

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 31. n. 116. Février 1927
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1927
Collation	1 vol. (p. 87-174) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 116
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Note	Le volume a été relié, par conséquent il manque la 3ème et 4ème de couverture.
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.116

France et Colonies : 4 fr.

N° 116. - Février 1927

LA SCIENCE ET LA VIE



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

DES SITUATIONS D'AVENIR

sont actuellement offertes en grand nombre, par les Industriels
membres de l'Ecole du Génie Civil, aux jeunes gens munis du

DIPLOME DE DESSINATEUR INDUSTRIEL

DE

l'Ecole du Génie Civil

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

152, avenue de Wagram, PARIS-17^e

Ce diplôme est facile à acquérir, en étudiant

LES COURS PAR CORRESPONDANCE

dont le détail est donné ci-après

a) Diplôme de Dessinateur-Constructeur

MÉCANIQUE - RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX - CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES
TECHNOLOGIE DE L'ATELIER - DESSIN INDUSTRIEL

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL a acquis, dans le monde de l'Industrie mécanique, une réputation telle, par la valeur de ses diplômes, que son nom est devenu synonyme de **MÉRITE** et de **SUCCÈS**.

Durée approximative des cours : 4 mois

PRIX DES COURS : **250 fr.**, en payant **100 fr.** à l'inscription et **50 fr.** chacun des trois mois suivants, ou **200 fr.** en payant au comptant (20 0/0 en plus pour l'étranger).

b) Diplôme d'Ingénieur-Constructeur

Ce diplôme peut être acquis aux jeunes gens ayant suivi la préparation précédente, ou pouvant en être dispensés par leurs études antérieures, et qui suivront la préparation ci-dessous.

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE - CONSTRUCTION ET PROJETS DE MACHINES-OUTILS
STATIQUE GRAPHIQUE APPLIQUÉE AUX MACHINES

Durée approximative de la partie b : 3 mois

PRIX DE LA PARTIE b **375 fr.** par mensualités, ou **325 fr.** au comptant.

PRIX DES PARTIES a et b.. .. . **600 fr.** — **500 fr.** —

Les prix comprennent la fourniture des Cours, Devoirs et Corrections. — (20 0/0 en plus pour l'étranger)

Les jeunes gens munis de nos diplômes peuvent être admis dans les *Administrations de l'Etat, les Chemins de Fer, la Marine, etc...*

Les prix des préparations ci-dessus sont exclusivement réservés aux lecteurs de *La Science et la Vie* et ne sont valables que durant le mois qui suivra celui de ce numéro.

En outre, tout élève qui ne serait pas satisfait par sa préparation et qui la renverra en parfait état à l'Ecole, quarante-huit heures après sa réception, sera intégralement remboursé, déduction faite de 25 francs, qui seront retenus pour frais d'expédition.

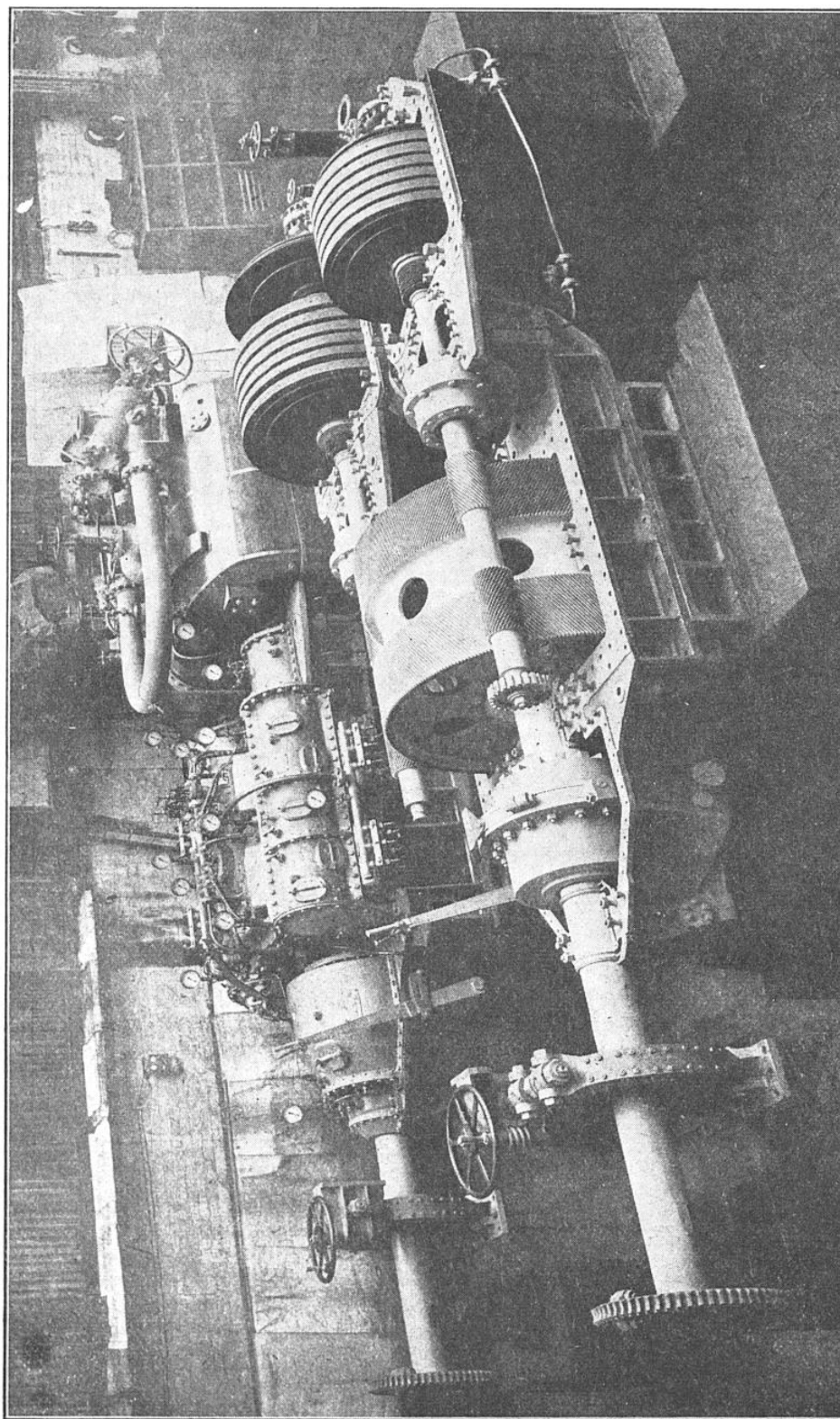
.....
Envoi du programme détaillé n° 808 contre **2 fr.** en timbres.

Comment on utilise aujourd'hui la vapeur à bord des navires modernes	Henri Le Masson	89
En Alsace et en Lorraine l'électrification marche à pas de géants (Conversation avec M. E.-O. Meyer, directeur de « l'Électricité de Strasbourg »), rapportée par	L.-D. Fourcault	97
Où en est la restauration de l'industrie russe?	***	101
Les terres rares et leurs applications industrielles.	Georges Urbain.. .. .	119
	Membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, président de la Société chimique de France.	
Grâce à la radiogoniométrie, on peut naviguer de nuit en avion	F. Cornillon	127
	Ingénieur radiotélégraphiste de l'Ecole sup ^{re} d'Electricité.	
Les savants enrichissent la Science, mais la Science n'enrichit pas les savants	L. Houlléviq.	132
	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
Les mers tropicales, sources inépuisables d'énergie	Jean Labadié.. .. .	137
L'invention de l'ingénieur Verdan permet d'éliminer les parasites en télégraphie sans fil.	Lucien Fournier	143
La VII ^e Exposition internationale du caoutchouc	André Bloc	151
Le chauffage central électrique peut-il être économique?	J. M.	154
L'automobile et la vie moderne	A. Caputo	155
La T. S. F. et la vie	Joseph Roussel	161
La T. S. F. et les constructeurs	J. M.	165
Tableau des stations radiophoniques européennes.. .. .	S. et V.	166
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor.. .. .	167
Les ondes dirigées de M. Marconi sont maintenant d'une application pratique	J. M.	171
Chez les éditeurs.	S. et V.	172
A travers les Revues	S. et V.	173

Nous informons nos lecteurs que l'emboîtement nécessaire à la reliure des nos 109 à 114, parus entre le 1^{er} juillet et le 31 décembre 1926, qui constituent le tome XXX de La Science et la Vie, est en vente au prix de 4 francs, et de 5 francs avec sa table des matières. Il peut être expédié franco, en France et dans les colonies, au prix de 4 fr. 50 et de 5 fr. 50 avec table. Pour l'étranger, ajouter 1 franc pour supplément de port.

La prochaine conférence radiophonique de vulgarisation scientifique organisée par *La Science et la Vie*, avec le concours du poste d'émission du *Petit Parisien* (longueur d'onde 340 m. 9), aura lieu, le lundi 14 février, à 20 h. 30. Elle sera faite par le général Boucabeille, directeur du Comité français de propagande aéronautique, qui traitera le sujet suivant : L'avenir de l'aviation commerciale en France.

La couverture du présent Numéro représente l'avion avec lequel le lieutenant Cornillon a effectué le raid de nuit Le Bourget-Rabat, en s'aidant uniquement de la radiogoniométrie pour se diriger. Pour montrer son équipement, cet avion est représenté avec un panneau enlevé. (Voir l'article sur la radiogoniométrie, à la page 127.)



TURBINES A ENGRENAGES A SIMPLE RÉDUCTION SUR UN NAVIRE MODERNE

Cette belle photographie montre, au premier plan et à droite, l'intérieur des deux étages, haute et basse pression, d'une turbine à vapeur moderne. L'étage haute pression, de diamètre plus faible, est situé en avant. Alors que l'hélice d'un navire de commerce tourne à 70 ou 80 tours par minute, la turbine tourne beaucoup plus vite. Il faut donc, au moyen d'engrenages, réduire cette vitesse. Ici, les pignons dentés portés sur les arbres des étages haute et basse pression attaquent directement la roue d'engrenage calée sur l'arbre de l'hélice (simple réduction). Les diamètres de ces pignons diffèrent, bien entendu, pour l'étage haute ou basse pression, dont les vitesses sont différentes. La réduction obtenue est de 20 pour la basse pression et peut atteindre 40 pour la haute pression.

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^e — Téléph. : Provence 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Février 1927. - R. C. Seine 116.544

Tome XXXI

Février 1927

Numéro 116

LA PROPULSION DES NAVIRES

COMMENT ON UTILISE AUJOURD'HUI LA VAPEUR A BORD DES NAVIRES MODERNES

Par Henri LE MASSON

La marine de commerce mondiale, riche de 100.000 bâtiments de toute puissance, jauge 64 millions de tonneaux. La majeure partie de ses bâtiments empruntent à la vapeur leur force motrice ; 3 millions et demi de tonneaux à peine sont propulsés par des moteurs à combustion interne. On peut donc dire que la vapeur est encore la reine de la navigation. Simple et robuste, la machine alternative est conservée par beaucoup d'armateurs, contrairement à l'opinion générale. Néanmoins, les turbines — surtout pour la propulsion des paquebots — ont fait des progrès considérables depuis vingt ans. Leur emploi se conçoit généralement avec des engrenages de réduction ou dans ce que l'on a appelé « la propulsion électrique ». L'exposé très clair de cette intéressante question de la propulsion des navires par la vapeur sera lu avec intérêt par tout le monde, et chacun de nous pourra se faire ainsi une idée exacte des progrès réalisés dans ce vaste domaine de la navigation maritime.

Les puissances formidables utilisées dans la marine

LA machine à vapeur n'est utilisée pratiquement dans la marine que depuis une centaine d'années. C'est en 1826, en effet, que se créait, en France, la première entreprise privée pour l'exploitation d'un service régulier de bateaux à vapeur sur le Rhône. Mais, alors qu'en ce premier âge de la vapeur, quelques dizaines de chevaux-vapeur suffisaient à la propulsion, il faut envisager, aujourd'hui, pour les bâtiments en service ou en construction de la marine de guerre et de la marine de commerce, des puissances infiniment plus élevées.

Le tableau de la page suivante définit les caractéristiques des plus importantes unités navales.

Actuellement, la machine à vapeur reste

le seul type d'appareil moteur qui se présente dans des conditions favorables, pour développer les puissances très considérables, sans offrir de complications exceptionnelles. Aussi est-elle encore le mode de propulsion le plus répandu dans la marine.

On sait qu'une installation de machine « marine » à vapeur comporte essentiellement un générateur de vapeur et un moteur, qui est ou une machine alternative ou une turbine.

Quelques mots sur les chaudières

Le générateur ou chaudière produit la vapeur qui animera le moteur. Au début, les chaudières, d'une extrême simplicité de construction, n'étaient, en fait, que de simples caisses de tôle. Puis parurent les chaudières tubulaires et, vers 1875, les chaudières tubulaires cylindriques, qui, perfectionnées, sont

1. MARINE DE GUERRE				
TYPE DE BATIMENT	EXEMPLE DE CE TYPE DANS LA MARINE FRANÇAISE	DÉPLACEMENT	VITESSE	PUISSANCE
		Tonnes	Nœuds	Chevaux
Cuirassé	<i>Bretagne</i>	25.000 à 35.000	20 à 24	25.000 à 45.000
Croiseur de bataille	n'existe pas (1)	27.000 à 44.000	27 à 31	80.000 à 144.000
Croiseur léger	<i>Metz. — Tourville</i>	4.000 à 10.000	27 à 35	40.000 à 120.000
Torpilleur d'escadre	<i>Simoun. — Tigre</i>	1.000 à 2.500	33 à 37	25.000 à 64.000
Sous-marin	<i>Requin</i>	1.000 à 3.000	16 à 22	1.800 à 6.000
2. MARINE DE COMMERCE				
Grand paquebot « Nord Atlantique »	<i>Ile-de-France</i>	25.000 à 60.000	18 à 25	30.000 à 70.000
Paquebot moyen « Nord Atlantique », « Sud Atlantique » et « Ex- trême-Orient »	<i>de Grasse Massilia d'Artagnan</i>	15.000 à 25.000	14 à 18	10.000 à 20.000
Petit paquebot, mers étroites	<i>Versailles-Timgad</i>	3.000 à 6.000	15 à 25	6.000 à 15.000
Grand cargo, navigation au long cours	<i>Jacques-Cartier</i>	4.000 à 10.000	10 à 14	2.500 à 6.000
Petit cargo	<i>Clio. — Cybèle</i>	moins de 4.000	10 à 11	1.000 à 2.000
(1) Le <i>Hood</i> , anglais (42.000 tonnes, 144.000 C. V.) et le <i>Kongo</i> , japonais (27.000 tonnes et 80.000 C. V.) sont deux exemples de croiseurs de bataille.				

TABLEAU MONTRANT LES PUISSANCES FORMIDABLES UTILISÉES DANS LA MARINE

toujours utilisées dans la marine marchande, à cause de leur robustesse et de leur facilité de conduite. Dans ces chaudières, la masse d'eau à vaporiser est traversée par de nombreux tubes, à l'intérieur desquels circulent les gaz de combustion du foyer. La marine de guerre utilise surtout les chaudières à tubes d'eau, ainsi appelées parce que l'eau à vaporiser circule dans des tubes qui sont chauffés par les gaz du foyer. Ces dernières sont ou bien des chaudières à gros tubes horizontaux (systèmes Belleville ou Niclausse, par exemple) ou bien à petits tubes verticaux (systèmes Normand-Thornicroft, etc...), mais ces deux types fonctionnent d'après les mêmes principes, et leurs partisans en démontrent vigoureusement les avantages et les inconvénients respectifs. Les chaudières à gros tubes d'eau sont certainement plus robustes, mais celles à petits tubes permettent des vaporisations plus rapides, plus intenses et, théoriquement, plus parfaites que les premières. Par contre, elles présentent l'inconvénient de s'encrasser et de fatiguer plus

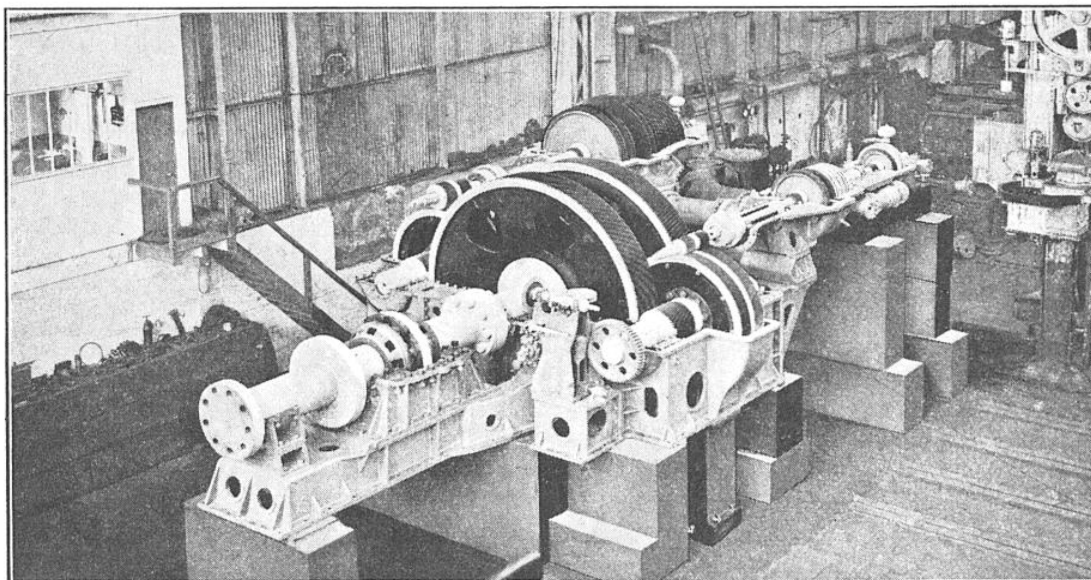
vite que les chaudières à gros tubes d'eau.

De gros progrès ont été réalisés, récemment, par l'adoption du combustible liquide (mazout), dont le pouvoir calorifique est supérieur à celui du charbon, qui entraîne d'importantes réductions de personnel, assure, à poids égal de combustible embarqué, un rayon d'action plus élevé, use moins les chaudières et permet une élévation sensible de la pression, d'où un rendement plus élevé par kilogramme de vapeur produit. Certaines chaudières, utilisées dans la marine marchande, doivent résister à des pressions atteignant jusqu'à 18 à 20 kilogrammes (la moyenne est de 12 à 16 kilogrammes). Ajoutons enfin que la surchauffe imposée à la vapeur a eu pour conséquence de réaliser une chute de température plus élevée de la vapeur et, par suite, d'en obtenir un rendement meilleur (voir schéma page 92). On concevra l'importance présentée par ce dernier dispositif si l'on se souvient que ce procédé permet de porter la température de la vapeur jusqu'à 400°.

Les qualités des machines alternatives

Les premières machines marines ont été alternatives. Vers 1850, la vapeur n'était produite par le « générateur » qu'à une très faible pression (1 kilogramme à 1 kg 1/2) et ne pouvait se détendre qu'une fois dans les deux cylindres généralement horizontaux, qui étaient alors installés pour la propulsion des premiers bâtiments à hélice. Les amé-

1885 et, dans la marine de guerre, vers 1885. Peu à peu, les conditions d'utilisation de la vapeur s'améliorèrent (on arriva, pour les installations marines, à construire les chaudières timbrées à 10, 12, 15 et même 20 kilogrammes), et la construction de machines à quadruple expansion devint possible. Dans ce même temps, le poids par cheval de l'appareil moteur s'abaissait de 300 kilogrammes environ, vers 1850-1855, à 60-70 ki-



LES ENGRENAGES A DOUBLE RÉDUCTION SUR LES NAVIRES MODERNES DONT LA PROPULSION EST ASSURÉE PAR TURBINES A VAPEUR A GRANDE VITESSE

Les turbines à vapeur représentées ici comportent, comme celles de la page 88, deux étages de pression. Ici encore, par conséquent, pour que l'étage haute pression et l'étage basse pression communiquent à l'arbre de commande de l'hélice la même vitesse, il faut faire subir à leurs vitesses, qui sont différentes, deux réductions distinctes. Mais, tandis que dans l'engrenage à simple réduction le pignon porté par l'arbre de la turbine attaque la roue d'engrenage calée sur l'arbre de l'hélice, dans l'engrenage à double réduction il fait tourner un premier train d'engrenages qui attaque, après deux réductions de vitesse, l'arbre de l'hélice.

liorations apportées aux chaudières ayant entraîné une élévation sensible de la pression (5 kilogrammes) permirent, vers 1854, la mise au point de la machine « compound » ou à double expansion, dans laquelle la vapeur se détendait à haute pression dans un premier cylindre, puis, au sortir de celui-ci, une seconde fois, dans un second cylindre, dit à basse pression. Vers 1875, l'adoption presque générale de la chaudière cylindrique et du condenseur de surface détermina les constructeurs à réaliser la machine à triple expansion (1 cylindre haute pression, 1 cylindre moyenne pression, 1 cylindre basse pression). Celle-ci fut adoptée pour les grands paquebots de l'époque, vers 1882-

logrammes vers 1910, tandis que la consommation passait, aux mêmes époques, de 1 kg 700 à 0 kg 700.

Les machines alternatives se prêtent à des puissances élevées compatibles avec la plupart des exigences de la navigation. Il existe, en effet, peu de bâtiments de commerce nécessitant une puissance de machines supérieure à 20.000 C. V. et il a été construit des machines alternatives de 15.000 C. V. Elles présentent des avantages incontestables, car une machine marine est soumise à un service souvent pénible. Or, les machines alternatives sont souples, d'une grande facilité de manœuvre, d'une simplicité de construction relative, possédant

toutes qualités qui leur permettent de supporter des conditions de fatigue et d'usure qu'admettraient moins aisément d'autres moteurs. Elles ont atteint un degré de perfection tel que l'on conçoit difficilement de nouvelles améliorations,

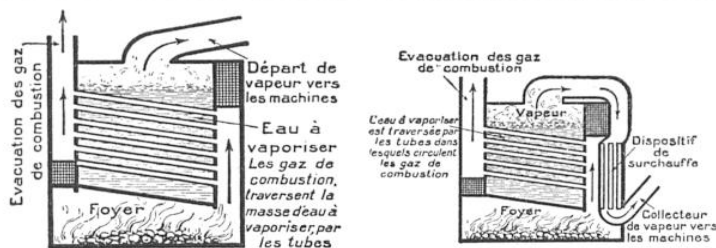
et les meilleurs résultats obtenus avec des installations réalisées au cours des dernières années sont dus, surtout, aux progrès résultant de l'application de la surchauffe et de l'emploi du combustible liquide.

Très souvent, les nombreuses qualités de la machine alternative, sa robustesse surtout, la font encore préférer aux turbines et aux moteurs à combustion interne dans la marine de commerce.

Par contre, elle n'est plus que très rarement utilisée dans la marine de guerre.

Les turbines à vapeur

La turbine à vapeur a fait son apparition dans la marine en 1897, se révélant au public par la remarquable performance de la *Turbinia*, une sorte de petite vedette de 30 tonneaux, construite par le célèbre ingénieur anglais Parsons. Au cours d'une revue navale passée par la reine Victoria, la *Turbinia* traversa, à toute vitesse, les lignes de la flotte anglaise, réalisant la vi-



SCHÉMAS TRÈS SIMPLIFIÉS D'UNE CHAUDIÈRE TUBULAIRE AVEC ET SANS DISPOSITIF DE « SURCHAUFFE »

Dans la chaudière tubulaire de gauche, la masse d'eau à vaporiser est traversée par des tubes, à l'intérieur desquels circulent les gaz chauds venant du foyer. La « surchauffe » est le dispositif représenté à droite, grâce auquel la vapeur, avant d'être envoyée aux machines, est « chauffée » de telle façon que sa température soit sensiblement accrue et que la « chute de température » soit plus grande.

le fameux cuirassé *Dreadnought* et les deux paquebots « monstres » *Lusitania* et *Mauretania* reçurent des turbines.

Ces premières turbines étaient « directes », c'est-à-dire qu'elles commandaient directement aux hélices sans aucun organe intermédiaire de transmission. Elles ne donnèrent de bons résultats qu'avec les navires rapides, et les nombreux essais effectués montrèrent nettement qu'aux vitesses réduites elles sont moins économiques que les machines alternatives. Aussi, la turbine, adoptée avec entrain par la marine de guerre, il y a une vingtaine d'années, ne fut, tout d'abord, acceptée par les armateurs que pour les

grands paquebots de marche rapide ou les paquebots de tonnage plus faible, mais tout aussi rapides, tels que les paquebots de la Manche.

Les constructeurs se préoccupèrent donc de trouver une formule qui permit d'étendre l'application de la turbine. Presque simultanément, ils réalisèrent deux idées. La première fut d'associer la turbine à la machine alternative et la seconde,

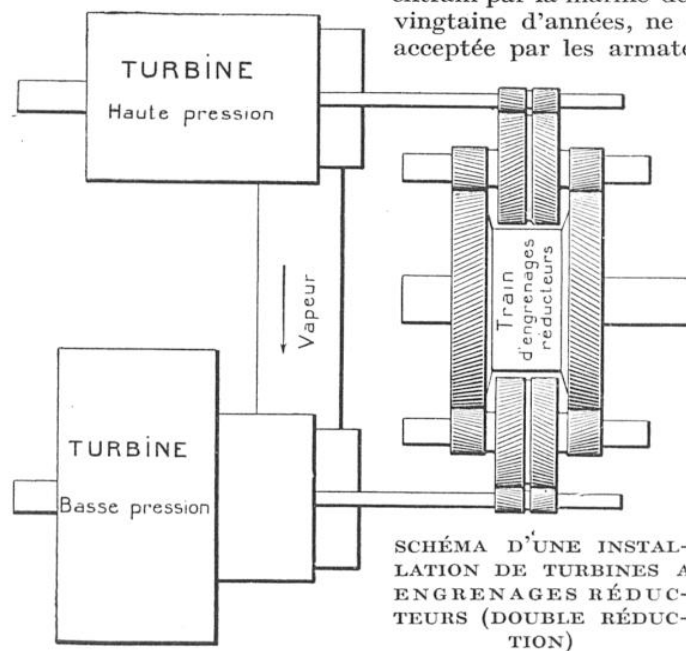


SCHÉMA D'UNE INSTALLATION DE TURBINES À ENGRENAGES RÉDUCTEURS (DOUBLE RÉDUCTION)

Les turbines haute et basse pression font tourner, au moyen d'engrenages réducteurs convenables, l'arbre de commande de l'hélice au nombre de tours maximum compatible avec un bon rendement du propulseur.

d'utiliser des turbines à allure rapide en intercalant, entre elles et l'hélice, un train d'engrenages réducteurs de vitesse. Presque en même temps, on réalisait, avec ces mêmes turbines, des groupes électrogènes fournissant du courant à des moteurs montés directement sur les arbres d'hélices.

La machine alternative et la turbine conjuguées

La détente de la vapeur pouvant être poussée, dans les turbines, beaucoup plus loin que dans les machines alternatives, qui fonctionnent mieux aux hautes qu'aux basses pressions, l'idée vint d'une turbine utilisant la vapeur après qu'elle eût travaillé dans une machine alternative. Par comparaison avec l'emploi des machines alternatives seules, et à puissance égale développée dans les deux solutions (machines alternatives, d'une part, et machines alternatives et turbines conjuguées, d'autre part), on estima à 20 % l'économie de combustible ainsi réalisée. Cette

élégante solution permit d'étendre l'application de la turbine à des bâtiments de tonnages et de puissances modérés ; mais elle présentait l'inconvénient de nécessiter au moins trois arbres d'hélices, et son emploi se trouva ainsi limité à un certain nombre de paquebots. Les perfectionnements apportés à la turbine à engrenages ont fait abandonner cette formule, que l'on rencontre encore à bord d'une trentaine de paquebots de 10.000 à 50.000 tonnes.

Les turbines à engrenages de réduction

Le rendement de la turbine s'accroît sensiblement avec sa vitesse de rotation ; mais, d'autre part, le rendement d'une hélice marine est meilleur lorsqu'elle tourne lentement. En effet, lorsqu'une hélice tourne trop rapidement dans un milieu liquide, il se produit le phénomène dit de « cavitation », c'est-à-dire la formation d'une sorte de

poche d'air au milieu de laquelle l'hélice se meut sans donner d'action propulsive.

L'ingénieur Parsons, en 1909, eut l'idée d'interposer, entre une turbine à allure rapide, donc de rendement meilleur, et l'hélice, un organe réducteur représenté par une combinaison d'engrenages. Grâce à des pignons réducteurs, on voit, aujourd'hui, des turbines tournant à 2.000/4.000 tours actionner des hélices tournant à 100/300 tours, ou, pour certains bâtiments de guerre, 400 tours.

Les turbines et la propulsion électrique

Presque à la même époque, les constructeurs américains voulurent utiliser la turbine pour réaliser ce que l'on a appelé la « propul-

sion électrique ». Un moteur électrique est monté sur l'arbre d'hélice ; l'énergie nécessaire lui est fournie par des turbo-générateurs, exactement comme il est fait dans les installations terrestres pour les « centrales » fournissant aux grandes villes l'éclairage et la force motrice. Cette solution, fort élégante,

permet également d'utiliser les turbines avec leur rendement maximum, puisque le turbo-générateur fait tourner à une vitesse élevée, et qu'il est possible de régler les machines électriques à un régime compatible avec une bonne utilisation des hélices. On conçoit aisément qu'une installation de cet ordre puisse paraître, *a priori*, et au point de vue souple, beaucoup plus avantageuse que la solution mécanique (transmission par engrenages).

Les avantages des turbines L'application des différentes solutions

Les turbines fatiguent beaucoup moins que les machines alternatives, aux grandes vitesses surtout ; elles exigent une surveillance bien moindre et elles sont toujours prêtes à fonctionner, alors que les machines alternatives demandent un entretien attentif pendant les périodes de désarmement. De

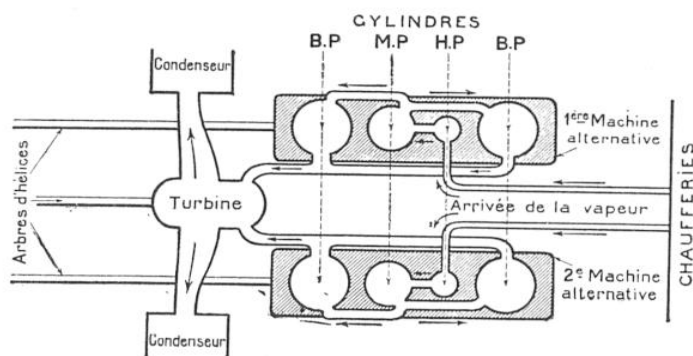


SCHÉMA D'UNE INSTALLATION DE MACHINES ALTERNATIVES ET TURBINE CONJUGUÉES

La vapeur se détend dans les cylindres haute, moyenne et basse pression des deux machines alternatives et se rend ensuite dans la turbine, avant d'être envoyée aux condenseurs.

plus, à puissance égale, elles ont un encombrement très inférieur à celui des machines alternatives. Ce sont là des qualités inappréciables pour les bâtiments de guerre et pour les paquebots, à bord desquels la question encombrement joue un très grand rôle.

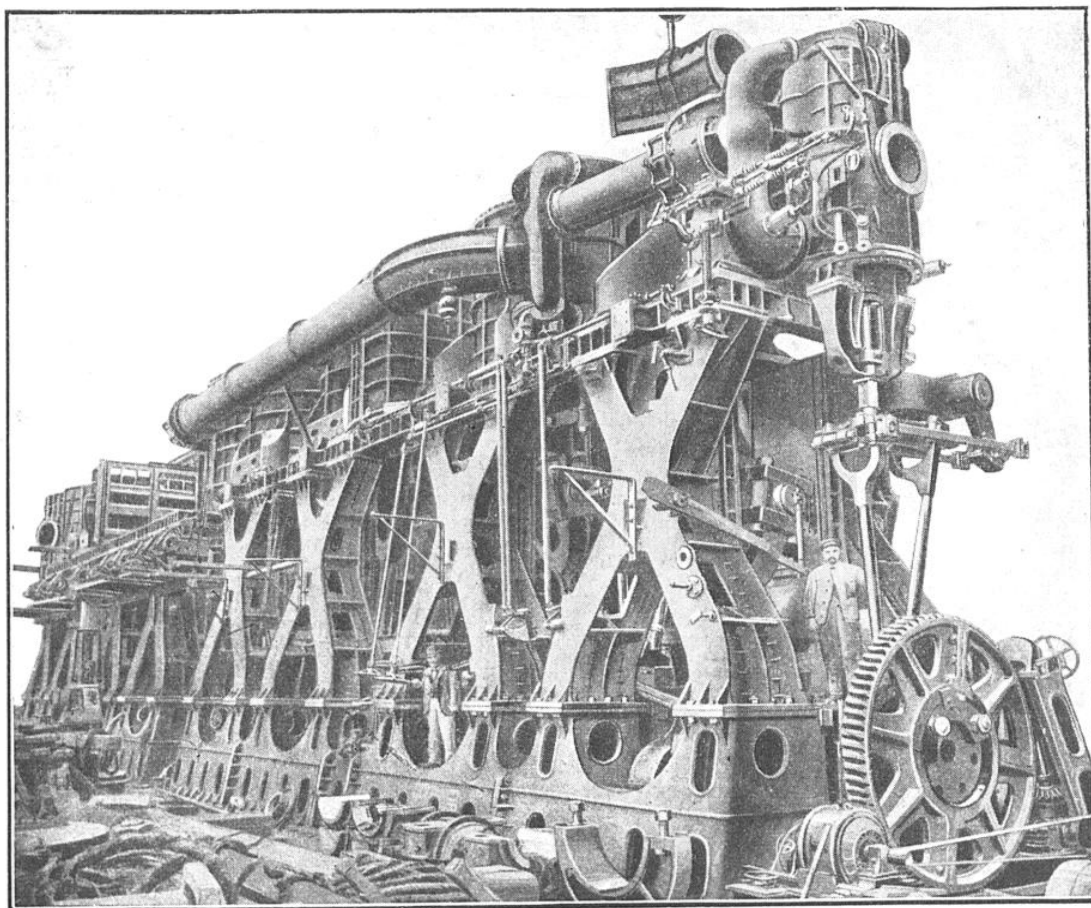
A puissance égale avec les turbines directes, les turbines à engrenages présentent un encombrement encore moindre. De plus, elles peuvent être utilisées dans des conditions satisfaisantes à bord de bâtiments de tonnages et de puissances modestes : l'économie de combustible, par comparaison avec des turbines directes, peut être évaluée à 15 % avec des engrenages à simple réduction et à 20-21 % avec des engrenages à double réduction.

La grandeur des puissances exigées par la marine de guerre moderne, la nécessité absolue où elle se trouve d'utiliser les appareils moteurs présentant le moindre encom-

brement et le minimum de poids lui ont fait adopter presque universellement la turbine et plus particulièrement, depuis qu'elle est au point, la turbine à engrenages de réduction.

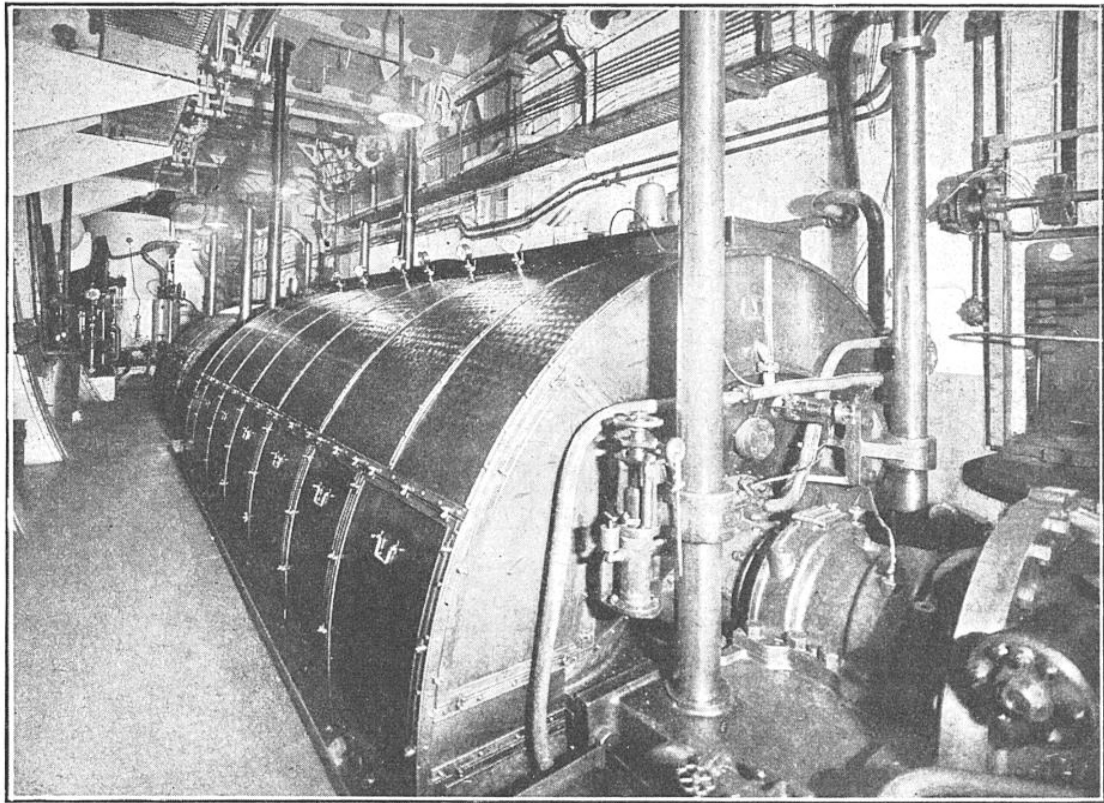
Ce sont des bâtiments de guerre qui comportent — grâce aux turbines — les puissances les plus formidables qui aient été réalisées, jusqu'à présent, dans la marine : le croiseur de bataille anglais *Hood* développe, à toute puissance, 144.000 C. V., soit 36.000 C. V. par arbre d'hélice, alors que le *Mauretania*, le plus rapide et le plus puissant des navires de commerce, ne donne que 70.000 C. V. Or il n'existe guère dans le monde qu'une dizaine de très grands paquebots dont les machines soient plus puissantes que celles des plus récents types de torpilleurs (30.000 C. V.).

Mais des applications heureuses de turbines directes ont été également réalisées



MACHINE ALTERNATIVE A TRIPLE EXPANSION DE 11.000 CHEVAUX

On remarquera les dimensions de la machine par rapport aux personnages de la photographie.



UNE DES QUATRE TURBINES DU PAQUEBOT « PARIS »

L'encombrement résultant de l'emploi de la turbine est bien moindre que celui de la machine alternative, à puissance égale.

dans la marine de commerce depuis 1901 — turbines à engrenages depuis 1911. Ces dernières ont même connu une époque de très grande vogue vers 1918-1921. De nombreux inconvénients, provenant surtout de la difficulté de construire des engrenages de bonne qualité, survinrent alors et refroidirent sensiblement l'enthousiasme de beaucoup d'armateurs, préoccupés, avant tout, d'avoir des machines absolument sûres et robustes. Ces incidents n'ont nullement fait abandonner la turbine à engrenages ; mais on ne doit pas oublier que les conditions de service sont très différentes dans la marine de guerre et dans la marine marchande. Un armateur se préoccupe également, plus que l'État, du prix de revient d'un appareil moteur ; or, il faut, pour les engrenages, des aciers spéciaux d'une très grande dureté, donc très chers.

La « propulsion électrique » est actuellement beaucoup moins répandue dans la marine que la propulsion au moyen des turbines directes ou à engrenages. Des essais isolés et peu nombreux, satisfaisants d'ail-

leurs, ont été tentés en Europe (1), mais ce sont les États-Unis qui ont le plus contribué à la mise au point de l'équipement électrique des navires de mer. A la suite de comparaisons et d'essais très poussés, poursuivis de 1912 à 1915, sur trois transports charbonniers, l'Amirauté américaine décida d'adopter la propulsion turbo-électrique pour tous les superdreadnoughts et croiseurs de bataille dont elle entreprenait alors la construction. Le premier d'entre eux, le *New Mexico*, de 32.000 tonnes et de 21 nœuds, entra en service en 1918. Les résultats en ont été extrêmement satisfaisants. Ce sont les États-Unis qui construisent actuellement le premier grand paquebot à propulsion électrique destiné à assurer le service de San Francisco aux îles Hawaï et dont les essais sont attendus avec impatience.

(1) En France notamment, deux cargos de 5.000 tonnes en ont été dotés en 1922 : l'*Ipanema* et le *Guarujá*, appartenant tous deux à la Compagnie des Transports Maritimes. Le *Guarujá* a parcouru, au cours des trois premières années, 200.000 milles marins sans un seul incident.

Comment se répartissent les machines alternatives et les turbines dans la marine mondiale

Le Lloyd indique, dans ses statistiques, qu'il y a, actuellement, en service dans le monde :

25.000 bâtiments jaugeant 50.500.000 tonneaux avec machines alternatives ;

1.400 bâtiments jaugeant 9.100.000 tonneaux avec turbines.

Il existe donc un navire à turbines pour 18 bâtiments à machines alternatives ; mais le tonnage moyen de ce bâtiment à turbines est quatre fois plus élevé que celui du bâtiment à machine alternative. Cette constatation n'est guère surprenante, car ce mode de propulsion convient parfaitement aux paquebots, qui sont, toujours, beaucoup plus rapides que les vapeurs de charge et ont, dans l'ensemble, un tonnage sensiblement plus important. La propulsion électrique n'a été encore réalisée qu'à bord d'une soixantaine de bâtiments, dont plusieurs, il est vrai, comptent parmi les plus puissants de leur catégorie.

Les tendances actuelles dans les installations marines à vapeur

Il ne semble pas que des perfectionnements importants puissent encore être apportés à la machine alternative. Il est loisible également de penser que le rendement de la turbine pourra difficilement être amélioré en lui-même ; mais, à ce point de vue, nous l'avons indiqué, il est très possible que la solution « propulsion électrique » prenne le pas sur les autres, pour les bâtiments de puissance élevée et de marche rapide.

En Europe, on poursuit actuellement l'étude de perfectionnements à apporter aux auxiliaires et à l'appareil évaporatoire. Leur réalisation améliorerait sensiblement le rendement des installations marines à vapeur.

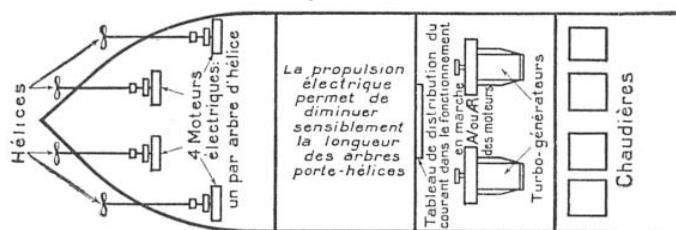
Sous le nom d'auxiliaires, on comprend l'ensemble des appareils, tels que treuils, guindeaux, dynamos, pompes, etc... qui existent en nombre plus ou moins important sur n'importe quel bâtiment et absorbent, pour fonctionner, un pourcentage sensible de

la puissance totale, fournie par l'appareil évaporatoire (dans les conditions actuelles et, en moyenne : 15 %).

Plusieurs constructeurs préconisent, comme plus économique que toute autre, une installation indépendante pour le service des auxiliaires, représentée par une dynamo actionnée par un moteur Diesel. C'est la formule adoptée récemment par la Compagnie Hamburg Amerika pour ses deux plus récents grands paquebots.

Mais un progrès sérieux serait réalisé par l'emploi de la chaudière à haute pression dont a été doté un nouveau petit paquebot anglais, actuellement en essais. Là encore, sir Charles Parsons montre la voie, en essayant d'utiliser, sur un bâtiment de

mer, la chaudière à haute pression dont sont déjà dotées quelques centrales terrestres. Alors que le rendement thermique des machines alternatives est, en moyenne, de 10 % seulement et celui des tur-



SCHEMA DE L'INSTALLATION D'UN DES CUIRASSÉS AMÉRICAINS LES PLUS RÉCENTS DONT LA PROPULSION EST DITE « ÉLECTRIQUE »

bines de 13 à 14 %, l'inventeur espère, en élevant la pression et en accroissant la température de la vapeur, atteindre un rendement d'au moins 25 %, peu éloigné de celui des moteurs à combustion interne (25 à 30 %) et, peut-être même, l'égaliser. A son instigation, la Clyde Turbine Steamer Ltd fait construire un petit paquebot qui est muni de ces chaudières. Ses deux chaudières, qui sont à tubes d'eau et développent, en service, 3.500 C. V., sont timbrées à 35 kilogrammes par centimètre carré et fournissent de la vapeur surchauffée à une température de plus de 400 %. Sir Charles Parsons espère réaliser une économie de poids de 25 % et une économie de combustible (mazout) de 20 %.

Dans cette nouvelle voie, ce sera peut-être encore l'Amirauté britannique qui suivra la première, comme elle l'a fait, il y a vingt ans, pour les turbines : elle a déjà fait installer, sur ses plus récents destroyers en cours de construction, des chaudières, timbrées à une pression plus élevée que les pressions habituellement prévues (25 kilogrammes), et il n'est pas impossible que ses nouveaux croiseurs rapides de 10.000 tonnes soient également dotés de chaudières à haute pression

HENRI LE MASSON.

LES INTERVIEWS DE « LA SCIENCE ET LA VIE »

EN ALSACE ET EN LORRAINE L'ÉLECTRIFICATION MARCHE A PAS DE GÉANTS

Conversation avec M. E.-O. MEYER,
directeur de « l'Électricité de Strasbourg »,
rapportée par L.-D. Fourcault

Les pourparlers internationaux pour l'installation d'une première usine, utilisant la force motrice du Rhin, viennent à peine d'être terminés, qu'on annonce la mise en service d'une grande centrale à vapeur doublant celle qui existe déjà à Strasbourg. Dans quelles conditions se poursuit l'électrification des départements recouverts, à la fois pour fournir la force motrice à ses industries en plein développement et pour répandre dans les foyers ruraux les bienfaits de l'électricité? Quelles ont été, pour les provinces recouvrées, les conséquences de leur retour sous l'administration française, dans un domaine où les règlements d'État limitent la liberté industrielle? Ces diverses questions ont été posées par notre collaborateur au directeur de l'Électricité de Strasbourg.

PAR sa situation géographique, au centre du principal groupement industriel de l'Alsace et de la Lorraine, Strasbourg est devenu un nœud de lignes électriques, tout comme cette ville est depuis longtemps déjà le lieu de croisement des voies de communication de la région au delà des Vosges. Il était donc tout indiqué que nous demandions les renseignements concernant l'ensemble des deux provinces recouvrées, au directeur de l'Électricité de Strasbourg, M. E.-O. Meyer, un ingénieur bien connu de ses collègues pour l'activité intense et l'esprit éclairé d'organisation qu'il met au service du développement de l'électricité dans sa région. Nous rapportons ici les renseignements qu'il a bien voulu nous donner, au cours d'une conversation dérobée à ses multiples occupations.

« L'activité industrielle se manifeste dans les deux provinces sous les formes les plus diverses, nous dit M. Meyer :

En Lorraine, c'est l'extraction de la houille



M. E.-O. MEYER, DIRECTEUR DE
« L'ÉLECTRICITÉ DE STRASBOURG »

(la Houve, Petite Rosselle, Sarre et Moselle) et des minerais de fer (Thionville, Briey), avec l'énorme industrie métallurgique née au voisinage de ces mines nourricières (forges et aciéries d'Hagondange, de Hayange, de Moyeuville), les gisements de chlorure de sodium (Château-Salins, Dieuze et Sarralbe), de potasse (Haut-Rhin) et de pétrole (Bas-Rhin), qui constituent des centres d'exploitation importants.

En Alsace, Mulhouse, Thann, Schirmeck, etc., possèdent de très importantes manufactures de textiles. Les papeteries, tanneries, verreries, brasseries, ateliers de constructions mécaniques, se multiplient aussi bien à Mulhouse et Colmar qu'à Strasbourg, Haguenau, Metz ; l'important port de commerce

de Strasbourg, agrandi constamment sur le Rhin, contribue à l'essor puissant de cette ville, grand centre de transit.

Ce développement des industries nécessite un accroissement continu de force motrice. L'alimentation en énergie électrique des

départements alsaciens et lorrains présente la particularité très intéressante d'être assurée par des usines à vapeur reliées à des lignes qui amènent l'énergie produite par des chutes d'eau de Suisse et de l'État de Bade. Un réseau à haute tension de 70.000 volts dessert ainsi, du nord au sud, l'Alsace et la Lorraine, transportant l'énergie de force hydraulique de Mühleberg (Suisse) et Laufenbourg (Bade), en connexion avec le courant électrique produit par les stations centrales de Mulhouse (37.000 kilowatts), Marckolsheim (14.500 kilowatts), Strasbourg (bientôt 80.000 kilowatts) et la Houve (37.000 kilowatts). Cette dernière usine est située sur le « carreau » des mines de charbon, dont elle est ainsi approvisionnée au meilleur compte.

D'ailleurs, ces usines à vapeur peuvent, inversement, fournir du courant aux réseaux hydro-électriques suisses et allemands, ce qui est déjà arrivé en période de chômage des chutes d'eau. L'aménagement prochain du haut Rhin, en même temps qu'il facilitera la navigation, aujourd'hui précaire, jusqu'à Bâle, donnera une force motrice importante. La première usine, de 110.000 C. V., va entrer en construction à Kembs, maintenant que se trouve conclu l'accord qui était nécessaire avec la ville de Bâle, dont le système des égouts est influencé par le relèvement prévu du plan d'eau.

Le réseau « Électricité de Strasbourg »

peut nous servir d'exemple du développement de l'électricité en Alsace. Fondée en 1899, au capital de 4.500.000 marks, cette société a, en 1926, un capital-actions de 70 millions de francs, auquel s'ajoutent 95 millions d'obligations. L'usine primitive, de la puissance modeste de 1.500 kilowatts, a été remplacée, en 1910, par une autre

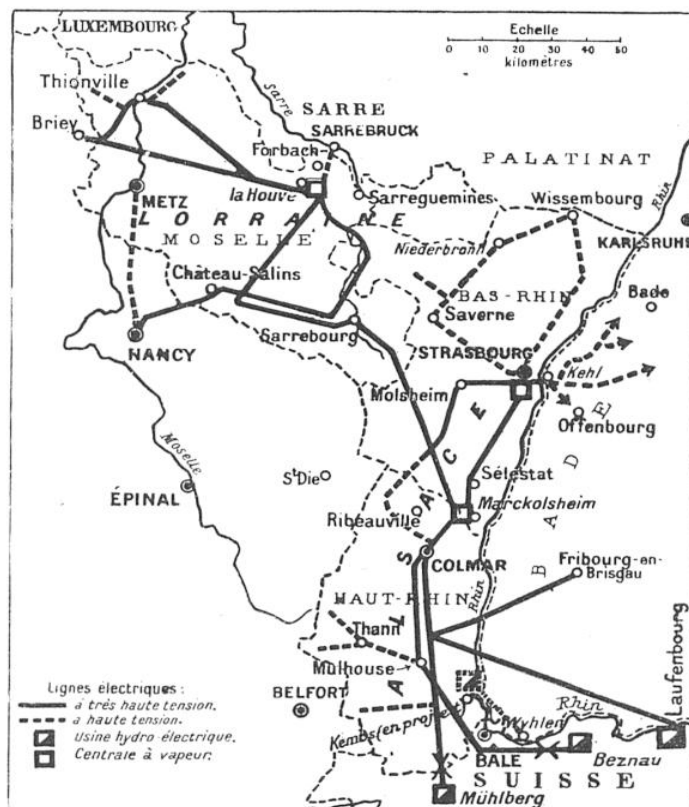
de 4.600 kilowatts, portée, en 1921, à 39.000 kilowatts. Comme il n'est plus possible d'agrandir encore cette station centrale, située en ville sur le bord de l'Ill, on vient d'établir une seconde usine de 40.000 kilowatts sur la rive du Rhin, à proximité du nouveau port de Strasbourg. Le réseau de l'Électricité de Strasbourg alimente 375 communes des environs, et une ligne, passant sur le pont de Kehl, fournit la lumière à 14 communes de l'État de Bade.

— Les progrès de la consommation de l'électricité dans le réseau que vous dirigez sont-ils en

rapport avec le développement de ce réseau ?

— Grâce à une active propagande pour les différents usages domestiques, la consommation d'électricité dans les campagnes est passée, en 1925, à 173 kilowatts-heure par habitant. A Strasbourg, un tarif de nuit très bas (0 fr. 20 par kilowatt-heure) a développé le chauffage de l'eau par accumulation, ce qui accroît l'utilisation des usines génératrices.

Il est intéressant de citer que la ville de Strasbourg possède 51 % des actions de la



CARTE DES GRANDES LIGNES ÉLECTRIQUES A HAUTE TENSION D'ALSACE ET DE LORRAINE, DONT PLUSIEURS SONT EN LIAISON AVEC LA SUISSE ET L'ALLEMAGNE

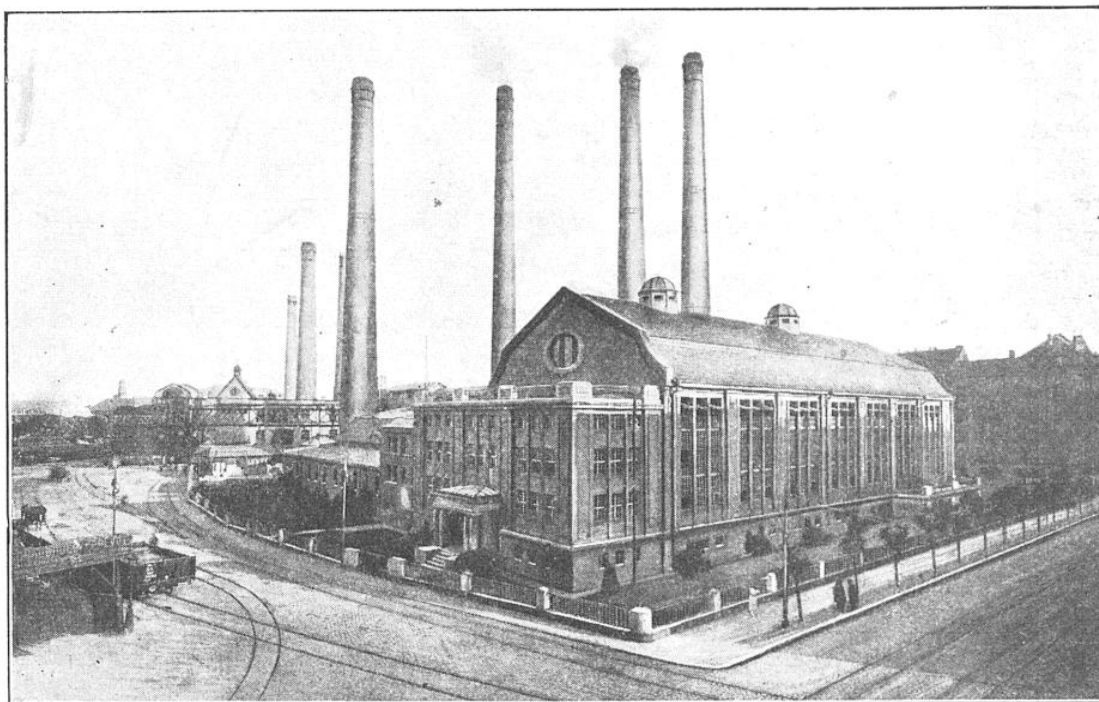
En outre de ces 1.500 kilomètres de feeders, il existe plus de 5.000 kilomètres de lignes secondaires distribuant l'électricité dans environ 1.500 communes.

société, ce qui lui permet d'en contrôler la gestion, tout en laissant l'exploitation absolument libre et industrielle.

La différence notable entre ce système et celui des concessions usuelles en France nous amène à poser à M. Meyer une question un peu indiscreète :

— Quelle influence les changements de législation et de règlements techniques ont-ils pu avoir pour votre exploitation, dans

tricité sont maintenant soumis à un contrôle qui paraît rigoureux, ceci semble un avantage aux yeux des municipalités, qui se sentent soutenues, disons même défendues. L'action préfectorale, les conseils des ingénieurs du Contrôle d'État donnent bien aux maires l'impression d'une surveillance tutélaire. Les compagnies sont elles-mêmes satisfaites de ce contrôle, qui évite des discussions, souvent très longues, avec les



LA CENTRALE A VAPEUR DE STRASBOURG

On remarquera la belle ordonnance architecturale de cette usine, qui ne dépare nullement le quartier qu'elle occupe. La puissance installée dépasse 50.000 C. V.

une industrie aussi étroitement réglementée que l'est dans notre pays la distribution de l'électricité?

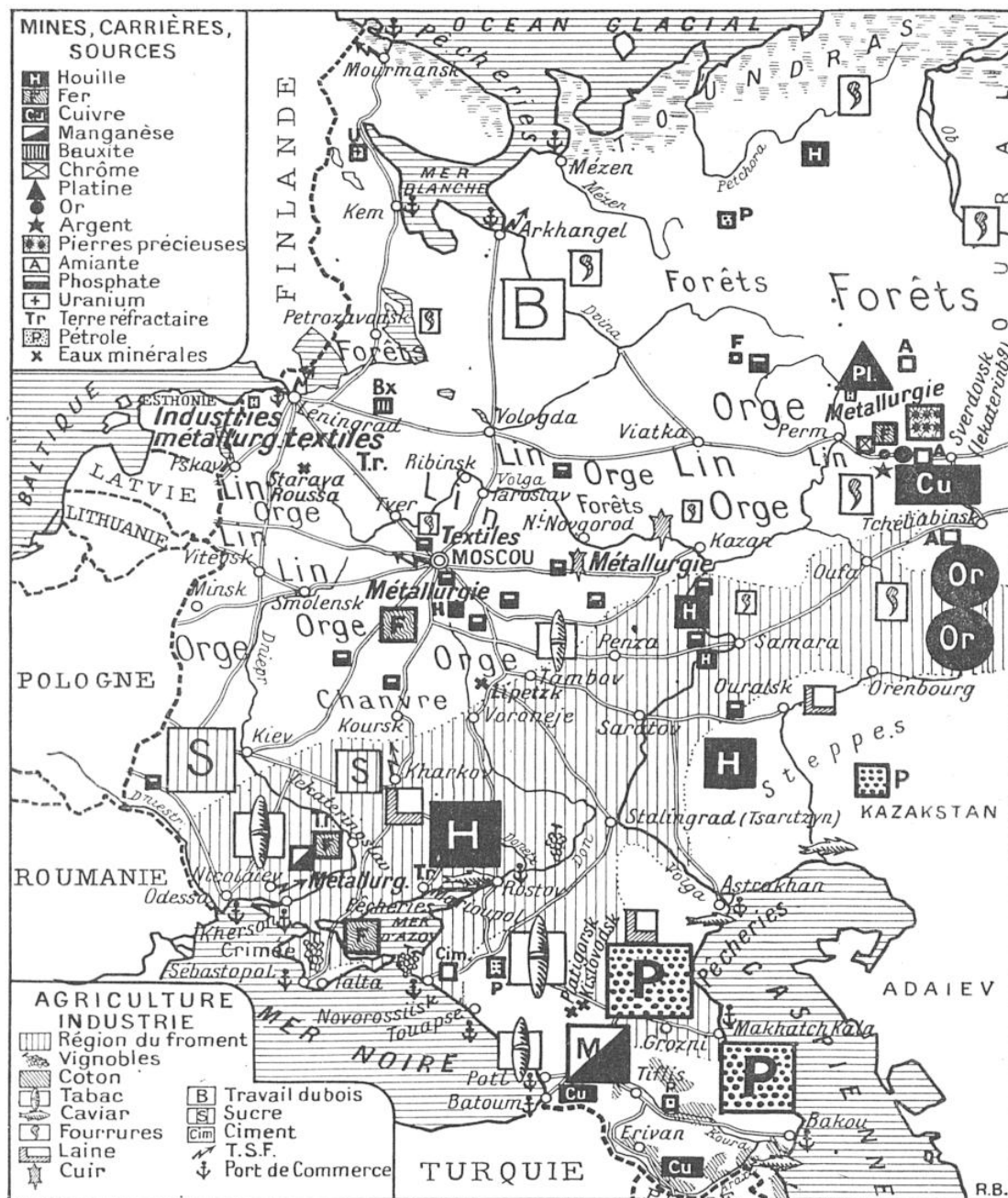
Nous nous attendions à un léger embarras chez notre interlocuteur. Mais, au contraire, la physionomie énergique et quelque peu sévère de M. Meyer s'est éclairée, et c'est avec un sourire qu'il nous répond :

— Au début, en effet, la législation française nous a paru très compliquée, car il est vrai que nous n'étions pas soumis à une réglementation aussi complexe. Mais nous nous y sommes habitués, d'autant mieux que nous savons que des règlements aussi étroits ont été établis, depuis, de l'autre côté du Rhin, comme, d'ailleurs, dans la plupart des pays. Et si les producteurs d'élec-

municipalités. En résumé, nous avons bien l'impression, précise M. Meyer, que l'Administration fait tous ses efforts pour nous faciliter nos installations, et aider à l'électrification rurale de l'Alsace et de la Lorraine d'une manière au moins aussi efficace que pour les autres provinces françaises. Aussi nous aurions maintenant des scrupules à obtenir davantage proportionnellement à celles-ci. Si nous avons quelquefois manifesté des demandes sur un ton énergique, c'est que nous sommes avant tout des hommes d'action et de réalisation, mais dites bien que nous avons le souci de ne pas en abuser, car nous avons l'impression que Paris ne voudrait rien nous refuser. »

L.-D. FOURCAULT.

CARTE ÉCONOMIQUE DE LA RUSSIE (U. R. S. S.) EN 1927



CETTE CARTE REPRÉSENTE LA RÉPARTITION DES RICHESSES INDUSTRIELLES ET AGRICOLES DE LA RUSSIE (U. R. S. S.) D'APRÈS LES DOCUMENTS ÉCONOMIQUES LES PLUS RÉCENTS. AFIN DE LA RENDRE PLUS LISIBLE, ON N'A PAS INDICUÉ SUR CETTE CARTE LES CHIFFRES REPRÉSENTANT L'IMPORTANCE DE CHAQUE INDUSTRIE, MAIS LES SURFACES GÉOMÉTRIQUES QUI FIGURENT CES INDUSTRIES SONT PROPORTIONNELLES AU DÉVELOPPEMENT DE CHACUNE D'ELLES. LA PARTIE HACHURÉE CORRESPOND AUX TERRES « NOIRES », PROPICES À LA CULTURE DU BLÉ QUI S'ÉTENDENT SUR UNE SURFACE CONSIDÉRABLE.

LES ENQUÊTES DE « LA SCIENCE ET LA VIE »

OU EN EST LA RESTAURATION DE L'INDUSTRIE RUSSE ?

Par notre collaborateur permanent résidant en U. R. S. S.

Nul ne peut — ni ne doit — demeurer ignorant des problèmes que soulève la réorganisation industrielle de l'un des plus grands pays du globe et, cependant, peu d'entre nous seraient en mesure de répondre à cette question : « Où en est la restauration de l'industrie soviétique ? » Aussi avons-nous estimé qu'il était d'un réel intérêt et d'une grande actualité de chercher à savoir quels étaient les efforts accomplis, les résultats acquis pour revivifier les forces productives de l'ancien empire russe, pour lui redonner l'activité créatrice dans le domaine scientifique et technique. Le but de cette étude n'est pas de faire une critique du système, encore moins de prendre parti dans les questions brûlantes de droit et de doctrine ; elle ne vise qu'à dresser, en quelque sorte, un tableau — nous allions dire un bilan — qu'à grouper un ensemble de faits en toute objectivité. Bien des éléments de cette enquête auraient pu être présentés sous forme d'interviews ; il nous a paru cependant préférable de les fondre en un article d'ensemble dans un anonymat général. Nous sommes persuadés qu'un tel article intéressera, au plus haut point, les Français, à l'heure où l'Allemagne, notamment, cherche à prendre une part de plus en plus active à la reconstitution des grandes industries de l'U. R. S. S.

Quelles sont les tendances dans l'organisation de l'industrie soviétique ?

SUR une place centrale de Moscou, l'ancienne place Sainte-Barbe, s'élève une de ces grandes bâtisses modernes, aux larges baies, qui symbolisent l'irruption de la technique moderne dans la ville aux innombrables coupoles. Ce vaste édifice, qui dresse ses cubes de ciment en face des murailles de briques de la « ville chinoise », vieille enceinte crénelée, aux portes trapues surmontées d'icônes, est le siège du « Conseil suprême de l'Économie nationale ».

Le contraste est saisissant : d'une part, l'ancienne Russie, avec ses vieux souvenirs et ses traditions ; d'autre part, l'Union soviétique, avec la faucille et le marteau symboliques piqués au fronton d'une façade où brillent les initiales du Conseil suprême : V. S. N. Kh. Le titre imposant de ce Conseil fait relief parmi les dénominations, plus modestes, de « Commissariats du peuple », dont se contentent les autres départements du gouvernement soviétique. Il s'agit, en effet, de l'administration, unique au monde, qui groupe les services centraux de l'industrie, gérée par l'État, d'un pays qui s'étend sur le sixième du globe.

Avant d'entrer dans le détail de l'organi-

sation de l'industrie soviétique, il convient d'en esquisser les grandes lignes, de préciser le rôle qu'elle tient dans l'économie russe. Quand on parle de la Russie, il ne faut jamais perdre de vue la répartition démographique, qui s'exprime par les chiffres suivants :

En 1910, la population urbaine de l'empire russe ne représentait encore que 13 % de la population totale ; c'était une minorité infime, qui s'opposait à une masse confuse de paysans éparpillés sur un territoire immense. Or, dès 1901, la population urbaine de l'Angleterre atteignait 77 % ; celle de l'Amérique, 42 % du total de la population de ces pays.

L'industrie russe était donc encore peu développée. Mais elle était constituée de deux éléments bien différents : d'une part, une industrie artisanale, domestique, traditionnelle, présentant des formes encore vivaces, que l'Europe occidentale a vues s'évanouir depuis longtemps ; d'autre part, une grande industrie, toute jeune, surgie du sol russe, mais en partie sous l'action de la technique et du capital étrangers. La Russie, pays des antithèses, offrait, entre autres, celle-ci : une industrie nouvelle et perfectionnée, détentrice d'un des records de la statistique moderne : celui du nombre

moyen d'ouvriers par entreprise, une industrie concentrée à l'américaine, dans le pays des menuisiers de village.

C'est cette industrie qui a été saisie par la Révolution. Le 28 juin 1918, un décret nationalisait l'industrie. La mesure était complétée et précisée par un deuxième décret, le 29 novembre 1920. Depuis lors, toute la grande industrie et une grande partie de la moyenne sont soumises à la gestion de l'État soviétique.

C'est à la Russie qu'il appartenait de tenir le rôle de champ d'expériences du marxisme. D'aucuns ont cru voir là une gageure du sort : l'application d'un système économique que Marx lui-même considérait comme l'achèvement d'une évolution parfaite, dans un pays économiquement arriéré. Il résulte, au contraire, de ce qui précède, que l'industrie russe, par sa concentration, se prêtait mieux qu'aucune autre industrie européenne à cette tentative. D'autre part, l'activité agricole du pays tenait lieu d'amortisseur : en cas de mécomptes graves, d'essais infructueux ou de crise prolongée, la terre était là pour assurer au moins la continuité de la vie. De fait, au moment le plus tragique de la révolution, alors que l'activité industrielle était pratiquement nulle, l'agriculture, même restreinte, a assuré la transition.

Telles sont les conditions dans lesquelles s'est opérée la nationalisation. La formule en est simple : il suffit d'un décret de dépossession des anciens propriétaires pour l'appliquer. Mais, tous les mobiles d'action étant subitement supprimés, l'État se trouve héritier d'un ensemble de rouages au ressort brisé. La remise en marche exige un effort d'organisation formidable : au prix de tâtonnements et d'expériences qui ne sont pas encore terminés, le gouvernement soviétique a mis debout une série d'organismes complexes, dont le dernier remaniement, caractérisé par la refonte du V. S. N. Kh. est encore de fraîche date : septembre 1926. Le but de cette étude n'est pas de faire une critique du système, encore moins de prendre parti dans les questions brûlantes de droit et de doctrine ; elle ne vise qu'à dresser un tableau, qu'à grouper un ensemble de faits, en toute objectivité.

Bien des éléments de cette enquête auraient pu être présentés sous forme d'interviews ; il a été cependant préférable de les fonder dans un anonymat général. L'industrie russe est un terrain sur lequel se rencontrent les hommes venus aux postes de commande par la politique révolutionnaire, les techniciens et les spécialistes ; c'est une

collectivité devant laquelle les personnalités s'effacent, une « grande muette » en son genre.

Quelles ont été les conséquences de la guerre et de la révolution sur la production russe ?

Organisme jeune et prospère, l'industrie russe était en pleine force d'expansion lorsque la guerre éclata. Malgré la dépression causée, en 1904, par la guerre de Mandchourie et les premières tentatives révolutionnaires qui suivirent les défaites, l'industrie russe, d'après les déclarations mêmes d'un économiste soviétique, avait progressé, au début du ^{xx}e siècle, selon un rythme américain. Certaines branches, comme la métallurgie ou l'industrie textile, avaient doublé leur production de 1900 à 1912. Des facteurs favorables, comme l'abondance des matières premières et de la main-d'œuvre, l'étendue et l'importance du marché intérieur d'absorption, promettaient à l'industrie russe, nouvelle venue parmi les industries européennes, le plus brillant avenir.

Il est téméraire d'évaluer par des chiffres les répercussions de la guerre et de la révolution sur la production russe ; on conçoit que des statistiques qui se rapportent à l'époque d'un bouleversement social de cette envergure soient sujettes à caution. Les statisticiens soviétiques qui ont étudié la question sont arrivés néanmoins à certaines conclusions intéressantes :

En 1913, la valeur totale de la production industrielle du territoire actuel de l'Union était évaluée à 7 milliards de roubles, et celle de la production agricole à 11 milliards 600 millions. Comme dans tous les pays belligérants, les fournitures militaires, tout en épuisant les ressources et le crédit du pays, procurent à l'industrie une activité factice : la production s'élève à 8.400 millions de roubles en 1916. Par contre, l'agriculture, qui a envoyé au front tant de ses travailleurs, est en baisse légère. La baisse s'accroît brusquement avec la première année de révolution, surtout dans l'industrie, dont la production tombe à 5.300 millions de roubles, tandis que l'agriculture se maintient encore à 10.800 millions. Ensuite, c'est la débâcle ; en 1920, la production industrielle tombe au chiffre le plus faible qui ait été enregistré : 1.300 millions de roubles ; certaines branches donnent, par rapport au chiffre d'avant-guerre, un pourcentage de production absolument dérisoire : extraction de minerais, 2 1/2 % ; production de fonte, 2,4 % ; de filés de coton, 5 % ; de sucre, 6,7 %.

L'année de la plus grande détresse est, pour l'agriculture, l'année 1921, sa production tombant à 6 milliards de roubles d'avant-guerre, alors que la sécheresse, succédant à la désorganisation politique, provoque la célèbre famine qui impose au monde civilisé cette vision d'horreur : des millions d'hommes blancs tués par la faim au xx^e siècle.

Les années suivantes voient la renaissance de l'activité. En 1925, l'agriculture

production allait faire naître les troubles au cours desquels devait s'effondrer le régime.

Pour parer au manque de produits, le gouvernement tsariste avait eu recours à des organismes de répartition : les « comités de l'industrie de guerre ». Les bolcheviks devaient s'en inspirer par la suite.

La nationalisation des usines ne s'effectuait ni immédiatement ni simultanément



L'INDUSTRIE DOMESTIQUE RUSSE TIRE SA FORCE DE L'HABILETÉ DÉPLOYÉE PAR L'OUVRIER RUSSE DANS LE TRAVAIL DU BOIS. LES JOUETS ET RÉCIPIENTS DIVERS EN BOIS COLORIÉS CONSTITUENT UNE SOURCE DE REVENUS POUR DE NOMBREUX ARTISANS DE VILLAGE

produit de nouveau plus de 9 milliards de roubles ; l'industrie, en relèvement, dépasse 4 milliards de production. Le tournant décisif a été franchi ; nous allons voir par quels moyens.

Ce qu'a été la période de transition entre l'ancien régime et celui de la nationalisation

Nous avons dit que l'accroissement de la production industrielle de 1916 avait été factice ; en effet, il était dû surtout au développement des industries métallurgiques, dont la production atteignait deux fois et demie celle d'avant-guerre. Mais certaines branches primordiales, comme l'industrie cotonnière, les industries alimentaires, étaient déjà en baisse ; l'insuffisance de leur

sur tous les points du territoire. Dès le triomphe de la révolution d'octobre, qui amena les bolcheviks au pouvoir, s'organisa le « contrôle ouvrier » des usines. Les anciens possesseurs d'établissements industriels furent laissés en fonctions : ils devaient assurer la gestion, mais, à côté d'eux, surgirent des comités d'usines ; ceux-ci « contrôlèrent » en assumant une part de gestion, qui allait devenir de plus en plus importante. Ces deux directions hostiles ne pouvaient subsister côte à côte : elles étaient chacune l'expression d'un régime social différent. Le triomphe politique du prolétariat dictateur entraîna la disparition finale des anciens propriétaires ; les décrets de nationalisation ne firent, dans la plupart des cas, que sanctionner un état de fait : la prise de

possession des usines par les comités de contrôle.

Les économistes soviétiques citent, à titre de curiosité historique, deux tentatives d'accord avec le nouveau régime, faites par d'importants groupements capitalistes, à l'époque où les nouveaux dirigeants ne savaient encore comment ils allaient organiser et exploiter leur conquête. Le groupe Stakheev offrit d'organiser, avec l'aide du capital américain, un puissant trust métallurgique dans l'Oural ; le groupe Mechtersky projeta une fusion des intérêts privés et étatistes dans un grand consortium qui aurait été chargé d'exploiter les usines de construction de machines, comme celles bien connues de Briansk. Ces tentatives échouèrent ; mais les formes de collaboration offerte à cette époque devaient être reprises en partie, plus tard, dans la législation sur les trusts et sur les concessions.

La nationalisation opérée, il fallut gérer.

Les bolcheviks, aux prises avec les difficultés du pouvoir, se souvinrent des « comités de l'industrie de guerre » des derniers mois du régime tsariste. Ils créèrent des conseils des combustibles, des conseils des transports, des comités de répartition des matières premières. L'économie industrielle se présenta alors sous cette forme : à la base, des usines nationalisées, mais dont tous les liens ont été brisés, dont toutes les relations commerciales et financières ont été rompues. Au-dessus de cette poussière d'organismes sans liaison, des organes centraux, les « Glavki », chargés d'assumer pour chaque branche d'industrie les fonctions les plus lourdes et les plus complexes de répartiteurs de commandes, de matières premières, d'ordres de transports et de subsides.

On devine ce que put être le fonctionnement des « Glavki » dans le désarroi causé par la liquidation de la guerre étrangère et le développement de la guerre civile. Aujourd'hui encore, les milieux industriels russes évoquent la période du « glavkisme » avec une superstitieuse terreur.

L'époque du « glavkisme » est celle où les villes épuisèrent les dernières ressources qu'elles possédaient encore, n'ayant plus rien à offrir aux campagnes, qui vivaient repliées sur elles-mêmes sous le régime primitif du troc des marchandises. La situation était, à ce moment précis, catastrophale, mais la guerre civile allait à bref délai prendre fin, et le seul adversaire étranger actif, la Pologne, allait signer la paix de Riga.

La période de la « restauration » — L'organisation actuelle — Trusts et syndicats — L'industrie de l'Union, l'industrie des Républiques, l'industrie locale

Le Conseil suprême de l'Économie nationale, ou V. S. N. Kh., était, à l'origine, un organisme complexe.

Il était chargé, non seulement de surveiller l'industrie, mais encore de coordonner l'activité des divers commissariats assumant des fonctions économiques : agriculture, voies de communication, etc. Unique pour tout le territoire soviétique, il avait, dans les grands centres et les provinces, des bureaux et des conseils sous ses ordres.

Par la suite, une séparation des pouvoirs se produisit. Les fonctions de coordination, de décision suprême en matière d'économie générale, furent dévolues à un organisme, étroitement rattaché au Conseil des Commissaires du peuple, qui gardait, de l'époque révolutionnaire, une dénomination de combat : le *Conseil du Travail et de la Défense*. Cette institution existe toujours ; on l'appelle, en abrégé, le « Sto ». Le V. S. N. Kh. conserva les fonctions, déjà écrasantes, de Commissariat du Peuple de l'Industrie. C'est sous son égide que fut liquidé le « glavkisme ».

Les difficultés que rencontrait la réorganisation de l'industrie, le regroupement et la réparation des machines endommagées depuis 1917, étaient aggravées par les questions de doctrine. Parmi les bolcheviks au pouvoir, l'unanimité était loin d'exister sur le choix des méthodes à suivre. Les uns estimaient que les usines devaient rester les cellules du régime et être exploitées par les ouvriers directement. D'autres entrevoyaient la nécessité de reconstituer des formes de gestion moins idéales, mais plus appropriées au maintien des notions de responsabilité et de discipline. Les exigences de la vie qui reprenait ses droits, l'autorité de Lénine qui en décida la nécessité, aboutirent à la réforme connue sous le nom de « Nep » : nouvelle politique économique.

Pour l'industrie, la « Nep » trouva son expression dans une décision gouvernementale du 12 août 1921, reconnaissant aux entreprises le droit de fusionner en groupements indépendants, soumis au régime de l'autonomie financière.

Le régime de l'autonomie financière appliqué à l'industrie a été le pendant de la réforme monétaire qui s'est imposée à l'État lui-même. S'il est vrai que l'État doit faire de la bonne politique pour avoir de bonnes

finances et un *tchervonetz* stable, l'industrie, tout étatiste qu'elle soit, doit faire de la bonne gestion pour avoir de l'argent en caisse. La notion du Doit et de l'Avoir, restaurée dans la comptabilité des entreprises, a été pour beaucoup dans le sauvetage de l'industrie russe.

La fin de l'année 1921 et le début de l'année 1922 virent les usines se grouper en associations, qui, empruntant à d'illustres modèles américains l'appellation, à défaut de l'opulence, se baptisèrent ambitieusement du nom de « trusts ».

Le groupement s'effectua, cette fois, beaucoup moins en vertu de doctrines préconçues qu'en raison d'affinités biologiques, si l'on peut dire. On en a la preuve dans la diversité des modes de fusion. Alors que certaines industries, comme celles du sucre, du caoutchouc, de la manutention des thés et cafés, virent toutes les entreprises du territoire soviétique se fondre en un trust unique, d'autres, com-

me l'industrie textile, virent les trusts adopter une base géographique plus restreinte : chaque grand centre forma un trust dont les usines ont des intérêts locaux à défendre, des entreprises accessoires, comme les teintureries, à exploiter en commun. Au « glavkisme », rigide et monstrueux, succéda une organisation plus nuancée, partant plus viable.

Le vocable de « trust » recouvrit donc des organismes d'importance très diverse. Les

uns, comme les trusts pétroliers, avaient une telle valeur économique, voire politique, que leur gestion directe par les organes centraux s'imposait. Une foule de petits trusts, au contraire, d'un intérêt limité à la région desservie par eux, purent être, sans danger, abandonnés à la surveillance des organes locaux. Il se forma une hiérarchie de trusts.

En même temps, le V. S. N. Kh. évoluait : il se hiérarchisait, lui aussi. Lorsque l'U. R. S. S. reçut sa constitution politique, le V. S. N. Kh. se modela sur les formes fixées par la constitution.

Il y a, en U. R. S. S., des commissariats du peuple uniques, communs à toute l'Union, ceux de la défense nationale, des affaires étrangères, par exemple. D'autres, dits commissariats « unis », sont multiples et hiérarchisés ; chaque république de l'Union a le sien. Du commissariat central relèvent les grandes affaires ; c'est à lui qu'incombe le soin de fixer les directives générales,

que les commissariats des républiques appliquent ensuite dans les limites de leur compétence. Ce deuxième système convenait particulièrement au V. S. N. Kh.

A la hiérarchie des trusts correspondait donc une hiérarchie d'organes de gestion et de contrôle.

Alors que les trusts soviétiques sont au nombre de plusieurs centaines, le V. S. N. Kh. de l'Union en groupe à peine soixante-quinze. Mais ce sont de beaucoup les plus impor-



UN GRAVEUR SUR ZINC D'UNE USINE D'IVANOVO-VOZNESENSK

tants ; ils représentent à eux seuls les deux tiers de l'industrie russe, et les organes locaux n'ont que le menu fretin. C'est ce qui ressort du tableau officiel statistique suivant, qui montre l'importance respective des différentes sortes de trusts :

TRUSTS DÉPENDANT :	CAPITAL DE BASE	EFFECTIF D'OUVRIERS
Du V. S. N. Kh. de l'Union	70 %	66 %
Des conseils économiques des Républiques Unies.	13,5 %	13,5 %
Des conseils économiques locaux	16,5 %	20,5 %
	100	100

La cellule de l'industrie soviétique n'est plus l'usine, c'est le trust. Le trust est une personne civile ; il fonctionne sur un pied commercial ; il a une comptabilité indépendante, et son but est de faire des bénéfices. Ceux-ci reviennent à l'État, après déduction des amortissements et des réserves ; le trust, c'est la société anonyme de l'État actionnaire.

C'est de l'État que le trust reçoit ses conseils d'administration, ses comités de surveillance, ses biens, à l'origine. Ceux-ci sont juridiquement divisés en deux parts : 1° le capital de base : immeubles, machines, agencement, qui est inaliénable et ne peut être ni donné en garantie ni grevé d'hypothèque ; 2° le fonds de roulement.

À côté des trusts, il y a lieu de mentionner la présence des « syndicats ». On appelle « syndicats », en U. R. S. S., des unions de trusts qui se groupent pour l'achat des matières premières et l'écoulement de leurs produits. Ce sont le plus souvent des comptoirs de vente. Leur importance est très variable, de même que la nature et l'étendue de leurs fonctions. Parmi les plus importants, il y a lieu de noter le Syndicat des Textiles et le Syndicat du Naphte, bien connu pour l'action qu'il a entreprise sur le marché mondial des pétroles.

Syndicats, trusts et administrations portent des désignations parfois assez longues ; aussi l'habitude s'est-elle répandue, en U. R. S. S., de les désigner communément par des noms constitués par une agglutination de premières syllabes. La langue russe s'est ainsi enrichie d'un vocabulaire de mots barbares comme des adresses télégraphiques, qui remplissent d'une sainte horreur les

amis de la langue. Certaines de ces créations sont d'une euphonie douteuse. Ainsi ce trust des petits métaux qui dresse derrière les vitrines d'une grande boutique, située dans une des rues centrales de Moscou, ses piles de casseroles d'aluminium et d'ustensiles en cuivre, à l'enseigne du « Gospromt-svetmet ». Même un gosier de l'endroit a du mal à s'en tirer. La plus cocasse est cette direction centrale de l'industrie du papier, au V. S. N. Kh., qui s'appelle « Glavless-boum ». Ses employés travaillent, d'ailleurs, fort sérieusement et ne passent pas leur temps à se bombarder de boulettes de papier mâché, comme le nom de leur administration pourrait le laisser croire.

Comment on conçoit les bénéfices et déficits

Lorsqu'un trust fait de mauvaises affaires, son cas est examiné par le conseil économique dont il dépend.

Il peut être liquidé ou rattaché à un autre organisme plus viable. Si le trust a une importance économique considérable ou des excuses valables, il peut être renfloué par des dotations budgétaires ; c'est le cas des grands trusts métallurgiques et forestiers, qui travaillent à perte, mais voient leurs déficits régulièrement comblés par des prélèvements opérés sur le budget.

Le budget d'État est donc dégagé de la comptabilité individuelle des trusts de l'industrie nationalisée. Il n'apparaît que comme un compensateur. Aux recettes figurent les bénéfices des trusts rémunérateurs, aux dépenses les dotations à effectuer.

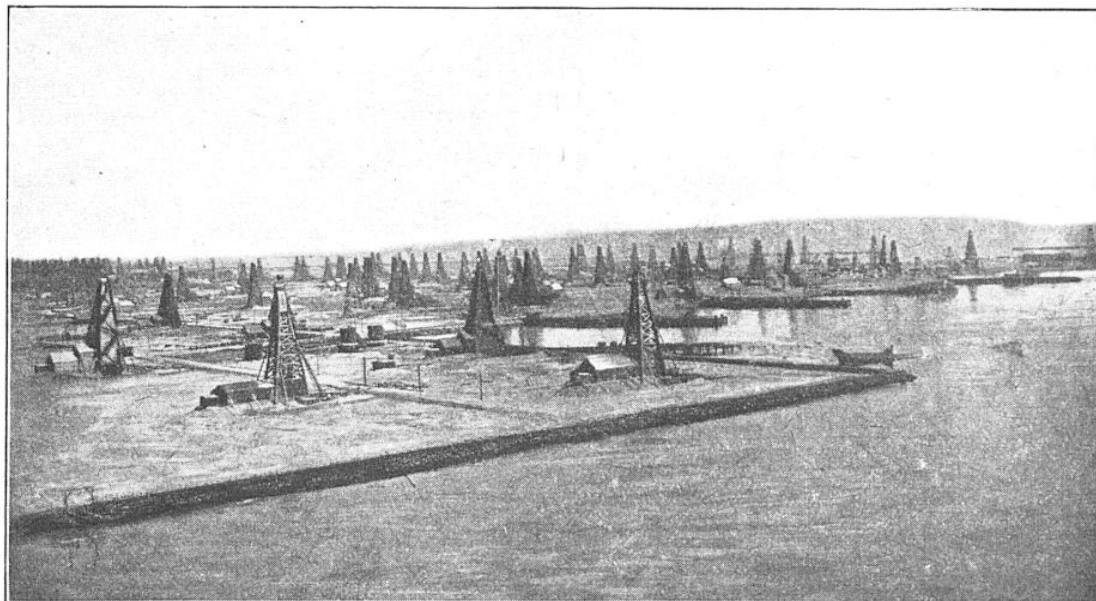
Une des grandes pensées du régime était de voir les bénéfices des trusts, détournés de l'accaparement capitaliste au profit des caisses de l'État, remplacer peu à peu les impôts dans la cité émancipée. La réalité est, jusqu'à présent, plus modeste et plus sage : elle convie les enthousiastes à modérer leurs espérances en leur apprenant qu'assurer l'équilibre des bénéfices, d'une part, et des dotations, de l'autre, est déjà une bien belle chose.

Telle que nous venons de la présenter, l'organisation de l'industrie a permis un résultat désormais incontestable : l'ordre administratif a été rétabli, les machines et les immeubles hérités du passé ont été réparés, et l'industrie, qui a remis en marche le matériel ancien, touche à la fin de la période dite de « restauration ». Il lui faut maintenant renouveler et progresser.

Si l'on veut épinglez des chiffres pour faire image, on peut se servir des données

officielles, sans trop les chicaner sur l'optimisme de commande qui a pu les inspirer ; au cours de l'exercice 1925-1926 (l'année économique part, en U. R. S. S., du 1^{er} octobre), l'industrie en serait, dans l'ensemble, à 75 % de sa production d'avant-guerre ; l'agriculture, à 90 % ; l'activité générale, à 84 %. Ces chiffres correspondent à l'impression générale que peut retirer le voyageur au cours d'une visite en Russie : la vie a repris partout, sauf un léger déchet ; on achève de réparer ; il va s'agir désormais de faire du neuf.

l'industrie soviétique. La belle harmonie hiérarchisée qui s'échafaude sur le papier ne se reflète pas toujours dans la réalité. Les rivalités entre la production et l'administration sont parfois assez vives, et les défauts constatés entraînent de continuelles réformes. C'est ainsi qu'il a été procédé, au cours de l'été de 1926, à une refonte sérieuse des services centraux du V. S. N. Kh. Commencée sous la présidence de Dzerjinsky, elle s'est poursuivie après sa mort subite. Aux postes de commande du V. S. N. Kh.



LES PAYSAGES PÉTROLIERS ONT GÉNÉRALEMENT UN ASPECT SINISTRE. C'EST LE CAS DE CETTE ENFILADE DE PUIXS DE L'EXPLOITATION DE BIB AÏBAT, AUX ENVIRONS DE BAKOU

Un autre résultat est acquis : l'industrie est restée nationalisée, à l'exception de l'industrie artisanale, qui échappait par nature à cette mesure, et de quelques usines affermées à des exploitants privés, entreprises modestes qui ne jouent qu'un rôle négligeable dans l'ensemble de l'économie.

Quant aux concessions étrangères, malgré l'importance de quelques-unes d'entre elles, elles sont encore trop peu nombreuses pour que leur influence soit déjà sensible dans l'ensemble de la vie russe.

La dernière refonte des Services centraux du V. S. N. Kh. en 1926 — Quels sont les chefs de l'industrie soviétique actuelle ?

Malgré l'importance des résultats acquis, il s'en faut que tout soit satisfaisant dans

ont alors apparu des hommes nouveaux.

La lourde succession de Dzerjinsky est échue à M. Kouïbychev. Celui-ci, qui ne jouit pas à l'étranger de la célébrité de certaines vedettes du gouvernement soviétique, dispose, en U. R. S. S., d'une influence notable. Fougueux révolutionnaire dans le passé, membre influent du parti communiste, il s'est distingué à la tête du commissariat de l'inspection et de la commission centrale de contrôle du parti. Son activité et son énergie ont de quoi s'employer.

M. Kouïbychev est assisté de trois vice-présidents : MM. Kviring, Roukhimovitch et Lobov. Tous trois ont derrière eux des états de service révolutionnaires imposants.

M. Kviring, fils d'un modeste greffier de village, fut obligé d'interrompre ses études. Autodidacte il fréquenta avec assiduité

les milieux socialisants et finit par suivre des cours supérieurs à Saint-Petersbourg ; il fut, comme ses collègues d'ailleurs, arrêté et déporté, en diverses circonstances, par l'ancien régime. La révolution bolcheviste lui a ouvert une carrière politique importante, doublée d'une carrière administrative dans l'industrie nationalisée.

M. Roukhimovitch, fils d'un serrurier, autodidacte lui aussi, puis étudiant, s'occupa simultanément de ses cours et d'action révolutionnaire. Après la révolution, une activité à la fois militaire, politique et industrielle, déployée en Ukraine et dans le bassin du Donetz, l'a mis en relief et l'a fait parvenir à ses hautes fonctions actuelles.

Quant à M. Lobov, il a travaillé comme ouvrier aux usines Rosenkrantz, de Pétrograd, jusqu'à la révolution. Membre du Soviet de cette ville, il fit de son usine un des bastions du bolchevisme jusqu'au triomphe de la Révolution d'octobre 1917. Cet événement a fait de lui un vice-président de la Tcheka de Léninegrad, avant de le promouvoir à divers postes de commande de l'industrie soviétique.

Ces quatre hommes sont assistés d'un collège de sept membres et, innovation de la dernière réforme, d'un conseil de quatre-vingt-cinq membres, où spécialistes et techniciens siègent à côté d'hommes venus à l'industrie par la politique révolutionnaire. A côté de M. Trotzky, le tribun devenu industriel, on y rencontre des savants, comme MM. Ipatiev et Konovalov, de l'Académie des Sciences de Léninegrad ; comme M. Mouchketov, le directeur de l'Institut des Mines de Léninegrad. Y figure également M. Kafengaus, chef du bureau des statistiques du V. S. N. Kh., venu cette année à Paris à titre de membre de la délégation chargée des négociations de la conférence franco-soviétique.

A la base, dans l'usine, « directeurs rouges » et ingénieurs collaborent en s'observant. Au sommet, la présence simultanée des représentants de la politique et de la tech-

nique est assurée au sein du conseil des quatre-vingt-cinq.

L'industrie russe, qui n'a pu être sauvée que par cette fusion, opérée sur le terrain neutre de la production, reconnaît, d'ailleurs, le prix de cette collaboration. En U. R. S. S., le traitement d'un directeur technique est à celui d'un manœuvre dans un rapport qui est souvent de 10 à 1.

L'U. R. S. S. possède d'inépuisables réservoirs de matières premières

L'industrie soviétique n'a pas hérité que des machines et des techniciens de l'ancienne industrie russe ; elle a trouvé intacte la source même de sa prospérité : d'inépuisables réservoirs de matières premières.

La houille. — Les richesses minérales de l'U. R. S. S. sont particulièrement abondantes et variées ; les gisements de houille du bassin du Donetz, qui constituent l'affleurement extrême de la grande bande de terrains carbonifères allant de l'Angleterre à la mer Noire, par le Nord de la France, la Belgique, la Ruhr et la Silésie, rattachent l'Ukraine à l'Europe industrielle. Le Donetz est actuellement la perle de l'industrie houillère de l'U. R. S. S.,

mais la Sibérie renferme des milliards de tonnes de richesses intactes, comparables à celles du gigantesque bassin du Yang-tse-Kiang. Les gisements de la Sibérie et de la Chine constituent les grandes réserves de combustible de l'humanité future ; seuls, ceux des États-Unis peuvent rivaliser avec eux.

La tourbe. — L'Allemagne a ses lignites ; la Russie, la tourbe. C'est un combustible inférieur ; mais il s'y présente en quantités invraisemblables ; la seule partie européenne de l'U. R. S. S. dispose de 16 millions d'hectares de tourbières ; celles de Sibérie attendent encore, non seulement leurs exploitants, mais même leurs prospecteurs.

Le naphte. — Le naphte abonde aux alentours de la mer Caspienne : Bakou, Grozny, l'Emba, l'île Tchéliken sont déjà



M. KOUÏBYCHEV

Le successeur de Dzerjinsky à la tête de l'industrie d'État n'a pas quarante ans. Fougueux révolutionnaire dans le passé, il est aujourd'hui l'un des représentants des tendances majoritaires dans le parti communiste.

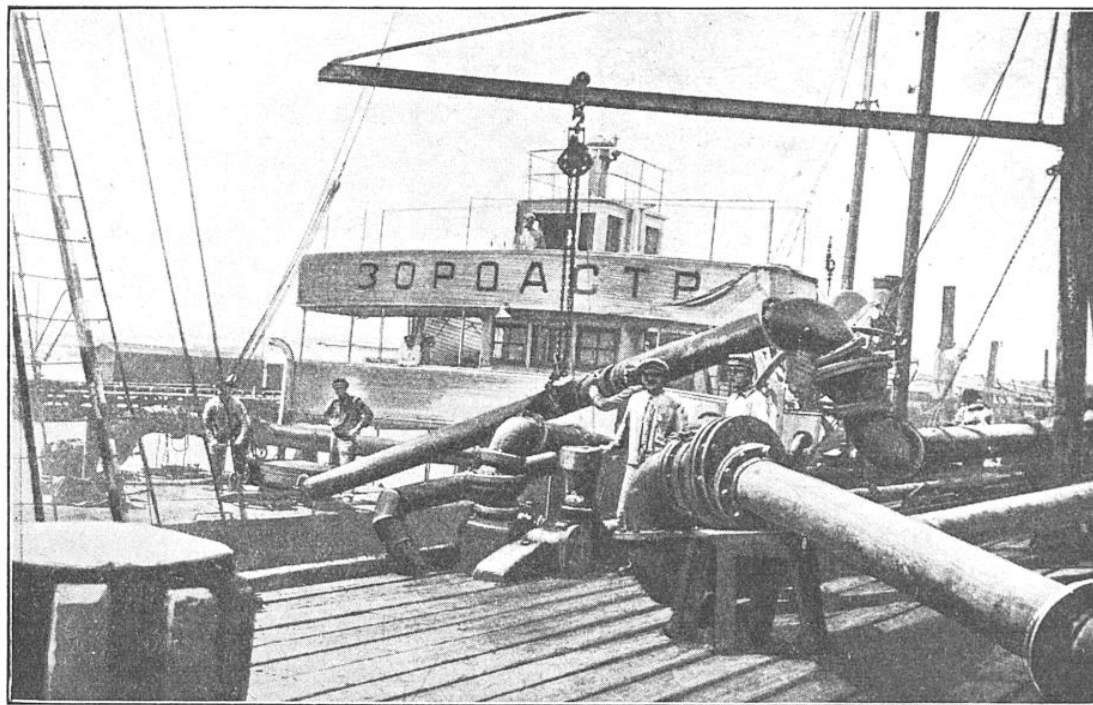
en exploitation ; les premiers travaux de mise en œuvre commencent à peine dans le Ferghana, en Asie Centrale, et dans l'île Sakhaline, en Extrême-Orient. Les réserves de naphte de l'U. R. S. S. sont évaluées à près d'un milliard de tonnes.

Les minerais. — A côté des gisements de minerais de fer de Krivoï-Rog, l'U. R. S. S. dispose de réserves, peu ou pas exploitées, en Oural, à Kertch, à Koursk.

lisme particulier : ce sont des lingots d'or et de platine qui constituent la couverture métallique du tchervonetz.

Le bois. — En première ligne des matières premières d'origine végétale figure le bois. Les surfaces couvertes en forêts sont évaluées à 600 millions d'hectares. L'U. R. S. S. détient à elle seule le tiers des forêts du monde.

La betterave. — Parallèlement aux gisements carbonifères qui traversent l'Europe



LE MARCHÉ INTÉRIEUR RUSSE EST ALIMENTÉ EN GRANDE PARTIE DE PRODUITS DU NAPHTHE PAR LA NAVIGATION FLUVIALE

Ce bateau, le Zoroastre, charge à Bakou du pétrole, qui sera transporté à Astrakan à travers la mer Caspienne. De là, il gagnera le centre de la Russie par la Volga.

Les petits métaux : cuivre, zinc, plomb, se présentent dans toutes les régions montagneuses, où les plissements géologiques sont venus rompre la monotonie de la plaine russe : Oural, Caucase, Altaï. Les gisements de manganèse de Tchiatouri, dans le Caucase, donnent à l'U. R. S. S. en Europe un quasi-monopole, dans le monde la prépondérance.

Si l'argent n'est que faiblement représenté au Caucase, l'or abonde en Sibérie, dans le bassin de la Lena et, dans une plus faible mesure, dans l'Oural. Quant au platine, les gisements de l'Oural jouissent d'une célébrité universelle ; ils ont permis à la banque d'État l'originalité d'un bi-métal-

d'ouest en est, s'étendent les terrains à limons, propices à la betterave. Les sucreries d'Ukraine avaient permis, avant la guerre, la constitution d'opulentes fortunes. C'est dans l'hôtel moscovite d'un des anciens rois du sucre que le commissariat des Affaires étrangères organise maintenant ses réceptions. Cette source de richesses a été quelque peu réduite par le tracé de la nouvelle frontière avec la Pologne ; mais la surface plantée en betteraves était encore, en 1924, de 320.000 hectares.

Le lin. — Au point de vue des matières premières textiles, l'U. R. S. S. est bien partagée : la Russie d'avant-guerre disposait pour le lin d'un monopole de fait. Elle en

produisait 400.000 tonnes et en exportait 280.000 environ. L'indépendance des provinces baltiques lui a fait perdre les trois huitièmes de ses possibilités ; ce qui reste est encore appréciable.

Le coton. — L'industrie cotonnière de l'U. R. S. S. trouve, sinon la totalité, du moins la plus grande partie de son aliment sur le territoire national. Les deux fleuves de l'Asie Centrale, le Syr-Daria et l'Amou-Daria, abondamment alimentés par les neiges des hautes montagnes de l'Asie, irriguent des régions chaudes et en font une seconde Égypte. La capacité de production de ces régions pourrait atteindre facilement 300.000 tonnes, et un rail continu unit Tachkent à Moscou. Les terres à coton existent également en Transcaucasie.

La laine. — Pour la laine, la situation, quoique moins favorable, est encore belle. Les régions de steppes sont parcourues par d'abondants troupeaux de moutons, mais la Russie fait la même expérience que la France en Algérie : les nomades des terrains de parcours utilisent eux-mêmes la laine, dont ils tressent leurs couvertures et leurs vêtements, laissant peu de chose à l'industrie. En 1913, la Russie devait importer 55.000 tonnes de laine brute. En 1924-1925, elle en a importé 6.300, principalement d'Australie.

La soie. — L'U. R. S. S. produit et consomme peu de soie ; mais, là encore, les possibilités sont grandes. Le gouvernement soviétique fait de louables efforts pour développer l'ancienne sériciculture des provinces d'Asie Centrale, dont la civilisation est assoupie, mais où le souvenir n'est pas perdu des soies et des brocards de la prestigieuse Samarcande.

A cette énumération il convient d'ajouter d'autres richesses, secondaires quoique non négligeables, comme le mercure et l'amiante, le graphite et le mica, la magnésie et le sel.

De sorte que la Russie, exportatrice de matières premières, en achète assez peu. En 1924-1925, elle a importé 91.000 tonnes de coton, dont 75.000 d'Amérique, de la laine, 17.500 tonnes de peaux, 55.000 tonnes de produits de tannerie, 3.500 tonnes de coprah, 5.000 tonnes de caoutchouc.

Les résines. — On est, par contre, assez étonné de voir figurer à l'importation russe 14.000 tonnes de colophane et 86.000 tonnes de pâte à papier, dans un pays qui détient le tiers des forêts du monde, où les résineux constituent l'essence dominante ! C'est une illustration tangible de la situation écono-

mique de l'U. R. S. S., vaste champ de richesses à peine effleurées qui n'attendent que la mise en œuvre. Le marxisme a trouvé pour son expérience une terre de choix ; il peut travailler en pleine pâte et créer à son aise.

Le développement continu des industries nationales dans le monde commence à poser avec insistance l'angoissante question de la répartition des matières premières. La civilisation moderne, en s'étendant peu à peu à tous les peuples du monde, fait naître des besoins, inconnus jusque-là, qui se traduisent par une consommation de richesses naturelles et la constitution de nouveaux centres industriels : hier le Japon, demain la Chine et l'Inde. L'industrie de la vieille Europe ne peut assister à ces transformations sans quelque appréhension. La Russie n'a pas pour sa jeune industrie les mêmes inquiétudes que l'Europe occidentale ; c'est peut-être là le trait qui l'en distingue le plus.

Quant à l'étude des industries qui se sont développées sur cette base, cette enquête ne saurait avoir la prétention d'épuiser un sujet aussi vaste. Elle ne peut que marquer le point, en passant en revue les plus importantes d'entre elles, notamment les industries extractives, qui sont, en quelque sorte, les colonnes du temple.

Une colonne du temple : le pétrole

En 1913, l'industrie pétrolière russe avait atteint une production de 9.200.000 tonnes. C'était environ 20 % de l'extraction mondiale. La Russie venait au deuxième rang, loin derrière l'Amérique.

Les pétroles de Bakou représentaient à eux seuls les quatre cinquièmes de cette quantité. Ils étaient, d'ailleurs, loin de leur production-record de 1901 : 11 millions 500.000 tonnes. Par contre, la région de Grozny commençait à développer sensiblement la sienne.

Pendant la guerre, des efforts furent accomplis en vue de développer les forages de la région de Bakou, afin de maintenir au moins le niveau de la production. On y parvint jusqu'en 1917.

Alors, comme dans toute l'industrie russe, la production décroît. En 1921, elle n'est plus que de 3.800.000 tonnes. Certes, la baisse est sensible ; cependant, elle est, de loin, moins forte que dans les autres branches de l'industrie. On assiste même à un curieux phénomène : l'encombrement des stocks, que les transports désorganisés n'arrivent plus à évacuer. Le pétrole ne tient pas compte de la révolution et continue de jaillir.

Dès la fin de la guerre civile, le gouvernement soviétique apporta tous ses soins à l'industrie du naphte. Il s'efforça de reprendre les forages interrompus. Depuis lors, la production s'est relevée peu à peu. Elle est, cette année, de plus de 5 millions de tonnes pour Bakou seulement.

Trois trusts, qui, tous, dépendent du V. S. N. Kh. de l'Union, se partagent le domaine du naphte : le trust de l'Azerbeïdjan (Bakou), celui de Grozny, celui de l'Emba. Parmi les questions industrielles qui se posent, figure au premier plan celle de la pipe-line de Grozny au port de Touapsé. Grozny, région neuve, diffère de Bakou par la puissance de ses puits jaillissants. Il lui faut un exutoire. Les projets ont été longuement discutés ; les dépenses s'élèveront à une soixantaine de millions de roubles. D'autre part, le port de Touapsé devra subir des aménagements.

L'industrie pétrolière de l'U. R. S. S. songe également à augmenter les établissements de craking (1).

L'organe de vente des trusts, le « Syndicat du Naphte », a pris pied sur les marchés mondiaux. En 1925-1926, son exportation s'est élevée à 1.450.000 tonnes. Ce n'est pas que le combustible soit surabondant en Russie soviétique, mais le pétrole est un excellent atout politique et sa vente procure des devises appréciées.

(1) Le craking consiste à faire exploser la molécule d'un pétrole lourd, en la soumettant à une forte chaleur brusque, pour obtenir des produits plus légers.

L'approvisionnement en combustible est une question de vie ou de mort pour l'U. R. S. S. : le charbon

Avant la guerre, la Russie produisait environ 35 millions de tonnes de houille, dont les trois quarts provenaient du bassin du Donetz. Le reste venait de Dombrowa,

aujourd'hui polonais, et des autres bassins houillers secondaires.

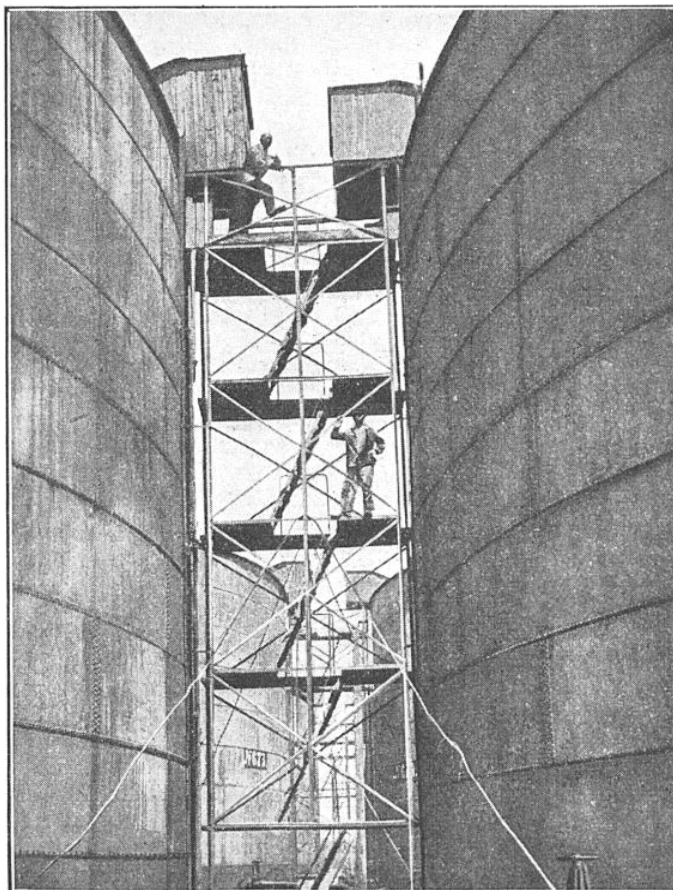
Les charbonnages du Donetz sont de date récente ; nombreux étaient les capitaux français engagés dans leur mise en valeur.

Dombrowa envahi, le Donetz était la seule ressource de la Russie en guerre. L'exploitation intensive porta la production à près de 30 millions de tonnes en 1916. Ce fut le chant du cygne. Beaucoup plus atteintes par la Révolution que les exploitations pétrolifères, les mines du Donetz ne donnèrent que 8 millions de tonnes

en 1918 et 4 millions seulement en 1920.

Depuis la fin de la guerre civile, le rétablissement s'est poursuivi d'année en année. En 1923, la production a déjà atteint 12 millions de tonnes.

L'approvisionnement en combustibles est une question de vie ou de mort. A coup de dotations budgétaires, l'industrie houillère se relève. La production totale du mois d'avril 1926 a atteint 2 millions de tonnes, dont 1.600.000 pour le seul Donetz. Les petits bassins secondaires : Oural, Moscou, Extrême-Orient, Kouznetsk, se partagent le reste.



VUE PRISE AUX ENVIRONS DE BAKOU, AU MILIEU D'UN DÉPÔT DE VINGT-SIX RÉSERVOIRS DE NAPHTHE

Il faut faire à Kouznetsk une mention spéciale. Sa production actuelle de 150.000 tonnes par mois est hors de proportion avec ses possibilités d'avenir. Ses réserves formidables sont évaluées à 250 milliards de tonnes. Pour la première fois, le charbon de Kouznetsk participera, cet hiver, malgré la distance, à l'approvisionnement de Moscou. Il libérera un peu du charbon du Donetz, dont le gouvernement soviétique s'efforce, à tout prix, de constituer un léger contingent exportable, afin de représenter l'industrie soviétique dans les ports du Levant.

Un trust géant, le « Donougol », réunit sous sa gestion presque toutes les exploitations houillères du Donetz.

Afin d'être en mesure de suffire aux besoins croissants de la consommation, le trust envisage l'exécution d'un programme de grands travaux, où est prévu, entre autres, le forage de dix-neuf grands puits nouveaux. La technique et les crédits allemands seront appelés à collaborer à cette entreprise.

Le fer abonde en Russie soviétique

Les mines de fer abondent en Russie soviétique ; celles de Krivoï-Rog, qui trouvent, dans le voisinage du Donetz, l'avantage d'un excellent combustible, sont les seules qui donnent lieu à une exploitation revêtant une importance internationale. Krivoï-Rog est une création franco-belge. Il fournissait, à lui seul, 6 millions de tonnes sur les 8.800.000 produites par toute la Russie d'avant-guerre.

L'extraction du fer a été l'une des branches de l'industrie russe les plus touchées par la Révolution. En 1921, la production était tombée au chiffre dérisoire de 150.000 tonnes.

La restauration a été assez lente. On n'en est encore qu'au tiers de la capacité d'avant-guerre. La production totale de l'U. R. S. S., pendant le mois d'avril 1926, s'est élevée à 270.000 tonnes, 210.000 provenant de Krivoï-Rog, 60.000 de l'Oural.

Alors que la production de l'Oural est éparpillée entre un certain nombre de petits trusts, celle de Krivoï-Rog dépend d'un autre trust géant du V. S. N. Kh. de l'Union, le « Trust méridional des mines », en abrégé le « Yourt ».

Ce qu'est devenue l'industrie métallurgique

L'industrie métallurgique, qui est fonction des deux industries extractives précédemment étudiées, a naturellement suivi une courbe parallèle. En raison de l'importance que tient l'industrie lourde dans l'activité

générale, il n'est pas déplacé de préciser encore les résultats acquis à l'aide de quelques chiffres : sur cent quarante-deux hauts fourneaux hérités de la Russie d'avant-guerre, cinquante-huit étaient rallumés en avril 1926, les plus grands et les plus modernes. Ils produisaient, au cours de ce même mois, 190.000 tonnes de fonte, la moitié du chiffre d'avant-guerre.

Le plus important des trusts métallurgiques est le « Trust Métallurgique du Sud », ou « Yougostal ». C'est l'enfant terrible de l'industrie soviétique. Il met à mal le budget avec ses déficits sensationnels ; et certains symptômes graves, comme la baisse de la discipline, attestée par la multiplication des journées d'absence injustifiées, avaient même motivé un voyage de Dzerjinsky peu de temps avant sa mort. Il était allé dans le Donetz haranguer les coupables et décider des mesures à prendre pour mettre fin à ces abus.

L'industrie lourde et les industries de transformation qu'elle alimente directement, étaient de date récente. Elles s'en tenaient encore aux spécialités courantes : tôles, poutrelles, chaudières, rails, wagons, locomotives. Le simple précédait le complexe, et les fabrications affinées n'avaient pas encore eu le temps de se développer. Comme machines agricoles, les plus simples ; peu d'appareillage électrique ; peu ou point de machines-outils et d'automobiles.

L'U. R. S. S. nourrit amplement ses habitants des produits de son sol ; elle regorge de matières premières ; la principale lacune de sa production est celle des menus objets variés des industries diverses, qui donnent un caractère si nuancé aux industries de l'Europe occidentale. Combler, avant tout, cette lacune, en mettant l'industrie soviétique en mesure de les produire bientôt, telle est l'ambition du gouvernement actuel ; sa doctrine, en matière de commerce extérieur, est dominée par ce principe : favoriser les importations techniques en bannissant les produits de luxe ; échanger le blé, le bois, le lin et le pétrole contre des machines, des outils, des instruments de production. Le monopole du commerce extérieur est l'agent d'exécution de cette politique austère et rigoureuse.

Autres industries minérales : un chiffre pour 1913, un « trou » pour 1920-1921, un chiffre ascendant pour la période actuelle

Il serait fastidieux, maintenant, de les étudier toutes. Nous verrions se reproduire ce schéma : un chiffre donné de production

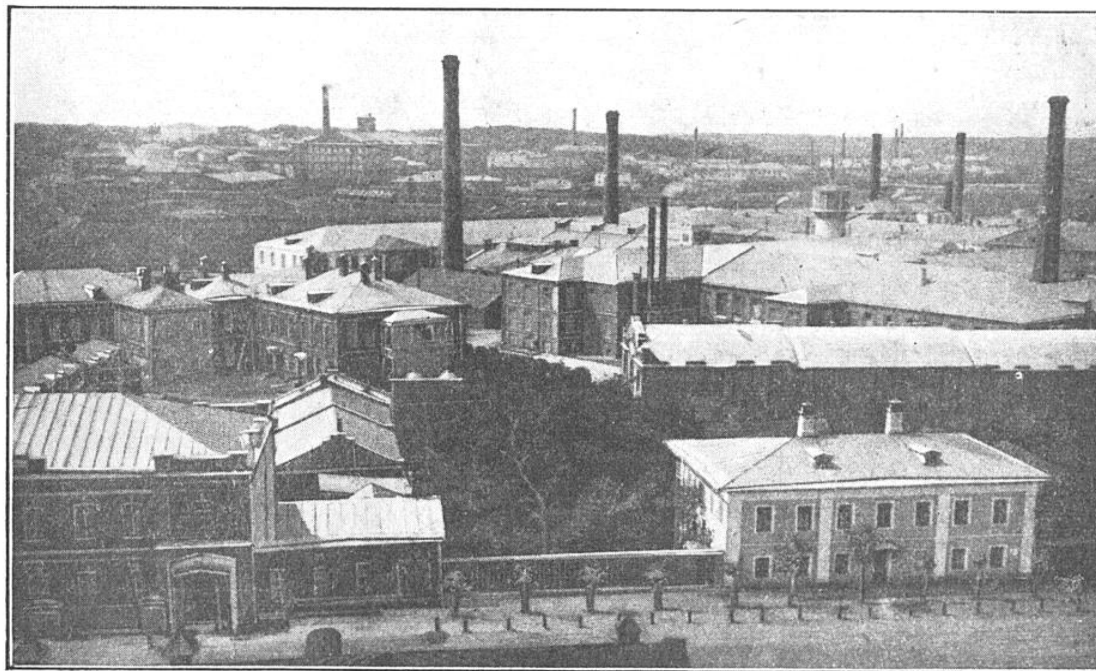
en 1913, un trou pour la période 1920-1921 et une nouvelle marche ascendante aboutissant à un chiffre actuel situé au tiers, à la moitié, aux trois quarts de la hauteur du chiffre d'avant-guerre, selon les cas. Il suffit de voir quelques spécialités.

Le graphite. — La Sibérie en conserve, pour l'avenir, des trésors. Tout le bassin de l'Iénisseï contient des réserves, que les recherches géologiques récentes ont permis d'évaluer par centaines de millions de tonnes.

à 9.000 tonnes en 1921, autant dire à zéro.

Alors que les gisements de *Nicopol* se relevaient tant bien que mal sous la gestion soviétique, les gisements, beaucoup plus importants, de *Tchiatouri* étaient confiés à l'exploitation du groupe américain Harriman et faisaient l'objet de la plus importante des concessions étrangères en U. R. S. S.

L'or. — En 1913, la Russie produisait un peu moins du dixième de l'or du monde avec 61.050 kilogrammes. En 1921, il n'était plus



VUE D'ENSEMBLE DE L'IMPORTANT CENTRE TEXTILE D'IVANOVO-VOZNËSSK, DANS LA RÉGION INDUSTRIELLE DES ENVIRONS DE MOSCOU

Une expérience intéressante a été tentée en 1926 : un navire est venu, par l'océan Glacial, remonter l'Iénisseï et son affluent, la Koureïka, jusqu'aux mines qui, jusqu'ici, pouvaient difficilement communiquer avec le reste du monde. Si cette opération pouvait être généralisée chaque année, la vitrine consacrée au graphite sibérien, dans le grand vestibule du Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris, cesserait d'être une curiosité d'exception pour devenir le témoignage de la mise en exploitation régulière de richesses qui semblaient inaccessibles.

Le manganèse. — Sur 2.300.000 tonnes de production mondiale de minerais de manganèse, la Russie en donnait, en 1913, 1.250.000. Déjà en forte baisse au cours des années de guerre, la production était tombée

question que de 2.330 kilogrammes du précieux métal. Depuis lors, la réforme monétaire lui a restitué son prestige, si tant est qu'il l'ait jamais perdu. En 1924, la production était revenue au tiers de celle d'avant-guerre, et une nouvelle impulsion lui a été donnée à la suite de deux événements : la concession des gisements de la Lena à la Société anglaise Lena Goldfields et la découverte de riches gisements dans la vallée de l'Aldan, affluent de la Lena. Cette dernière région a été le témoin d'un véritable rush, comparable dans sa forme, sinon dans son ampleur, à ceux du Klondyke ou de la Californie. Le gouvernement soviétique espère donc voir la production de l'or revenir, prochainement, aux environs de 50.000 kilogrammes par an.

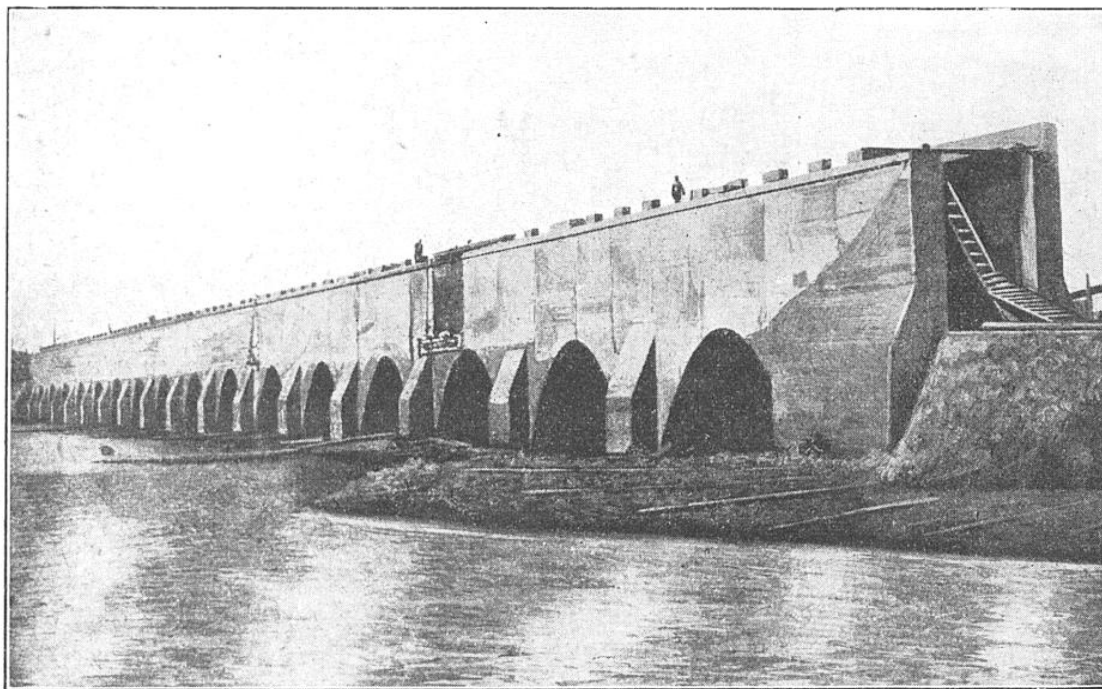
Un coup d'œil sur les autres industries

Ce que nous avons dit de l'industrie des métaux vaut pour le reste. Qu'il s'agisse de l'industrie textile, de celle des produits chimiques ou des cuirs et peaux, nous retrouvons les mêmes caractéristiques : une production légèrement en dessous de celle de 1913, utilisant maintenant, à plein rendement, le matériel hérité des anciens propriétaires, matériel usagé, dont une

chiffres suivants, qui ont trait à leur inventaire de 1924 :

SPÉCIALITÉS	BROCHES	MÉTIERS
Industrie cotonnière.	7.245.000	202.000
Industrie lainière....	414.000	21.000
Industrie linière.....	403.000	16.000

L'achat de machines textiles à l'étranger



LE BARRAGE DU VOLKHOV. TRAVAUX DE PROTECTION CONTRE LES GLACES

bonne partie aurait bien besoin d'être renouvelée.

L'industrie textile. — Le domaine géographique de l'industrie textile peut être déterminé comme suit : la grande banlieue de Moscou, avec une concentration particulière des entreprises dans le secteur nord-est : Vladimir, Iaroslavl, Ivanovo-Voznessensk, Orekhovo-Zouievo, Oulianovsk (ci-devant Simbirsk). Les trois spécialités : cotonnière, lainière, linière, voisinent et s'entremêlent.

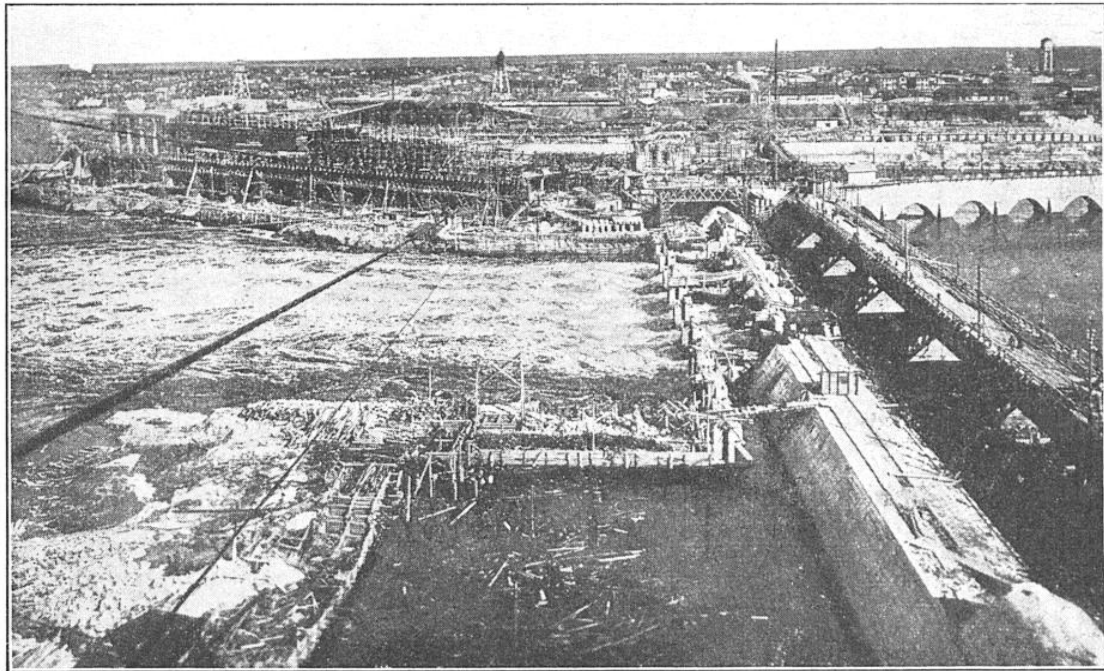
L'industrie textile a été sérieusement amputée par la perte de Lodz, en Pologne, dont les faubourgs sont pleins de chômeurs, alors que les usines russes ne suffisent plus au marché intérieur. L'importance de leur capacité de production s'exprime par les

est une question de la plus haute actualité dans les milieux de l'industrie soviétique. Une importante délégation de spécialistes a fait, l'an dernier, son tour d'Europe pour répartir des commandes. Il lui est arrivé, ainsi qu'à toutes les tournées de ce genre, de faire une véritable découverte, celle des progrès accomplis, depuis la guerre, par l'industrie française. Chez beaucoup d'ingénieurs russes, élevés avant la guerre dans l'admiration de la technique allemande, cette découverte s'exprime par cet aveu ingénu : « Nous ne nous attendions pas à cela. »

L'industrie chimique. — Quant à l'industrie chimique, les trusts qui la composent groupent, autant que possible, les usines qui appartiennent à la même spécialité. C'est l'« Aniltrust », qui fournit l'aniline

aux industries textiles ; l'« Acetometyl », trust de la distillation du bois ; « le Jirkost », qui a absorbé, en même temps que des usines pour la transformation des os et des graisses, les usines de parfumerie installées par des industriels français, aux environs de Moscou ; le « Koksobenzol », qui distille les sous-produits de la houille ; le « Khimougol », qui fournit la soude, l'ammoniaque, les sulfates ; le « Resinotrust », qui exploite, entre autres, les grandes usines pour le

ont donné 450.000 tonnes de sucre. C'est peu, si l'on songe que le sucre doit, non seulement servir à nourrir les habitants de l'U. R. S. S., mais à favoriser l'expansion économique dans certains pays d'Orient : la Mongolie, les vilayets orientaux de la Turquie, le Nord de la Perse. La rivalité russo-anglaise en Perse avait, entre autres, un aspect sucrier. Les fameuses « zones d'influence » se doubleraient de « zones de sucre », qui cherchaient également à empiéter l'une



VUE D'ENSEMBLE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DE L'IMPORTANT BARRAGE DU VOLKHOV, DONT LA STATION HYDROÉLECTRIQUE DONNERA L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE À LÉNINGRAD

traitement du caoutchouc, à Léninegrad.

Ces trusts ne suffisent pas à alimenter le marché intérieur. Aussi, l'industrie russe se tient-elle en contact étroit avec l'industrie allemande, dont le cartel des industries chimiques fournit au marché russe des dépôts de produits en consignment, et aux usines des spécialistes, en vertu d'un contrat de collaboration tout récent.

L'industrie sucrière. — L'industrie sucrière se relève difficilement de ses blessures de guerre. L'industrie sucrière française, plus cruellement touchée, s'est relevée bien plus vite. Des deux cent soixante-neuf usines dont l'U. R. S. S. a hérité, cent quarante-quatre seulement ont fonctionné au cours de la dernière campagne. 32 millions de quintaux de betteraves ont été traités, qui

sur l'autre. Le gouvernement soviétique n'a pas manqué de reprendre, sur ce point, les traditions de ses devanciers.

L'électrification. Un problème capital : « Le socialisme, c'est la puissance des Soviets, plus l'électrification »

Une enquête sur l'industrie soviétique serait incomplète sans un chapitre sur l'électrification.

Dans ce domaine, d'indéniables créations ont été réalisées. Partout ailleurs, on en est encore à la poursuite de la norme d'avant-guerre. Ici, elle est largement dépassée.

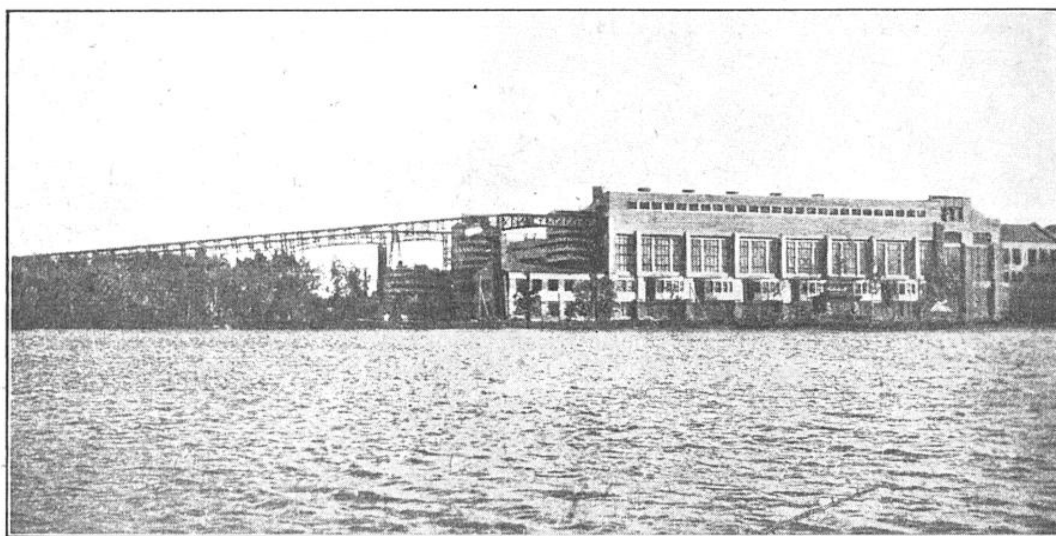
Économiquement, l'électrification est une nécessité. Un citoyen soviétique dispose, en moyenne, de 30 kilowatts-heure d'énergie par an, alors qu'un citoyen des États-Unis

en a 800 à sa disposition et un Norvégien 2.300. Seul, un plan d'ensemble, affirment les dirigeants soviétiques, permettra l'utilisation des sources locales d'énergie : chutes d'eau, tourbières, poussières.

Politiquement, l'électrification est une trouvaille. Dans un pays d'où les discussions politiques sont bannies, il faut donner de quoi s'exercer aux imaginations ; l'électrification est une formule à succès. Sans compter que la moindre des réalisations : une ampoule électrique dans une izba de paysan, fait plus pour la propagande que tous les tracts et brochures.

Les inaugurations se poursuivent : en décembre 1925, deux turbines de 16.000 kilowatts étaient mises en marche à l'importante usine nouvelle de Chatoura, située à 120 kilomètres de Moscou. Cette station a, d'ailleurs, joué de malchance ; elle a dû, peu après, fermer provisoirement, la longueur de l'hiver ayant entravé l'extraction de son combustible : la tourbe des marais environnants.

La centrale de Nijni-Novgorod a été inaugurée elle aussi. La grande station du bassin du Donetz, construite à Chterovka, vient de l'être le 15 septembre dernier.



VUE DE LA STATION DE CHATOURA. CONSTRUITE DEPUIS LA RÉVOLUTION, ELLE UTILISE LA TOURBE POUR PRODUIRE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE QU'ELLE TRANSMET A MOSCOU

Le programme d'électrification, conçu en pleine guerre civile, date de 1920. Il divise l'U. R. S. S. en « rayons ». Chacun d'eux sera doté d'une grande centrale électrique, qui utilisera la plus économique des sources locales d'énergie. Il y aura une trentaine de ces grandes centrales, d'une puissance totale de 1.500.000 kilowatts. Dix utiliseront la houille blanche.

Ces grandes stations sont à la base du projet, qui comporte encore un programme de fusion des stations d'usines et la création de petites stations locales, satellites des grandes stations de rayon.

Ce plan n'est pas resté une chimère. Des réalisations partielles s'inscrivent, dès à présent, à l'actif des promoteurs du programme. Dès 1922, les premières turbines de la station « Octobre rouge » donnaient le courant à Léninegrad ; celles de la station de Kachira à Moscou.

On vient de procéder aux essais de la première grande station hydroélectrique, celle du barrage du Volkhov, dont les 54.000 kilowatts sont destinés à alimenter la région de Léninegrad. Le montage des turbines est actuellement terminé.

L'usine du Volkhov n'est pas encore en marche qu'un autre projet gigantesque est abondamment discuté : le barrage du Dniepr. Des experts américains ont été conviés à critiquer sur place les plans des ingénieurs russes. Et les organes centraux du gouvernement ukrainien, réunis spécialement pour en délibérer, viennent d'annoncer que les travaux commenceraient bientôt.

Il convient de constater que la technique étrangère entre pour une large part dans ces réalisations, dont s'enorgueillit le gouvernement soviétique.

Tels sont les efforts qui ont été accomplis par les disciples de Lénine pour appliquer

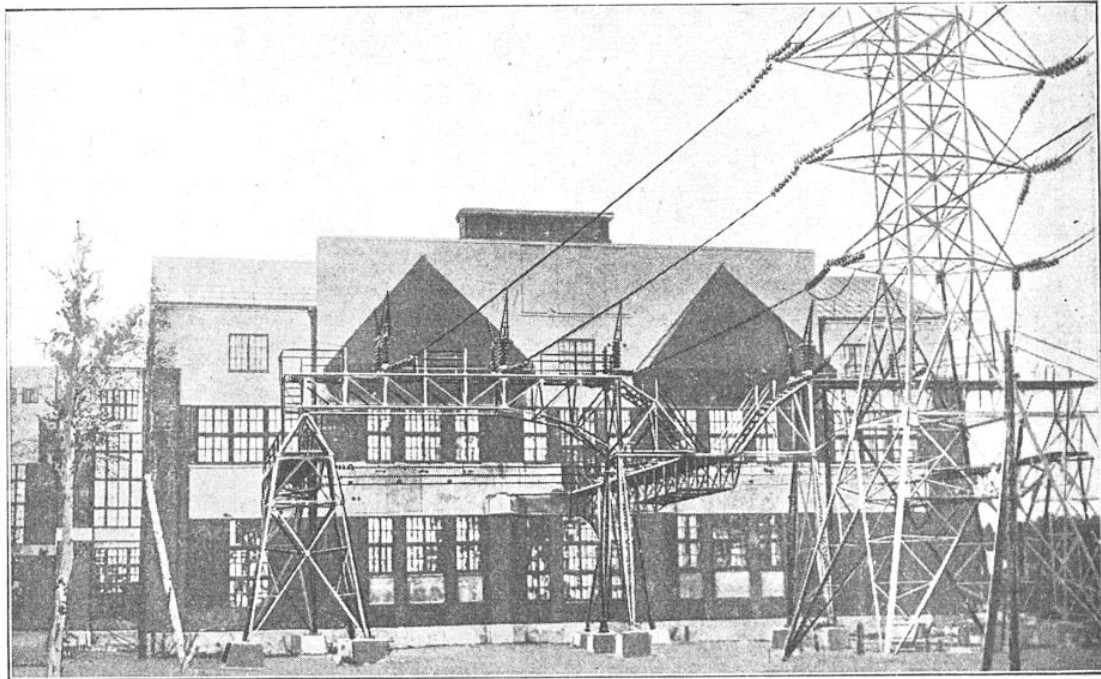
ce curieux précepte du tribun : « Le socialisme, c'est la puissance des Soviets, plus l'électrification. »

Sans la Science, pas d'industrie ; les savants russes et l'heure présente

L'exécution du plan d'électrification exige, elle aussi, la collaboration des savants russes. Les travaux du barrage du Volkhov ont été surveillés par le directeur de l'Ins-

dès 1725, il fondait l'Académie des Sciences.

La science russe était née. Sur les vingt-trois premiers académiciens, vingt-deux étaient étrangers ; mais, bientôt, Lomonossov donnait ses titres de noblesse à la science russe. Cet esprit universel, sorte de Pascal ou de Leibnitz, était à la fois littérateur et savant. Tout en fixant la langue russe écrite moderne, il proposait, en physique moléculaire des hypothèses que les



LA STATION ÉLECTRIQUE DE CHATOURA

Les pylônes de transmission de force ont été établis selon des plans dus à l'ingénieur Krassine, frère de l'ancien ambassadeur de P. U. R. S. S. à Paris.

titut électrotechnique de Léninegrad, le professeur Graftio.

Nous avons déjà vu que le V. S. N. Kh. avait fait place, dans son conseil, à plusieurs membres de l'Académie des Sciences de Léninegrad. L'action de ce corps savant est primordiale dans l'histoire de la science russe.

Lorsque Pierre le Grand entreprit son célèbre voyage en Europe, les progrès de la technique le séduisirent par-dessus tout. Si la légende du tsar charpentier de Saardam n'est, sans doute, qu'une anecdote amplifiée, il n'en est pas moins vrai que les étrangers que Pierre le Grand conviait le plus volontiers à l'œuvre dans son empire étaient les ingénieurs et les architectes. Dans le domaine de l'esprit, il donnait aux mathématiques le pas sur les lettres et les beaux-arts, et,

études modernes ont pleinement confirmées et qui, pour l'époque, étaient un trait de génie.

Il n'est pas nécessaire de s'étendre longuement sur les mérites de la science russe, qui a donné au monde des hommes comme Mendeleev et Metchnikov.

Les années de famine ont imposé aux savants russes de grandes souffrances. Mais l'Académie des Sciences a traversé la période révolutionnaire en conservant intacts son autorité et son prestige. Le gouvernement soviétique met une certaine coquetterie à respecter et honorer ses travaux. Sous la présidence du géologue Karpinsky, assisté du mathématicien Steklov et de l'indianiste d'Oldenbourg, secrétaire perpétuel, l'Académie des Sciences a célébré, l'an dernier

avec solennité, le bicentenaire de sa fondation. Des savants français ont assisté aux cérémonies. Cette année, l'Académie des Sciences leur a rendu la politesse en constituant, sous la présidence de M. Lazarev, directeur de l'Institut de Physique de l'Université de Moscou, un comité chargé de commémorer dignement le centenaire de Marcelin Berthelot.

Les savants russes travaillent en liaison avec l'industrie. L'Institut de M. Lazarev a entrepris, depuis plusieurs années, dans l'intérêt de la technique industrielle, l'analyse du spectre de plusieurs centaines de colorants. Si certaines de ses recherches intéressent la science pure, d'autres permettraient des applications pratiques immédiates, comme la conservation et le transport de l'essence sous forme d'émulsion stable, qui supprimerait, pour l'aviation, le danger d'incendie. Au lieu de tonnes de dangereux li-

quide, les avions de grand raid emporteraient, dans leurs réservoirs, une substance laiteuse inoffensive.

Ce sont les travaux du professeur Lazarev et de l'Institut de Physique sur l'anomalie magnétique de Koursk qui ont permis d'établir la présence de gigantesques gisements de minerais de fer. S'ils ne sont pas, actuellement, exploitables à cause de leur profondeur, ils constituent, pour l'avenir, une réserve formidable.

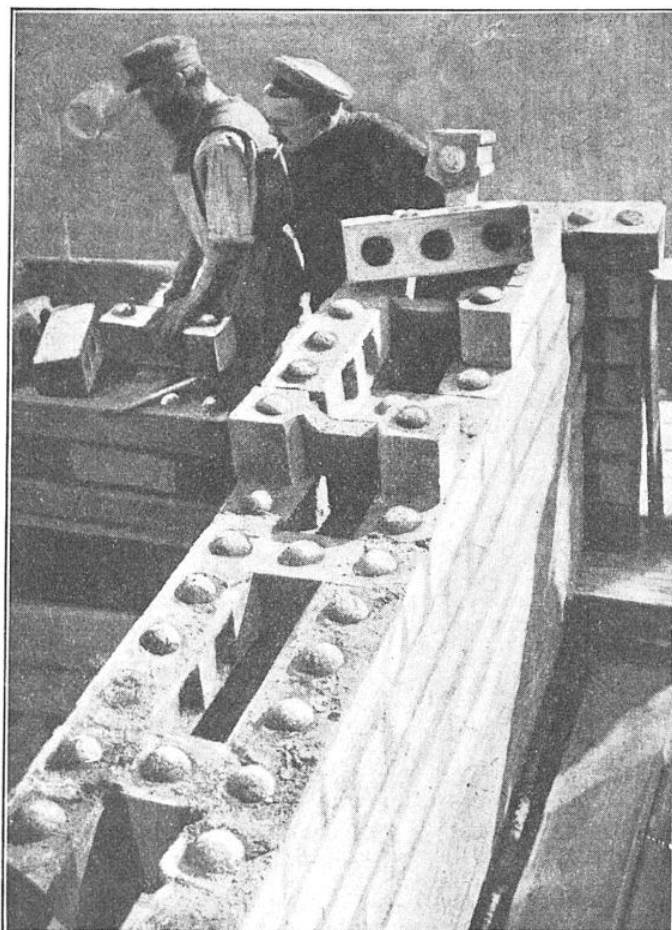
Le directeur de l'Institut Physico-technique de Léninegrad, M. Ioffe, a mis au point une nouvelle matière isolante qui resterait insensible aux plus hautes tensions. Cette découverte a déjà trouvé son écho à l'étranger.

Enfin, l'Académie des Sciences poursuit, comme par le passé, l'exploration métho-

dique d'immenses régions faiblement connues. Des savants russes procèdent actuellement à l'étude des territoires de la république yakoute, importante fraction de la Sibérie orientale. De loin en loin, des communiqués font connaître le nom des géologues des expéditions scientifiques qui rencontrent du nickel dans le Caucase ou des filons aurifères en Sibérie. Ils sont muets sur les lents et patients travaux des météorologistes, des botanistes, des cartographes qui les accompagnent.

Ces savants obscurs et modestes rencontrent toutes sortes de fatigues et de dan-

gers dans l'accomplissement de leur mission; l'expédition du Turkestan a été, voici quelques mois, complètement dépouillée par une bande de pillards. Leurs efforts, accomplis au milieu d'une nature sournoise, dans le silence des forêts de l'immense taïga sibérienne ou des sables des déserts de l'Asie Centrale, méritent mieux qu'un voile d'oubli: ils contribuent à augmenter la somme des connaissances scientifiques, ce patrimoine commun à toute l'humanité.



LA CONSTRUCTION EN CIMENT, SI AMPLEMENT UTILISÉE PAR LA TECHNIQUE MODERNE, SE DÉVELOPPE EN U. R. S. S.

Voici les murs en construction d'une usine édifiée en « bétonite ».

LES TERRES RARES ET LEURS APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Par Georges URBAIN

MEMBRE DE L'INSTITUT, PROFESSEUR A LA SORBONNE
PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Le nom de terres rares fut donné à des oxydes métalliques dont on connaissait fort peu de gisements et qui restèrent longtemps sans emploi industriel. Ces oxydes sont au nombre de seize, et, ainsi que l'explique notre très éminent collaborateur, cette liste ne pourra probablement plus s'enrichir que d'un dix-septième. Certains d'entre eux exigent, pour être obtenus même en des quantités infimes (quelques milligrammes), 150.000 cristallisations successives, qui ne peuvent être réalisées qu'en quinze années de travail continu ! Quelques-uns de ces oxydes métalliques sont aujourd'hui très employés dans l'industrie, comme le thorium et le cérium, qui constituent les manchons à incandescence. Le dernier, associé au fer, fournit le ferro-cérium de nos briquets ; nos lecteurs liront avec grand intérêt cette belle étude sur les terres rares, dont les propriétés chimiques et physiques sont très peu connues du grand public.

Qu'entend-on par terres rares ?

La pierre d'un briquet du fumeur, le manchon d'un bec à incandescence, sont choses si vulgaires que l'idée de la présence d'une substance rare dans leur composition paraît, de prime abord, invraisemblable.

C'est pourtant à une « terre rare », la *cérine*, que le manchon à incandescence doit son pouvoir lumineux et la pierre à briquet ses propriétés pyrophoriques.

On désigne du nom de terres rares (1) les oxydes de seize éléments chimiques toujours associés, au point que, si l'un d'eux est décelé dans un minerai, la présence des quinze autres peut être tenue pour certaine !

Le nom de terres rares qui leur a été donné, vient de ce que, jusqu'au jour où on leur trouva d'importantes applications industrielles, on n'en connaissait que des gisements très disséminés,

(1) Ces oxydes répondent à la formule $R^2 O^3$, dans laquelle R désigne le symbole et la masse atomique de l'un quelconque de ces éléments. Par là, ceux-ci sont intermédiaires entre les éléments analogues au calcium et les éléments analogues au titane, dont les oxydes peuvent être représentés par les formules $R^2 O^2$ et $R^2 O^4$, ou, plus simplement, par RO et RO^2 .

l'attention des prospecteurs n'ayant pas été attirée sur leurs minerais. La force de l'habitude leur a fait conserver cette désignation.

Découverte, en 1751, dans un minerai suédois, la première terre rare fut d'abord confondue avec la chaux : cette erreur fut rectifiée peu après par Gadolin, Klaproth et Berzélius. Ce dernier, le plus illustre chimiste du début du XIX^e siècle, reconnut dans le minerai primitif l'existence de deux terres — ou, dans le langage moderne, de deux oxydes distincts : la *cérine* et l'*yttria*.

On pouvait supposer que ces deux oxydes correspondaient à deux corps simples : le *cérium* et l'*yttrium*. En réalité, les deux terres de Berzélius étaient des mélanges de plusieurs corps simples, dont les propriétés sont si voisines qu'ils se comportent, vis-à-vis des réactifs de la chimie, comme s'il s'agissait d'un élément unique.

On ne connaît pas d'autre exemple d'une similitude aussi étroite entre un si grand nombre d'éléments chimiques : cela explique pourquoi il fallut un siècle à une pléiade de savants, parmi lesquels les Français Lecoq de Boisbaudran et Demarçay, le Genevois Marignac, l'Anglais Crookes, les Scandinaves Mosander, Cleve et Nilson, le Tchèque



M. G. URBAIN

Brauner, enfin, l'Autrichien Auer ont été les plus éminents, pour reconnaître la présence effective des seize éléments du groupe des terres rares dans les minéraux étudiés par leurs devanciers.

Classés dans l'ordre de leur découverte, ces éléments sont : le cérium (Berzélius, 1804), le lanthane (Mosander, 1812), l'yttrium (Berzélius, 1814), le terbium (Mosander, 1842), l'erbium (Mosander, 1842), le didyme (Mosander, 1842), l'ytterbium (Marignac, 1878), le thulium (Cleve, 1879), le holmium (Cleve, 1879), le scandium (Nilson, 1879), le samarium (Lecoq, 1879), le dysprosium (Lecoq, 1879), le praséodyme (Auer, 1885), le gadolinium (Marignac, 1889), l'euprium (Demarçay, 1901), le lutécium (Urbain, 1907).

Notons que le *didyme* porte le nom de *néodyme* depuis la découverte du *praséodyme*.

Enfin, deux éléments du groupe du titane, le *thorium* et le *celtium*, ont été découverts au cours des recherches poursuivies sur les terres rares, dans les minerais desquels ils paraissent toujours présents, ainsi que leur homologue, le *zircon*.

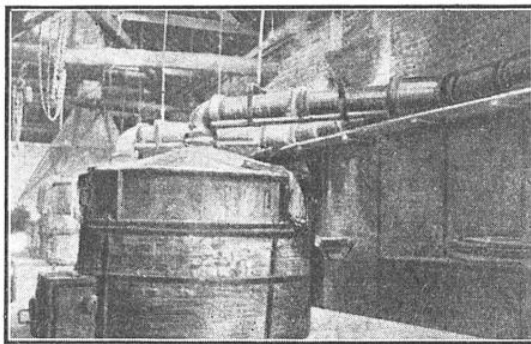


FIG. 1. — TRAITEMENT DE LA MONAZITE

La monazite, minéral dont on retire les terres rares, est attaquée par l'acide sulfurique concentré dans des cuves demi-sphériques en fonte de 3 mètres de diamètre (la fonte n'est pas attaquée par l'acide concentré, mais seulement par l'acide dilué, c'est-à-dire étendu d'une certaine quantité d'eau). Les vapeurs acides et très nocives qui se dégagent pendant l'opération, sont conduites à la cheminée de l'usine par l'énorme tuyau de grès bien visible sur cette photographie.

l'élément chimique et de l'atome, introduite dans la science à la suite de la découverte de la radioactivité, permet de

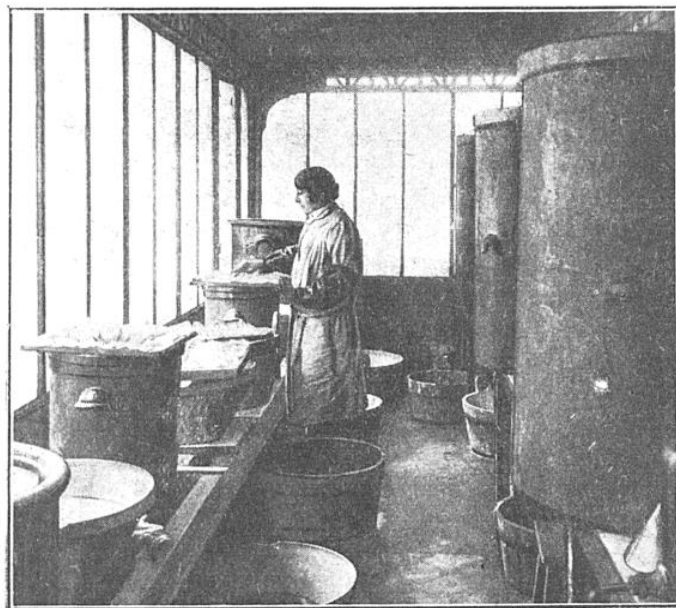


FIG. 2. - DÉBUT D'UN FRACTIONNEMENT DE TERRES RARES

Les produits concentrés provenant de l'attaque du minéral traité à l'usine, sont dissous dans un solvant approprié, avant d'être soumis à un fractionnement ayant pour but d'isoler les éléments rares qu'il renferme à l'état de pureté. C'est à cette dissolution que nous assistons ici, dans des récipients en grès de 100 à 1.000 litres de capacité.

nium. La découverte du thorium remonte à 1815; on en est redevable à Berzélius. Le celtium a été découvert par Urbain, dans les produits dont il avait antérieurement extrait le lutécium. Soupçonnée dès 1912, l'existence du celtium a été confirmée en 1922, grâce au spectrographe de rayons X, par MM. de Broglie et Dauviller.

Jusqu'à une date récente, on pouvait croire que le groupe des éléments des terres rares était indéfiniment extensible. Mais la conception moderne de l'élément chimique et de l'atome, introduite dans la science à la suite de la découverte de la radioactivité, permet de supposer que cette longue liste d'éléments ne peut plus s'enrichir que d'une dix-septième et dernière unité. Bien qu'il n'ait pas encore été signalé, on peut prévoir, dès maintenant, les propriétés de cet élément : dans la classification générale des éléments chimiques, il portera le n° 61, ce qui lui assigne des caractères intermédiaires entre ceux du néodyme et du samarium, qui sont bien connus et occupent respectivement les rangs 60 et 62.

Une manipulation chimique qui comporte 150.000 opérations !

Du fait de la similitude de leurs propriétés, les éléments rares ne peuvent être distingués et, à plus forte raison, séparés par les procédés ordinaires de l'analyse chimique, basés sur l'existence de différences très nettes entre les caractères des corps analysés.

pore une solution dans laquelle coexistent plusieurs éléments voisins, les *cristaux* qui apparaîtront au bout d'un certain temps, renfermeront les constituants *les moins solubles* du mélange, les *eaux-mères* surnageantes retenant *les plus solubles*. On a ainsi réalisé un fractionnement dans l'ordre des solubilités des sels mis en solution, et, en vertu de ce qui précède, une *séparation*



FIG. 3. — FIN D'UN FRACTIONNEMENT DE TERRES RARES

Le fractionnement, commencé sur plusieurs tonnes de minerai, a permis d'« isoler » quelques décigrammes d'un élément rare à l'état de pureté. La dimension des fioles donne une idée des faibles quantités obtenues après un travail qui dure quelquefois des années ; on la comparera à la dimension des récipients de la figure précédente que l'on utilise au début de l'opération.

Pour tourner cette difficulté, des méthodes très sensibles ont été créées ou perfectionnées : la plus pratique est celle des *cristallisations fractionnées*.

Elle est bien connue de nos lecteurs, car la suite des opérations effectuées dans les marais salants pour obtenir du chlorure de sodium, exempt de magnésium, n'est pas autre chose qu'une cristallisation fractionnée. Elle est basée sur l'observation suivante : dans un même liquide, la *solubilité* des sels de plusieurs éléments voisins par leurs propriétés diffère en général. Si donc on éva-

partielle des éléments correspondants. En répétant l'opération, on aboutit à des *fractions* dont chacune ne renferme plus qu'un élément exempt de toute impureté, constituée par des traces des autres éléments présents dans le mélange fractionné.

Si les constituants de ce mélange sont peu nombreux, il suffira de répéter l'opération un nombre restreint de fois pour réaliser une séparation parfaite. Mais, si le mélange est très complexe, le nombre des « tours » de fractionnement et le nombre des fractions s'accroissent dans des proportions fantas-

tiques. C'est le cas des terres rares. La séparation du mélange, appelé ytterbium par Marignac, en ses deux constituants, le néoytterbium et le lutécium, a exigé 150.000 cristallisations; en core le résultat obtenu n'est-il pas parfait. Une tonne de minerai a été utilisée. Commencé dans des récipients de plusieurs centaines de litres, le fractionnement a été achevé dans des fioles qu'on dirait faites pour un laboratoire de marionnettes : la fraction ultime renferme quelques milligrammes de lutécium... Quinze années de travail ininterrompu ont été nécessaires pour en arriver là.

Comment on reconnaît la fin de la séparation des terres rares

Un corps simple étant défini sans confusion possible par sa masse atomique et son spectre optique, le fractionnement d'un mélange d'éléments rares peut être considéré comme achevé du jour où ses fractions ultimes présentent des masses atomiques constantes et fournissent des spectrogrammes simples.

C'est l'observation d'explicables varia-

tions de masse atomique qui fit soupçonner à Mosander que la cérine et l'yttria de Berzélius étaient des mélanges de plusieurs

oxydes ; la masse atomique d'un mélange étant la moyenne des masses atomiques de ses constituants, varie dans la mesure des variations de la composition du mélange.

C'est l'étude des anomalies présentées par leurs spectres optiques qui fit, trente ans plus tard, reconnaître que les six éléments extraits par Mosander des terres de Berzélius étaient souillés d'impuretés, que la méthode des cristallisations fractionnées permit d'éliminer ; elles ont été, pour la plupart, reconnues pour des corps simples nouveaux, pourvus d'un spectre optique et d'une masse atomique caractéristiques.

Le lecteur a été informé du principe de l'analyse spectrographique, telle qu'elle est pratiquée dans mon laboratoire (1), aussi

n'y reviendrai-je pas dans cette étude.

La délicatesse des méthodes qui viennent d'être rappelées ou décrites a donné lieu,

(1) *La Science et la Vie*, n° 95 de mai 1925.

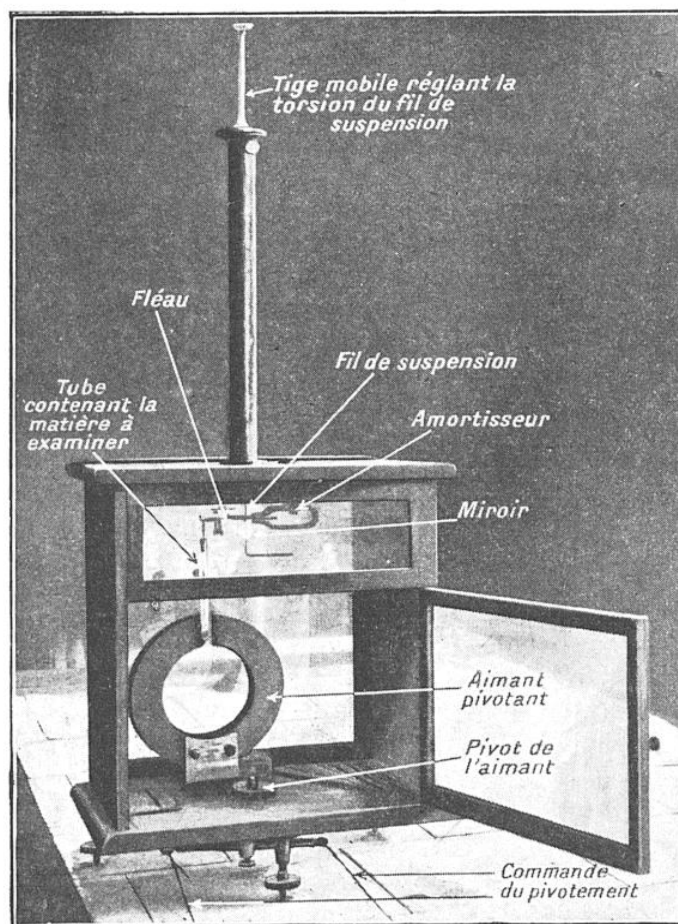


FIG. 4. — UNE BALANCE MAGNÉTIQUE

Cet appareil permet de déterminer la valeur relative du magnétisme d'un produit chimique : il se compose d'un tube renfermant quelques centigrammes de la matière à examiner et suspendu à un fil métallique très fin. Cette matière est attirée ou repoussée par l'aimant pivotant, bien visible sur cette photographie, lorsqu'on approche cet aimant du tube en agissant doucement sur les commandes de pivotement. Un rayon lumineux, réfléchi par le petit miroir fixé au fil de suspension, vient former une tache lumineuse sur une échelle graduée (non représentée). Le sens et l'ampleur des déplacements de cette tache donnent une mesure du magnétisme de la substance placée dans le tube. Appliqué à l'étude des terres rares, cet appareil permet de se rendre compte de la pureté des produits fractionnés, le magnétisme d'un produit pur étant toujours différent du magnétisme d'un produit souillé par des impuretés.

au cours de ces recherches, à bien des fausses manœuvres et à la publication de la découverte d'un très grand nombre d'éléments *illusoire*. Parmi ces derniers, citons :

Le *décipium* et le *philippium*, de Delafontaine ; le *victorium* et le *monium*, de Crookes ; le *mosandrum*, de Smith ; les neuf éléments par lesquels Kruss et Nilson voulurent remplacer le didyme de Mosander, et dont le nombre a été réduit à deux, etc., etc...

Il est juste de dire que ces erreurs trouvent leur excuse dans l'étroite parenté qui unit les éléments du groupe des terres rares.

Les terres rares dans la nature

Les minerais de terres rares se rencontrent en filons disséminés dans le granite et le gneiss des portions les plus anciennes de l'écorce terrestre. Le plus important, par l'abondance de ses gisements, est la *monazite*, phosphate de terres rares et de thorium.

La composition moyenne de ce minerai est la suivante :

Acide phosphorique.....	25 %
Oxyde de thorium (thorine).....	10 %
Oxyde de cérium (céline).....	28 %
Oxyde des terres rares autres que le cérium.....	24 %
Éléments stériles.....	13 %

En fait, on utilise les sables *monazités*,

minerais qu'on rencontre au Brésil, aux États-Unis, à Madagascar, etc. Ils proviennent de la destruction spontanée des roches granitiques encaissant les filons de *monazite* : celle-ci s'y trouve associée avec du quartz et de l'*ilménite*, oxyde naturel de titane et de fer très fortement magnétique.

C'est cette dernière propriété qu'on utilise pour séparer, grâce à la *trieuse magnétique*, la *monazite* de l'*ilménite* et du quartz, dont la présence inutile augmenterait dans d'énormes proportions le prix du transport du minerai, depuis les régions minières jusqu'aux usines, presque toutes installées en Europe.

En effet, le magnétisme de la *monazite* est, environ, mille fois plus faible que celui de l'*ilménite*. On dispose donc une série d'électro-aimants puissants sous une table sur laquelle on projette le sable *monazité* qu'on se propose de trier : les grains d'*ilménite* sont immédiatement arrêtés

dans leur course et se rassemblent en tas au-dessus des premiers électro-aimants. La *monazite* continue sa course, mais les derniers électro-aimants l'arrêtent bientôt. Le quartz et les éléments stériles, insensibles aux actions magnétiques et entraînés par leur vitesse acquise, vont plus loin encore et se rassemblent à l'extrémité de la table de triage.

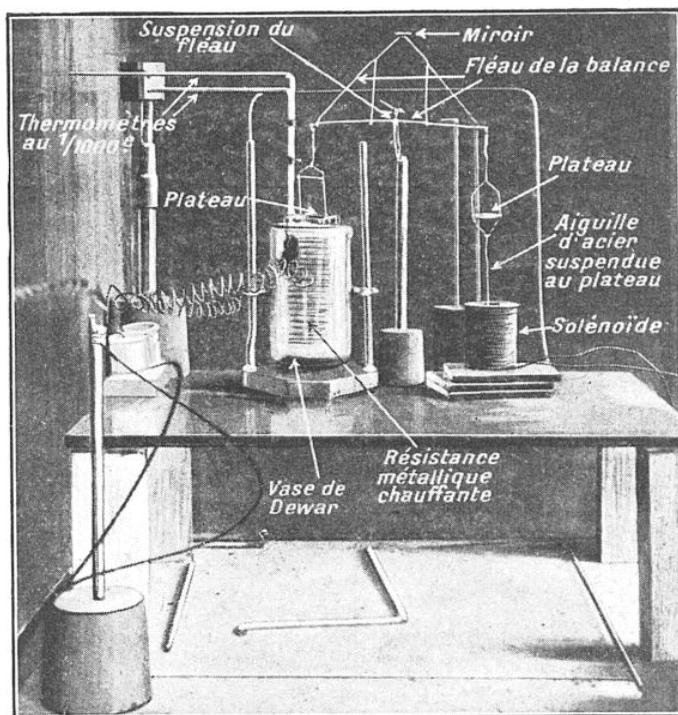


FIG. 5. — MICRO-BALANCE DE HAUTE SENSIBILITÉ DE M. LE PROFESSEUR G. URBAIN

Cet appareil, véritable laboratoire en miniature, permet d'étudier des quantités infimes de matière. Il est construit en fils de verre soudés d'un demi-millimètre de diamètre. Le fléau, triangulaire, est très rigide malgré son poids très faible; il est suspendu à un fil de platine tendu par un « archet » en fil de verre. Les plateaux sont suspendus de la même façon aux extrémités du fléau. Les poids sont supprimés et remplacés par la mesure de l'intensité du courant électrique traversant un solénoïde, qui « avale » une aiguille d'acier suspendue au plateau de droite. Le plateau de gauche peut être chauffé au moyen d'une résistance électrique. Tout l'appareil est enfermé dans une cage en verre, qui le protège des courants d'air, dont le moindre — la respiration de l'opérateur, par exemple — suffirait à fausser les mesures. Toutes les manipulations, étant électriques, peuvent être faites de l'extérieur de la cage.

La monazite est soumise, après son transport en Europe, à des traitements mécaniques et chimiques qui ont pour but d'obtenir, dans un état de grande pureté, le *thorium* et le *cérium*, dont l'industrie du gaz d'éclairage constitue le principal débouché. L'industrie des alliages pyrophoriques peut se contenter de *cérium* impur, ou même d'un mélange à 50 % de *cérium* de toutes les terres rares provenant de ces traitements, dont la description nous entraînerait trop loin. Il nous suffira d'indiquer qu'ils permettent de réduire le minerai primitif à trois fractions :

1^o Fraction renfermant le *thorium* impur ;

2^o Fraction renfermant le *cérium* impur ;

3^o Fraction constituant le résidu de la préparation des deux premières, et renfermant un mélange de toutes les terres rares, parmi lesquelles dominent le *cérium*, l'*yttrium* et le *lanthane*.

Quelques séries de cristallisations permettent de purifier les deux premières fractions, qui sont alors livrées à la fabrication des manchons à incandescence, et d'enrichir la troisième fraction en *cérium*, afin de pouvoir l'utiliser à la fabrication du *ferro-cérium*.

Les applications des terres rares : le manchon à incandescence par le gaz

Le pouvoir réfractaire des oxydes rares, et de l'oxyde de *cérium* en particulier, est considérable : ils ne fondent que dans l'arc électrique. Les oxydes de *thorium*, de *celtium* et de *zirconium* partagent cette propriété, mais ils ne possèdent qu'en présence d'oxydes rares le pouvoir d'émettre une belle lumière blanche lorsqu'ils sont portés dans la flamme du gaz d'éclairage.

On a cherché, très tôt, à utiliser l'incandescence des oxydes réfractaires ; les premiers essais ont porté sur la *magnésie*. Ils donnèrent des résultats médiocres, car on ne savait pas préparer alors de mélanges lumineux de composition satisfaisante.

Vers 1885, Auer proposa de remplacer la *magnésie* par la *thorine* ; les résultats obtenus furent très encourageants. Mais, lorsqu'on

sut obtenir de la *thorine* pure, le pouvoir incandescent de cet oxyde tomba brusquement. On reconnut alors que c'est à la présence de quelques centièmes de *cérine* que la *thorine* devait d'être lumineuse. On s'attacha alors à préparer des mélanges de composition fixe, et l'industrie de l'éclairage à incandescence fit de rapides progrès.

Le principal fut l'introduction, par Auer, du *manchon* conique, véritable tissu fait de filaments du mélange *thorine-cérine*. Plongé dans la zone la plus chaude de la flamme d'un bec Bunsen (bec à mélange d'air par aspiration), il émet la lumière remarquable que nous connaissons tous.

Le nouveau procédé procurait une économie de 80 % sur le prix de revient

de la lumière fournie par le bec papillon.

Ce rendement a été encore amélioré par l'introduction du brûleur à flamme renversée et surtout par l'augmentation de la température de la flamme des brûleurs d'éclairage au moyen du gaz « surpressé ».

Malgré l'obligation d'installer des *stations de compression* en divers points du réseau de distribution, l'éclairage au gaz « surpressé » a été adopté par de très grandes villes, dont Paris. Il est plus économique que l'éclairage électrique, au moins en ce qui concerne l'éclairage de la voie publique. L'addition aux lampadaires à gaz d'allumeurs-extinc-

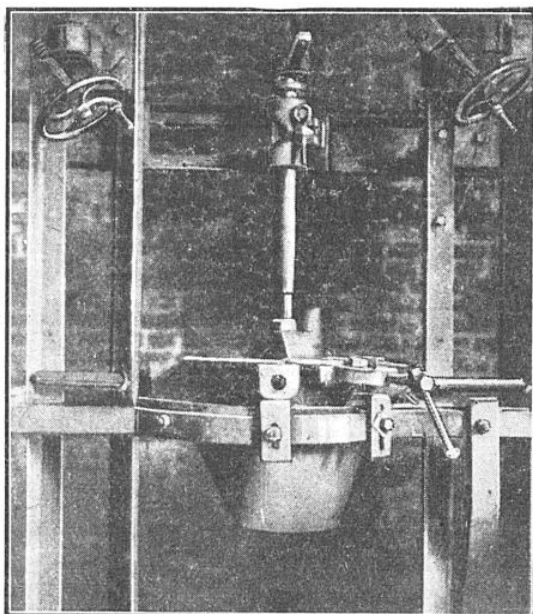


FIG. 6. — DÉTAIL D'UN CREUSET À ÉLECTROLYSE DES SELS DE CÉRIUM

Le creuset en graphite constituant l'une des électrodes peut pivoter autour d'un axe horizontal : on distingue, à droite, le verrou destiné à bloquer le creuset et à éviter un basculement accidentel. L'électrode de fer, visible au centre de la figure, qui va fondre pendant l'opération pour former l'alliage ferro-cérium, peut être remontée au moyen des volants visibles à la partie supérieure de la photographie.

teurs automatiques à mouvement d'horlogerie a procuré au nouveau procédé toutes les commodités de l'allumage à distance, qui semblait réservé à l'électricité.

La fabrication des manchons à incandescence comporte six phases successives :

1° Préparation d'une solution de nitrates de thorium et de cérium purs : on utilise généralement quatre-vingt-dix-neuf parties de thorium pour une partie de cérium ;

2° Tissage d'un tube en tricot de coton à larges mailles. Le poids des cendres laissées par ce coton après calcination ne doit pas dépasser une limite rigoureusement déterminée ; faute de quoi, on introduirait dans le mélange thorine-cérine des impuretés nuisibles au bon rendement lumineux ;

3° Imprégnation du tissu par immersion dans la solution de nitrates, puis séchage à l'étuve des manchons imprégnés ;

4° Montage des manchons séchés sur une monture en métal (manchons droits) ou en stéatite (manchons renversés) ;

5° Calcination des manchons montés à une température à laquelle les nitrates sont décomposés, ce qui laisse le tissu de thorine-cérine constituant le manchon définitif, le tissu de coton ayant naturellement brûlé ;

6° Collodionnage des manchons calcinés par immersion dans une solution étendue de collodion ricciné. Le collodionnage a pour but de donner aux manchons terminés la résistance et la souplesse nécessaires à leur manipulation et à leur transport. Sitôt monté sur le brûleur, auquel le manchon est destiné, le collodion est détruit par un *flambage* préalable au premier allumage.

L'incandescence des terres rares par l'électricité fournit un bel éclairage

Le pouvoir incandescent des oxydes rares a été également utilisé par l'industrie de l'éclairage électrique.

Toutefois, on a substitué un mélange zircone-yttria à 20 % d'yttrium au mélange thorine-cérine à 1 % de cérium employé dans l'éclairage au gaz. Ce mélange est mis sous la forme de bâtonnets, dont la grosseur varie suivant la puissance des lampes, par le tréfilage d'une pâte plastique dans des filières de 5/10^e à 5 millimètres de diamètre.

Les lampes utilisées sont du type Nernst ou du type Urbain.

La lampe Nernst est une lampe à résistance : la température nécessaire à l'incandescence du bâtonnet est obtenue par le passage du courant à travers ce bâtonnet, illuminé dans toute sa longueur.

La lampe Urbain est une lampe à arc : elle

utilise deux bâtonnets dont les extrémités en regard sont seules incandescentes. Elle présente, sur la lampe à arc à baguettes de charbon, l'avantage d'une absolue fixité de la lumière émise.

Ces deux lampes émettent une belle lumière blanche, tout à fait analogue, par la longueur d'onde de ses radiations élémentaires, à la lumière du soleil.

Malheureusement, les oxydes rares ne deviennent conducteurs de l'électricité qu'à des températures voisines de 600 degrés ; il est donc nécessaire de porter les bâtonnets à cette température au moyen d'une petite résistance chauffante montée en « shunt » aux bornes de la lampe. La résistance chauffante est mise automatiquement hors circuit dès que le bâtonnet a atteint la température à laquelle il devient conducteur.

Cette complication a fait abandonner ce procédé d'éclairage dès l'introduction de la lampe à incandescence à filament métallique, malgré l'économie qu'il présente encore sur les meilleures lampes à atmosphère gazeuse (lampes « demi-watt »).

La pierre à briquet

Le cérium métallique, même souillé d'impuretés constituées par les autres éléments du groupe des terres rares, trouve une intéressante application dans les alliages pyrophoriques.

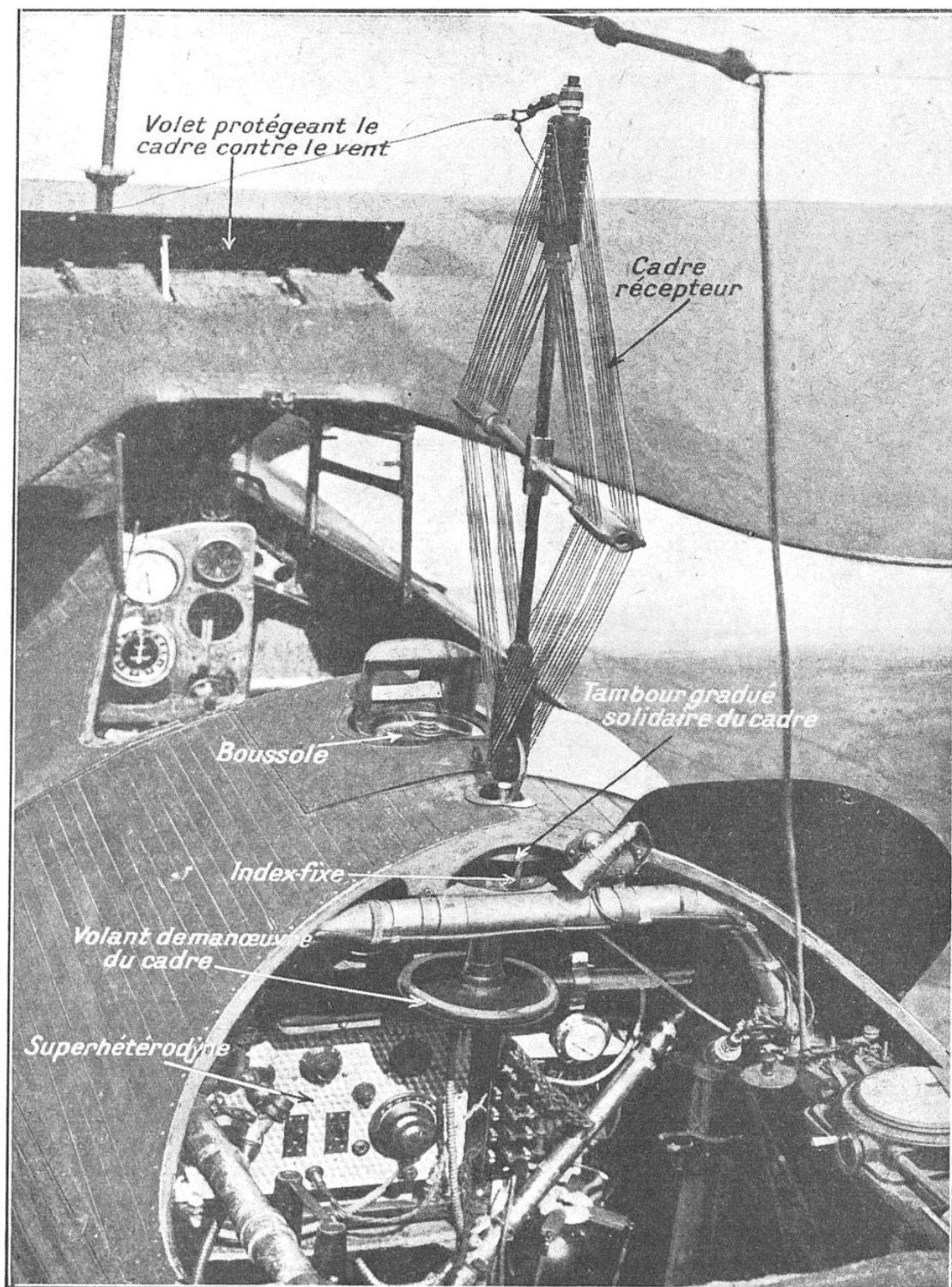
Ce métal brûle dans l'air à une température relativement basse : le simple frottement sur une lime provoque cette combustion, qui équivaut à l'oxydation du cérium et à la formation de *cérine*.

La combustion du cérium est *accélérée* dans le cas où le cérium se trouve allié à un métal très oxydable tel que le magnésium, et *ralentie* dans le cas où l'alliage est à base de fer, beaucoup moins oxydable que le cérium.

C'est donc par prudence et par économie qu'on utilise le *ferro-cérium* au lieu du cérium pur. Sans cette précaution, la combustion, au lieu d'être limitée à la production d'étincelles, serait rapide et complète : elle s'accompagnerait d'un énorme dégagement de chaleur et pourrait même se produire spontanément, d'où possibilité d'accidents.

La préparation du ferro-cérium est réalisée par l'électrolyse d'un bain de chlorure de cérium fondu. On utilise des électrodes de fer. L'alliage encore fluide est coulé dans des lingotières, où il se solidifie sous la forme de minces baguettes, qu'il suffit de tronçonner en fragments de quelques millimètres pour les rendre propres au garnissage des briquets.

G. URBAIN,



ÉQUIPEMENT RADIOGONIOMÉTRIQUE (SUPERHÉTÉRODYNE L. LÉVY, TYPE A) A BORD DU
« BRÉGUET-XIX » SUR LEQUEL A ÉTÉ EFFECTUÉ LE RAID DE NUIT LE BOURGET-RABAT

GRACE A LA RADIOGONIOMÉTRIE ON PEUT NAVIGUER DE NUIT EN AVION

Par le lieutenant aviateur F. CORNILLON

INGÉNIEUR RADIOTÉLÉGRAPHISTE DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

Le lieutenant Cornillon, qui a effectué récemment le raid Paris-Rabat, de nuit, et en se basant uniquement sur les stations d'émission radiotéléphoniques, expose clairement, ici, pour nos lecteurs, en quoi consiste l'emploi de la radiogoniométrie, qui lui a permis de mener à bien sa mission et de résoudre scientifiquement un problème délicat de navigation aérienne. Quelles que soient l'habileté et l'énergie des pilotes de nos lignes aériennes, les nuages bas, la brume, les nuits sombres sont autant d'obstacles qui ne peuvent être vaincus par les moyens de navigation courants, tous basés sur l'observation, plus ou moins suivie, du sol. Faut-il donc se résigner à limiter les voyages aériens aux seules belles journées ou risquer imprudemment la vie des équipages et des passagers dans des vols à basse altitude par visibilité mauvaise ? S'il devait en être ainsi, le magnifique essor de l'aviation commerciale risquerait d'être bientôt arrêté. Suivre la route exacte, sans voir le sol, malgré les courants aériens qui modifient la direction et la vitesse de l'avion par rapport au sol, se situer avec précision, après un parcours plus ou moins long effectué sans voir aucun repère terrestre, telles sont les deux parties du problème.

Premières applications de la radiogoniométrie

1^{re} Méthode : L'avion appelle les stations terrestres, celles-ci lui répondent et lui fixent son point

DEVANT les obstacles que présentait l'utilisation pratique d'un radiogoniomètre à bord d'un aéronef, la méthode indirecte a seule été employée tout d'abord.

Le procédé employé était identique à celui exposé en détail par M. Jean Marchand, dans son article de *La Science et la Vie* de mars 1926, sur « La radiogoniométrie et la recherche des postes mystérieux de T.S.F. ».

Lorsque l'aéronef désirait connaître sa situation, il appelait par leur indicatif, au moyen d'un poste radio de bord, deux, ou mieux trois stations équipées avec un cadre radiogoniométrique.

Chacune de ces sta-

tions déterminait alors la direction dans laquelle elle recevait ces appels ; les résultats étaient aussitôt transmis, par télégraphe ou téléphone, à un poste central chargé de les reporter sur la carte, de déterminer, par leur recoupement, l'emplacement de l'avion ou du ballon à l'heure de l'émission, et, enfin, de transmettre ce point à l'aéronef par T. S. F.

On conçoit sans peine tous les inconvénients d'une pareille méthode. En dehors des erreurs possibles dans les transmissions des stations au poste central, du poste central à l'avion, des erreurs dues au fait que les trois mesures ont pu n'être pas effectuées au même moment, sans que le poste central, ignorant de la route et de la vitesse de l'avion, puisse les corriger en fonction de l'heure exacte des mesures, il s'écoule un temps relativement long entre le moment où l'aéronef demande son point et celui où il le reçoit.

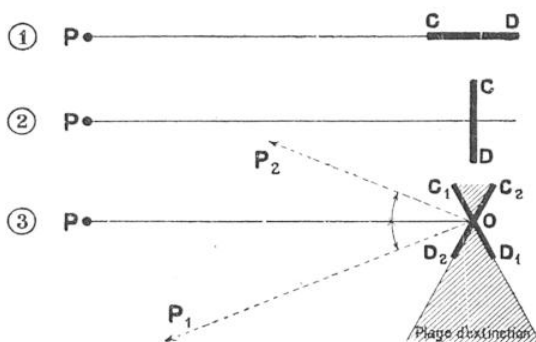


FIG. 1. — PRINCIPE DE LA RADIOGONIOMÉTRIE APPLIQUÉE A LA DÉTERMINATION D'UN POSTE ÉMETTEUR P

1. Le cadre CD étant la direction du poste P, le son reçu est maximum. — 2. Lorsque le cadre CD est perpendiculaire à cette direction, l'audition est nulle. — 3. Pratiquement, l'audition est nulle pour toute une plage comprise entre deux positions C_1D_1 C_2D_2 . Le poste P se trouve alors dans la direction de la bissectrice de l'angle P_1OP_2 (P_1O perpendiculaire à C_1D_1 , P_2O perpendiculaire à C_2D_2).

Ce dernier inconvénient, déjà sensible lorsqu'il s'agit de « faire le point », devient particulièrement sérieux lorsque le navigateur a besoin de connaître sa route et sa vitesse. Il est, en effet, nécessaire, pour pouvoir les déterminer avec précision, de connaître au moins trois « points » successifs de l'avion et les heures correspondantes.

Supposons un instant que plusieurs avions aient à se faire relever en même temps (au voisinage d'un aérodrome, par exemple). nous voyons immédiatement que les stations radiogoniométriques seront débordées.

Enfin, un chef de bord, responsable de sa route et connaissant les lacunes de la méthode, manquera toujours de confiance dans une mesure, peut-être précise, mais effectuée par un personnel étranger à son bord.

Si donc la radiogoniométrie par stations terrestres permettait de naviguer par temps « bouché », le procédé était compliqué et manquait de rapidité et de souplesse.

Il était nécessaire de donner au navigateur aérien le moyen d'opérer vite, à tout instant, et de contrôler lui-même ses mesures.

Ces résultats ne pouvaient être obtenus que par la méthode directe.

2^e Méthode : L'avion écoute les stations terrestres et fait lui-même son point sur sa carte

Le principe en est simple : on monte, auprès de chaque aérodrome, un « phare hertzien », c'est-à-dire un poste de T. S. F. actionné automatiquement, de façon à émettre, sans interruption, en signaux Morse, les lettres ou chiffres qui constituent son indicatif.

Ces signaux sont reçus, à bord d'un avion, sur un câble conducteur enroulé sur un cadre et branché sur un récepteur sensible.

De même que dans une station radiogoniométrique terrestre, l'intensité du son reçu est maxima quand le cadre est orienté dans la direction du poste émetteur ; le son est nul quand le plan du cadre est perpendiculaire à cette direction.

C'est dans cette dernière position que s'effectuent les mesures. Le navigateur aérien peut ainsi déterminer, lui-même, par la manœuvre de son cadre, la direction d'un aérodrome déterminé. Il est donc en mesure, soit de se diriger sur ce point, soit de se situer en reportant sur sa carte les angles formés par les directions de trois aérodromes.

Les deux méthodes rencontrent des difficultés communes inhérentes aux postes de réception de T. S. F.

Mais cette simplicité théorique se heurtait à de sérieuses difficultés

d'application pratique, constituant un véritable cercle vicieux.

Les dimensions d'un cadre monté sur avion sont forcément petites et, par conséquent, l'énergie reçue est très faible. Il était donc nécessaire, pour pouvoir recevoir une émission avec une intensité suffisante, d'amplifier considérablement le son reçu.

Le cadre étant placé dans le champ électrique produit par les magnétos et les génératrices du bord, tous les bruits parasites dus aux ruptures des magnétos, au passage des lames du collecteur sous les balais des génératrices étaient amplifiés d'une telle manière qu'ils couvraient toute réception.

De plus, par suite de la présence de masses métalliques importantes à bord de l'avion

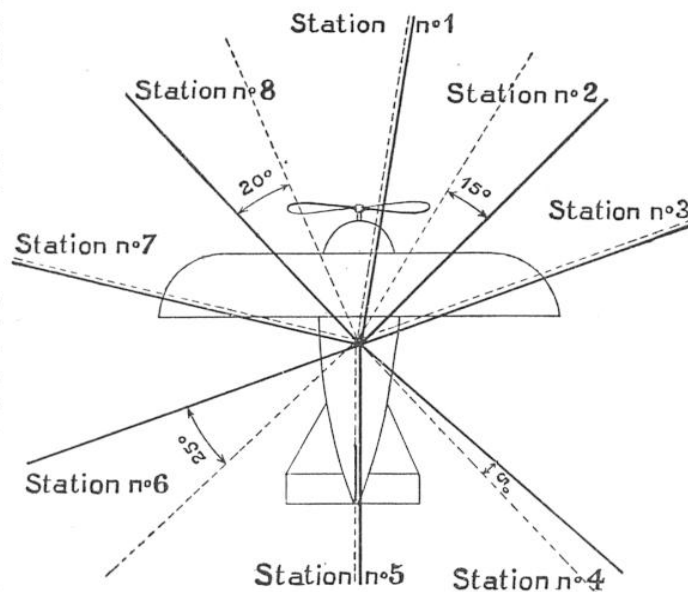


FIG. 2. — ERREURS SYSTÉMATIQUES COMMISES DANS LES LECTURES ET VARIABLES AVEC LA SITUATION DE LA STATION ÉMETTRICE PAR RAPPORT A L'AXE DE L'AVION

Les directions indiquées par le goniomètre sont dessinées en traits pointillés, les directions vraies des stations en traits pleins. On remarquera qu'il y a quatre directions pour lesquelles l'erreur est nulle.

les directions indiquées au sol par un cadre ne coïncidaient pas avec les directions des postes émetteurs, l'écart des deux directions variant avec la direction du poste émetteur par rapport à l'axe de l'aéronef. Ces déviations ne pouvaient qu'augmenter en vol.

Tous ces inconvénients étant d'autant plus grands que la longueur d'onde était plus petite, les premiers essais portèrent sur des longueurs d'onde de 15.000 à 24.000 mètres, longueurs d'onde des grands postes.

Les premiers résultats ont été d'abord incomplets

En 1923, le commandant Franck, du service technique de l'Aéronautique, après divers essais à Villacoublay, réussissait le voyage Bordeaux-Chartres, en se relevant sur les postes de La Doua, Croix-d'Hins et Saint-Pierre-des-Corps, à bord d'un avion Go-liath bimoteur. L'avion était équipé avec un cadre d'un mètre de côté, branché sur des amplificateurs de la radiotélégraphie militaire. Ce voyage permettait de constater que les déviations dues aux masses métalliques étaient identiques en vol à celles mesurées au sol.

Pour obtenir ces résultats, le commandant Franck avait dû déterminer par tâtonnements l'emplacement de chacun de ses appareils dans la carlingue, s'enfermer avec eux dans une cage en toile métallique et limiter son amplification.

Cependant, la radiogoniométrie de bord ne pouvait encore entrer dans la pratique.

Le matériel de bord était lourd et encombrant. Il ne pouvait être mis en œuvre que par des radios très expérimentés.

Les grandes longueurs d'onde et les puissances d'émission employées nécessitaient des stations d'une importance telle qu'il aurait été impossible d'en construire auprès de chaque aérodrome, ou même sur un nombre d'aérodromes relativement restreint.

De plus, les travaux de M. le professeur d'hydrographie Mesny avaient montré que les ondes de grande longueur étaient déviées d'une manière très irrégulière pendant la nuit, sans qu'il fût possible de déterminer la courbe de variation de ces déviations.

Enfin, si l'on avait pu déterminer l'emplacement

des appareils compatible avec l'emploi de moteurs déterminés, avec la plupart des autres moteurs, il était impossible de trouver une position convenable du cadre et des récepteurs, particulièrement sur les avions monomoteurs.

Pour réussir, il faut disposer d'un récepteur de T. S. F. très puissant et très sélectif

Toutes ces questions ont pu être résolues, de la manière la plus simple, par l'emploi d'un récepteur possédant, en dehors de sa grande puissance, la propriété d'amplifier à peu près exclusivement les ondes à recevoir, tous

les bruits parasites n'étant presque pas amplifiés : le superhétérodyne Radio-L. L.

Dès les premiers essais, M. Larivière, du service technique de l'Aéronautique, parti de Villacoublay, arrivait au terrain de Tours, après un voyage de 200 kilomètres, avec un écart de un kilomètre et demi à peine, c'est-à-dire avec une erreur de 0,75 %.

Enfin, cet appareil, monté dans les conditions les plus délicates au point de vue radiogoniométrie, c'est-à-dire sur un avion biplace entièrement métallique (Bréguet-Lorraine 450 C. V.), avec un petit cadre de 0 m. 50 de côté, à moins de 3 mètres d'un moteur de 450 C. V. à deux magnétos, toutes les mesures étant effectuées dans un habitacle ouvert au vent

et au bruit, permettait d'effectuer, avec précision, par nuit sans lune, le voyage Le Bourget-Rabat (1.980 kilomètres) en utilisant, comme radiophares, les postes courants du service de la navigation aérienne, établis sur les aérodromes d'Orly, de Bordeaux, de Toulouse, d'Alger et de Casablanca.

Ces stations émettaient sur leur longueur d'onde normale (1.100 à 1.400 mètres) avec une puissance variant de 250 watts (Bordeaux) à 2 kilowatts (Orly et Alger).

Les relèvements auraient aussi bien pu s'effectuer sur les émissions radiophoniques ordinaires, telles que concerts, conférences, informations, etc...

Un des plus grands avantages de la méthode est donc de ne plus nécessiter une organisation spéciale.

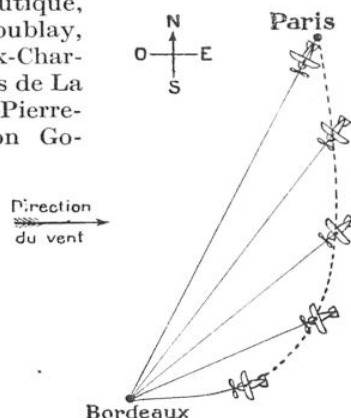


FIG. 3. — MARCHÉ SUR UN POINT SANS L'AIDE DU COMPAS

En écoutant l'émission de Bordeaux, l'avion se dirige constamment vers ce point. Mais, par suite de la vitesse du vent, il est déporté et parcourt un chemin courbe inutile.

Comment on effectue un voyage aérien par radiogoniométrie

Pour mieux montrer l'application de la radiogoniométrie de bord à la navigation aérienne, supposons que nous ayons à effectuer le voyage Paris-Rabat.

La ligne droite passe par les aéroports de Bayonne, Bordeaux, Cordoue, Tanger.

Nous allons donc, dès le départ, écouter les signaux de la station de Bordeaux et chercher, par la manœuvre du cadre, à déterminer la position dans laquelle le son reçu est nul. Mais voici déjà une petite difficulté : le son reçu est nul pour toutes les positions du cadre comprises dans un angle (fig. 1). Il n'y a plus une position d'extinction, mais une plage d'extinction.

L'expérience a montré que, pour déterminer la position exacte d'extinction, il n'y avait qu'à orienter le cadre suivant la bissectrice de l'angle trouvé. Plus les dimensions de la plage d'extinction seront petites et surtout plus ses bords seront nets, plus la mesure sera précise.

Comment se corrige la dérive due au vent

Mais nous avons compté sans le vent, qui, venant de l'ouest, nous déporte constamment vers l'est. Nous arriverons bien à Bordeaux, mais après avoir parcouru

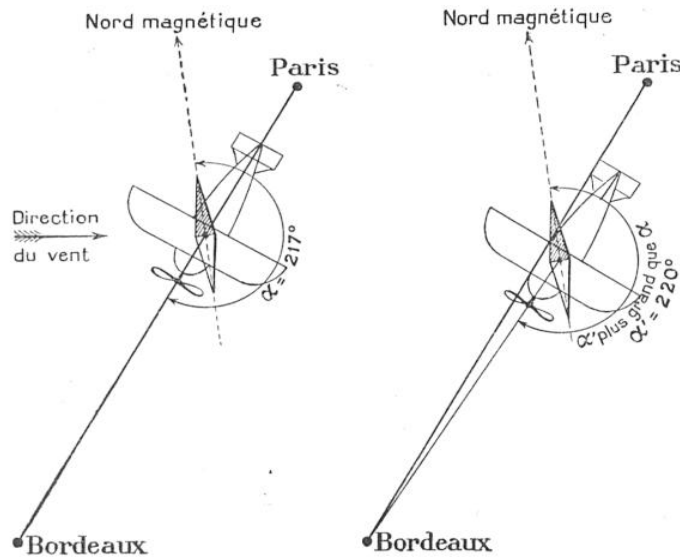


FIG. 4. — MARCHÉ SUR UNE STATION D'ÉMISSION EN S'AJDANT DE LA BOUSSE

L'avion se dirigeant de Paris vers Bordeaux, en ligne droite, l'angle fait par cette ligne et l'axe de l'avion doit être constant. L'angle de cet axe et de la direction du nord magnétique doit également rester invariable. S'il augmente, c'est que l'avion est déporté vers l'est. Il faut revenir vers l'ouest. Après deux ou trois oscillations autour de la route vraie, on apprécie le cap au compas pour corriger la dérive due au vent.

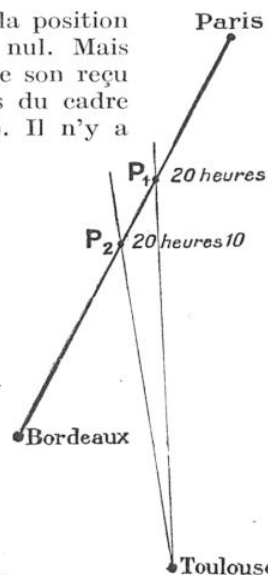


FIG. 5. — DÉTERMINATION DE LA VITESSE DE L'AVION

L'avion, suivant la route Paris-Bordeaux, cherche, à 20 heures par exemple, la direction de la station d'émission de Toulouse. Il se situe donc en P₁. A 20 h. 10 (un sixième d'heure après), la même opération le situe en P₂. La vitesse en kilomètres-heure est donc égale à 6 × P₁P₂, P₁P₂ étant mesuré sur la carte en kilomètres.

une courbe plus ou moins accentuée et accompli un trajet inutile. Il en serait de même pour tous les tronçons du parcours (fig. 3).

Afin de suivre exactement la ligne droite, nous ferons appel au compas.

Pour cela, nous maintiendrons l'angle nord magnétique, direction du poste donnée par le radiogoniomètre, égal à l'angle nord magnétique, direction Paris-Bordeaux.

La ligne Paris-Bordeaux fait, avec la direction de l'ai-

guille aimantée, un angle de 217°. Aussitôt l'avion décollé, le navigateur inscrit cet angle sur un petit carton, qu'il passe au pilote. Ce dernier manœuvre immédiatement de manière à mettre l'axe de l'avion sur la graduation 217° de son compas (fig. 4).

Nous mesurons alors l'angle formé par l'aiguille de la boussole et la direction du phare hertzien de Bordeaux. Si cet angle est égal à 217°, nous sommes sur la bonne route.

Si le vent ouest nous a déporté vers la gauche, le relèvement magnétique de Bordeaux au radiogoniomètre a augmenté. Il est maintenant de 219°. Il faut venir à droite pour retrouver la

route. Un carton portant l'indication 225° est passé au pilote, qui prend aussitôt ce cap. Comme nous avons, volontairement

fait cette correction trop forte, nous ne tarderons pas à recouper la route à suivre, et, au bout de quelques minutes, le relèvement de Bordeaux n'est plus que de 216° . Nouvelle indication au pilote : 220° .

Après deux ou trois oscillations de plus en plus faibles autour de la droite Paris-

Bordeaux, nous apprécions le cap au compas à tenir, pour que le relèvement magnétique de la station de Bordeaux ne varie plus malgré la dérive due au vent, soit 218° .

Il nous suffira, dès lors, d'une mesure par quart d'heure, pour vérifier que le vent n'a pas changé. Si une variation est constatée, nous procéderons de nouveau comme au départ.

Détermination de la vitesse réelle de l'avion

Nous avons besoin, en outre, de connaître notre vitesse. Deux mesures, faites, à cinq ou six minutes d'intervalle, sur un poste situé en dehors de la route : Toulouse, par exemple, nous permettront, par recouplement, de déterminer les points où se trouvait l'avion au moment de chaque relèvement et par conséquent le chemin parcouru pendant le temps qui a séparé les deux opérations (fig. 5).

Enfin, supposons que, par un concours de circonstances malencontreuses, nous ayons été chassés très loin de notre route. Nous perdrons un temps précieux en tentant de la retrouver par la méthode précédente,

Comment on « fait le point » en avion sans voir le sol

Nous allons donc déterminer notre emplacement exact : « faire le point » et nous pourrions ainsi choisir le chemin le plus court pour terminer notre voyage.

Le recouplement des directions dans lesquelles nous aurons relevé trois stations : Toulouse, Bordeaux et Paris, déterminera sur la carte un petit triangle (fig. 6).

En opérant rapidement, les erreurs d'estime sont peu sensibles. Ainsi si nos trois mesures ont été effectuées en cinq minutes, une erreur de 20 kilomètres sur la vitesse (c'est-à-dire une forte erreur) n'entraînera qu'une erreur de 750 mètres sur le point.

Il est désormais possible d'attendre des lignes aériennes la régularité des voies ferrées. En dehors des services de nuit, les voyages par mau-

vais temps s'effectueront, au-dessus de la couche des nuages, dans des conditions de sécurité complète.

Mais encore faut-il qu'au moment d'atterrir, le pilote puisse traverser sans risques cette couche, même si elle est au ras du sol.

La solution complète du problème de la navigation aérienne par tous les temps exige encore que la radiogoniométrie soit complétée par une sonde de sécurité ou, mieux, par l'atterrissage automatique.

L^t F. CORNILLON,

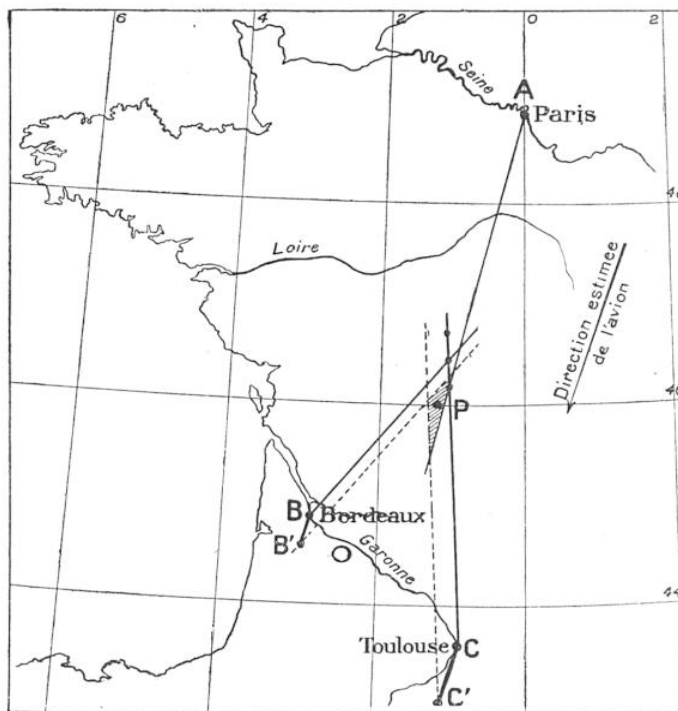


FIG. 6. — COMMENT ON FAIT LE POINT EN PLEIN VOL

A 21 heures, par exemple, on relève la direction de la station C (Toulouse); à 21 h. 3, on relève la station B (Bordeaux); à 21 h. 6, on relève la station A (Paris). On rapporte toutes les directions trouvées à une même heure, soit 21 h. 6. On doit donc transporter, parallèlement à elle-même, la direction de la station C, et dans le sens de la marche, d'une distance CC' égale au trajet parcouru en six minutes. De même, on transporte la direction de B d'une longueur BB' égale à la distance parcourue en trois minutes. La direction de A ne bouge pas, puisqu'on l'a prise à 21 h. 6. Le recouplement des trois directions donne un triangle au centre duquel on situe l'avion.

LES SAVANTS ENRICHISSENT LA SCIENCE, MAIS LA SCIENCE N'ENRICHIT PAS LES SAVANTS

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Par les coups d'aile de quelques hommes de génie, par le labeur tenace d'une foule de chercheurs, le palais de la Science se bâtit et s'aménage. De tous, architectes ou humbles artisans, nous sommes débiteurs pour le bien-être matériel qu'ils nous apportent et, plus encore, pour la lumière dont ils éclairent nos esprits ; mais cette reconnaissance platonique suffit-elle à éteindre notre dette ? Le savant ne travaille pas pour le profit ; d'argent, il ne demande que ce qu'il faut pour vivre, et souvent même il oublie de le demander. Il est parfois plus sensible aux honneurs, et se croit souvent payé d'une vie de labeur par un bout de ruban ; mais, surtout, il travaille d'instinct, comme les autres respirent, et il a autant de joie à produire que d'autres à dépenser ; il pioche son filon, à la recherche de ces gemmes précieuses qui sont les découvertes et, lorsqu'il en a sorti quelqu'une de sa gangue, il la donne pour rien. Notre savant collaborateur, M. Houllévigue, l'éminent professeur de la Faculté des Sciences de Marseille, nous montre, dans cet article, le grand désintéressement et la grande misère de certains inventeurs, les plus illustres des temps modernes. Aujourd'hui, la France cherche à apporter une aide efficace aux inventeurs par l'intermédiaire d'un organisme officiel, l'Office national des Recherches et des Inventions. Souvent, à l'étranger, les savants ont trouvé une aide pécuniaire plus appréciable que chez nous. Il est temps de remédier à cet état de choses nuisible à la prospérité nationale, car, sans la science, pas de progrès, ni dans l'industrie, ni dans l'agriculture, ni... dans la vie.

Les travaux de laboratoire sont à la base de toutes inventions industrielles

FARADAY, alors qu'il découvrait l'induction, d'où devait sortir toute l'industrie électrique, disait : « Je ne travaille pas pour les marchands de la Cité », en quoi il se trompait, car cinquante ans ne s'étaient pas écoulés, que l'industrie électrique prenait un fructueux essor. Pas plus que lui, Sadi Carnot et Joule, en établissant la science de la chaleur sur ses véritables principes, Fresnel en créant l'optique ondulatoire, Becquerel et Curie en dévoilant le mystère atomique, ne pouvaient escompter le profit : plus haute est la science, plus lointaines en sont les applications pratiques et rémunératrices.



BERNARD PALISSY (1510-1590)
Le créateur de la céramique.

La grande pitié de grands savants !

Pour récompenser ces mérites singuliers, et aussi pour leur permettre d'exister, les rois, jadis, avaient leur cassette ; les gouvernants disposent, aujourd'hui, de postes divers ; le plus souvent, le savant gagne son pain en enseignant, trop heureux d'être délivré, à ce prix, des soucis de la vie matérielle. Mais, chaque jour, comme la peau de chagrin de Balzac, cette prébende se rétrécit, et la « grande pitié » des laboratoires se complète par la grande misère des laborieux. En voulez-vous des preuves, et toutes récentes : parcourez le fascicule annuel de la *Société des Amis des Sciences*, fondée en 1857 par le grand chimiste Thénard (pour qui la science ne fut

pas ingrate), afin de « mettre à l'abri de la misère les hommes qui, par leurs découvertes, leurs travaux, leur enseignement, ont été utiles à la science, à l'industrie, à l'humanité ». Vous y lirez, sans doute avec étonnement, les noms d'une centaine de savants qui, après une vie de labeur, ont laissé les leurs dans un état voisin de l'indigence ; on rougit en parcourant cette liste déplorable, où s'inscrivent les noms les plus honorés de la science :

C'est un membre de l'Académie des sciences qui, prolongeant l'œuvre de Regnault, a fixé, par des travaux d'importance capitale, les propriétés des gaz : sa veuve touche un secours annuel de 2.000 francs.

C'est un autre membre de l'Institut, savant de premier plan, dont les travaux sur la thermodynamique et sur les réactions chimiques font autorité dans la science : encore 2.000 francs à sa fille.

C'est un des esprits les plus profonds de notre temps, chargé de cours à la Sorbonne, que le labeur a usé prématurément ; la veuve de ce savant, mort sur le front de la science, devra se contenter d'un subside de 1.200 fr..., et ainsi de suite, pendant des pages. Assurément, on doit une grande reconnaissance à la Société bienfaitrice qui paie, suivant ses moyens, notre dette à tous, mais, puisqu'il m'est permis de parler ici en toute liberté, je proclame qu'une pareille situation est une honte pour un pays civilisé ; non seulement ce pays va contre ses propres intérêts en détournant de la science certains esprits qui lui eussent fait honneur, mais encore il renie la dette la plus sacrée en condamnant à une vie mesquine, et parfois misérable, ceux qui se sont mis au service de l'humanité dans tout l'élan de leur esprit et de leur cœur. C'est une grande œuvre à accomplir que de venir en aide aux grands savants qui illustrent un pays dans un désintéressement complet.

L'inventeur doit pouvoir équitablement tirer parti de son invention pour vivre

Mais il n'y a pas que la science pure ; celui qui s'attache à la faire fructifier peut-il, du moins, cueillir la récompense de son effort ? Il le mérite, à coup sûr : il y a autant d'intelligence et d'effort dans les travaux d'un Édouard Belin, d'un Georges Claude, d'un Maurice Leblanc que dans ceux de Le Verrier, de Joule ou de Röntgen. Il serait donc légitime que l'inventeur pût tirer profit de son invention, et il est certain que la recherche de ce bénéfice est, pour les chercheurs, un puissant excitant ; et, pourtant, l'histoire de tous les temps nous raconte les misères des inventeurs.

C'est, d'abord, ce pauvre artisan romain qui, de l'argile, avait tiré un métal léger comme le verre, sans doute l'aluminium, avec lequel il fit une coupe, qu'il offrit à l'empereur Tibère ; César accepta ce don, loua l'ouvrier, puis, pris d'une inquiétude soudaine, lui demanda s'il avait révélé son secret : « Il n'est connu que de moi seul et de Jupiter », répondit l'artisan. Tibère alors, craignant que la valeur de l'or et de l'argent ne fût dépréciée par le nouveau métal, donna l'ordre de détruire l'atelier du malheureux inventeur, et à lui-même il fit trancher la tête.

Bernard Palissy, créateur de la céramique

L'Histoire nous présente, ensuite, le destin lamentable de Bernard Palissy, potier de génie, à qui la science doit de s'être délivrée des formules creuses de la scholastique pour s'attacher à l'observation méthodique des faits ; ruiné, abandonné par ses parents et ses amis, criblé de dettes, brûlant ses misérables meubles pour achever la cuisson de ses rustiques figulines, Palissy fait figure de martyr à l'aurore de la science, qu'il contribue à



PHILIPPE LEBON (1769-1804)
Inventeur du gaz d'éclairage.



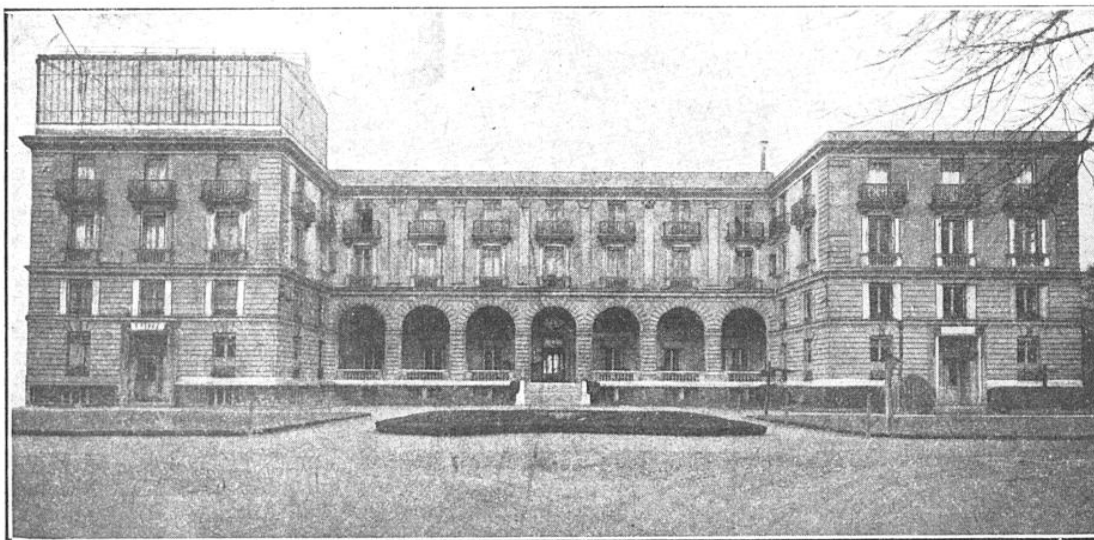
DENIS PAPIN (1647-1714)
Il reconnut le premier la force élastique de la vapeur d'eau, base de la machine à vapeur.

asseoir sur ses vraies bases ; si un peu de bien-être a adouci ses dernières années, toute son œuvre a été enfantée dans la douleur.

Denis Papin, le père de la vapeur

Aussi infortunée, mais plus errante et vagabonde, est la destinée de cet autre génie, Denis Papin, auquel Blois, sa patrie, a élevé une statue en tardif hommage ; à l'inventeur du *digesteur* qui porte son nom, de la soupape de sûreté, à celui qui perfectionna la machine pneumatique et le siphon, et qui, surtout, imagina, le premier, de transformer la cha-

suffira à lasser ou à épuiser l'inventeur ; l'homme seul, malgré son mérite, est obligé de céder à la bande organisée des hommes d'affaires, qui s'entendent à dépecer le génie et à s'en partager les quartiers. Ainsi, en dépit d'une législation soi-disant protectrice, l'inventeur moderne n'est-il guère mieux traité que ses prédécesseurs : à preuve, la vie de Philippe Lebon, créateur breveté de l'industrie du gaz d'éclairage, avec laquelle d'autres ont gagné des millions et qui ne lui a rapporté que des tracasseries sans nombre, interrompues seulement par une fin tragique. Ce



VUE GÉNÉRALE DE L'OFFICE NATIONAL DES RECHERCHES ET INVENTIONS DE BELLEVUE, AUX PORTES DE PARIS

leur en travail en utilisant la force expansive de la vapeur, n'ont manqué ni les dédains ni la misère ; tel fut, à toute époque, le sort des précurseurs.

Philippe Lebon, même avec son brevet d'invention, ne s'est pas enrichi, et cependant il a enfanté l'industrie du gaz

Notre temps, plus policé, encourage, en paroles, la science dont il a éprouvé l'utilité ; il a même créé, pour la protection des inventeurs, ces brevets d'invention dont l'origine remonte à Georges III d'Angleterre (xviii^e siècle), et dont une législation touffue définit, pour chaque pays, l'efficacité ; protection bien imparfaite, à dire vrai, et qui ne couvre guère que les petites inventions de la technique, sans protéger les conceptions plus générales et plus intéressantes. Il n'est guère de brevet qu'on ne parvienne à démarquer ou à tourner ; au besoin, un interminable procès

qui peut encore arriver de mieux à l'inventeur c'est de rencontrer l'indifférence et l'incompréhension de ses contemporains : ce fut le cas pour Charles Bourseul, modeste employé des postes qui, dès 1854, vingt-deux ans avant Graham Bell, réussit à transmettre le son par le courant électrique, à l'aide d'appareils qui diffèrent peu du téléphone actuel (1) ; ses chefs l'invitèrent à renoncer à des expériences sans intérêt, et un des plus grands progrès de notre civilisation fut retardé d'un quart de siècle.

Gilchrist Thomas, un créateur de la sidérurgie moderne qui a enrichi tant d'industriels, et qui, à lui, a rapporté 30 livres sterling

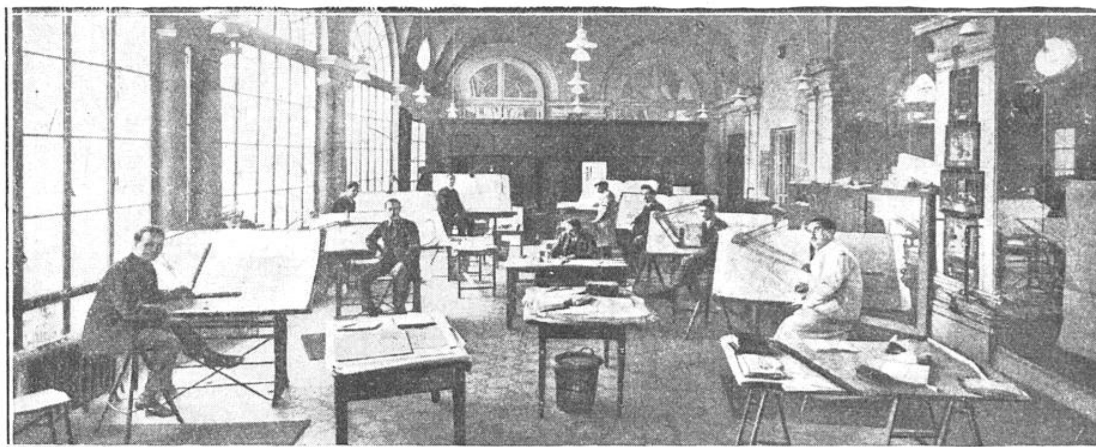
Il avait pris aussi un brevet d'invention, le pauvre Sydney Gilchrist Thomas, qui

(1) Voir à ce sujet l'article paru dans le n° 114, décembre 1926, de *La Science et la Vie*

découvrit le traitement, au four basique, des minerais de fer phosphoreux ; grâce à lui, nos minerais lorrains sont devenus exploitables et une colossale industrie s'est développée à cheval sur la France, l'Allemagne et le Luxembourg ; pour prix de cette invention, qui devait remuer le monde et qui fut, sans doute, une des causes de la Grande Guerre, Thomas reçut 30 livres sterling, avec lesquelles il s'acheta d'abord un pardessus et une bouteille de champagne ; cinq ans après, il mourait, misérable et poitrinaire.

L'exemple de Gaulard est aussi lamentable ; alors que le courant électrique continu avait toutes les faveurs, Gaulard comprit la

mener à terme toute idée originale et viable ; dirigé par M. J.-L. Breton, ancien ministre, patronné par les plus hautes personnalités de la science et de l'industrie, amplement muni de personnel et de crédits, réunissant toutes les garanties de probité et de compétence, l'office est le tuteur-né des inventeurs. Qu'une idée soit bonne, elle peut être assurée de trouver, à Bellevue, appui et soutien ; sa mise au point sera achevée, et l'inventeur gardera, dans les profits, la part qui lui revient équitablement, l'Office conservant l'autre part pour sa rémunération : « Les intéressés comprennent parfaitement, dit M. Loucheur dans son rapport, que les



LE BUREAU D'ÉTUDES A L'OFFICE NATIONAL DES RECHERCHES ET INVENTIONS

souplesse spéciale du courant alternatif ; il créa les premiers modèles du transformateur statique, qui permet de modifier à volonté son intensité et sa tension ; pourtant, il mourut misérable et il fallut qu'une souscription des électriciens achetât, au cimetière de Turin, l'humble coin de terre qui contient ses restes.

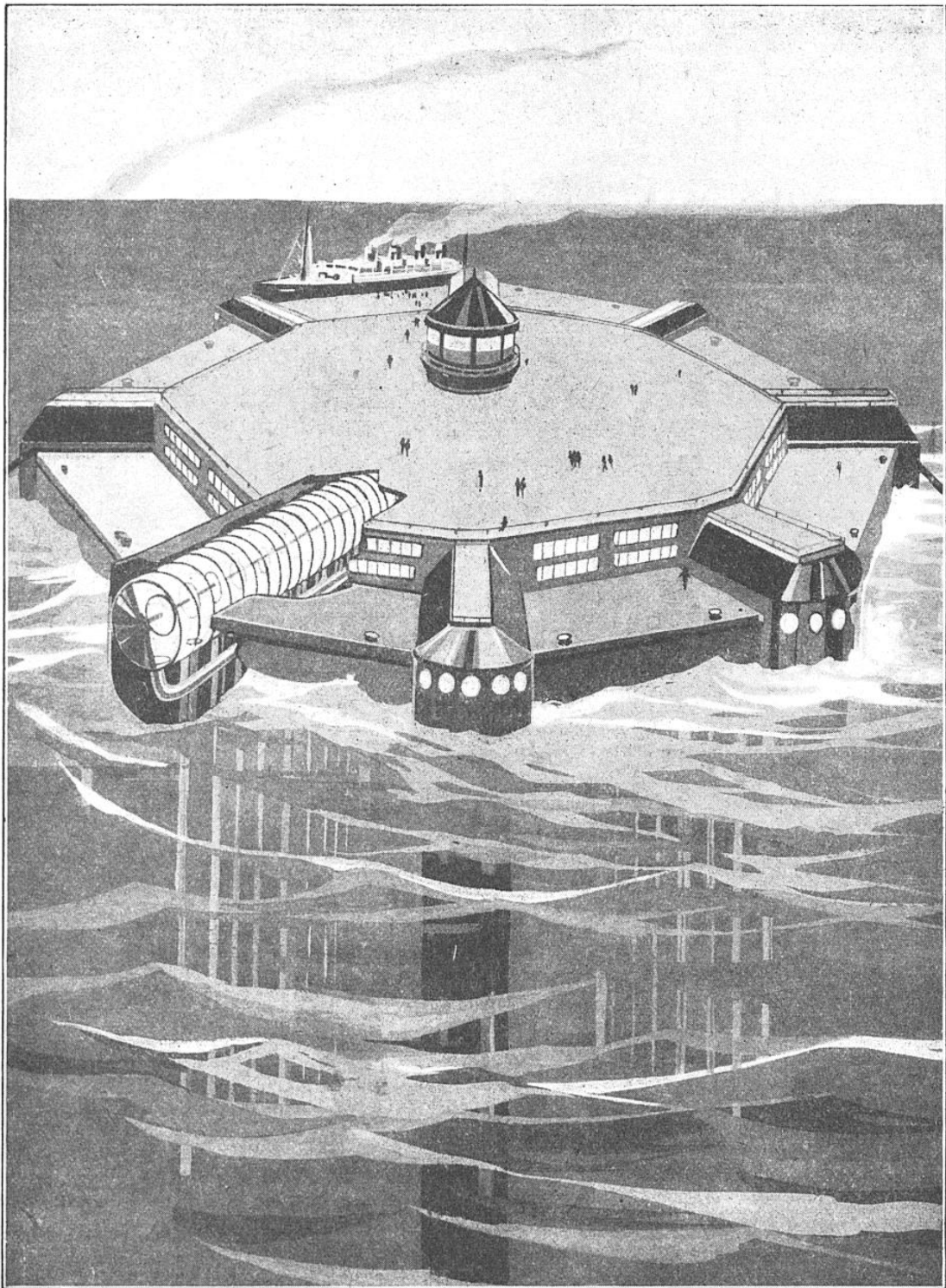
Une tentative généreuse qui rendra sans doute de réels services aux chercheurs d'aujourd'hui et de demain

Ce passé est tout récent, mais le présent vaut mieux, car la guerre, avec beaucoup de mal, nous a apporté un peu de bien ; elle nous a appris à réfléchir sur les conditions de l'invention scientifique ; celle-ci peut rarement être menée à terme par un seul homme ; elle exige le concours de savants et de techniciens relevant des disciplines les plus variées, il y faut des laboratoires organisés, du temps et de l'argent. Et, cette constatation faite, on a trouvé le remède : l'*Office National des Recherches et Inventions* est organisé pour

recettes ainsi réalisées n'ont d'autre but que d'aider un nombre toujours plus grand d'inventeurs, et un véritable sentiment de solidarité leur fait aisément accepter le léger sacrifice qui ne leur est demandé qu'en cas de succès. Nous pourrions même citer le nom d'un de nos inventeurs les plus actifs qui, en versant la première redevance, a tenu à doubler la somme prévue, en spécifiant que ce don serait destiné à aider d'autres inventeurs. » Ajoutons, pour condenser en quelques chiffres les bienfaits de la nouvelle institution, que, sur 6.000 dossiers soumis à l'Office depuis 1919, 1.100 ont été retenus, sur lesquels plus de 100 ont déjà abouti à de profitables applications.

Ainsi, désormais, l'inventeur a trouvé un soutien ; mais le savant qui se voue à la science pure est livré au destin ; s'il a du génie, il peut trouver, avec les honneurs, une modeste aisance ; s'il n'a que du mérite, la vie sera dure pour lui ; il le sait et s'y résigne.

L. HOULLEVIGUE.



ENSEMBLE DE LA GRANDE USINE FLOTTANTE CONÇUE PAR MM. BOUCHEROT ET CLAUDE ET
SUSCEPTIBLE DE PRODUIRE UN MILLION DE CHEVAUX

LES MERS TROPICALES, SOURCES INÉPUISABLES D'ÉNERGIE

Comment on peut concevoir une usine à vapeur d'Océan, d'après le projet de MM. Boucherot et Claude.

Par Jean LABADIÉ

En 1924, M. Georges Claude entrant à l'Académie des Sciences. Créateur de l'acétylène dissous, de l'air liquide à bon marché, de la synthèse de l'ammoniaque sous la pression inouïe de 1.000 atmosphères, qu'on aurait jugée impossible s'il ne l'avait réalisée d'emblée, mettant ainsi la science devant le fait accompli; inventeur des bombes à oxygène liquide; subtil metteur en scène des tubes à néon, dont toute grande ville se pavoise aujourd'hui : tels étaient les titres de M. Claude. Mais il eut un compétiteur sérieux à l'Institut en la personne de M. Paul Boucherot, que l'on considère, à juste titre, comme l'un des plus éminents électriciens français contemporains, digne d'être comparé au regretté Maurice Leblanc. Les deux savants ingénieurs ne se connaissaient que par leurs œuvres. Leur compétition en fit, par la suite, deux amis, qui échangèrent leurs conceptions sur les grands problèmes de la technique moderne. Parmi ceux-ci, utiliser l'énergie du Soleil était leur rêve commun. Voici le projet auquel Claude et Boucherot ont abouti, après deux ans de recherches. Emanant d'ingénieurs expérimentés, étayé de chiffres précis, ce projet grandiose pourrait bien être dédié à la mémoire de Jules Verne. Aussi les auteurs n'ont-ils pas manqué d'évoquer eux-mêmes, dans leur note à l'Institut, la mémoire du célèbre romancier de la science. Mais ce projet, scientifiquement étudié, est susceptible d'aboutir à des réalisations industrielles et, à ce titre, il intéresse tous ceux qui suivent les étapes accomplies sur la voie du progrès

L'expérience de MM. Boucherot et Claude démontre qu'il est possible d'utiliser l'énergie que le Soleil déverse sur la surface des Océans

LE Soleil déverse annuellement sur la Terre, au niveau de l'Équateur, une quantité de chaleur qui peut être représentée, suivant le physicien A. Berget, par une couche de houille de 25 centimètres d'épaisseur. Autrement dit, un miroir de 10 mètres carrés, installé, face au Soleil, dans les régions équatoriales, recevrait chaque année, en énergie solaire, l'équivalent de 3 tonnes et demie de charbon.

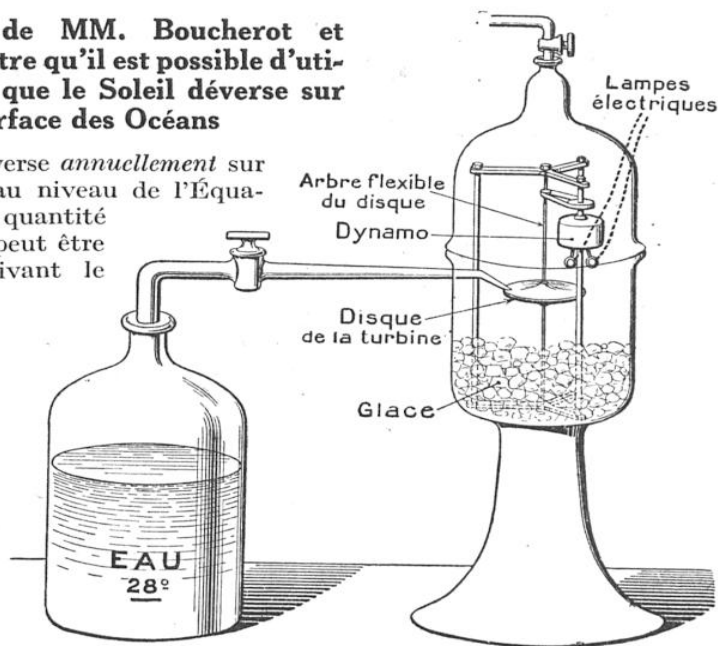


SCHÉMA EXPLICATIF DE L'APPAREIL DE DÉMONSTRATION
L'eau à 28° entre en ébullition dès qu'on a fait le vide dans l'appareil. Le courant de vapeur pénètre dans le disque de la turbine elle-même logée à l'intérieur du flacon « condenseur ». Une dynamo minuscule absorbe l'énergie produite et l'envoie dans des lampes électriques, où elle se manifeste visiblement.

Peut-on récolter cette houille dorée ?

Ne rappelons que pour mémoire les essais de Mouchot (1878) et de divers entrepreneurs actuels dont les machines à vapeur « solaires », chauffées par des miroirs ardents, fonctionnent parfaitement, mais sont trop chères à établir, tout en exigeant comme site le ciel pur des déserts.

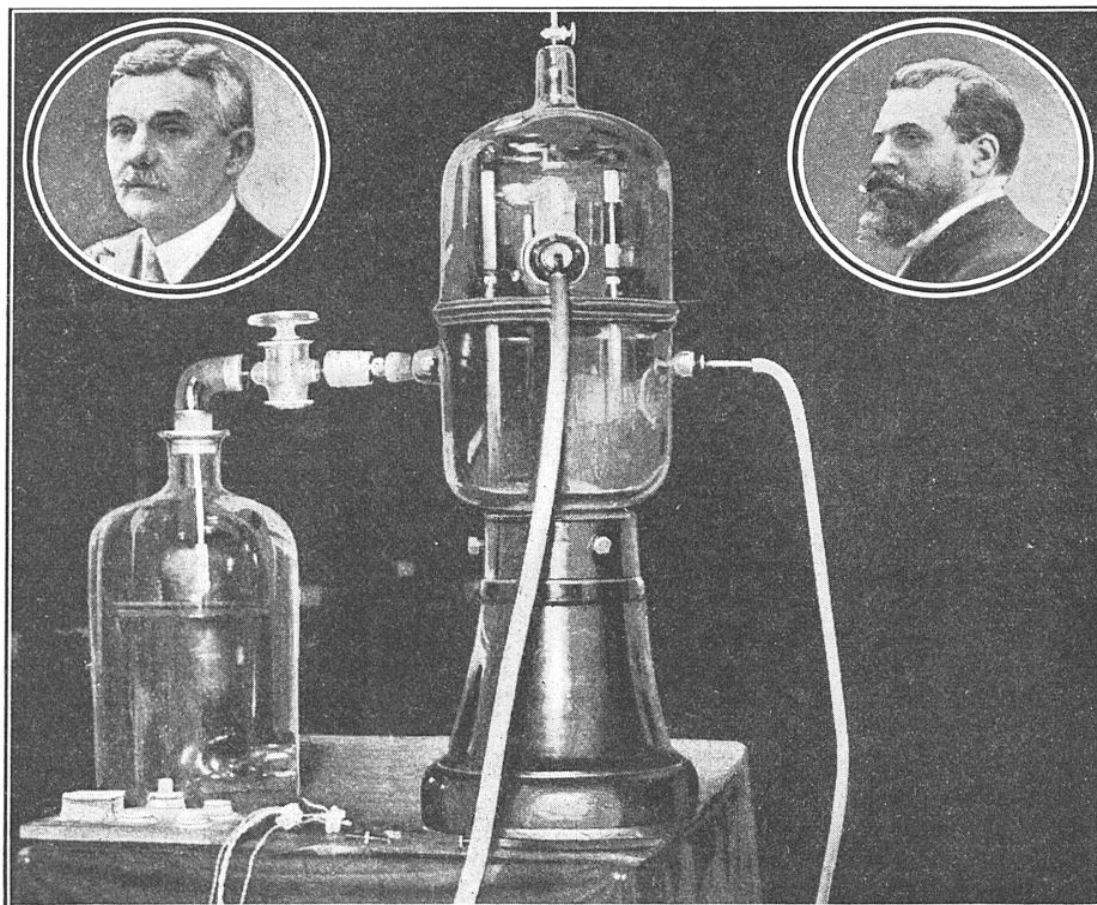
Mais si l'on considère l'océan des tropiques — dont les rivages sont luxuriants, —

ne voit-on pas qu'il est l'écran naturel absorbant la chaleur solaire avec une régularité idéale? Cette régularité se manifeste par ce fait que la surface océanique possède, toute l'année, sous les tropiques, une température quasi constante et voisine de 28°.

Les couches superficielles de l'océan tropical se présentent alors comme un

correspondant à son maximum de densité.

MM. Boucherot et Claude ont remarqué que ce dispositif naturel représente les deux termes d'une différence de température (source chaude superficielle, source froide profonde) capable d'alimenter, théoriquement, une machine thermique. Si elle était pratiquement réalisable, une telle machine



L'APPAREIL DE DÉMONSTRATION DE MM. CLAUDE ET BOUCHEROT, TEL QU'IL FUT PRÉSENTÉ A L'ACADÉMIE DES SCIENCES. (EN MÉDAILLON, MM. CLAUDE ET BOUCHEROT)

réservoir de chaleur, magasin naturel de la houille dorée du Soleil. Cette réserve marine d'eau chaude est maintenue à température constante de deux façons : 1° en haut, par l'évaporation continue dans l'atmosphère ; 2° en bas, par le contact des couches océaniques profondes qui sont toujours froides. (La température moyenne des océans terrestres ne dépasse pas 3°,8.) Notamment, à 1.000 mètres de fond, même sous l'Équateur, l'eau ne se rencontre pas à une température plus grande que 4°

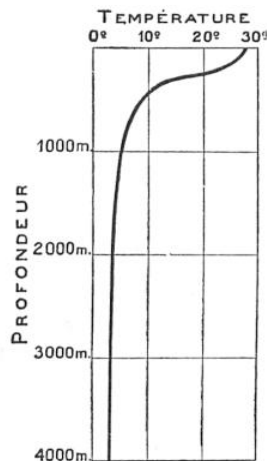
fonctionnerait avec une *chaudière* à 28° et un *condenseur* à 4°.

La turbine qui fonctionne sous 3 centièmes d'atmosphère

A 28°, la tension de vapeur de l'eau se mesure par *trois centièmes d'atmosphère*.

Avant d'imaginer aucun dispositif industriel, il est donc prudent de se demander s'il existe une machine capable de travailler sous un souffle de vapeur aussi faible.

Qu'une telle machine existe, nous n'en



COURBE INDICANT L'ALLURE DE LA CHUTE DE TEMPÉRATURE A MESURE QUE L'ON S'ENFONCE DANS L'Océan TROPICAL

saurions plus douter depuis que nous l'avons vue fonctionner, le 15 novembre 1926, dans l'enceinte de l'Académie des Sciences.

Voici comment, ce jour-là, MM. Boucherot et Claude présentèrent l'expérience.

L'eau à 28° était placée dans un grand flacon de verre relié à un condenseur, où l'on fit le vide après l'avoir garni de glace. Un disque de turbine Laval était disposé sur la conduite reliant les deux récipients.

On fit le vide dans l'ensemble de l'appareil.

Dès que le vide eut atteint une pression inférieure à la tension de vapeur de l'eau, celle-ci se mit à bouillir. Quand le vide fut tombé à 1 centième d'atmosphère, la vapeur s'écoulait à la vitesse de 500 mètres par seconde. Sous l'action de ce jet de vapeur, le disque de Laval prit une rotation de 5.000 tours par minute. Jamais l'on n'aurait osé espérer un tel résultat.

Les inventeurs eux-mêmes avouent qu'ils montèrent l'expérience par « pure curiosité ».

« L'extrême petitesse des tensions de vapeur d'eau à 20 ou 25° ne nous donnait aucun espoir, disent-ils en leur compte rendu. Or, à notre stupéfaction, nous avons constaté combien les conditions ainsi réalisées conviennent excellemment aux turbines à vapeur, qui paraissent avoir été créées pour fonctionner sous des pressions motrices inférieures même au vide des condenseurs actuels.

« Chaque kilogramme de cette vapeur de 0 atm 03, dont la pression est donc 700 fois plus petite que celle de la vapeur à 20 atmosphères, ne produira pourtant qu'un travail 5 fois moindre que cette vapeur à 20 atmosphères. »

La réalisation industrielle de l'usine à vapeur d'océan

Il va sans dire que des expériences à échelle industrielle doivent immédiatement faire suite à cette brillante démonstration théorique.

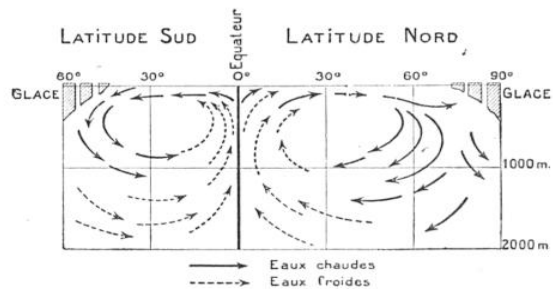
Ces essais n'auront même pas lieu sur l'océan tropical. Il sera facile de réaliser,

en territoire français, les deux termes de la différence de température envisagée. L'eau tiède à 28°, c'est, à peu de chose près, celle qui s'écoule des condenseurs des centrales électriques à vapeur. Il suffirait de ralentir légèrement le torrent d'eau qui traverse, par exemple, les condenseurs de Gennevilliers (9 mètres cubes par seconde), pour disposer d'une masse déjà respectable d'eau « tropicale ». Et l'hiver, la Seine voisine fournirait l'eau froide à 4°. C'est sur un tel dispositif que, probablement, les deux techniciens essaieront leur premier turbo-alternateur de grandeur industrielle.

Ensuite, une usine côtière « de démonstration », de 12.000 à 15.000 kilowatts, pourra être construite dans une région tropicale. Dès maintenant, d'après les termes mêmes de leur note, cette usine est considérée par MM. Boucherot et Claude comme devant être « relativement coûteuse », d'abord, à cause de sa faible puissance ; ensuite, parce qu'elle devra être établie sur une côte.

Voici, d'ailleurs, le plan directeur d'une telle usine.

On recherchera, dans la zone des tropiques, un rivage dont la déclivité soit très rapidement croissante. Ce point découvert, admettons qu'il suffise de s'éloigner de 15 kilomètres vers le large pour rencontrer des profondeurs de 1.000 mètres, où gît l'eau froide. Un tuyau, posé le long de la déclivité sous-marine, convenablement lesté, ancré et calorifugé, fonctionne par le principe des vases communicants. Une légère perte de charge due aux frottements et à la différence de densité des deux colonnes liquides (la colonne extérieure étant, en moyenne, moins dense que l'intérieure) exigera un très léger effort de pompage. Ce pompage pourra s'effectuer,



SCHEMA DE LA CIRCULATION GÉNÉRALE DES EAUX FROIDES ET DES EAUX CHAUDES DANS LES Océans

Les eaux chaudes de l'équateur (latitude 0°) montent superficiellement vers les deux banquises polaires (inégalement distantes). Les eaux refroidies par les banquises retournent à l'équateur par courants profonds.

d'ailleurs, par le seul effet du vide des condenseurs.

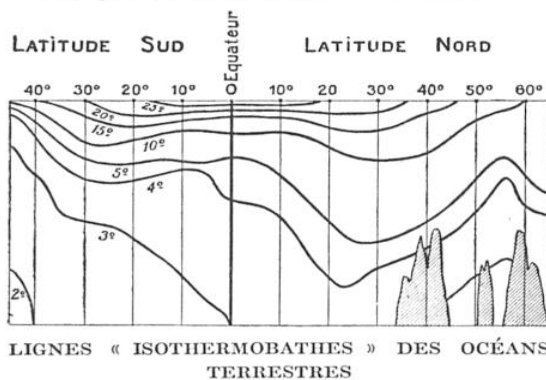
Une seconde conduite, plus simple, apporte à l'usine l'eau chaude de surface.

L'un et l'autre tuyau auront des dimensions oscillant entre 3 et 20 mètres de diamètre, suivant l'importance de l'usine. Le tuyau d'eau froide aboutira aux chambres de condensation, dans lesquelles l'eau sera aspirée en jets pulvérisés. De même la conduite d'eau chaude alimentera, d'une manière identique, des chambres de vaporisation. Le nombre et la dimension des deux sortes de chambres seront calculés de telle sorte qu'une seule chambre de vaporisation et une seule chambre de condensation soient suffisantes pour actionner un élément de turbine disposé entre elles deux. Sans aucune tuyauterie, la vapeur passera de l'évaporation au condenseur, à travers la turbine.

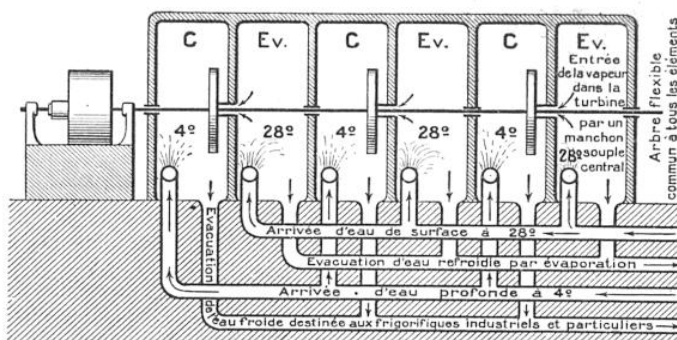
Les éléments successifs accolés les uns aux autres constitueront, par conséquent, une seule et même machine, d'un type extrêmement original, dont l'axe, porteur des roues motrices, tournera au milieu des chambres. L'inconvénient apparent d'un tel dispositif semblerait être la grande distance qui séparera les paliers successifs de cet axe. Il n'en est rien. L'arbre des turbines devant être souple afin de supporter de grandes vitesses de rotation, l'inconvénient apparent devient un avantage.

Le générateur électrique sera disposé en bout de l'axe de cette « pile » turbomotrice.

Voyons maintenant quels aspects multiples peut revêtir l'usine définitive.



LIGNES « ISOTHERMOBATHES » DES OcéANS TERRESTRES
Ces lignes indiquent, sur une profondeur de 2.000 mètres, les points d'égale température en fonction de la profondeur, de la latitude et des accidents du sol sous-marin.



DISPOSITIF INDUSTRIEL SCHÉMATIQUE, MONTRANT LA JUXTAPOSITION THÉORIQUEMENT INDÉFINIE DES CHAMBRES D'ÉVAPORATION « EV », DE CONDENSATION « C ». LES TURBINES INTERCALÉES REÇOIVENT LA VAPEUR PAR UN MANCHON CENTRAL. LA VAPEUR SE DÉTEND DANS LA CHAMBRE DE CONDENSATION PAR LA « PÉRIPHÉRIE » DE LA TURBINE. À GAUCHE, L'ALTERNATEUR

L'usine à grande puissance peut présenter la forme d'une grande île flottante

L'usine la plus économique devra être établie sur un ponton colossal dont les dimensions (600 mètres de diamètre) défieront les tempêtes les plus violentes.

Les chambres de condensation et d'évaporation, les turbines motrices et l'alternateur seront placés à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer.

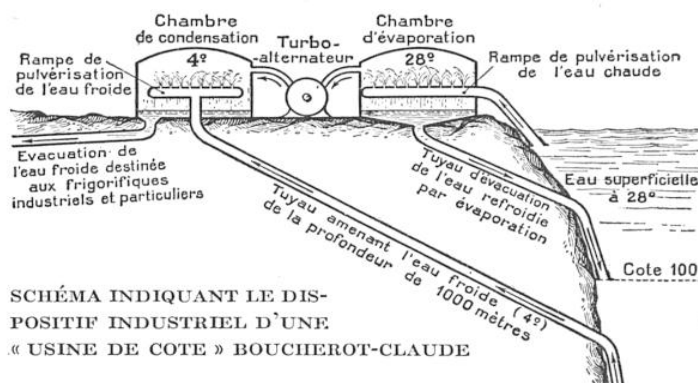
Un espace libre, formant quai, recevra les navires. Sur la plate-forme seront également installés les appareils auxiliaires, tels que les pompes pneumatiques destinées à maintenir le vide dans les chambres.

Les magasins, les bureaux, le logement du personnel seront également installés sur la plate-forme.

Le tuyau d'alimentation en eau froide profonde étant disposé verticalement, sera allégé, soit par un enrobement de matériaux légers et calorifuges, soit par soulagement, au moyen de flotteurs étagés sur son parcours. Le poids du tuyau étant, pour ainsi dire, annulé, son diamètre pourra atteindre 20 mètres. Il sera ancré au fond de l'océan, comme, d'ailleurs, le ponton lui-même. Les câbles d'amarrage du ponton seront également soulagés par des flotteurs, qui les maintiendront rectilignes, ce qui évitera au ponton tout flottage de dérive.

Le torrent d'eau froide aboutira, naturellement, au centre de l'usine, d'où il se ramifiera vers chaque groupe électrogène.

L'eau chaude de surface sera aspirée par autant de puits qu'il sera nécessaire, pratiqués sous la coque du ponton.



Des tuyaux secondaires, plongeant à 100 mètres environ, renverront dans les couches profondes, où elle s'écoulera par sa propre pesanteur, l'eau des condenseurs très légèrement réchauffée, de même que la plus grande partie de l'eau des évaporateurs, très légèrement refroidie.

L'eau chaude, qui parvient à 28° dans les chambres, voit, en effet, sa température s'abaisser jusqu'à 23° environ par l'évaporation à laquelle elle est soumise. A ce moment, elle est inutilisable. On l'évacue pour la remplacer par de l'eau prise en surface. Cette circulation s'effectue, d'ailleurs, d'une manière continue.

Quand elle est chassée des chambres d'évaporation vers le fond de la mer, l'eau utilisée a cédé 5.000 grandes calories par mètre cube, soit 8 kilogrammes de vapeur qui, utilisés entre 0 atm 03 (pression à l'intérieur des évaporateurs) et 0 atm 01 (pression à l'intérieur des condenseurs), donneront théoriquement 100.000 kilogrammètres.

Les turbo-alternateurs ont transformé les trois quarts de cette énergie en énergie électrique. Si l'on déduit, de ces 75.000 kilogrammètres électrifés, 30.000 kilogrammètres nécessaires au pompage et à l'entretien du vide, il reste un gain net de 45.000 kilogrammètres par mètre cube d'eau chaude passant dans les appareils. Avec une alimentation de 2.000 mètres cubes par seconde, on obtiendrait 800.000 kilowatts.

Le prix d'installation ne dépassera pas 1.500 francs-papier par kilowatt, et l'énergie produite reviendra seulement à 10 centimes le kilowatt-heure.

L'usine de puissance moyenne flottante doit être submersible pour pouvoir être dérobée aux tempêtes

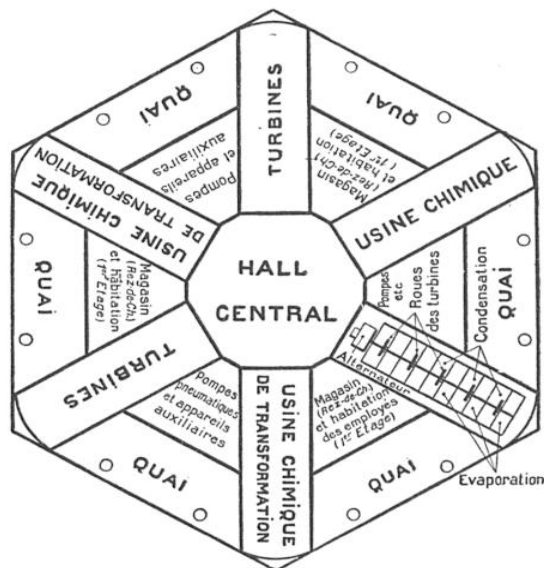
Pour un avenir plus immédiat, ces techniciens envisagent des usines-pontons beaucoup moins importantes, d'une puissance d'environ

100.000 kilowatts. Comme le ponton n'aurait plus que 150 mètres de diamètre, les fortes vagues de 10 et 15 mètres pourraient le mettre en danger.

MM. Boucherot et Claude ont alors imaginé l'usine submersible, fonctionnant non plus à la vapeur d'eau, mais avec un liquide volatil intermédiaire, tel que le chlorure d'éthyle ou l'anhydride carbonique. Les chambres d'évaporation supporteraient alors des pressions intérieures de quelques atmosphères pour le chlorure d'éthyle et de quelques dizaines d'atmosphères dans le cas où l'anhydride carbonique serait adopté. L'appareillage se trouverait compliqué, le liquide volatil devant travailler en circuit fermé.

Le rendement thermodynamique serait de même amoindri. Mais, à l'apparition des tempêtes ou des cyclones, il suffirait d'ouvrir les vannes de water-ballasts, analogues à ceux des sous-marins, pour que l'usine entière s'immergeât à quelques mètres au-dessous du niveau de la mer, en attendant la fin de la bourrasque.

L'énergie produite pourrait être transportée à la côte par un câble sous-marin (il existe de tels câbles porteurs de force entre la Suède et le Danemark et, en Amérique, en travers du lit du Mississippi).



DISPOSITION INDUSTRIELLE DE L'USINE FLOTTANTE BOUCHEROT-CLAUDE, AGENCÉE POUR UTILISER SUR PLACE L'ÉNERGIE PRODUITE AU MOYEN DE FABRICATIONS ÉLECTRO-CHIMIQUES

L'usine coloniale de côte et le paradis terrestre artificiel

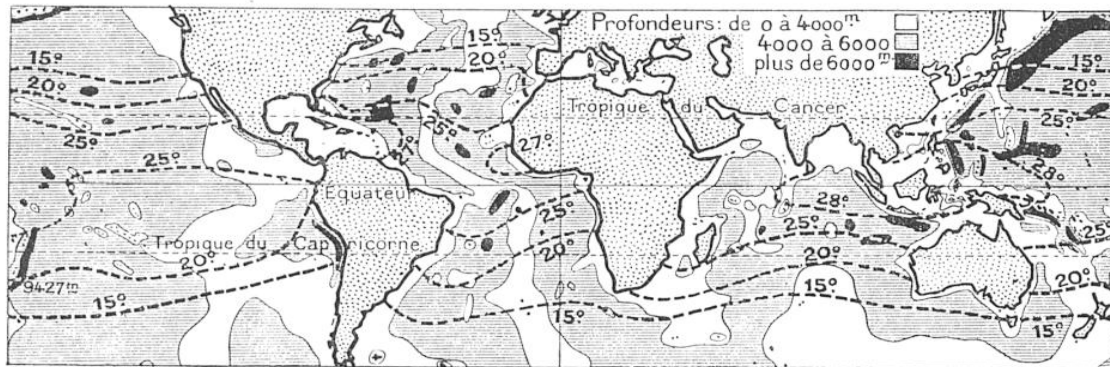
L'usine flottante paraît plus facilement réalisable que l'usine côtière, qui ne pourra être réalisée économiquement que dans des cas assez rares. Ni la côte orientale de l'Asie ni la côte occidentale d'Afrique n'offrent de points convenables à l'établissement d'une usine à vapeur d'océan.

Par contre, les rivages des archipels tro-

Aurons-nous des usines métropolitaines? Ce n'est encore qu'une vision à la Jules Verne

Enfin, le procédé Boucherot et Claude sera-t-il confiné aux colonies? Ne le pourra-t-on pas appliquer en Europe?

On peut supposer que, l'expérience aidant, les différences de température utilisables par le procédé Claude et Boucherot pourront être de plus en plus faibles. Le *Gulf-Stream*



CARTE MONTRANT LES LIMITES GÉOGRAPHIQUES DANS LESQUELLES ON POURRA INSTALLER LES USINES BOUCHEROT-CLAUDE, EN RAISON : 1° DES TEMPÉRATURES SUPERFICIELLES DES OcéANS ; 2° DES PROFONDEURS DE CES MÊMES OcéANS

picaux : les Antilles, les îles de la Sonde, les îles Philippines, les îles Hawaï et, en général, tous les îlots du Pacifique, présentent des déclivités idéales pour l'établissement des usines.

Mais partout où l'usine pourra s'établir à terre, les inventeurs insistent sur ce fait, *capital selon eux* : l'immense quantité d'eau froide sortant des condenseurs sera capable de transformer la vie sociale de la contrée. Lancé dans les radiateurs frigorifiques privés et publics, dans les magasins de denrées et les manufactures, ce torrent d'eau froide réalisera le rêve de tous les coloniaux : vivre et travailler au frais ! Avec des torrents d'énergie industrielle.

C'est, littéralement, la reconstitution moderne du paradis terrestre.

pourrait peut-être alors alimenter des usines flottantes au large des côtes de Bretagne.

Il est encore possible que dans les Landes, au voisinage de la fosse marine du cap Breton, on fore, quelque jour très prochain, des puits de quelque 2.000 mètres, au fond desquels un siphon ira porter de l'eau à 10° ou 15° puisée à la surface du golfe de Biscaye et qui remontera chaude à 40° ou 50° ou davantage.

L'océan Atlantique se contenterait alors de fournir le froid, la source chaude étant constituée par les réserves de calories des profondeurs de la terre.

Que pèseront alors tous les charbons, les pétroles du monde dans la balance économique de notre pays ?

JEAN LABADIÉ.



L'INVENTION DE L'INGÉNIEUR VERDAN PERMET D'ÉLIMINER LES PARASITES EN TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Par Lucien FOURNIER

Les expériences effectuées récemment entre les stations radiotélégraphiques de Croix-d'Hins (près Bordeaux) et Tananarive (Madagascar) ont mis en relief l'invention d'un ingénieur des Télégraphes, M. Verdán, qui a résolu le délicat problème de la suppression des parasites dans les transmissions télégraphiques sans fil. On sait que ces parasites sont le seul obstacle qui a empêché, jusqu'ici, la transmission des radiotélégrammes à grande vitesse et à longue portée. Cette invention remarquable doit, à notre avis, permettre à la T.S. F. de se développer et de s'imposer comme moyen de communication à grande distance. Notre collaborateur, spécialiste en ces délicates questions, expose ici le principe sur lequel repose cette invention et, par des dessins schématiques très lisibles, montre le fonctionnement de ces appareils.

De l'appareil Morse à l'appareil Baudot

A l'origine de la télégraphie sans fil, le code Morse fut employé à cause de sa simplicité. Chacune des émissions constituant un point ou un trait donnait naissance à un train d'ondes de même lon-

gueur que le signal, et la bande Morse l'enregistrait, non sous la forme d'un courant continu, mais sous celle d'une succession de points très rapprochés. Avec le détecteur électrolytique du général Ferrié et les ondes musicales, puis, un peu plus tard, avec le détecteur à galène, la réception au son, par

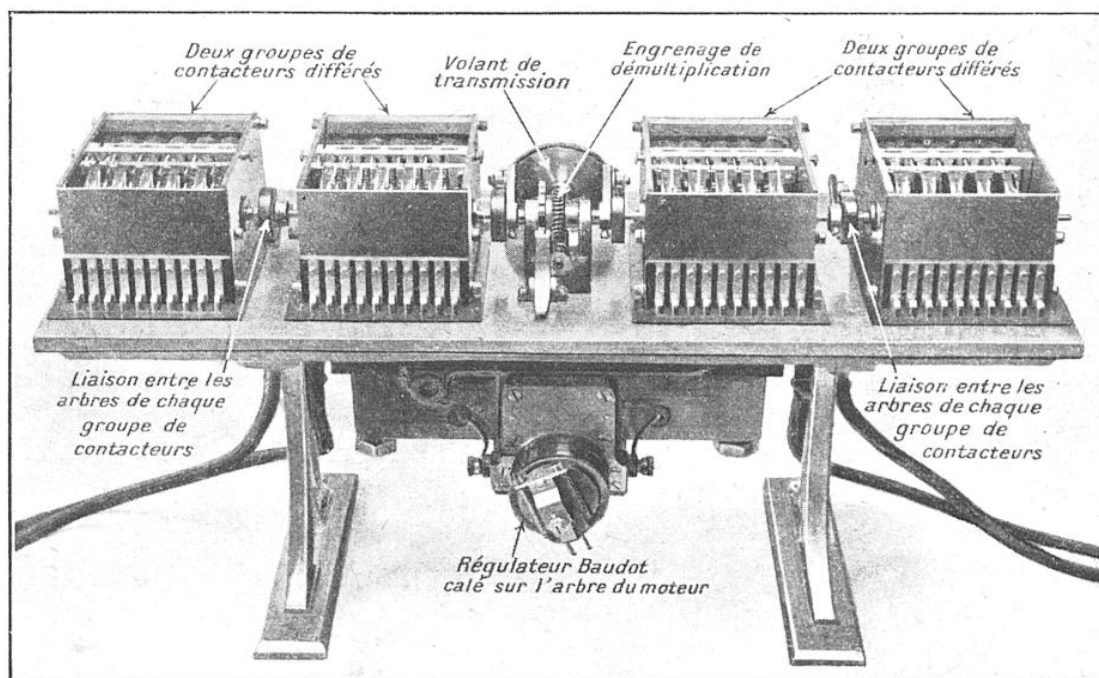


FIG. 1. — ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION VERDAN POUR ASSURER L'ÉLIMINATION DES PARASITES SUR LES APPAREILS BAUDOT EMPLOYÉS EN TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

l'intermédiaire d'un récepteur téléphonique, devint possible. Ce fut l'époque des premiers radiotélégrammes, qui s'écoulaient déjà à une vitesse de 10 mots par minute.

La lecture au son présente un gros avantage sur l'enregistrement Morse : les télégraphistes entraînés à l'écoute parviennent très vite, en effet, à différencier les signaux utiles des signaux parasites. Mais le progrès réalisé était cependant limité par les facultés d'adaptation de l'oreille et par la rapidité de l'écriture, le télégraphiste traduisant instantanément, à la main, les signaux perçus par l'oreille.

Quelques essais de réception sur un disque de phonographe eurent lieu ensuite ; puis, pendant la guerre, l'apparition des lampes à trois électrodes, autorisant l'emploi de puissances émettrices réduites et de plus longues portées, permit la mise en service d'appareils de transmission à plus grand rendement et de récepteurs très sensibles.

Actuellement, les signaux s'inscrivent sur une bande de papier à l'aide d'un petit siphon porteur d'encre, dont la pointe déverse le liquide sur le papier se déroulant sous elle, exactement comme dans l'ancien *siphon Recorder*. Les signaux se présentent sous la forme d'une ligne sinueuse irrégulière, d'une lecture relativement facile pour les télégraphistes expérimentés. Le rendement est d'environ 100 mots à la minute. Dans certains cas, il est possible de transformer les signaux en caractères d'imprimerie (Creed (1), Murray, Morkrum). Mais la vitesse de transmission ne dépasse pas 120 mots à la minute.

C'est là un rendement théorique. Commer-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 57.

cialement parlant, il descend à 20 mots, car les parasites n'autorisent pas les appareils à donner leur vitesse maximum et ils obligent très fréquemment à répéter chaque télégramme une ou même plusieurs fois. Le système électromécanique imaginé par M. Verdan, ingénieur des Télégraphes, intervient aux stations réceptrices pour mettre les appareils, quels qu'ils soient, à l'abri des parasites. C'est, on le voit, une découverte

extrêmement importante qui permettra à la télégraphie sans fil de se poser en maîtresse absolue de la télécommunication à longue distance.

D'ailleurs, les expériences effectuées entre Cros-de-Cagne et la Corse, entre la tour Eiffel et Toulon, et enfin entre Croix-d'Hin et Tananarive, avec le système Baudot et à la vitesse normale de 180 tours par minute, ont donné des résultats extrêmement intéressants. Ces expériences

ont, d'ailleurs, été entreprises par l'administration française, sous la direction de M. Verdan et par les Ateliers J. Carpentier, spécialisés dans la construction des appareils télégraphiques.

Pour bien comprendre le système Verdan, il est nécessaire de connaître au moins le principe de l'appareil Baudot. Nous allons le rappeler brièvement.

Le Baudot est un appareil télégraphique multiple

C'est aussi un appareil imprimant directement la dépêche sur une bande de papier. Il est multiple en ce sens qu'il permet de transmettre deux, trois, quatre ou six télégrammes à la fois sur un seul fil. Selon les besoins du

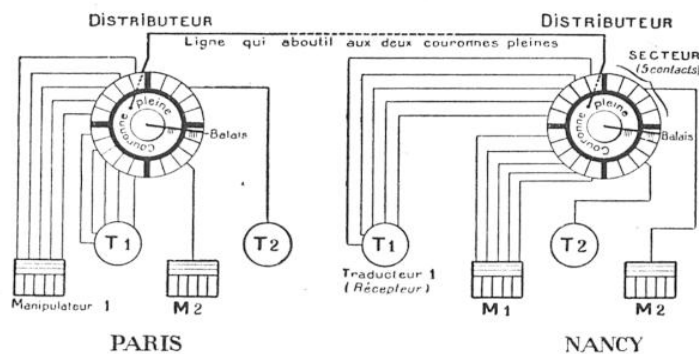


FIG. 2. — PRINCIPE DE L'APPAREIL BAUDOT

Ce dessin schématique représente une installation quadruple Baudot reliant les deux postes de Paris et de Nancy. La ligne aboutit à la couronne pleine de chaque distributeur. La couronne sectionnée est divisée en quatre secteurs de cinq contacts chacun. On voit que chaque secteur est relié à un manipulateur ou à un traducteur (récepteur). Ainsi, les cinq touches du manipulateur M₁ sont reliées par un fil à chacun des contacts du premier secteur de transmission. Quand les balais du poste de Paris passent sur ce secteur, ceux du poste de Nancy franchiront le secteur correspondant sur leur distributeur et les courants envoyés par chaque touche du manipulateur M₁ seront reçus dans les électro-aimants du traducteur T₁, qui les « traduira » en une lettre imprimée sur la bande. Lorsque les balais du poste de Paris franchiront le secteur suivant, ils recueilleront les courants transmis par le manipulateur M₁ du poste de Nancy, et Paris recevra sur le traducteur-récepteur T₁ la lettre transmise par Nancy. Les mêmes effets se reproduisent sur les autres secteurs et se répètent pour chaque tour des balais.

trafic, il devient donc double, triple, quadruple, sextuple. Une installation comporte un distributeur, un, deux ou trois manipulateurs, un, deux ou trois traducteurs (récepteurs). Un fil est desservi par deux installations, une à chaque extrémité.

Le distributeur est l'organe essentiel. Il est constitué par une cage portant sur la face avant et sur la face arrière un groupe de six couronnes métalliques concentriques. Certaines couronnes sont pleines ; d'autres sectionnées en contacts. Chaque unité métallique, qu'elle soit une couronne entière ou un simple contact, est isolée de toutes les autres. Cet ensemble est fixe. Les deux faces du distributeur sont traversées par un arbre passant par le centre des couronnes et qui reçoit son mouvement du moteur ; il porte, à l'avant et à l'arrière, trois paires de balais. Ces balais, entraînés par l'axe, tournent sur les couronnes, de manière à les relier électriquement deux à deux.

Enfin, à la base du distributeur, un arbre recevant le mouvement du moteur — il commande l'axe des balais — se termine par le régulateur, organe extrêmement sensible qui permet de réaliser le synchronisme entre les deux postes correspondants. Comme il est matériellement impossible d'assurer le synchronisme parfait pendant toute une journée entre la vitesse des balais des deux distributeurs correspondants, l'un des deux postes « tourne » un peu plus vite que l'autre. Ce dernier impose alors un ralentissement à son

correspondant en lui envoyant un courant dit de correction, à chaque tour des balais.

Nous engageons ceux de nos lecteurs qui désirent faire plus ample connaissance avec le merveilleux outil télégraphique qu'est le Baudot, à se reporter au dessin schématique (fig. 2) que nous avons établi spécialement pour eux. Ils trouveront dans la légende qui

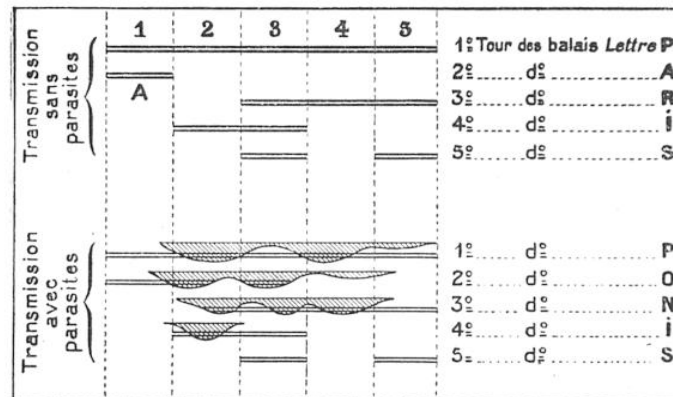


FIG. 3. — VOICI COMMENT S'EFFECTUE, AU BAUDOT, LA TRANSMISSION DU MOT « PARIS » SANS PARASITES ET AVEC PARASITES

Les contacts du secteur sont numérotés 1, 2, 3, 4, 5. Transmission sans parasites : premier tour des balais, émission sur les 5 contacts du secteur, lettre P ; deuxième tour des balais, émission sur le 1^{er} contact du secteur, lettre A ; troisième tour des balais, émission sur les 3 derniers contacts du secteur, lettre R ; quatrième tour des balais, émission sur les 2^e et 3^e contacts du secteur, lettre I ; cinquième tour des balais, émission sur les 3^e et 5^e contacts du secteur, lettre S. Si aucun parasite ne se présente, l'émission est donc correcte. Mais, si une vibration intempestive de l'antenne a lieu entre ces émissions, il n'en sera plus de même. En particulier, si la décharge perturbatrice se produit selon la courbe hachurée, le poste récepteur enregistrera *PONIS*, au lieu de *PARIS*. On voit, en effet, que les parasites n'auront pas affecté la transmission de la lettre P parce qu'ils se superposent à l'onde de transmission ; mais la lettre A s'est allongée de deux ondes parasites, que le récepteur a enregistrées comme si la lettre O avait été régulièrement transmise. Il en est de même pour la lettre R, qui, allongée d'une onde, est transformée en N.

les autres. Actuellement, aucune ville de l'étranger en relation directe avec la France n'est plus desservie par un autre appareil. Grâce à un télégraphiste de très haute valeur technique, Pierre Picard, digne émule de Baudot, le système qui nous intéresse a pu assurer d'une manière absolument parfaite la liaison entre Paris et Alger depuis de nombreuses années, par un appareil quadruple.

L'exploitation d'une ligne par un Baudot quadruple (type de notre schéma) exige quatre agents à chaque poste correspondant : deux à la transmission et deux à la réception, qui paraissent travailler simultanément.

accompagne cette figure des renseignements suffisants pour se faire une idée précise de l'appareil et pour comprendre le système Verdan, dont le fonctionnement est, en quelque sorte, calqué sur celui du Baudot. Ajoutons que le système télégraphique Baudot est utilisé sur toutes les lignes quelque peu importantes du réseau français, à l'exclusion de l'appareil Hughes. Depuis de très nombreuses années, l'administration italienne l'a également adopté et toutes les autres nations y sont venues les unes après

ment, mais, en réalité, n'ont la ligne que l'un après l'autre. Dans chaque poste, deux dépêches sont transmises et deux dépêches reçues en même temps, mais non simultanément, puisque chacun des quatre agents n'a la ligne à sa disposition que pendant un quart de tour des balais.

Comme le distributeur tourne à 180 tours par minute, chaque manipulant pourrait transmettre 180 lettres à la minute, soit 10.800 lettres à l'heure soit encore, à raison de 6 lettres par mot, 1.800 mots à l'heure ou 180 télégrammes de 10 mots. Dans la pratique, le rendement ne dépasse jamais 80 télégrammes, en raison des transmissions de service qui accompagnent chaque télégramme : origine, numéro, nombre de mots, date, heure, des répétitions de mots importants et des corrections. Actuellement, le rendement au Poste Central des télégraphes ne dépasse pas

40 dépêches à l'heure par clavier de manipulation (1), soit, sur un quadruple, 160 télégrammes (80 à la transmission et 80 à la réception).

Les parasites et leurs causes

Dans la télégraphie avec fil, les parasites sont déjà gênants. Les orages, les effets d'induction provenant des lignes de force motrice

(1) Sauf sur les postes où existe une prime à la transmission et sur ceux où a été adoptée la transmission automatique par bandes perforées ; le rendement y est doublé.

suivant le même parcours que les fils télégraphiques, introduisent des courants étrangers sur les fils et provoquent le déclenchement intempestif des électros récepteurs. Des lettres fausses s'impriment sur la bande à la place des lettres transmises.

En télégraphie sans fil, les parasites sont dus à des causes plus ou

moins déterminées, mais dont tous les sans-filistes connaissent les effets. On entend au téléphone, des crépitements qui proviennent d'appareils électriques du voisinage : trains électriques, tramways, voire même du passage d'une simple auto. Les postes de T.S.F. à longue portée n'en sont nullement affectés, tandis qu'ils reçoivent les contre-coups des décharges électriques provenant d'orages même très éloignés. Les décharges déterminent la production d'ondes très puissantes, de longueurs très variables, que les appareils récepteurs enregistrent en même temps

que les signaux d'émission. C'est pourquoi ces derniers sont si facilement dénaturés et c'est aussi, d'ailleurs, ce qui rend leur élimination si difficile, parce que, quelle que soit la longueur de l'onde émise par l'antenne, il se trouve toujours des parasites réglés, en quelque sorte, sur le poste transmetteur. Dans beaucoup de cas, ils peuvent être comparés à nos vieilles émissions amorties qui attaquaient les antennes par choc. Quel que soit le réglage des appareils, le choc y trouve toujours un écho.

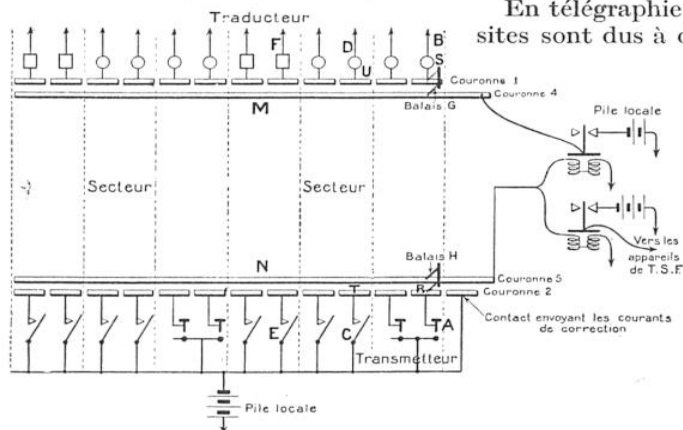


FIG. 4. — SCHÉMA DE LA RÉPÉTITION DES SIGNAUX PAR L'APPAREIL VERDAN

Si on abaisse la touche A du manipulateur, un courant de la pile locale est envoyé dans le contact R de la couronne divisée. Lorsque les balais H viendront sur lui et sur la partie de la couronne pleine qui lui fait face, le courant sera dirigé sur deux relais en parallèle. Un de ces relais enverra un courant de transmission vers les appareils de T. S. F. et l'autre sur la couronne pleine 4. Comme les balais G sont en face des balais H, le courant passera de la couronne 4 au contact S. L'électro B fonctionnera donc en même temps que les appareils transmetteurs de T. S. F. qui enverront un signal au poste récepteur. Mais l'électro B n'est pas un électro récepteur ; c'est un électro d'attente ; il arme un mécanisme spécial, dont nous parlerons plus loin, qui ne se désarme, pour envoyer un nouveau courant, que lorsque les balais, ayant fait six tours sur les couronnes, se retrouveront sur les contacts T et U. Par conséquent, au septième tour des balais, le contact C sera fermé par le mécanisme de l'électro B et un nouveau courant sera envoyé dans les appareils de T. S. F. et dans l'électro D. Celui-ci agit exactement comme l'électro B, en armant une pièce qui établira le contact en E, au bout de six nouveaux tours de balais. Il en résultera une troisième répétition du courant dirigé dans le poste de T. S. F. et dans l'électro F. Ce dernier appartient au récepteur de contrôle de la transmission, qui déclenchera la lettre transmise par le signal.

La transmission télégraphique Baudot était, jusqu'ici, gênée par les parasites

Le code Baudot diffère du code Morse en ce sens que chaque lettre est constituée par l'émission de 1, 2, 3, 4 ou 5 courants combinés dans un ordre quelconque. Ainsi la lettre T est représentée par 3 courants, que nous appellerons 1, 3, 5, pour indiquer qu'entre l'émission des courants 1 et 3, 3 et 5, il existe un intervalle de temps représenté par le passage du balai sur les contacts 2 et 4 du secteur. En d'autres termes, pour transmettre la lettre T, les contacts 1, 3 et 5 du secteur sont seuls utilisés. La lettre P est constituée par 5 envois : 1. 2. 3. 4. 5. D'autres sont représentées par 1 ou 2 courants. On comprend aisément que, si la lettre T est transmise et qu'un parasite vienne s'interposer entre les deux premières émissions de courants, le récepteur enregistrera quatre émissions : 1. 2. 3. 5, qui donneront la lettre V.

Il est donc nécessaire, pour qu'un parasite produise un effet sur la transmission d'une lettre, qu'il se présente au moment précis où le balai franchit un des contacts libres du secteur. Si, par exemple, il avait manifesté sa présence pendant l'envoi du premier courant de la lettre T, aucune erreur n'eût été enregistrée, car l'onde parasite se serait superposée au courant utile qu'il eût simplement renforcé. Ainsi la lettre P, qui utilise les 5 contacts du secteur, ne peut jamais être déformée par les parasites. Notre figure 3 explique ce qui se produit dans les cas de transmission sans parasites et avec parasites.

Le principe de la répétition différée évite les parasites

Pour éviter ces accidents, M. Verdan a imaginé le principe de la *répétition différée*, qui consiste à répéter une ou deux fois chacun des courants constituant une lettre à des périodes de temps régulières, le nombre des répétitions dépendant de l'abondance des parasites. Quand il n'y a pas de parasites, la répétition est inutile ; s'il y en a peu, on répète une fois, deux secondes après l'émission ; s'il y en a beaucoup, on répète deux fois : la deuxième répétition ayant également lieu deux secondes après la précédente. Il suffit de tourner la manette d'un commutateur pour commander une ou deux répétitions.

Comment se fait le contrôle de la transmission au départ

Il me paraît nécessaire de parler encore du Baudot, non pour en compléter l'étude, mais pour expliquer ce qui se produit pendant la transmission d'un télégramme.

L'agent qui transmet une dépêche étant toujours susceptible de commettre une erreur voit dérouler devant ses yeux la bande de papier d'un appareil récepteur, sur laquelle s'imprime le télégramme au fur et à mesure qu'il le transmet. Il reçoit donc sa transmission en même temps que son correspondant. C'est le *contrôle*. Il est nécessaire, pour assurer ce contrôle, aussi utile en T. S. F. qu'en télégraphie ordinaire, d'équiper les appareils de transmission comme ceux de réception, c'est-à-dire de soumettre le contrôle à la règle du retard. Si cette condition n'était pas

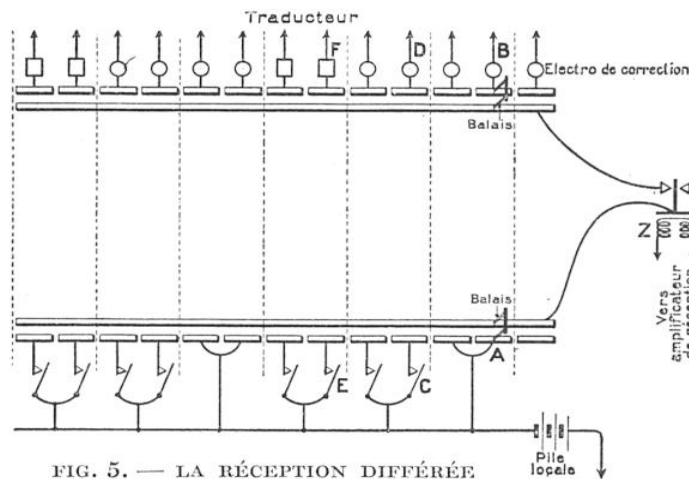


FIG. 5. — LA RÉCEPTION DIFFÉRÉE

Le relais est actionné par chacun des courants reçus par l'antenne réceptrice. Son armature se porte donc sur le butoir de travail (gauche) à chaque arrivée. Le premier courant qui pénètre dans le poste trouve les balais dans la même position qu'au poste transmetteur, puisque les appareils tournent en synchronisme. Le courant de la pile locale passe donc du contact A à l'armature du relais que les appareils de T. S. F. ont mis sur le butoir de travail, à la couronne pleine, au contact et à l'électro B. Cet électro va armer son mécanisme, et il ne permettra la fermeture du contact C que lorsque arrivera le deuxième courant transmis. A ce moment, les mêmes effets se répéteront, c'est-à-dire qu'après six tours de balais, le contact C sera fermé et le courant de la pile locale armera l'électro D. A l'arrivée du troisième courant, le contact E se fermera et l'électro récepteur F traduira le signal en une lettre imprimée sur la bande de papier.

remplie, l'agent transmetteur pourrait constater un contrôle parfait alors que, chez le correspondant, la réception serait mauvaise.

Les courants émis par l'agent manipulant atteignent donc les appareils Verdan installés aux deux postes correspondants. On voit, sur notre photographie de la première page, qu'ils sont disposés en quatre groupes commandés par un moteur. Deux de ces groupes assurent le *retard au contrôle*; ils sont tout à fait indépendants des deux autres qui sont les groupes récepteurs, n'agissant que sous l'action des courants reçus du poste correspondant. La séparation

seule fois, et cela quatre secondes après qu'ils sont sortis du manipulateur.

C'est pourquoi, malgré leur nombre, les parasites sont incapables d'affecter les appareils récepteurs. Pour réussir une telle performance, il faudrait qu'ils aient une durée de quatre secondes ou bien encore qu'ils fussent répétés, eux aussi, trois fois de suite à deux secondes d'intervalle et au moment où les balais du distributeur passent sur un contact libre de la couronne de transmission. Le calcul des probabilités, basé sur leur observation, a montré que la triple émission d'un parasite aux moments favorables pour



FIG. 6. — REPRODUCTION D'UNE DÉPÊCHE REÇUE A MADAGASCAR PAR UN APPAREIL BAUDOT-VERDAN

Dans cette transmission, aucune erreur n'est due à la présence de parasites. Première ligne : la lettre H qui manque à Shanghai est due à la transmission; c'est une erreur volontaire. Septième ligne : Pigeonu, au lieu de Pigeon au, et plus loin : Passit, au lieu de Passait. Ces deux erreurs proviennent du non-fonctionnement de l'armature de l'électro-récepteur qui n'a pas obéi à l'action de courants trop faibles. Le même fait s'est, d'ailleurs, reproduit à la ligne suivante. La série de T imprimée avant le télégramme indique que les appareils sont bien réglés.

est si nette, entre les deux groupes, que ceux de contrôle fonctionnent lorsque l'on transmet en local, comme disent les télégraphistes, c'est-à-dire dans le vide, pour s'amuser, par exemple, ou pour effectuer un réglage.

Pour cette raison, l'appareil Verdan se prête aussi bien à la transmission avec fil que sans fil.

Seules, les combinaisons de courants représentant les lettres sont répétées automatiquement par l'appareil Verdan

Précisons bien ce détail que les répétitions n'intéressent que les courants et non les lettres elles-mêmes. La première transmission de la lettre T, par exemple, n'atteint pas les électro-aimants récepteurs, sa première répétition non plus. C'est seulement la deuxième répétition qui arrive jusqu'à eux pour traduire les courants en une lettre imprimée sur la bande. Une lettre, un mot, une dépêche ne sont jamais reçus qu'une

réaliser les répétitions actives ne peut se produire qu'une fois sur cent mille, c'est-à-dire que, pratiquement, les appareils récepteurs sont à peu près totalement à l'abri.

On peut parfaitement comparer ce système avec une course de chevaux. Les chevaux montés franchiront les obstacles régulièrement, tandis que des chevaux sauvages se déroberont au premier ou au second obstacle, entreront dans la course entre deux obstacles et s'en éloigneront sans se préoccuper de la course elle-même. Si l'un d'eux arrive au but, il sera fatalement disqualifié. Les parasites sont les chevaux sauvages de la télégraphie.

La technique du procédé n'est pas trop abstraite

Si le principe de l'invention apparaît très clairement d'après ce que nous venons de dire, le fonctionnement des appareils mis en jeu est assez compliqué. Aussi l'avons-nous

condensé dans les légendes des figures 4 et 5, dans lesquelles les couronnes utiles du distributeur Baudot sont représentées développées : en haut, une couronne de contacts et une couronne pleine ; en bas, une couronne pleine et une couronne de contacts. Chaque groupe de deux couronnes est parcouru par deux balais reliés électriquement, de sorte que, dans chaque groupe, la couronne pleine est toujours reliée à un des contacts de sa voisine. Ajoutons que les quatre balais partent du même point afin d'occuper toujours

chément du récepteur. Les deux premiers n'ont fait que lui préparer la voie en aiguillant, en quelque sorte, le train sur la gare qu'il doit atteindre. C'est là que réside toute l'originalité du système : soustraire l'électro-récepteur à toute influence étrangère pour le placer dans une situation telle que, seule, la dernière répétition du signal puisse l'atteindre.

Il nous reste à dire quelques mots du mécanisme à action différée, c'est-à-dire du procédé qui permet de répéter, en les retar-

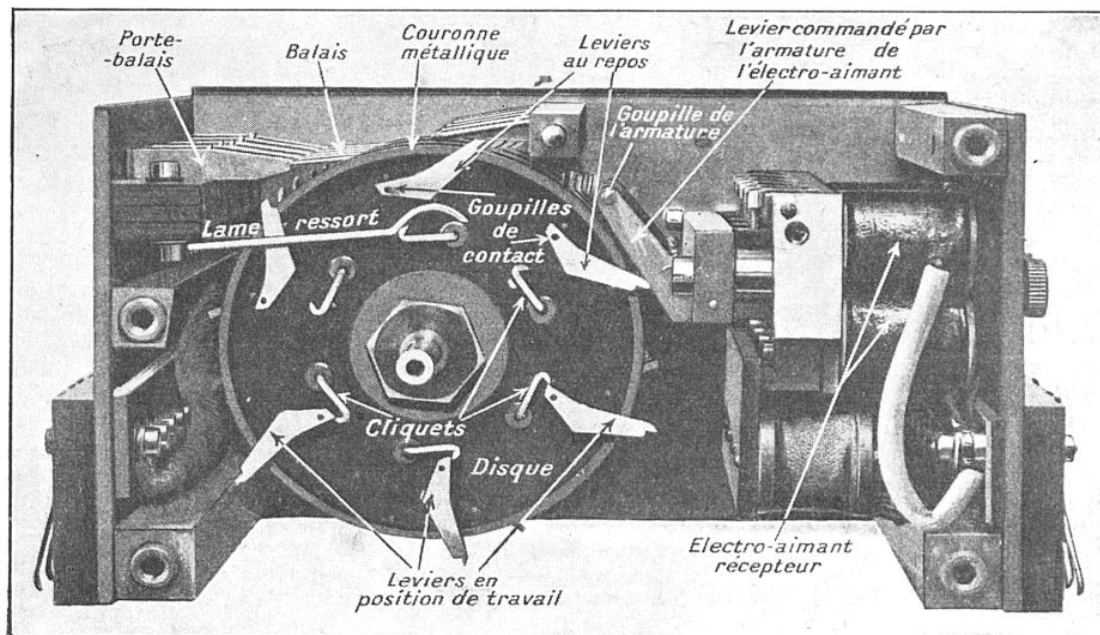


FIG. 7. — VUE DE FACE D'UN CONTACTEUR DIFFÉRÉ

une position identique sur les contacts.

Pour simplifier, nous avons admis que chaque secteur Baudot ne comportait que deux contacts au lieu de cinq, et nous n'utiliserons qu'un seul de ces contacts pour notre démonstration.

Ajoutons, sans entrer dans plus de détails, que les deux couronnes du bas de chaque figure sont reliées aux transmetteurs. Quant aux couronnes du haut, elles sont reliées aux retardateurs Verdan. Quand on appuie sur une touche, le courant émis fait fonctionner un relais qui envoie un courant aux appareils transmetteurs de T. S. F. et un autre relais qui actionne les retardateurs appartenant aux organes de contrôle. C'est ainsi que sont associés les appareils des deux bureaux correspondants.

Le dernier signal seul provoque le déclen-

dant de deux secondes, les émissions effectuées par le manipulateur.

Comment est résolue pratiquement la répétition automatique des courants

M. Verdan ne pouvait utiliser dans ses appareils le même système que dans le Baudot, parce que son principe impose aux premiers courants transmis une attente beaucoup plus longue que celle que subissent les courants ordinaires du Baudot ; il a donc dû créer de toutes pièces un organe spécial, qui est une merveilleuse conception mécanique.

Un disque en matière isolante porte six mécanismes qui peuvent être comparés chacun à un chien de fusil. Ce disque tourne devant un électro-aimant. Quand un des courants de réception traverse cet électro, avant de se rendre à la terre, il provoque

l'armement du premier des « chiens » qui se présente et se trouve, en quelque sorte, enregistré mécaniquement. Comme le disque tourne six fois moins vite que les balais du distributeur Baudot, soit à la vitesse d'un tour chaque deux secondes seulement, le mécanisme restera armé pendant tout ce temps. Quand il aura terminé un tour, une tige le fera déclencher en fermant un nouveau circuit dans lequel est compris un autre électro semblable au premier et commandant également un autre système contacteur à disque. Celui-ci imposera donc un nouveau retard de deux secondes à l'envoi du troisième courant de répétition. C'est ce dernier qui fait déclencher l'électro-aimant d'impression.

Les contacteurs différés sont associés par cinq, parce que chacun d'eux est en liaison électrique avec chacun des cinq contacts constituant un secteur d'une couronne du distributeur, ainsi que nous l'avons vu.

Nous pouvons comprendre, maintenant, pourquoi les parasites sont fatalement éliminés au cours d'une transmission. Pour que l'un d'eux puisse exercer une action sur le

récepteur, il serait absolument nécessaire qu'il fit fonctionner, aux moments voulus, l'électro du premier contacteur deux secondes après

celui du deuxième contacteur et, enfin, deux secondes après encore l'électro récepteur. Les probabilités ne permettent de réaliser une telle coïncidence qu'une seule fois sur cent mille.

L'avenir du procédé Verdan

Nous pouvons donc conclure que, désormais, la télégraphie sans fil est à l'abri de toutes les émissions parasites. Elle va pouvoir s'élancer, sans encombre, à la conquête définitive de la télécommunication mondiale et fortement concurrencer les câbles sous-marins. Nous sommes également en présence d'un système de télé-mécanique dont les possibilités seraient presque sans limites, puisque les retards de deux secondes peuvent être portés à une heure, à une journée, à une année même : il suffit simplement de

ralentir la rotation des disques des contacteurs différés pour qu'une action commandée aujourd'hui s'accomplisse demain ou l'an prochain.

L. FOURNIER.

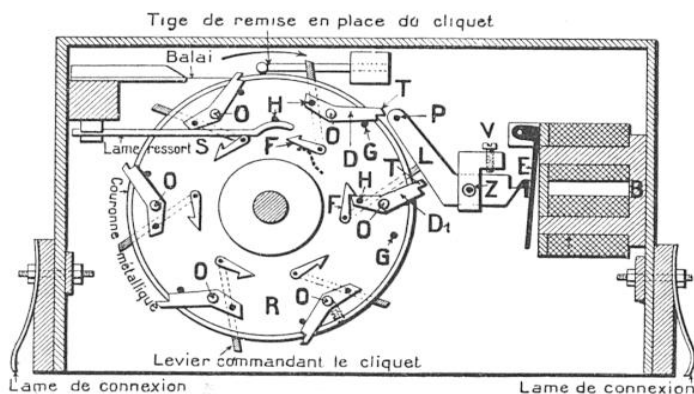


FIG. 8. — VUE DE FACE D'UN DISQUE DE CONTACTEUR DIFFÉRÉ

Considérons le courant transmis par la touche A (fig. 4) et reçu au poste récepteur dans l'électro B (fig. 5). Nous avons dit qu'il provoque la fermeture du contact C, deux secondes après sa réception. Cet électro B est représenté ici par la même lettre. Le courant qui le traverse avant de se rendre à la terre a pour effet d'attirer l'armature, pourvue d'un ergot E, qui maintient au repos un levier L oscillant autour de l'axe Z et dont la chute est limitée par la vis de butée V. Une goupille P traverse l'extrémité de ce levier. En face, se meut un disque R, en matière isolante, et porté, avec quatre autres semblables, par un axe entraîné par un moteur électrique. Ces disques tournent six fois moins vite que les balais du distributeur, c'est-à-dire qu'ils font 36 tours par minute ou 1 tour en deux secondes seulement. Ce disque est entouré d'une couronne métallique, sur laquelle frotte un balai, et reliée électriquement à tous les axes O de six leviers D. Ces leviers peuvent tourner de gauche à droite autour de leur axe, sous l'action d'un ressort placé sur l'autre face du disque, mais leur mouvement est limité par une goupille G. La position d'attente du disque, qui n'est autre chose qu'un chien de fusil, est celle représentée en D. Ce levier porte encore une goupille H, dont nous verrons plus loin la fonction. Enfin, son extrémité extérieure se termine par un bec T, susceptible d'être saisi par la goupille P du levier L lorsque l'armature E abandonne ce levier, sous l'action du passage d'un courant dans l'électro B. En face de chaque levier D, on remarque encore un cliquet F, sollicité par un petit ressort et dans lequel vient s'engager le bec intérieur du levier D, lorsque la goupille P, ayant rencontré le bec T, en a provoqué la rotation dans le sens inverse du mouvement de rotation du disque. Le levier D étant armé reste dans cette position D₁ pendant toute la rotation du disque; mais, lorsqu'il atteint la partie supérieure, sa goupille rencontre une lame-ressort S, terminée par une rampe : un contact électrique s'établit (contact C de la fig. 4); un courant est envoyé dans l'antenne transmettrice et en même temps dans l'électro B (fig. 4), qui appartient à un autre disque d'un groupe voisin de contacteurs différés, où les mêmes effets mécaniques et électriques se reproduisent.

LA VII^e EXPOSITION INTERNATIONALE DE PARIS NOUS MONTRE L'IMMENSE DÉVELOPPEMENT DES APPLICATIONS DU CAOUTCHOUC

Par André BLOC

La VII^e Exposition internationale du caoutchouc (21 janvier-6 février) vient d'ouvrir ses portes au Grand Palais des Champs-Élysées, à Paris (1). Organisée par miss Edith A. Browne, commissaire général, qui a scientifiquement étudié sur place, en Amérique du Sud, en Extrême-Orient, en Afrique Occidentale et Centrale, la production du caoutchouc dans les plantations de Ceylan, de la Malaisie, des Indes Néerlandaises, à l'intérieur des forêts du Para et de l'Amazonie, cette Exposition nous fait assister au développement, aussi intense que rapide, qu'ont atteint aujourd'hui les industries du caoutchouc dans le monde entier. Si l'automobile absorbe au moins 70 % de la production totale du caoutchouc, il ne faut pas perdre de vue les autres applications de cette précieuse matière première, dont nous avons étudié ici même, en détails, le mode de production dans les plantations tropicales (2). Notre collaborateur, spécialiste de ces questions, nous fait passer ici en revue toutes ces applications, au cours d'une visite d'ensemble de cette belle manifestation internationale qui les a groupées méthodiquement, par matières et par catégories, de façon à mettre en valeur les magnifiques résultats réalisés au cours de ces dernières années.

APRÈS le Salon de l'Auto, après celui de l'Aviation, voici celui du Caoutchouc.

Des Expositions du même genre ont déjà eu lieu dans d'autres capitales : à Londres, à New-York, à Bruxelles. Paris se devait d'abriter à son tour les producteurs et les manufacturiers du caoutchouc.

Personne n'ignore plus, aujourd'hui, que ce sont les Anglais qui approvisionnent le monde de caoutchouc pour les deux tiers de ses besoins, grâce à d'immenses plantations situées en Malaisie et à Ceylan. Ceci explique pourquoi ils ont pris l'initiative d'organiser périodiquement des Expositions destinées à encourager l'industrie des plantations.

Aucune industrie ne s'est développée plus vite que celle du caoutchouc, dont les intérêts sont liés étroitement à ceux de l'automobile, tout au moins pour 70 % de la production. Aussi, de puissantes manufactures se sont-elles créées en Europe, aux États-Unis et au Japon. Le comité anglais des Expositions a pensé qu'il y avait intérêt à grouper dans les mêmes manifestations les producteurs et les fabri-



MISS EDITH BROWNE

cants. Il ne s'agit donc pas d'une simple Exposition de caoutchouc brut et de produits coloniaux, mais d'une manifestation industrielle et commerciale de grande envergure.

Le commissaire général de l'Exposition est une femme, une Anglaise d'une intelligence et d'une activité remarquables : miss Edith Browne, organisatrice des précédentes Expositions. La section industrielle française, qui occupe, dans le Grand Palais, tout le centre de la grande nef, est présidée par M. Charles Jung, président du Syndicat du Caoutchouc, l'un des principaux animateurs de notre industrie nationale du caoutchouc. Par le nombre des exposants et aussi par l'importance des firmes représentées, c'est la plus belle manifestation collective des manufacturiers français.

L'industrie automobile consomme 70 % de la production de caoutchouc

Les pneumatiques occupent le premier rang avec les chambres à air, les bandes pleines et semi-pneumatiques.

La technique du pneumatique est encore en pleine évolution. Il semble bien qu'avant peu de temps, le pneu à talons aura cédé la

(1) La VI^e Exposition eut lieu à Bruxelles, en 1924.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 108.

place à des pneus à tringles complètement indéjantables. Le pneu à rivets métalliques a été abandonné, parce que l'on s'est aperçu que la résistance à l'usure du caoutchouc est telle que le meilleur acier n'ajoutait rien à la qualité du pneu. Pour l'automobile, les constructeurs de pneumatiques ont tous renoncé aux pneus lisses pour adopter le pneu sculpté. Toutefois, les pneus lisses sont encore employés dans l'aviation.

Intermédiaire entre le pneumatique et le bandage plein, le semi-pneumatique continue à faire l'objet de nombreuses recherches. En réalité, la désignation de semi-pneumatique est impropre. Les bandages de ce nom sont des bandages pleins, comportant des alvéoles d'air à la pression atmosphérique, qui augmentent la souplesse et l'élasticité du bandage. Un fabricant italien présente un nouveau type de semi-pneumatique, constitué par un bandage en caoutchouc plein dans lequel est noyée une chambre à air gonflée, une fois pour toutes, au moment de la fabrication.

Quant aux bandages pleins, leur fabrication n'a guère évolué. Ils sont constitués par une armature métallique entaillée selon un profil à plusieurs queues-d'aronde, sur laquelle on applique du caoutchouc durci, puis du caoutchouc souple à profil sculpté.

Signalons une nouveauté : une suspension d'automobile en caoutchouc. C'est, de toute évidence, la suspension idéale, si elle est bien au point, comme il faut le souhaiter. Dans tous les cas, c'est une voie ouverte à d'autres recherches de ce genre.

On sait maintenant confectionner des vêtements imperméables de toutes couleurs

Les difficultés rencontrées dans l'industrie des vêtements imperméables ont été difficiles à vaincre. Le gommage des tissus et leur vulcanisation au chlorure de soufre sont des opérations délicates, car le caoutchouc, étendu et vulcanisé en faible épaisseur, peut s'altérer très rapidement. Si la pellicule n'est pas débarrassée des produits restant en excès, il se produit, après la fabrication, une sorte de survulcanisation qui enlève au caoutchouc sa souplesse et le couvre d'une légère couche de soufre pulvérulent. Les fabricants savent maintenant caoutchouter les tissus d'une façon parfaite et ils sont parvenus à imperméabiliser les étoffes les plus délicates, comme, par exemple, le crêpe de Chine. Enfin, jusqu'à ces dernières années, on avait dû se contenter de coloris sombres, bruns et gris, qui seuls résistaient à la vul-

canisation. Actuellement, on confectionne des vêtements imperméables de dames avec des tissus de soie de couleurs vives.

La chirurgie moderne emploie beaucoup d'objets en caoutchouc

On désigne sous ce nom tout un ensemble d'objets souvent très différents : poires, sondes, tubes, biberons, gants en caoutchouc, etc., etc. On utilise généralement, pour les confectionner, la feuille anglaise découpée, à l'aide de ciseaux, selon des patrons préparés. Les différents éléments sont fixés les uns aux autres avec de la dissolution de caoutchouc. La fabrication de la feuille anglaise est l'une des plus délicates de l'industrie du caoutchouc. Elle exige l'emploi du caoutchouc « para » du Brésil, plus nerveux que celui de plantation. On découpe cette feuille en rouleaux de caoutchouc plongés dans des cuves réfrigérantes, qui lui donnent une rigidité permettant le sciage. Après leur montage, les objets sont placés dans des moules, puis dans des autoclaves de vulcanisation. Les bonnets de bain sont également préparés dans de la feuille très mince ; on est parvenu à donner à ces articles des coloris très vifs, tels que le vert jade ou le rouge grenat.

Les jouets de caoutchouc modernes

Ils ont fait, depuis quelque temps, leur apparition sur le marché, sous la forme d'animaux, de silhouettes humoristiques et même de personnages. Ce sont des feuilles de caoutchouc très minces, assemblées sans joint perceptible, grâce à une main-d'œuvre féminine spécialement entraînée. La perfection de la vulcanisation a permis d'utiliser également tous les coloris dans la confection de ces jouets, sans nuire à leur résistance. On les gonfle par un petit orifice conique fermant à l'aide d'un bouchon d'ébonite.

Grâce au caoutchouc, on a pu rendre imperméable l'enveloppe des ballons dirigeables

Sous la grande coupole du Palais figurent des modèles réduits de ballons dirigeables. On sait, en effet, que c'est encore le caoutchouc qui a permis d'imperméabiliser les tissus dont sont faites les enveloppes des dirigeables souples ou des ballonnets contenus dans la caisse métallique des dirigeables rigides modernes et des ballons sphériques. L'un de ces ballons, qui figurent à l'Exposition du caoutchouc, est de fabrication française ; un autre est un ballon italien du type Norge, célèbre par une récente expédition polaire.

Les applications domestiques du caoutchouc

L'Association anglaise des Planteurs, autrement dit « The Rubber Grower's Association », a aménagé, dans l'Exposition, une maison dans laquelle les applications du caoutchouc sont à peu près toutes représentées. Le sol est revêtu de confortables tapis en caoutchouc se présentant sous l'aspect d'une véritable marqueterie multicolore. Les murs d'une salle de bains sont revêtus de caoutchouc. Les meubles qui garnissent la maison sont en ébonite ou caoutchouc durci. Enfin, on y trouve les innombrables accessoires en caoutchouc d'usage journalier : éponges, brosses à dents, timbales, plateaux, etc...

Les câbles électriques sous caoutchouc et sous gutta

L'Exposition Internationale du caoutchouc ne serait pas complète si l'industrie des câbles électriques sous caoutchouc n'y était convenablement représentée. Le caoutchouc et la gutta-percha comptent, en effet, parmi les isolants les plus employés. Les premiers essais d'emploi des câbles sous caoutchouc datent de 1840. Le premier câble sous-marin fut posé en 1850. Aujourd'hui, l'industrie des câbles compte parmi les plus grandes consommatrices de caoutchouc.

Trois procédés de fabrication sont actuellement employés : le premier consiste à enrouler des bandes de caoutchouc naturel autour du conducteur ; le second nécessite l'application d'une ou plusieurs couches de caoutchouc vulcanisé, découpé en bandes par des galets ; enfin, le troisième de ces procédés consiste à enduire le conducteur de caoutchouc vulcanisé, à l'état pâteux, au moyen d'une machine dénommée boudineuse.

Des démonstrations de ces procédés sont, d'ailleurs, organisées au stand de « la Canalisation électrique ».

Les autres applications du caoutchouc sont nombreuses

Rappelons enfin que le caoutchouc doit à ses qualités d'isolant d'autres applications dans l'industrie électrique, où il est employé sous la forme d'ébonite. L'ébonite est du caoutchouc vulcanisé avec une très forte proportion de soufre. Les stylographes, un grand nombre d'instruments de chirurgie et

de laboratoire sont également faits en ébonite.

On fabrique encore en caoutchouc des joints, des bandes de billard, des tampons pour amortir les chocs, des clapets, des bouchons, des tuyaux, des chaussures, des tissus élastiques, etc...

La production du caoutchouc brut et la section coloniale française

Le caoutchouc n'est entré dans le domaine de la pratique que depuis la découverte de la vulcanisation, en 1840. Ses emplois se sont généralisés avec une extraordinaire rapidité. Chaque année, on lui découvre des applications nouvelles, qui augmentent sans cesse sa consommation. Cependant, grâce aux plantations créées en Malaisie, aux îles de la Sonde et en Indochine, le monde est assuré de ne pas manquer de caoutchouc dans les années à venir. Mais si l'industrie automobile continue à se développer partout comme aux États-Unis, au cours de ces dernières années, il sera nécessaire d'intensifier la production pour satisfaire à la demande des pneumatiques.

La France a eu la sagesse de comprendre à temps toute l'importance de la question du caoutchouc. Nos magnifiques plantations d'Indochine fournissent déjà 8.000 tonnes par an, représentant le cinquième de la consommation de la métropole. Le caoutchouc produit y est, d'ailleurs, d'excellente qualité, et certaines manufactures le préfèrent à celui de Malaisie. Dans une dizaine d'années, l'Indochine aura peut-être triplé sa production. C'est un beau résultat, mais il n'est pas suffisant. On n'a pas encore assez compris, en France, qu'un gros effort est nécessaire pour utiliser les terrains propres à la culture du caoutchouc. Le gouvernement de l'Indochine et les sociétés de plantations indochinoises montrent, dans la section coloniale française, ce que l'on peut obtenir de notre grande colonie d'Extrême-Orient. Il faut espérer que cette leçon de choses portera ses fruits et que, bientôt, l'Indochine française sera à même d'approvisionner entièrement la métropole.

Telle est, tracée à grands traits dans une étude d'ensemble, la VII^e Exposition Internationale du caoutchouc. Certaines applications industrielles méritent cependant une étude plus développée, et nous reviendrons prochainement, après une visite détaillée des stands, sur cette belle manifestation.

ANDRÉ BLOC.



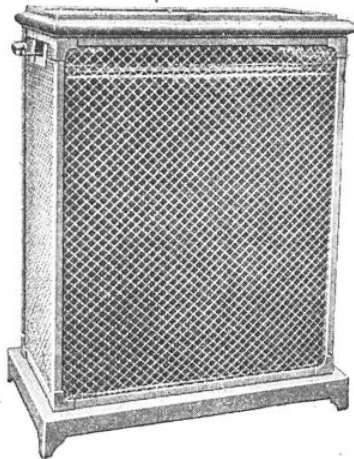
LE CHAUFFAGE CENTRAL ÉLECTRIQUE PEUT-IL ÊTRE ÉCONOMIQUE ?

PARLER du chauffage électrique équivaut, dans l'esprit de tout le monde, à parler d'un luxe qui ne peut être envisagé que dans de petites pièces ou dans des magasins de luxe abritant des objets qu'un rien peut ternir. On lui reconnaît, bien entendu, les qualités primordiales de confort, de commodité, de propreté, mais on renonce de parti pris aux applications générales auxquelles il peut, cependant, prétendre. Mais, pour cela, il faut utiliser l'énergie électrique d'une façon rationnelle et ne pas se contenter de brancher, pour chauffer une pièce ou un appartement, des radiateurs électriques qui, aussi bien établis qu'ils soient, ne peuvent fournir que la quantité de chaleur correspondante au nombre d'hectowatts qu'ils consomment *au moment même où ils sont allumés*.

Or, on sait qu'il existe dans le tarif des compagnies d'électricité un tarif dit de nuit, qui est distribué pendant les treize heures trente minutes (de 19 h 30 à 7 heures et de 11 h 30 à 13 h 30) où les ateliers ne consomment rien et où les compagnies regorgent d'un courant inutilisé. Ce tarif, déjà inférieur au tarif de la force motrice, est dégressif et ne doit pas dépasser à Paris 0 fr 55 le kilowatt en basse tension (alors que le courant lumière coûte 1 fr 25 le kilowatt) et 0 fr 40 en haute tension. Dans la plupart des centres de province, les prix sont sensiblement inférieurs (0 fr 15 et même 0 fr 12 dans certains centres).

Pour être économique, le chauffage électrique doit évidemment utiliser au maximum ce courant à tarif réduit. Il est aussi évident que ce résultat ne peut être obtenu qu'avec des appareils spéciaux, dits à accumulation, comme celui que représente la photographie ci-dessus, qui emmagasinent pendant la nuit, quand le courant est à bon marché, la chaleur, qu'ils restituent ensuite à volonté pen-

dant le jour. Cet appareil se compose de plusieurs résistances chauffantes noyées dans une masse de grande capacité calorifique. Cette masse est traversée par un circuit d'air, fermé à chaque extrémité par des ouvertures réglables, et dans lequel l'air circule en se réchauffant. Lorsque les ouvertures sont complètement fermées, la chaleur s'emmagasine dans la masse.



APPAREIL ÉLECTRIQUE
A ACCUMULATION

En tenant compte de ces observations, considérons un appartement de cinq pièces, dont la capacité est en moyenne de 300 mètres cubes, et supposons qu'il doive être chauffé à 18° en permanence. En admettant qu'il faille fournir 11.500 grandes calories (1) par jour et par 100 mètres cubes (moyenne obtenue au cours de nombreux essais faits à Paris), on arrive, pour les 300 mètres cubes et un chauffage de 150 jours, à une dépense de 6.658 kilowatts-heure, soit, en basse tension (0 fr 55 le kilowatt-heure), à 3.630 francs et, en haute tension (0 fr 40 le kilowatt-heure), à 2.640 francs. La dépense en charbon pour un chauffage central complet est certainement un peu plus faible, mais il y a lieu de tenir compte de la main-d'œuvre nécessitée pour la manipulation du charbon et, en outre, de la commodité du chauffage électrique. Sans conclure que, dans tous les cas, ce dernier chauffage l'emporte sur le chauffage du charbon, on doit donc reconnaître que, grâce à une utilisation rationnelle de l'énergie électrique, on peut arriver à des résultats très intéressants.

D'ailleurs, on est en droit d'espérer que l'utilisation plus complète de nos richesses en houille blanche permettra d'avoir une énergie un peu moins chère et, ce jour-là, le problème du chauffage central électrique sera complètement résolu grâce aux appareils à accumulation.

J. M.

(1) La grande calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever un kilogramme d'eau de 0 à 1 degré.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

Par A. CAPUTO

Quelques réflexions sur les tendances de la construction automobile (1).

I. Pourquoi recherche-t-on la commande autonome de chaque roue directrice ?

LA stabilité d'une voiture et l'agrément de sa conduite dépendent, pour une très large part, de la précision et de la douceur de sa direction.

Sur la majorité des modèles, la direction est assurée par l'oscillation des pivots de fusée sur des douilles ou des chapes fixées aux extrémités de l'essieu avant. Les mouvements d'oscillations sont communiqués du volant par l'intermédiaire de renvois d'engrenages, d'un doigt pendant et d'une bielle articulée. Les pivots des deux roues sont rendus solidaires par des leviers faisant corps avec chacun d'eux et une barre d'accouplement.

Il y aurait matière à plusieurs causeries, si

(1) Voir le n° 115 de *La Science et la Vie*.

l'on recherchait tous les facteurs qui peuvent influencer sur l'équilibre des roues directrices. Les principaux viennent évidemment des chocs de la route, provoqués par les obstacles et dénivellations multiples que rencontrent successivement les roues. Mais ces chocs engendrent des effets plus ou moins développés sur l'ensemble des organes du châssis. La flexion des ressorts, les mouvements de lacet, de roulis, de tangage de la partie suspendue du véhicule se répercutent ensuite sur les essieux et sur les roues. Il s'amorce de la sorte du dandinement ou du shimmy.

Ces dernières manifestations sont très complexes. Les chocs, transmis au volant, rendent ainsi la conduite du véhicule désagréable, préoccupante, souvent dangereuse. Il est très difficile, sur une voiture atteinte de shimmy, d'en déterminer exactement les

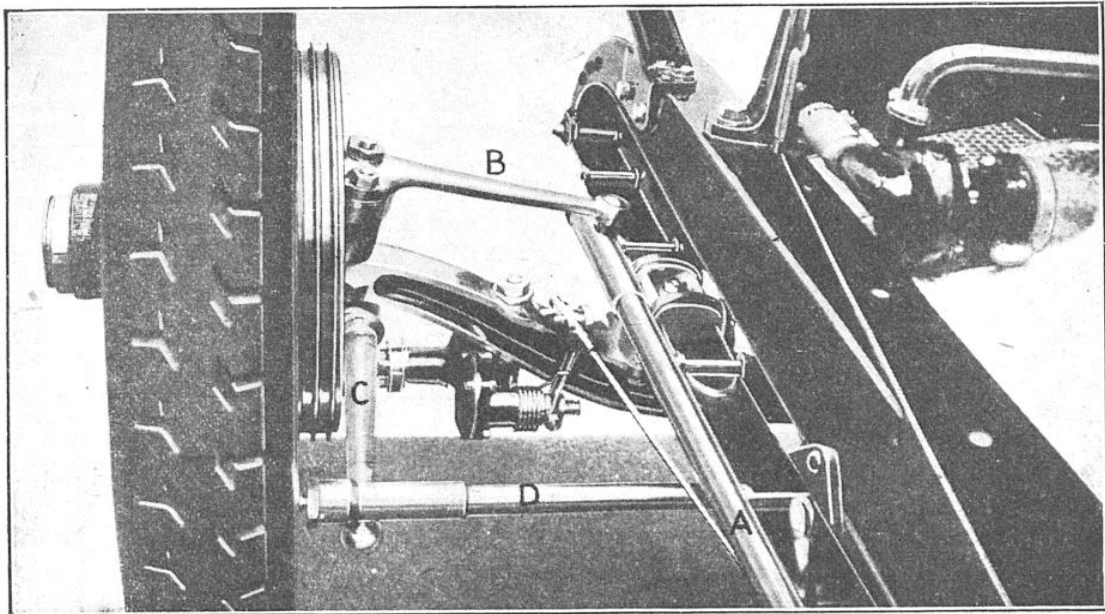


FIG. 1. — DÉTAILS DES ORGANES DE DIRECTION DU MODÈLE CLASSIQUE A ESSIEU BRISÉ

A, bielle d'attaque commandée par un levier entraîné par le volant au moyen d'engrenages de démultiplication et de renvoi ; B, levier monté sur la partie mobile du pivot de fusée ; C, levier monté sur le même pivot ; D, barre d'accouplement reliant le levier C à un levier semblable monté sur le pivot de la roue opposée. La bielle A permet de déplacer le levier B, en le tirant ou le poussant, et de faire osciller la roue latéralement sur le support de pivot de fusée. Les mouvements donnés à la roue sont communiqués à celle placée en opposition à l'autre extrémité de l'essieu par le levier C et la barre d'accouplement D.

raisons. Il suffit parfois d'installer de bons amortisseurs ou de faire varier la chasse de l'essieu avant pour obtenir une amélioration.

Certains genres de shimmy s'avèrent, par contre, réfractaires à tout traitement.

Nous avons, précédemment, expliqué pourquoi les pneus à basse pression étaient facteurs favorables au développement du shimmy (1). Quoique des discussions nombreuses nées de l'étude de ces phénomènes, on ne puisse encore dégager une théorie exacte, on peut penser que la grande coupable est la barre d'accouplement, qui synchronise les oscillations des roues directrices, les entretient, leur permet de prendre plus d'amplitude.

De premières constatations furent faites à ce sujet sur la voiture Sizaire frères, à roues indépendantes.

Chaque roue directrice est actionnée au moyen d'une biellette articulée dépendante d'une crémaillère à taille spirale, déplacée par un pignon, calée sur la tige du volant de direction.

A aucun moment, même avec des pneus à très grosse section, très peu gonflés, il ne se manifeste d'amorce de shimmy.

A toutes les allures, même aux plus grandes vitesses, sur très mauvaises routes, le contrôle de la direction du véhicule est

doux, précis, sans réaction. Tous ceux qui ont conduit ces voitures ont été séduits par son extrême agrément, car, dans beaucoup de modèles classiques, la direction est fatigante et elle devient pénible et délicate aux allures vives.

Le bénéfice de la commande autonome de chaque roue directrice a été mis en valeur au cours de recherches très minutieuses et très méthodiques, poursuivies par M. Waseige, directeur technique des Usines Farman.

Tout en conservant l'essieu brisé de l'épure de Jeantaud, M. Waseige a créé un système de double direction, comportant un arbre transversal monté sur le châssis et attaqué par un renvoi de pignons d'angle mus par la tige du volant de manœuvre; l'arbre transversal agit sur deux biellettes articulées, à mouvement télescopique, lesquelles font tourner, chacune par une vis, un disque solidaire du pivot de fusée.

Alors que, sur le châssis d'essai, un shimmy violent naît à certaines allures avec la direction à barre d'accouplement, on ne

le ressent à aucun moment avec la double direction. Des films ont été pris des mouvements des roues avant en marche. Parfois, l'une des roues est atteinte d'oscillations, celles-ci cessent bientôt et la seconde roue n'en est nullement influencée.

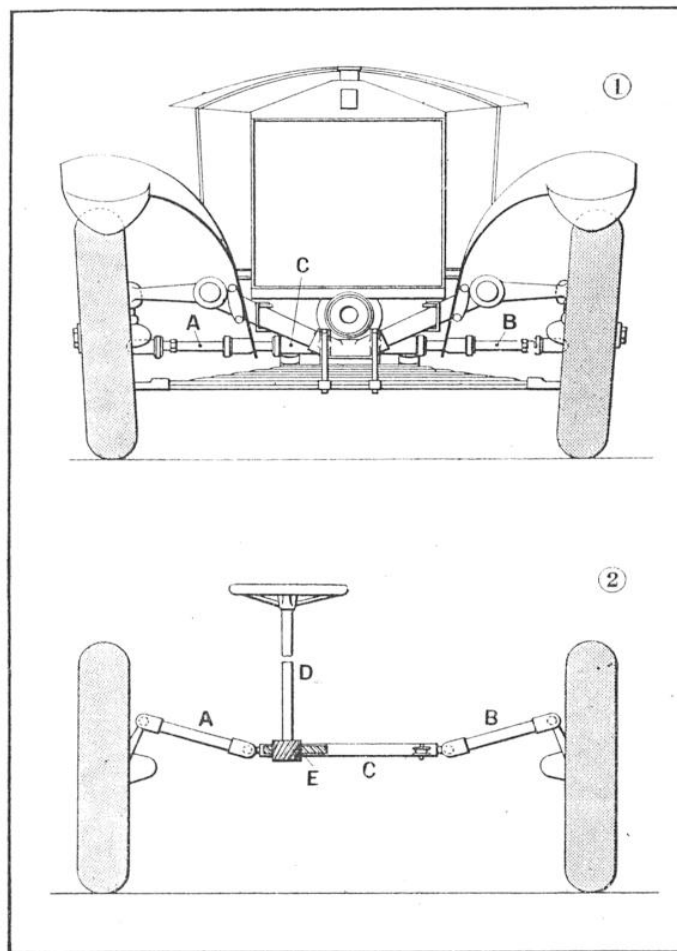


FIG. 2. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION DE LA COMMANDE AUTONOME DE CHAQUE ROUE DIRECTRICE, SUR CHÂSSIS SIZAIRE FRÈRES

A B, biellettes attaquant chacune une des roues directrices ; C, arbre transversal de liaison des biellettes installé sur le châssis ; D, tige de direction avec son volant classique de manœuvre ; E, pignon et crémaillère à denture spirale de commande de l'arbre transversal C et des biellettes A et B. La pratique prouve que la direction à commande autonome n'a pas de shimmy et que la douceur et la précision de manœuvre restent les mêmes aux très vives allures, sur mauvaises routes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 98.

Ce n'est pas seulement le shimmy qui disparaît ainsi, ce sont en même temps les réactions au volant et les efforts de manœuvre. On sait également que, selon les qualités de sa suspension, le centrage de ses masses et le poids de son train roulant, une voiture *tient plus ou moins bien la route*. Son arrière a souvent tendance à chasser, ce que l'on corrige immédiatement par la direction. La commande autonome n'améliore pas la tenue de route de l'arrière du châssis, mais elle corrige avec plus de précision, et pour une moindre préoccupation du conducteur, les écarts qui peuvent résulter d'un manque de stabilité.

On peut affirmer que, d'ici quelques années, la barre d'accouplement aura disparu du groupe des mécanismes de direction; ceux-ci seront à commande double.

II. Quels avantages peuvent résulter de la « double suspension » ?

NOUS avons noté, dans notre dernière causerie, que des études attentives étaient poussées par plusieurs firmes concernant la suspension, notamment selon la disposition nouvelle des roues indépendantes.

Un autre problème est celui de l'étude des ressorts convenant le mieux à la réalisation d'une bonne suspension, *vraiment très confortable*. En dehors des défaillances inhérentes à l'emploi des ressorts à lames, les qualités de la suspension sont la conséquence de la façon dont les ressorts ont été étudiés en vue des charges qu'ils doivent supporter et des vitesses que le véhicule peut atteindre. Le plus souvent, les ressorts sont prévus assez durs, car le constructeur se met ainsi en garde contre les résultats des surcharges accidentelles. Le confort en souffre nécessairement. Mais les ressorts durs sont préconisés également pour un autre motif, celui de la bonne tenue du véhicule sur la route. Si les ressorts sont trop souples, la voiture *flotte* et

le châssis talonne sur les essieux. La préparation d'une bonne suspension est donc des plus délicates.

Sur la voiture Farman, on a divisé les efforts. Des ressorts transversaux assez flexibles procurent beaucoup de douceur à allure moyenne et pour les petits choes. Des ressorts cantilever plus durs entrent en jeu aux allures vives et pour les grands choes. Enfin, des amortisseurs hydrauliques préviennent les réactions violentes et brisent les « coups de raquette ».

Une telle réalisation est, coûteuse et possible seule-

ment, actuellement, sur les voitures de luxe. Le gain de confort est incontestable et le principe de la « double suspension » pourrait fort bien se développer plus tard, moyennant des solutions plus simples, à l'aide de ressorts en spirale, par exemple, si l'on s'ingéniait à les construire spécialement pour cette destination.

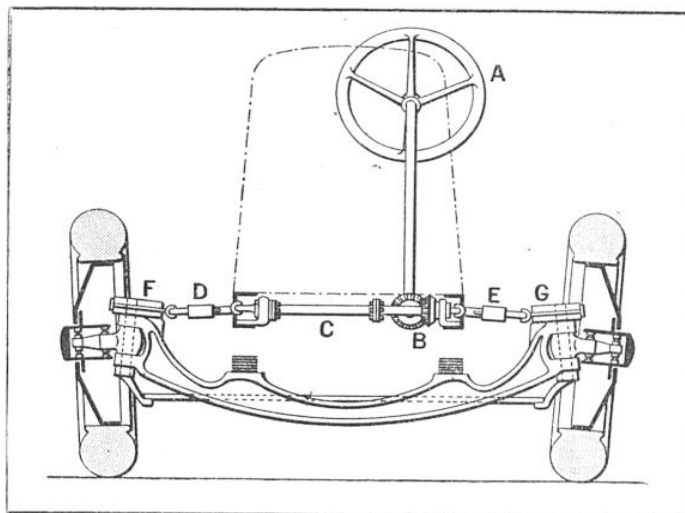


FIG. 3. — SCHÉMA D'INSTALLATION D'UNE « DOUBLE DIRECTION »

Le volant de manœuvre A commande un renvoi de pignons d'angle B qui attaque l'arbre transversal C monté sur le châssis. Par deux bielles télescopiques articulées D et E, l'arbre C entraîne des engrenages F et G et opère ainsi, de façon autonome, le déplacement de chacune des roues directrices, elles ne peuvent donc pas s'influencer l'une l'autre. Une telle direction n'a pas de shimmy.

III. Pourquoi rendre les roues avant motrices ?

JUSQU'ICI, sur la totalité des vé-

hicules de tourisme, les roues arrière étaient motrices. Au dernier Salon, quelques essais de roues avant motrices ont été présentés, et une certaine sympathie se manifeste pour cette disposition dans les milieux techniques. Quelques châssis de véhicules industriels, notamment les Blum-Latil, ont été conçus de la sorte et, depuis de nombreuses années, sont appréciés pour l'exécution de camions à plate-forme spacieuse et basse.

L'attention a été éveillée pour la voiture légère par les performances des voitures de course du constructeur américain Miller (1). Il faut noter cependant que, dans ce cas, le problème est très particulier. Sur un châssis de course, c'est le bloc moteur qui constitue la plus grande part du poids du véhicule. Si l'on adopte les roues avant

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

motrices au lieu de celles d'arrière, on reporte en même temps le différentiel et les arbres de transmission vers l'avant. On se trouve alors dans de meilleures conditions d'adhérence, puisque les roues motrices seront plus régulièrement chargées.

En ce qui concerne le véhicule de déplacement, les mêmes arguments ne peuvent plus être invoqués, car les charges importantes sont généralement prépondérantes sur l'arrière. Deux raisons peuvent être retenues.

On s'efforce actuellement de surbaissier les voitures fermées pour leur donner plus d'élégance dans les lignes, afin aussi qu'elles offrent moins de résistance à l'avancement et qu'elles se montrent plus stables.

toutes circonstances. Les roues étant à la fois motrices et directrices, des joints articulés sont indispensables à leur entraînement. En outre, les conditions de stabilité du train directeur et moteur sont plus compliquées à réussir complètement. Mais la mise au point ne demande que du soin et du temps. C'est sans doute une des voies les meilleures pour nous conduire vers la *voiture plus simple et moins chère*.

IV. Tout acier ou simili-cuir

ON a beaucoup remarqué, au dernier Salon, la faveur des carrosseries gainées en simili-cuir. Ce genre fut la révélation de la conduite intérieure légère

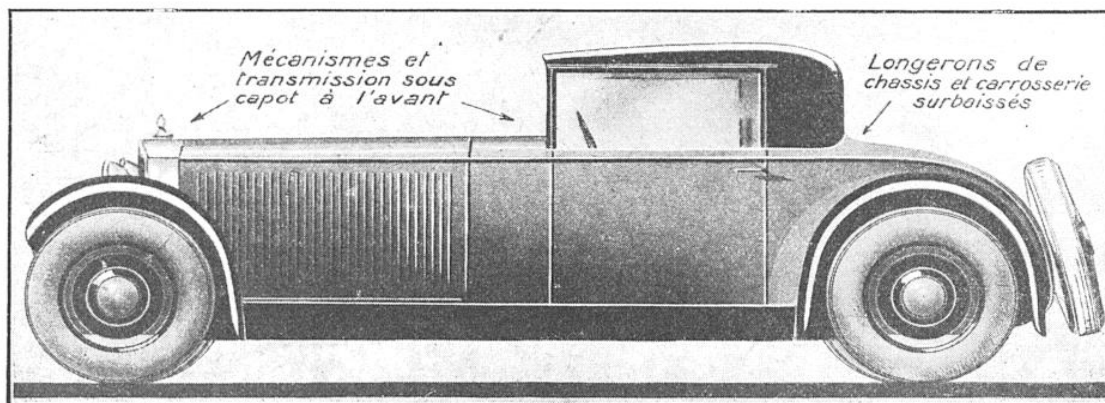


FIG. 4. — UNE VOITURE A ROUES AVANT MOTRICES : LA BUCCIALI

Tout le mécanisme étant groupé à l'avant, le châssis et la carrosserie peuvent être surbaissés au maximum, ce qui diminue sensiblement la résistance à l'avancement et augmente la stabilité du véhicule.

Si l'on supprime tout mécanisme à l'arrière, on a la faculté de rapprocher au maximum les longerons du sol et de pouvoir installer commodément des carrosseries basses, possédant cependant une hauteur intérieure normale et garantissant le confort de tous les occupants. Le plancher étant lui-même surbaissé, les passagers sont assis dans une position naturelle.

Une autre raison doit venir du souci de grouper les mécanismes, de les disposer au mieux de l'accessibilité et de réduire la longueur des arbres de transmission. On y trouvera, en même temps, un bénéfice de poids et une simplification de la construction.

Idéalement, tout le mécanisme de l'automobile doit être réuni, à l'avenir, dans un boîtier unique. Un orifice pour l'huile, un pour le carburant, un pour l'eau, et le ravitaillement régulier deviendra la seule préoccupation de l'entretien.

La transmission aux roues avant se prête bien à cette conception.

Sans doute, certaines difficultés naissent pour assurer la meilleure adhérence en

et silencieuse, qui a déclenché un si heureux mouvement vers la voiture fermée. Les agréments de cette combinaison justifient son succès. La caisse ne connaît aucune résonance. Les portières n'ont pas de battement dans leurs cadres, même après un long usage. Le poids étant raisonnable, le châssis à moteur de puissance moyenne conserve la rapidité d'accélération et de reprises, si appréciée.

L'entretien est plus commode, la remise à neuf nécessite moins de temps, et l'on a créé des vernis cellulodiques qui permettent de raviver les tons ou de les changer périodiquement.

A la carrosserie fermée, gainée, on oppose la carrosserie « tout acier », dont Citroën s'est fait, chez nous, le champion, et que les Américains ont adoptée complètement.

C'est la carrosserie type des fabrications en grosses séries, nécessitant un outillage important et coûteux de presses et de matrices, mais procurant un gain considérable de temps et de réduction de main-d'œuvre pour l'exécution.

Toutes les garnitures intérieures sont

amovibles, ce qui facilite l'entretien et permet le démontage lors des revisions de mécanismes. Si l'on se place uniquement au point de vue du prix de revient, la carrosserie toute en acier n'a que des avantages. Mais pour le goût français, sensible aux changements et aux recherches de formes, la carrosserie gainée laisse plus de liberté pour les transformations, elle répond aussi beaucoup mieux aux moyens des carrossiers. Les deux types continueront sans doute à se développer longtemps encore parallèlement. La logique doit amener le succès final de la carrosserie tout acier.

Une originale réalisation, très pratique

V. La recherche de l'équilibre général de la voiture complète

LONGTEMPS le constructeur se préoccupa uniquement de son châssis, et le carrossier exclusivement de la caisse.

Le premier donnait toute son attention aux mécanismes, sans s'inquiéter particulièrement si telle aspérité, telle traverse, telles cotes données au cadre du châssis viendraient parfois gêner le carrossier. Le second menait son étude pour réussir une ligne extérieure séduisante et pour satisfaire à des conditions intérieures de confort.

Depuis que le constructeur de châssis est

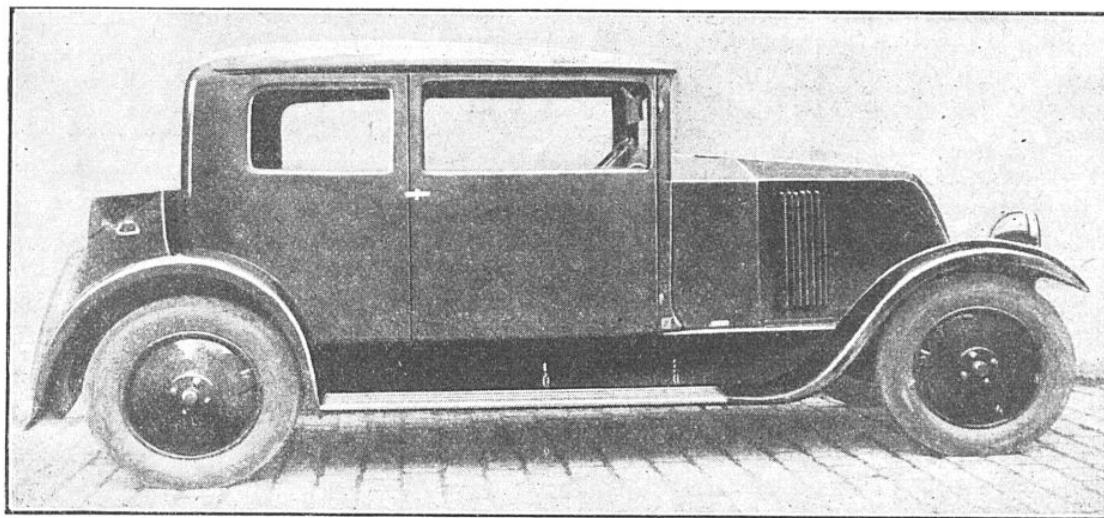


FIG. 5. — UNE CONDUITE INTÉRIEURE A ARMATURE EN BOIS, GAINÉE DE SIMILI-CUIR

A remarquer, selon une tendance très logique, que l'on a recherché de placer la carrosserie entre les essieux, ce qui procure plus de confort aux occupants, donne une meilleure répartition des masses sur le châssis et permet de disposer à l'arrière une malle de voyage et les roues de rechange.

d'ailleurs, est celle de la voiture Claveau. La carrosserie tient lieu de châssis et l'ensemble est réalisé sous la forme d'une coque, dont l'aménagement pour les occupants et le mécanisme demandent moins de pièces accessoires et moins de temps de montage, ce qui entraîne une amélioration des prix de fabrication. De là doit sortir la voiture vraiment populaire.

Car il faut bien se convaincre que, dans les conditions actuelles, on doit envisager des simplifications dans les mécanismes et la carrosserie, si l'on tient à offrir des véhicules de prix raisonnable susceptibles de gagner une très grosse clientèle qui ne peut encore venir à l'automobile, car les conditions d'achat et d'entretien dépassent les ressources des économies et des budgets.

Car ces simplifications permettront d'envisager la construction des voitures en grande série, seul moyen d'arriver pratiquement à un prix accessible aux bourses modestes.

devenu carrossier, par suite de la fabrication en grande série, il a mieux compris combien un accord étroit est avantageux entre constructeur et carrossier.

Aussi assistons-nous à une évolution, encore lente, mais certaine, vers cette bonne entente dont doit profiter la *voiture complète*. Le poids de la carrosserie, la répartition des charges sur les essieux, la position des masses et des occupants ont une influence très nette sur la rapidité des accélérations du véhicule et sur sa stabilité.

C'est pourquoi on s'ingénie maintenant à fabriquer des caisses légères, à disposer la carrosserie *entre les essieux*, à réduire sa hauteur par rapport au sol, tout en respectant une hauteur intérieure raisonnable pour la voiture fermée.

La voiture tient mieux la route, sa conduite est plus agréable et son rendement global plus élevé.

C'est l'aboutissement logique de toutes les

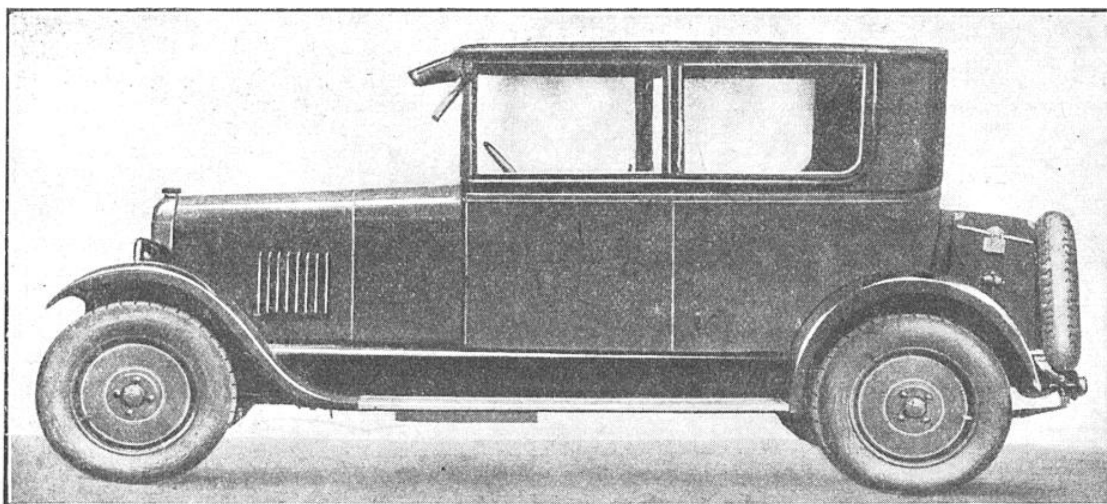


FIG. 6. — UNE « TOUT ACIER ». LE NOUVEAU MODÈLE « COACH » DE CITROËN
Panneaux et portières sont emboutis. Les assemblages sont exécutés à la soudure électrique. C'est le procédé le plus rapide et celui qui exige le minimum de main-d'œuvre, mais l'outillage important qu'il faut créer impose la construction en très grosses séries.

études poursuivies depuis plus de trente ans. Maintenant que les orientations générales peuvent survivre plusieurs années encore comme directives de la construction, ce sont tous les détails de l'exécution, toutes les améliorations dans l'emploi que l'on devra travailler, afin que l'on puisse réduire les

consommations, augmenter les vitesses avec moins de puissance, en vue de réaliser de véritables machines industrielles plus satisfaisantes et moins coûteuses, dont on appréciera plutôt la valeur pratique que les qualités sportives ou le caractère de fantaisie chatoyante.

A. CAPUTO.

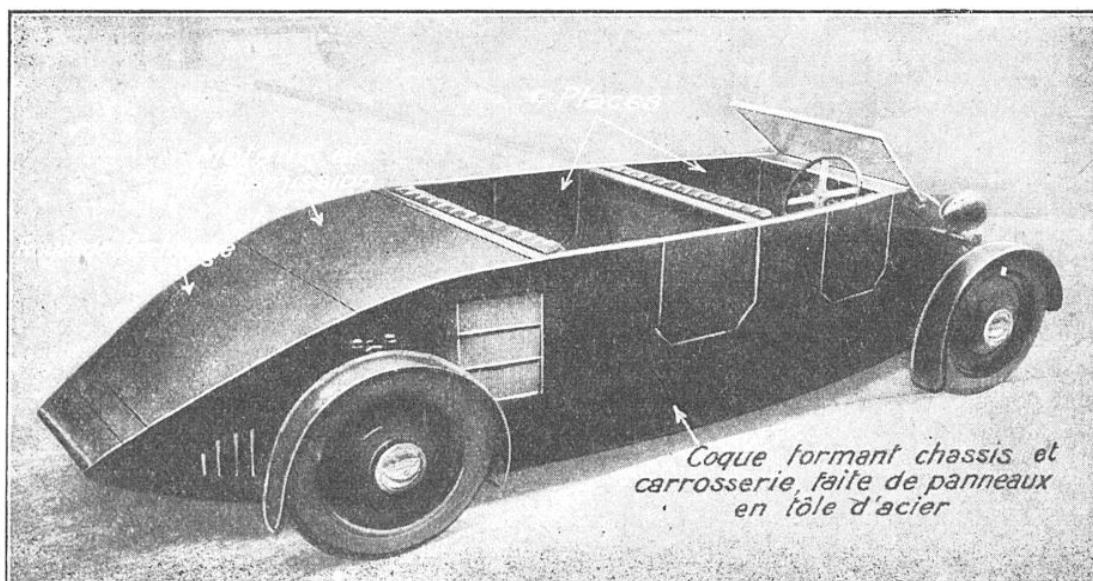


FIG. 7. — UNE CURIEUSE VOITURE ENTIÈREMENT MÉTALLIQUE : L'AUTOBLOC CLAVEAU
Châssis et carrosserie sont combinés en une même coque d'acier. Quatre larges places sont prévues à l'avant. Moteur et transmission sont réunis à l'arrière. Un coffre reçoit la roue de rechange. On peut ainsi réaliser un ensemble comprenant moins de pièces, exigeant moins de main-d'œuvre et assurant un prix de revient moins élevé.

LA T. S. F. ET LA VIE

Par Joseph ROUSSEL

I. Instruisons-nous

Comment peut-on amplifier avec des relais microphoniques

L'ERREUR capitale de la plupart de ceux qui ont tenté de résoudre le problème de l'amplification des sons par la méthode dite « microphonique » a été de penser que le microphone est un appareil amplificateur des ondes sonores dans tous les cas.

En fait, le microphone n'amplifie réellement que les sons susceptibles de provoquer des vibrations mécaniques des membranes ou du dispositif microphonique lui-même.

Dès 1878, M. Hugues s'éleva contre cette erreur et démontra expérimentalement que les sons recueillis dans un circuit microphonique sont toujours moins intenses que ceux qui leur ont donné naissance.

En un mot, un microphone n'est jamais un microscope acoustique.

Toutefois, il peut le devenir lorsque le son atteint une intensité telle qu'il s'accompagne de vibrations mécaniques.

Ceci posé, rappelons brièvement la méthode générale appliquée par tous ceux qui ont étudié cette question, dont on trouve l'origine dans les essais de Du Moncel, communiqués à l'Académie le 25 février 1878.

Comme on le voit sur la figure 1, qui représente ce dispositif, un téléphone *T* dit « primaire » émet les sons, qui peuvent provenir d'un récepteur de T. S. F. après détection; en face et près de ce téléphone, un microphone *M* vibre sous l'influence des ondes sonores; il est intercalé dans un circuit comportant une pile *P* de 2 à 4 volts et un téléphone récepteur dit « secondaire » *R*, pouvant faire office de haut-parleur.

Rien de plus simple, en théorie; mais, en pratique, on éprouve immédiatement un certain nombre de difficultés.

Afin de permettre à nos lecteurs d'étudier avec fruit, et avec quelques chances de succès, ce dispositif, nous allons tout d'abord poser quelques règles expérimentales.

La première est le corollaire de notre observation du début.

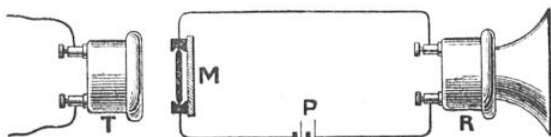


FIG. 1. — SCHÉMA GÉNÉRAL D'UN RELAIS MICROPHONIQUE

Ne tenter l'emploi de cette méthode que si l'on constate l'existence de vibrations mécaniques de l'écouteur primaire. On s'en assure facilement en « auscultant » la membrane de l'écouteur en action avec une aiguille. Nous pourrions ajouter que ces vibrations mécaniques n'existent que lorsque la parole

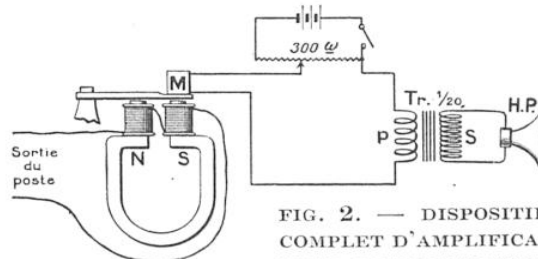


FIG. 2. — DISPOSITIF COMPLET D'AMPLIFICATION MICROPHONIQUE

est compréhensible pour une oreille moyenne, à une distance d'au moins 8 centimètres de l'écouteur.

Seconde règle, le dispositif microphonique, quel qu'il soit, doit être aussi léger que possible, afin de ne pas amortir les vibrations de la membrane.

En troisième lieu, la tension appliquée au système — tension qui, dans aucun cas, ne dépassera 5 volts — doit être très exactement réglée, ce qui amène à user d'un potentiomètre. Notons que, le débit étant très faible, des piles de lampe de poche ou de simples éléments Leclanché sont toujours suffisants; cependant, ne pas oublier, si l'on use du potentiomètre, de prévoir un interrupteur afin d'éviter un débit des sources hors service.

Le récepteur secondaire doit être de faible résistance, de l'ordre de 5 ohms environ. Si l'on ne disposait que d'un téléphone très résistant (de réseau de 300 ohms, ou de T. S. F. de 2.000 à 4.000 ohms), il serait nécessaire d'intercaler un transformateur de rapport élevé (1/20^e, par exemple) dont le primaire serait mis en série dans le circuit microphonique et le secondaire connecté, sans source électrique, à l'écouteur.

Enfin, il ne faut pas chercher à obtenir à l'écouteur primaire un son puissant, mais bien des déplacements mécaniques de l'organe en vibration, d'amplitude maximum. Ceci amène à délaisser les membranes usuelles et à les remplacer par une palette rigide à un ou deux points de fixation.

On voit déjà par cet exposé combien le dispositif, qui paraissait très simple, se

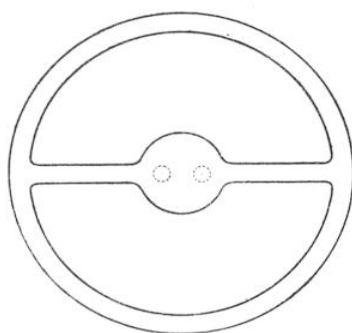


FIG. 3. — DÉCOUPAGE DE LA MEMBRANE DU TÉLÉPHONE

que possible, en utilisant une antenne importante, un poste bien compris et bien réglé.

Disposer l'appareil de telle sorte qu'il ne puisse être soumis ni aux chocs ni aux sons extérieurs, c'est-à-dire dans une boîte close isolée de son support par une feuille de caoutchouc mousse.

Utiliser enfin, tant pour le téléphone primaire que pour le secondaire, des appareils réglables.

Le transformateur sera facile à réaliser : on prendra un noyau de 1 centimètre de diamètre et de 8 centimètres de long formé de fils de fer doux, muni de deux joues ; entre ces joues on bobinera d'abord le primaire, composé de six couches de fil de 9/10^e sous coton, ce qui fera environ 500 spires ; un papier fort garantira ce premier enroulement, et sur ce papier on bobinera 10.000 spires de fil de 1/10^e sous coton.

Pour le téléphone primaire, on pourra utiliser un écouteur usuel, mais il vaut mieux construire un dispositif spécial comportant (figure 2) les bobines d'un écouteur ordinaire, montées sur les pôles d'un petit aimant en fer à cheval.

Si l'on use d'un écouteur ordinaire, il ne faudra pas se servir de la membrane usuelle, mais utiliser l'un des dispositifs suivants :

1^o On pourra découper une membrane téléphonique épaisse, comme le montre la figure 3, le diamètre du cercle central étant légèrement supérieur à la ligne passant par les pièces polaires et limitée à leur partie extérieure (celles-ci sont représentées en pointillé). C'est le système utilisé dans

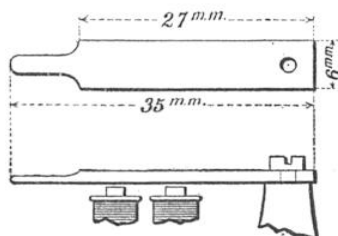


FIG. 4. — LAME ÉPAISSE VIBRANTE

compliqué ; si l'on veut atteindre le rendement espéré, on arrive, en fin de compte, à le concevoir sous la forme de la figure 2.

Ajoutons quelques recommandations utiles. Réaliser un récepteur aussi puissant

l'« Etai - Ampli » ;
2^o On utilisera une lamelle de fer doux de 1 millimètre d'épaisseur, de 35 millimètres de longueur totale et de 6 millimètres de largeur, découpée comme

le montre la figure 4 et fixée solidement à l'une de ses extrémités sur un support *ad hoc* ; c'est le type utilisé par Brown.

Reste la grosse question : celle du microphone.

Cet appareil doit être à la fois sensible sans excès et léger ; de plus, il ne doit produire aucun crachement ni bruissement qui rappelle celui de l'eau en ébullition, lorsque le système est au repos.

Si les sons, déjà très puissants, provoquent des ébranlements mécaniques importants, n'importe quel système de microphone peut être utilisé, par exemple, les pastilles des appareils de réseau, le bouton Skinderviken dont nous donnons le montage figure 5, même un très petit dispositif de Hugues (fig. 6).

S'il s'agit d'amplifier des réceptions faibles, à limite d'audition de 8 centimètres, il faut des dispositifs plus sensibles et légers.

Nous allons en donner quelques exemples. Auparavant, une remarque générale s'impose : toutes les parties de ces appareils doivent être réduites au minimum, et s'il y a lieu d'user de métal pour certaines liaisons, il faut employer soit des fils de cuivre très fins, soit des feuilles minces d'aluminium.

Le principe du microphone reste toujours le même : réaliser un ensemble charbon-charbon dont les points de contact varient sous l'influence de vibrations de très faible amplitude, sans, cependant, qu'un arc infiniment petit puisse s'établir par instants, arc qui est plutôt une étincelle de rupture répétée qui provoque le bruissement continu.

Au point de vue théorique, trois procédés peuvent être utilisés :

1^o Agir sur du charbon pulvérisé ou un feutrage de fils fins de carbone (filaments de lampes Edison), par compressions et décompressions alternatives, c'est le système utilisé par Brown ;

2^o Agir par « arrachement » à contact unique, le sens du mouvement tendant à éloigner puis rapprocher une pointe de carbone d'une surface de carbone, c'est le système qu'utilisa le regretté abbé Tauleigne et qu'emploie actuellement l'Etai-Ampli.

Agir encore par arrachement à contacts multipliés, représentés par des granules sphériques de carbone d'un

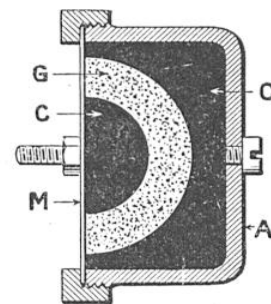
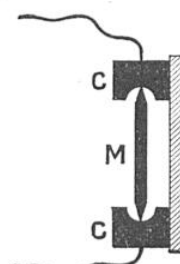
FIG. 5. — BOUTON DE SKINDERVIKEN
C C, blocs de charbon ;
M, membrane de mica ;
G, charbon granulé ; A, boîtier en aluminium.

FIG. 6. — DISPOSITIF DE HUGHES

C C, blocs de charbon dur ; M, tige de graphite.

millimètre environ de diamètre, c'est l'appareil que nous avons utilisé pour la radiotélégraphie et l'inscription, mais qui n'est pas à recommander pour la téléphonie ;

3° Agir par « roulement », c'est-à-dire en intercalant entre deux lames minces de carbone un ou plusieurs granules sphériques de même matière. Procédé excellent, mais malheureusement trop sensible.

La figure 7 détaille les caractéristiques de ces différents systèmes.

Pour terminer cet exposé, nous allons décrire un dispositif très simple que nous avons étudié et réalisé spécialement pour nos lecteurs, et qu'ils pourront reproduire avec la plus grande facilité.

Ceux qui n'obtiendront, l'appareil étant convenablement réalisé, que des résultats décevants devront en chercher la cause dans l'insuffisance de la réception primaire.

A ceux-là, s'ils ne peuvent accroître leur aérien, nous conseillerons d'utiliser un système mixte, une lampe, de préférence bigrille, montée en détectrice à réaction, ce qui réduit les sources à quelques piles, suivie du dispositif amplificateur microphonique. Un tel système nous permet l'audition des postes parisiens et de Daventry en bon haut-parleur, à 100 kilomètres de Paris, avec une antenne de 40 mètres.

La figure 8 montre les détails d'exécution du dispositif. Entre deux supports en équerre *S S* est tendu un double fil de fer très fin ; l'ensemble des deux brins, fixe à droite, peut être tordu à gauche en tournant le bouton *G* ; vers le milieu, maintenue entre les deux fils, une légère palette d'aluminium *N* porte à son extrémité, comme on le voit en 3, une

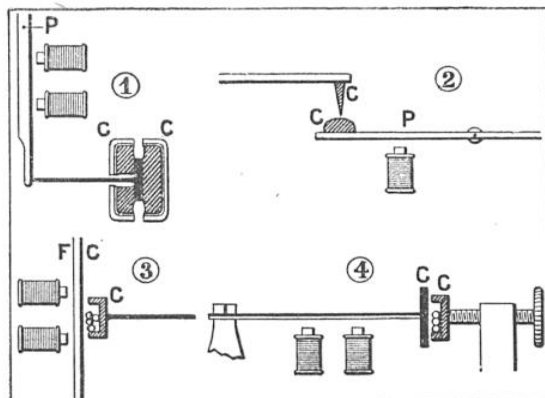


FIG. 7. — CARACTÉRISTIQUES DES DIVERSES FORMES DE MICROPHONES UTILISÉS

1. Type Brown, un disque de charbon oscille entre deux capsules garnies de charbon pulvérisé. —
2. Type Tauleigne et Etau-Ampli à palette ou membrane. —
3. Premier type de l'auteur, la membrane de fer *F* de l'écouteur est séparée de la membrane de carbone *C* par un intervalle d'air. —
4. Type à « roulement ».

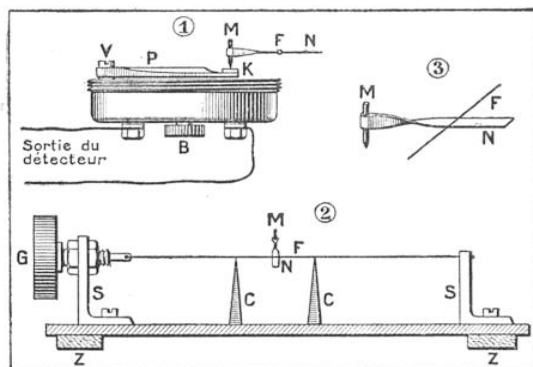


FIG. 8. — RELAIS MICROPHONIQUE RÉALISÉ PAR M. ROUSSEL

mine de crayon (graphite) ; c'est la pointe de cette mine que l'on amène doucement, par torsion de *G*, en contact avec une mince pastille de charbon (*K* de 1) fixée à l'extrémité de la palette vibrante *P*. Des supports mobiles, *C C* en 2, dont on cherche la place convenable, évitent la résonance propre de *F*. La palette *N* a 5 centimètres de longueur totale.

Nous espérons que ces quelques données permettront à nombre d'amateurs de travailler cette intéressante question.

II. Schémas et montages

Quelques montages de lampes bigrilles

L'ÈRE de la bigrille commence seulement à s'ouvrir et les nombreux chercheurs, tant amateurs que professionnels, que passionnent les problèmes de T. S. F., ont là un nouveau et magnifique champ d'activité.

Nous allons leur donner aujourd'hui quelques montages ayant fait leurs preuves et qui pourront les guider au cours de leurs recherches personnelles.

Nous les prévenons que les caractéristiques élémentaires fournies dans cette étude ne peuvent que fixer un ordre de grandeur et qu'ils auront fréquemment, en pratique, à modifier légèrement ces caractéristiques pour atteindre le maximum de rendement.

Les chercheurs devront modifier la valeur des éléments progressivement, en prenant soin de se rendre compte des variations du résultat définitif après chaque modification.

Plus l'étude se complique, plus il devient nécessaire de tenir un registre minutieux des observations recueillies, seul moyen d'éviter la répétition des échecs.

Voici d'abord le montage le plus simple applicable à la bigrille, celui d'une détectrice à réaction à tension de plaque réduite.

Dans ce montage, comme dans tous les suivants, qui visent surtout à la réalisation d'appareils compacts et de poids minime, on usera de préférence de la bigrille à faible consommation et dont la tension-plaque

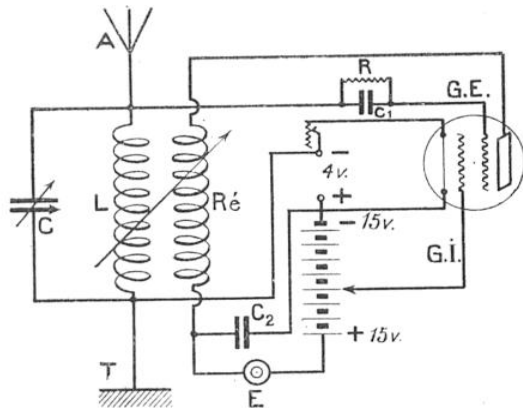


FIG. 9. — DÉTECTRICE BIGRILLE A RÉACTION AVEC TENSION-PLAQUE RÉDUITE

(lorsqu'elle sera nécessaire) sera fournie par blocs à prises multiples.

La figure 9 montre clairement le schéma de montage. Les éléments d'accord C L et l'inductance de réaction R_e varient, comme pour tout récepteur, suivant la longueur d'onde à recevoir. Le groupe détecteur C R est identique à celui de la détectrice triode. Les seules modifications importantes portent sur les points suivants :

La tension-plaque (qui peut être réduite à quelques volts) ne dépassera pas 15 volts, la grille intérieure étant connectée sur une fraction de la pile de plaque à déterminer par expérience.

L'écouteur E sera de faible résistance (quelques centaines d'ohms) ; enfin, un condensateur C_2 de 2 microfarads shuntera l'ensemble de l'écouteur et de la batterie de tension-plaque.

La connexion de la grille intérieure étant réglée une fois pour toutes, les autres réglages sont identiques à ceux de la détectrice à triode.

Le réflexe bigrille de la figure 10 est extrê-

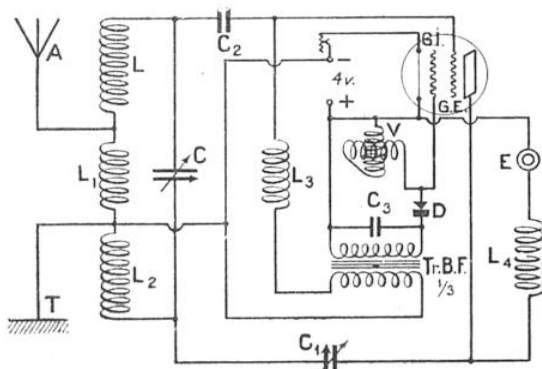


FIG. 10. — MONTAGE RÉFLEXE A LAMPE BIGRILLE SANS TENSION-PLAQUE

mement intéressant. Malgré la présence d'une galène détectrice, il est très sélectif, par suite de l'accord de résonance du circuit détecteur. Il comporte une réaction électrostatique contrôlée par la capacité C_1 .

L'accord est réalisé par la série des inductances L , L_1 , L_2 , constituées, soit par des bobines cylindriques enroulées sur la même carcasse, soit par des nids d'abeilles en couplage serré bobinés dans le même sens. C est d'un demi-millième ; C_1 , d'un dix-millième ; C_2 , d'un quart de millième ; enfin, C_3 , de deux millièmes.

L_3 et L_4 sont des inductances d'arrêt comprenant chacune 250 spires de 6/10^e, enroulées sur un cylindre de 6 centimètres de diamètre à spires jointives.

Le transformateur B. F. est de rapport 1/3.

L'accord du circuit de détection est assuré, pour les ondes inférieures à 500 mètres, par le variomètre V ; au delà, il est bon de le remplacer par une inductance accordée par une capacité comme dans un montage à résonance.

La figure 11 donne le montage de deux

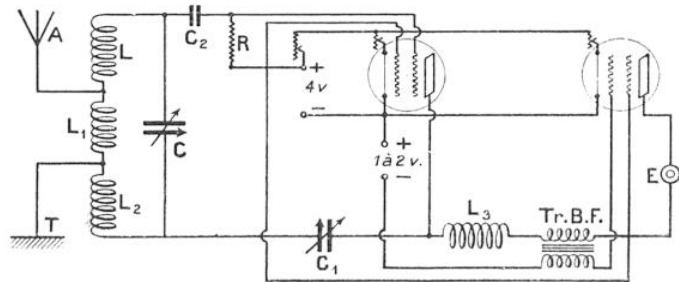


FIG. 11. — DEUX ÉTAGES SUR DEUX LAMPES BIGRILLES SANS TENSION-PLAQUE

bigrilles sans tension-plaque, la première montée en détectrice à réaction, la seconde en amplificatrice B. F. Le potentiel de grille de la B. F. est abaissé par une pile de un ou deux éléments. L'accord est identique à celui du montage précédent.

L , L_1 , L_2 , L_3 , C , C_1 ont les mêmes valeurs que dans le montage de la figure 2.

C_2 est de 2 dix-millièmes et R , de 2 mégohms environ, de préférence réglable.

Tout récemment, des techniciens éminents ont cherché à utiliser simultanément les variations du courant de plaque et du courant de grille intérieure, variations qui sont, à chaque instant, de sens inverse.

De là est né le *Cryptadyne*, puis l'*Isodyne*. Nous donnerons le principe de ce dernier à titre d'indication de cette méthode.

On trouve là une nouvelle formule de la résonance haute fréquence qui permet, sans intervention de la réaction usuelle, d'atteindre des amplifications considérables pour toutes longueurs d'onde. La sélectivité est excellente, les parasites atténués.

De plus, le nombre des réglages est réduit

au minimum, le réglage de résonance (capacité C_1) pouvant être effectué par étalonnage préalable, l'absence de réaction évitant que le circuit d'antenne ne modifie le circuit de résonance, il ne reste qu'à réaliser l'accord du circuit d'antenne pour trouver avec une certitude absolue un

poste caractérisé par sa longueur d'onde.

Seule la première lampe amplificatrice en H. F. est bigrille, la seconde étant une détec-

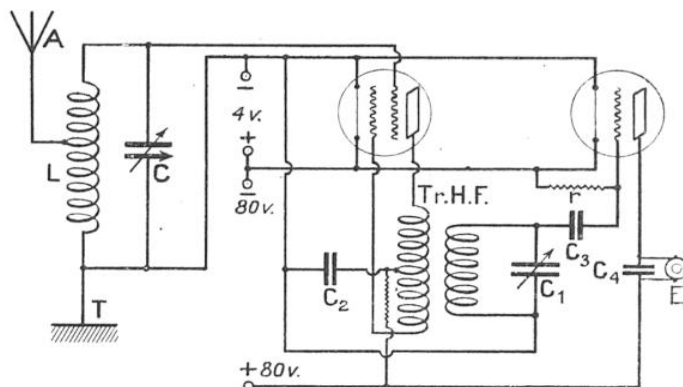


FIG. 12. — MONTAGE DE L'« ISODYNE »

trice à triode suivie de deux B. F.

La figure 12 montre l'ensemble du montage « Isodyne » tel qu'il vient d'être réalisé industriellement.

Les lampes bigrille se prêtent à de nombreuses combinaisons d'autre nature, au sujet desquelles il nous faudra revenir ultérieurement.

Citons le Radiomodulateur, en particulier, qui fera l'objet d'une étude spéciale.

J. ROUSSEL.

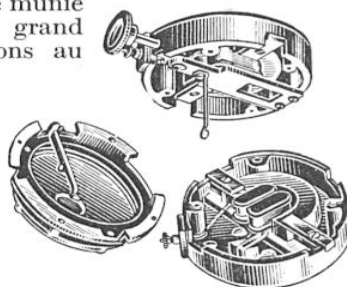
LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Nouveau haut-parleur

Le haut-parleur « Sigma » rentre dans la catégorie des boîtes de résonance électrotéléphoniques, formées par la combinaison d'une boîte de résonance munie d'une membrane de mica de grand diamètre et mise en vibrations au moyen d'un téléphone.

L'élément essentiel de cette réalisation réside dans le fait que le carter de la boîte de résonance (fondu en aluminium sous pression) ainsi que la membrane sont centrés sur le carter téléphonique et que l'armature mobile du téléphone forme levier oscillant. Cette armature porte excentriquement, par rapport au centre du téléphone, un support à encoche dans lequel est disposé à son tour le levier de commande de la membrane.

Le groupe magnétique du téléphone est composé d'un double système permanent



ÉLÉMENTS DU HAUT-PAR-
LEUR « SIGMA »

en fer à cheval avec armatures feuilletées, formant pôles et supportant les quatre bobines. Au-dessus des surfaces polaires est disposée, avec un léger écartement, l'armature ou palette. Cette palette a la forme d'un levier oscillant et son écartement des pôles peut être réglé avec précision. Ce dispositif assure donc un double rapport de transmission.

Il résulte de l'ensemble de ces dispositifs que, sans avoir recours à une saturation de l'ensemble électromagnétique, le rendement de ce haut-parleur est très bon, tant au point de vue puissance que netteté.

Afin d'éviter tout bruit métallique résultant du pavillon, les constructeurs ont muni leurs appareils d'un pavillon en matière spéciale, dénommée par eux *sigmaïte*, qui permet une belle présentation et la reproduction des sons dans leur tonalité primitive.

IDENTIFICATION DES POSTES EUROPÉENS DE RADIOPHONIE

Les délais nécessaires à la fabrication de *La Science et la Vie* sont trop longs, par suite de son énorme tirage qui oblige à manutentionner, chaque mois, près de 60 tonnes de papier, pour tenir à jour le tableau des horaires des stations européennes, qui *varie plusieurs fois par mois* pendant le tirage même de nos livraisons. Aussi avons-nous donc décidé de ne plus faire figurer ces horaires, qui pouvaient contenir des indications inexactes, et nous

les avons remplacés par le tableau de la page suivante, qui permet aux amateurs de repérer facilement n'importe quel poste.

Dans ce tableau, que nous publierons une fois par semestre, nous avons indiqué à la fois la longueur d'onde λ en mètres et la fréquence en kilocycles (milliers de cycles). On sait qu'entre la fréquence f , la longueur d'onde λ et la vitesse V de transmission des ondes (300.000 kilomètres par seconde), existe la relation : $V = f \times \lambda$.

STATIONS EUROPÉENNES DE RADIOPHONIE CLASSÉES PAR LONGUEUR D'ONDE

Longueur d'onde	Nom de la Station	Indicatif d'appel	Pays	Kilocycles	Longueur d'onde	Nom de la Station	Indicatif d'appel	Pays	Kilocycles
25	Moscou Popoff	—	Russie	12.000	353	Cardiff	5 WA	Angleterre	850
79	Moscou Popoff	—	Russie	3.797	357,1	Breslau	—	Allemagne	840
95	Béziers	—	France	3.189,9	361,4	Londres	2 LO	Angleterre	830
196	Karlskrona	SMSM	Suède	1.530	365,8	Gratz	—	Autriche	820
200	Strasbourg	—	France	1.500	368	Tammafors	—	Finlande	815
201,3	Oviedo	—	Espagne	1.490	370,4	Oslo	—	Norvège	810
202,7	Kristinehamn	SMTY	Suède	1.480	375	Madrid Union Radio	EAJ 7	Espagne	800
204,1	Gävle	SMXF	Suède	1.470	379,7	Stuttgart	—	Allemagne	790
204,1	Salamanque	EAJ 22	Espagne	1.470	384,6	Manchester	2 ZY	Angleterre	780
205	Leninegrad	—	Russie	1.463	389,6	Toulouse Radio Midi	—	France	770
205	Liège Central	—	Belgique	1.463	394,7	Frankfurt	—	Allemagne	760
211,9	Kiev	—	Russie	1.416	400	Brême	—	Allemagne	750
217,4	Luxembourg	—	Luxemb.	1.380	400	Cadix	EAJ 3	Espagne	750
219	Kovno	—	Lithuanie	1.369,8	400	Falun	SMZ 4	Suède	750
233	Uleaborg	—	Finlande	1.287	400	Kozice	—	Tchécoslov.	750
235	Helsingborg	—	Suède	1.278,7	400	Mont-de-Marsan	—	France	750
238,1	Bordeaux	—	France	1.260	400	Varsovie	—	Pologne	750
240	Helsingfors	HDO	Finlande	1.250	405,4	Glasgow	5 SC	Angleterre	740
241,9	Königsberg	—	Allemagne	1.240	411	Berne	—	Suisse	730
245	Sâflle	SMTS	Suède	1.224	416,7	Stockholm	SASA	Suède	720
245,9	Toulouse P. T. T.	—	France	1.220	420	Moscou Peredatcha	—	Russie	714
250	Gleiwitz	—	Allemagne	1.200	422,6	Rome	IRO	Italie	709
252,1	Stettin	—	Allemagne	1.190	428,6	Hambourg	—	Allemagne	700
252,1	Montpellier	—	France	1.190	434,8	Bilbao Carlton	EAJ 9	Espagne	689
252,1	Umeå	—	Suède	1.190	441,2	Brünn	—	Tchécoslov.	680
253	Kalmar	SMSN	Suède	1.185,7	450	Moscou Trades Unions	—	Russie	666
254,2	Bradford	2 LS	Angleterre	1.180	454,5	Boden	SASE	Suède	660
254,2	Malaga	EAJ 25	Espagne	1.180	468,8	Bergen	—	Norvège	640
260,9	Göteborg	SASB	Suède	1.150	468,8	Elberfeld	—	Allemagne	640
272,7	Cassel	—	Allemagne	1.100	476,2	Lyon la Doua	—	France	630
275,2	Zagreb	—	Yougoslav.	1.090,1	477,8	Ecole Sup. P.T.T. Paris	FPTT	France	628
275,2	Radio-Anjou	—	France	1.090,1	483,9	Berlin Witzleben Voxhaus	—	Allemagne	620
275,2	Skilistuna	—	Suède	1.090,1	487	Bruxelles	SBR	Belgique	616
275,2	Madrid-Radio-Castilla	EAJ 4	Espagne	1.090,1	488	Riga	—	Lithuanie	614
275,2	Norrköping	SMV V	Suède	1.090,1	491,9	Aberdeen	2 BD	Angleterre	610
275,2	Saint-Sébastien	EAJ 8	Espagne	1.090,1	491,8	Birmingham	5 IT	Angleterre	610
277,8	Radio-Cataluna	EAJ 13	Espagne	1.080	500	Helsingfors	—	Suède	600
277,8	Caen	—	France	1.080	500	Zurich	—	Suisse	600
277,8	Seville	—	Espagne	1.080	508,5	Autwerp	—	Hollande	590
280,4	Radio-Barcelone	EAJ 1	Espagne	1.070	517,2	Vienne Radio	—	Autriche	580
283	Dortmund	—	Allemagne	1.060	526,3	Riga	—	Lithuanie	573
285	Swansea	5 SX	Angleterre	1.052	535,7	Munich	—	Allemagne	560
286	Stoke	6 ST	Angleterre	1.050	545,6	Sundsvall	SASD	Suède	550
287	Sheffield	6 FL	Angleterre	1.045	555,6	Budapest	—	Hongrie	540
288	Plimouth	5 PY	Angleterre	1.042	566	Berlin Magdeburg Platz	—	Allemagne	530
288,5	Dundee	2 DE	Angleterre	1.040	566	Bloemendaal	—	Hollande	530
289	Edimbourg	2 EH	Angleterre	1.038	566	Orebro	—	Suède	530
290	Hull	6 KH	Angleterre	1.037	577	Jönköping	SMZD	Suède	520
290	Liverpool	6 LV	Angleterre	1.037	577	Madrid Radio Iberica	EAJ 6	Espagne	520
290	Nottingham	5 NG	Angleterre	1.037	588,2	Grenoble P. T. T.	FPTT	France	510
291,3	Radio-Lyon	—	France	1.034	588,2	Linköping	—	Suède	510
294,1	Bilbao-Radio-Viscaya	EAJ 11	Espagne	1.020	588,2	Vienne Rosenhügel	—	Autriche	510
294,1	Dresde	—	Allemagne	1.020	720	Ostersund	—	Suède	402
294,1	Liège-Wallonie	—	Belgique	1.020	760	Amsterdam	—	Hollande	374,7
294,1	Trollhättan	SMXQ	Suède	1.020	760	Genève	—	Suisse	374,7
297	Agén	—	France	1.010,1	810	Odensee	—	Danemark	370
297	Carthagène	—	Espagne	1.010,1	850	Lausanne	HB 2	Suisse	353
297	Hanovre	—	Allemagne	1.010,1	940	Leninegrad	—	Russie	319
297	Jyväskylä	—	Finlande	1.010,1	1000	Båle	—	Suisse	300
297	Leeds	2 LS	Angleterre	1.010,1	1010	Moscou Popoff	—	Russie	297
300	Barcelone	EAJ 18	Espagne	1.000	1050	Hilversum	—	Hollande	285,7
300	Bratislava	—	Tchécoslov.	1.000	1100	De Bilt	—	Hollande	272,7
303	Münster	—	Allemagne	990	1150	Sörro	—	Danemark	261
306,1	Bournemouth	6 BM	Angleterre	980	1150	Kbely	—	Tchécoslov.	261
309,6	Marseille P. T. T.	—	France	970,1	1150	Ryvang	—	Danemark	261
310	Leninegrad	—	Russie	970	1250	Hjörning	—	Danemark	239
312,5	Newcastle	5 NO	Angleterre	960	1300	Königswusterhausen	AFT	Allemagne	230,7
315,8	Milan	IMI	Italie	949	1350	Karlsborg	—	Suède	222
319,1	Dublin	2 RN	Irlande	940	1400	Nijni-Novgorod	—	Russie	214
322,6	Leipzig	—	Allemagne	928	1450	Moscou Central	RDW	Russie	207
325	Saragosse	EAJ 23	Espagne	923	1600	Daventry	5 XX	Angleterre	187,5
326,1	Belfast	2 BE	N.-Irlande	920	1650	Belgrade	—	Serbie	181,8
329,7	Nuremberg	—	Allemagne	910	1750	Radio-Paris	SFR	France	171,4
333,3	Naples	—	Italie	900	1800	Norddeich	—	Allemagne	166
333,3	Reykjavik	—	Islande	900	2125	Amsterdam	PCFF	Hollande	141,1
337	Copenhague	—	Danemark	890	2400	Sörro	—	Danemark	125
340	Varborg	—	Suède	883	2525	Berlin Wolff	—	Allemagne	122,7
340,9	Petit Parisien Paris	—	France	879	2650	Tour Eiffel	FL	France	113,6
344,8	Seville	EAJ 17	Espagne	869	2900	Königswusterhausen	AFP	Allemagne	104,5
348,9	Prague	—	Tchécoslov.	860	4000	Königswusterhausen	AFP	Allemagne	75
350	Radio-L. L. Paris	—	France	857					

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Ce dispositif facilite le travail des dactylographes

La dactylographe qui recopie un texte écrit soit sur une feuille de papier, soit sur un bloc-notes, soit sur un livre, est obligée de porter alternativement son regard du texte à copier sur le point de frappe de la machine à écrire, en admettant qu'elle ne regarde pas les touches de la machine. Seules, quelques dactylographes très habiles peuvent copier un texte sans le quitter des yeux. Ces exceptions mises à part, il résulte du changement de direction du regard, qui entraîne un mouvement du cou et du buste, une certaine fatigue, car les yeux doivent successivement accommoder pour deux distances différentes, celles de la machine et du texte. En outre, il arrive très souvent que, reportant ses yeux de la machine sur le texte, la dactylographe perd quelques secondes pour retrouver le mot où elle était arrêtée. Quelques secondes, ce n'est rien, mais, répétées un très grand nombre de fois dans une journée, elles constituent une perte de temps appréciable.

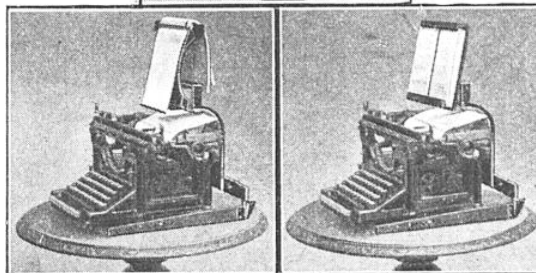
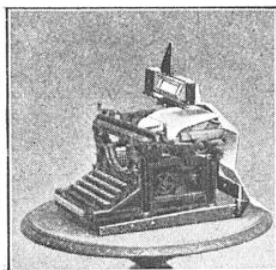
C'est pour éviter ces inconvénients que M. Poron a imaginé le dispositif représenté par nos photographies, destiné à supporter, juste au-dessus du rouleau de la machine à écrire, les feuilles manuscrites ou les notes sténographiques.

Il se compose de deux longerons couchés sur la table, aux côtés de la machine (quelle que soit sa marque, d'ailleurs). Vers l'arrière, les extrémités de ces longerons reçoivent le support proprement dit, dont la tête vient au-dessus du rouleau de la machine. Sur ce support peuvent être disposées différentes pièces accessoires, suivant qu'il s'agit de

placer un texte écrit sur une feuille de papier, un livre, un bloc-notes, etc...

Ce support peut être incliné en avant (position de travail) ou en arrière lorsque l'on veut dégager la machine, afin de remplacer une feuille, rectifier une erreur de frappe, etc...

D'après de nombreux essais, il ressort que l'emploi de ce dispositif entraîne une majoration de production voisine de 30 % pour une dactylographe ordinaire et avec le minimum de fatigue. Il est évident que le gain est presque nul pour celle qui est capable de « taper » un texte sans le quitter des yeux, ou dont la mémoire lui permet d'enregistrer des phrases entières.



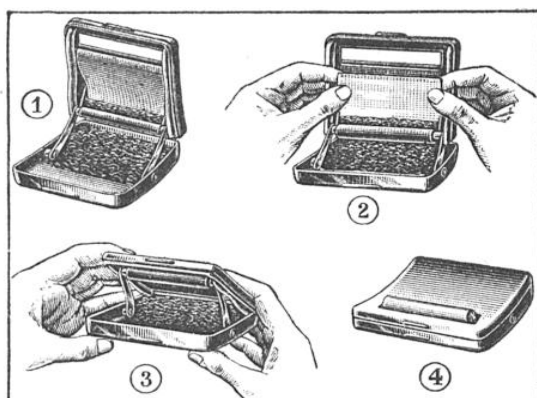
CET APPAREIL, PLACÉ SUR LA MACHINE À ÉCRIRE, AMÈNE LE TEXTE À COPIER (FEUILLE, BLOC-NOTES OU LIVRE) JUSTE DEVANT LES YEUX DE LA DACTYLOGRAPHE

En fermant cet étui, on obtient une cigarette parfaitement roulée

Sous la forme d'une boîte rectangulaire soigneusement nickelée ou émaillée, cintrée suivant la forme du corps, voici un appareil qui est une véritable petite machine

à fabriquer les cigarettes en même temps qu'une blague à tabac. Mais le couvercle de cette boîte présente deux particularités : une ouverture longitudinale et, sur la paroi intérieure, une petite bande de toile pouvant rouler sur un rouleau, dont le mouvement est commandé par la fermeture de la boîte.

Il est très facile d'utiliser cet étui pour préparer instantanément une cigarette. Après avoir complètement ouvert la boîte, on tend à fond la toile vers le bas, de façon à former une sorte de cavité entre le rouleau et la toile. On y place alors, le plus uniformément possible, la quantité de tabac nécessaire pour une cigarette, en ayant soin de n'en pas mettre trop, d'éviter qu'il ne



COMMENT ON UTILISE L'ÉTUI À CIGARETTES

1, on place le tabac dans la toile ; 2, on place la feuille de papier ; 3, en fermant l'étui, la cigarette se roule et sort toute faite en 4.

dépasse sur les bords et de le tasser un peu.

Cela fait, on prend une feuille de papier à cigarettes, de préférence gommée, et on la place contre la paroi verticale de la toile, sans dépasser celle-ci, le côté gommé face à l'opérateur et vers le haut du couvercle, toujours ouvert.

En maintenant la feuille avec les deux pouces et en fermant la boîte, la cigarette commence à se rouler dès que la feuille est coincée par le tabac. En fermant complètement l'étui, sans saccades, on voit la cigarette, terminée, sortir au-dessus du couvercle par la fente qui y est ménagée.

N'importe quelle bouteille peut être instantanément transformée en arrosoir

IL arrive très souvent, dans un ménage, que l'on se serve d'une bouteille pour répandre de l'eau en petite quantité, soit sur du linge, afin de le rendre humide avant de le repasser, soit sur le sol, pour éviter les nuages de poussières soulevés par le balayage, soit sur des plantes, afin d'en arroser non seulement le pied, mais les feuilles, soit pour se laver les cheveux. Pour cela, on se contente de placer le pouce sur le goulot de la bouteille, en laissant un petit passage au liquide. Mais les projections d'eau sont alors très irrégulières, et il faut constamment agiter la bouteille pour permettre à l'air de pénétrer à son intérieur. Sinon, l'écoulement s'arrêterait par suite du vide qui se produirait dans la bouteille.

Voici un dispositif simple et pratique qui permet de transformer instantanément n'importe quelle bouteille en arrosoir. Il

se compose d'une petite pomme d'arrosoir, percée de trous très fins et soudée à un tube qui pénètre dans la bouteille presque jusqu'au fond. Ce tube débouche sur la pomme d'arrosoir. Une bague de caoutchouc permet de placer l'appareil sur la bouteille de la même façon qu'un bouchon. En renversant la bouteille, on produit une pluie de fines gouttelettes d'eau ; l'écoulement est continu, puisque l'air peut, par le tube, pénétrer dans la bouteille. Pour l'arrêter, il suffit de placer le pouce sur l'ouverture de ce tube.

Cette clef permet de serrer ou de desserrer des écrous de diamètres différents

TOUT le monde connaît la clef anglaise, cet outil à deux mâchoires, dont une mobile, et qui permet de serrer ou de desserrer les écrous de diamètres différents.

Mais personne n'ignore que, si cet outil est très pratique, car, sous un encombrement réduit, il remplace toute une série de clefs, il présente souvent certains inconvénients. C'est ainsi qu'il est parfois difficile d'ajuster exactement l'écartement des mâchoires au diamètre de l'écrou. Il en résulte un certain jeu, qui est la cause du glissement de la clef sur l'écrou, ce qui a pour effet d'en arrondir les angles et de rendre l'opération de plus en plus difficile. Ce défaut provient de ce que la clef ordinaire ne prend appui que sur deux faces (ou pans) opposées de l'écrou.

M. Boucher a imaginé un nouveau système de clef qui

enserme l'écrou par quatre de ses pans et qui, par conséquent, ne peut tourner en glissant sur lui. Ce n'est pas une clef à écartement variable des mâchoires ; c'est une clef fixe, dont la partie qui enserrme l'écrou est amovible et peut être choisie pour le diamètre de l'écrou à serrer. Un ajustage soigné assure l'assemblage de cette partie avec le manche de la clef, et cet assemblage est renforcé par un dispositif comportant un ressort et une bille appuyant fortement une partie sur l'autre. Evidemment il est nécessaire d'avoir



EN CHANGEANT LA TÊTE AMOVIBLE DE CETTE CLEF, ON PEUT MANŒVRER N'IMPORTE QUEL ÉCROU

avec soi tout le jeu des parties amovibles, mais ce n'est pas là un grave inconvénient, surtout pour les automobilistes, qui peuvent mettre le tout dans le coffre à outils.

Une pince pratique pour soulever de lourds fardeaux

ON emploie couramment, pour manipuler des poids lourds, les pierres de taille par exemple, des sortes de leviers à bras très inégaux, qui permettent



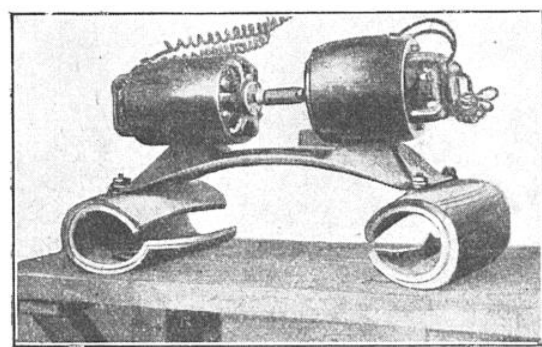
LORSQUE LA PINCE EST ENGAGÉE SOUS LE FARDEAU A SOULEVER, ON LE FAIT AVANCER FACILEMENT GRACE AUX ROULEAUX DONT ELLE EST POURVUE

de soulever le bloc, afin de glisser en dessous des rouleaux facilitant le déplacement de la pierre de taille.

Voici un nouveau type de « pince », imaginé par M. Boucher, qui assure une grande puissance de soulèvement. On remarque, en effet, que le petit bras de levier est très court, grâce à la forme en crochet de l'extrémité et à la partie arrondie placée en dessous. Enfin, lorsque la pince a suffisamment soulevé le fardeau, on peut l'engager facilement en dessous, à cause de la présence des petits rouleaux, visibles sur le dessin ci-dessus.

Pour éviter les vibrations d'un petit groupe moteur-dynamo

LES petits groupes moteurs-dynamos sont, actuellement, très employés pour la recharge des batteries d'accumulateurs quand on n'a à sa disposition que du courant alternatif. Il arrive assez souvent que les



« MONTÉ SUR PNEUS », LE GROUPE MOTEUR-DYNAMO NE COMMUNIQUE PLUS SES VIBRATIONS A LA TABLE SUR LAQUELLE IL EST PLACÉ

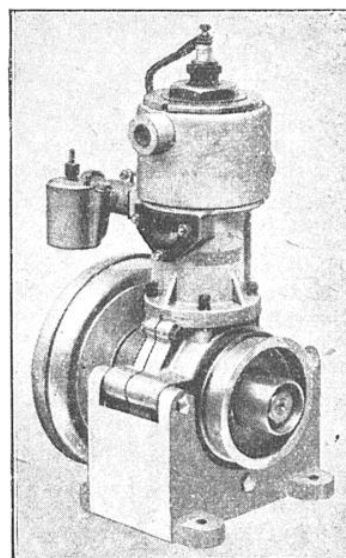
vibrations du groupe, qui tourne à grande vitesse, sont suffisantes pour obliger l'utilisateur à le fixer solidement, au moyen de vis, sur une table spéciale.

Un de nos lecteurs a imaginé le dispositif très simple, indiqué sur la figure ci-dessous, pour amortir ces vibrations. Au moyen d'une tige filetée et d'écrous, on fixe le groupe sur deux morceaux d'une enveloppe de pneumatique, et c'est tout. Comme la fréquence des vibrations du groupe est élevée, aucune résonance avec les vibrations des morceaux d'enveloppe n'est à craindre. Le groupe devient très stable et on peut le poser n'importe où, sans le voir se déplacer tout seul. En outre, il est évident que le fonctionnement de l'ensemble devient particulièrement silencieux.

Nouveau moteur à deux temps à distribution rotative

ON sait que, tandis que dans un moteur à quatre temps à un seul cylindre, il n'y a qu'un temps moteur sur

quatre, soit tous les deux tours de l'arbre, le moteur à deux temps donne une impulsion par tour. En effet, au premier temps se font l'aspiration et la compression, et au deuxième temps ont lieu l'explosion, la détente et l'échappement. Ces moteurs simples ont fait depuis quelque temps de grands progrès. Nous signalons aujourd'hui le moteur à deux temps d'une conception nouvelle établi par MM. Aubier et Dunne, dont le rendement est excellent.



VUE D'ENSEMBLE DU MOTEUR

moteur à deux temps d'une conception nouvelle établi par MM. Aubier et Dunne, dont le rendement est excellent.

Les cylindres de ce moteur sont en aluminium, métal dont tout le monde connaît la grande conductibilité pour la chaleur. Les cylindres se refroidissent donc rapidement et l'huile conserve, à n'importe quel régime, ses qualités lubrifiantes. Intérieurement, ces cylindres sont munis d'une chemise d'acier au carbone, dont la dureté diminue beaucoup l'usure, retarde l'ovalisation et permet de

conserver très longtemps la compression voulue. De plus, les moteurs étant à longue course et à faible alésage, le frottement est réduit au minimum. La culasse amovible, en bronze, permet de visiter aisément les pistons et les lumières.

Les vilebrequins, en acier spécial et équilibrés avec soin, ne produisent aucune vibration ; de même les flexions sont évitées par la présence de trois paliers munis de roulements à billes. Les bielles sont constituées par des tubes d'acier au carbone, légers et robustes, les pistons sont faits d'un alliage spécial d'aluminium très léger, ce qui, en diminuant l'inertie, contribue à la régularité de marche du moteur. Très longs et munis de quatre segments étroits, ces pistons permettent de maintenir un taux de compression très élevé de 7,25 et d'obtenir une grande puissance.

L'allumage est obtenu par volant magnétique à haute tension, souvent adopte actuellement, d'un fonctionnement sûr et qui permet d'obtenir un éclairage électrique économique. Ce volant est fixé en son centre par un palier vissé au carter, muni d'un roulement à billes. Ainsi le porte-à-faux en bout d'arbre est supprimé, aucun décentrage ni dérèglement n'est possible.

La principale particularité de ce moteur à deux temps réside dans le distributeur rotatif, grâce auquel l'aspiration des gaz est assurée pendant toute la course du piston.

Or, on sait que le principal écueil rencontré dans l'établissement des moteurs à deux temps consiste dans la difficulté d'assurer une bonne carburation. En effet, la brusque expiration nécessitée par la très courte période d'admission produit un afflux exagéré de carburant dont une petite quantité seulement est pulvérisée, le reste étant évacué en pure perte sans avoir brûlé.

Le distributeur rotatif, permettant l'aspiration pendant toute la course du piston, diminue la consommation, à tel point qu'à cylindrée égale on peut employer sur ce moteur un carburateur de même capacité que sur un moteur à quatre temps.

Bien entendu, les qualités inhérentes au moteur à deux temps : robustesse, simplicité et souplesse, se retrouvent dans ce moteur nouveau.

A propos du phonographe enregistreur sur film

Il a été à nouveau question, ces temps-ci, de l'enregistrement de la musique et des paroles sur un film ordinaire de cinématographe. Cette invention permettrait de remplacer les disques, encombrants et lourds, par des

rouleaux de films, faciles à transporter. Nous signalons à nos lecteurs que nous avons décrit, lors de leur apparition, les appareils Faucon-Johnson dans le n° 108 de *La Science et la Vie*.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour « Les à côté de la Science »

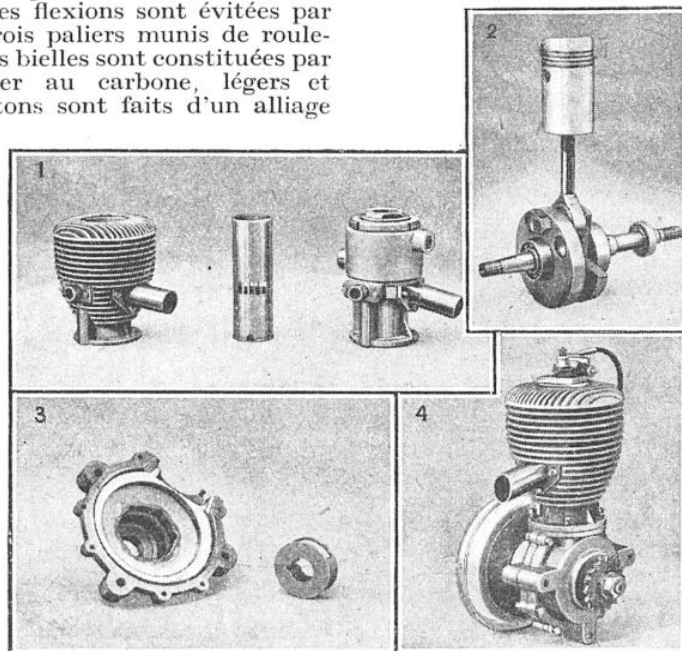
Dispositif pratique pour dactylographes : M. HENRI PORON, 3, rue Gautherin, Troyes.

Etui à cigarettes : C. I. E. F. A., 66, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Pomme d'arrosoir pour bouteilles : M. ZIRNHELT, 95, rue de Picpus, Paris.

Clef universelle. — Pince pratique : M. HENRI BOUCHER, 22, boulevard Gambetta, Eu (Seine-Inférieure).

Moteur à deux temps à distribution rotative : ETABLISSEMENTS GEORGES AUBIER, Saint-Amand-les-Eaux (Nord).



DÉTAILS DE CONSTRUCTION DU MOTEUR A DEUX TEMPS

1, le cylindre ; 2, piston et bielle ; 3, le distributeur rotatif ; 4, moteur muni d'ailettes en aluminium.

**LA SCIENCE ET LA VIE est le seul magazine
DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE**

LES ONDES DIRIGÉES DE M. MARCONI SONT MAINTENANT D'UN EMPLOI PRATIQUE L'Angleterre communique ainsi par T. S. F. avec le Canada

Les avantages des ondes dirigées

Nous avons montré, dans *La Science et la Vie* (1), au moment même où M. Marconi étudiait la possibilité de diriger les ondes hertziennes, quels seraient les avantages de la mise au point de cette invention. Ils se résument ainsi : possibilité de ne correspondre qu'avec un poste choisi et, par conséquent, élimination des brouillages ; réduction énorme de la puissance nécessaire pour assurer une communication régulière.

Le premier découle du principe même de l'invention. En effet, de même qu'un phare d'automobile n'éclaire que les objets situés dans un cône d'ouverture limitée, de même le faisceau d'ondes dirigées ne peut atteindre que les postes récepteurs qu'il rencontre.

Le deuxième avantage peut être expliqué aussi aisément. La lampe électrique d'un phare d'automobile dépourvu de son miroir parabolique éclaire dans toutes les directions. La quantité de lumière émise étant dispersée dans tous les sens, chaque point considéré autour de la lampe n'en reçoit qu'une faible partie. Les ondes hertziennes non dirigées se propagent également de tous les côtés, et un poste récepteur situé à une certaine distance ne peut recevoir que très peu de l'énergie émise. Avec les ondes dirigées, le poste placé dans le faisceau hertzien reçoit une quantité d'énergie d'autant plus grande que le faisceau est plus concentré.

L'Angleterre vient de mettre en pratique ce procédé, pour communiquer par T. S. F. avec le Canada. Avec une puissance de 27 C. V. seulement, la station émettrice d'ondes dirigées de Bodmin, en Cornouailles, réalise les mêmes transmissions que la station ordinaire de Rugby, dont la puissance atteint 1.350 C. V. Cette station de Bodmin émet sur une longueur d'ondes de 25 mètres, car les ondes courtes sont plus faciles à diriger.

Le faisceau hertzien qui parvient à Yamachiche (Canada) est concentré sur une étendue d'une cinquantaine de kilomètres, qui reçoit, par conséquent, toute l'énergie de la station émettrice.

(1) Voir le n° 92 de *La Science et la Vie*.

Comment diriger les ondes

On ne peut, évidemment, songer, pour diriger les ondes, à employer le procédé utilisé pour les phares lumineux. Les dimensions de l'antenne et la longueur des ondes hertziennes conduiraient à l'établissement de projecteurs de dimensions formidables, impossibles à réaliser pratiquement. M. Marconi obtient ce résultat en disposant, derrière l'antenne, qui est formée de fils verticaux, un réflecteur spécial *formé de la même façon que l'antenne* et situé derrière elle, à une distance égale au quart de la longueur d'onde de transmission.

L'antenne réceptrice est disposée de la même façon ; elle possède la propriété curieuse d'attirer les radiations émises dans sa direction. A l'effet produit par la direction des ondes au départ s'ajoute donc celui de la captation du maximum de radiations à l'arrivée. On a calculé que si, pour établir une communication déterminée, il faut disposer d'une puissance de 10.000 watts avec deux antennes ordinaires, cette puissance est réduite à 280 avec une antenne émettrice à réflecteur et une antenne réceptrice ordinaire. Ce chiffre tombe à 7,5 watts par l'emploi de deux antennes, émettrice et réceptrice, à réflecteur.

D'autre part, si nous n'assistons pas encore, par ce procédé, à la réalisation du secret absolu des communications, il n'en constitue pas moins la première étape. Ainsi, les messages émis d'Angleterre ne peuvent être reçus au Canada que par les postes situés sur une bande de 50 kilomètres de largeur. En dehors de cette zone, les postes n'entendent rien. De plus, les faisceaux hertiens peuvent se croiser sans n'importe quel angle sans provoquer de brouillages. Le nombre de stations pouvant « travailler » en même temps sans se gêner devient presque infini. Il n'est donc pas défendu de prévoir que, dans un avenir plus ou moins éloigné, chacun de nous pourra disposer d'un poste émetteur que nous pourrions orienter dans la direction du correspondant de notre choix. La véritable téléphonie sans fil sera née. J. M.

CHEZ LES ÉDITEURS

ASTRONOMIE

DESCRIPTION DU CIEL, par *André Darjon*. 1 vol. in-4, 80 p., 59 planches.

Ouvrage clair qui contient toutes les connaissances actuelles en astronomie physique, notamment la physique des étoiles et des nébuleuses dont on ne connaît pas suffisamment le développement.

COLONIES

LES PÊCHES MARITIMES EN ALGÉRIE, par *A. Gruvel*. 1 vol. in-8 avec 18 planches.

Cet ouvrage, illustré de nombreux dessins et planches, suivi d'un index bibliographique détaillé, est une sérieuse contribution à la mise en valeur de nos colonies, indiquant les caractères spéciaux des richesses marines de la côte algérienne avec leurs possibilités d'exploitation.

FORCE MOTRICE

LES MOTEURS, par *Lucien Fournier*. 1 vol. 64 p., nombreuses illustrations.

Tout ce qui a trait aux moteurs, quel que soit leur genre, est exposé ici d'une façon très claire qui permet à tous de se rendre compte de l'état actuel de l'industrie des moteurs.

HISTOIRE NATURELLE

LES POISSONS ET LE MONDE VIVANT DES EAUX, par le *D^r Louis Roule*. (Tome I : Les formes et les attitudes), 1 vol. 355 p. in-8 raisin, 50 dessins et 16 planches en trichromie, d'après les aquarelles d'Angel.

Dans cet ouvrage, M. Roule s'est efforcé et a réussi à rendre attrayante l'étude, souvent fastidieuse, des poissons. C'est sous une forme facile et amusante que M. Roule passe en revue tous les poissons connus, des plus simples aux plus bizarres.

LES MÉTAMORPHOSES DES ANIMAUX MARINS, par le *D^r L. Joubin*. 1 vol. in-18, 226 p., 71 fig.

Ce livre contient un exposé très clair de ce que l'on sait actuellement des curieuses évolutions des habitants de l'océan depuis leur naissance jusqu'à l'individu complet.

LA MACHINE HUMAINE ENSEIGNÉE PAR LA MACHINE AUTOMOBILE, par le *D^r L. Chauvois*. 1 vol. in-8 de 180 p., 28 fig.

Curieux rapprochement entre les organes de l'automobile et ceux du corps humain, cet ouvrage constitue un moyen d'enseignement original et aisé.

LES SOCIÉTÉS D'INSECTES, par *W. Morton Wheeler*. 1 vol. in-16 de 472 p., 61 fig.

L'auteur, se basant sur les connaissances acquises sur les insectes, met à la portée de tous l'étude de l'origine et de l'évolution des sociétés d'insectes.

PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE

LA LUMIÈRE ET LES RADIATIONS INVISIBLES, par *A. Boutaric*. 1 vol., 281 p. avec figures.

L'explication des phénomènes lumineux a donné lieu à plusieurs hypothèses. M. Boutaric, après avoir rappelé ces hypothèses, puis la théo-

rie électromagnétique de Maxwell, la théorie électronique de Lorentz, la théorie des quanta, étudie les diverses radiations, la production de la lumière, les spectres des différentes sources lumineuses, le mécanisme de l'émission lumineuse, etc.

PHYSIQUE

L'ÉLECTRON, par *Robert Andrews Millikan*, traduit par *Adolphe Lepape*. 1 vol. in-16.

L'auteur a exposé sous une forme simple tout le développement de la physique étudiée ces dernières années.

LES RÉSERVES D'ÉNERGIE, par *M. Rigaud*. 1 vol. in-8, 295 p. avec figures.

Dans cet ouvrage, appuyé sur une abondante documentation, l'auteur examine successivement les grandes réserves d'énergie : énergie cinétique et énergie interne du globe terrestre, énergie rayonnée par le soleil, qui, jusqu'à présent, ne sont que des réserves d'avenir, la houille blanche, le vent, la forêt, la tourbière, etc.

T. S. F.

COURS ÉLÉMENTAIRE DE TÉLÉGRAPHIE ET DE TÉLÉPHONIE SANS FIL, par *M. Veaux* (Livre I : Étude théorique des phénomènes mis en jeu dans les appareils récepteurs et émetteurs). 1 vol. 389 p., 324 fig.

Ce premier volume du cours de M. Veaux, qui en comprendra trois, renferme les notions théoriques indispensables en vue de la construction. Un grand nombre d'applications simples familiarisent le lecteur avec l'ordre de grandeur des phénomènes mis en jeu.

LA T. S. F. ET LES PHÉNOMÈNES RADIOÉLECTRIQUES EXPLIQUÉS SANS FORMULES, par *J. d'Anselme*.

Cet excellent ouvrage de vulgarisation, exposé très clair des différents phénomènes qui interviennent en T. S. F., permettra à tout amateur d'acquérir facilement les notions indispensables, aussi bien en électricité générale qu'en radiotélégraphie, pour comprendre ce qui se passe dans les appareils.

AIDE-MÉMOIRE DU RADIO-CLUB DE FRANCE, par *A. Givélet*. 1 vol. 190 p., illustrations.

Ce volume contient toutes les données pratiques relatives à la T. S. F. : appareils, mesures, schémas, partie législative.

CONSTRUISEZ DONC VOUS-MÊME VOTRE POSTE DE TÉLÉPHONIE SANS FIL, par l'abbé *Th. Moreux*. 1 vol. in-16, 240 p., 120 fig.

LIVRES REÇUS

LA DÉTERMINATION CALORIMÉTRIQUE DE LA CONCENTRATION DES IONS HYDROGÈNE, par *L. M. Kolthoff*, traduit par *Edmond Vellinger*. 1 vol. in-8, 250 p.

TRAITÉ DE VOILURE, par *Stanislas Millot*. 1 vol. in-8 avec planches et figures.

LE JEUNE MÉCANO, petits travaux de mécanique et d'électricité, par *Henry de Graffigny*. 1 vol. 273 pages avec illustrations.

A TRAVERS LES REVUES

CARBURANTS

L'ALCOOL INDUSTRIEL TIRÉ DE L'AGAVE PEUT CONTRIBUER A LA RÉALISATION DU CARBURANT NATIONAL, *par Baccino*.

Pour suppléer à l'insuffisance de carburant dont la France souffre, on cherche actuellement à réaliser la traction automobile, soit par accumulateurs, soit par gazogènes, soit par la vapeur, soit par l'acétylène, soit par la naphthaline, soit par le mazout, soit par huiles végétales. On a montré également tout le parti que l'on peut tirer de l'alcool pour obtenir un carburant national. Malheureusement, notre production en alcool est nettement insuffisante et elle est absorbée en grande partie par la consommation.

Il est cependant une nouvelle culture, celle de l'agave, qui pourrait se développer sur des terrains laissés incultes jusqu'ici et qui serait susceptible de résoudre le problème. L'agave, que l'on rencontre en Algérie, Tunisie, Maroc, etc., croît aussi sur notre littoral méditerranéen, et certaines zones arides de cette région pourraient être plantées en agave, ainsi que la Corse. Un hectare de terrain peut contenir environ deux mille pieds d'agave. Cette culture est simple et peu coûteuse. On pourrait ainsi produire 25 hectolitres, par an et par hectare, d'alcool à 99°. L'auteur signale que 100.000 hectares pourraient être ainsi utilisés, ce qui porterait la production d'alcool à 2.500.000 hectolitres d'alcool.

M. Baccino montre ensuite les avantages de cette culture et les essais qui pourraient être entrepris.

« *Arts et Métiers* » (n° 73).

CHEMINS DE FER

LES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES QUE L'ON PEUT ATTENDRE DE L'EMPLOI DES AUTOMOTRICES SUR LES GRANDS RÉSEAUX, *par J. Maincent*.

Après avoir montré comment les automobiles concurrencent les chemins de fer, comment les réseaux secondaires ont déjà employé des automotrices à essence (notamment la Compagnie des Tramways des Deux-Sèvres) et les résultats obtenus, l'auteur indique les difficultés d'utilisation des automotrices sur les grands réseaux, difficilement compatible avec les conditions actuelles d'exploitation : petit nombre de places, petite vitesse qui exige la circulation de trains spéciaux, accroissement de la consommation en carburant cher. Cependant des arguments sérieux permettent de répondre à ces objections.

M. Maincent étudie ensuite comment on peut concevoir les automotrices et leurs remorques, et montre les économies que leur emploi permettrait de réaliser.

« *Les Chemins de fer et les Tramways* » (17^e année, n° 11).

COMBUSTIBLES

EXPLOITATION ET UTILISATIONS RATIONNELLES DES LIGNITES, *par Edmond Marcotte*.

Le manque de combustibles solides ou liquides en France a mis en valeur les combustibles

pauvres, tels que les lignites, dont on trouve, en France, de nombreux gisements.

L'Allemagne utilise déjà ses lignites, car du charbon, qu'elle possède cependant en grande quantité, elle préfère extraire des sous-produits de valeur, excellents articles d'exportation. Dans le bassin de Cologne, notamment, les lignites sont très abondants et à faible profondeur. Au moyen d'un matériel considérable, on les transforme en briquettes de 4.500 calories environ.

M. Marcotte décrit, dans cet article, un type d'installation pour l'exploitation et le traitement du lignite rhénan, puis la pyrogénéation des lignites en Allemagne, pour en extraire les gaz qu'ils contiennent parfois en grande quantité, les conditions d'une pyrogénéation rationnelle ; il indique quels bénéfices probables on peut tirer d'une usine à carbonisation, les objections soulevées ; l'utilisation des sous-produits est également étudiée ; enfin, la situation des gisements français, l'organisation pour la production, le transport et la vente des dérivés terminent cet article.

« *Chaleur et Industrie* » (n° 80).

LA STRUCTURE MICROSCOPIQUE ET MACROSCOPIQUE DE LA HOUILLE, *par André Duparque*.

L'étude microscopique de la houille peut être abordée aujourd'hui par la méthode métallographique (examen en lumière réfléchie) dans des conditions plus favorables que ne le permettait, jusqu'ici, la méthode des lames minces (examen par transparence) ordinairement employée. En modifiant les procédés utilisés antérieurement dans la préparation des surfaces polies destinées à l'examen en lumière réfléchie, l'auteur a pu perfectionner la méthode et il l'a appliquée à l'étude des charbons du bassin houiller du Nord de la France. Il étudie successivement, dans cet article, la structure et la composition microscopique et macroscopique de la houille, son origine et son mode de formation.

« *Revue de l'Industrie minière* » (n° 142).

ÉLECTRICITÉ

UTILISATION DES FOURS ÉLECTRIQUES A RADIATION DIRECTE DANS L'INDUSTRIE DE L'ALIMENTATION, *par A. Villeneuve*.

Le développement méthodique des applications de l'électricité ne peut être assuré que par une entente de tous les intéressés, qui, en l'espèce, sont l'abonné, le distributeur, le producteur d'énergie et le constructeur de matériel électrique. Pour coordonner les efforts, il y a donc lieu d'étudier, d'une façon pratique, les diverses applications de l'électricité. Dans cet article, l'auteur rend précisément compte des résultats obtenus dans une enquête relative à l'application du four électrique dans l'industrie de l'alimentation. Dans une première partie, il montre les progrès réalisés dans la construction de ces appareils, qui sont maintenant au point et assurent le service qui leur est demandé dans des conditions satisfaisantes. Passant aux applica-

tions, M. Villeneuve étudie surtout le cas d'une charcuterie parisienne, où les résultats obtenus montrent les avantages de l'énergie électrique, grâce au tarif de nuit. Le four électrique est propre et peu encombrant, la chaleur rayonnée est très faible ; les étages de cuisson sont presque complètement indépendants ; le contrôle de l'opération est aisé ; aucune main-d'œuvre n'est nécessaire ; les produits obtenus sont d'excellente qualité ; la perte en poids à la cuisson est faible : tels sont les principaux avantages de ces appareils modernes.

« *Revue Générale d'Electricité* » (tome XX, n° 24).

MÉTALLURGIE

LE MATÉRIEL MODERNE DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES.

Notre excellent confrère la *Technique moderne* vient de consacrer un numéro spécial à l'industrie métallurgique, où sont exposés les progrès de l'outillage métallurgique dans une série d'articles fort intéressants : procédés de manutention modernes en métallurgie ; les fours modernes de la métallurgie des métaux autres que le fer ; les progrès de l'épuration des gaz métallurgiques ; les progrès récents en fonderie ; l'équipement moderne des ateliers de traitements thermiques ; le travail des métaux à chaud et la commande électrique des trains de laminaires ; les nouveautés dans le travail à froid ; l'utilisation de l'énergie dans les usines métallurgiques : telles sont les différentes études contenues dans ce numéro.

On y trouve, en outre, une description des principaux appareils et des plus récentes installations réalisées dans le matériel moderne des usines métallurgiques.

« *La Technique moderne* » (18^e année, n° 23).

PHOTOGRAPHIE

ÉTUDE ET MESURE DU HALO, par R. Mauge.

Le halo que les amateurs constatent assez souvent sur leurs clichés photographiques est dû à deux phénomènes : d'une part, à l'irradiation ou diffusion de la lumière dans la couche d'émulsion, d'autre part, à la réflexion sur la face postérieure du support d'émulsion.

Dans cet article, M. Mauge montre les effets produits par le halo, il indique le dispositif qu'il a employé pour l'étudier, les caractéristiques de ce halo suivant les plaques employées.

« *La Photo pour tous* » (n° 36).

TRACTION ÉLECTRIQUE

ÉTAT ACTUEL DE LA TRACTION ÉLECTRIQUE PAR ACCUMULATEURS EN FRANCE, par M. A. Maureau.

La traction électrique par accumulateurs est née en France, avant 1900, et des concours furent organisés pour favoriser son développement. Malheureusement la technique de l'accumulateur électrique marchant lentement, tandis que le moteur à essence faisait, au contraire, des progrès rapides, ce premier essor fut vite arrêté.

Cependant, on ne doit pas conclure immédiatement que le moteur à essence a tué définitivement l'automobile électrique. A l'étranger (Etats-Unis, Allemagne, Italie, Angleterre), la question a, en effet, été reprise. Pour que ce mode de traction puisse être employé avec succès, il faut : que la partie mécanique soit adaptée à la partie électrique, accumulateurs compris ; qu'on limite les exploitations aux possibilités pratiques et économiques du véhicule électrique.

« *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale* » (125^e année, n° 10).

La Direction de la Revue informe ses abonnés que ceux d'entre eux qui lui ont adressé leur souscription pour 1927 au prix indiqué dans son fascicule de décembre, auront leur abonnement prolongé de trois numéros, la majoration qui avait été prévue n'ayant pas été appliquée.

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 :

Australie, Bolivie, Brésil, Canada, Chine, Danemark, Dantzig, République Dominicaine, États-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guatemala, Guyane, Honduras, Îles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie, Japon, Nicaragua, Norvège, Palestine, Pérou, Rhodésie, Siam, Suède, Suisse.

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.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien JOSSE.

Paris. — Imp. HÉMER, 18, rue d'Enghien.