marché.

chande, tels que les fines de houilles, et de les transformer en combustibles calibrés et sans fumée, parfaitement adaptés aux usages domestiques. Quant au *goudron primaire*, relativement riche en hydrocarbures légers, il constitue une source précieuse de carburants ; on le soumet soit directement à la distillation fractionnée, soit à l'hydrogénation sous pression pour obtenir une certaine quantité d'essence.

D'après les chiffres donnés par le « Fuel Research Board » (Office de recherches sur les combustibles) britannique, dans un de ses rapports, 1 tonne de charbon fournirait, dans ces conditions, 90 litres environ de *goudron* qui, soumis à l'hydrogénation sous pression et à haute température, donnerait une quarantaine de litres d'essence. Le résidu d'huile lourde se composerait, en majeure partie, de diesel-oil et d'un peu d'huile de graissage. L'essence ainsi obtenue possède de remarquables propriétés antidétonantes. Malheureusement, étant peu riche en éléments volatils, elle rend les démarrages des moteurs assez difficiles.

(1) D'après M. Kessler.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 229.

L'hydrogénation de la houille est maintenant au point

L'hydrogénation, dont nous avons déjà dit un mot à propos des huiles de pétrole, et que nous venons de rencontrer à nouveau pour le traitement du goudron primaire, constitue un outil universel, bien que de création toute récente, pour tout ce qui touche les transformations des hydrocarbures lourds en hydrocarbures plus légers. C'est grâce à elle que l'on peut aussi aujourd'hui transformer directement la houille et le lignite en combustibles liquides.

Un savant allemand, le docteur Bergius, a attaché son nom au premier procédé vraiment industriel d'hydrogénation du charbon. Une usine semi-industrielle, appartenant à l'« Interessen Gemeinschaft », fonctionne régulièrement en Allemagne et produit environ 100.000 tonnes d'essence d'hydrogénation par an. Des gaz résidus de l'hydrogénation, lesquels ont entraîné des carbures gazeux, on isole le propane, qui, comprimé dans des bouteilles, est distribué comme chez nous, actuellement, le gaz butane (1). Le quart environ de la production d'essence d'hydrogénation provient du traitement direct du lignite ; pour le reste, on fait appel aux huiles lourdes provenant du petit gisement allemand de Volkenroda et, surtout, au goudron primaire.

L'Angleterre est, pour le moment, avec l'Allemagne, le seul pays où l'on songe à exploiter industriellement l'hydrogénation du charbon, bien que les frais de l'opération soient si élevés, semble-t-il, que le prix du combustible obtenu est supérieur à celui des hydrocarbures importés, compte tenu de toutes les taxes à l'importation. Un système de primes à la production, justifié par l'importance de l'industrie charbonnière dans l'économie britannique, est nécessaire pour rendre admissible une telle entreprise, au moins dans ses débuts. Le procédé Bergius originel, qui exigeait la confection préalable d'une pâte faite de charbon pulvérisé et d'huile lourde ou de goudron, a été modifié et perfectionné en Angleterre. Un courant d'hydrogène sous pression passe sur le charbon en morceaux porté à 430 degrés et, ensuite, sur le catalyseur à 450 degrés. Une tonne de charbon sec, sans cendres, donnerait ainsi près de 650 litres d'essence. Si l'on prend la peine de dresser le bilan énergétique de l'opération, en mettant d'un côté le pouvoir calorifique du combustible liquide obtenu et de l'autre ceux de l'hydrogène,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 120.

du charbon hydrogéné et aussi du charbon brûlé dans l'opération, on constate que le rendement est franchement mauvais : 60 % de l'énergie est perdue. Ce fait explique, en partie, les hauts prix de revient actuels, et, tant qu'ils se maintiendront, il ne semble pas que l'hydrogénation directe de la houille puisse prendre une grande extension.

Vers une collaboration étroite entre le charbon et le pétrole

Cette revue rapide des conditions actuelles de production et des domaines d'utilisation des deux principaux combustibles, charbon et pétrole, ne comporte évidemment pas de conclusion tranchée en faveur de l'un ou de l'autre. Elle nous permet seulement, après avoir fait le point, de prévoir, dans une certaine mesure, quelle sera l'évolution la plus probable du traitement et de l'emploi de ces deux matières premières dans les prochaines années.

Sur les applications « légitimes » du pétrole, celles où priment des considérations de rendement, de confort, de rayon d'action, etc., doivent régner incontestablement l'essence à moteur, le diesel-oil et même, pour certains cas spéciaux, le fuel-oil. Par contre, et même les producteurs de pétrole en conviennent maintenant, le charbon doit regagner, sans dommage pour l'usager, la plupart des domaines où le fuel-oil s'était établi « illégitimement ». Cela entraînera obligatoirement des modifications importantes dans le mode de traitement actuel du pétrole brut, pour limiter à la quantité strictement nécessaire la production de fuel-oil : il faudra, sur une plus grande échelle, faire appel aux méthodes modernes de *cracking* et d'hydrogénation, et porter à son maximum le rendement des raffineries en essence.

D'un autre côté, les techniques modernes de traitement du charbon, dont nous avons parlé en dernier lieu, viendront, en se généralisant, fournir, en même temps que des combustibles solides de haute qualité, l'appoint du benzol et de ses succédanés, nécessaire à la confection des mélanges antidétonants que réclame l'industrie automobile.

C'est, en somme, un effort de rationalisation qui va être exigé des industries charbonnière et pétrolière, impliquant, d'une part des progrès techniques dans la production et l'utilisation des matières premières, et, d'autre part, une étroite collaboration dans l'ordre économique, succédant à la compétition aveugle et ruineuse d'aujourd'hui.

JEAN BODET.

DE NOUVELLES NATIONS NAISSENT POUR LA CONCURRENCE INDUSTRIELLE DANS LE MONDE

LE JAPON SURINDUSTRIALISÉ MENACE L'ÉCONOMIE EUROPÉENNE

Par J.-C. BALET

Le rapide et magnifique essor de l'industrie japonaise lui a permis, récemment, d'éliminer — du moins encore partiellement — les grandes nations européennes et américaines des marchés d'Orient et d'Extrême-Orient et, de plus, de les concurrencer avantageusement jusque chez elles. Cette nouvelle situation économique est d'autant plus grave qu'elle ne résulte pas, comme on pourrait le croire, d'un simple « dumping » passager de la part des exportateurs nippons. Si ceux-ci peuvent vendre à des prix très bas, qui rendent toute concurrence impossible, cela tient surtout au taux de salaire extrêmement faible — de l'ordre de 2 yens, c'est-à-dire de 10 francs par jour — alloué aux travailleurs dont les besoins sont d'ailleurs minimes. Ainsi, à Amsterdam, par exemple, les lampes électriques japonaises sont vendues à 0 fr 25 pièce; des tissus sont offerts à 0 fr 80 le mètre, alors que le prix français ne peut être inférieur à 2 fr 15 (1). N'oublions pas, d'autre part, que cette expansion économique constitue une nécessité vitale pour l'Empire du Soleil Levant, dont la population (65 millions et demi d'habitants) — confinée sur un sol désavantagé par la Nature — est aujourd'hui plus dense que celle de l'Angleterre et s'accroît chaque année de plus d'un million d'individus! Notre collaborateur, qui a habité le Japon pendant de nombreuses années, expose ici comment ce pays est parvenu, en si peu de temps, à atteindre ce prodigieux développement industriel, qui inquiète à juste titre les autres nations productrices.

LE caractère distinctif du Japon est d'être à la fois une très vieille et une très jeune nation, la plus moderne non seulement du continent asiatique, mais peut-être du monde entier, tout en conservant jalousement l'âme et les traditions d'un passé deux fois millénaire. Il est, en outre, intimement convaincu que sa force réside précisément dans ce dualisme dont les deux termes ne se contredisent pas. La chose ne paraît pas discutable. Ce qui est certain, c'est qu'il s'est affirmé comme une nation dont le dynamisme intérieur dépasse de loin le cadre physique où la nature et les circonstances l'avaient placée. Aussi est-il logique et naturel qu'il ait débordé ce cadre, suivant les lois impérieuses de la vie et de la conservation, lorsque l'heure a eu sonné pour lui. Retenons simplement qu'il l'a fait sans le

briser, en l'élargissant sans rien perdre de soi-même. Il l'a fait avec une précision, une rapidité et une maîtrise de soi sans égales dans le passé et dans l'histoire contemporaine.

Ces observations ne s'appliquent pas seulement à son ascension sur le plan politique, qui serait elle-même à peu près inexplicable, si l'on n'admettait pas que le Japon s'est accru intérieurement de ce qui lui manquait au cours de sa réclusion séculaire, c'est-à-dire de tous les progrès faits par d'autres sur le terrain scientifique, économique, industriel, qu'il a su s'assimiler sans rien perdre de ses idiosyncrasies congénitales. C'est en cela que réside le secret de l'essor japonais dans toutes les directions.

On connaît généralement celui qui s'est traduit sur le plan politique; on connaît

(1) On peut citer encore : l'offre japonaise de livrer en Allemagne des tissus non imprimés à 50 % meilleur marché que les mêmes tissus allemands; en Australie, les tissus de coton japonais coûtent 50 à 55 % moins cher que les tissus anglais; le Japon livrerait également en Amérique du Sud et en Orient d'excellentes bicyclettes à 150 francs; lors d'une

adjudication publique à Bangkok, le Japon battit tous les concurrents pour le ciment et certains fers électriques; signalons encore que le Japon, achetant son blé en Australie, au Canada et en Amérique, et le transformant dans ses minoteries, vend la farine en Chine 20 à 25 % moins cher que celle des pays producteurs!

moins celui qui va s'affirmant chaque jour sur le plan économique, en particulier dans l'industrie.

Dans cette première étude, nous montrons pourquoi le Japon, féodal et agricole il n'y a guère plus de soixante ans, a été forcé de s'industrialiser ; par quelles étapes il y est arrivé et quels résultats d'ensemble ont été acquis par cette transformation.

I. - Pourquoi le Japon s'est rapidement orienté vers la grande industrie

La première est purement extrinsèque et occasionnelle. La seconde, fille de la nécessité, comme disent les Japonais, *hitsuyô wa banji no haha*, est d'ordre géographique et démographique.

L'intervention étrangère

Du point de vue historique, c'est l'apparition des étrangers sur les côtes du Japon, et leur intrusion violente qui, en ouvrant les yeux aux Japonais, les a forcés à sortir de leur réclusion volontaire et à adopter la civilisation occidentale. Certes, les Américains et les Européens n'avaient alors en vue que leur propre expansion commerciale, et ils ne se doutaient pas que les peuples asiatiques pourraient un jour les égaler, tant ils étaient imbus de leur supériorité raciale. C'est pourtant ce qui est résulté de l'intervention du commodore Perry en 1853-1854, du bombardement de Kagoshima par les Anglais, de celui de Shimonoséki par les Français et, finalement, des *Traités inégaux* imposés au Japon par les puissances étrangères. Si l'humiliation fut dure pour la fière nation japonaise, elle fut le stimulant indispensable et le levier décisif qui poussèrent le Japon hors de la routine et le décidèrent à entrer dans la voie où l'on trouve qu'il a trop bien réussi. J'ai personnellement été pendant des années le témoin de la lutte obstinée du pot de terre contre le pot de fer pour obtenir la *Révision des traités*, véritables « capitulations », et un traitement sur le pied d'égalité. Elle fut épique et finit par triompher après quarante ans de persévérance.

Pourquoi ? Parce que le Japon eut la sagesse de reconnaître et de s'avouer les causes de son infériorité, chose que n'ont jamais faite les Chinois placés à la même enseigne que les Japonais, dix ans avant eux, à la suite du bombardement de Canton par les Anglais et du traité de Nankin en 1844. Les ayant reconnues, il n'y eut qu'un mot d'ordre, obéi avec enthousiasme : faire disparaître les causes de cette infériorité, en prenant pour modèles et pour maîtres les

violateurs du sol national, de façon à les égaler et même à les surpasser. C'est de cette époque que date le fameux programme de rénovation par l'industrie, *sangyô rikkoku*, deux mots plantés comme un aiguillon au plus profond de l'âme japonaise si émotive et si chatouilleuse. Telle est l'origine historique de l'orientation du Japon vers l'industrie à la manière occidentale.

La pauvreté du sol japonais et le besoin de manger

A cette cause d'ordre psychologique s'en ajoutèrent bientôt de plus impérieuses : la nécessité de pourvoir à la subsistance d'une population très prolifique et la volonté arrêtée de pourvoir par soi-même à la défense du sol natal, lorsqu'il serait menacé, sans avoir à dépendre des autres. Le cas n'est pas spécial au Japon, mais on peut affirmer qu'il est peu de pays au monde où ces causes conjuguées et sans cesse d'actualité aient plus contribué à l'essor industriel.

Examinons d'abord la question de l'alimentation de la nation japonaise. Abstraction faite des colonies, de date récente, et qui n'ont que peu à voir avec la question qui nous occupe, le Japon proprement dit a une superficie de 379.817 kilomètres carrés, 170.000 de moins que la France. Il compte actuellement 65 millions et demi d'habitants, ce qui donne 176 individus par kilomètre carré. Il n'y aurait ainsi que la Belgique, la Hollande et l'Angleterre à avoir une population plus dense ; or, il n'en est rien. Car la nature montagneuse et volcanique du Japon fait que le sol cultivé n'est que de 15,4 % de la superficie. Dès lors, la densité n'est plus de 176, mais de 875 individus au kilomètre carré. Le Japon est ainsi de très loin le pays proportionnellement le plus peuplé du monde.

Le prodigieux accroissement de la population japonaise

Sans doute, il n'en était pas de même au début de l'ère Meiji. En 1879, avec 35.768.000 habitants, la densité n'était que de 96 au kilomètre carré ; mais, en 1889, elle passait à 107 avec 40 millions d'habitants ; en 1909, à 135 avec 50 millions ; en 1919, à 153, avec 57 millions pour aboutir à celle de 1932 que nous avons vue plus haut. Mais c'est précisément l'accroissement constant et rapide de la population sur un sol aux ressources très limitées qui constitue le phénomène inquiétant. Il saute aux yeux que, géographiquement et démographiquement parlant, le Japon est absolument inapte à nourrir,

par ses ressources naturelles, une population qui s'accroît au rythme d'un million chaque année. L'émigration massive lui est interdite pour plusieurs raisons qu'il serait trop long d'expliquer. Le malthusianisme n'est pas un remède recommandable, bien que déjà l'on parle en haut lieu d'un prétendu *birth control* qui ne l'est pas davantage.

Afin de bien faire ressortir comment l'agriculture seule peut de moins en moins suffire aux besoins du peuple japonais, il convient de rappeler que le riz constitue la base de l'alimentation. Voyons ce qu'il en est de sa production en regard de la population.

La production du riz, problème capital pour le Japon

Il y a au Japon un peu plus de 5 millions de familles adonnées à l'agriculture. Sur ce nombre, la moitié cultivaient moins d'un demi-hectare de rizières ou de terres et 1.246.245 familles moins d'un hectare. On calcule qu'il faut au moins 40 ares pour nourrir quatre personnes ; les ruraux ne peuvent donc pas vivre de la terre qu'ils travaillent. Cependant, grâce aux améliorations scientifiques apportées progressivement à la culture, en cinquante ans, le rendement des rizières a augmenté de 60 %. Sans doute, mais, durant le même temps, la population s'est accrue de 90 %. Le rendement à l'hectare est aujourd'hui de 33 hectolitres ; il ne peut plus être augmenté.

En définitive, pour une population de 65 millions et demi d'habitants, la ration individuelle étant cotée par an à 1,10 *koku* de riz, c'est 72 millions de *koku* (le *koku* vaut 180 litres) qu'il faut trouver annuellement. Or, la moyenne de la récolte des sept dernières années oscille autour de 60 millions de *koku*. Sans l'appoint de quelques céréales et légumes supplémentaires, blé, orge, patates, etc., et sans l'apport des riz de Formose et de Corée, le Japon ne pourrait nourrir sa population. Que sera-ce dans vingt ans, lorsqu'elle approchera sans doute de 90 millions ? Il est de fait, d'ailleurs, que, malgré l'accroissement formidable de la richesse nationale par l'industrie et le commerce que l'on verra un peu plus loin, le problème du riz demeure très inquiétant ; non seulement en raison d'une production insuffisante, mais encore en raison de l'effondrement catastrophique des prix des produits agricoles, dont la soie grège est le principal après le riz, baisse qui réduit à la misère une grande partie des ruraux, qui constituent au Japon 55 % de la population.

Comprend-on maintenant pourquoi le Japon s'étend presque invinciblement au dehors, et pourquoi il s'est voué avec une farouche énergie à suppléer à la pauvreté native de son sol par la création et le développement à outrance de l'industrie et du commerce ?

Le Japon veut assurer lui-même, intégralement, sa défense nationale

En dehors de ces raisons fondamentales s'en ajoutait une dernière qui, aux yeux des Japonais, n'était pas moins importante : arriver à assurer la défense de leur pays par les moyens les plus modernes, sans avoir à recourir à des tiers qui peuvent devenir leurs ennemis. Déjà au XVI^e siècle, après que les aventuriers portugais de Mendez Pinto et les religieux espagnols de saint François Xavier eurent pénétré au Japon, et acquis, les uns et les autres, une influence si grande qu'elle fut jugée dangereuse pour le pays, si les Japonais avaient eu, comme les étrangers, des arquebuses, des canons, des navires de haute mer, la science en un mot, le *taikô* Hideyoshi et les *shôguns* Tokugawa auraient jugé inutile d'expulser les étrangers et de fermer le Japon aux influences du dehors. Ce fut près de trois siècles de perdu. De même, la seconde fois, si les Japonais avaient eu les moyens matériels des Américains, des Anglais et autres contempteurs de ses droits, ils n'auraient pas accepté l'humiliation des premiers traités dont il a été question.

C'est pour qu'à l'avenir pareille aventure ne se représentât pas que d'en haut toutes les forces vives de la nation furent mobilisées. Elles le sont encore et au même degré. Après tout, le *risorgimento* des autres pays n'a pas eu peut-être d'autres causes que celles que nous venons de voir. Toute la différence dans le plus ou moins de succès des uns et des autres, c'est dans la psychologie propre à chacun d'eux qu'il faut la chercher.

II. - Les atouts du Japon

La fin à atteindre, *sangyô rikoku*, c'est-à-dire édifier la nation sur l'industrie, étant nettement conçue dès le début de Meiji par les hommes d'État qui dirigeaient les destinées du pays, la volonté unanime de la nation étant acquise d'avance, de quels atouts disposait le Japon, quels étaient ses handicaps et comment procéda-t-il à ce grand œuvre ?

A son point de départ, le principal avantage du Japon était sa situation d'insulaire.

De bonne heure, en jetant les yeux sur l'Angleterre, les Japonais se plurent à la prendre pour modèle : pourquoi le Japon ne deviendrait-il pas la Grande-Bretagne d'Extrême-Orient ? La mer, à condition d'en avoir la maîtrise quand on en a l'accès aussi facile, est incontestablement le meilleur des auxiliaires pour l'édification d'une grande industrie, soit pour aller chercher les matières premières indispensables, soit pour exporter ensuite les produits industriels. Ce fut le premier dont ils usèrent habilement, en créant progressivement une flotte commerciale qui est aujourd'hui la troisième du monde avec 4.250.000 tonnes. Inutile d'ajouter qu'elle se double actuellement d'une flotte militaire, également la troisième du monde en tonnage, entièrement construite dans les chantiers navals du Japon. Mais n'anticipons pas.

Le second grand avantage du Japon était de venir après les autres, d'avoir des maîtres et des modèles qu'il n'avait qu'à écouter et à imiter. Il ne s'en est pas privé. La chose leur convenait d'autant mieux — ils l'avouent sans fausse honte — qu'ils sont de très médiocres créateurs et inventeurs, tandis que la nature les a doués d'un don exceptionnel d'imitation et d'assimilation. Se connaissant bien, c'est par milliers qu'ils ont envoyé, et qu'ils envoient toujours, à l'étranger, des élèves intelligents à l'affût des derniers perfectionnements techniques, des dernières inventions, dont ils profitent avec une dextérité sans égale.

En troisième lieu, il ne faut pas croire que les Japonais de l'époque féodale, qui a eu, dans l'ère *Genroku*, une période comparable à notre siècle de Louis XIV, étaient des demi-barbares. Bien que replié sur lui-même, sans fenêtres ouvertes sur le dehors, le Japon féodal, composé de quatre classes distinctes, — *shi*, les guerriers ; *nô*, les paysans ; *kô*, les artisans, et *shô*, les commerçants, — possédait un artisanat très développé, apparenté dans son fonctionnement au système familial, *kazoku-seido*, qui est à la base de la civilisation orientale. Nous n'en dirons pas plus long sur ce sujet, sinon que l'ancien artisan était plutôt un ouvrier d'art, enrégimenté dans sa corporation et parfaitement apte à devenir un remarquable ouvrier dans l'industrie moderne ; ensuite, que le système familial a considérablement aidé à établir et à maintenir jusqu'à présent des rapports faciles entre le patronat et le salariat, entre le capital et le travail. Quant au chapitre de la main-d'œuvre et du travail dans l'industrie

japonaise moderne, nous reviendrons plus loin sur cet important sujet.

III. - Les handicaps du Japon

En regard de ces quelques avantages, le Japon était, et il demeure encore, mais un peu moins en raison de son expansion territoriale sur le continent, fortement handicapé par le manque des matières premières indispensables à la grande industrie de transformation. Il l'était aussi par le manque absolu de capitaux ; mais il a su en créer suffisamment depuis le début pour pouvoir poursuivre sa route.

Pénurie de matières premières

En ce qui concerne les *matières premières*, quelques chiffres récents montreront la place qu'elles occupent dans les importations japonaises. En 1921, sur un chiffre global de 1.614.155.000 yen d'importations, les matières premières entraient pour 757 millions et les produits semi-manufacturés pour 324 millions, soit 66 %. En 1925, ce pourcentage montait à 70 % et en 1930 également.

Par contre, durant les dix dernières années, sur la totalité des exportations japonaises, la part des matières premières n'a jamais dépassé 7 %, mais ses produits semi-finis (c'est déjà le produit de l'industrie) ont atteint jusqu'à 33 %, soit ensemble 40 %. Le Japon demeure donc encore handicapé de 30 %.

IV. - Les étapes de l'industrialisation

Poursuivi, sinon sans à-coups, le programme d'industrialisation du Japon l'a été sans arrêt avec des caractéristiques diverses qui permettent d'en partager les vicissitudes en plusieurs étapes assez nettement tranchées.

— La première s'étend des premières années de la Restauration impériale à l'année 1895. Période d'initiation, cette étape est marquée par des essais timides, des expériences naïves et parfois risibles. Au petit bonheur, les individus y font leur apprentissage des choses nouvelles que l'Etat surveille pour les empêcher de dégénérer en petites catastrophes. L'industrie des textiles, la plus ancienne de toutes, fait des progrès appréciables.

— La seconde couvre les années 1895-1914. Le Japon, instruit par les leçons de deux grandes guerres terminées par des victoires, — dont la première, contre la Chine, lui apporta ses premières colonies et une indemnité de 250 millions de taëls

(plus d'un milliard de francs), et dont la seconde lui apporta l'aide financière des pays anglo-saxons avec la succession des intérêts russes en Mandchourie, — se lance dans de multiples entreprises à l'intérieur, en Corée, qui devient japonaise en 1910, et en Mandchourie. L'Etat s'efface un peu plus devant les initiatives privées ; cependant, c'est sous ses auspices que débute, en 1900, l'industrie métallurgique à Yawata.

— La troisième, de 1915 à 1921, constitue une véritable explosion, presque une débauche d'expansion industrielle. Profitant de l'absence de concurrence et travaillant, en outre, pour ravitailler les Alliés, le Japon s'est transformé en usine, sans songer au lendemain. Il en retira des profits énormes et aussi une expérience certaine ; à tel point qu'à Genève, en 1919, il put être choisi comme l'un des huit pays les plus qualifiés pour obtenir un siège permanent au conseil d'administration du Bureau international du Travail.

— La quatrième étape forme le revers de la médaille de la précédente ; c'est la période du dégonflement inévitable qui suit les excès. L'abondance des stocks mondiaux, doublée d'un ralentissement de la consommation, provoque partout la crise que l'on sait. Elle commença au Japon dont la surindustrialisation devint fort gênante dès que reprit la concurrence. Elle fut sérieusement aggravée par le séisme de 1923.

— La cinquième étape va de 1925 à 1930. A bien des points de vue, on peut la considérer comme la plus féconde et, en tout cas, comme la plus décisive. Instruit par ses propres erreurs et par celles des autres, le Japon est devenu majeur. Avec méthode et avec vigueur, un peu à l'exemple de l'Allemagne pour laquelle il a toujours eu une préférence marquée, il entreprend et poursuit une œuvre de révision générale et d'assainissement connue sous le nom de rationalisation. Il procède à la suppression des organismes peu viables, à la réduction des prix de revient, à la rénovation de tout son outillage, à la centralisation, par voie de fusion ou de cartels, de l'industrie, du commerce et des banques, le tout avec l'encouragement formel de l'Etat. Il se trouve ainsi prêt à faire face, plus que d'autres, à la crise mondiale.

— Enfin, dès 1931, s'ouvre une dernière phase qui est loin d'être close, celle d'une activité presque extraordinaire en regard de l'atonie générale du monde. Persuadé que le nationalisme économique prévaudra longtemps encore dans le monde désemparé, le

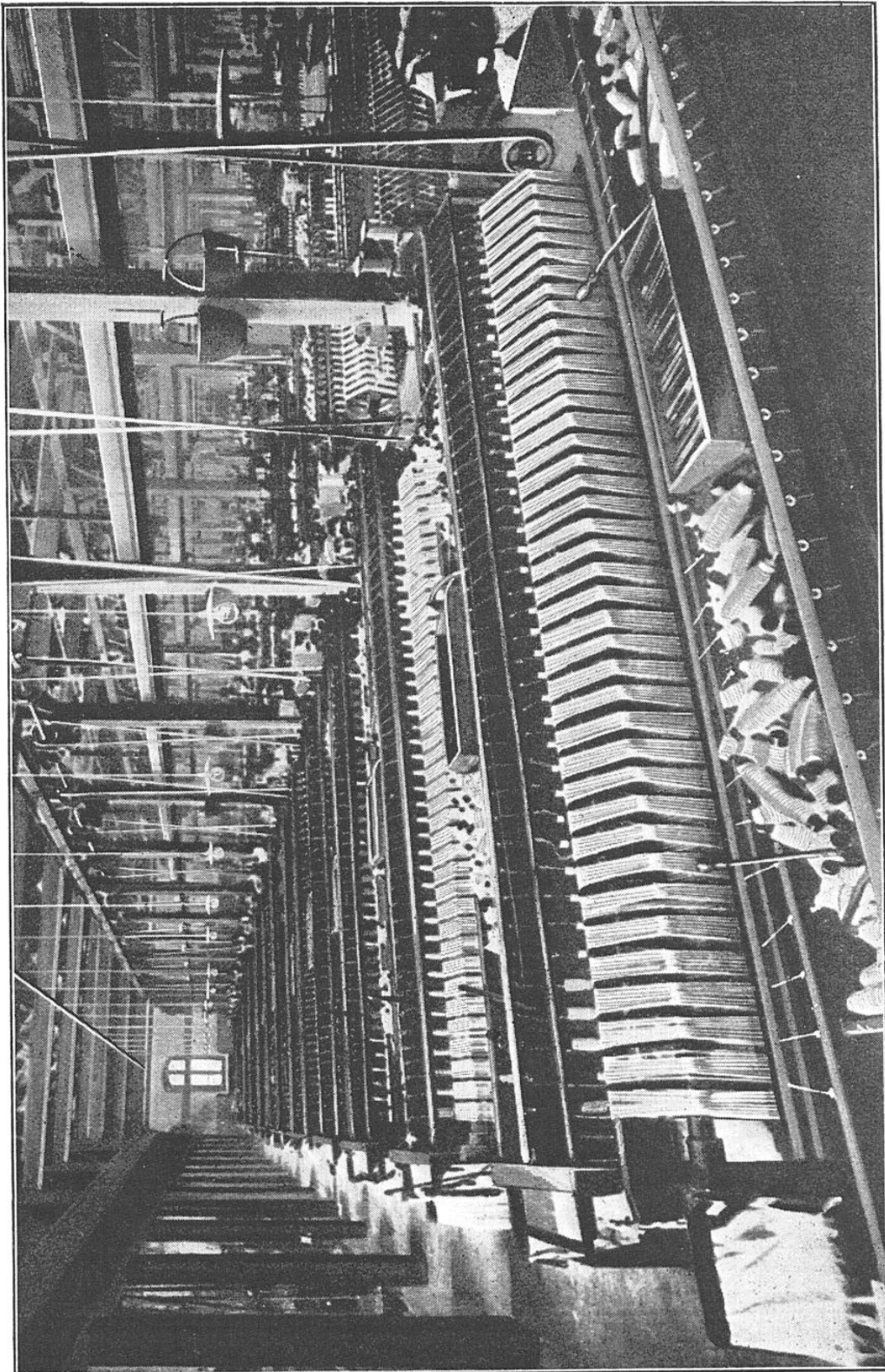
Japon s'est outillé en vue de se suffire à peu près en tout et à jouer un rôle de premier plan dans le commerce international de plus en plus malade. Longtemps retardée par les événements, son expansion politico-économique repart de plus belle avec l'affaire de Mandchourie. Le patriotisme s'exalte encore par suite de l'attitude à son égard de la Société des Nations ; et, comme toujours en pareil cas, l'activité nationale en est décuplée, servie cette fois par la débandade monétaire qui amène le yen, volontairement détaché de l'étalon-or à l'exemple de la livre et du dollar, à 40 % de sa valeur au pair. Ce que l'on considère et que l'on appelle *l'offensive japonaise* sur les marchés mondiaux n'est que l'autre face et la conséquence voulue de l'essor industriel japonais, qu'il nous reste à examiner dans ses principales réalisations.

La place nous manque pour une revue même sommaire des industries japonaises et du niveau atteint par les plus marquantes, il ne sera pas sans intérêt, croyons-nous, de donner quelques vues synthétiques des transformations apportées dans la richesse nationale, dans le revenu, dans la valeur globale de la production, etc., par l'industrialisation du Japon.

Commençons par le nombre des fabriques et usines de tout genre employant plus de 10 ouvriers, et par le personnel ouvrier.

De 767 en 1889, il passait à 17.062 en 1914, à 25.365 en 1921, et à 30.566 en 1929. Depuis cette date, en raison de la crise, et aussi de la rationalisation, l'augmentation est peu importante. Dans le même temps, le nombre des ouvriers, qui était de 526.215 (dont 207.951 hommes et 318.364 femmes) en 1904, passait, en 1929, à 1.851.990 (dont 861.175 hommes et 990.815 femmes). En outre, le nombre des petites entreprises employant moins de 10 ouvriers dépasse encore 33.000. L'ensemble de la population ouvrière, y compris les travailleurs à la journée, atteint 5 millions sur une population de 65 millions d'habitants ; ce chiffre n'est pas énorme.

Cependant il suffit pour modifier profondément le statut de la population qui, en 1898, était rurale dans la proportion de 82 %. En 1908, ce pourcentage s'abaissait à 75 % ; en 1920, à 67 % et, en 1930, à 60 %. Ce qui revient à dire que la population urbaine s'est accrue dans la mesure où se dépeuplaient les campagnes. Aussi le nombre des villes de 10.000 à 20.000 âmes, qui était de 153 en 1898, est-il passé à 720 en 1932. Parmi elles, Tokio, devenu le plus grand Tokio, compte plus de 5 millions d'habitants,



L'INDUSTRIE TEXTILE JAPONAISE OCCUPE A L'HEURE ACTUELLE L'UNE DES PREMIERES PLACES DANS LE MONDE. VOICI L'INTERIEUR
D'UNE DES FILATURES DE COTON LES PLUS MODERNES, SITUÉE PRÈS DE GOTEMBA

Osaka 2 millions et demi, Nagoya 1 million. Kyoto, Kobé, Yokohama viennent ensuite entre 600.000 et 900.000 habitants. Ce sont là sans doute des phénomènes communs à tous les pays ; le danger, pour le Japon, est que cette orientation, aussi rapide qu'elle est inévitable, ne contribue à un profond changement dans les mœurs, lorsque le prolétariat ouvrier sera conscient et organisé, chose qui n'en est encore qu'à ses débuts.

La valeur de la production en 1929

Dans l'énumération ci-dessous, les produits agricoles s'entendent du riz et autres céréales, du thé et de la soie grège :

Spécification de la production	Valeur en 1.000 yen (1)
Produits agricoles	4.200.000
Pêche et produits maritimes	650.000
Produits forestiers	220.000
Elevage et basse-cour	340.000
Industries du textile	3.500.000
Industries chimiques	1.280.000
Métallurgie et sidérurgie	450.000
Industrie minière	760.000
Machines et outils	690.000
Industrie du bois	210.000
Imprimerie et livres	180.000
Industries de l'alimentation	580.000
Industries diverses	470.000

A quoi il faut ajouter : 15.812.770.000 livres de sucre brut (Formose) ; 905.706 *koku* (1.620.000 hectolitres) de bière ; 7.820.535 *koku* (13 millions d'hectolitres) de *saké*, vin de riz ; 6.740.000.000 mètres cubes de gaz et 85.010.310.000 kw/heure d'électricité.

D'où il ressort qu'en regard d'une production agricole dépassant 5 milliards de yen, la production industrielle peut être évaluée en chiffres ronds à 10 milliards. Mais ce qu'il importe de noter, c'est que cette proportion de 2 contre 1 tend de plus en plus à s'élargir en faveur de l'industrie, surtout depuis l'effondrement des prix des produits agricoles, du riz et de la soie naturelle, largement compensé, dans l'ensemble de l'économie japonaise, par l'extraordinaire envol de la soie artificielle, des engrais chimiques, etc.

V. - La richesse nationale et sa répartition

D'après le *Bureau de Statistique* du gouvernement japonais, la fortune nationale, en 1933, est évaluée à 101 milliards 186 millions de yen. La part de la propriété non bâtie est de 41 milliards ; celle de la propriété bâtie de 22 milliards ; des bois et forêts de 6.500 millions ; des ports et canaux, 250 millions ; du cheptel, 350 millions. Le

(1) Au pair, le yen-or = 12 fr. 60.

reste, environ 31 milliards, est constitué par les valeurs mobilières, actions et obligations, y compris les fonds publics de l'Etat et des villes ; chiffres qui cadrent exactement avec ceux du *Bulletin de la Bourse* de Tokio.

Cette richesse correspond actuellement à près de 1.560 yen par tête. Quant au revenu global, qui est, comme dit plus haut, d'environ 15 milliards, il ressort à 230 yen par tête. Si nous ne possédons pas les chiffres indiquant la progression de la richesse nationale, nous avons ceux de l'accroissement du revenu. Ils sont suggestifs.

En 1887, vingt ans après l'orientation moderne du Japon, deux ans avant l'octroi de la Charte constitutionnelle, le revenu national n'était que de 235 millions de yen. Vingt ans plus tard, en 1907, deux ans après la victoire du Japon sur la Russie, il s'élevait à 1.532 millions. En 1916, il atteignait 2.363 millions ; en 1925, 13.382 millions, soit 57 fois la valeur de celui de 1887. Depuis lors, il a peu augmenté, en raison surtout de la crise mondiale. Mais, puisqu'elle paraît virtuellement terminée pour le Japon depuis la fin de 1932, comme en font foi les statistiques de son commerce extérieur en plein essor (ce qui suppose un réveil de l'industrie), le revenu va reprendre son ascension. Malheureusement, les dépenses nationales vont encore plus vite.

Depuis 1895, le capital industriel a plus que centuplé, tandis que le capital commercial s'est multiplié par cinquante. A l'heure actuelle, le capital global de toutes les sociétés, dont on va voir le détail, se répartit approximativement de la façon suivante : 45 % sont investis dans les industries de transformation et dans les usines ; 42 % dans le commerce et la banque ; 10 % dans les transports. Le reste, soit 3 %, va à l'agriculture et aux pêcheries.

Au 1^{er} janvier 1932, on comptait au Japon : 9.673 sociétés en participation à responsabilité illimitée, avec un capital de 1.157 millions de yen ; 27.655 sociétés en participation, avec un capital de 940 millions 346.000 yen ; 19.649 sociétés par actions, avec un capital de 17 milliards et demi ; 8 mutuelles, avec 4.880.000 yen de capital, et une quarantaine de sociétés par actions à responsabilité limitée, avec 10 millions de capital.

L'ensemble représente donc un capital souscrit de près de 20 milliards de yen, dont 13 ont été effectivement versés. Les bénéfices nets de l'ensemble de ces sociétés ressortait à 743.675.000 yen, soit environ 6 %, et cela pendant la crise mondiale. Les

réserves globales atteignaient 2.892 millions, soit 22 % du capital versé. Ce qui montre que l'économie capitaliste, instaurée sur le tard au Japon, n'y fonctionne pas trop mal.

Dans les chiffres ci-dessus, le montant des obligations de tout ordre a été omis. Il s'élève à quelque 2.500 millions pour toutes les sociétés autres que les banques ; ces dernières en ont pour 2.800 millions. Les sociétés de gaz et d'électricité viennent en tête avec 950 millions ; les industries de transformation n'en ont, pour leur compte, que pour 370 millions.

Il resterait à montrer comment, et jusqu'à quel degré, s'est opérée la concentration des capitaux, cause et effet de la centralisation industrielle. Qu'il suffise de noter que près de 10 milliards, représentant 66 % du capital social versé, sont placés dans 1,5 % du nombre total des sociétés ; tandis que 295 millions environ, représentant seulement 2 % du capital des sociétés, sont répartis dans près de 60 % de toutes les sociétés industrielles et commerciales. La persistance d'une poussière de petites sociétés à faible capital s'explique par les traditions histo-

riques et par la forme de la vie sociale du type familial ; mais leur diminution rapide est le fait saillant de ces dernières années. A l'instar des grands pays industriels, le Japon compte quelques consortiums géants, à la fois financiers, industriels et commerciaux, qui concentrent entre leurs mains près de la moitié des ressources et de l'activité du pays. Il suffit de nommer les trois principaux : *Mitsui*, *Mitsubishi* et *Sumitomo*.

Cette concentration des capitaux et de l'industrie a eu pour conséquence directe l'accélération de l'essor japonais, c'est évident. Toutefois, survenant un peu tard, c'est-à-dire au moment où les inconvénients du régime capitaliste font oublier ses avantages, où il est battu en brèche à tort et à travers par l'armée grossissante des mécontents et des idéologues, cette transformation menace de provoquer dans le statut social japonais des perturbations qui ne sont pas sans danger. Les derniers troubles du Japon ont peut-être d'autres causes, mais celle-là demeure la principale.

J.-C. BALET.

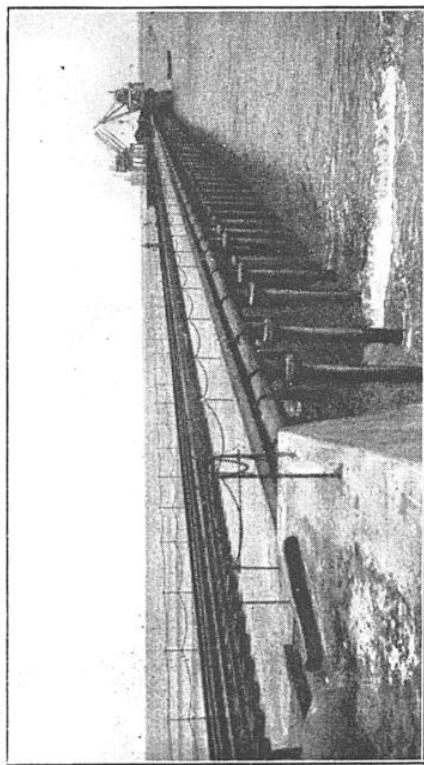
Nous n'avons pas développé, dans cet article de technique industrielle, en liaison avec l'économie politique, la question des salaires. Et, cependant, combien il y aurait de choses à dire encore ! Qu'on en juge : les deux équipes, dans une filature japonaise, travaillent vingt-huit jours par mois et, faisant cent trente heures de présence par semaine, reçoivent moitié moins d'argent pendant ces vingt-huit jours que le filateur anglais, accomplissant quarante-huit heures de travail effectif. Ajoutons à cela que le confort de l'ouvrière japonaise est plus poussé que celui de l'ouvrière britannique, et qu'elle trouve encore le moyen de placer une part de sa paie à la caisse d'épargne. L'Angleterre peut, à juste titre, se montrer quelque peu inquiète devant une telle situation sociale. Mais elle l'est beaucoup plus encore lorsqu'elle examine le prix payé par le Japon pour acquérir son coton destiné à ses filatures. Le coton américain arrive sur le marché japonais à un prix inférieur au coton indien. En outre, le Japon, afin de s'affranchir de l'importation américaine, a acquis 1 million d'hectares en Abyssinie pour y implanter la culture cotonnière, ce qui suffirait à lui fournir la moitié de sa consommation. Nous avions raison d'inscrire comme titre à cet article : de nouvelles nations naissent à la concurrence industrielle en s'affranchissant de leurs fournisseurs d'avant-guerre.

Le Gouvernement du Reich, intensifiant ses fabrications de guerre pour son armée de l'air comme pour son armée de terre et de mer, vient de commander à la célèbre firme Dornier trois cent cinquante appareils Do. X destinés plus particulièrement au bombardement de nuit. Ces puissants hydravions — dont nous avons donné ici (1) la documentation après la réception de notre collaborateur par M. Dornier lui-même — coûtent, à l'heure actuelle, 9 millions de francs environ. La commande en question, qui doit être achevée fin 1935, représente donc un budget d'un peu plus de 3 milliards ! Pour mener à bien cette tâche, la firme Dornier achève actuellement deux nouvelles usines merveilleusement équipées dans la région même du lac de Constance. Cette fabrication pour l'aviation allemande ne constitue pas un fait isolé, mais fait partie d'un programme d'ensemble, dont le montant s'élève à plus de 6 milliards de francs (d'ici la fin de 1935). Les autres firmes spécialisées dans la construction aéronautique (Junkers, Heinkel) ont reçu aussi leur part. Si l'on se souvient qu'à la suite de la visite de notre collaborateur aux usines de Dessau — interview de M. Junkers (2), — nous avons signalé la perfection de ces avions, on ne sera nullement étonné d'apprendre qu'en 1934 les appareils de bombardement établis par cette firme peuvent emporter, dans un rayon d'action de 500 kilomètres, 3 tonnes de projectiles en montant jusqu'à 8.000 mètres ! A titre de comparaison, rappelons que les avions de chasse français qui, à ce point de vue, doivent avoir des caractéristiques beaucoup plus avantageuses que des avions de bombardement, ne dépassent pas cependant l'altitude de 8.000 mètres. Quant à nos avions de bombardement, eux aussi transportent 3 tonnes de bombes, mais leur plafond est bien inférieur. Aussi, les avions de bombardement Junkers peuvent-ils se livrer à des expéditions en plein jour, sur des objectifs déterminés, alors que nos avions de bombardement, pour assurer au mieux leur mission, ne peuvent évoluer que pendant la nuit.

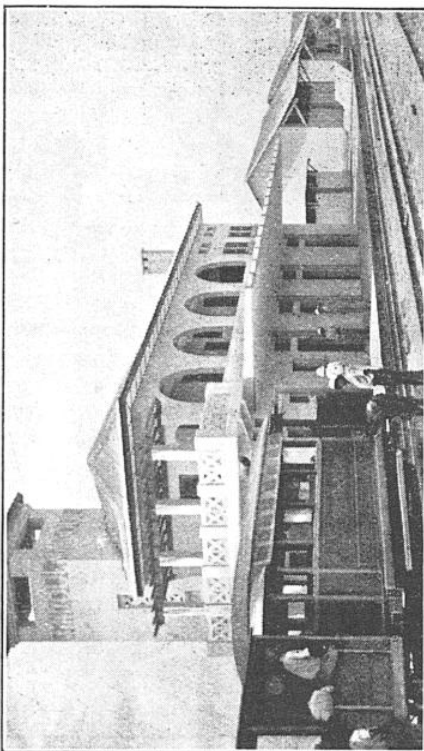
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 355.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 157, page 13.

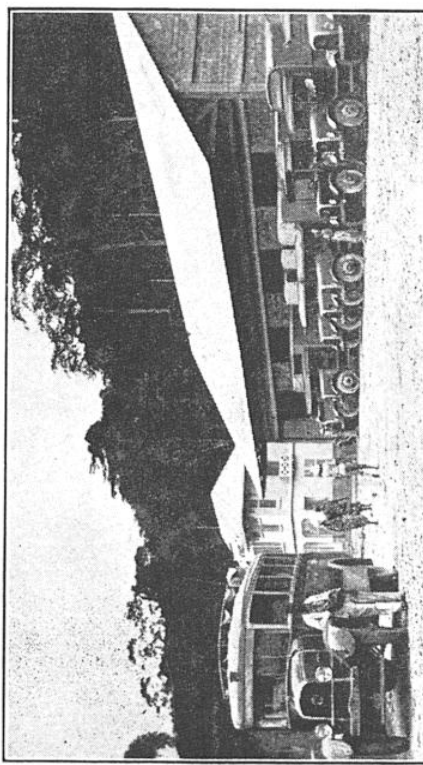
QUELQUES VUES DU CHEMIN DE FER « CONGO-OCÉAN » RELIANT POINTE-NOIRE A BRAZZAVILLE



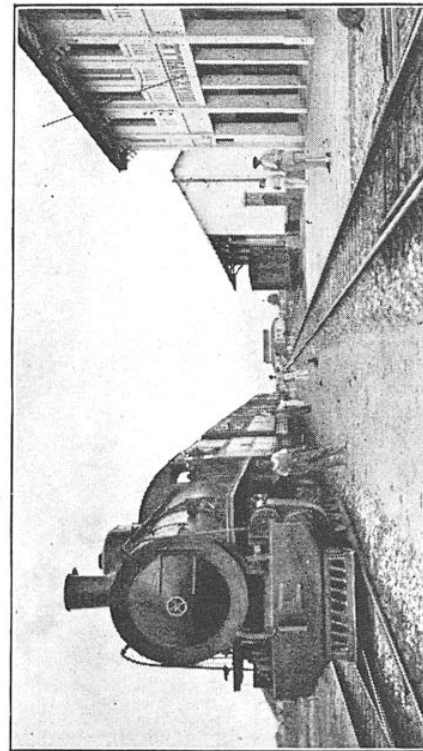
Le port de Pointe-Noire, sur l'Océan, débouché du chemin de fer Congo-Océan. Le wharf que représente la photographie ci-dessus, commencé en 1925, fut achevé au début de 1928. Une passerelle d'accès, de 12 mètres de large et 256 mètres de long, aboutit à une plateforme ou débarcadère, de 22 mètres de large et 100 mètres de long.



Sur la ligne du Congo-Océan, la traction est effectuée par locomotives et par automobiles. On voit ici une de ces dernières, à la gare de Mindouli, située à 126 kilomètres de Brazzaville. Cette région minière du Congo français trouvera, dans la nouvelle ligne, un auxiliaire puissant pour le transport des matières premières.



La voie ferrée est exploitée, d'une part, entre Pointe-Noire et M'Youli (128 kilomètres), et, d'autre part, entre Brazzaville et Madingou (233 kilomètres). Entre ces deux points (114 kilomètres), la liaison est assurée par automobiles, pour les voyageurs et pour les marchandises. On voit ici le départ d'un autocar de M'Youli.



Voici l'arrivée d'un train à Brazzaville. La locomotive qui le remorque, du type Mikado (1 essieu porteur avant, 4 essieux couplés, 1 essieu porteur arrière), pesée en charge, 76 tonnes et peut remorquer des trains de 550 tonnes à 60 kilomètres à l'heure sur rampe de 5 millimètres par mètre. L'écartement de la voie est de 1 m 067.

AVEC LE « CONGO-OCÉAN », UNE ÈRE NOUVELLE S'OUVRE POUR NOTRE CONGO

Par Jean MARIVAL

Congo-Océan, une des œuvres les plus représentatives de la civilisation française dans son domaine d'outre-mer ! Nous avons attendu d'avoir la documentation complète, jusqu'ici inédite, sur cette vaste entreprise ferroviaire qui arrive à son terme. Sa mise en œuvre permettra d'améliorer considérablement le rendement économique de nos colonies africaines, en leur ouvrant largement un débouché sur la mer. D'autre part, on verra avec quelle ténacité et quelle ingéniosité nos techniciens ont su établir, dans des conditions particulièrement difficiles, une voie ferrée répondant aux problèmes posés.

ON a souvent répété la phrase célèbre par laquelle le célèbre explorateur anglais Stanley résuma, devant la Société de Géographie de Londres, ses impressions à la suite de son long voyage en Afrique : « Sans chemin de fer pour réunir le haut-fleuve à la mer, le Congo ne vaut pas un penny. » Or, il y a une cinquantaine d'années — en 1882 — que la France s'est installée sur les territoires touchant, d'un côté le Congo belge, de l'autre, le Gabon et l'Oubanghi, et qui forment notre colonie du Moyen-Congo. Il importait de réaliser cette voie ferrée car, dans notre domaine de l'Afrique-Equatoriale, cette colonie, lorsqu'elle sera mise en valeur, prendra une des premières places.

En effet, d'une superficie de 240.000 kilomètres carrés, avec une population de 700.000 habitants, le Moyen-Congo possède un sous-sol extrêmement riche : cuivre, plomb, zinc, argent, fer, manganèse, étain, or, graphite, sel gemme, gisements houillers. L'industrie est actuellement représentée par des scieries, des briqueteries et des exploitations forestières. La forêt équatoriale recouvre près de 200.000 kilomètres carrés et contient de nombreuses essences utilisées en ébénisterie. Il faut encore signaler l'abondance des éléphants (ivoire) et des plantations de caoutchouc. Enfin, comme possibilités, mentionnons le café, le palmier à huile, le tabac, le riz, le coton, les oléagineux.

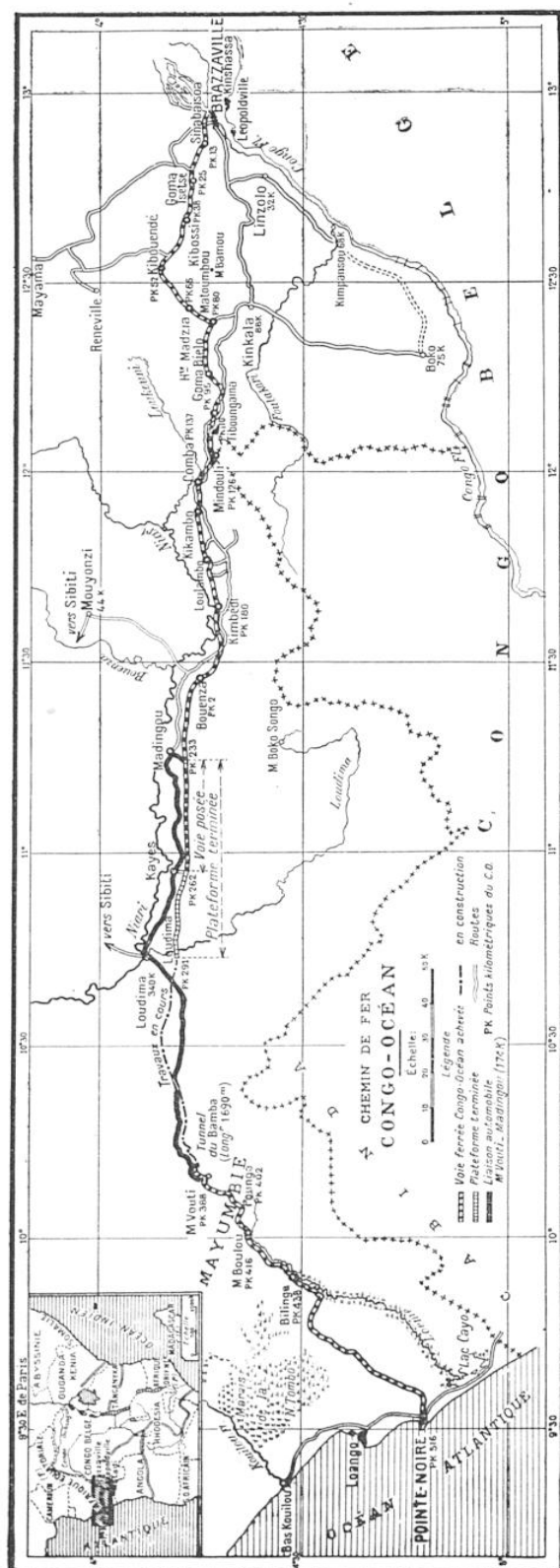
Le Gabon (274.870 kilomètres carrés, 702.000 habitants) contient aussi, dans son sous-sol : du cuivre, des hydrocarbures, de l'étain, de l'or, du fer, du manganèse, du sel gemme, mais aucune exploitation

minière n'a été installée. On pourrait y cultiver les arachides, le karité, le tabac, la vanille, le café, le caoutchouc. Scieries, exploitations forestières importantes sont en fonctionnement. La forêt (210.000 kilomètres carrés) recèle des bois de toutes espèces et plus de trois mille essences ont déjà été identifiées.

L'Oubanghi-Chari (493.000 kilomètres carrés, 749.000 habitants) renferme également du plomb, du zinc, de l'argent, du fer, du manganèse, de l'étain, du titane, de l'or, du graphite, etc. On y cultive le palmier à huile, les arachides, le café, le cacao, le tabac, l'indigo, le coton, le manioc, le riz, le maïs. Des décortiqueries de riz et l'exploitation de l'ivoire (abondance des éléphants) y représentent l'industrie.

Pour favoriser le développement du Congo, de grands travaux étaient nécessaires, notamment l'aménagement d'un port et la création d'une voie de pénétration offrant un débouché direct sur la mer. Il fallut cependant de nombreuses années d'études pour aboutir. Ce fut tout d'abord l'outillage de Pointe-Noire, où un wharf permet aujourd'hui l'accès des navires de tous tonnages.

Ce n'est que vers la fin de 1920 que le gouverneur de l'Afrique-Equatoriale française obtint l'autorisation de commencer les travaux d'une voie ferrée reliant Brazzaville à Pointe-Noire. Les premières études dataient de 1886. Aujourd'hui, les travaux sont presque terminés et les produits que nous avons énumérés, arrivant par les multiples artères du réseau fluvial du Congo, pourront être directement acheminés vers



CARTE GÉNÉRALE DU TRACÉ DE LA LIGNE « CONGO-OCEAN » QUI RELIE BRAZZAVILLE A POINTE-NOIRE (516 KILOMÈTRES)

l'océan. Cette réalisation est d'autant plus importante que le transport se faisait par le chemin de fer du Congo belge, via Matadi, et que, par conséquent, nous n'étions pas maîtres de la situation. D'ailleurs, le chemin de fer Congo-Océan permettra d'étendre nos relations avec le Congo belge, grâce à un pont jeté sur le Stanley-Pool, qui reliera nos réseaux routier et ferré à ceux aboutissant à Léopoldville.

C'est le 6 février 1921 que le premier coup de pioche fut donné, à Brazzaville, pour l'exécution de cette voie ferrée dont la longueur totale atteindra 516 kilomètres. Deux ans plus tard, deux nouveaux chantiers furent ouverts, l'un à Pointe-Noire, l'autre à Mindouli. Tandis que la section Océan-Mayumbe-Loudima (172 kilomètres) fut confiée à une entreprise privée, la section Brazzaville-Loudima fut exécutée par les services des Travaux publics de la colonie, qui, mettant à profit l'existence d'un chemin de fer minier à voie étroite, put ouvrir le chantier de Mindouli (126 kilomètres de Brazzaville). Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que deux grosses difficultés dominent la réalisation d'une telle œuvre. Tout d'abord, la pénurie de moyens de communication pour transporter le matériel nécessaire et, ensuite, le climat tropical qui rend extrêmement pénible le travail de la main-d'œuvre.

Ralentie en 1924 par suite d'une réduction de crédits, la tâche fut reprise activement à partir de 1927. Aujourd'hui, elle est presque terminée. L'ensemble de l'entreprise aura coûté environ 1.300 millions. Mais il n'y a aucun doute que l'essor économique qui en résultera ne compense largement cette somme.

Le tracé du Congo-Océan

La ligne Pointe-Noire - Brazzaville mesure, avons-nous dit, 516 kilomètres de long. Quelques mots sur son tracé suffiront à montrer les difficultés rencontrées.

En partant de Pointe-Noire, une centaine de kilomètres à travers les savanes, sans gros accident de terrain, s'avéraient comme des plus faciles. Cependant, à partir de 70 kilomètres, avec la pénétration dans la forêt équatoriale de Mayumbe, commencèrent les

difficultés. Des ouvrages d'art durent être établis, un souterrain au kilomètre 90 et un viaduc, 600 mètres plus loin (à partir de Pointe-Noire). Immédiatement après, ce sont les vallées encaissées et tortueuses des rivières Loukounéné et Loukoula, puis le massif montagneux aux flancs abrupts coupés de nombreux ravins. Jusqu'à 145 kilomètres de l'Océan, c'est toujours la forêt.

La voie s'y élève progressivement jusqu'au mont Bomba (140 kilomètres de Pointe-Noire). Là, un tunnel de 1.690 mètres de long dut être creusé. Le percement fut entamé en mars 1929 (côté Pointe-Noire) et en août 1931 (côté Brazzaville). La jonction souterraine eut lieu le 7 septembre 1933. Pendant que les travaux se poursuivaient côté ouest, on aménageait, côté est, l'usine génératrice d'air comprimé, puis une centrale électrique et un système complet de ventilation. Le matériel fut amené de Brazzaville par la voie établie et la route de Mindouli à M'Vouti. A signaler la rencontre de terrains friables qui obligèrent à recourir à un boisage complet, puis une brusque venue d'eau, de 50 mètres cubes à la minute, obstruant totalement la galerie.

Le tunnel du Bamba est l'ouvrage le plus important de la ligne. Ses dimensions sont les suivantes : 1.690 mètres de long, 5 mètres de haut, 5 mètres de large. L'équipement mécanique utilisé pour son percement comprenait, notamment, quatre compresseurs de 50 ch et quatre de 35 ch. Le transport dans les galeries était assuré par deux tracteurs de 25 ch. Toutes les machines étaient actionnées par des moteurs Diesel.

Continuons à suivre la ligne. Après le Mayumbe, en se dirigeant vers Brazzaville, le terrain est moins tourmenté. Cependant, le franchissement des affluents du Niari exige d'importants ouvrages d'art. Citons le viaduc de 60 mètres d'ouverture sur le Loudima, ceux de 50 mètres sur le N'Kenké et la Loutité, celui de 92 mètres sur la Louvisi, celui de 87 mètres sur la Bouenza. Vient ensuite la région minière de Mindouli, où la ligne, quittant la vallée du Niari, pénètre dans le bassin du Congo.

Tel est, dans son ensemble, le chemin de fer Congo-Océan, déjà exploité, d'une part, entre Brazzaville et Madingou par trains et automotrices, d'autre part entre Pointe-Noire et M'Vouti. Entre ces deux sections, la liaison est assurée par automobiles. La vitesse moyenne des trains est de 28 kilomètres à l'heure ; celle des autocars de 37 kilomètres à l'heure.

Quant aux trains, ils sont composés d'un

matériel confortable et remorqués par de puissantes locomotives du type « Mikado » (1 essieu porteur avant, 4 essieux couplés, 1 essieu porteur arrière) pesant, à vide, 66 tonnes et en charge 76,500 tonnes. Elles peuvent tirer des trains de 550 tonnes, à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, sur des rampes de 5 millimètres par mètre. Ces machines sont les plus puissantes qui aient été réalisées pour une voie dont l'écartement n'est que de 1 m 067. D'ailleurs, les rampes maxima du Congo-Océan ne dépassent jamais 15 à 20 millimètres par mètre et le rayon minimum des courbes est de 100 mètres.

Le délicat problème de la main-d'œuvre

Nous avons montré plus haut que l'on avait fait appel au matériel le plus moderne pour l'exécution des gros travaux du Congo-Océan. Il n'en demeure pas moins qu'une main-d'œuvre importante était nécessaire. On ne pouvait songer à la faire venir de France, car les ouvriers, habitués à un climat tempéré et sain, n'auraient pas résisté dans ces pays tropicaux. Au début, tant du côté de Brazzaville que du côté de Pointe-Noire, la main-d'œuvre indigène locale suffit, la ligne ne présentant pas de grandes difficultés pour son établissement. Il n'en fut plus de même dans le Mayumbe, et le gouverneur général, M. Antonetti, dut recruter du personnel plus particulièrement dans le Haut-Oubanghi. Mais les noirs de l'Oubanghi, pas plus que ceux du Congo ou les Chinois auxquels on avait fait appel, ne pouvaient supporter le climat meurtrier d'une région forestière et humide. Il fallut donc envisager une acclimatation progressive. Ce fut le rôle des camps sanitaires spécialement aménagés. Après quatre à six semaines de séjour, les noirs étaient dirigés sur les chantiers de M'Boulou et de M'Vouti.

Grâce à ces sages précautions (camps de repos, dispensaires, postes médicaux), on put éviter l'épuisement des travailleurs.

Le problème des communications fut également résolu. Une voie Decauville de 0 m 60, installée jusqu'au pied du mont Bomba, et une route automobile le reliant à Brazzaville permirent d'amener rapidement le personnel, les vivres, l'outillage et les matériaux.

Ainsi aura été menée à bien la plus grande œuvre française en Afrique-Equatoriale Française. Grâce à elle, le développement industriel de notre colonie de l'Ouest africain, fondé sur les richesses naturelles d'un sol généreux, peut être envisagé avec optimisme,

JEAN MARIVAL.

VOICI LA NOUVELLE LAMPE « HEXODE » EN T. S. F.

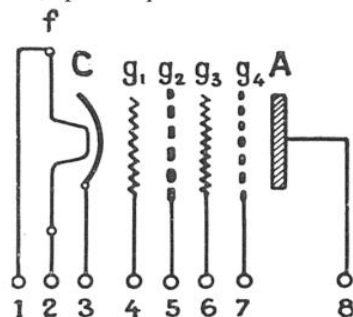
**Munie de six électrodes,
elle simplifie notablement le radiorécepteur
et contribue à supprimer radicalement le « fading »**

Par C. VINOGRADOW
INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

Nous avons montré comment, grâce aux différences de sensibilité des lampes à pente variable (1), les radiotechniciens étaient parvenus à vaincre le « fading » (2), cet affaiblissement périodique, cause de troubles trop fréquents pour les auditions. Mais voici que l'Angleterre et l'Allemagne viennent d'utiliser avec plein succès de nouvelles lampes à six électrodes qui, grâce à leur énorme variation de sensibilité (dans le rapport de 10.000 à 1!), donnent aux montages antifading une efficacité jusqu'ici inconnue. Par ailleurs, ces nouvelles lampes « hexodes » permettent l'établissement de récepteurs à grand rendement, tout en ne nécessitant que des montages très simples. C'est un perfectionnement des plus ingénieux en radiophonie.

LA SCIENCE ET LA VIE a déjà exposé (3) les progrès importants accomplis, au cours de ces dernières années, dans l'établissement des lampes de T. S. F., dont le nombre d'électrodes va constamment en croissant. Toutefois, quelle que soit la complication des nouveaux tubes à vide, nous retrouvons toujours les deux électrodes principales, à savoir la cathode et l'anode. La première joue le rôle de source des électrons nécessaires au fonctionnement du tube. Elle se présente soit sous la forme d'un filament chauffé directement par le courant, soit sous l'aspect d'un mince cylindre métallique contenant à l'intérieur un élément chauffant. Quant à l'anode principale, son but est de recueillir les électrons issus de la cathode.

Mais, pendant leur trajet de la cathode



A gauche : filaments de chauffage f ; cathode C ; grille de commande g₁ ; grille-écran g₂ ; grille de commande g₃ ; grille-écran g₄ ; anode A. A droite : disposition sur le culot de la lampe.

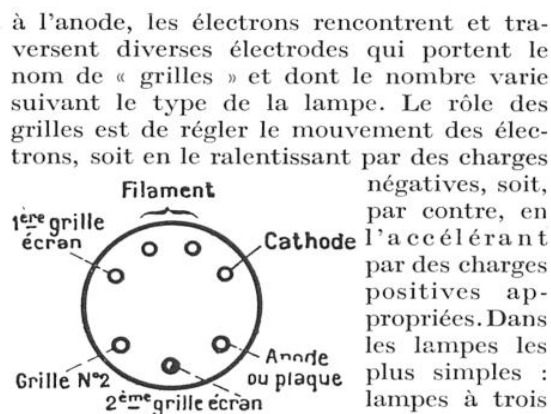


FIG. 1. — LES DIFFÉRENTES ÉLECTRODES DE LA LAMPE « HEXODE »

à l'anode, les électrons rencontrent et traversent diverses électrodes qui portent le nom de « grilles » et dont le nombre varie suivant le type de la lampe. Le rôle des grilles est de régler le mouvement des électrons, soit en le ralentissant par des charges négatives, soit, par contre, en l'accéléralant par des charges positives appropriées. Dans les lampes les plus simples : lampes à trois électrodes ou « triodes », les électrons ne franchissent qu'une seule grille de contrôle. Au fur et

à mesure des progrès accomplis dans la construction des lampes, le nombre de grilles a augmenté considérablement. Après avoir eu à traverser deux grilles dans les lampes pentodes, les électrons doivent, actuellement, en traverser quatre dans les nouvelles lampes « hexodes », et même cinq dans les lampes « heptaodes » (genre 2A 7 et 6A 7).

Les lecteurs de *La Science et la Vie* connaissent déjà le fonctionnement des lampes

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 471.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 127.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 471.

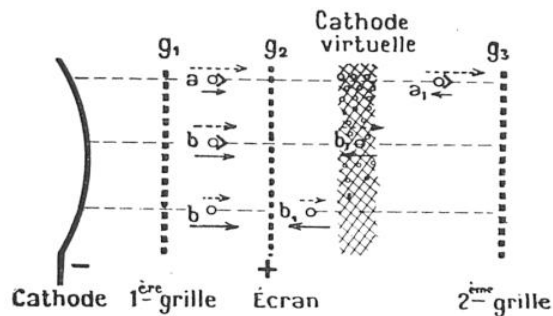


FIG. 2. — FORMATION DE LA CATHODE VIRTUELLE ENTRE LES GRILLES g_2 ET g_3 . Parmi les électrons issus de la cathode, certains, après avoir traversé la grille-écran g_2 , positive, n'atteignent pas g_3 . Ils forment la cathode virtuelle.

à une, deux ou trois grilles (1). Le fonctionnement des lampes à quatre et cinq grilles est, évidemment, quelque peu plus complexe. Ces lampes sont construites sous deux formes et peuvent jouer le rôle soit de lampes amplificatrices, soit de lampes oscillatrices-modulatrices dans les montages à changement de fréquence. Voici la lampe hexode amplificatrice.

La lampe hexode amplificatrice

La lampe à six électrodes se présente sous la forme extérieure d'une lampe moderne ordinaire. Elle possède une prise à son sommet et sept prises de contact à la base. La figure 1 indique la correspondance entre les diverses prises et les électrodes intérieures représentées schématiquement sur le dessin. À côté de la cathode C , chauffée indirectement, se trouve la première grille g_1 , ou première grille de commande. Ensuite, vient la grille-écran g_2 , suivie de la deuxième grille de commande g_3 . Enfin, une deuxième grille-écran g_4 sépare la deuxième grille de commande de l'anode principale A .

Examinons le fonctionnement de cette lampe amplificatrice. Les électrons, attirés par le potentiel positif de l'anode principale A , quittent la cathode C , traversent la première grille de commande g_1 et arrivent à la grille-écran g_2 . Cet écran est, comme l'anode A , porté à un potentiel positif, mais sensiblement moindre que celui de l'anode principale A . Cette charge positive attire donc les électrons se trouvant à gauche de l'écran g_2 et se dirigeant vers lui. Cette même charge freine les électrons ayant déjà dépassé l'écran et s'éloignant vers la droite (fig. 2). Mais on sait que les électrons issus de la cathode ne possèdent pas tous la même vitesse. Les uns, plus rapides, peuvent vaincre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 471.

ce freinage et, aidés par la deuxième grille-écran g_4 , pénètrent dans le champ d'attraction de l'anode A . Ils fournissent le *courant de plaque*. Les électrons les plus lents sont, par contre, rapidement arrêtés par l'attraction de l'écran et retournent vers ce dernier ; ils créent le *courant d'écran*. Enfin, un certain nombre d'électrons n'étant ni assez rapides pour atteindre l'anode principale A , ni assez lents pour être attirés en arrière par la grille-écran, forment, un peu après la grille-écran g_2 , un « nuage » d'électrons flottants et indécis. Si, à ce moment, on donne une légère charge positive à la deuxième grille de commande g_3 , un certain nombre d'électrons flottants reprennent leur course vers l'anode et produisent une augmentation du courant-plaque. Si, par contre, on donne à la grille g_3 une charge négative, un nombre d'électrons plus important est arrêté dans le « nuage » et le courant-plaque diminue.

Tout se passe donc comme si le « nuage d'électrons », la grille de commande g_3 et la plaque, avec sa grille-écran g_4 , formaient une *lampe à écran* indépendante où le rôle de la cathode serait joué par le nuage d'électrons, qui est, d'ailleurs, souvent appelé *cathode virtuelle*. Mais cette cathode virtuelle est elle-même contrôlée par la première grille. Devenant positive, elle augmente le nombre d'électrons se dirigeant vers l'écran et facilite ainsi la formation du « nuage ». Etant, par contre, chargée suffisamment négativement, elle peut arrêter le flot d'électrons et faire disparaître le nuage de la « cathode virtuelle ».

Tels sont les phénomènes physiques qui se passent à l'intérieur de la lampe. Examinons maintenant son fonctionnement dans les appareils récepteurs.

Comment fonctionne la lampe hexode amplificatrice

Donnons à la deuxième grille un potentiel fixe en la réunissant, par exemple, à la cathode de la lampe (potentiel 0). Faisons maintenant varier le potentiel de la première grille et obser-

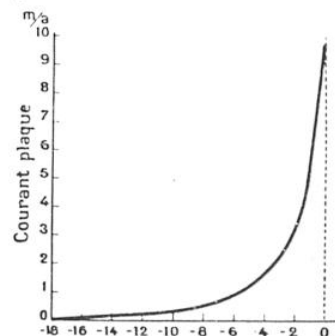


FIG. 3. — VARIATIONS DU COURANT-PLAQUE SELON LES VARIATIONS DU POTENTIEL DE LA PREMIÈRE GRILLE

vons l'influence de ces variations sur le courant-plaque. Comme on le voit (fig. 5), les qualités amplificatrices de la lampe diminuent avec l'augmentation de la tension négative de la première grille. Comme nous l'avons dit plus haut, c'est une lampe à pente variable (1).

Si nous voulons examiner l'action de la deuxième grille sur le courant-plaque, c'est à la première grille que nous devons donner le potentiel fixe, et c'est le potentiel de la deuxième que nous devons faire varier. La courbe de la figure 4 nous montre les variations du courant-plaque sous l'action du potentiel de la grille g_3 . Comme on le voit, la deuxième grille de commande, comme la première, modifie les qualités amplificatrices de la lampe, mais ces variations suivent une loi un peu différente.

Si, maintenant, nous faisons en même temps, varier les tensions de la première et de la deuxième grille, nous obtenons une courbe à variation beaucoup plus rapide, car les

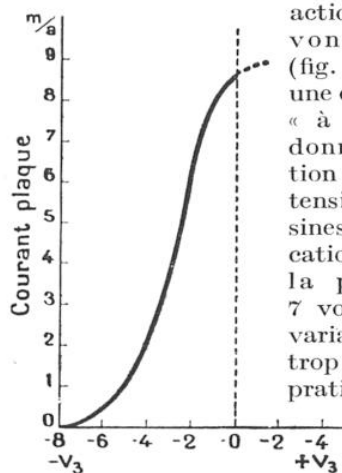


FIG. 4. — VARIATIONS DU COURANT-PLAQUE AVEC LE POTENTIEL DE LA DEUXIÈME GRILLE

actions des deux grilles vont s'additionner (fig. 5). C'est encore une courbe d'une lampe « à pente variable », donnant l'amplification maximum pour les tensions des grilles voisines de 0 et l'amplification maximum pour la polarisation de 7 volts environ. Cette variation étant un peu trop rapide pour la pratique, on n'applique ordinairement, sur la deuxième grille, que la moitié de la ten-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 471.

sion négative appliquée à la première grille de commande.

Utilisation des lampes hexodes-amplificatrices

On voit immédiatement quel intérêt présente l'emploi de la nouvelle lampe dans les montages « anti-fading ».

Tandis que les lampes « à pente variable » ordinaires exigent de 30 à 40 volts environ pour passer du maximum au minimum de réception, les lampes hexodes obtiennent le même résultat avec 12 ou 15 volts seulement. Le rapport d'amplification la plus forte possible à l'amplification la plus faible est environ de 10.000 à 1 ! Grâce à cette énorme variation de sensibilité pour une variation de polarisation relativement faible, les lampes hexodes rendent possibles et très efficaces les montages « antifading », même sur les postes ayant une faible amplification en haute fréquence. Elles permettent ainsi, grâce à leur grande sensibilité, la réalisation d'appareils récepteurs d'un grand rendement, mais d'un montage très simple et ne comportant qu'un nombre d'étages très restreint.

Très en vogue en Angleterre et en Allemagne actuellement, les lampes hexodes amplificatrices ou « fading hexode » équiperont, sans aucun doute, la saison prochaine, de nombreux postes français.

C.-N. VIÑOGRADOW.

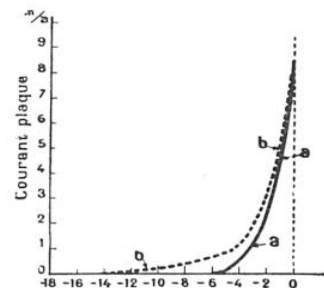


FIG. 5. — VARIATIONS DU COURANT-PLAQUE AVEC LES VARIATIONS SIMULTANÉES DES POTENTIELS DE PREMIÈRE ET DEUXIÈME GRILLE

La courbe a correspond à des tensions négatives égales des deux grilles ; la courbe b correspond à une tension négative de la première grille double de celle de la deuxième.

Il y a vraiment trop de fabricants d'appareils de T. S. F. en France. Mais, malheureusement, il y en a peu de premier ordre. Il faut évidemment faire une sélection et c'est pour cette raison que La Science et la Vie a créé sa rubrique de T. S. F., rédigée par les spécialistes les plus qualifiés et les plus indépendants.

Consulter La Science et la Vie, c'est recueillir un conseil utile et éviter souvent une dépense mal appropriée.

POUR NOUS ÉCLAIRER MIEUX EN DÉPENSANT MOINS, VOICI LES NOUVEAUX TUBES LUMINESCENTS

Par Jean LABADIÉ

Dans les appareils d'éclairage actuels les plus perfectionnés, la lumière n'est encore qu'un « sous-produit » de la chaleur. Ainsi, dans les lampes électriques dites « demi-watt », l'énergie lumineuse rayonnée ne représente que le vingt-cinquième de l'énergie électrique totale fournie, soit 4 % environ, le reste se dissipant sous la forme d'énergie calorifique « infrarouge ». C'est l'un des plus mauvais rendements que l'on puisse constater dans les différentes formes de transformation de l'énergie ! Or, la mise au point des tubes « luminescents » (1) (tubes à néon, à vapeur de mercure, etc.), par le savant français Georges Claude, avait déjà permis d'entrevoir la possibilité de produire de la « lumière froide » (c'est-à-dire sans perte sensible de chaleur et par suite d'énergie). Jusqu'à présent, des difficultés pratiques avaient, par contre, limité l'utilisation de ces tubes à des applications peu variées (enseignes lumineuses, notamment). Il fallait, en effet, employer de très hautes tensions (de l'ordre de 12.000 volts) et, en outre, les colorations particulières (rose pour les tubes au néon, violette pour les tubes à vapeur de mercure), des radiations émises, étaient très différentes de la lumière blanche. Mais voici qu'un très gros progrès vient d'être accompli : il est devenu possible d'opérer à une tension beaucoup plus faible (500 volts seulement) avec, par contre, une intensité de courant notablement accrue. Les radiations émises sont alors situées dans la partie ultraviolette du spectre et sont, par conséquent, invisibles. Mais en les faisant agir sur une substance « fluorescente » (2) qui revêt les parois du tube, on obtient une nouvelle émission lumineuse se rapprochant de la lumière du jour. Dans de telles conditions, le rendement lumineux est quatre fois plus grand que celui de la lampe à incandescence ! Les inventeurs espèrent même obtenir beaucoup mieux par la suite. Du point de vue pratique, cette application d'un phénomène physique bien connu peut entraîner une révolution économique dans nos moyens d'éclairage puisqu'elle nous permettra d'engager, pour une quantité de lumière équivalente, une dépense quatre fois moindre !

S'IL est une destinée scientifique parfaitement homogène dans sa fécondité, c'est bien celle de M. Georges Claude, le prospecteur de l'atmosphère en tant que matière première industrielle. De l'atmosphère, M. Georges Claude extrait l'azote pour la fabrication de l'ammoniaque synthétique ; l'oxygène que réclament le chalumeau oxyhydrique et le procédé de la soudure autogène ; et, finalement, les gaz rares qui sont à la base de l'éclairage par tubes luminescents.

Aujourd'hui, c'est un nouveau progrès que les travaux d'un jeune ingénieur, M. André Claude, parent de l'illustre physicien, viennent de réaliser. Par une série de perfectionnements que nous allons décrire, ce technicien et ses collaborateurs, MM. Del-

rieu et Lecorguillier, ont mis au point le mode d'éclairage rationnel auquel visait précisément, dès l'origine, l'inventeur des tubes au néon, c'est-à-dire la lumière froide.

L'importance des gaz rares de l'atmosphère pour l'éclairage par tubes luminescents

La lumière froide était contenue dans l'air liquide, puisque, sans la liquéfaction méthodique de l'air telle que l'a créée M. Georges Claude, l'industrie n'aurait pas disposé des « gaz rares » atmosphériques et, sans gaz rares, l'éclairage par tubes luminescents restait une utopie.

Un inventeur américain, Moore, avait déjà tenté, au commencement du siècle, de faire passer dans la pratique le tube de Geissler (tout le monde connaît l'expérience qui consiste à illuminer n'importe quel gaz

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 447.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 15.

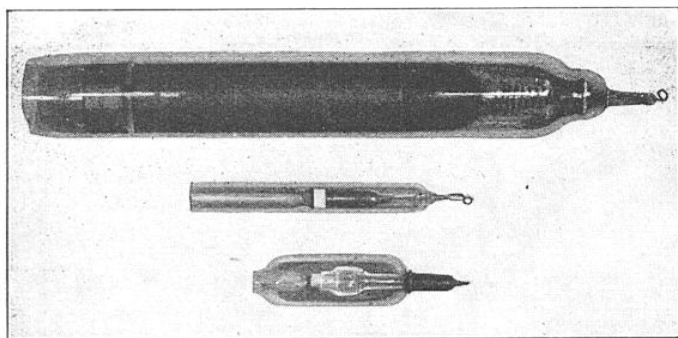


FIG. 1. — LES ÉLECTRODES DES NOUVEAUX TUBES

En haut : une électrode à large surface des tubes à néon Georges Claude du type primitif. En bas (au centre) : une électrode du nouveau type pourvoyant au même débit de courant. On remarquera le petit manchon central qui l'isole sur sa tranche et limite ainsi les effluves, la perte de tension et l'absorption du gaz par le métal. Au-dessous : une électrode « ponctuelle », composée d'un manchon réfractaire au centre duquel est déposé un oxyde.

à basse pression dans un tube muni de deux électrodes terminales auxquelles on applique une certaine tension). Moore essaya de tous les gaz connus à son époque et voici ses meilleurs résultats : chargé avec l'azote, le tube lumineux consommait 1,7 watt par bougie ; avec l'anhydride carbonique, il fallait 2 watts pour obtenir le même résultat ; quant à l'hydrogène, ce gaz ne consentait à s'illuminer que moyennant une dépense de 10 watts par bougie. Dans ces conditions, l'ampoule à filament incandescent devait triompher sans peine du tube lumineux. Effectivement, cette lampe a atteint de nos jours la minime consommation d'un demi-watt par bougie, du moins à partir d'une certaine puissance. Et, d'ailleurs, ce résultat fut obtenu grâce au remplissage de l'ampoule par un gaz inerte, en particulier l'argon, tant il semblait fatal que, par une voie ou par une autre, le problème de l'éclairage fut lié à celui des gaz rares de l'atmosphère.

C'est en 1907 que, grâce à sa méthode de liquéfaction progressive des divers éléments atmosphériques (exactement l'inverse d'une distillation fractionnée), M. Georges Claude (1) entra en possession du premier de ces gaz rares obtenu en quantités industrielles, le néon. Ramsay avait mis en évidence la magnifique luminescence de ce gaz soumis à l'expérience de Geissler. En 1912, M. Georges Claude commençait ses premiers essais pratiques avec le néon, après avoir hardiment — et « prophétiquement », peut-on dire aujourd'hui — défini le programme à réaliser en matière d'éclairage.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 91, page 83.

Sans lumière froide, pas d'éclairage rationnel

Dans sa conférence du 9 novembre 1911 à la Société des Electriciens, M. Georges Claude s'exprimait en ces termes : « Jusqu'en ces dernières années, il semblait que l'industrie fût condamnée à tirer la lumière, de toute éternité, du principe qui consiste à porter un support matériel à une température aussi élevée que possible. »

En d'autres termes, la lumière semblait devoir demeurer irrévocablement un sous-produit de la chaleur. Plus précisément, MM. Buisson et Fabry ont démontré que la production d'une bougie en lumière jaune pure requiert une dépense théorique

d'énergie inférieure à 2 centièmes de watt. Tout le reste, soit 48 centièmes de watt dans nos meilleures ampoules (1/2 watt), est transformé en chaleur inutile, c'est-à-dire en rayonnements parasites (infrarouges).

En outre, la formule de l'incandescence oblige d'espacer les foyers dans l'éclairage des grandes surfaces : la distribution imparfaite de la lumière qui en résulte fatigue l'œil.

« Or, est-elle si réellement inéluctable, notre barbare formule ? », s'écriait M. Georges Claude. A cette question, la nature elle-même nous donne la réponse : « Les vers luisants ! » Ici, le rendement atteint des valeurs bien éloignées des pauvres résultats de notre industrie, parce que l'énergie dépensée pour faire de la lumière apparaît toute dans cette

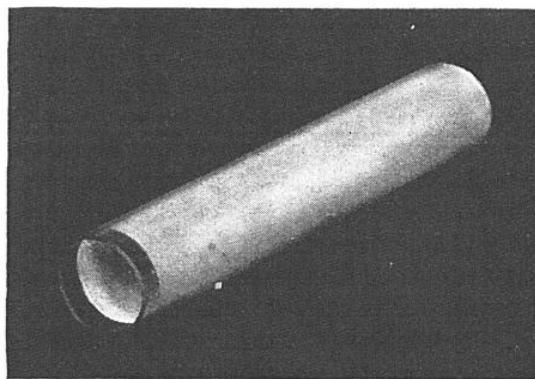


FIG. 2. — FRAGMENT DE TUBE LUMINESCENT
On aperçoit intérieurement le dépôt pulvérulent des sulfures luminescents déposés par un enduit provisoire de glycérine.

lumière, au lieu de s'épuiser en mille radiations inutiles. De plus, dans la voie ainsi indiquée, il devient inutile de concentrer l'extrême effort dépensé pour augmenter la radiation utile : d'où la possibilité de sources lumineuses de grande surface, donc de très faible éclat. »

C'est dans cette voie, tracée par la nature, que les premiers tubes luminescents de M. Georges Claude ont aiguillé l'éclairage moderne. Et c'est aujourd'hui seulement que le but se trouve atteint avec les nouveaux perfectionnements apportés par M. André Claude et ses collaborateurs. Ils ont, en effet, réalisé de véritables vers luisants artificiels. Nous allons exposer maintenant comment les inventeurs ont réussi à atteindre cet intéressant résultat.

Les qualités idéales des tubes luminescents

Et, d'abord, pourquoi le néon donne-t-il une lumière plus intense que d'autres gaz. La physique nous dit que c'est un gaz « monoatomique », c'est-à-dire dont la molécule est faite d'un seul atome, au lieu que la molécule d'hydrogène est constituée par deux

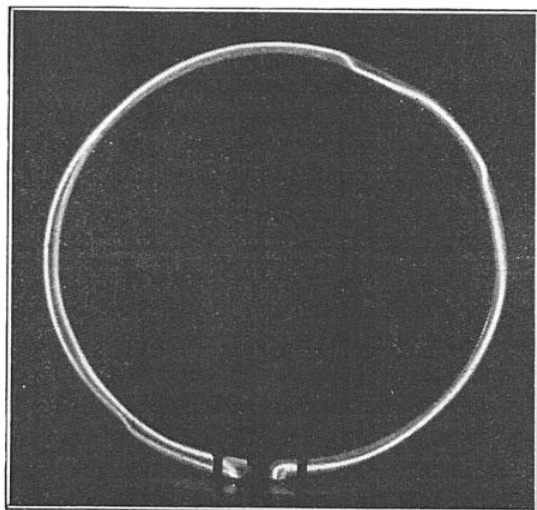


FIG. 3. — CURIEUX EFFET LUMINEUX OBTENU PAR INTRODUCTION D'UNE LÉGÈRE IMPURETÉ DANS LE TUBE

Le gaz luminescent se met à flotter comme une volute de cigarette. Il s'agit d'un effet de moindre résistance à travers l'atmosphère polluée du tube.

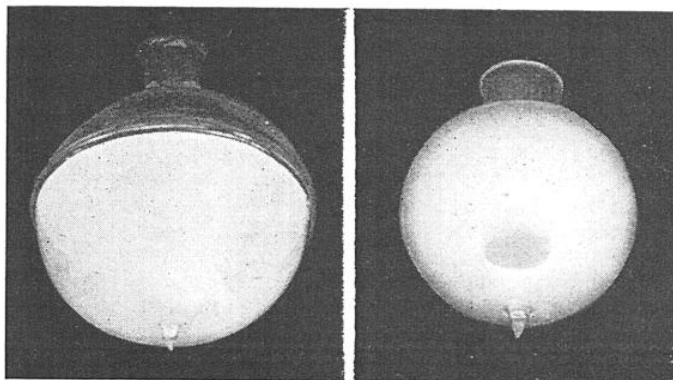


FIG. 4. — VOICI LES LAMPES A INDUCTION

Dans ces globes, les gaz raréfiés sont illuminés par induction. A gauche : les spires inductrices forment une calotte extérieure au-dessus du globe. A droite : elles sont concentrées sur un cylindre intérieur à l'atmosphère luminescente.

atomes, celle d'azote par trois atomes, celle de carbone par quatre. Et tous les gaz de la même famille (hélium, argon, krypton, xénon) ont le même caractère d'être monoatomiques. Si nous observons encore que la vapeur de mercure utilisée dans les tubes luminescents de couleur bleue est également monoatomique, nous comprenons aisément, sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans le détail des phénomènes d'ionisation et de luminescence, que le caractère monoatomique des corps gazeux soumis à l'électrisation, est à la base de leur excellent rendement en lumière.

Une explication sommaire, mais juste, peut être donnée de ce fait : les ondes lumineuses provenant des mouvements atomiques, il est évident qu'un milieu (gaz ou vapeur) dont les atomes sont à l'état libre, sans liaisons mutuelles, fournira les vibrations lumineuses les moins coûteuses en énergie et aussi les plus simples. C'est pourquoi le spectre lumineux visible du néon est nettement rouge ; celui de la vapeur de mercure nettement bleu, et si nous ajoutons la vapeur de sodium (dès maintenant en service pour l'éclairage des routes) cette vapeur, également monoatomique, donne un spectre lumineux exclusivement jaune. Bref, le monochromatisme paraît entraîner le « monochromatisme » — ou spectre d'une seule couleur.

D'autre part, le monochromatisme absolu, s'il pouvait exister, correspondrait au maximum de rendement lumineux à condition que la longueur d'onde émise fût située au plus près du jaune — zone du spectre la plus sensible pour la rétine humaine. Aucune autre radiation n'existant,

il n'y aurait, en effet, aucune dépense inutile d'énergie, et toute l'électricité consommée par l'appareil se trouverait transformée en lumière de visibilité maximum. N'est-il pas curieux que cet idéal, dont M. Georges Claude faisait le schéma dès 1911, vienne d'être à peu près réalisé dans les lampes à vapeur de sodium ?

Nous voilà donc en possession de la qualité idéale d'un tube à gaz luminescent pris à l'état brut : le rassemblement de ses radiations dans le spectre visible, près du jaune. Le néon qui rayonne rouge, le mercure qui rayonne bleu-violet, l'hélium qui donne une teinte orangé mêlée de violet ne répondent donc qu'imparfaitement à cette condition *qualitative*. Par contre, l'hydrogène

gaz carbonique, au moyen de soupapes appropriées qui assuraient une rentrée équivalente du gaz disparu.

Ce n'était déjà pas pratique avec des gaz communs ; c'était irréalisable avec des gaz rares, dont le *néon*, par exemple, exige un grand état de pureté. La moindre impureté le « paralyse ». M. Georges Claude purifiait le néon de ses premiers tubes par le charbon refroidi à l'air liquide ; puis il portait la pression interne du tube jusqu'à la limite encore compatible avec un rendement « acceptable » ; enfin, il adoptait des électrodes assez larges pour contrarier leur vaporisation.

De cette technique résultèrent les tubes rouges (à néon pur) et les tubes bleus (à

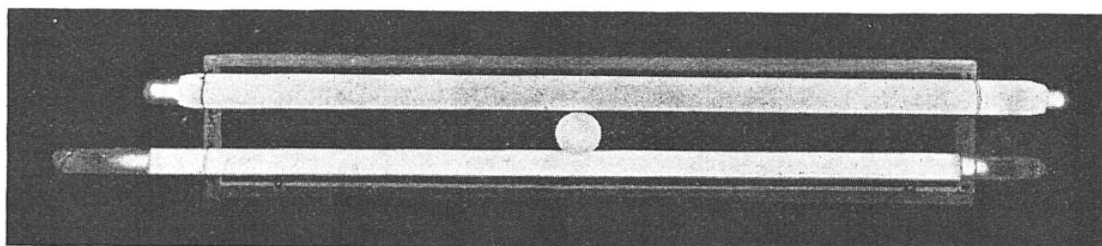


FIG. 5. — COMPARAISON DES INTENSITÉS LUMINEUSES DES ANCIENS TUBES LUMINESCENTS ET DES RÉCENTS POUR UN MÊME COURANT DÉPENSÉ

En haut : un tube au néon ancien système. En bas : un tube luminescent. Au centre : une ampoule électrique ordinaire en verre dépoli. La comparaison est nettement en faveur du tube luminescent.

en est énormément éloigné puisque ses radiations se répartissent suivant une loi uniforme depuis l'infrarouge à l'extrême ultraviolet.

La question de qualité, qui dépend de la nature du gaz, étant réglée, il faut envisager la *quantité* (ou intensité) maximum de lumière qui peut être donnée par le tube pour chaque watt consommé. Ce maximum de lumière sera d'autant plus élevé que la pression du gaz dans le tube se rapprochera d'un certain taux, très bas, *un dixième de millimètre de mercure, par exemple.*

Mais alors surgit un obstacle : à cette basse pression, les électrodes de cuivre du tube se vaporisent dans l'effluve électrique, ce qui entraîne la condensation des molécules gazeuses raréfiées. Les molécules métalliques et celles du gaz viennent « s'absorber » à la paroi de verre, et le vide du tube atteint un degré tel que la décharge électrique est interrompue.

Les premiers correctifs apportés par M. Georges Claude

Moore avait neutralisé l'accroissement insolite du vide dans ses tubes à azote, à

néon contenant quelques gouttes de mercure que le courant vaporise) dont l'usage est si répandu pour la décoration nocturne et l'éclairage des enseignes. Plus tard, le néon fut remplacé par l'argon dans les tubes bleus. Puis, l'hélium entra en scène, donnant une couleur spéciale, lilacée. Puis on fabriqua les tubes en verres colorés, dont les teintes et nuances soigneusement choisies filtraient, en la variant, la lumière propre du tube.

Mais un inconvénient majeur persistait dans les nouveaux éléments d'éclairage. Ils étaient loin d'être froids et ne consommaient guère moins d'un demi-watt par bougie, — tout comme une ampoule — avec cette infériorité que leur lumière n'était pas blanche. Sans doute, en réunissant sur un même tableau d'éclairage des tubes bleus et des tubes rouges, les deux lumières se complétaient et assuraient un éclairage résultant acceptable. Sinon, un bouquet de coquelicots apparaissait noir sous le tube rouge, et un bouquet de bleuets également noir sous le tube bleu.

Ne nous cachons pas, d'ailleurs, que même

ainsi « composée », la lumière résultante était loin de fournir un spectre lumineux complet, du type « solaire ».

C'est la production quasi intégrale de ce spectre à laquelle sont parvenus MM. André Claude et ses collaborateurs.

L'amélioration considérable du rendement électrolumineux proprement dit

Toutefois, avant d'insister sur cette « qualité » du spectre coloré, il nous faut considérer le perfectionnement essentiel, qui concerne l'accroissement du rendement lumineux proprement dit.

Nous avons dit que ce rendement était le meilleur quand la pression du milieu gazeux à l'intérieur du tube ne s'éloignait pas

rayonnement total. En somme, le nouveau perfectionnement avait bien éliminé les pertes calorifiques (c'est-à-dire les rayons infrarouges) et accru l'intensité des rayons visibles, *mais aussi, surtout, celle des radiations ultraviolettes*. C'était donc maintenant à l'ultraviolet qu'il fallait appliquer un correctif. C'était beaucoup plus facile que d'éliminer les infrarouges. La nouvelle correction, allons-nous voir, sera la bienvenue.

L'ensemble du nouveau spectre déporté vers les ondes de hautes fréquences (ultraviolet) figure une amélioration intrinsèque, en tout état de cause. La lumière étant, en effet, assimilable à un « fluide », l'analogie de la vapeur dans une machine, on peut dire que la fréquence de ses ondes devient *ipso facto* l'analogie d'une température. Or, s'il

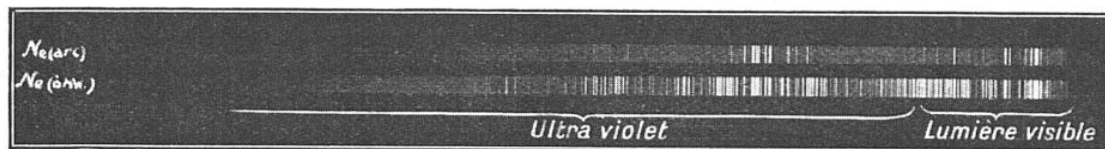


FIG. 6. — DEUX SPECTRES DU NÉON (EN HAUT, SPECTRE D'ARC ; EN BAS, SPECTRE D'ÉTINCELLES) On remarquera combien, surtout dans le spectre d'étincelles, la région de l'ultraviolet est étendue relativement au spectre visible. Le procédé André Claude transforme l'ultraviolet en lumière visible par le phénomène de fluorescence.

d'un certain point optimum assez bas (un dixième de millimètre). MM. André Claude, Delrieu et Lecorguillier ont réussi à construire des électrodes de petite taille qui échappent à la vaporisation. Ces électrodes sont tout simplement coiffées d'un manchon circulaire isolant qui masque la tranche de ces petits culots cylindriques en cuivre et contrarie ainsi la vaporisation métallique.

C'est par le fil du métal que s'effectue, en effet, principalement cette vaporisation.

De petites dimensions, les électrodes chaufferont sous les courants intenses qu'on leur destine, mais précisément cet échauffement les empêchera d'absorber le gaz ambiant. Dès cet instant, la pression du milieu gazeux pouvait être ramenée au taux minimum commandé pour le meilleur rendement, ce qui fut fait.

Ensuite, on accrut l'intensité du courant, qui devint jusqu'à cent fois plus grande que dans les tubes anciens de mêmes dimensions. Comme on s'y attendait, parce que la théorie l'indique, l'intensité lumineuse visible cessa bientôt de croître proportionnellement au courant et c'est dans la région invisible du spectre, dans l'ultraviolet, qu'il fallut rechercher l'accroissement prévu du

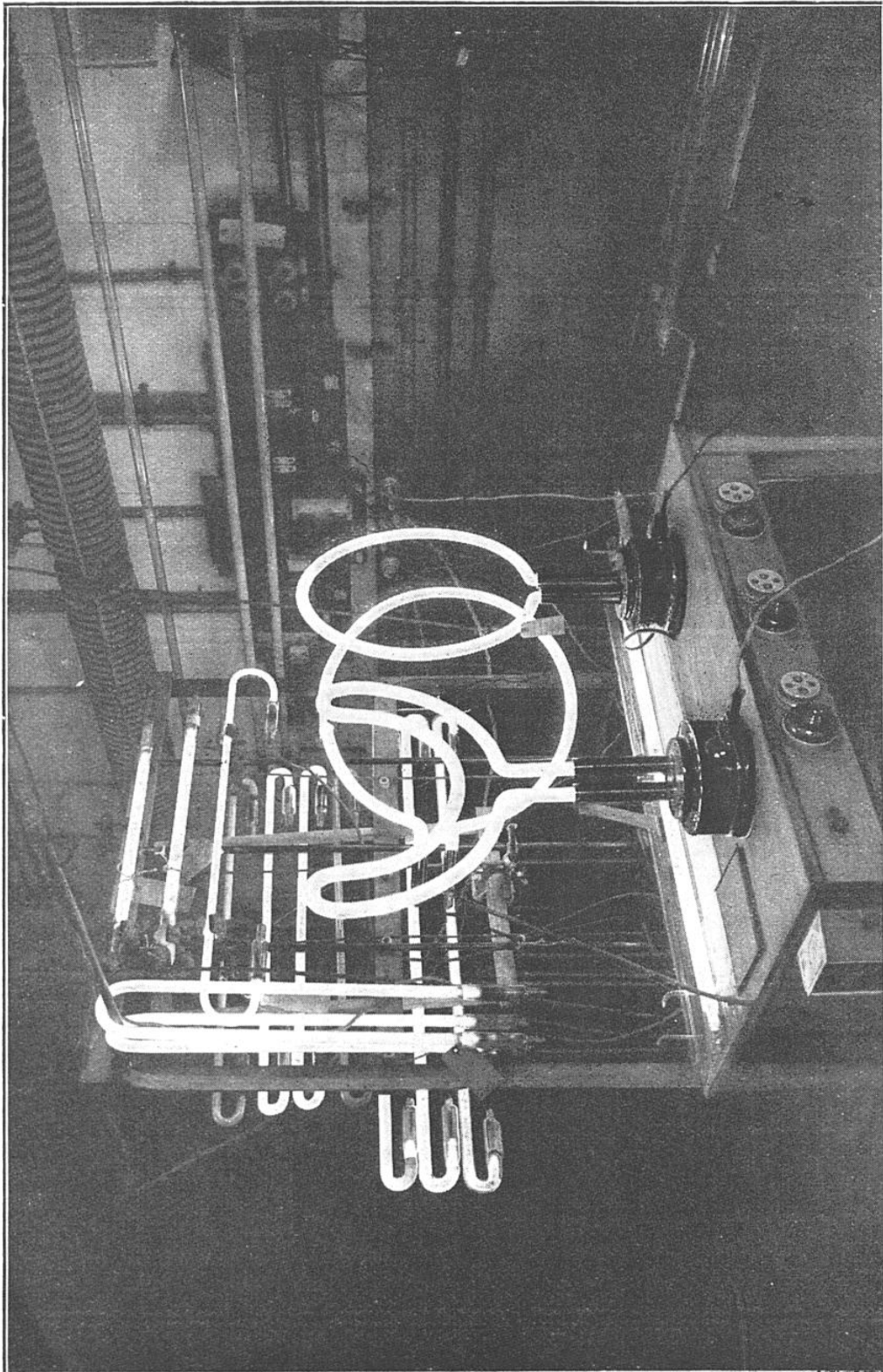
est impossible de récupérer les basses températures qui sont, comme on sait, inutilisables par les machines, de même les rayons infrarouges, déjà considérés comme des parasites dans les « machines à lumière », ne laissent prise à aucune régénération utile. Il n'en va pas de même des rayons ultraviolets. Si la lumière infrarouge ne peut être, en effet, relevée jusqu'au niveau des fréquences visibles, la lumière ultraviolette doit pouvoir, au contraire, s'y ramener spontanément de façon quasi automatique. Il est, en effet, toujours possible d'abaisser spontanément la température d'un fluide ; de même, il doit être toujours possible d'abaisser la fréquence d'une lumière — tandis que l'opération inverse est irréalisable sans dépense d'énergie.

Quel mécanisme se chargera donc de l'opération ?

L'écran transformateur de lumière

Le « transformateur » de lumière capable d'absorber l'ultraviolet invisible pour le restituer en lumière visible, cet « abaisseur de fréquences lumineuses » existe grâce au phénomène de la fluorescence (1).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 15.



VOICI LE BANC D'ESSAI OU L'ON VÉRIFIE PENDANT QUELQUES HEURES LES TUBES LUMINESCENTS AVANT LEUR LIVRAISON. On contrôle ainsi la constance du rendement (intensité lumineuse, consommation) qui fait partie des conditions indispensables à un éclairage rationnel.

On connaît la propriété dont jouissent certaines substances (parmi lesquelles le sulfure de zinc et celui de cadmium) de s'illuminer sous une irradiation ultraviolette. La fluorescence s'établit même dans le spectre visible, où le violet peut, grâce à lui, décroître en fréquence pour se rapprocher du jaune — la couleur éclairante optimum, avons-nous dit.

Le problème technique à résoudre était donc parfaitement clair aux yeux des physiciens, en ce qui concerne le perfectionnement des tubes à néon et à vapeur de mercure : interposer un écran fluorescent entre le milieu gazeux du tube lumineux éclairant et l'extérieur éclairé.

Une première tentative avait été faite, il y a dix ans, par M. Jacques Rissler, du laboratoire des hautes études de la Sorbonne. Ce physicien disposait l'enduit fluorescent sur la paroi externe du tube. Mais les rayons ultraviolets produits à l'intérieur ne traversent pas le verre, du moins ceux dont la fréquence est la plus élevée et, par conséquent, la plus efficace. Il fallait, pour obtenir le succès complet, réussir à déposer l'enduit de sulfure fluorescent contre la paroi interne du tube, au contact immédiat du gaz illuminé. Outre que la technique d'une telle opération offrait des difficultés assez spéciales, il est évident que le produit chimique introduit dans le tube ne devait pas en souiller l'atmosphère raréfiée — car, nous l'avons reconnu plus

haut, la moindre impureté « paralyse » le néon.

Nous passons sur les détails de mise au point d'une opération aussi délicate. Sachons seulement qu'elle se réalise maintenant de façon courante, grâce aux travaux du physicien allemand Koch complétés par M. André Claude. Le tube est glycériné sur la face

interne après un lavage méticuleux. Le sulfure de zinc et de cadmium est soufflé dans le tube en poudre impalpable ; il adhère à la paroi glycérinée en couche très uniforme et très mince. Puis, on chauffe à une température déterminée avec une extrême précision, ce qui fait s'évaporer la glycérine sans décomposer le sulfure, qui demeure adhérent à la paroi de verre à la manière d'un pollen.

Le tube mis sous tension s'illumine cette fois d'une lumière presque blanche, mais tirant encore sur le vert-jaune. Il suffit d'adjoindre à ce premier tube fluorescent un

second au néon (à paroi dépolie) ; sa lumière rosée complète parfaitement la précédente. L'éclairage résultant est à peu près rigoureusement le même que celui d'un globe de porcelaine à l'intérieur duquel on aurait enfermé des ampoules à incandescence.

Le spectre visible émis par l'appareil se rapproche beaucoup du spectre solaire. Aucune des couleurs usuelles n'est altérée sous cet éclairage.

Si on se contente de la lumière verdâtre, fort agréable à l'œil parce que très proche

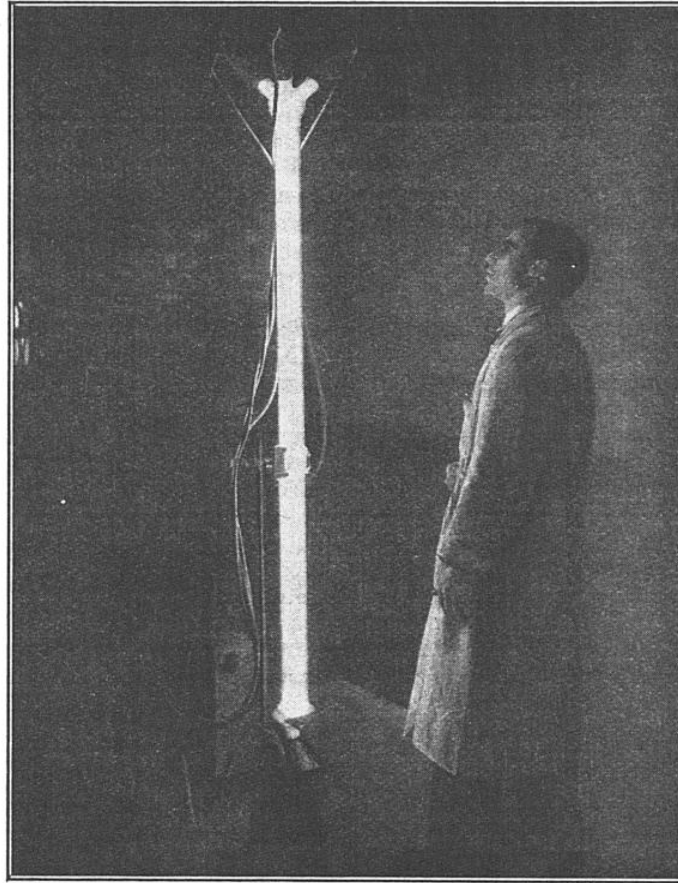


FIG. 7. — TUBE AU NÉON DE 1 KILOWATT DONNANT 6.000 BOUGIES (1/6^e DE WATT PAR BOUGIE)

Ce tube est équipé au moyen des nouvelles électrodes (qu'il a fallu tripler au sommet du tube).

du jaune, que donne la fluorescence du sulfure de zinc tout seul, la lumière ainsi obtenue ne dépense pas plus de 12 centièmes de watt par bougie.

En lumière blanche composée, le rendement est encore de 35 centièmes de watt par bougie. L'ampoule à incandescence se trouve nettement battue.

Possibilité d'une alimentation à basse tension et à grande intensité

Les appareils de démonstration qui furent présentés à l'Académie des Sciences fonctionnaient à 500 volts. C'est là une tension parfaitement acceptable pour l'équipement lumineux d'une salle publique et, *à fortiori*, des lampadaires extérieurs, puisque, dès aujourd'hui, les enseignes lumineuses exigent parfois des tensions de 12.000 volts — dans le cas des tubes les plus longs.

La tension nécessaire au fonctionnement normal des appareils est, en effet, proportionnelle à la longueur du tube et en raison inverse de son diamètre (loi Georges Claude). Les longs tubes étroits à haute pression (quelques millimètres de mercure) en usage jusqu'à ce jour ne supportent pas l'application de grandes intensités. L'intervention des nouvelles électrodes permet de traiter désormais les nouveaux tubes à basse pression comme les conducteurs électriques : il suffit d'accroître leur diamètre pour leur faire supporter *sans échauffement* des intensités de courant cinquante et cent fois plus intenses que dans l'ancien régime. D'après le rendement amélioré dû à l'absence de chaleur parasite, on peut juger quelle intensité lumineuse correspond à la nouvelle alimentation, ou, plus exactement, dans quelle mesure on peut abaisser la tension, à charge de se rattraper sur l'intensité. C'est pourquoi, dès maintenant, les simples enseignes lumineuses peuvent être standardisées à 500 volts, tandis que des modèles de lampes à l'usage domestique utiliseront les 110 ou 220 volts du secteur. Ce n'est plus qu'une question de mise au point.

La révolution qui s'annonce est donc bien, cette fois, telle que l'avaient prévue les théoriciens de la lumière froide. En quantité, la nouvelle lumière peut rivaliser avec les « sunlights » les plus puissants ; un panneau de tubes luminescents est en voie d'établissement pour un studio cinématographique, qui donnera 10.000 bougies sur 2 mètres carrés de surface émettrice. Une telle diffusion dans la source lumineuse rivalise avec la lumière du jour, mieux que ne font les ampoules géantes ; les artistes n'ont rien à

craindre pour leur rétine, ni à transpirer comme autrefois devant les lampes qui étaient des radiateurs de chaleur, puisqu'on doit les refroidir avec des ailettes.

Les nouveaux tubes, comme les anciens au néon pur, sont dépourvus « d'inertie » ; autrement dit, ils suivent les rythmes les plus rapides d'allumage et d'extinction. L'écran luminescent, aux sulfures, conserve bien un peu de phosphorescence résiduelle, observable, après extinction, dans l'obscurité ; mais c'est si peu de chose que la modulation ultra-rapide exigée par la réception en télévision s'accommodera très bien de la nouvelle lumière blanche, sans nous laisser aucun regret de l'ancienne lampe au néon, dont M. Barthélemy avait tiré tout le parti possible (1). Les appareils stroboscopiques (2) fondés sur le même principe d'allumage et d'extinction à haute fréquence ne peuvent qu'adopter la nouvelle lumière.

Notons bien, en terminant, que le succès des nouveaux tubes à lumière froide ne constitue qu'un début. M. Georges Claude prévoit formellement que les matières fluorescentes garnissant les tubes se perfectionneront sans aucun doute dès que l'on connaîtra le mécanisme moléculaire réel de la fluorescence. On perfectionnera ces matières (dont les propriétés sont d'ailleurs bien curieusement suspendues à la présence de traces d'impuretés), comme on a déjà perfectionné tant de produits autrefois obtenus au hasard, et maintenant fabriqués avec des qualités prévues d'avance.

D'ailleurs, le tube à lumière froide n'est peut-être pas le dernier mot en matière d'éclairage. Songez qu'il suffit d'un courant de haute fréquence lancé dans un jeu de spires pour illuminer un globe de gaz raréfiés intérieur ou extérieur (fig. 4) à ces spires. N'est-ce pas la lampe la plus simple qu'il soit possible d'imaginer ? Dans ces globes comme dans ces tubes, en plus du néon, interviendront certainement les autres gaz rares atmosphériques — même les plus rares comme le krypton ou le xénon qui, de 2.000 et 10.000 francs le litre, pourront bien tomber à des prix plus raisonnables dès qu'il le faudra, grâce à une demande intensive.

Des mélanges gazeux, avec ou sans vapeurs métalliques, et des corps fluorescents variés permettront d'obtenir à volonté toutes les teintes, toutes les intensités de la palette lumineuse.

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 165, page 196.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 133, page 47.

Y A-T-IL UN ENSEIGNEMENT A TIRER DE LA CROISIÈRE AÉRIENNE DU GÉNÉRAL VUILLEMIN ?

Par José LE BOUCHER

La croisière en groupe conduite par le général Vuillemin, avec trente appareils à l'origine et vingt-huit à l'arrivée, n'a pas frappé le grand public autant que le raid fameux du maréchal Balbo (1). Cela tient surtout à ce que l'hydraviation italienne a été la première à accomplir un voyage aérien par escadre et par longues étapes, à des vitesses moyennes impressionnantes. L'aviation française, en exécutant au-dessus de nos territoires africains, un voyage accompli dans des conditions normales, avec petites étapes et vitesses ne dépassant pas 150 kilomètres à l'heure, n'a pas visé à ce but grandiose. L'auteur expose ici les caractéristiques de cette croisière — qui ne constitue même pas un entraînement pour des pilotes sélectionnés — et insiste surtout sur l'insuffisance de liaison par T. S. F. entre les différents éléments de l'escadre. Deux appareils seulement avaient été aménagés à bord. Or, en 1933, on ne navigue plus en groupe comme en 1914, c'est-à-dire « à vue » : la radioélectricité constitue aujourd'hui l'« agent » de liaison par excellence, indispensable sur chaque avion. Le maréchal Balbo l'avait fort bien compris et avait même jeté son dévolu sur les postes français analogues à ceux qui équipaient notre Joseph-Le Brix, piloté par Codos et Rossi. L'opposition du sénateur Marconi a seule entravé cette consécration officielle... Quoi qu'il en soit, il faut rendre hommage aux appareils qui, datant de 1925, n'ont eu que fort peu de défaillances. Quant aux hommes, ils ont été, une fois de plus, à la hauteur de leur tâche.

LA croisière transafricaine, commencée le 8 novembre 1933, jour où trente appareils quittèrent le terrain d'Istres, s'est terminée le 16 décembre, à Alger. Pourquoi Alger ? Pourquoi pas Istres, comme il était prévu ? A la vérité, aucune explication satisfaisante n'a été donnée. Sur l'ordre du ministre de l'Air, les équipages du général Vuillemin ont été brusquement arrêtés dans leur entreprise ; puis un contre-ordre les a autorisés à poursuivre leur périple. Mais à la manière d'une promenade et non plus d'une croisière. C'est ce qui fait que l'escadre a visité certaines villes du Maroc, est revenue à Istres, s'est posée à Lyon, a enfin gagné Paris, où vingt-huit appareils se sont trouvés rassemblés le 10 janvier 1934.

Si l'on s'en tient aux explications officielles, il est absolument incompréhensible de saisir les motifs de ces brusques changements de décision. Les conditions météorologiques sur l'Espagne, le fait que les *Potez* de la croisière devaient rester en Afrique, ont constitué tour à tour autant de raisons qui expliquent mal la décision ministérielle. Quoi qu'il en soit, il faut constater que sur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 245.

trente appareils partis d'Istres vingt-huit sont rentrés en France.

Considérer ces deux chiffres permet d'établir le bilan purement matériel de l'entreprise. A ce point de vue, on peut dire que la croisière transafricaine fut un grand succès. Aucun accident grave. Deux capotages — l'un à Los Alcazares, en Espagne, l'autre à Rabat, au Maroc — constituent les seuls incidents dignes d'être notés. Et cependant, les équipages du général Vuillemin devaient accomplir un périple sans précédent dans les annales de l'aviation française : 25.000 kilomètres sous le ciel africain, au-dessus de territoires désertiques, comme le Sahara, ou quasi-désertiques, comme ceux de l'Afrique Equatoriale Française. Rappelons les étapes de cette croisière.

Parties d'Istres et après avoir gagné Rabat, en trois étapes, les « cocottes » — la cocotte était l'insigne de l'escadrille Vuillemin pendant la guerre — se sont envolées vers Colomb-Béchar, la porte présaharienne. De là, elles ont gagné Adrar, puis Bidon-V, la fameuse escale constituée en plein Sahara par deux voitures de la Compagnie automobile transsaharienne et une pompe à essence. Puis, les vingt-huit appareils ont rejoint

Bamako sur le Niger. Une première fois, le désert était traversé par vingt-huit appareils volant en groupe. Parvenue sur le Niger, l'escadre fit une large boucle en Afrique-Occidentale française. Kayes, célèbre jadis pour son petit chemin de fer, aujourd'hui par ses jeunes plantations de coton ; Dakar, la ville chère à tous ceux qui, revenant du Grand Sud, croient déjà sentir dans les rues de la ville les effluves de l'Europe ; Saint-Louis-du-Sénégal, d'où Costes et Le Brix s'envolèrent pour tenter et réussir la première traversée de l'Atlantique-Sud, virent tour à tour se poser les vingt-huit *Potez*. A Saint-Louis, l'escadre devait opérer une brusque volte-face et se diriger vers l'Afrique Equatoriale. A partir de ce moment les noms des escales évoquent les grandes étapes de la pénétration française : Ouagadougou, Niamey, Zinder, Fort-Lamy, Fort-Archambault, Bangui. C'est tout un pan d'histoire coloniale française que les hommes du général Vuillemin auront vu défiler sous leurs ailes. L'ombre des Archinard, des Lamy, des Gallieni, des Joffre, des Marchand, des Gouraud, des Lyautey, enfin, leur faisaient escorte dans leur belle envolée. De Bangui, l'étape la plus méridionale, les cocottes mirent le cap sur le nord. Par le même itinéraire qu'à l'aller, elles regagnèrent Niamey, puis se dirigèrent sur Gao, d'où elles s'élancèrent sur le Sahara, qu'elles traversèrent en une journée et en deux étapes. Après un arrêt à El-Golea et à Touggourt, ce furent enfin les escales triomphales à Tunis et à Alger où la croisière prit fin brusquement sur l'ordre impératif du ministre de l'Air. De ce moment, comme nous l'avons dit, devait commencer une promenade officielle qui ne se termina à Etampes que le 10 janvier.

Tout est bien qui finit bien. Sur les trente appareils, vingt-huit auront regagné leur nid. Vingt-huit moteurs auront tourné 120 à 140 heures sans aucune révision et cela sous un climat particulièrement sévère. Les cellules — en bois — ont résisté, elles aussi, durant ce maximum de temps, alors que les appareils sont restés sans arrêt exposés aux rayons du soleil ardent, comme à l'humidité et au froid. C'est une épreuve de haute résistance qui a été imposée aux *Potez-25*. Jamais ceux-ci n'auront été soumis à un traitement aussi sévère. On sait maintenant, on doit savoir au moins, *quelle est leur résistance*. A cet égard, l'expérience qui vient d'être tentée est intéressante. Le *Potez-25 T.O.E.* représente un type de construction, la construction en bois,

tout en bois, celle que beaucoup de techniciens condamnent de façon impérative et à laquelle on a substitué très vite, trop vite, peut-être, la construction tout en acier ou en métaux légers. La croisière transafricaine permettra-t-elle de se faire une opinion sur les mérites respectifs, aux colonies, de la construction en bois et de la construction en acier ? Oui et non. Non, parce que le type d'appareil employé, le *Potez-25 T.O.E.* est une machine déjà vieille. Elle est en service, dans nos colonies, depuis 1925.

L'expérience n'était donc pas tentée dans les meilleures conditions. Aucun constructeur ne songerait aujourd'hui à établir un appareil colonial sur les mêmes données que le *Potez-25 T.O.E.* Autrement, ce serait nier que, de 1925 à 1933, on ait appris quelque chose. Mais la croisière permet peut-être de revenir sur des jugements trop catégoriques à l'égard de la construction en bois. Les 140 heures de vol, effectuées dans des conditions assez dures, surtout en raison des écarts de température qu'on enregistre en Afrique-Equatoriale et Occidentale, ont montré que le bois et la toile judicieusement employés ne sont pas des matériaux aussi capricieux et fantaisistes que certains veulent le croire, ou le faire croire, sans doute.

Certes, c'eût été un jeu, pour des avions entièrement métalliques, de « coucher à la belle étoile » pendant un mois, de supporter des écarts de température de 30 degrés et plus, une humidité dangereuse ; mais il faut toujours avoir présent à l'esprit la question suivante. Et s'il était arrivé la moindre des choses à l'un des appareils, à Fort-Archambault ou à Bangui ? Si une aile avait touché après un mauvais atterrissage ? Que se serait-il passé ? La construction métallique se prête très mal aux réparations de fortune. A la vérité, on peut dire qu'elle ne s'y prête pas du tout. Elle exige un outillage spécial et très cher qu'on ne saurait trouver à Ouagadougou ou à Niamey. L'appareil eût donc été irrémédiablement en panne jusqu'au moment où les pièces de rechange eussent pu être envoyées de France. Il faut songer à cela en voyant ces beaux trimoteurs coloniaux, rutilants sous leur carapace d'acier ou de duralumin. Perdus dans le bled, loin de l'usine où ils virent le jour, ils peuvent ressembler très vite à de pauvres épaves. Le vieil avion en bois est beaucoup moins exigeant. Il se laisse réparer plus aisément et tolère les moyens de fortune. Les Anglais n'ont pas attendu 1933 pour se livrer à cette sorte d'expérience. Ils sont arrivés à cette conclusion que, s'il fallait mettre du métal

dans l'avion colonial, il n'en fallait pas mettre trop, c'est-à-dire partout, à l'intérieur des ailes et sur les ailes. Si la croisière transafricaine avait été entreprise en 1925, au lieu de l'être en 1933, elle eût pu orienter différemment, à cet égard, toute notre construction coloniale. Remarquons qu'elle eût pu l'être, puisque les appareils utilisés par l'escadre Vuillemin existaient à cette époque. Mais voilà, en 1925, on n'y a pas songé et toute notre construction coloniale est aujourd'hui carrément et intégralement vouée au métal.

A cet égard, la croisière transafricaine est donc venue trop tard (c'est un peu « la croisière d'avant-hier » qui a été faite, selon le mot d'un officier supérieur) et les enseignements qu'on eût pu en tirer, au point de vue du matériel, risquent donc d'être nuls et non avenus. Elle constitue une belle justification technique du passé du matériel existant en 1925. C'est tout. Or, en aviation, il ne faut jamais regarder derrière soi, mais devant.

Le bilan moral de la croisière

Il faut laisser de côté le prestige que nous avons pu tirer auprès des populations noires de ce périple transafricain. Si cet aspect du problème déborde le cadre de cet article, on peut cependant dire que le loyalisme des populations de notre Afrique-Équatoriale et Occidentale n'était pas fort heureusement en cause. Au demeurant, le ministère de l'Air avait tenu à préciser, au moment de l'envol, qu'il s'agissait d'une croisière d'entraînement et de récompense.

C'est, en effet, une jolie récompense qu'envoyer une trentaine d'équipages parcourir une grande partie de notre empire africain. Rien n'est plus lassant, pour les pilotes militaires désireux, comme leurs camarades de l'aviation civile, de « voir du pays » et de courir l'aventure, que de tourner au-dessus d'un terrain. Or, c'est cependant ainsi que se passent la très grande partie des heures de vols annuels. C'est justement parce qu'il

s'agissait d'une récompense qu'ont été choisis des équipages d'élite. Tout l'armorial, ou presque tout l'armorial de l'aviation française faisait partie de la croisière transafricaine. Les Bouscat, les Girier, les Rignot, les Delaitre, les Gérardot, les Pelletier-Doisy ne constituent-ils pas la fine fleur de nos pilotes militaires ? Rien n'était plus juste que d'offrir à ces hommes, qui sont sur la brèche depuis des années, une récompense de choix. Mais il s'agissait, également, d'en-

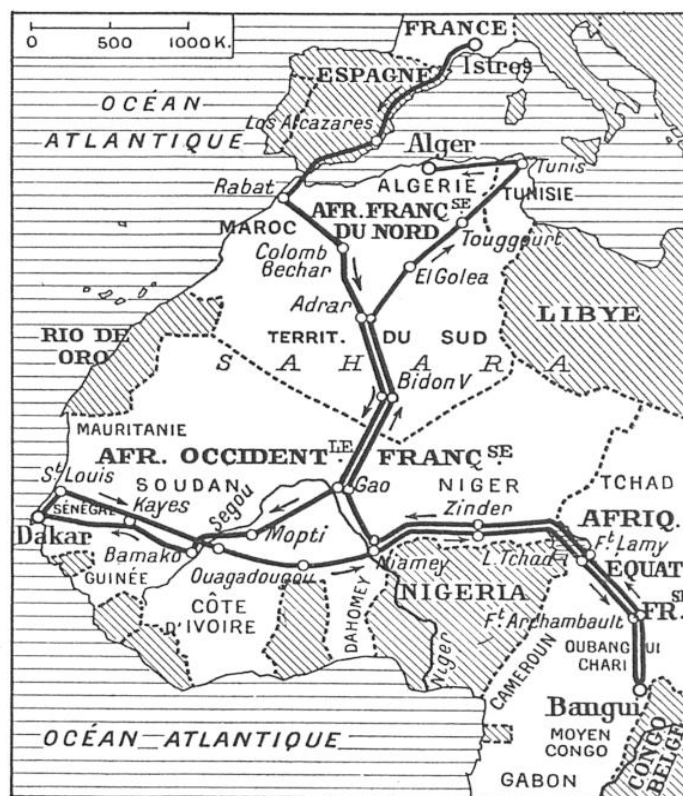


FIG. 1. — CARTE DE LA CROISIÈRE AÉRIENNE TRANS-
AFRICAINNE DE L'ESCADRE DU GÉNÉRAL VUILLEMIN

d'entraînement ; or, à quel exercice a-t-on convié ces aviateurs confirmés à s'entraîner ?

A cette question, une seule réponse est possible : on les a invités à s'entraîner... au pilotage, et au pilotage seul. On les a conviés à faire un vol de groupe durant 25.000 kilomètres, et c'est tout. Cette tâche, pour des hommes qui ont à leur actif des milliers d'heures de vol, n'apparaissait guère redoutable. Tous ne possédaient-ils pas à fond les finesses du pilotage ? A des jeunes, frais émoulus d'école, cette gigantesque balade en groupe eût très certainement appris beaucoup de choses ; mais, pour la collection d'as réunis sous les ordres du général Vuillemin,

on peut dire qu'elle n'aura été qu'une occasion de courir des risques très sérieux et d'amasser de beaux souvenirs.

Pendant la guerre, en 1917, l'actuel général Vuillemin recevait des écoles des jeunes pilotes qui n'avaient pas trente heures effectives de vol à leur actif. Propriétaires, à titre essentiellement provisoire, dès leur arrivée en escadrille, d'appareils plus ou moins au point et plus ou moins usés, le vol en groupe, auquel ils étaient instantanément invités à s'associer, représentait une difficulté certaine. Suivre son chef de patrouille, en dépit de la D. C. A., des chasseurs ennemis, des différences de vitesse existant souvent entre avions d'un même groupe, tout cela constituait, pour le néophyte, un redoutable problème. Or, le général Vuillemin sait, par expérience, combien de temps il lui fallait pour former le nouvel

arrivant, l'habituer à la discipline du vol de groupe. Quelques sorties suffisaient. Et c'est à cette tâche, à cette tâche seule que des Bouscat, des Girier, des Rignot, des Pelletier-Doisy ont été soumis durant la croisière transafricaine ! Il y a là quelque chose qui étonne. De même que le matériel utilisé au cours du périple africain est périmé, on peut dire que les méthodes mises en valeur par cette croisière le sont également.

Le vol de groupe

Il y a, en effet, vol de groupe et vol de groupe. Les progrès techniques accomplis depuis la guerre ont singulièrement modifié la conception primitive du vol de groupe.

A l'origine, il n'y avait, et il ne pouvait y avoir, qu'une seule façon de voler en groupe. C'était le vol à vue. A tout prix, il fallait suivre quelqu'un, sous peine de n'être plus rien, rien qu'une *unité perdue*, aussitôt transformée en victime désignée aux coups de l'adversaire. La brume, ou plus simplement des formations nuageuses, la nuit, bien entendu, constituaient autant d'obstacles pour ce genre de vol en groupe et à vue. La « formation » était ainsi rendue extrêmement fragile et susceptible d'être rapidement disloquée. En outre, elle constituait — car il faut transposer sur le plan militaire la notion

du vol en groupe — une cible magnifique pour un adversaire vigilant.

A cette conception du vol en formation, primitive certes — mais imposée par les nécessités, — aurait dû, depuis plusieurs années, s'en substituer une autre. Le vol de groupe, aujourd'hui, ne doit plus être une formation à vue, mais *au son*. La T. S. F. et les progrès réalisés dans ce domaine le permettent, et même l'exigent. Les commu-

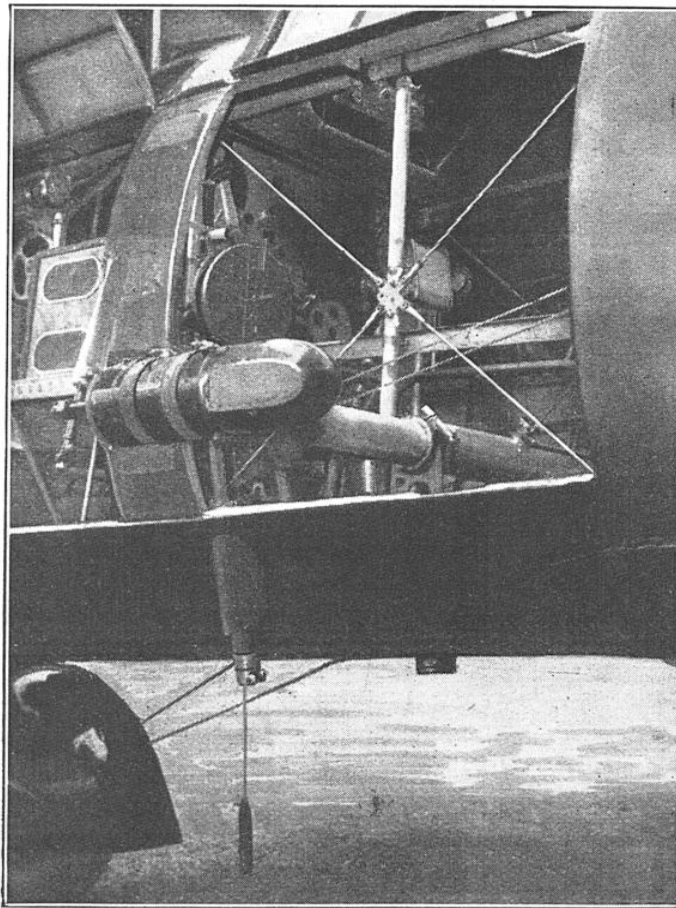


FIG. 2. — AVION ÉQUIPÉ AVEC UN POSTE ÉMETTEUR-RÉCEPTEUR POUR ASSURER LES LIAISONS DE T. S. F.

Au premier plan, la dynamo génératrice portée par un bras télescopique qui permet de la rentrer lorsqu'on ne l'utilise pas (diminution de résistance à l'avancement). Au-dessus de la dynamo (sur la photo), le rouet d'antenne ; en haut, le poste-récepteur.

nications radiotélégraphiques bilatérales et implicitement avec le sol étendent presque à l'infini la gamme des combinaisons. S'il peut voler *au son*, l'appareil isolé n'est plus une unité perdue ; il demeure un membre du groupe. Ni les nuages ni la nuit, ni même la brume ne constituent plus alors d'obstacles infranchissables. La formation n'est pas destinée, tôt ou tard, à se disloquer. Sauf le cas de panne, elle doit se retrouver partout et toujours. Il faut nécessairement, pour se rendre compte de l'intérêt primordial, vital, des communications radiotélégraphiques bilatérales, envisager le cas d'opérations militaires. Le vol de groupe est essentiellement une formation militaire. Il ne se justifie

des progrès considérables ont été réalisés en T. S. F. ?

Le chef d'escadre peut demeurer en contact permanent avec le sol, et il *doit* bénéficier de tous les renseignements recueillis à son intention. Il n'a plus à courir à tort et à travers après l'ennemi ; il peut aller droit dessus. Doit-il l'éviter ? De terre, on lui signalera la position ou les déplacements de l'adversaire et les dispositions en conséquence pourront être prises sur-le-champ. Le chef d'escadre peut ainsi, à tout instant, modifier son itinéraire au gré des circonstances atmosphériques ou des positions successives de l'adversaire, changer son plan d'attaque, sa formation de combat.

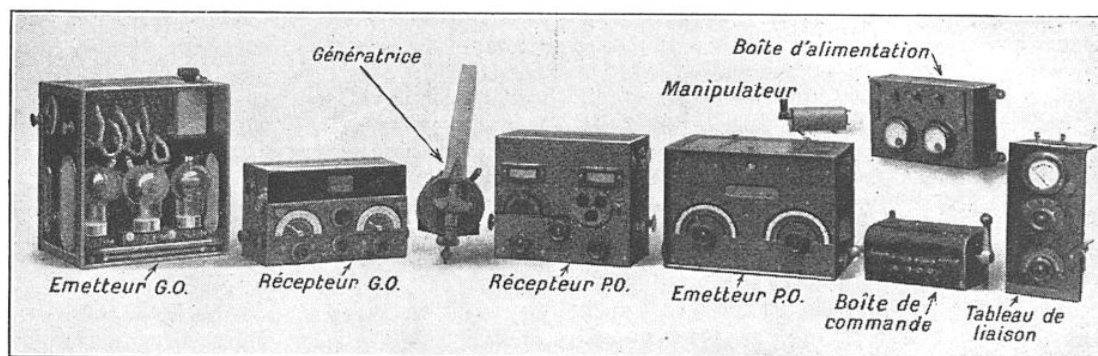


FIG. 3. — ÉLÉMENTS DU POSTE DE T. S. F. ÉQUIPANT L'AVION « JOSEPH-LE BRIN », LORS DU RAID DE ROSSI ET CODOS, DE 9.104 KILOMÈTRES, ENTRE NEW YORK ET RAYAK (LIBAN)

en rien dans le domaine de l'aviation civile. Il ne présente, dans ce cas, que des dangers. Au contraire, c'est l'A. B. C. d'une doctrine d'emploi de l'aviation dans la bataille.

Voyons ce qui se passait hier, c'est-à-dire quand le vol de groupe était privé de T. S. F.

Le chef d'escadre, après avoir quitté le sol avec des ordres *précis*, se trouvait, à la tête de ses équipages, immédiatement isolé. Il n'avait plus qu'à « foncer sur l'objectif ». Les hommes n'avaient qu'à le suivre. Tous pouvaient se trouver instantanément arrêtés et leur mission définitivement compromise par l'apparition de formations nuageuses en un point donné, une mer de nuages dont ils ignoraient les limites, enfin par l'apparition inopinée d'un ennemi insoupçonné. En outre, le chef était dans l'impossibilité de courir sus à l'ennemi. Il ne pouvait que le chercher. Tout au contraire, il pouvait se jeter dessus alors que l'intérêt de sa mission eût été de l'éviter.

Quelle est la situation, maintenant que

Le vol en formation *à vue* comportait des inconvénients nombreux. Il y en avait un, en particulier, entre tous redoutable : il était impossible de dissimuler à l'adversaire ses intentions. On ne rassemble pas *à vue* soixante ou cent appareils sans que l'adversaire, par ses chasseurs, ses ballons, ses observatoires et observateurs de toutes sortes ne soit immédiatement alerté. Il en résulte que les mesures défensives sont aussitôt prises, l'aviation de chasse, la D. C. A., alertées instantanément.

Le vol *au son* permet au contraire de dissimuler la formation. On peut ne pas voir celle-ci et, cependant, elle n'en existe pas moins. A son gré, le chef peut la déformer, la reformer. On imagine aisément toutes les combinaisons qui peuvent être faites pour dérouter l'adversaire ou l'attaquer dans les meilleures conditions. Mais, pour cela, il est indispensable que chaque appareil puisse communiquer avec les membres du groupe auquel il appartient.

C'est à cet entraînement tactique que doit

correspondre aujourd'hui le vol en formation moderne, c'est-à-dire *au son*.

L'escadre Vuillemin avait-elle les moyens de procéder à cet entraînement? Non. Pourquoi? Parce que deux avions seulement, sur les vingt-huit qui partirent de Rabat, disposaient d'appareils de T. S. F.! Si incroyable que cela soit, il en est cependant ainsi. Vingt-six équipages, pour traverser le Sahara, étaient à peu près équipés comme les aviateurs l'étaient en 1918. Il devait s'en suivre que tout entraînement à la grande navigation que permet idéalement le Sahara était interdit. Vingt-six équipages étaient condamnés à rester les yeux collés à la piste chamelière, comme au temps des antiques caravanes. Les deux appareils munis de T. S. F. ne pouvaient pas s'en écarter non plus, en prévision de la panne qui pouvait immobiliser l'un de leurs suivants. Donc, tout le monde dut faire comme si la T. S. F. n'existait pas et voler de balise en balise. N'était-ce pas ramener cette traversée à des proportions tout à fait indignes des hommes qui se trouvaient à bord des *Potez*? Il y a plus de cinq ans, le capitaine Gérardot, l'un des maîtres de la croisière, se rendait d'Algérie au Niger, en compagnie du lieutenant Cornillon, uniquement en utilisant la radiogoniométrie (1). En 1933, le même aviateur Gérardot dut traverser le Sahara en suivant obstinément l'appareil qui le précédait et en ne perdant pas de vue la piste balisée. A quoi donc a-t-on entraîné cet officier d'élite, ainsi que tous ses camarades? Car, si nous citons en exemple le cas du capitaine Gérardot, c'est uniquement parce qu'il est le plus typique; mais on pourrait en donner d'autres analogues. Un Girier, un Rignot, qui, à des époques diverses, s'attribuèrent le record du monde en ligne droite, à une époque où l'on ne disposait pas d'appareils de T. S. F., ont amplement démontré leur science de la navigation. On se permet de douter qu'une traversée saharienne effectuée dans les conditions où celle-ci a été faite, leur ait appris quoi que ce soit.

Le balisage du Sahara, dû à l'initiative du général Vuillemin, n'en est pas moins une mesure extrêmement heureuse et utile. Tous les appareils qui, demain, s'élanceront vers le Niger, ne disposeront pas d'installations radiotélégraphiques de bord. Pour ceux-là, les balises seront indispensables. Ensuite, deux précautions valent mieux qu'une, et celui qui pourra faire de la grande navigation pourra également faire du « cabotage », si le cœur lui en dit ou si

la nécessité l'y oblige. De même, il y a des bateaux qui préfèrent suivre la côte ou y sont réduits, tandis que d'autres peuvent ou doivent piquer vers la pleine mer.

Comment cette absence d'appareils de T. S. F., qui, seule, eût permis un entraînement profitable et utile, se justifie-t-elle? Le matériel indispensable n'existe-t-il pas chez nous? Non, il existe. Rossi et Codos, au cours de la traversée transatlantique, qui devait, d'ailleurs, les conduire jusqu'aux portes du Liban, à Rayak, avaient à bord un appareil de T. S. F. français. On a pu croire un moment que le maréchal Balbo, avant d'entreprendre sa fameuse croisière, en équiperait ses *Savoia*. S'il n'en a pas été ainsi, le voyage de Rossi et Codos est venu très à point pour démontrer que, dans ce domaine, l'industrie française n'avait rien à envier aux autres.

Actuellement, tous nos appareils civils sont munis de la T. S. F., et aucun des équipages de nos compagnies ne songe à se plaindre de ce matériel. A la vérité, le problème n'est pas tout à fait le même quand il s'agit de voyages accomplis sur un parcours régulier de petite durée. La nécessité d'employer les ondes courtes sur les très grands parcours compliquait la solution à adopter. Mais la croisière de Balbo, le record de Rossi et Codos ont montré que la question des installations radiotélégraphiques avait fait depuis quelque temps de très grands progrès.

Le problème général consistait à réaliser des appareils à la fois légers, peu encombrants et d'une grande sûreté de fonctionnement. Ce n'est pas évidemment si simple que cela, surtout si l'on songe que, malgré leur faible poids, leurs dimensions excessivement restreintes, tous les organes des appareils doivent être d'une rigidité parfaite à tous points de vue. Toute vibration entraînerait, en effet, une instabilité de fonctionnement préjudiciable à la qualité des communications.

Le poste qui équipait le *Joseph-Le Brix* de Rossi et Codos — le poste le plus complet existant actuellement en France — pèse en tout 58 kilogrammes.

Or, voyons tout ce qui entre dans ces 58 kilogrammes : un générateur de courant haute et basse tension ; un rouet permettant de dérouler une antenne de 100 mètres de longueur ; un émetteur à ondes longues ; un émetteur à ondes courtes ; une boîte d'alimentation des récepteurs ; un récepteur à ondes longues ; un récepteur à ondes courtes.

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

L'installation se complète par un tableau sur lequel sont concentrés tous les appareils de mesure, ainsi que les manettes permettant à l'opérateur d'exécuter tous les réglages nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

La portée de l'émission, en ondes longues, est de l'ordre de 800 à 1.000 kilomètres. En ondes courtes, la portée, variable suivant les conditions de propagation, peut atteindre plusieurs milliers de kilomètres.

La réception exige l'emploi de récepteurs spéciaux, parce que les magnétos des moteurs constituent une fabrique industrielle de parasites, qui se manifestent dans les écouteurs par un véritable bruit de mitrailleuses. Pour éviter ceux-ci, le plus sûr moyen consiste, d'une part, à métalliser *parfaitement* l'avion, — c'est-à-dire à réunir entre elles et la masse toutes les pièces métalliques sans exception, — d'autre part, à blinder le plus complètement possible, au moyen de cages de Faraday, les magnétos, les circuits d'allumage et les bougies. En dépit de ces précautions, les parasites ne sont jamais complètement éliminés, et la gêne qu'ils apportent aux opérateurs conduit à l'emploi de récepteurs relativement peu sensibles.

Le tableau de commande des divers appareils est divisé en deux. Le premier comporte deux leviers : l'un permet de passer de la position « Repos » à l'une des positions « Emission » ou « Réception » ; l'autre assure le passage de la position « Entretien pure » à la position « Modulée » ou « Téléphonée ». Le deuxième tableau, désigné sous le nom de « tableau de contrôle » comprend les appareils de contrôle.

Et le tout, nous l'avons dit, pèse 58 kilogrammes ! On voit quels progrès ont été

réalisés et que ce n'est pas ces 58 kilogrammes qui pouvaient embarrasser les *Potez-25 T. O. E*.

Pourquoi donc les équipages de la croisière transafricaine n'en étaient-ils pas tous munis ? L'appareil que nous avons mentionné, afin de bien montrer que l'industrie française dispose d'un équipement électrique qui répond aux nécessités de l'heure, est monté sur tous les appareils des compagnies civiles. Pourquoi nos forces militaires sont-elles donc si en retard, dans le domaine de la T. S. F. ? A cette question, une réponse vient aussitôt sur le bout des lèvres : parce que nous manquons de radiotélégraphistes de métier et d'hommes, comme on dit, de la partie. Tous ces appareils sont, en effet, assez délicats et exigent d'être minutieusement entretenus et utilisés par des hommes de l'art.

La croisière transafricaine aurait pu être une très grande et très utile chose, elle aurait pu constituer un entraînement unique, si chaque appareil avait disposé de la T. S. F. Telle qu'elle a été effectuée, elle demeurera seulement, dans l'esprit de ceux qui l'ont entreprise, un grand et magnifique souvenir. N'aurait-elle pu être autre chose ? Quand on songe à ce qu'on pouvait demander à la collection d'équipages émérites, dont la formation morale et technique était confirmée et qui se trouvaient réunis sous les ordres du plus grand de nos chefs militaires dans le domaine aérien — le général Vuillemin, — on peut répondre hardiment : oui. Souhaitons, en tout cas, qu'elle attire l'attention des forces aériennes et de leurs chefs sur la nécessité vitale, pour notre aviation, d'entretenir et perfectionner les communications radiotélégraphiques.

J. LE BOUCHER.

Quatre milliards de dollars vont être consacrés aux grands travaux publics — aux États-Unis — en vue de donner du travail à quatre millions de chômeurs, d'où la hausse des prix (Ickes).

Ainsi, le capital d'État se substitue au capital privé défaillant, afin de réaliser le programme d'outillage national. En France, pour mettre en œuvre notre plan d'équipement, le Gouvernement compte sur l'emprunt. Mais à quel taux devra-t-il emprunter pour trouver les milliards nécessaires à son exécution ? C'est là un angoissant problème.

LA T. S. F. A ENGENDRÉ UNE TECHNIQUE SPÉCIALE POUR LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE DES PYLONES

Par Marius BOURSEIRE

L'Exposition de Chicago, qui a clos ses portes à la fin de l'an dernier, a constitué — comme nous l'avons exposé ici (1) — un véritable inventaire de la science appliquée à la vie pendant un siècle. Nous ne reviendrons pas sur la description des principaux palais où furent exposées les merveilles des grandes découvertes, dans le domaine de l'électricité, de la mécanique, des transports ferroviaires, maritimes, aériens, etc., que La Science et la Vie a suivies au jour le jour depuis un quart de siècle. Mais, à certains points de vue, l'Exposition de Chicago aura consacré des méthodes de conception et d'architecture toutes nouvelles, qui, certainement, ont trouvé dans cette exhibition gigantesque une consécration grandiose, — que ce soit dans la construction métallique ou dans celle en béton armé. Parmi les plus audacieuses et les plus originales qui ont frappé les visiteurs, le Sky-Ride, sorte de pont transbordeur d'une portée de 564 mètres, mérite mieux qu'une mention. Ses pylônes de support, hauts de près de 200 mètres, constituent, en particulier, un chef-d'œuvre du genre. A cette occasion, nous avons jugé opportun d'exposer les derniers perfectionnements réalisés dans la construction des pylônes métalliques, au cours de ces dernières années, d'autant plus que le développement des postes émetteurs de T. S. F. a exigé une technique nouvelle et particulière.

A l'exception de la Tour Eiffel, qui a d'ailleurs été utilisée par la suite comme support d'antenne, la plupart des grands pylônes métalliques ont été établis pour l'équipement des stations radio-électriques.

Avant l'emploi de la T. S. F., les pylônes étaient presque exclusivement utilisés pour les lignes de transport d'énergie, qui ne nécessitent que des supports de faible hauteur. Les pylônes courants, y compris ceux de traversée de route, ne dépassent guère, en effet, 30 mètres ; les pylônes excédant 50 mètres sont exceptionnels et correspondent aux traversées de fleuves ou de larges rivières.

L'évolution rapide des diverses branches de la radioélectricité entraînant une évolution correspondante des aériens et de leurs supports a eu pour conséquence la construction d'un grand nombre de pylônes de types et de hauteurs diverses. Les premières grandes stations de télégraphie sans fil, à ondes longues atteignant 30.000 mètres et nécessitant des puissances de plusieurs centaines de kilowatts, comportaient des antennes horizontales dont la longueur était

de l'ordre d'un kilomètre et la largeur de plusieurs centaines de mètres. Telles sont, par exemple, les stations de Sainte-Assise, près Melun, et de Croix-d'Hins, près Bordeaux. Les deux antennes de la station à ondes longues de Sainte-Assise, établie en 1921 par la Société française Radioélectrique, sont constituées chacune par une nappe horizontale de 1.200×400 mètres, supportée par huit pylônes haubanés de 250 mètres de hauteur. L'antenne de Croix-d'Hins, établie en 1918-1919, est montée sur des tours sans hauban, genre Tour Eiffel, de 250 mètres de hauteur.

L'utilisation des ondes courtes de quelques dizaines de mètres, tant pour la téléphonie que pour la télégraphie, mettant en œuvre des puissances beaucoup plus faibles (quelques kilowatts) et nécessitant des antennes plus réduites, supportées par des pylônes d'une hauteur ne dépassant pas 75 mètres, sembla marquer, vers 1925, la fin de la construction des grands pylônes. Depuis cette époque, les stations de radiodiffusion, dont quelques-unes sont en cours de construction, émettant sur des ondes de plusieurs centaines de mètres, exigent encore des pylônes élevés atteignant 220 mètres.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 197, page 422.

Nous allons indiquer les principales caractéristiques de ces divers types de pylônes qui peuvent se ramener à trois : *tours sans haubans*, *pylônes haubanés*, *pylônes à haubannage réduit*, et examiner les avantages et les inconvénients de chacun d'eux.

Les tours sans haubans

Une tour sans haubans est constituée, en général, soit par une poutre à treillis de forme pyramidale à section carrée ou triangulaire (tours de 100 mètres à section carrée de l'ancienne station de radiodiffusion de Clichy), soit par une poutre pyramidale supportée par trois ou quatre jambes, suivant que la section de la pyramide est triangulaire ou carrée (tours triangulaires de 100 mètres de la station d'Arica, au Chili; tours triangulaires de 250 mètres de Croix-d'Hins).

Les montants, appelés aussi membrures ou arêtières, qui forment les arêtes de la pyramide, et les treillis qui forment les faces de la pyramide sont constitués par des aciers profilés, le plus souvent des cornières. Suivant l'importance des charges qu'il doit supporter, un élément de la tour, montant ou treillis, comprend soit une seule cornière, soit plusieurs cornières assemblées, soit même une poutre à treillis.

Les montants sont assemblés entre eux, sur le chantier, par des joints, ou éclisses, boulonnés. En général, ils portent, fixées à l'atelier par des rivets, des pièces de tôle appelées goussets sur lesquelles les treillis seront boulonnés; les arêtières et les treillis peuvent être également assemblés directe-

ment entre eux sans interposition de goussets. Certains ouvrages ont été assemblés au montage uniquement par des rivets, les tours de 250 mètres de Croix-d'Hins, par exemple (voir ci-dessous la photographie) et qui ont été édifiées à la fin de la guerre pour établir la liaison radiotélégraphique transatlantique. Les difficultés que comportent le chauffage et la pose correcte de rivets à de pareilles hauteurs ont fait renoncer au rivetage, et

l'assemblage des treillis aux arêtières, soit par l'intermédiaire de goussets, soit directement, ne se fait plus que par boulons.

L'ouvrage repose sur des massifs de béton dans lesquels sont scellées les membrures ou les jambes. Si le terrain est assez résistant, les massifs prennent appui directement sur le sol. Dans le cas d'une édification sur mauvais terrain, terrain marécageux ou immergé, les massifs sont supportés par des pieux en béton armé formant pilotis.

Les éléments de la tour étant rendus à pied d'œuvre, et les massifs de fondations exécutés, il s'agit maintenant d'ériger l'ouvrage.

Pour donner une idée de l'importance considérable que peuvent présenter les travaux de montage d'une tour de grande hauteur, travaux dont la description détaillée conduirait à de trop larges développements, nous avons résumé très sommairement dans la légende du croquis schématique (figure 2, page 242) les diverses phases du montage d'une tour de 250 mètres de Croix-d'Hins, d'après un article du général Julien, paru dans *Le Génie civil*.

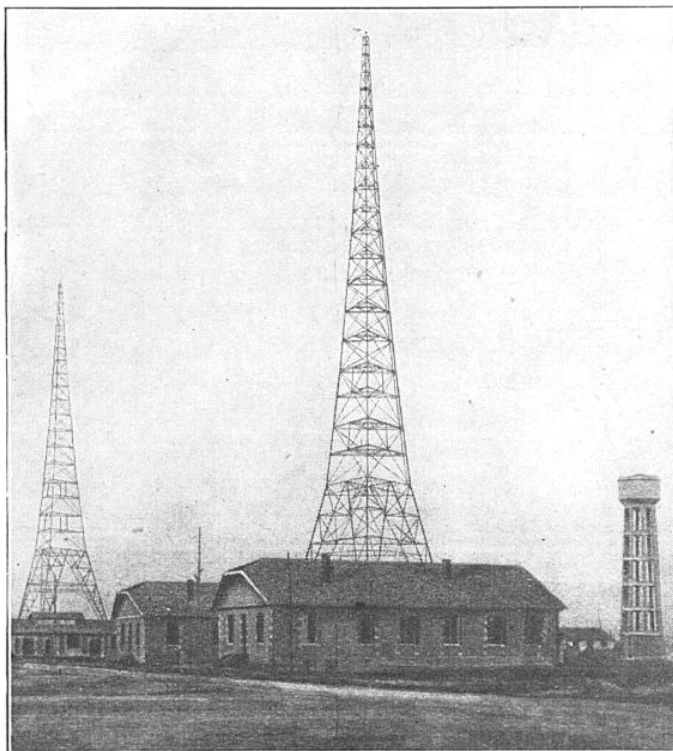


FIG. 1. — VUE DES TOURS SANS HAUBANS, ÉDIFIÉES EN 1918, A LA CROIX-D'HINS, PRÈS BORDEAUX, POUR LE POSTE DE T. S. F. « LAFAYETTE »

Les pylônes haubanés

Un pylône haubané comprend un fût en poutre à treillis auquel, pour la commodité de l'usinage et du montage, on donne la même section triangulaire ou carrée du sommet à la base. La constitution des montants et treillis et leurs modes d'assemblage sont les mêmes que pour les tours sans haubans. Le fût est maintenu par un certain nombre de rangs ou couronnes de haubans en câble d'acier, qui sont fixés, par l'intermédiaire de tendeurs de réglage, à des ferrures scellées dans des massifs de béton appelés massifs d'ancrage. Une couronne de haubans comprend, en général, trois haubans pour un fût triangulaire et quatre pour un fût carré. Dans le but de réduire leur poids et la prise qu'ils offrent au vent, les haubans sont constitués par des aciers à haute résistance mécanique, dont la charge de rupture atteint 200 kilogrammes par millimètre carré. La base du fût repose sur un massif de fondation en béton ; elle est soit scellée par boulons dans le massif, soit simplement posée sur le massif.

Dans ce dernier cas, les membrures de base se logent librement dans des cavités réservées à leur aplomb dans le massif de base (cas des pylônes carrés de 250 mètres de Sainte-Assise), ou bien la base du fût se termine par une pointe reposant sur une rotule fixée directement sur le massif ou portée par une charpente scellée sur le massif (cas des pylônes triangulaires de

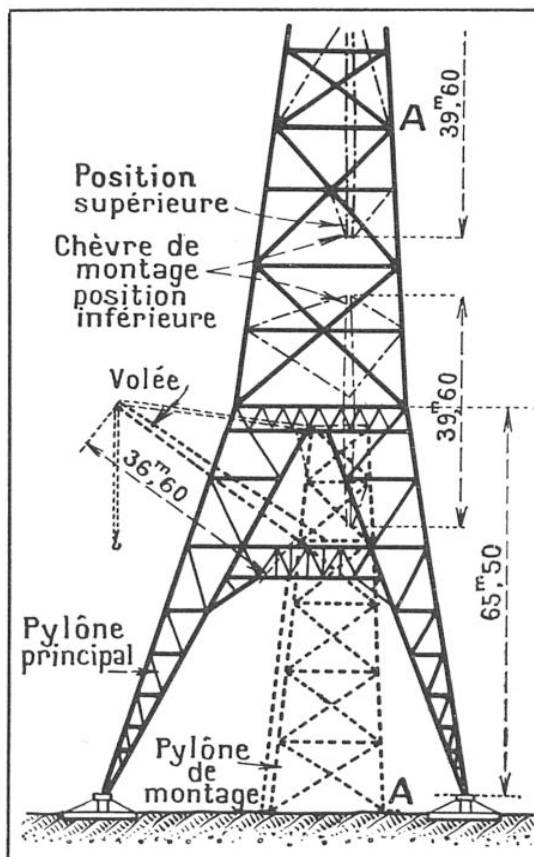


FIG. 2. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT ON PROCÉDA AU MONTAGE D'UNE DES TOURS DU POSTE DE LA CROIX-D'HINS

On commença par édifier un « pylône de montage », constitué par des éléments utilisés par la suite pour former le tronçon de la tour à partir de A (partie supérieure du schéma). Sur ce pylône étaient disposées les volées qui permirent l'édification des jambes du pylône principal. Pour le montage de la partie supérieure du pylône, on utilisa ensuite une « chèvre » suspendue, dont la base était supportée par trois câbles d'acier amarrés à la partie déjà montée de la tour et qui portait à son sommet la poulie sur laquelle passait le câble de levage servant à hisser les matériaux.

d'une chèvre de montage en bois, portant une poulie à son sommet, et d'un treuil de manœuvre, ces panneaux sont hissés successivement et placés verticalement face à face ; on les maintient dans cette position à l'aide de cordages, puis on les assemble par les treillis des deux faces adjacentes. La première travée du pylône se trouve ainsi constituée ; on la maintient par quatre haubans en câble d'acier.

Au moyen d'un système de poulies, on

250 mètres de La Pauline). (Voir fig. 4.)

Enfin, suivant les conditions électriques auxquelles doit satisfaire l'antenne, les haubans sont ou non coupés par des isolateurs, et le fût est lui-même isolé ou non du sol.

A titre d'exemple, nous allons indiquer comment il a été procédé au montage des pylônes de 250 mètres de Sainte-Assise, qui sont les premiers pylônes haubanés de cette hauteur construits en France.

Les pièces constituant le pylône étant à pied d'œuvre, les différents massifs de fondation du pylône et d'ancrage des haubans étant exécutés et les fers d'ancrage scellés dans leurs massifs, on procède ainsi :

Les quatre membrures de la travée de base, munies à leurs extrémités supérieures des joints qui serviront à la fixation des membrures suivantes, sont assemblées deux à deux au moyen des treillis. Cette opération s'effectue sur le sol, de part et d'autre de la base du pylône ; on obtient ainsi deux panneaux rectangulaires. Au moyen

hisse la chèvre dans la travée qu'on vient de monter, et on effectue le montage de la seconde travée en procédant de la même façon que pour la première. Une fois cette travée en place, on la fixe par quatre haubans de montage en câble d'acier, et on enlève ceux qu'on avait disposés pour maintenir la travée de base. On continue ensuite le montage en répétant les mêmes opérations.

Dès qu'un « blocage » est terminé, on met en place les haubans correspondants.

Comme on le voit, les diverses opérations du montage sont fort simples et ne nécessitent qu'un matériel très restreint.

En comparaison des difficultés que présente le montage d'une tour de même hauteur, le montage d'un pylône haubané de 250 mètres apparaît, aux dimensions près, aussi simple que celui des pièces d'un « meccano ».

D'autre part, son prix d'établissement en usine est également beaucoup moindre.

Sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'analyse mathématique, on peut, en tenant compte de résultats connus, faire comprendre assez simplement la façon dont se comportent, au point de vue mécanique, une tour sans haubans et un pylône haubané de même hauteur destinés à supporter la même antenne.

Ils sont soumis, l'un comme l'autre, à deux groupes d'efforts : d'une part, un effort,

appliqué à leur sommet, exercé par l'antenne qu'ils ont à supporter, et, d'autre part, les efforts du vent sur leurs propres éléments. Pour des pylônes élevés, les efforts du vent sont prépondérants et l'effort exercé par l'antenne peut être considéré, dans la plupart des cas, comme un simple terme

d'appoint négligeable devant les efforts exercés par le vent. Nous pouvons donc, pour la comparaison que nous avons en vue, admettre, en première approximation, que les pylônes sont soumis aux seules actions du vent, c'est-à-dire à une série de forces horizontales proportionnelles à la surface qu'ils présentent au vent (mettons 250 kilogrammes par mètre carré pour fixer les idées).

La tour se comportera donc comme une poutre scellée dans un mur supportant des charges uniformément réparties (250 kg/m^2) correspondant aux actions du vent, tandis que le pylône

haubané se comportera comme une poutre de même longueur, soumise à la charge *par unité de surface*, mais reposant sur $n+1$ appuis, s'il comporte n couronnes de haubans, les $n+1$ appuis étant constitués par les n haubans et le massif fondation qui est le $(n+1)^{\text{e}}$.

Si la charge *par unité de longueur* était la même pour les deux poutres, on sait que, pour présenter la même sécurité, la poutre *T* correspondant à la tour devrait être plus lourde que la poutre *II* soulagée par les

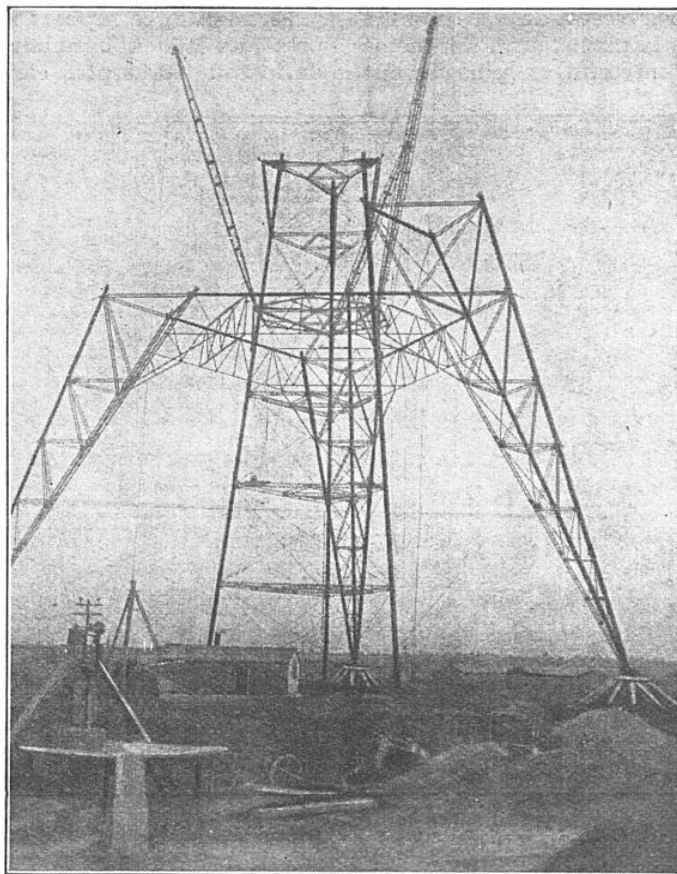


FIG. 3. — PHASE DE MONTAGE D'UN DES PYLONES DE LA STATION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE DE LA CROIX-D'HINS
On voit (se référer au schéma précédent) au centre le pylône de montage portant les volées utilisées pour édifier les jambes de la tour.

appuis correspondant au pylône haubané. Or, en fait, la poutre H étant moins lourde présentera moins de surface en vent, de telle sorte que sa charge par unité de longueur sera encore moindre que celle agissant sur T . On voit donc que H pourra être, à sécurité égale, beaucoup moins lourde que T , la différence étant d'autant plus grande que le nombre des appuis, c'est-à-dire le nombre des couronnes de haubans, sera lui-même plus grand. Bien entendu, en plus du fût

admettant que les prix aux 100 kilogrammes de la charpente usinée soient les mêmes pour la tour et pour le pylône haubané, et que le prix des haubans soit 2,5 fois supérieur au précédent, le rapport des prix de revient en usine des deux pylônes serait :

$$\frac{50}{100 + 2,5 \times 18} = 3,86$$

En réalité, ce rapport sera plus grand, le prix aux 100 kilogrammes de la charpente de la tour étant plus élevé que celui de la

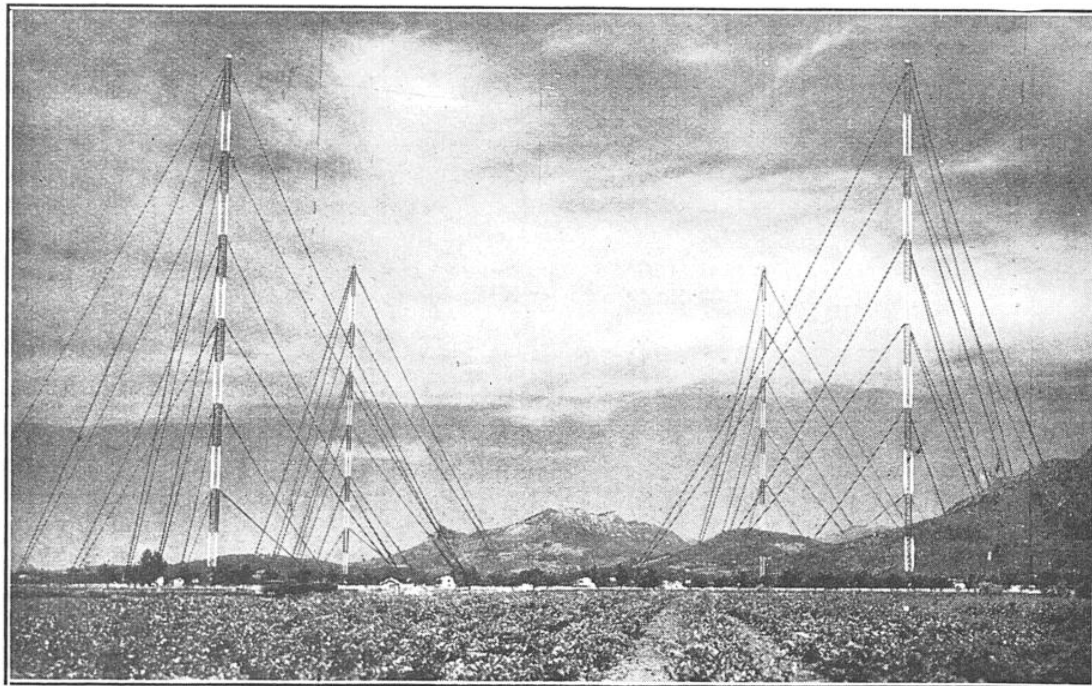


FIG. 4. — VUE D'ENSEMBLE DES QUATRE PYLONES HAUBANÉS DE 250 MÈTRES DE HAUT DE LA STATION D'ÉMISSION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE, LA « PAULINE », PRÈS DE TOULON. On remarquera les fûts de ces pylônes qui sont peints en couleurs alternées (balisage de jour pour l'aviation).

correspondant à la poutre H , le pylône haubané comprendra les haubans qui réalisent n des $n+1$ appuis. En s'en tenant donc à une conclusion qualitative, on voit que le fût d'un pylône haubané sera, à résistance égale, moins lourd que la charpente d'une tour.

Pour chiffrer la différence, nous allons avoir recours aux résultats de l'expérience, en prenant comme termes de comparaison une tour de 250 mètres de Croix-d'Hins et un pylône haubané de 250 mètres de Sainte-Assise. Une tour de Croix-d'Hins pèse 560 tonnes. Un pylône de 250 mètres de Sainte-Assise comprend environ 100 tonnes de charpente et 18 tonnes de haubans. En

charpente du pylône haubané, dont les assemblages sont moins compliqués et qui, en raison de sa forme prismatique, comporte un grand nombre de pièces identiques permettant une fabrication en série et réduisant les frais de traçage. Le rapport des prix respectifs du montage sera au moins du même ordre, de telle sorte que le prix d'établissement d'une tour de 250 mètres sera au moins quatre fois plus élevé que celui d'un pylône haubané de même hauteur.

En fait, à partir d'une hauteur de 50 mètres environ, le prix d'établissement d'une tour sera plus élevé que celui d'un pylône haubané, le rapport des prix étant d'autant plus grand que la hauteur est elle-même

plus grande. Par contre, dans leur utilisation comme supports d'aériens, les pylônes haubanés, en dehors des inconvénients d'ordre électriques résultant de la présence des haubans (masses métalliques au voisinage de l'antenne), ont le désavantage de nécessiter une surface de terrain beaucoup plus grande qu'une tour sans haubans. Ils ne peuvent donc être adoptés dans le cas où l'espace disponible est limité par la présence d'obstacles, et leur économie est sensiblement réduite lorsqu'ils doivent être érigés à des emplacements où le prix du terrain est élevé.

Les pylônes à haubanage réduit

Lors de l'établissement des premières antennes dirigées à ondes courtes de la Société française Radioélectrique, en 1926, nous avons été amenés à réaliser un type de pylône dit à *haubanage réduit* (système Bouvier-Bourseire) présentant les mêmes facilités de montage qu'un pylône haubané ordinaire, mais n'exigeant qu'une surface de terrain beaucoup moindre et comparable à celle que nécessiterait une tour sans haubans.

Le pylône à *haubanage réduit* est constitué par un fût vertical prismatique, à section carrée ou triangulaire sur lequel sont fixées des potences rigides, portant chacune une poulie ou un galet à son extrémité. Au lieu d'aller directement au sol en partant de son point d'amarrage au pylône, comme dans les pylônes haubanés, un hauban passe sur la poulie située à l'extrémité de la potence correspondante et est renvoyé ensuite verticalement à son point d'amarrage au sol.

Le fût est identique à celui d'un pylône haubané et se monte de la même manière.

Les divers pylônes que nous venons de décrire ont tous été conçus pour supporter des antennes. Rappelons, pour mémoire, la réalisation de pylônes-antennes, dits « radiateurs », établis pour la radiodiffusion, qui constituent à eux-mêmes l'antenne dont nous avons déjà parlé (1).

Jusqu'à ces dernières années, les pylônes et les charpentes métalliques, en général, étaient tous réalisés en « construction rivée », c'est-à-dire que les divers éléments étaient assemblés entre eux au moyen de rivets ou de boulons, ainsi que nous l'avons exposé. Les progrès de la soudure électrique permettent d'utiliser maintenant la « construction soudée ». La constitution des ouvrages n'est pas modifiée ; au lieu d'être assemblées par rivets, les pièces le sont par soudure. Ce mode de construction, supprimant notam-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 15.

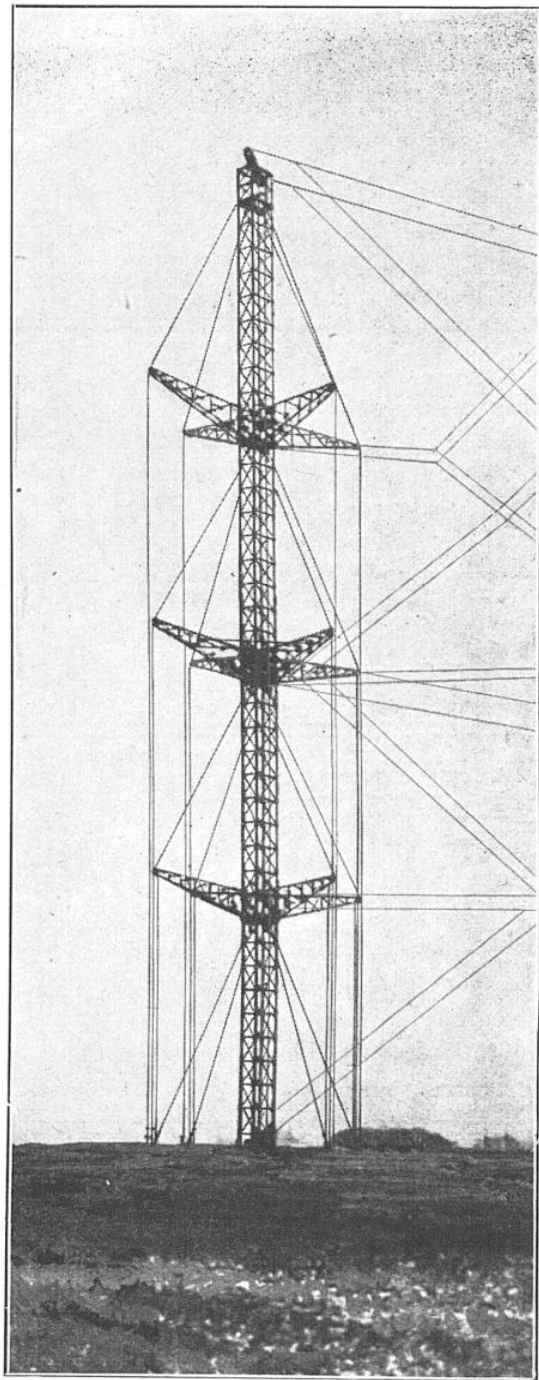


FIG. 5. — UN PYLONE SEMI-HAUBANÉ DE 75 MÈTRES DE HAUT (SAINTE-ASSISE)

Les haubans, fixés au fût, passent sur des poulies montées à l'extrémité des potences, avant d'être renvoyés verticalement au point d'ancrage sur le sol. D'où l'avantage d'exiger, pour le haubanage, une surface de terrain bien moins grande.



L'UN DES EXEMPLES LES PLUS TYPIQUES DE LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE MODERNE :
LES PYLONES DE 200 MÈTRES DU CHEMIN DE FER AÉRIEN DE L'EXPOSITION DE CHICAGO

On sait que l'une des attractions les plus remarquées de la dernière Exposition de Chicago fut le fameux chemin de fer aérien (Sky-Ride), suspendu à 66 mètres au-dessus du sol, et d'où tous les visiteurs de l'exhibition du lac Michigan pouvaient contempler le panorama des pavillons où s'abritait la synthèse d'un siècle de progrès scientifique et technique. Élégance, solidité, telles sont les caractéristiques de la construction métallique.

ment l'emploi des goussets, correspond à une économie appréciable de métal pouvant aller jusqu'à 20 % du poids total de la charpente.

A notre connaissance, toutes les charpentes de pylônes montés actuellement sont en aciers doux ayant leur charge de rupture comprise entre 38 et 44 kilogrammes par

millimètre carré. L'utilisation d'aciers spéciaux (aciers au chrome, au chrome-cuivre, etc.), plus résistants que les aciers doux, tout en présentant une élasticité suffisante, soudables et, pour certains, moins attaquables par les agents atmosphériques, permettra de réaliser des ouvrages plus légers à résistance égale. **MARIUS BOURSEIRE.**

COMMENT A ÉTÉ CONÇU ET RÉALISÉ LE « SKY-RIDE » DE L'EXPOSITION DE CHICAGO

La réalisation du « Sky-Ride », c'est-à-dire du chemin de fer aérien qui dominait l'exposition de Chicago, et que nous avons représenté sur la couverture du présent numéro, comportait l'édification de deux pylônes de près de 200 mètres de haut. En fait, la construction de ces pylônes a exigé une technique assez différente de celle des pylônes de T. S. F. et se rapprochant, au contraire, de celle des ponts suspendus. Nous avons vu, en effet, que les pylônes de T. S. F. n'ont guère à supporter, outre leur poids propre, que l'action du vent et le poids relativement léger de l'antenne. Or, entre les deux pylônes du « Sky-Ride » étaient tendus, à 66 mètres du sol, des câbles destinés à supporter les wagonnets du chemin de fer et qui constituaient, en quelque sorte, le tablier du pont suspendu.

Ces câbles étaient eux-mêmes soutenus par des câbles en traction fixés au sommet des pylônes et dont les efforts étaient contre-balancés par des câbles ancrés au sol et fixés aux pylônes en leur sommet d'une part, et à hauteur du chemin de fer aérien, d'autre part. Les pylônes avaient donc à supporter toute cette structure.

Ajoutons, d'ailleurs, qu'ils étaient ren-

forcés jusqu'à hauteur de leur première plateforme, par une « jambe », comme on peut le voir sur le schéma ci-joint.

Ces pylônes comportaient, comme nous

venons de le dire, une première plateforme, à 66 mètres de haut, et deux autres superposées au sommet, à 3 mètres l'une au-dessus de l'autre. Ces différentes plateformes étaient, bien entendu, accessibles au public par ascenseurs, qui avait ainsi sous les yeux le panorama de l'exposition.

La construction des pylônes

L'architecture générale de l'exposition s'opposait à ce que l'on utilisât des lignes courbes, comme dans les « tours » du même genre (Tour Eiffel). C'est pourquoi l'on choisit la forme « en colonne », représentée ci-contre.

La caractéristique principale de cette construction fut l'emploi, aussi généralisé que possible, d'éléments soudés en usine avec soudures vérifiées au moyen de radiographies (1). Les éléments ainsi formés

étaient ensuite soudés ensemble sur place, en ce qui concerne les colonnes proprement dites, et rivés en ce qui concerne les éléments de détail, car la soudure de ces derniers aurait été trop difficile et trop coûteuse.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 61.

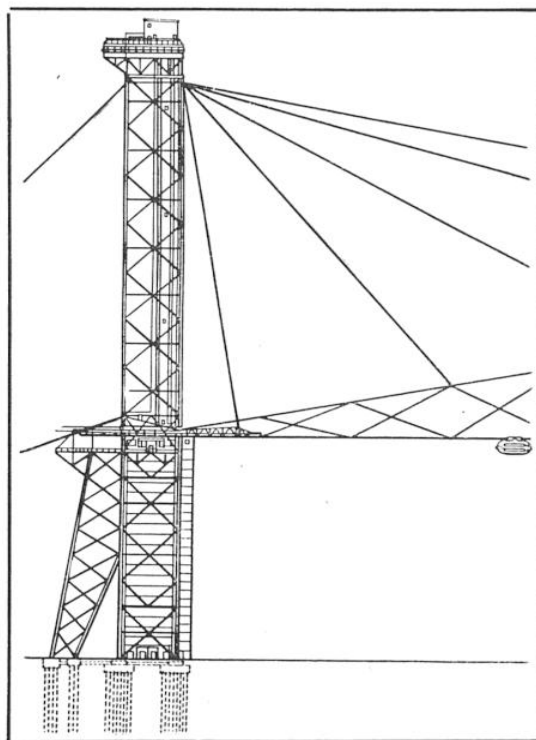


FIG. 7. — SCHÉMA D'UN DES PYLONES DE 193 MÈTRES DE HAUT DU « SKY-RIDE », CHEMIN DE FER AÉRIEN DE CHICAGO

Ce pylône agit comme un pylône de pont suspendu. Les câbles en traction et d'ancrage partent du sommet et de la plateforme, à hauteur du chemin de fer aérien. Une jambe renforce le pylône vers l'arrière à sa partie inférieure.



Par SÉJO

Les catastrophes les plus inattendues doivent comporter leur enseignement. Le naufrage de l'Émeraude a précisément prouvé qu'aucun aéroplane moderne n'était encore en mesure de lutter victorieusement contre la violence des tempêtes. On a parlé de givrage du carburateur, de gel des avions, comme cause de cette catastrophe. Ces phénomènes sont certainement dangereux pour le pilote en vol ; mais, à notre avis, ils ne sont pour rien dans l'écrasement de l'Émeraude aux flancs des vallonnements du Morvan.

On a parlé beaucoup de givrage et de gel à l'occasion du « naufrage » de l'Émeraude. Nous employons à dessein le mot de « naufrage », parce que, comme nous essayons de le montrer, l'analogie entre le navire perdu en mer et le beau trimoteur Dewoitine est frappante. Mais, tout d'abord, il importe de préciser ce qu'on appelle le givrage et le gel à bord des avions, les conditions dans lesquelles l'un et l'autre se produisent et les conséquences qu'ils entraînent.

Le givrage des carburateurs

Il existe, en physique, un phénomène bien connu, c'est celui de la production du froid par évaporation d'un liquide. Si l'évaporation du liquide se fait sans apport de chaleur de l'extérieur, elle ne peut se produire qu'en empruntant les calories nécessaires au liquide lui-même. Celui-ci se trouve donc refroidi. On sait que, dans un carburateur, se produit un mélange d'air et de combustible, en général l'essence ; si ce combustible contient des produits volatils à la température et à la pression ordinaires, la vaporisation de ces parties volatiles provoque un abaissement de température du mélange d'air et de combustible. Par conductibilité, les parties du carburateur en contact avec le mélange sont donc refroidies. L'air contenu dans le mélange se trouve également refroidi, puisqu'il fournit en grande partie les calories nécessaires à la vaporisation du combustible.

Dans ces conditions, on conçoit qu'il puisse se produire une condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air. Cette condensation peut aller jusqu'à la formation de glace. C'est cette formation de glace qui donne lieu au givrage des carburateurs. La glace se dépose sur le « papillon », sur le « venturi », ce qui entraîne une quantité de troubles qui, dans certaines conditions, vont jusqu'à l'impossibilité de fermer le papillon lui-même. De plus, elle trouble infailliblement la qualité du mélange, soit qu'elle l'enrichisse par diminution de la section d'air, soit qu'elle l'appauvrisse par diminution de la sortie d'essence.

Le givrage est fonction du carburant utilisé, du degré hygrométrique et de la température de l'air.

La maison Zenith, qui s'est livrée à de sérieuses expériences sur ce sujet, a établi le barème suivant. Sur l'hypothèse d'un abaissement de température de 15°, les points critiques de givrage sont caractérisés par les valeurs suivantes :

Températures	Degrés hygrométriques
—	—
+ 15°	0,375
+ 10°	0,338
0°	0,277
— 10°	0,217
— 20°	0,103

Pour éviter le givrage et ses dangereux effets, il importe donc de fournir, par une source extérieure quelconque, une quantité de chaleur au moins équivalente à celle

absorbée par la vaporisation du combustible.

Trois sources de chaleur peuvent être utilisées :

- 1° Les gaz d'échappement ;
- 2° L'eau du refroidissement ;
- 3° L'huile de graissage.

De multiples solutions peuvent donc être imaginées pour réchauffer le corps du carburateur lui-même, les canaux d'émulsion et leur sortie à l'air, le papillon et les canaux de ralenti, tous points les plus sensibles au givrage. Mais on peut également réchauffer l'air admis au carburateur, et aussi les tuyauteries d'admission. Dans ce dernier cas, il ne s'agit plus de combattre la formation de givre, mais d'éviter la production trop intense de condensation dans les tubulures, qui entraîne des perturbations dans le régime du moteur. La plupart du temps, on s'arrange de telle sorte que ce réchauffage soit réglable, car, s'il importe d'empêcher un refroidissement exagéré, il ne faut pas réchauffer trop, ce qui entraînerait une diminution de la puissance.

Les gaz d'échappement, l'eau du refroidissement, l'huile de graissage, pris comme sources de réchauffage, offrent chacun des avantages et des inconvénients.

Si les gaz d'échappement permettent un réchauffage immédiat, au régime du ralenti ils sont souvent insuffisants. L'eau, au contraire, ne peut être utilisée immédiatement comme source de réchauffage : il faut que le moteur, après un essai de durée variable, soit parvenu à une température convenable ; en revanche, elle offre des avantages au ralenti ou après un vol piqué un peu long.

L'huile allie les avantages et les inconvénients des deux premières sources. C'est pourquoi les trois sources de réchauffage sont souvent employées simultanément. L'eau, ou l'huile, par exemple, est utilisée pour le réchauffage du corps du carburateur ; l'eau et le gaz d'échappement pour le réchauffage de l'air admis et des tubulures d'admission.

En France, il est interdit, sauf sous certaines conditions sévères, de réchauffer le corps du carburateur. En Amérique, ce procédé est librement autorisé.

Le gel des avions

Le gel est incontestablement l'un des dangers des vols hivernaux. Il vient s'ajouter à ceux que constituent la présence de formations nuageuses épaisses et la non-visibilité. C'est au gel que l'on a attribué l'échec du raid du général Nobile au pôle Nord. On se rappelle l'affreuse tragédie.

Mais c'était au pôle Nord. Si le danger du gel dans ces régions est particulièrement grave, il l'est encore, bien qu'à des degrés moindres, sous des latitudes moins extrêmes.

Le gel est essentiellement dû à trois causes :

1° L'avion est refroidi *fortement* au-dessous de 0° et pénètre dans une couche plus chaude saturée de vapeur, complètement, ou presque complètement, remplie d'éléments de nuage. C'est ce qui se produit couramment dans les montées très rapides. Le gel se fait alors spontanément, mais il cesse aussitôt que la température de l'avion atteint celle de l'air ambiant. Supposons que cette température soit supérieure à 0° : la glace qui s'était formée rapidement fond de même ;

2° Les éléments de nuage sont refroidis à une température inférieure à 0°. Ils déposent sur le corps qui les traverse, *suivant la vitesse de ce corps*, du givre ou de la glace. Le dépôt de givre est entraîné par les grandes vitesses. Seuls, les endroits protégés du vent en seront alors chargés. Sur l'avant de l'avion, *mais sur l'avant seul*, le nuage s'abat sous forme de glace ;

3° De l'air froid s'élève rempli d'éléments de nuages et ceux-ci s'accroissent jusqu'à tomber sous forme de pluie ; celle-ci se transforme en glace au contact d'un corps solide, en l'espèce l'avion. Il faut remarquer que, dans les premiers cas, l'avant de l'avion seul se couvre de glace, tandis que, dans le troisième, la glace se répartit de façon à peu près égale sur la surface supérieure de l'avion.

L'Institut allemand de Recherches aérodynamiques a établi ainsi les conséquences de gel :

1° Diminution des qualités de vol de l'avion pouvant aller jusqu'à l'impossibilité de voler, due à la variation du profil de l'aile produite par le dépôt de glace sur les bords d'attaque ;

2° Augmentation des résistances additionnelles, par suite d'un dépôt de glace sur les fils, les montants et garnitures ;

3° Augmentation du poids total de l'avion pouvant aller jusqu'à dépasser la charge maximum ;

4° Diminution du rendement de l'hélice par suite d'un dépôt de glace sur ses bords d'attaque, et danger pour l'hélice, le moteur et même l'avion, provoqué par l'arrachement de la couche de glace par endroits ;

5° Erreurs dans l'orientation de l'avion dues au gel des instruments et des pare-brise.

Comme on le remarque, toutes ces consé-

quences ne sont pas aussi graves les unes que les autres. Dans le cas de l'*Emeraude*, la déformation du profil n'était pas à craindre par suite du dépôt de glace. Il en aurait fallu beaucoup, beaucoup, pour que cette déformation fût dangereuse. Or, l'épaisseur maximum de glace mesurée sur un bord d'attaque d'avion est de 1 cm et demi ! Au demeurant, le froid n'était pas suffisant pour envisager même cette hypothèse.

L'alourdissement excessif de l'appareil n'est pas non plus à envisager, parce que l'*Emeraude* était loin d'avoir sa charge totale. Il ne semble pas non plus qu'il faille retenir le danger présenté par le dépôt de glace sur les bords d'attaque des pales d'hélice. Si, même à 1.600 mètres, il tombait abondamment de la neige, celle-ci est presque une garantie contre la formation de glace. L'expérience le prouve.

On n'insistera jamais trop, en outre, sur la température modérée qu'il faisait dans la nuit où l'*Emeraude* fit naufrage. C'est tout au plus si l'on pourrait envisager que de légers dépôts de glace aient pu se former dans les endroits protégés du vent, « sous le vent » comme on dit, telles que les articulations d'ailerons. Dans ce cas, le pilotage peut devenir très malaisé, et si ces dépôts s'augmentaient progressivement, ils pourraient, évidemment, arriver à provoquer l'immobilisation totale de l'aileron et, peut-être, sa rupture même. Nous ne croyons absolument pas que ce fût le cas. Les expériences faites ont montré que le dépôt de givre pour les grandes vitesses croît, par faible vent, de 1 cm 1/2 à 2 centimètres par heure. Parti à 18 h 10, l'*Emeraude* s'abattait à 19 h 40, après avoir évolué à des altitudes qui n'ont pas dépassé 1.600 mètres. Si même il y avait eu dépôt de givre, celui-ci n'eût pas été assez important pour avoir sur le pilotage de l'appareil, encore moins sur sa résistance, des conséquences décisives. Au demeurant, cette hypothèse, qui a été mise en avant un peu vite, croyons-nous, est infirmée par ce fait que de nombreuses personnes ont vu évoluer le trimoteur au-dessus de Corbigny. En particulier, on l'a vu virer à plusieurs reprises. N'est-ce pas la preuve certaine que les commandes d'ailerons n'étaient pas, à ce moment du moins, dangereusement détériorées ?

Quant à l'alourdissement provoqué par dépôt de glace, nous pensons que c'est absurde de l'envisager dans le cas de l'*Emeraude*, dont la charge utile était très importante. Or, l'appareil, à son départ de Lyon, était loin d'enlever le poids maximum

qu'il était capable de transporter.

Dans ces conditions, il faut écarter le gel, à notre avis, pour tenter d'expliquer cette catastrophe. Il est beaucoup plus simple de considérer que l'équipage du trimoteur, pris en pleine nuit dans une tempête de neige, a voulu se poser, parce qu'il était ou désespéré, ou perdu.

Le pilotage sans visibilité n'est pas déjà si facile par temps bouché, mais calme ; il devient difficile et pratiquement impossible quand l'appareil est soumis à des rafales violentes, ce qui était le cas au cours de la nuit tragique. Il fallait donc absolument sortir de la zone hostile de la tempête et, à tout prix, atterrir. Ainsi, l'avion se serait trouvé désespéré non par rupture de quoi que ce soit, mais par impossibilité de faire front à la tempête dans la nuit. Combien de navires se sont trouvés dans ce cas ? Combien de commandants, devant la violence de la tempête, cherchent un havre quelconque parce qu'ils se sentent peu à peu impuissants devant les éléments déchaînés ? Il ne faut pas perdre de vue un instant que, par la nuit noire, la navigation aérienne est déjà un problème redoutable. Ajoutez-y la tempête.

C'est donc là, à notre avis, une des raisons qui permettent d'expliquer la descente rapide de l'*Emeraude* de 1.600 mètres au ras du sol. L'équipage était à bout et voulait sortir de la tempête n'importe comment.

Poursuivons notre raisonnement. Sorti de la zone strictement obscure et orageuse, Launay et Noguès voient des lumières. Ils sont donc près du sol. Où sont-ils exactement ? Ils n'en savent rien. Remonter, il n'y faut pas songer, puisqu'ils retomberaient dans la zone orageuse. Voler en rase-mottes ? Ils se rendent compte, en consultant leurs altimètres qui indiquent 400 ou 500 mètres, alors qu'ils se voient près du sol, qu'ils n'ont pas dépassé les derniers contreforts du Morvan. Donc, voler en rase-mottes, c'est, à coup sûr, risquer d'emboutir quelque colline (les cols qui environnent Corbigny sont de 400-500 mètres environ). Ils décident donc de tenter de se poser n'importe où, là où ils se trouveront. Launay tourne et retourne sur le village éclairé. L'appareil répond donc encore aux commandes ; il n'a donc pas encore cassé en l'air. Il est près du sol. Il essaye d'atterrir, à tâtons.

Cette manœuvre — l'atterrissage — effectuée de nuit en campagne, par vent de tempête, dans la pluie, ne pouvait être que fatale à l'appareil tout au moins, sauf miracle. Il faut bien se dire que tous les

appareils du monde, obligés de se poser dans de semblables conditions, sont dans la position d'un navire qui, désemparé, tente de s'échouer à la côte par gros temps. *Pour éviter le pire*, il court de lui-même au-devant de la catastrophe. Et il arrive souvent que, si le navire est perdu, les passagers et l'équipage s'en tirent tant bien que mal.

Tel l'*Émeraude*. Pour éviter le pire, parce que leur situation était devenue intenable, l'équipage a voulu échouer le beau bâtiment n'importe où. Tous, à bord, savaient très bien que cette manœuvre était essentiellement dangereuse. S'ils l'ont tentée, c'est donc qu'ils ne pouvaient faire autrement. Le drame eût certes pu être moins horrible ; l'appareil eût pu être sacrifié, sans que tous dussent connaître l'horrible fin qui fut la leur, mais il faut bien reconnaître que c'eût été un miracle si Launay avait réussi le prodigieux tour de force de poser son grand appareil dans la petite plaine voisine de Corbigny. Il put toucher le sol durement ; les traces reconnues sur le terrain permettent de le croire. Sous la violence du choc, un aileron a pu se détacher ou être arraché en touchant quelque chose. Par un suprême « coup de sauce », terme consacré qui, en aviation, signifie une brusque remise des gaz, le pilote a dû chercher à amortir sa chute. Mais, déséquilibré par la perte d'un aileron, ayant sans doute accroché d'une aile le sol, le beau trimoteur alla au bout de sa course folle s'écraser et prendre feu.

Il y a une autre hypothèse, celle qui a été retenue par les enquêteurs sans que rien permette d'affirmer qu'ils ont raison. C'est celle-ci. L'appareil descend brusquement de 1.600 mètres au ras du sol. Surpris par l'apparition des lumières du village de Corbigny et naturellement désemparé par la tempête, Launay, le pilote, fait une brusque « ressource », redresse brutalement la machine. Sous l'effort, un aileron se déboîte, une partie de l'aile casse, un demi-tonneau s'ensuit, et c'est l'écrasement. Enfin, on peut imaginer que les rafales terriblement violentes à 1.600 mètres l'étaient plus encore au ras du sol, et que les efforts encaissés à ce moment par le trimoteur aient dépassé son coefficient de sécurité, qui était de 5. C'est très possible. Quoi qu'il en soit, la cause première de la catastrophe, ce n'est pas la rupture en vol, c'est la tempête, une tempête terrible et telle que des habitants de Corbigny nous ont écrit en avoir vu rarement de semblables. Quand la rupture est la cause première d'un accident, on peut parler de malfaçon, de défaut de fabrication,

on peut s'indigner. Quand elle n'est que la cause seconde, on doit être plus circonspect. Quel est le coefficient de sécurité désirable ? Existe-t-il un maximum ? On voit des avions de chasse casser, alors que leur coefficient de sécurité est de 9 ou 10 ! Alors ?

L'*Émeraude* s'est trouvé dans des conditions terribles et exceptionnelles. Il a cassé. Si l'on veut construire des avions de commerce destinés à résister aux efforts les plus anormaux, on s'interdit la recherche des hautes performances. Il existe une autre solution au problème. Ce n'est pas en renforçant sans cesse les appareils qu'on tendra vers une plus grande sécurité, c'est en comparant judicieusement ce pour quoi ils sont faits et ce qu'on peut leur demander. Il ne faut pas défier la nature, mais s'en méfier.

Ce qu'il importe de bien établir pour le bon renom de la construction française, c'est que l'appareil n'a pas cassé en l'air, n'a pas pris feu en l'air. Sans quoi eût-il pu tourner et retourner sur Corbigny au ras du sol ? Perdu, en détresse, ils ont cherché à rallier la côte et se sont écrasés dans la nuit. N'est-ce pas l'histoire des naufrages des navires ?

Une seule question domine tout le drame de Corbigny. Pourquoi sont-ils partis de Lyon alors que les prévisions météorologiques étaient très mauvaises, qu'une violente tempête était signalée ?

C'est ici qu'intervient le concours de circonstances tragiques. Ils sont partis *malgré tout* pour arriver dans un Paris qui fêtait joyeusement le retour de la Croisière Vuillemin ; ils sont partis parce que leur arrivée, ce même jour, eût ajouté quelque chose au lustre de l'aviation française, à son renom, à son renouveau. La présence à bord de tant de personnalités, au retour d'une première liaison France-Indochine sur la plus belle unité de notre aviation marchande, rendait leur départ de Lyon plus nécessaire. Ils sont partis comme était parti, moteur froid, le pilote de Bokanowski, afin que le ministre n'attendît pas. La Destinée !

On voudrait que, dans chaque hangar d'aviation, dans chaque salle de pilote, fût inscrite la phrase fameuse de Talleyrand à ses subordonnés : « Le mieux est l'ennemi du bien. Pas de zèle ! »

Dans la lutte contre les éléments, l'avion et l'homme ne sont pas les plus forts. On a tendance à croire à la victoire définitive de l'homme. La nature prend quelquefois des revanches terribles. C'est l'histoire de la fin de l'*Émeraude*.

SÉJO.

LA TÉLÉPHONIE PAR ONDES ULTRA-COURTES

Les dernières expériences sur la Manche

Par Victor JOUGLA

LA télégraphie optique, jadis réalisée par les frères Chappe, vient de ressusciter sur le mode hertzien — enrichie de la téléphotographie. Il s'agit de la mise en pratique effective des télécommunications hertiennes par ondes ultra-courtes entre les aérodromes de Saint-Inglevert, près de Calais, et Lympne, sur la côte anglaise.

On se souvient des expériences effectuées, au printemps de 1931, entre deux stations d'essai installées sur les falaises, de part et d'autre du détroit (1). La technique utilisée mettait en jeu des ondes d'un ordre de petitesse inconnu jusqu'alors dans les communications hertiennes, d'environ 15 centimètres. Cette longueur d'onde minime permet d'appliquer au rayonnement hertzien les mêmes procédés de réflexion et de concentration qu'on utilise en optique. Il suffit de construire des miroirs paraboliques de quelques mètres de diamètre pour rassembler le rayonnement en un faisceau dirigé identique au faisceau lumineux d'un phare marin. Il n'est pas besoin de réfléchir longuement pour comprendre que l'énergie rayonnante ainsi concentrée prend aussitôt une portée utile fortement multipliée. Toute l'énergie de l'émission est utilisée. Quelques watts d'énergie suffisent, en 1931, pour assurer la communication téléphonique entre les deux rives.

La réception s'effectue également sur un miroir parabolique, qui recueille le faisceau rectiligne des ondes et rassemble à nouveau toute leur énergie à son foyer.

Les avantages de ce procédé sont indiscutables. Le domaine d'utilisation de la technique se trouve immensément accru. Si nous imaginons qu'une « bande » de fréquence de 10 kilocycles (10.000 périodes par seconde) est suffisante pour séparer effectivement deux stations émettrices dans la répartition générale de l'éther aux usagers, on constate, par un calcul facile, que, si l'on peut loger 2.700 postes émetteurs entre les longueurs d'onde variant de 10.000 à 1.000 cm, il est possible de loger 27.700 stations dans la bande comprise entre 1.000 et 100 cm. Mais,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 169, page 38.

entre les longueurs d'onde 100 et 10 cm c'est 270.000 postes qui trouvent place, et 2.700.000 entre les longueurs d'onde allant de 10 à 1 cm. Cette progression colossale dépasse littéralement l'imagination lorsqu'on arrive aux « bandes » inférieures. La multiplication par dix se poursuit de décimètre en décimètre. Or, les ondes utilisées entre les deux rives du détroit sont aujourd'hui de 16 centimètres. Le nombre des stations est pratiquement illimité. Et d'autant plus illimité que les faisceaux, étant rectilignes, ne se gênent pas mutuellement.

Rappelons brièvement le dispositif adopté.

On établit deux lignes parallèles au moyen de deux couples de miroirs (deux stations émettrices et deux réceptrices). Ces deux lignes porteuses sont analogues à deux fils téléphoniques dont l'un porterait la parole de l'interlocuteur anglais et l'autre celle de son correspondant français.

Le double poste de Saint-Inglevert est établi sur une tour métallique de 30 mètres de hauteur, de même que celui de Lympne, en sorte que les faisceaux rectilignes reliant les miroirs deux à deux sur le trajet qui est de 54 kilomètres, passe franchement au-dessus de l'horizon. L'un et l'autre poste se « voient » par ondes hertiennes. C'est bien l'analogie des postes télégraphiques Chappe.

Mais quelle richesse d'utilisation !

C'est ainsi que les deux ministres anglais et français, M. Delasalle, sous-secrétaire d'Etat à l'Aviation, et son collègue sir Philip Sassoon, purent engager une conversation téléphonique parfaitement distincte et puis échanger des signatures autographes au moyen d'un télétype. Naturellement, la téléphotographie s'adapte à ces « lignes » hertiennes, et la télégraphie ordinaire, il va sans dire.

Le parallélisme des deux faisceaux hertiens, aller et retour, s'est montré si rigoureux qu'aucune interférence n'a été constatée entre les deux transmissions, en cas de simultanéité. L'ordre de grandeur de l'énergie mise en jeu ne dépasse pas celle qui alimente une lampe de 20 bougies.



LA STATION ÉMETTRICE RÉCEPTRICE DE SAINT-INGLEVERT, PRÈS DE CALAIS

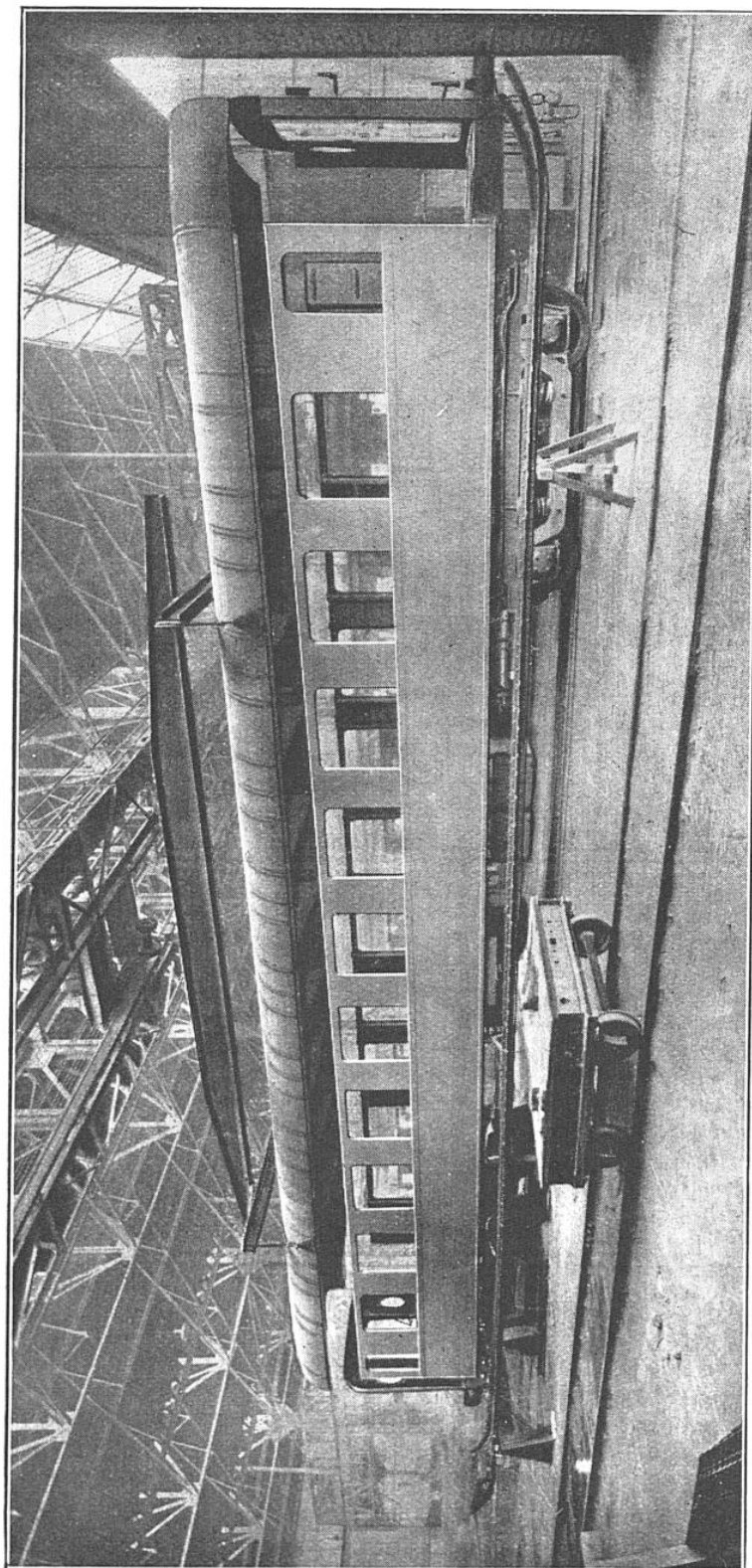
Le problème était de « centrer » les deux stations émettrice et réceptrice aux points exacts qui figurent les foyers des miroirs. Nous avons déjà exposé en son temps (1931) comment ce problème technique a été résolu et comment l'émission s'effectue sur une antenne en *doublet* de 2 cm.5 et la réception sur une antenne également minuscule.

L'avenir de cette technique est immense. Des lignes établies en réseaux, entre pylônes

espacés de 100 kilomètres, pourvoieront à un trafic téléphonique automatique relié aux postes individuels. Et la télévision, dont le succès pratique est suspendu, comme on sait, à l'usage des très hautes fréquences, ne trouvera probablement sa voie que sur de telles ondes ultra-courtes.

Pour l'instant, cette liaison rendra d'incomparables services au trafic aérien franco-britannique.

V. JOUGLA.



VOICI L'UNE DES VOITURES, ENTièrement MÉTALLIQUE ET OFFRANT UNE GRANDE RÉSISTANCE AUX CHOCS, DU TYPE « STANDARD »
CONÇU PAR L'OFFICE CENTRAL D'ÉTUDES DE MATÉRIEL DE CHEMIN DE FER EN 1933

Ce modèle présente l'avantage d'être très résistant aux chocs, tous les éléments qui le composent ayant été établis en vue d'obtenir le maximum de résistance à l'écrasement. Les parties sont assemblées soit par rivetage, soit par soudure autogène, cette dernière permettant de réaliser une grande économie de poids. Par contre, on utilise de préférence les rivets pour les pièces qui, par usure normale, doivent être plus rapidement remplacés que d'autres. En fabriquant en série, pour les grands réseaux, des voitures de ce genre, non seulement on augmente la sécurité des voyageurs, mais on diminue sensiblement le prix de revient de chacun de ces véhicules. C'est le même principe qui préside à la fabrication automobile en grande série et qui a permis d'abaisser les prix. La voiture de troisième classe photographiée ci-dessus est en acier et coûte seulement 300.000 francs. Actuellement, chaque compagnie, ayant son type particulier, est obligée de payer, soit dans ses ateliers, soit à l'industrie privée, ses voitures beaucoup plus cher. Ajoutons que l'industrie, en général, livre aux réseaux le matériel de chemin de fer à des prix plus avantageux que les ateliers de ces réseaux. Le jour où tous les trains express et rapides seront équipés avec des voitures de ce genre, les accidents — toujours à redouter — auront cependant des conséquences moins funestes. Signalons, à ce propos, qu'il est, à notre avis, dangereux de laisser encore circuler, par exemple sur le réseau français, des voitures-lits de troisième classe qui utilisent le vieux matériel en bois d'avant-guerre. La Compagnie des Wagons-Lits, malgré un effort méritoire, possède encore dans son parc de voitures 20 % de matériel roulant non métallique.

LA SCIENCE AU SERVICE DE LA SÉCURITÉ

Dans tous les domaines de notre activité, la recherche de la sécurité constitue un souci constant pour ménager la vie humaine et la rendre moins précaire. Le développement scientifique, qui — surtout depuis un siècle — a transformé nos mœurs par ses applications, a largement contribué à accroître cette sécurité dans tous les domaines. Sur les transports par voie ferrée, la sécurité dépend de la signalisation automatique comme de la voiture en acier; elle devrait comporter également l'emploi des glaces de sûreté et la garde automatique des passages à niveau. Sécurité en mer (incendie à bord, signalisation en temps de brume, détection des icebergs, guidage hertzien, sondage automatique, sauvetage des sous-marins); sécurité en aviation (lutte contre l'incendie, les pertes de vitesse, pilotage automatique); sécurité en automobile (signalisation routière et éclairage, freinage, matériaux rigoureusement contrôlés, pneumatiques); sécurité dans le transport de l'énergie électrique (parafoudres); sécurité dans les salles de spectacle (avertisseurs, extincteurs automatiques, ouverture automatique des portes); sécurité contre le vol (rayons infrarouges); sécurité contre le griso; combustibles de sécurité (dérivés inflammables du pétrole); sécurité dans l'emploi du gaz d'éclairage; sécurité aux hautes pressions comme aux hautes températures; sécurité dans les usines (appareils pour la défense contre les accidents); sécurité en ascenseurs; sécurité en agriculture (paragrêles, nuages artificiels contre la gelée); sécurité pour la défense de la santé publique (eau potable scientifiquement distribuée, lait scientifiquement contrôlé, vaccination préventive contre les maladies microbiennes); sécurité contre les dangers de l'immigration (services de contrôle aux frontières); sécurité dans le poids et la qualité des marchandises (contrôle des fraudes), etc. Partout, la Science appliquée à la Vie manifeste donc ses moyens de protection et de contrôle. Aucune sécurité absolue ne saurait être, bien entendu, envisagée; mais les défaillances seront d'autant plus rares que l'autorité qui exerce le contrôle le rendra d'autant plus rigoureuse.

SUR LES CHEMINS DE FER : SÉCURITÉ D'ABORD !

L'ANNÉE 1933 aura été l'année la plus tragique pour l'exploitation ferroviaire française : 700 victimes environ parmi les voyageurs, dont plus de 300 morts, alors que la moyenne annuelle des six années antérieures ne dépassait pas 280 victimes, dont 20 morts, sur les 784 millions de voyageurs qui circulent annuellement sur nos réseaux.

Il y a donc eu, en 1933, deux fois et demie plus de victimes et *quinze fois plus de morts* (1).

Devant une telle statistique, l'esprit s'inquiète et se demande ce qui peut se passer dans les réseaux.

Il se passe ceci : c'est que, sous le stimulant de la concurrence routière, nos vieux

réseaux se réveillent et que, pour permettre au rail de lutter contre la route, ils se mettent soudain à tendre leurs horaires et à accroître la vitesse de leurs trains. Mais le matériel — et peut-être même le personnel — n'a pas eu le temps de s'adapter à ces nouvelles et si brusques exigences. On a, comme l'on dit vulgairement, mis la charrue avant les bœufs.

Si l'on considère, en effet, les trois dernières catastrophes, sur le P.-O., l'Etat et l'Est, celles qui totalisent à peu près toutes les pertes de 1933, on trouve qu'elles se caractérisent par le fait que, *différentes quant aux causes*, multiples et encore difficiles à préciser pour les deux plus récentes, — elles sont, au contraire, *identiques quant*

(1) Il y a eu, néanmoins, au cours des sept dernières années, deux fois plus de tués parmi les voyageurs en automobiles que pour ceux transportés par chemins de fer. Ce qui fait impression, c'est l'effet de masse des accidents de chemins de fer, alors que les accidents d'automobiles sont, au contraire, éparpillés sur tout le territoire et sur toute l'année.

D'après la Statistique générale de France, de

1927 à 1930 inclus, les victimes de l'automobile (tués ou écrasés) n'auraient cessé de croître : 1.371, 1.679, 1.992, 2.042, soit, en moyenne, 1.771 morts, tandis que celles du chemin de fer auraient oscillé autour de la moyenne de 844 morts. La proportion de tués par million de voyageurs au kilomètre serait de 0,03 pour le chemin de fer et de 0,1 pour l'automobile, soit, pour ce dernier, trois fois plus environ.

aux effets : la voiture en acier a résisté, le vieux matériel a été pulvérisé !

En ce qui concerne les causes, l'accident de Nantes sur le P.-O., au moment de la Pentecôte 1933, est dû à un déraillement. De même, c'est un déraillement provenant soit de la locomotive (1), soit de la voie, qui a occasionné, le 24 octobre dernier, la chute, près d'Evreux, sur le réseau de l'Etat, du rapide de Cherbourg qui, à plus de 100 kilomètres à l'heure, culbuta du haut d'un talus de 10 mètres. Mais c'est, cette fois, à un défaut de signalisation qu'est dû l'affreux carnage de Noël, près de Lagny, sur le réseau de l'Est, provoqué par le rapide de Paris-Strasbourg, rattrapant, à plus de 100 kilomètres à l'heure, l'express de Paris-Nancy, qui, arrêté, démarrait à peine.

Mais à ces causes (2) variables et difficiles à identifier, on peut, par contre, établir dans les trois catastrophes précédentes, une identité très caractéristique des effets : *la pulvérisation en milliers d'éclats meurtriers des voitures en bois atteintes par le choc.*

Comme le choc n'est autre qu'une annulation brutale de force vive accompagnée d'une production de travail — horrible travail, hélas ! et combien formidable (3) — et que cette force vive est proportionnelle aux masses des trains et au carré de leur vitesse, on en déduit que les voitures en bois deviennent de plus en plus dangereuses.

La plus grande partie de notre parc des chemins de fer en matériel à voyageurs est demeurée au stade de l'antique conception d'il y a cinquante ans : caisse de bois fixée à un châssis plat métallique et rigide. Ce n'est que depuis huit ans seulement qu'est née la voiture « tout acier » (4).

Or, le chemin de fer est un service concessionnaire qui doit faire retour à l'Etat en fin de concession, sauf en ce qui concerne le matériel roulant qui serait racheté par lui.

(1) Défaut d'adaptation, semble-t-il, du type « Mountain » aux très grandes vitesses. Il semble qu'ait été perdue de vue l'idée première qui a présidé à la conception de ce type de locomotive, idée d'adhérence pour trains lourds de voyageurs dans de fortes rampes (Laroche-Blaisy-Bas) et non idée de très grande vitesse.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 198, page 530.

(3) Il est facile de calculer — en tenant compte du renversement de la vapeur et du freinage à bloc de tout le train — que la force vive qui restait à absorber, dans la collision de Lagny, était encore capable d'élever la locomotive broyeuse avec son tender à la hauteur de la Tour Eiffel ! Des unités métalliques formant bloc rigide séparément auraient été bousculées, rejetées de côté par la locomotive du rapide, alors que des unités en bois n'offrant aucune résistance, ont été broyées, presque sur place, avec leurs occupants.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 150.

C'est en vue de ce rachat que, d'une façon générale, les réseaux retardent le plus possible la mise à la réforme de leur vieux matériel (1). Aussi, ce matériel ne s'amortit-il que d'une façon massive et au moment même de sa destruction. C'est donc au moment de sa disparition que ce matériel grève, d'un seul coup, le compte d'exploitation des réseaux, et il le grève de la totalité de sa valeur d'achat, même si cette valeur d'achat date de quarante ans. Il en résulte que, lorsque le compte d'exploitation des réseaux est en déficit, ceux-ci hésitent, évidemment, à le charger encore du prix de tout le vieux matériel inutilisable.

Au contraire, dans les périodes prospères, où le compte d'exploitation pourrait supporter ces amortissements massifs, les réseaux ont besoin de tout leur matériel pour assurer le transport intense.

Aussi n'est-il pas rare de voir figurer, dans les inventaires des compagnies, des voitures de quarante et de cinquante ans !

En outre, la présence de ces « vieilleries » qu'il faut entretenir, réparer et même rajeunir, les conduit à un développement exagéré de leurs ateliers, c'est-à-dire les chargent de tout un service industriel pour lequel elles ne sont pas qualifiées, d'autant plus que, devant l'importance croissante de leur main-d'œuvre, elles se trouvent maintenant amenées à se mettre également à faire de la construction neuve. Le prix de revient de ces réparations, de ces transformations et de ces fabrications nouvelles n'est plus en rapport avec la valeur actuelle du matériel et les services qu'il peut rendre. Il contribue ainsi à alourdir encore le déficit d'exploitation, alors que l'appel à la concurrence dans l'industrie privée ramènerait les réseaux à leur rôle principal de transporteur.

Le matériel ferroviaire met trente et même quarante ans à s'amortir, alors que quelques années suffisent pour l'amortissement d'une automobile. Cette difficulté de renouvellement, imposée par des cahiers des charges indiscutablement surannés et, depuis quelques années, par la résistance qu'oppose, pour des raisons budgétaires, aux commandes des réseaux, le Conseil supérieur des Chemins de fer, émanation des pouvoirs publics,

(1) Dans une conférence, faite le 18 mars 1932 à l'Université de Zurich, M. Dautry, directeur général des chemins de fer de l'Etat français, déclarait, en effet, que les méthodes d'amortissement n'ont pas été très heureuses et que les concessions faites pour de très longues années (quatre-vingt-dix-neuf ans, en général) ont conduit à des émissions d'obligations amortissables dans des délais très supérieurs à la durée du matériel et des installations, et certainement trop longs.

explique la lenteur extrême que mettent les voitures à voyageurs en bois à céder la place aux voitures métalliques.

En effet, en France, la première voiture métallique n'est apparue qu'en 1925, et elle a figuré à l'Exposition des Arts décoratifs. Depuis cette époque, les réseaux en ont commandé 3.500 environ à l'industrie privée. En déduisant celles des lignes de banlieue, il reste, pour les grandes lignes, 2.000 voitures métalliques à peine, alors qu'il en faudrait 6.000 pour assurer le service de tous les trains de vitesse. D'après les déclarations du directeur des Chemins de fer de l'Etat, en date du 29 décembre dernier, rien que pour ce réseau, l'un des mieux équipés en unités métalliques, — le service des grands express exigerait 1.000 unités nouvelles !

On mesure l'importance de l'effort qui reste à faire pour rajeunir notre « parc » ferroviaire, en se reportant au Congrès international des Chemins de fer de Madrid (mai 1930). A cette époque, les Etats-Unis possédaient 27.000 voitures métalliques, c'est-à-dire à peu près la moitié de leur parc total ; l'Allemagne, 10.253, c'est-à-dire à peu près le cinquième de son parc ; quant à la France, elle en était encore à 3.000, soit le douzième seulement de son parc.

Aussi, à vouloir trop attendre, on fait un mauvais calcul. En effet, les trois catastrophes ferroviaires de 1933 (P.-O., Etat et Est) auront coûté à la collectivité à peu près 250 millions (1). Or, pour cette somme, il aurait été possible de construire plus de 700 voitures métalliques, c'est-à-dire munir de matériel tout en acier une centaine de trains rapides ou express.

Si le matériel roulant (voitures et locomotives « Mountain ») ne paraît pas adapté aux très grandes vitesses, il en est de même de la signalisation, qui laisse beaucoup à désirer. L'effroyable catastrophe de Lagny démontre pleinement la précarité des systèmes actuels. Le moindre givre sur le crocodile, par exemple, peut empêcher la fermeture du circuit électrique qui agit sur le sifflet d'alarme, et cela d'autant plus que le contact est moins durable à la vitesse des grands rapides (1/10^e de seconde à peine). Si, de plus, ce givre est accompagné d'un brouillard épais qui masque les signaux — rendus, en outre, de plus en plus insaisissables par suite de la grande vitesse du passage devant eux — le raté d'un simple pétard suffit pour provoquer des catastrophes.

(1) La catastrophe de Saint-Elier aurait coûté au réseau de l'Etat 35 millions pour 100 victimes. Celle de Lagny, avec 500 victimes, peut être évaluée à cinq fois plus.

Nous sommes au siècle, par excellence, des inventions scientifiques. Les phénomènes d'induction pourraient donc, entre autres exemples, remplacer les phénomènes de contact électrique dans le fonctionnement des crocodiles. Les rayons infrarouges (1), que la brume la plus épaisse ne peut arrêter, pourraient, d'un disque en arrêt, tomber sur la cellule photoélectrique d'une locomotive passant devant lui et déclencher un voyant rouge dans la cabine même du mécanicien. A la répétition acoustique, sur la locomotive, des signaux de la voie, viendrait ainsi s'ajouter la répétition optique ; deux sécurités valent mieux qu'une.

Enfin, un train en pleine vitesse ne peut-il utiliser, comme dans la navigation, la T. S. F. ? Dans la liaison des armes sur le champ de bataille, n'a-t-on pas déjà réalisé des appareils militaires extrêmement robustes, à ondes courtes et d'une portée de quelques kilomètres seulement ? L'application d'un tel système de liaison ne serait-elle pas à essayer sur la voie ferrée ?

Dans une retentissante conférence donnée le 18 mars 1932 à l'Université de Zurich, M. Dautry ne faisait-il pas cette déclaration, que les catastrophes récentes soulignent d'une façon cruelle : « Il ne suffit que de vouloir, dans les conseils des gouvernements, pour trouver le moyen comptable de *supprimer le matériel désuet*, le moyen financier de réaliser les achats de *matériel roulant moderne*, de *signalisation moderne*, qui sont indispensables pour rajeunir le chemin de fer et exalter ses qualités natives. »

Quoi qu'il en soit, il importe de refondre nos méthodes d'exploitation ferroviaire quelque peu « démodées ». Il y a en France 45.000 kilomètres de voies ferrées ; il faut en supprimer les lignes secondaires improductives (15.000 kilomètres environ) et équiper les autres à la « moderne ». Le directeur des Chemins de fer de l'Etat n'a pas craint d'affirmer récemment que, sur un seul réseau, 7.000 kilomètres de lignes étaient encore équipées avec des procédés de signalisation remontant à 1842 ! Nous reviendrons, du reste, sur ce problème capital de la sécurité en chemin de fer pour montrer ce qui a été fait à l'étranger et ce que l'on pourrait faire en France, en faisant appel à toutes ces applications électromécaniques modernes qui, de plus en plus, permettent de substituer le contrôle automatique à la main-d'œuvre humaine. C'est là que la *Science* se révèle bienfaisante, lorsqu'elle tend, par tous ses moyens, à « conserver » la *Vie*.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, page 177.

LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE ALLÉGÉE DES VOITURES DE CHEMINS DE FER PERMET DE CONCILIER LA SÉCURITÉ AVEC L'ÉCONOMIE D'EXPLOITATION

De récentes catastrophes de chemins de fer ont mis en lumière que les voitures de chemins de fer à charpente en bois, étant donné leur résistance insuffisante en cas de collision, ne correspondent plus aux conditions actuelles de l'exploitation : vitesses accrues, trains plus lourds, horaires plus chargés. Par contre, les voitures métalliques, dont certaines roulent depuis une dizaine d'années sur les grandes lignes françaises, se sont toujours parfaitement comportées en cas d'accident et ont, maintes fois, sauvé la vie à de nombreux voyageurs dans des circonstances critiques. Cette supériorité a été reconnue d'une façon très nette au Congrès des Chemins de fer de Madrid, où ont été adoptées les conclusions des ingénieurs français chargés de fournir un rapport sur cette question.

Ce point étant acquis, il faut bien se rendre compte que la substitution de voitures métalliques aux voitures en bois exige un gros effort sur lequel nous avons déjà attiré l'attention de nos lecteurs (1).

Toutefois, s'il est juste de placer au premier rang le souci de sécurité, il serait injuste de ne pas considérer le problème posé aux réseaux. Il est indéniable que la voiture métallique entraîne un accroissement sensible du tonnage des convois remorqués. Pour y faire face, il faut par conséquent accroître la puissance des locomotives, ce qui implique une augmentation du poids adhérent et, par suite, de la charge par essieu moteur. Mais alors intervient la résistance de la voie qui, malgré les travaux de renforcement exécutés au cours de ces dernières années, impose des limitations très strictes, et l'on a même avancé que le poids excessif de certaines machines modernes pourrait être, plus ou moins, la cause de déraillements tels que celui d'Evreux, en octobre dernier. De ces quelques considérations, il résulte que l'on doit s'efforcer d'alléger les véhicules, sans compromettre leur résistance.

(1) Voir page 254 de ce numéro.

L'allègement du matériel roulant est susceptible : soit d'accroître la capacité de transport de lignes d'arrivées à leur limite d'exploitation, soit de permettre l'emploi de locomotives encore en bon état, mais dont la puissance est devenue trop faible, soit de réduire les dépenses d'énergie ou d'exploitation en général, soit enfin de diminuer les frais de premier établissement (l'économie d'énergie ayant, en effet, une répercussion sur l'importance des parcs de machines, des sous-stations et des lignes de distribution de courant — cas de la traction électrique).

Parmi les résistances rencontrées pour la traction des véhicules, les principales sont proportionnelles au poids transporté. De même, l'énergie nécessaire pour les accélérations est proportionnelle à ce poids. Par contre, la résistance de l'air en est indépendante et n'est fonction que de la forme des véhicules. Par conséquent, l'allègement interviendra utilement dans les deux premiers cas, et l'étude aérodynamique des trains assurera le minimum de résistance de l'air.

En dehors des économies de poids que l'on peut réaliser par des modes de construction utilisant mieux la matière (soudure, emboutissage, etc.), les alliages légers sont évidemment tout désignés pour la recherche de l'allègement. Mais, bien entendu, nous supposons que leur emploi est effectué à égalité de résistance avec les matériaux qu'ils sont destinés à remplacer. Cette égalité de résistance absolue doit avoir pour conséquence non pas une sécurité égale, mais un accroissement de celle-ci, puisque la diminution de poids entraîne une diminution de l'inertie et, par suite, de la force vive à absorber en cas d'accident.

Dans l'état actuel de la technique, il serait facile, certes, de réaliser des véhicules dont le « poids mort » serait considérablement inférieur à celui obtenu ordinairement. Mais cet allègement pourrait occasionner des dépenses hors de proportion avec le but à atteindre et non compensées par les éco-

nomies résultant de la diminution de poids.

L'emploi des alliages légers à haute résistance doit donc être envisagé rationnellement. Ainsi, dans une voiture de chemin de fer, le travail demandé à chaque élément croît de haut en bas ; tout allègement du haut aura sa répercussion sur les éléments du bas. Sur une motrice, la diminution du poids permettra de réduire la puissance des moteurs, donc leur poids. Dans ce cas, il

présente l'importante propriété de prendre la trempe. Alors qu'à l'état recuit, sa charge de rupture est de 20 kilogrammes par millimètre carré, après trempe, cette charge atteint 40 et 45 kilogrammes. Pour les aciers, cette charge est de 20 à 24 kilogrammes (acier extra-doux), de 32 à 38 kilogrammes (aciers demi-durs) et de 85 à 100 kilogrammes (aciers extra-durs).

La trempe du duralumin s'exécute en

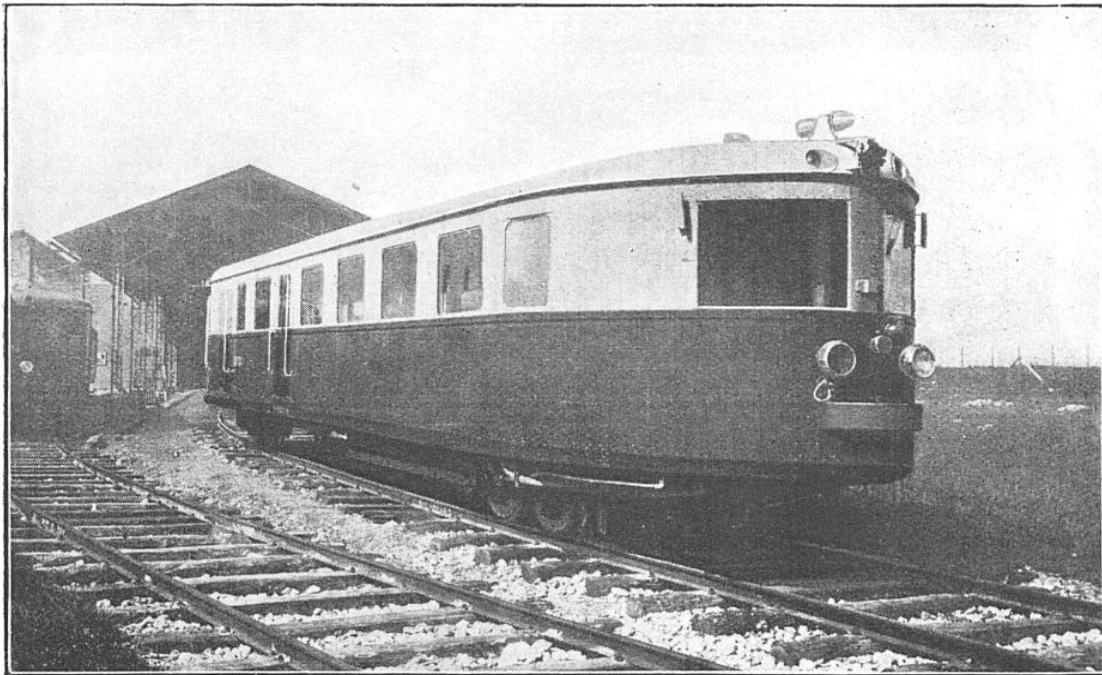


FIG. 1. — AUTOMOTRICE DES « ENTREPRISES INDUSTRIELLES CHARENTAISES » ÉTABLIE POUR LES CHEMINS DE FER DU MIDI (« PAULINE », TYPE N° 2 bis)

Le poids de cette automotrice est de 10.800 kilogrammes pour 55 places assises.

faudra évidemment utiliser au maximum l'adhérence.

D'autre part, on sait que la bonne tenue d'un véhicule aux grandes vitesses dépend du rapport du poids suspendu au poids non suspendu, de la position du centre de gravité (qui ne doit être ni trop haut, ni trop bas), etc. L'allègement de la partie supérieure doit donc être compensé par un allègement des bogies.

Parmi les alliages légers d'aluminium à haute résistance, le *duralumin* se présente au premier plan. On sait que c'est un alliage dont les constituants principaux sont le cuivre (4%), le magnésium (0,6%) et le manganèse (0,6%), le solde étant constitué par de l'aluminium commercial. Cet alliage

portant l'alliage à une température de 500° et en le plongeant dans de l'eau à la température ambiante. Ainsi, les caractéristiques du duralumin sont voisines de celles de l'acier doux, mais il est trois fois plus léger. Cependant, le duralumin a un faible module d'élasticité (7.500) comparé à celui de l'acier (20.000). Les organes en duralumin devront donc présenter des formes à grand moment d'inertie (formes tubulaires ou à caisson). D'ailleurs, dans un choc, la faible valeur du module d'élasticité n'est pas un inconvénient. En effet, le duralumin absorbera, à taux de travail égal, trois fois plus d'énergie que l'acier.

Les assemblages se font normalement par rivetage ; la soudure autogène n'est pas à

conseiller car elle ne permet pas de maintenir les caractéristiques complètes conférées par le traitement thermique. La soudure électrique par points, par laquelle on a déjà obtenu des résultats intéressants, fournira probablement une solution dans un avenir peut-être prochain.

Le duralumin est non seulement léger et résistant, il est aussi inoxydable, et son emploi permet donc une économie de pein-

Nous n'entrerons pas ici dans le détail du coût de l'allégement et des bénéfices qui en résultent. Avec un allégement approprié, on peut, sur une rame comprenant, en général, une dizaine de voitures, en gagner une ou deux ; sur les grands parcours, le gain réalisé d'une voiture sur cinq peut, dans certains cas, faire ressortir, en trente ans, un bénéfice susceptible d'atteindre plusieurs centaines de mille francs.

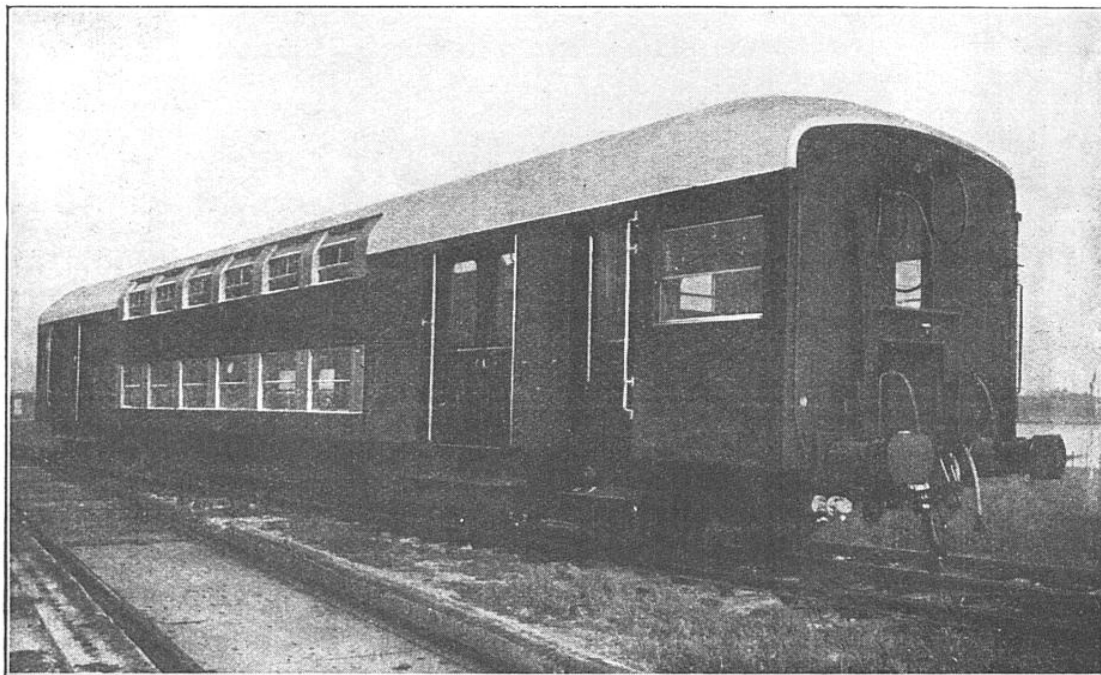


FIG. 2. — NOUVELLE VOITURE DE BANLIEUE « A ÉTAGES » DU RÉSEAU DE L'ÉTAT
Tare : 47.450 kilogrammes. Poids des alliages légers employés : 4.900 kilogrammes. L'allégement de la caisse, obtenu par l'emploi combiné d'alliages légers et d'aciers spéciaux, est de 16 %.

ture et d'entretien. Signalons que ses propriétés, loin d'être altérées, sont améliorées par le temps (maturation). En dix ans, la charge de rupture et la limite élastique augmentent de 2 kg/millimètre carré environ, les allongements restant constants.

Ainsi, tout en conservant les essieux montés, les ressorts, les boîtes à graisse et les attelages en acier, on peut, grâce au duralumin, envisager un allégement de 50 %. Parmi les projets de voitures allégées de cette façon, citons le type étudié par l'O. C. E. M. (Office Central d'Etudes du Matériel de Chemin de fer). Son poids ancien était de 40 tonnes : 16,5 tonnes de métaux lourds ont été remplacés par 6,5 tonnes d'alliages légers, soit un allégement de 25 %.

Quelques applications des alliages légers sur le matériel roulant

Dès 1924, la Compagnie des Chemins de fer du Nord a utilisé l'aluminium pur et ses alliages (allégement de 10 % au moyen de 3 tonnes environ d'aluminium).

La Compagnie des Wagons-Lits a mis en service, en 1929, de nouvelles voitures, pour le « Train bleu », dans lesquelles la toiture est en tôle de duralumin de 1 mm 5 d'épaisseur.

La Compagnie des Chemins de fer de l'Etat a construit trois cents voitures pour grande banlieue, où les organes suivants sont en duralumin : toiture, jet d'eau, cloisons intérieures, encadrement des baies,

cadres de glaces, panneautage intérieur, supports de banquettes, bancs d'appui, loqueteaux.

En Amérique, dès 1927, la « Pennsylvania Railroad » a mis en service sept voitures dont la caisse est presque entièrement en alliages légers. L'« Illinois Railroad » a en service cent quarante voitures allégées, dont certaines datent de 1924.

Plus près de nous, il faut signaler l'emploi des alliages légers sur l'autorail des Chemins de fer du Midi, la « Pauline ». A vide, cet autorail ne pèse que 6,5 tonnes pour une charge utile de 5,5 tonnes (61 places assises

tôles de panneautage, de pavillon et de plancher sont en duralumin. L'almasilium (1) a servi pour le panneautage intérieur et l'aluminium pour les plafonds. On a utilisé également certains profilés en duralumin. Pour pousser au maximum l'allègement, l'isolement a été réalisé avec l'« alfol », composé de trois feuilles d'aluminium froissé disposées entre les panneautages, dans la paroi verticale et dans le pavillon de la voiture. Le poids unitaire de ces voitures est de 47 tonnes seulement. On estime que l'allègement, pour la caisse seule, par rapport à une construction similaire en acier, attein-

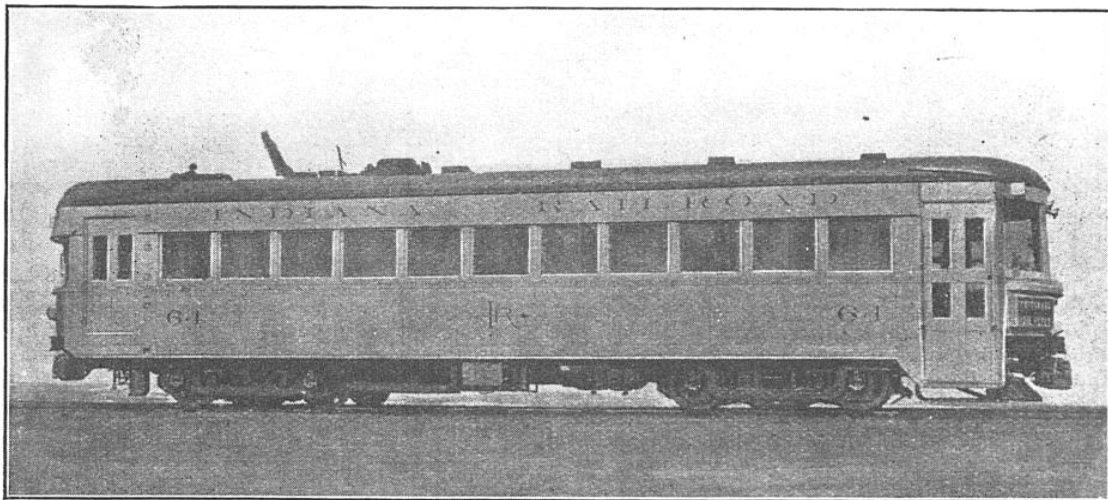


FIG. 3. — VOITURE AMÉRICAINE CONSTRUITE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM PAR LA « PULLMAN CAR AND MANUFACTURING CORPORATION » DE CHICAGO

et bagages), soit un poids mort par voyageur de 108 kilogrammes seulement. Cette légèreté a permis l'emploi d'un diesel de 75 ch seulement. Tout le châssis-caisse métallique, en duralumin, a été établi d'après les considérations que nous avons énumérées.

Les Chemins de fer de l'Etat, en plus des trois cents voitures métalliques construites en 1930, ont étudié, en 1931, l'allègement de quatre-vingts nouvelles voitures. Leur toiture est en tôle de duralumin de 2 millimètres d'épaisseur et de 4 millimètres au-dessus des plates-formes.

Enfin, les voitures de banlieue, dites « à étage », du réseau de l'Etat, récemment mises en service (juin 1933), sous la forme d'un train complet, sur la ligne Paris-Argenteuil et Conflans, n'ont pu être réalisées que grâce à l'emploi combiné des aciers spéciaux pour l'ossature et des alliages légers pour tout le reste de la caisse. Toutes les

gnant d'ailleurs une charge par essieu inadmissible, est de l'ordre de 9 tonnes ; en un seul voyage, 2.040 personnes peuvent être transportées, tandis qu'avec l'ancien matériel, composé de voitures de 39 tonnes, le même train ne pouvait emporter que 1.508 voyageurs : 25 tonnes de plus correspondent à un accroissement de 500 voyageurs.

Ces exemples montrent que l'aluminium et ses alliages à haute résistance du type duralumin sont susceptibles d'apporter une utile contribution au problème qui se pose actuellement dans les chemins de fer, pour concilier les exigences de la sécurité avec celles d'une exploitation économique, en utilisant au maximum les voies et le matériel de traction dans leur état actuel.

J. M.

(1) L'almasilium est un alliage d'aluminium, de magnésium et de silicium ayant des qualités intermédiaires entre celles de l'aluminium et du duralumin.

L'ENSEIGNEMENT DES LANGUES

L'ŒUF DE COLOMB

RENAN disait, après une longue vie d'études, qu'il aurait souhaité pouvoir lire les livres d'écoliers cinquante ans plus tard : il prévoyait que les enfants apprendraient dans ces livres élémentaires, avant l'âge de quinze ans, ce qu'au XIX^e siècle il fallait toute une vie pour découvrir, et bien des merveilles que le XIX^e siècle ignorait encore.

Voici reprise la même idée par le professeur docteur A.-F.-H. Swaen, de l'Université d'Amsterdam, qui écrivait récemment : « Je ne puis m'empêcher de tenir pour favorisés les hommes d'aujourd'hui, qui ont à leur disposition des instruments de travail d'une telle supériorité pour étudier et pratiquer les langues étrangères. »

Rapidité du progrès : H.-G. Wells, dans ses ouvrages d'anticipation, qui semblaient devoir ne concerner qu'un avenir lointain, annonçait le temps où l'on n'apprendrait plus toujours penché sur des livres ni emprisonné dans des écoles, mais par tous les moyens de l'expérience et de l'industrie humaine, — où les langues seraient enseignées beaucoup plus par la parole vivante, mécaniquement reproduite, que par des textes muets, des versions et des thèmes insipides. Quand Wells fut mis en présence de la Méthode Linguaphone, il constata que sa lointaine anticipation se trouvait réalisée après quelques années à peine. Il apprit lui-même, par cette méthode, le français et l'italien.

Ainsi, en quelques années, l'anticipation se trouvait dépassée par la pratique, ceci grâce à un effort et à une minutie, dans la création de cette méthode moderne, qui font honneur à ses fondateurs. Plus de cent professeurs, les linguistes les plus réputés de chaque pays, furent mis à contribution pour compiler ce qu'il fallait retenir des méthodes anciennes, ce que la phonétique moderne fournissait comme bases scientifiques, et pour créer une méthode absolument originale et complète, simple pour l'élève, mais d'autant plus soigneusement graduée pour le mener sans obstacles à une connaissance complète de la langue.

Voici un impatient qui, plus pressé que Wells, reproche à cet immense progrès d'être venu trop tard : « ... je vous déclare que votre Méthode n'a qu'un défaut, c'est de n'avoir pas été créée plus tôt. Quelles pertes

de temps et quelles corvées j'aurais évitées ! Et je n'aurais surtout pas pris l'habitude de ces fautes d'accent dont il est ensuite difficile de se défaire ». (M. Mergel, journaliste.)

Ainsi une spirituelle dame reprochait aux médecins qu'ils trouvaient bien un jour le moyen de ne plus mourir, mais que, ce jour-là, elle serait morte.

M. Mergel, que nous venons de citer, soulève une question intéressante : pourquoi tant de personnes très cultivées parlent-elles si mal les langues qu'elles savent ? Pourquoi ne corrigent-elles jamais leurs fautes d'accent, même après un séjour prolongé dans le pays même ?

La réponse est simple : elles ont appris la langue selon une méthode défectueuse, elles n'ont jamais fait un effort logique, par la suite, pour se corriger. A l'école, l'élève entend surtout prononcer ses camarades.

Par suite, il acquiert tout juste l'accent caricatural, le jargon pénible et plein de fausses tournures du Français-qui-parle-anglais, tout comme les élèves d'outre-Manche prennent dans leurs écoles l'accent bien connu de l'Anglais-qui-parle-français.

Il faudrait écouter, écouter, écouter. Ces oiseleurs, qui parviennent à imiter le chant des oiseaux, en cherchent-ils les modulations dans les livres ? Non. Ils écoutent, ils reproduisent directement, après avoir encore et encore écouté.

J'ai beaucoup travaillé avec des étrangers à qui chacun disait, après leur avoir entendu prononcer une dizaine de mots à peu près correctement : « Mais vous parlez très bien. Je n'aurais jamais reconnu que vous n'êtes pas Français... »

Compliments de pure politesse. Tout au contraire, mon étonnement fut toujours d'entendre si mal prononcer le français par des hommes cultivés, administrateurs, directeurs, chefs de services dans de grandes entreprises, demeurés très longtemps en France. J'en vins à me demander si l'homme-qui-parle-parfaitement-une-langue-étrangère n'est pas une invention de roman. Le grand diplomate Jusserand, artisan de l'amitié franco-américaine, qui rédigeait lui-même et prononçait en anglais ses discours, qui publiait de nombreux articles très remarqués aux Etats-Unis, qui était reçu par le président Roosevelt (le premier en date) et par les

Américains, comme un véritable compatriote, serait-il un cas exceptionnel parmi les membres du corps diplomatique, et, même dans cette profession vouée aux langues, le type du diplomate caricaturé dans la *Veuve Joyeuse* représenterait-il la règle, dont Jusserand n'était qu'une rare exception ?

La faute en est certainement aux méthodes d'enseignement des langues qui ont sévi jusqu'à ces dernières années.

On remarque que les enfants prennent plus vite que leurs parents l'accent d'une ville où tous ensemble viennent habiter. L'adulte a une mémoire plus persistante, et si tenace même que, s'il se met en tête une tournure défectueuse, il doit faire effort, par la suite, pour s'en débarrasser.

Si vous avez appris déjà une langue que vous parlez encore avec hésitation, ne laissez pas se fixer dans votre cerveau les erreurs qui, de plus en plus, s'y *cristalliseront* tant que vous persisterez à vous écouter vous-même.

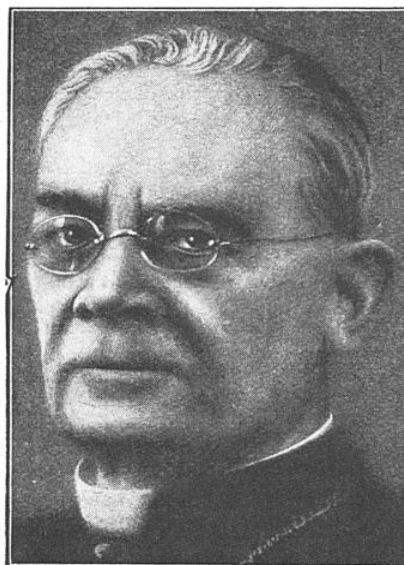
La trouvaille, l'œuf de Colomb de l'enseignement des langues, est réalisée. Elle est simple, bien qu'elle ait exigé pour être parfaite les derniers progrès de l'enregistrement du son, des méthodes pédagogiques, la collaboration de centaines de techniciens, professeurs et artistes. « Les plus belles inventions, les plus grandes découvertes, il fallut des siècles pour les faire, il suffit d'une heure pour les dire. » (Anatole France.) L'essentiel de cette trouvaille, c'est écouter, écouter, écouter encore, avant de fixer les mots dans votre cerveau en les répétant.

La nécessité de parler bien est telle que



LE GRAND ÉCRIVAIN H.-G. WELLS

Il annonça, dans ses œuvres d'anticipation, l'utilisation de l'enregistrement du son pour l'enseignement des langues.



MONSEIGNEUR BAUDRILLARD

Recteur de l'Institut Catholique de Paris

Il a écrit en propres termes : « D'après le témoignage de plusieurs de nos professeurs, le Linguaphone rend, effectivement, d'importants services pour l'enseignement des langues. C'est un très bon auxiliaire du maître. »

Bernard Shaw, s'adressant aux auditeurs de Linguaphone pour lequel, enthousiasmé, il enregistrait lui-même quelques pages d'anglais écrites tout exprès, suppose que ces auditeurs peuvent être non seulement des étrangers apprenant l'anglais, qu'il débite dans ces disques avec une perfection d'orateur et d'homme de théâtre, mais des Anglais, des Américains, des coloniaux qui voudront corriger leur accent régional.

De même des Espagnols, des Américains du Sud utilisent le Linguaphone pour apprendre le castillan, langue officielle des Espagnes. En Italie, où certaines provinces ne parlaient que patois, beaucoup étudient de même l'italien officiel.

Les langues nationales ne sont plus, comme au moyen âge, des amalgames confus. La littérature, l'imprimerie, les académies, l'enseignement les ont fixées. Chacune forme un tout solide, de plus en plus solide depuis que la radiophonie vient contribuer encore à l'unifier. La moindre erreur de mot ou d'accent est une grosse faute. Il était normal que les mêmes progrès qui unifiaient les langues fissent naître aussi le moyen de les apprendre parfaitement. Il n'est plus permis, aujourd'hui, de parler mal.

JEAN PUYRAUD.

N.-B. — L'Institut Linguaphone, 12, rue Lincoln, Paris, se tient à la disposition de tous pour leur fournir tous les renseignements qu'ils désirent.

LES A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

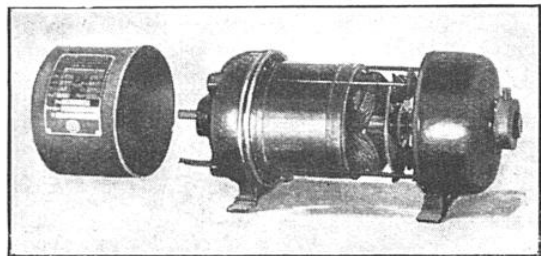
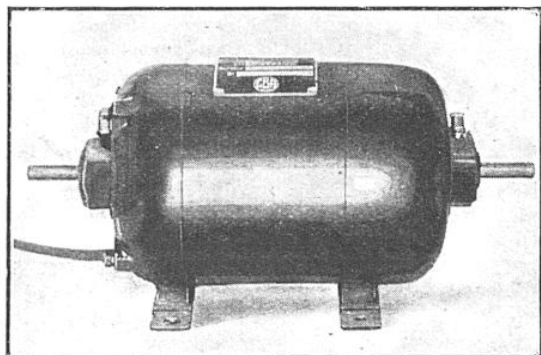
Par V. RUBOR

Le moteur électrique qui démarre et marche tout seul

ON ne compte plus désormais les emplois du petit moteur électrique. Nos lecteurs ont pu, au cours de très nombreux articles, constater que cet auxiliaire indispensable de toutes les industries est utilisé dans les cas les plus imprévus, et même, parfois, pour des besognes où l'on n'aurait jamais songé, il y a quelques années, à remplacer la traditionnelle « main de l'homme ».

Restait toujours à résoudre l'éternel problème du démarrage, exigeant, pour la mise en route, l'utilisation du rhéostat, donc l'intervention humaine. Gros inconvénient qu'il fallait absolument supprimer, en atteignant l'automatisme totale.

Les Etablissements Ragonot ont atteint la solution longtemps recherchée et leur *Monocouplex* constitue enfin « le moteur qui marche tout seul et qui part tout seul ».



LE MOTEUR « MONOCOUPLEX », VUES EXTÉRIEURE ET INTÉRIEURE

Il possède, en effet, un couple de démarrage tel que l'attaque de n'importe quel travail se fait instantanément, sans à-coup, sans broutage et sans intervention, par conséquent, du conducteur.

Dans le type à phase auxiliaire, ce couple de démarrage est égal à 120 % du couple normal. Dans le type « à capacité », ce couple atteint 200 et même 250 % du couple normal.

Et, cependant, l'appel de courant au démarrage demeure très faible, ce qui évite tout déséquilibre dans le circuit et permet donc de mettre le *Monocouplex* en fonctionnement quelle que soit l'alimentation nécessitée par les appareils en charge en même temps que lui.

Ajoutons encore que le *Monocouplex* est absolument silencieux, précisément parce qu'il ne vibre jamais, et qu'il a été conçu dans un large esprit mécanique par des spécialistes qui ont su, de tout temps, traquer les parasites sonores ou électriques.

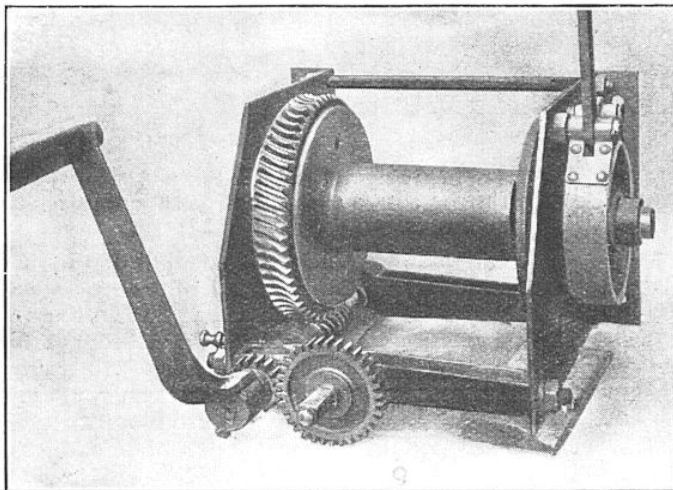
Enfin, qualité fort appréciable, le rendement et le facteur de puissance de ce moteur sont excellents, et, comme l'esthétique d'un appareil dépend, en définitive, de la perfection de ses divers éléments, il se trouve que le *Monocouplex*, — ce qui ne gâte rien, — est d'un aspect parfaitement équilibré.

ETABLISSEMENTS RAGONOT, 15, rue de Milan, Paris (9^e).

Les plus lourds fardeaux peuvent être manipulés à la main

Sous ce titre, nous avons récemment signalé (*La Science et la Vie*, n° 199, page 92) comment était résolu le problème si important de la manutention, grâce à un treuil à main ingénieusement conçu. Pour répondre aux nombreuses demandes de renseignements qui nous ont été adressées par nos lecteurs, nous donnons ci-dessous quelques détails complémentaires sur cet appareil.

Nous signalerons tout d'abord l'*encliquetage semi-automatique* breveté qui permet le dévidage instantané de la chaîne, ou du câble, en travail à vide. La roue, la noix, ou le tambour du treuil forment deux pièces distinctes. Pour dévider, il suffit de tirer en arrière et de tourner d'un quart de tour le bouton servant d'entraînement placé sur la face extérieure de la roue. La noix ou le tam-



VUE DU TREUIL-HALEUR A MAIN « R. L. C. »

bour sont ainsi libérés et se dévident à volonté, de sorte que toute perte de temps est évitée pour la reprise immédiate d'une nouvelle manutention.

Voici maintenant le *dispositif semi-automatique* breveté pour la mise en place et l'enlèvement instantané du treuil sans serrer ou desserrer aucun boulon ou écrou.

Deux axes à tête large, en haut, et deux pièces en acier moulé, avec axe à ressort, en bas, sont boulonnés sur les cornières du treuil. D'autre part, deux pièces (fer à U et fer plat à encoches) sont boulonnées sur le point d'appui (ranchet, mât ou échafaudage) devant recevoir le treuil.

Pour la mise en place, il suffit de présenter

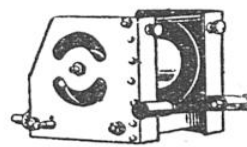
les axes à tête large au-dessus des encoches du fer plat et de laisser descendre, les axes s'emboîtant dans les encoches. Tirer ensuite les axes à ressort, qui, déjà au niveau des trous du fer à U, s'y logent automatiquement. Pour enlever le treuil, tirer en arrière les axes à ressort et soulever l'appareil de 3 centimètres environ.

Dans ces conditions, il est évident que l'on peut aisément utiliser un seul treuil pour charger plusieurs véhicules, effectuer le chargement alternatif des deux côtés d'un véhicule. Un seul homme suffit pour exécuter la mise en place ou l'enlèvement.

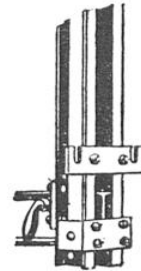
En outre, grâce à son faible poids et à ses dimensions réduites, ce treuil peut être logé dans le coffre même du véhicule. Il est donc toujours à pied d'œuvre au moment précis de son utilisation.

MM. R. LARMIGNAT & A. LE MONNIER, 134, rue Sadi-Carnot, à Vanves (Seine).

V. RUBOR.



DISPOSITIF POUR LA MISE EN PLACE ET L'ENLÈVEMENT INSTANTANÉ DU TREUIL NE NÉCESSITANT AUCUN ÉCROU



POUR L'ÉLECTRIFICATION DU HOME

LE SALON DES ARTS MÉNAGERS, qui vient d'avoir lieu à Paris, nous a montré de nombreux appareils électromécaniques et électrothermiques pour fournir à notre home, confort, hygiène, « main-d'œuvre » mécanique. Mais combien peu de ces appareils sont encore répandus en France au prix où l'on vend actuellement l'énergie électrique ? A l'étranger, il en est tout autrement, surtout dans les pays scandinaves et dans l'Amérique du Nord. Qu'on en juge : au Canada, la ville de Winnipeg, — l'un des plus grands ports à blé du monde, — qui compte 200.000 habitants seulement, possède cependant 55 % de ses logements équipés de cuisinières électriques et 40 % d'accumulateurs d'eau chaude, sans omettre, bien entendu, les armoires frigorifiques, les grille-pain, les aspirateurs, les machines à laver et à repasser, qui figurent dans la plupart des foyers canadiens. Or, dans une ville comme Paris (plus de 3.000.000 d'habitants !) le nombre d'appareils ménagers électriques n'atteint pas celui de Winnipeg : nous en sommes encore réduits — pour la plupart d'entre nous — au mode préimé de la cuisine et du chauffe-bain au gaz, si peu pratiques et cause de tant d'accidents. En 1933, d'après les statistiques officielles si bien tenues au Nouveau Monde, on comptait 300.000 cuisines électriques en service au Canada, plus de 450.000 machines à laver, 150.000 armoires frigorifiques, 125.000 chauffe-eau, tout cela, bien entendu, marchant à l'électricité. Rappelons-

nous que le Canada ne compte que quelque 9.000.000 d'habitants. Quant aux États-Unis, c'est peut-être le pays le plus « électrifié » du monde, surtout si l'on tient compte de ses 120 millions d'habitants. Au début de l'année 1933, d'après l'*Electrical Merchandising* (janvier 1934), les appareils électrodomestiques étaient plus répandus encore ; en effet, par rapport au nombre d'abonnés, il y avait 99 % qui possédaient un fer à repasser, plus de 50 % des aspirateurs, 40 % des machines à laver ! On a dit que l'accroissement du nombre des abonnés et de la consommation électrique constituaient une preuve du degré de la civilisation d'un peuple, car elle indiquait le niveau de vie de sa population. A ce point de vue, nous avons encore beaucoup à faire, en France, sous l'angle du progrès matériel et social. Ce retard provient surtout de la cherté de l'énergie électrique dans notre pays qui est loin d'être rationalisée dans la production. Une personnalité qualifiée de la construction électrique nous disait récemment : « Les appareils électrodomestiques sont vendus sur le marché français à un prix trop élevé parce que leur nombre trop restreint s'oppose à la fabrication en grande série. Mais s'ils restent trop peu répandus, c'est parce que le courant est lui-même beaucoup trop cher. » Le progrès scientifique, s'il n'entraîne pas l'abaissement des prix dans le domaine économique, n'est pas un bienfait social.

B. G.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

La technique du graissage, par H. Brillié. 1 vol. 44 pages, 11 planches hors texte, Prix franco : France, 21 fr. 75 ; étranger 24 fr. 50.

Une étude fort bien documentée et originale sur le graissage rationnel, vient d'être publiée par les soins de l'ingénieur en chef Brillié. On y trouve la description d'un nouveau système de graissage fort ingénieux, dont nous avons d'ailleurs donné un aperçu dans cette revue (2). Ce système de graissage, réalisé par l'auteur en collaboration avec M. Martin du Pont, a déjà reçu de nombreuses applications, en particulier dans la marine où il a donné des résultats remarquables. Mais son domaine d'utilisation s'étend chaque jour. La présente étude est plus particulièrement consacrée à son emploi sur le moteur Diesel, dont il augmente notablement le rendement mécanique. Tous ceux qui s'intéressent aux progrès du moteur Diesel — dont l'évolution rapide nous laisse prévoir de multiples applications — auront le désir de prendre connaissance de ce travail mécanique de premier ordre.

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 303.

Italo Balbo, maréchal de l'air. Prix franco : France, 16 fr. 75 ; étranger, 20 francs.

Après Mussolini, le maréchal Balbo apparaît comme le personnage le plus représentatif de l'Italie moderne. Sa vie et son œuvre sont passionnantes, car elles relèvent à la fois de la légende et de l'histoire. 320 pages de lecture aisée constituent un film romancé vraiment captivant que l'on dévore en une soirée.

Signalons deux volumes sur l'**Evolution de la science française**, depuis les origines jusqu'à nos jours. Tome I, prix franco, 30 francs ; étranger, 34 francs. Tome II, prix franco : France, 30 fr. 75 ; étranger, 35 francs.

Tous ceux qui s'intéressent au mouvement des idées pures pourront consulter cet ouvrage où toutes les sciences sont passées en revue : mathématiques, astronomie, physique, biologie, médecine, économie politique, sciences juridiques et historiques, philosophie, etc... Magnifique document de la pensée française à travers les siècles, où la part essentielle qu'a prise notre pays au progrès contemporain est marquée à la place d'honneur qui revient toujours à son génie.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 55 fr.
	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois... 50 —

Pour les autres pays :

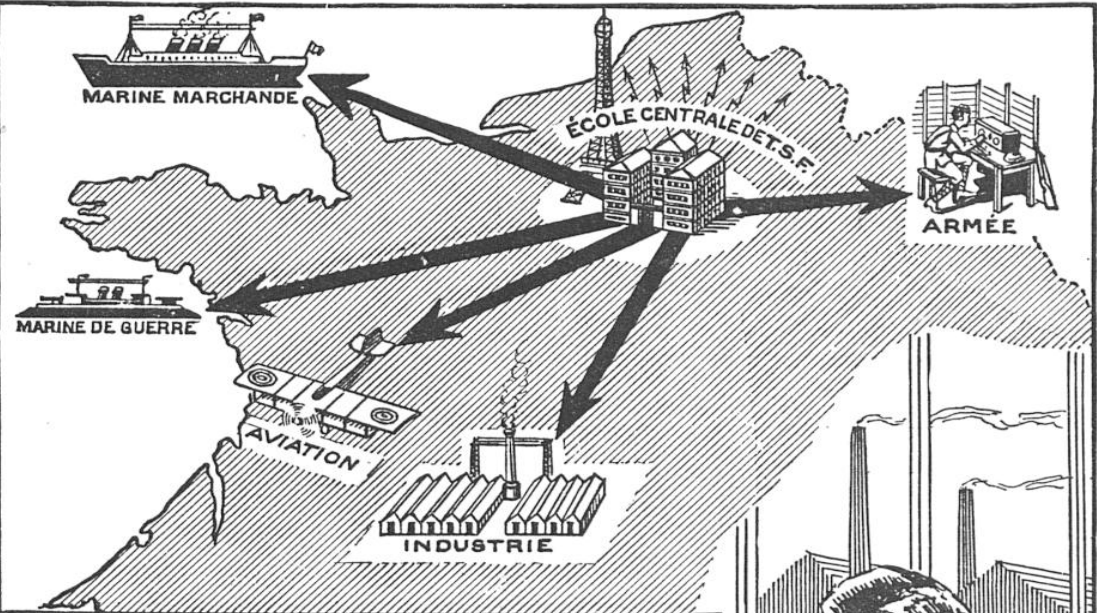
Envois simplement affranchis.....	{ 1 an 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an 90 fr.
	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X°
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS (2^e)

Toutes les préparations

PROFESSIONNELLES. - Radiotélégraphistes des Ministères et Grandes Administrations ; Officiers-Radio de la Marine Marchande ; Ingénieurs, Sous-Ingénieurs ; Chefs-Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. Coloniales.

MILITAIRES :

- Génie.** - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.
- Aviation.** - Breveté Radio.
- Marine.** - Breveté Radio.

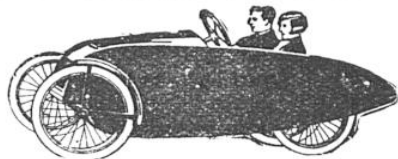
Durée moyenne des études : 5 à 12 mois

Cours du jour, du soir et par correspondance

Demander renseignements pour la nouvelle session du 10 Avril 1934




UN VÉLO-VOITURE

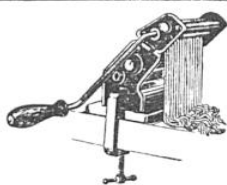


LE VÉLOCAR

Plus rapide et plus confortable qu'une bicyclette
2 PERSONNES, 3 VITESSES

Demandez notice détaillée (Envoyez timbre pour réponse)

MOCHET, 68, Rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)



Les pâtes fraîches sont
supérieures aux pâtes
sèches et coûtent
trois fois moins.

Préparez-les chez vous très
rapidement et très écono-
miquement avec la machine

COMUS

(décrite dans le n° de Décembre de *La Science et la Vie*)
Modèles depuis **95 francs**. GARANTIE DE 5 ANS
Envoi notice gratuite sur demande

Etablissements LAFFITTE
4, Galerie Montpensier (Palais-Royal) - PARIS-1^{er}

VOICI DE BONS OUVRAGES

récemment parus, que

LA SCIENCE ET LA VIE

VOUS RECOMMANDE

Une nouvelle rubrique de *La Science et la Vie* a pour but d'établir entre nos nombreux lecteurs répartis dans le monde entier et les meilleurs éditeurs français un trait d'union permettant aux uns de se procurer les volumes qu'ils désirent, aux autres de faire connaître en France comme à l'étranger les ouvrages nouveaux que *La Science et la Vie* a jugés dignes d'être recommandés plus particulièrement. Notre Service de Bibliographie se charge de les procurer et de les expédier dans les mêmes conditions de prix que les libraires et éditeurs, et fournit gratuitement tous les renseignements que des lecteurs souvent très éloignés ne pourraient que difficilement se procurer, d'où perte de temps et d'argent.

CHEMINS DE FER DE PARIS A ORLÉANS ET DU MIDI

ALGER

à 36 heures de Paris

PAR

PORT- VENDRES

Transbordement direct du train au paquebot

La voie la plus rapide entre PARIS et ALGER est celle de Paris-Quai d'Orsay - Toulouse - Port-Vendres.

La traversée est assurée en 21 heures par le rapide et confortable paquebot *El Mansour* de la Compagnie de Navigation Mixte; ce paquebot moderne est pourvu des dispositifs de sécurité les plus perfectionnés.

Dans le sens France-Algérie, il correspond à un train-paquebot partant de Paris-Quai d'Orsay les dimanches et jeudis soirs à 19 h. 20 (toutes classes, couchettes de 1^{re} classe et wagon-restaurant); l'arrivée à Alger a lieu le surlendemain matin à 7 h. 30 (durée totale du voyage, 36 h. 10).

C'est non seulement la voie la plus courte, mais celle qui traverse les eaux les mieux abritées.

ECHOVOX

enregistre
LA PAROLE,
LE CHANT
 et
LES ÉMISSIONS DE T. S. F.
 pour

48 fr.

EN VENTE chez les marchands de phonos et T. S. F.

REMO
 1, rue Lincoln, Paris

Devenez Ecrivain

Un bon rédacteur se fera toujours une place de premier plan, quelle que soit la carrière où le portent ses préférences. Savoir bien rédiger est une condition essentielle de réussite, non seulement dans la presse et l'édition, mais dans la publicité, les affaires, l'administration, l'industrie.

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

Demandez, aujourd'hui même, le volumineux programme illustré des Cours A. B. C. de rédaction littéraire et pratique, qui vous sera envoyé franco et sans engagement.

ENVOYEZ CE COUPON SANS RETARD

ÉCOLE A. B. C. DE RÉDACTION, Groupe B 5
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris-8^e

Monsieur le Directeur,

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

Nom :

Adresse :

Les étonnantes possibilités de la mémoire

J'étais loin de me douter, en arrivant chez mon ami B.-E. Borg, que j'allais être le témoin d'un spectacle vraiment extraordinaire et dépasser ma puissance mentale.

Il m'avait appelé à l'autre bout du monde pour parler à ses compatriotes de Joffre et de nos grands maréchaux, et, le soir de mon arrivée, après le champagne, la conversation roula naturellement sur les difficultés de la parole en public, sur le grand travail que nous impose, à nous autres conférenciers, la nécessité de savoir à la perfection le mot à mot de nos discours.

B.-E. Borg me dit alors qu'il avait probablement le moyen de m'étonner, moi qui lui avais connu, lorsque nous faisions ensemble notre droit à Paris, la plus déplorable mémoire.

Il recula jusqu'au fond de la salle à manger et me pria d'écrire cent nombres de trois chiffres, ceux que je voudrais, en les appelant à haute voix. Lorsque j'eus ainsi rempli du haut en bas la marge d'un vieux journal, B.-E. Borg me récita ces cent nombres dans l'ordre dans lequel je les avais écrits, puis en sens contraire, c'est-à-dire en commençant par les derniers. Il me laissa aussi l'interroger sur la position respective de ces différents nombres ; je lui demandai, par exemple, quel était le 24^e, le 72^e, le 38^e, et je le vis répondre à toutes mes questions sans hésitation, sans effort, instantanément, comme si les chiffres que j'avais écrits sur le papier étaient aussi écrits dans son cerveau.

Je demeurai stupéfait par un pareil tour de force et je cherchai vainement l'artifice qui avait permis de le réaliser. Mon ami me dit alors : « Ce que tu as vu, et qui te semble extraordinaire, est en réalité fort simple : tout le monde possède assez de mémoire pour en faire autant, mais rares sont les personnes qui savent se servir de cette merveilleuse faculté. » Il m'indiqua alors le moyen d'accomplir le même tour de force et j'y parvins aussitôt, sans erreur, sans effort, comme vous y parviendrez vous-même demain.

Mais je ne me bornai pas à ces expériences amusantes et j'appliquai les principes qui m'avaient été appris à mes occupations de chaque jour. Je pus ainsi retenir avec une incroyable facilité mes lectures, les conférences que j'entendais et celles que je devais prononcer, le nom des personnes que je rencontrais, ne fût-ce qu'une fois, les adresses qu'elles me donnaient et mille autres choses qui me sont d'une grande utilité. Enfin, je constatai, au bout de peu de temps, que non seulement ma mémoire avait progressé, mais que j'avais acquis une attention plus soutenue, un jugement plus sûr, ce qui n'a rien d'étonnant puisque la pénétration de notre intelligence dépend surtout du nombre et de l'étendue de nos souvenirs.

Si vous voulez obtenir les mêmes résultats et acquérir cette puissance mentale qui est encore notre meilleure chance de réussir dans la vie, priez B.-E. Borg de vous envoyer son intéressant petit ouvrage : « Les Lois éternelles du Succès » ; il le distribue généreusement, sans demander un centime, à quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici son adresse : B.-E. Borg, 16, rue de Monceau, Paris. Ecrivez-lui tout de suite, avant qu'il quitte la France. E. BARSAN.

VOICI DE BONS OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

QUE

LA
SCIENCE
ET LA VIE

VOUS RECOMMANDE

**Cours pratique
d'aviation**PAR LE
Commandant GAMBIERET LE
Lieut. de vaisseau J. AMET

On nous a souvent demandé s'il existait un cours d'aviation vraiment pratique. Voici l'ouvrage du Commandant GAMBIER et du Lieutenant de vaisseau J. AMET qui répond affirmativement à cette question. Rédigé sous une forme accessible à tous, avec une précision technique suffisante pour le praticien, il passe en revue, en 325 pages, toutes les questions qui touchent à l'aviation.

UN VOLUME. — Prix franco (volume broché) France : 18 francs. - Etranger : 21 fr. 50.
Prix franco (volume relié) France : 22 francs. - Etranger : 25 fr. 50.



OSGA Jouvence d'oxygène naissant, reconstitue, tonifie, fortifie, par LA VIE AU GRAND AIR AU FOYER pour un sou par semaine. Sur cour. lum. alternatif 110 ou 220 v. Complet, 210 fr. franco France. C. R. S. G. A. S., 44, r. du Louvre, Paris-1^{er}. Anémie, Asthme, Coquel., Nez, etc.

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS
OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS
Dépôt de Marques de Fabrique

H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambon, Paris

**TRÉSORS CACHÉS**

Tous ceux qui désirent connaître le secret du pendule et des corps radianis nous demanderont la notice du "MAGNETIC REVEALATOR" contre 2 francs en timbres. Permet de découvrir sources terrestres, trésors, minerais, etc. SWEETS FRÈRES Dép. 52 36^{me} RUE DE LA TOUR D'Auvergne, PARIS 9^e.

LA SCIENCE ET LA VIE
est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

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

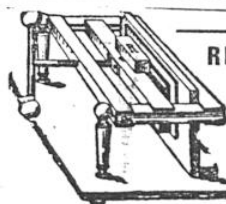
par les

DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

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

Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

**RELIER tout SOI-MÊME**

avec la *Relieuse-Méridieu*
est une distraction

à la portée de tous

Outillage et Fournitures générales

Notice illustrée franco : 1 fr.

V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÊME

INVENTEURS
Pour vos
BREVETS

Adressez-vous à : **ROGER PAUL**, Ingénieur-Conseil
35, rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite



*- Ah! ce que tu sens le camembert, passe
toi la bouche au Dentol.*

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

Dentol

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

