

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. 118. Avril 1927
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1927
Collation	1 vol. (p.[263]-352) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 118
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.118

LA SCIENCE ET LA VIE



INSTITUT DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE PAR CORRESPONDANCE

DE

l'Ecole du Génie Civil

(23^e année) 152, avenue de Wagram, PARIS-17^e (23^e année)

Les prix comprennent la fourniture des cours, des devoirs et leur correction

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

DIPLOMES D'APPRENTIS ET OUVRIERS

Arithmétique, géométrie, algèbre (Notions). — Dessin graphique. — Technologie de l'atelier. — Ajustage.
Prix de cette préparation 185 fr.

DESSINATEURS ET CONTREMAÎTRES D'ATELIER

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie pratique. — Notions de physique et de mécanique. — Éléments de construction mécanique. — Croquis coté et dessin industriel. — Technologie.
Prix de la préparation 325 fr.

CHEFS D'ATELIER ET CHEFS DE BUREAU DE DESSIN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Trigonométrie. — Physique. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Construction mécanique. — Outillage et machines-outils. — Croquis coté et dessin industriel.
Prix de la préparation 600 fr.

SOUS-INGÉNIEURS DESSINATEURS ET SOUS-INGÉNIEURS D'ATELIER

Compléments d'algèbre et de géométrie, de résistance des matériaux, de construction mécanique. — Cinématique appliquée. — Règle à calcul. — Électricité industrielle. — Machines et moteurs.
Prix de cette préparation 800 fr.

INGÉNIEURS DESSINATEURS ET INGÉNIEURS D'ATELIER

Éléments d'algèbre supérieure. — Mécanique théorique. — Mécanique appliquée. — Résistance des matériaux. — Usinage moderne. — Construction mécanique. — Règle à calcul. — Construction et projets de machines-outils. — Machines motrices. — Croquis coté. — Dessin industriel. — Électricité.
Prix de la préparation 1.250 fr.

DIPLOME SUPÉRIEUR

Préparation ci-dessus avec, en plus : Calcul différentiel. — Calcul intégral. — Géométrie analytique. — Mécanique rationnelle. — Résistance des matériaux. — Physique industrielle. — Chimie industrielle. — Géométrie descriptive.
Prix de ce complément 600 fr.

MACHINES THERMIQUES ET USINES GÉNÉRATRICES

APPRENTIS ET OUVRIERS

Arithmétique, géométrie, algèbre (Notions). — Dessin graphique. — Notions de moteurs industriels.
Prix de la préparation par correspondance 185 fr.

DESSINATEURS OU CONTREMAÎTRES MÉCANICIENS

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Algèbre pratique. — Notions de physique et mécanique. — Croquis et dessin. — Technologie de l'atelier. — Réglementation des appareils à vapeur. — Machines industrielles.
Prix de la préparation par correspondance 325 fr.

CHEFS MONTEURS OU CHEFS MÉCANICIENS

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Physique. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Constructions mécaniques. — Croquis coté et dessin. — Réglementation. — Machines et moteurs industriels. — Régulation des machines. — Technologie.
Prix de la préparation par correspondance 600 fr.

SOUS-INGÉNIEURS MÉCANICIENS

Compléments d'algèbre et de géométrie, de résistance des matériaux, de construction mécanique. — Électricité. — Chauffage rationnelle. — Cours supérieur de régulation. — Projets de chaudières.
Prix de la préparation par correspondance 800 fr.

INGÉNIEURS MÉCANICIENS

Éléments d'algèbre supérieure. — Complément de physique. — Mécanique théorique. — Machines et moteurs à vapeur, pétrole et gaz. — Croquis et dessin. — Technologie et machines-outils. — Chauffage rationnelle. — Réglementation. — Construction de machines thermiques. — Projets. — Électricité.
Prix de la préparation 1.250 fr.

DIPLOME SUPÉRIEUR D'INGÉNIEUR

Les candidats au diplôme doivent avoir suivi la préparation précédente ou en avoir été dispensés.
Calcul différentiel. — Calcul intégral. — Géométrie analytique. — Mécanique rationnelle. — Résistance des matériaux. — Physique industrielle. — Chimie industrielle. — Thermodynamique. — Construction d'usines.
Prix de la préparation 600 fr.

COURS SUR PLACE

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, 152, avenue de Wagram, Paris, répondra par lettre à toute demande complémentaire accompagnée d'un timbre pour la réponse.

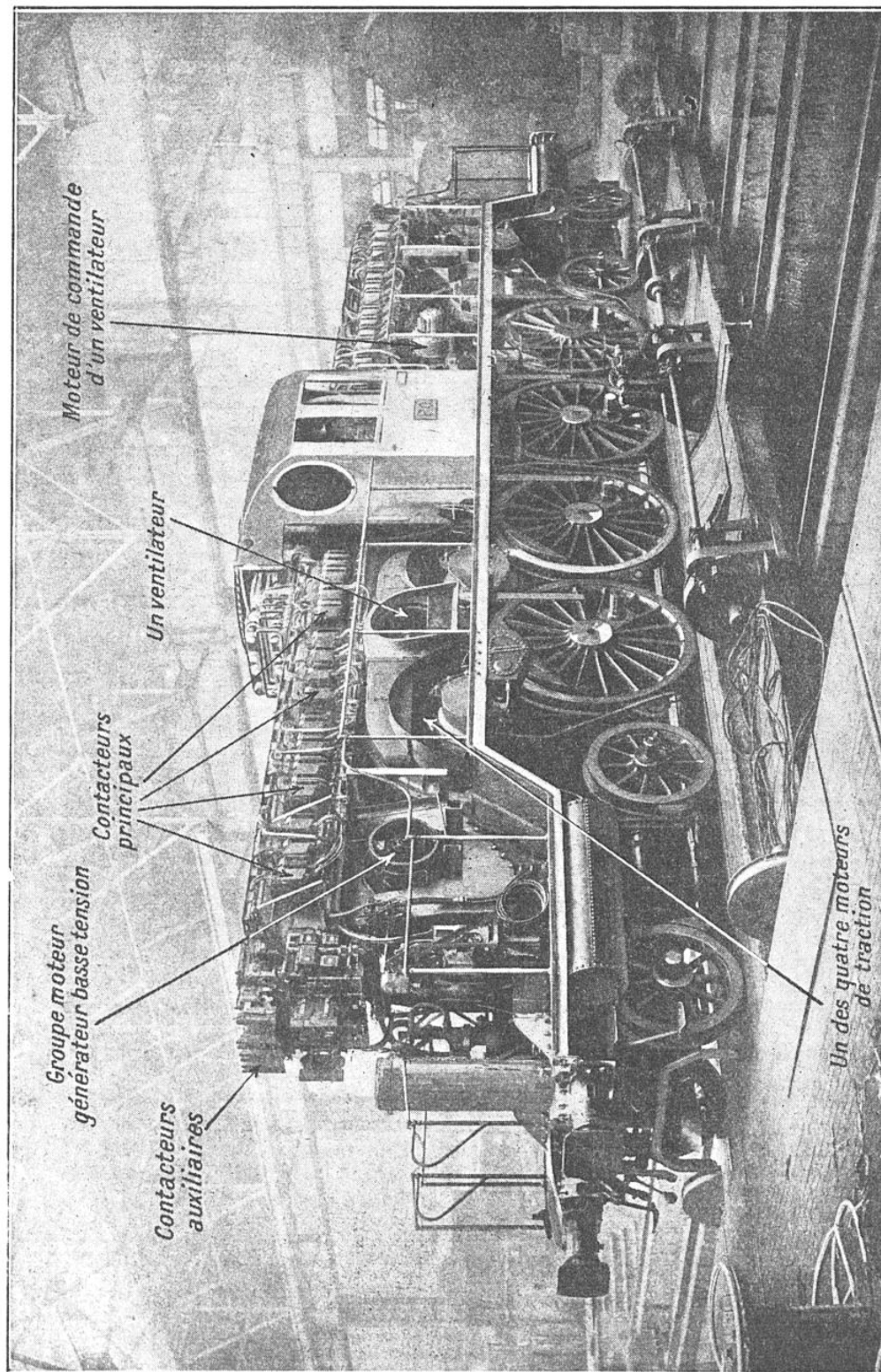
Les prix indiqués sont pour le paiement par mois. — En payant au comptant, il est fait une réduction de 20 0/0.

Le problème de l'électrification des chemins de fer français.. .. .	H. Parodi.. .. . 265 Ingénieur-conseil de la C ^{ie} d'Orléans, directeur hono- raire des services de l'élec- trification.
Où en est l'aviation italienne ?	Général A. Niessel. 279
La constitution électrique de la matière.	M. B. 288
Qu'est-ce que l'électricité ? Qu'est-ce que le magnétisme ?	Marcel Boll. 289 Professeur agrégé de l'Uni- versité, docteur ès sciences.
Comment fonctionne la première ligne radiophonique entre l'Europe et l'Amérique	Jean Labadié.. .. . 301
Le XX ^e siècle est l'âge du caoutchouc	André Boll. 306
Comment protéger Paris contre les inondations ?	Pierre Arvers. 313
La radiophonie française a enfin son statut. (Conver- sation avec M. Émile Girardeau, président d'honneur du Syndicat professionnel des industries radioélec- triques), rapportée par	Pierre Chanlalne.. .. . 319
La bakélite est un produit de synthèse qui donne lieu à des applications aussi nombreuses que variées.. .. .	Claude Chlmy. 323
L'automobile et la vie moderne	A. Caputo. 331
La T. S. F. et la vie	Joseph Roussel 337
La T. S. F. et les constructeurs	J. M. 340
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor.. .. . 343
La réparation d'une statuette antique par l'électrolyse ..	A. Gradenwitz 347
On peut téléphoner et télégraphier simultanément sur un même circuit.	L. F. 348
La taylorisation de la comptabilité.	Jean Caël.. .. . 349
A travers les Revues.	S. et V. 351

Dans le prochain numéro de LA SCIENCE ET LA VIE le lecteur trouvera un ensemble d'études descriptives et pratiques concernant les nouveautés industrielles à la Foire de Paris (mai 1927). Ces articles originaux passent méthodiquement en revue toutes les branches de la production et intéressent, par conséquent, les exposants comme les visiteurs.

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), conférence qui clôturera la série 1926-1927, aura lieu le lundi 11 avril, à 21 heures. Elle sera faite par M. George Le Fèvre, qui traitera le sujet suivant : L'épopée du caoutchouc.

La couverture du présent Numéro représente la puissante locomotive électrique de la Compagnie d'Orléans qui a emmené, à une vitesse moyenne de 103 kilomètres à l'heure, le train d'inauguration de la ligne Paris-Vierzon. (Voir l'article sur l'électrification des chemins de fer français, à la page 265.)



LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE À GRANDE VITESSE DE LA COMPAGNIE DE CHEMINS DE FER PARIS-ORLÉANS. ON DISTINGUE UN DES QUATRE MOTEURS DE TRACTION, DONT LE REFROIDISSEMENT EST ASSURÉ PAR DEUX VENTILATEURS, ET LES ORGANES PRINCIPAUX DE L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE. LA MACHINE COMPLÈTE EST REPRÉSENTÉE SUR LA COUVERTURE DE CE NUMÉRO

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, Avril 1927. - R. C. Seine 116.544

Tome XXXI

Avril 1927

Numéro 118

LE PROBLÈME DE L'ÉLECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS

Comment l'envisager après la mise en marche, sur la ligne Paris-Vierzon, du train le plus rapide du monde

Par H. PARODI

INGÉNIEUR-CONSEIL DE LA COMPAGNIE D'ORLÉANS
DIRECTEUR HONORAIRE DES SERVICES DE L'ÉLECTRIFICATION

Le grand public ignore, sans doute, que, grâce à l'électrification de nos voies ferrées, les chemins de fer français vont réaliser de nouveaux progrès dans le domaine de leur exploitation. En effet, la mise en service récente de la ligne Paris-Vierzon a permis à la Compagnie du P.-O. d'enregistrer le record du monde de vitesse, sur un parcours de 204 kilomètres environ, accompli en 1 h 57', soit à une vitesse commerciale de 103 kilomètres à l'heure! Et cela, sans dépasser à aucun moment 120 kilomètres, maximum de vitesse autorisé. Le train de voyageurs ainsi remorqué pesait 400 tonnes. Ces chiffres suffisent à démontrer la grandeur de l'œuvre accomplie. Mais le problème de l'électrification des chemins de fer est lié étroitement à celui de l'électrification générale de la France, en utilisant toutes ses ressources d'énergie pour l'obtention de la puissance électrique dans les meilleures conditions de production économique et de rendement dans l'application. C'est toute la politique d'approvisionnement de notre pays en combustibles qui change d'aspect. La Science et la Vie a suivi, au jour le jour, les phases de cette évolution et se propose d'en exposer ultérieurement les projets, soit en voie d'exécution, soit en voie d'élaboration. Il appartient à l'un des plus éminents techniciens de l'électrification ferroviaire, M. Parodi, qui a attaché son nom à la traction électrique sur l'un des grands réseaux français, de présenter ici cette question de réelle actualité : l'électrification des chemins de fer français.

La mise en service de la ligne électrifiée Paris-Vierzon marque une étape décisive dans l'électrification

L'INAUGURATION officielle qui vient d'être faite de la traction électrique à courant continu 1.500 volts, sur une ligne aussi importante et aussi longue que celle de Paris à Orléans et Vierzon, marque une date dans l'histoire des chemins de fer. C'est la première fois, en effet, que sont résolus électriquement et dans toute leur généralité les problèmes qui se posent dans une

exploitation moderne de chemin de fer à grand trafic et à grande vitesse.

Sur la section de Paris à Orléans et Vierzon circulent des trains qui sont partout cités parmi les plus rapides du monde et, sur les quatre voies aboutissant à Paris, arrivent ou partent, chaque jour, près de 400 trains de toutes natures.

Le tonnage remorqué annuellement dans la section Paris-Orléans dépasse 26 millions de tonnes en moyenne sur la distance entière et il atteint 40 millions de tonnes dans la partie la plus chargée.

Dès maintenant, sur un parcours de 24.000 kilomètres de trains effectué chaque jour sur les voies comprises entre Paris et Vierzon, plus de 14.000 kilomètres sont effectués par des trains remorqués électriquement, en utilisant l'énergie fournie non seulement par les usines thermiques de la région parisienne, mais encore et surtout par l'usine hydraulique d'Eguzon, aménagée sur la Creuse et située à 300 kilomètres de Paris. La dépense d'énergie pour le seul service de traction dépasse, dès maintenant, 4.600.000 kilowatts-heure par mois; elle croît de mois en mois, au fur et à mesure de la mise en service de nouvelles locomotives. Ce succès confirme et complète celui déjà remporté par la Compagnie du chemin de fer



CARTE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRIFICATION DES RÉSEAUX DE CHEMINS DE FER FRANÇAIS

du Midi dans des conditions également fort difficiles, mais totalement différentes en ce qui concerne l'intensité du trafic.

Où en est, actuellement, l'électrification des réseaux français ?

L'œuvre que les Compagnies d'Orléans et du Midi ont réalisée avec une rapidité qui mérite d'être signalée n'est pas seulement remarquable au point de vue technique, elle est surtout intéressante au point de vue économique, car elle constitue une des manifestations les plus éclatantes de la volonté de l'industrie française de ga-

gner la paix comme elle a aidé à gagner la guerre.

Toutes les nations de l'Europe soutiennent depuis huit ans une lutte financière aussi

PAYS	LONGUEUR DE LIGNE ÉQUIPÉE ÉLECTRIQUEMENT	LONGUEUR DE VOIES PRINCIPALES ÉQUIPÉES ÉLECTRIQUEMENT	LONGUEUR TOTALE DU RÉSEAU	LONGUEUR DE LIGNE ÉQUIPÉE ÉLECTRIQUEMENT EN % DE LA LONGUEUR TOTALE
Allemagne	944	1.515	51.324	1,8 %
Autriche	320	331	5.047	6,3
Italie	855	1.355	14.985	5,7
Norvège	125	237	3.042	4,1
Suède	449	449	5.561	8,0
Suisse	955	1.660	1.855	51,2

TABEAU DU DÉVELOPPEMENT DE LA TRACTION ÉLECTRIQUE A L'ÉTRANGER

ture, aussi longue et aussi angoissante que la guerre elle-même, et elles s'efforcent toutes d'assurer, par des moyens à peu près semblables, leur indépendance économique. Le développement intensif de l'outillage national est l'un des moyens les plus efficaces d'atteindre ce but, en créant des sources de richesses en temps de paix et en préparant la défense du territoire en temps de guerre. Si tous les pays d'Europe ont maintenant compris cette nécessité de l'heure, il faut bien reconnaître que l'Allemagne, l'Autriche, la Norvège, la Suède, l'Italie et surtout la Suisse, ont fait un effort considérable pour développer cet outillage national par l'électrification.

Fin 1925, la traction électrique atteignait, dans ces divers pays, le développement indiqué dans le tableau de la page précédente.

En France, aussi, de très vastes projets ont été élaborés, mais seulement un petit nombre d'entre eux ont été partiellement réalisés, bien que, dans la plupart des cas, l'intérêt national et les intérêts particuliers fussent en complète concordance. C'est cette timidité ambiante qui donne un prix tout par-



M. H. PARODI

ticulier à l'audace et à l'énergie déployées par certaines compagnies de chemins de fer français pour mener à bien une œuvre d'intérêt national malgré les difficultés financières du moment. La Compagnie du Midi

avait en service, fin 1926, près de 500 kilomètres de lignes électrifiées en courant continu 1.500 volts (environ 900 kilomètres de voies principales) et la Compagnie d'Orléans, plus de 230 kilomètres de ligne (environ 650 kilomètres de voies principales) (1). L'économie annuelle de charbon réalisée sur ces deux réseaux par l'utilisation systématique de la houille blanche pour la remorque de leurs trains sera de l'ordre de 70.000 tonnes pour le Midi et de 200.000 tonnes à 250.000 tonnes (2) pour l'Orléans : cette différence entre les valeurs de l'économie réalisée tient uniquement à ce fait que l'intensité du trafic sur les lignes du réseau d'Orléans partant de Paris est de six à sept fois plus élevée, en

moyenne, que le trafic des lignes allant de Toulouse à Pau et à Dax. La dépense d'énergie annuelle sur le réseau du Midi est de l'ordre de 33 millions de kilowatts-heure à l'entrée des sous-stations ; elle atteindra

(1) Les lignes électrifiées du réseau du Midi en service sont les suivantes :

	Longueur de route	Longueur de voie
La ligne à voie double de Dax à Toulouse	301	602
— — simple de Montrejean à Luchon	35	35
— — simple de Lannemezan à Arreau	25	25
— — simple de Tarbes à Bagnères-de-Bigorre	22	22
— — simple de Lourdes à Pierrefitte	21	21
— — double de Dax à Hendaye	87	174
— — simple de la Négresse à Biarritz	3	3
Totaux	494	882

Sur la dernière ligne, de Dax à Hendaye, les premiers trains électriques ont commencé à circuler en novembre 1926. Dans le courant de 1927, la traction électrique sera mise en service sur la totalité de la ligne de Bordeaux à Hendaye et sur celle de Lamotte à Arcachon ; la longueur de la ligne électrifiée sera ainsi portée à 650 kilomètres et celle des voies principales équipées à 1.200 kilomètres.

Les lignes électrifiées du réseau d'Orléans en service sont :

La ligne à voie quadruple de Paris à Étampes	65	260
— — double (triple sur presque toute sa longueur) d'Étampes à Orléans ..	60	180
— — double d'Étampes à Vierzon	80	160
— — double de Choisy à Orly	3	6
— — double de Brétigny à Dourdan	24	48
Totaux	232	654
La ligne électrifiée du réseau P.-L.-M. en essai est la ligne à voie double de Culoz à Modane, de	134	268

(2) Suivant que l'on tient compte ou non du combustible brûlé dans les centrales thermiques d'appoint de la région parisienne.

probablement 50 millions en 1927. Sur le réseau d'Orléans, la consommation actuelle est de l'ordre de 55 millions de kilowatts-heure ; elle atteindra 110 à 120 millions de kilowatts-heure par an quand l'emploi de la traction à vapeur aura été entièrement supprimé sur la section de Paris à Vierzon.

L'économie de combustible impose l'électrification

C'est l'économie de combustible, que nous venons de chiffrer dans quelques cas particuliers, qui constitue un des éléments essentiels et un des objectifs principaux de l'électrification car, bien que riche en houillères, la France ne produit pas assez de charbon pour répondre à ses besoins toujours croissants en combustibles. Le déficit annuel, qui n'était que de 6 millions de tonnes en 1870, s'est élevé à 11 millions de tonnes en 1890, puis à 18 millions en 1910, pour atteindre 30 millions de tonnes en 1924. En 1925, après remise en état complet de nos mines du Nord, le déficit a un peu diminué, mais on peut quand même évaluer à 2 milliards et demi de francs le tribut que nous payons à nos voisins anglais et allemands pour importer, chaque année, une vingtaine de millions de tonnes de houille. Le seul remède à cette situation est d'utiliser systématiquement nos abondantes sources de houille blanche.

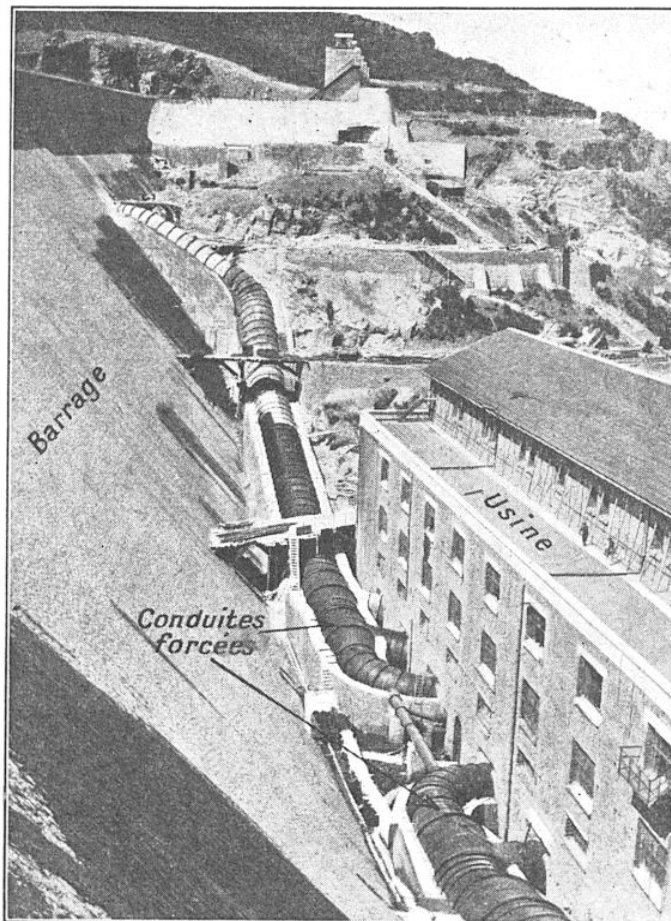
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 110.

La France n'utilise encore que 15 % de la puissance hydraulique dont elle peut disposer

Jusqu'à présent, on n'a guère utilisé, en France, que 15 % de la puissance hydraulique disponible, qui est évaluée, au total, à

6.500.000 kilowatts de puissance moyenne annuelle. Sur les 5 millions de kilowatts représentant la puissance installée, *globale*, de toutes les usines génératrices d'électricité de France, il n'y en a pas plus de 1.500.000 installés dans les usines hydrauliques : les 3.500.000 restant sont installés dans les centrales thermiques où l'on consomme des millions de tonnes de charbon par an. Il n'est pas étonnant, dans ces conditions, malgré la meilleure utilisation du matériel hydraulique, que, sur les 9 milliards de kilowatts-heure produits chaque année en France, il n'y en ait que 40 à 45 % d'ori-

gine hydraulique. Sur ce total de 1.500.000 kilowatts installés dans des centrales hydrauliques, les chemins de fer du Midi et de l'Orléans ont aménagé, à eux seuls, 195.000 kilowatts, soit plus de 10 % ; la Compagnie du Midi a construit, en effet, en une douzaine d'années, cinq usines hydrauliques (Soulom 1, Soulom 2, Eget, Miegebat, Hourat) représentant une puissance globale de 120.000 kilowatts ; et la Compagnie d'Orléans a construit, en cinq ans,



VUE DE LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE D'ÉGYZON, SUR LA CREUSE, DONT LA PUISSANCE ATTEINT 50.000 KILOWATTS (1)

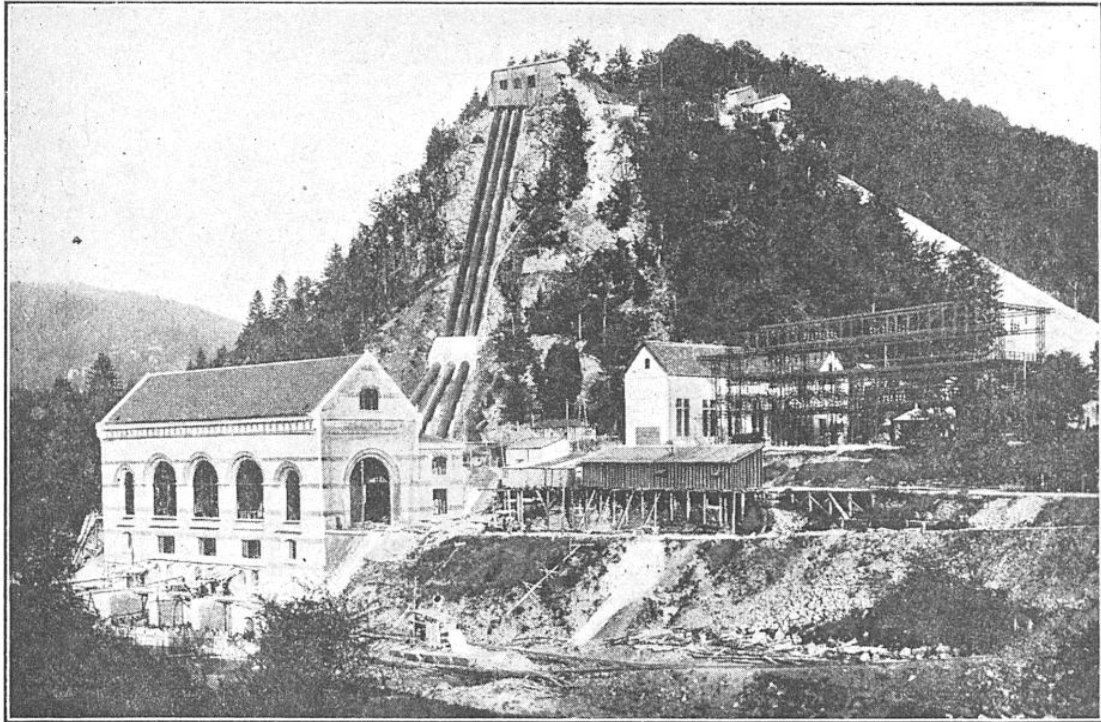
deux usines hydrauliques (Eguzon et Coindre) d'une puissance globale de 75.000 kilowatts. L'effort déjà fait est considérable et il sera vraisemblablement repris prochainement, malgré les difficultés financières du moment. Mais ce serait une erreur de croire que l'effort doit être limité aux chemins de fer.

Les réseaux de chemins de fer français, qui ne consomment guère qu'une dizaine de millions de tonnes de houille par an et qui dépensent, chaque année, de ce fait, près d'un milliard de francs, ne pourraient cepen-

naître. Un choix judicieux des lignes à électrifier doit permettre aux compagnies de chemins de fer de réaliser cette création, tout en obtenant une rémunération substantielle des capitaux engagés par réduction des dépenses de combustible et de personnel : personnel de conduite et personnel employé à l'entretien et aux réparations des machines.

Comment choisir les lignes à électrifier ?

Pour que la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur soit intéres-



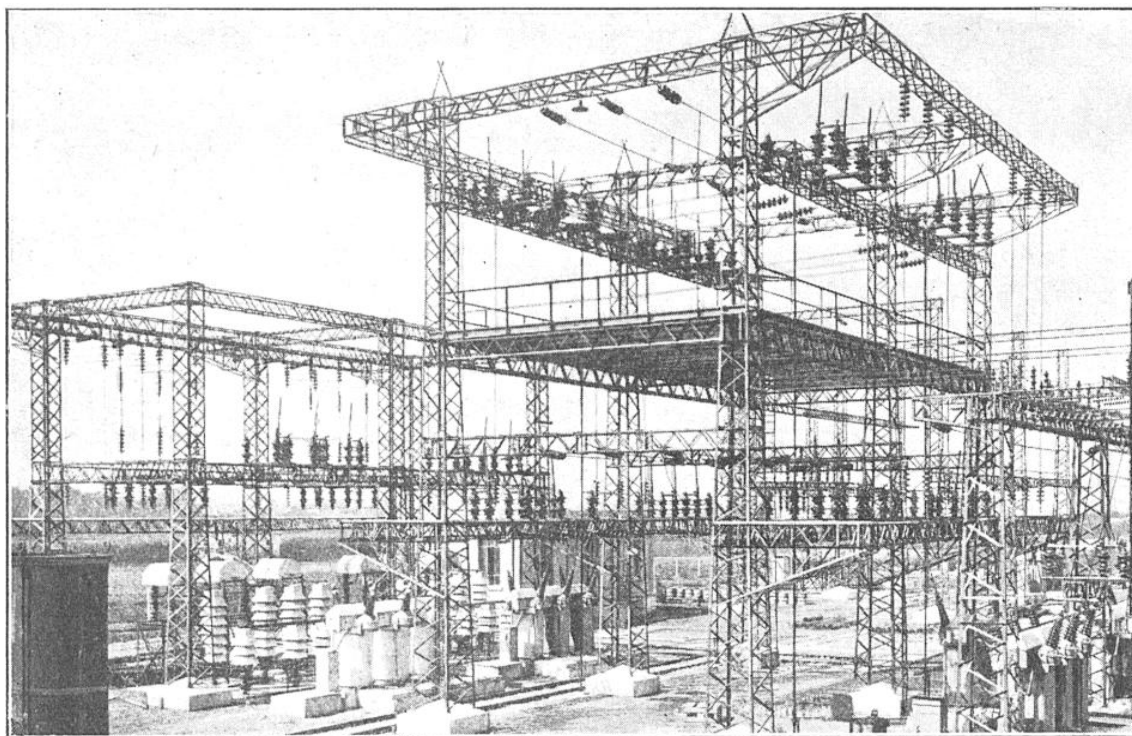
CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DE COINDRE (25.000 KILOWATTS)

dant pas, à eux seuls, même par une électrification généralisée et une utilisation exclusive de la houille blanche, combler le déficit en charbon du marché français. Ils ne peuvent, et cela paraît très beau, que remplir le rôle « d'animateur de l'électrification » des régions qu'ils desservent. En aménageant quelques chutes, en édifiant des lignes de transport à très haute tension et en absorbant, avec une utilisation extrêmement élevée (4.000 à 5.000 heures), une quantité d'énergie électrique importante, les chemins de fer peuvent créer l'armature de vastes réseaux de distribution, qui se développeront ensuite progressivement et naturellement dès que l'effort ferroviaire leur aura permis de

sante en elle-même sans faire état des recettes qui seront réalisées par les chemins de fer en tant que producteur ou transporteur d'énergie, il faut que le changement du mode de traction soit effectué sur des lignes ayant un trafic suffisant pour « payer l'électrification ».

Les lignes qui doivent être électrifiées les premières sont celles pour lesquelles la consommation annuelle de charbon par kilomètre de ligne dépasse une valeur limite déterminée, dépendant des conditions économiques du moment.

La carte page 266 donne pour les trois réseaux du Midi, du P.-L.-M. et de l'Orléans, les valeurs de la consommation de combus-



VUE GÉNÉRALE DU POSTE DE TRANSFORMATION DE CHEVILLY (PRÈS DE PARIS), OU S'EFFECTUE HYDROÉLECTRIQUES) ET LE RÉSEAU A 60.000 VOLTS TRANSPORTANT L'ÉNERGIE FOURNIE PAR FOID S'UN POSTE DE TRANSFORMATION EN PLEIN AIR (1) ET DE L'IN-

tibles pour l'année 1913. La hauteur du rectangle entourant chaque section de ligne est proportionnelle à la densité linéaire de consommation ; la surface des rectangles est à peu près proportionnelle à la consommation totale, la distance à vol d'oiseau entre villes limites de la section différant peu, en général, de la longueur réelle.

L'examen de cette carte montre que, bien que la ligne de Paris à Orléans soit de profil facile, la consommation moyenne de charbon y est fort élevée et de l'ordre de 1.500 tonnes par kilomètre et par an, alors que, pour l'ensemble de la ligne Paris-Brive, elle est de l'ordre de 600 tonnes. Pour le réseau du Midi, la consommation sur les lignes électrifiées est beaucoup plus faible ; sur la ligne Toulouse-Dax, elle est d'environ 150 tonnes ; elle descend au-dessous de 100 tonnes sur les embranchements.

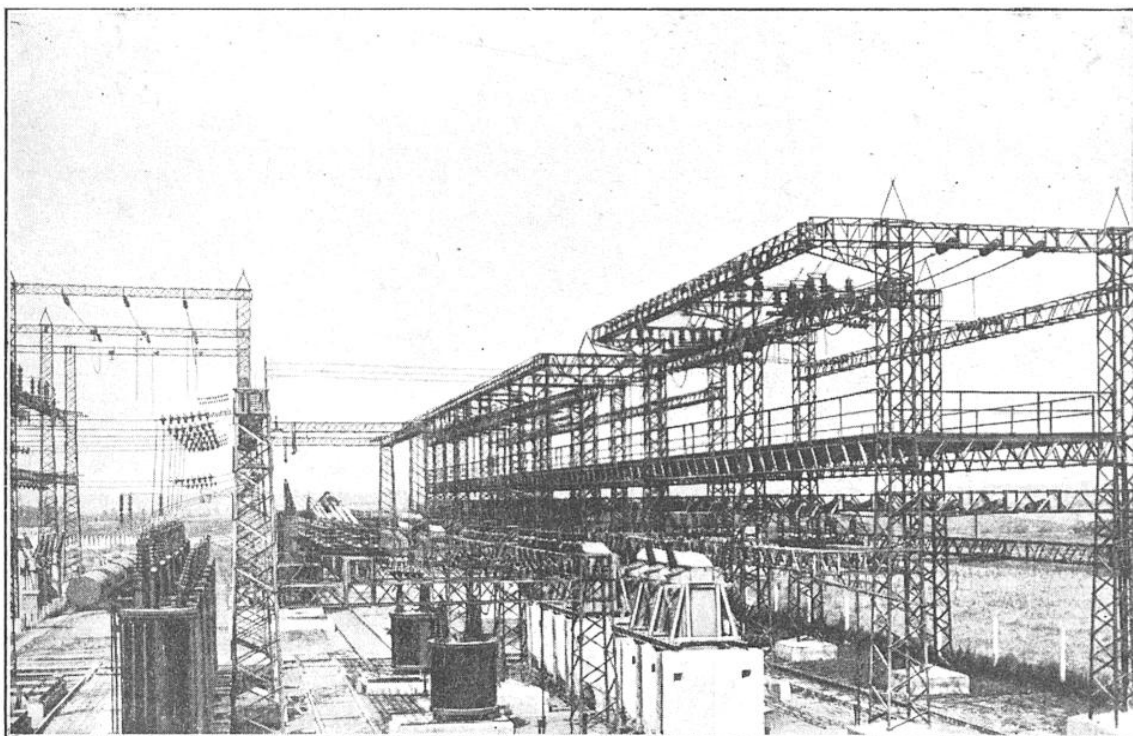
Autour de Paris, nous avons tracé un cercle dont la surface est proportionnelle à la quantité de charbon brûlée dans les usines thermiques de la région parisienne pour produire de l'énergie électrique en quantité suffi-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 115, page 17.

sante en vue de répondre aux besoins de la clientèle industrielle, force motrice et éclairage. La comparaison de la surface de ce cercle avec celle des rectangles tracés autour des lignes dont l'électrification est prévue ou réalisée, montre quel rôle capital joue l'amenée du courant d'origine hydraulique à Paris pour les réseaux de l'Orléans et du P.-L.-M.

Une coïncidence heureuse : c'est celle des tracés des grandes lignes de transport de force et des grandes lignes de chemins de fer

Il suffit de jeter un coup d'œil sur une carte de France pour se rendre compte que les grandes lignes de transport de force devant réunir les centres les plus importants de production d'énergie électrique aux grands centres de consommation, doivent avoir le même tracé général que les grandes lignes de chemins de fer. Il doit en être ainsi, non seulement parce que les grandes agglomérations sont des centres de consommation importants pour toutes les industries, mais encore parce que les grandes lignes de che-



LA LIAISON ENTRE LES RÉSEAUX AÉRIENS DE 90.000 ET 150.000 VOLTS DU P.-O. (CENTRALES LES CENTRALES THERMIQUES DE GENNEVILLIERS ET D'IVRY. C'EST LA UN BEL EXEMPLE A LA TERCONNECTION DE CENTRALES HYDRAULIQUES ET THERMIQUES

mins de fer suivent presque obligatoirement le chemin le plus facile.

Le centre le plus important de consommation de la France, qui est Paris, reçoit, dès maintenant, de l'énergie d'origine hydraulique par les lignes de transport de force de la Compagnie d'Orléans, suivant sensiblement la ligne de chemins de fer de Limoges à Paris ; Paris recevra un jour de l'énergie du Rhin ou du Rhône par des lignes de transmission à haute tension, suivant le tracé des chemins de fer de l'Est et du P.-L.-M., de Châlons ou de Dijon à Paris.

Ce qui est vrai pour Paris est encore vrai pour des villes comme Toulouse et Bordeaux qui sont alimentées, dès maintenant, en énergie électrique par les usines hydrauliques des Pyrénées.

L'unification des formes de courant et des systèmes de traction est indispensable pour permettre l'interconnexion des centrales électriques

Ces résultats n'ont pu être obtenus et ne pourront être généralisés dans l'avenir que

grâce à l'unification de la forme des courants produits dans les usines génératrices de force motrice, d'éclairage et de traction. L'interconnexion entre centrales de toutes natures peut alors être réalisée sans difficulté par l'intermédiaire d'un réseau unique de lignes de transport de force. Au moment où la question s'est posée, en France, de faire choix d'un système unifié de traction, la Compagnie des Chemins de fer du Midi avait déjà réalisé d'importantes installations de traction par courant alternatif monophasé, à fréquence spéciale ($16 \frac{2}{3} = \frac{50}{3}$ périodes par seconde) et le P.-L.-M. avait effectué de très intéressants essais de locomotives monophasées à la fréquence de $25 = \frac{50}{2}$ périodes par seconde.

Pourquoi on a choisi, en France, le courant continu

Malgré les préférences déjà manifestées, en France, par certains réseaux pour la traction monophasée, les avantages de l'unification ont paru suffisants pour justifier la transfor-

mation des installations monophasées déjà réalisées et faire adopter, finalement, par les chemins de fer d'intérêt général, pour la production et le transport de l'énergie, le courant alternatif triphasé de fréquence 50 et, pour l'utilisation dans les locomotives, le courant continu haute tension 1.500 ou 3.000 volts.

Les pays de l'Europe centrale, qui ont fait choix comme système unifié de traction du courant monophasé de fréquence $\frac{50}{3}$ n'ont certainement pas à se repentir de ce choix au point de vue de la traction proprement dite, mais ils ont été obligés de construire deux réseaux distincts de lignes de transport de force et de transformer complètement leurs réseaux de lignes télégraphiques et téléphoniques longeant les voies électrifiées.

De la production à l'utilisation de l'énergie électrique pour la traction à courant continu haute tension

Toutes les installations de traction à courant continu haute tension sont réalisées suivant un plan uniforme, qui est, d'ailleurs, le même que celui adopté, dès 1898, par la Compagnie d'Orléans, puis, un peu plus tard, par le Métropolitain de Paris et le chemin de fer de l'Ouest, pour les premières électrifications réalisées en France.

Entre le moment où elle est produite dans les usines génératrices et celui où elle est

utilisée dans les locomotives, l'énergie électrique subit deux transformations successives, l'une sans changement de forme, mais avec élévation de tension (pour le transport à grande distance); l'autre avec changement de tension et de forme pour la distribution le long des voies par le circuit de traction

constitué par une ligne de contact spéciale et par les voies de roulement.

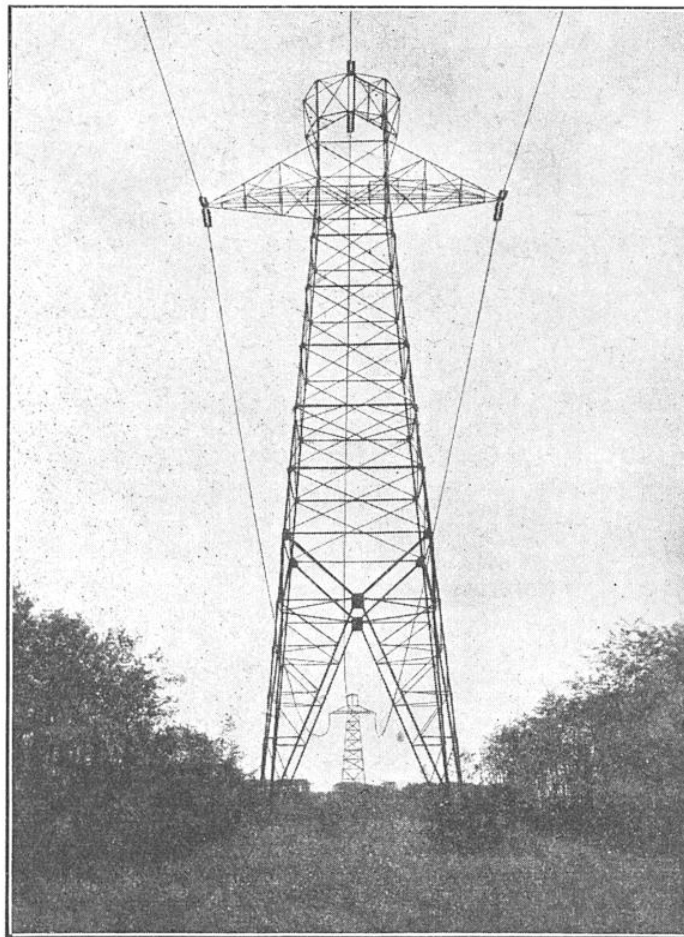
Comment produit-on l'énergie?

La production de l'énergie électrique d'origine hydraulique est réalisée partout en utilisant une chute, que l'on produit, en totalité ou en partie, en construisant des barrages plus ou moins importants, tels ceux d'Éguzon et de Coindre. La hauteur de chute varie entre deux limites déterminées définies : la *limite supérieure*, par la hauteur des déversoirs ou des vannes automatiques de déversement ; la *limite infé-*

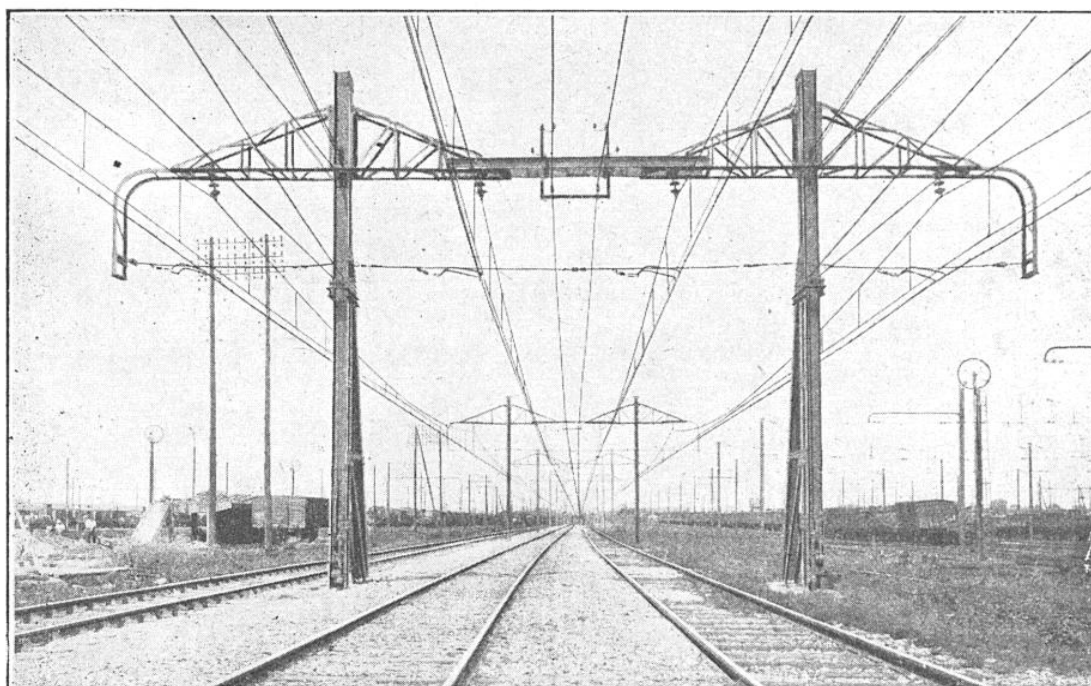
rieure, par la hauteur des appareils de prise d'eau.

Comment la transforme-t-on?

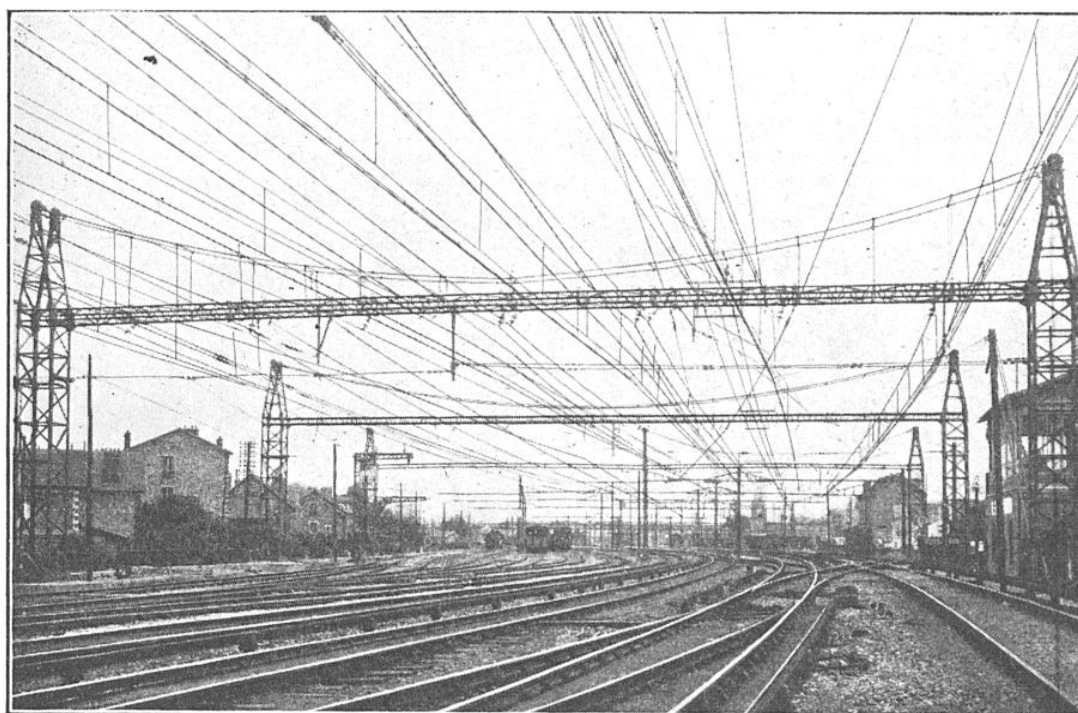
La transformation, sans changement de forme, de l'énergie produite à Coindre et à Éguzon est effectuée au moyen de plusieurs bancs de transformateurs statiques, qui élèvent la tension, les uns à 90.000 volts, les autres à 150.000 volts (plus tard à 220.000 volts). L'emploi de la tension de 150.000-220.000 volts est réservé au transport de



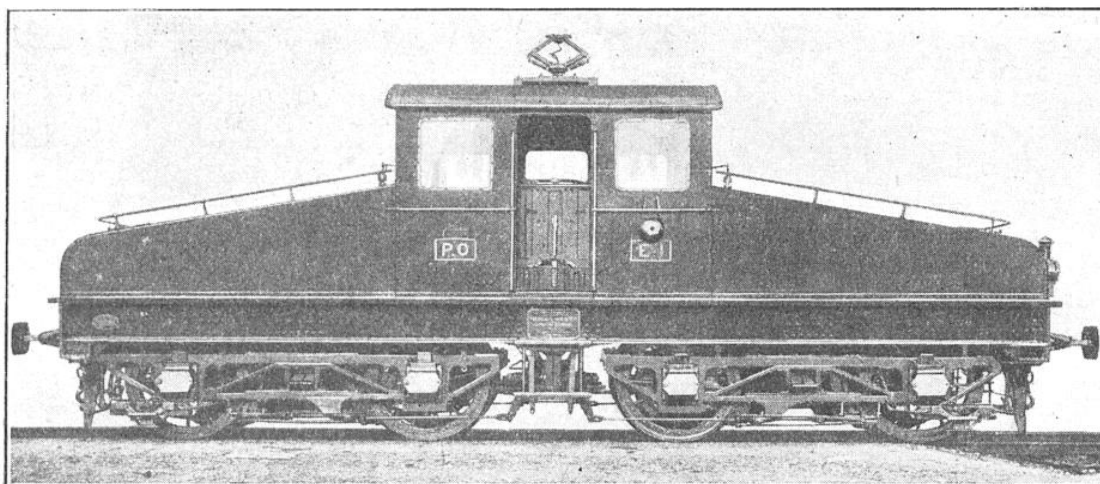
PYLONE DE LA LIGNE A 150.000 VOLTS POUR LA TRAVERSÉE DE LA LOIRE



LIGNE A QUATRE VOIES BRÉTIGNY-ÉTAMPES MONTRANT LA SUSPENSION SPÉCIALE DES FILS CONDUCTEURS DE COURANT. C'EST LA SUSPENSION DITE « CATÉNAIRE »



LA TRAVERSÉE DE LA GARE DE JUVISY DÉMONTRE LE TRAVAIL QU'IL A FALLU ACCOMPLIR POUR L'ÉLECTRIFICATION PAR SUITE DE L'ENTRE-CROISEMENT DES DIVERSES LIGNES



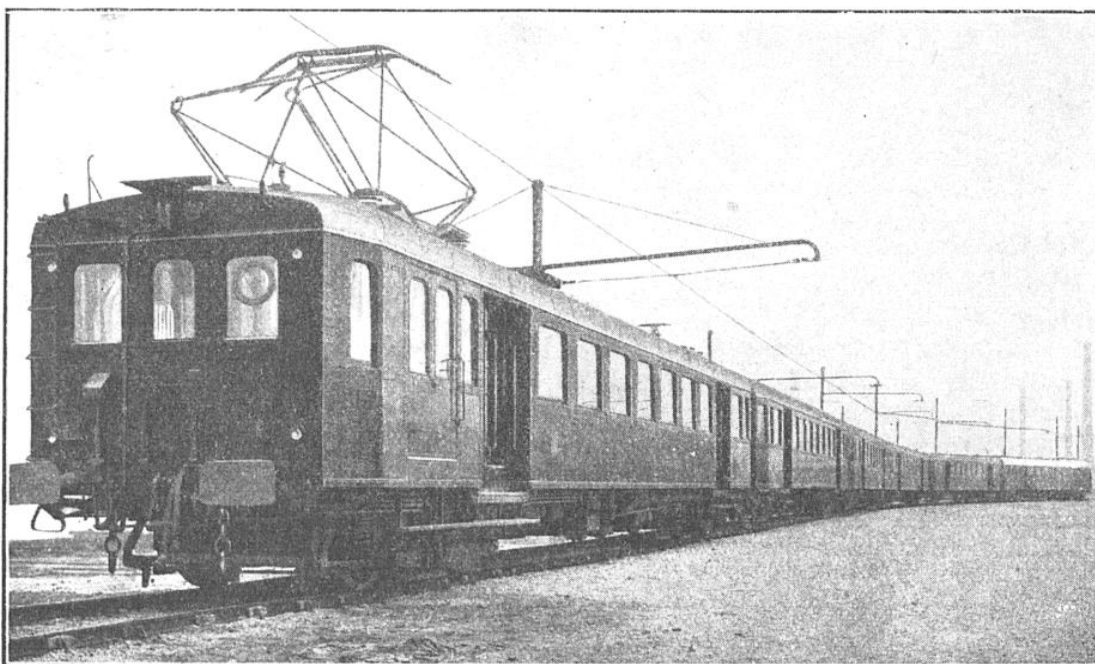
LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE A 600 VOLTS AUTREFOIS UTILISÉE POUR LES TRAINS DE BANLIEUE

grandes quantités d'énergie (50.000 à 100.000 kilowatts) à grande distance (300 à 500 kilomètres), correspondant à l'envoi sur Paris de l'énergie produite maintenant par Éguzon et, plus tard, par le système d'usines du Massif Central.

La tension de 90.000 volts est celle des lignes desservant les sous-stations et établissant la liaison entre celles-ci, les stations centrales et les postes centraux de transfor-

mation : Marèges, près de la future usine hydraulique de Marèges ; Chaingy, près d'Orléans, et Chevilly, près de Paris.

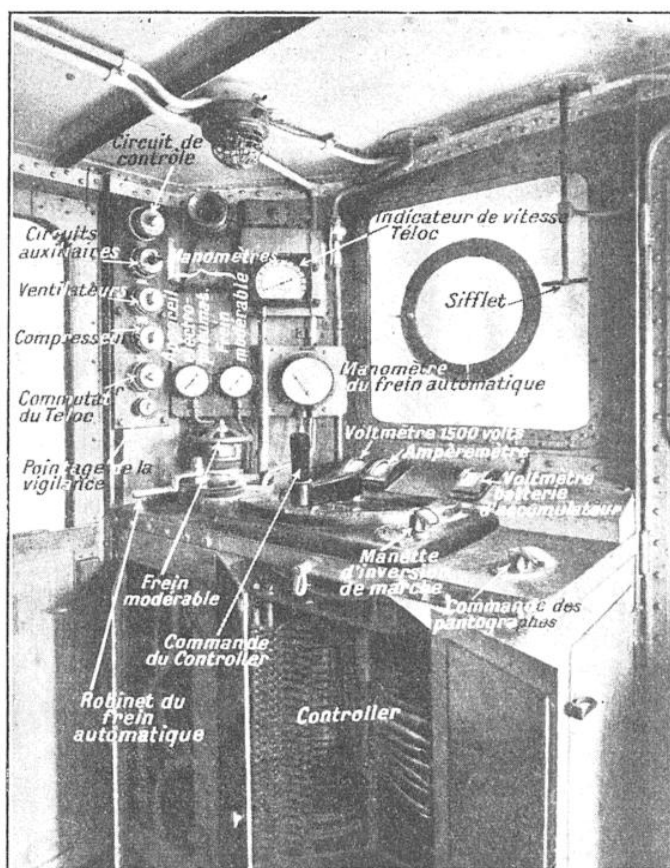
Le transport de l'énergie est effectué par des lignes de transmission à haute tension qui sont installées en dehors des emprises du chemin de fer et à des distances telles que l'influence perturbatrice sur les lignes télégraphiques et téléphoniques les plus voisines soit entièrement négligeable.



RAME AUTOMOTRICE ASSURANT AUJOURD'HUI LE SERVICE DE BANLIEUE

La transformation de l'énergie avec changement de forme de courant est effectuée dans une série de sous-stations, réparties tout le long des voies à des distances variant de 16 à 30 kilomètres suivant l'intensité du trafic et le profil du chemin de fer.

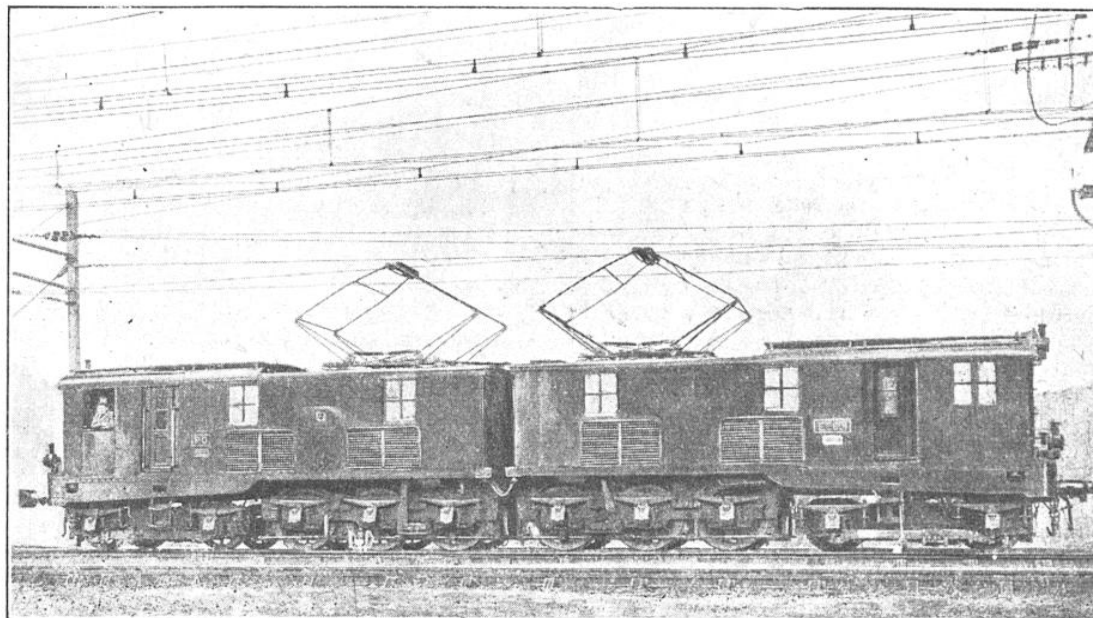
Toutes les sous-stations de traction de la Compagnie d'Orléans ont la même disposition intérieure, la transformation de courant alternatif triphasé en courant continu à 1.500 volts étant effectuée par des



groupes convertisseurs identiques de 2.000 kilowatts de puissance normale, pouvant débiter chacun 6.000 kilowatts pendant cinq minutes.

Comment la distribue-t-on ?

La possibilité de capter, sans perte appréciable, des quantités considérables d'énergie sur des lignes de transport de force au moyen de contacts glissants, est le fait capital, et pour ainsi dire providentiel, qui domine tout le pro-



LOCOMOTIVE A GRANDE VITESSE DE LA COMPAGNIE DU P.-O. AU-DESSUS, CABINE DE MANŒUVRE MONTRANT LES DIFFÉRENTES COMMANDES

blème de la traction électrique. C'est seulement par une série de tâtonnements successifs et en construisant des lignes de plus en plus flexibles (suspension « caténaire ») et des appareils de prise de courant (pantographes) de plus en plus simples, que l'on est arrivé à faire passer d'un conducteur fixe à une locomotive marchant à 130 kilomètres des courants de l'ordre de 2.000 ampères, sans détérioration rapide ni de la ligne ni des appareils de prise de courant.

L'utilisation de l'énergie électrique modifie les conditions d'exploitation d'un réseau

Dans l'étude d'établissement du programme de construction d'un parc de locomotives électriques, on n'a pas à se préoccuper seulement de remplacer une machine à vapeur par une machine électrique un peu plus puissante, il faut surtout essayer de prévoir et de diriger l'évolution que pourra entraîner l'emploi du matériel nouveau dans les méthodes générales d'exploitation.

L'une des caractéristiques principales de fonctionnement des moteurs du type série, normalement employés sur les tracteurs électriques, étant de pouvoir fournir des efforts de traction considérables moyennant une faible chute de vitesse, on voit que la vitesse de marche variera relativement peu sur un train remorqué électriquement et beaucoup moins que sur un train remorqué par une machine à vapeur.

Il résulte de là que, pour un même maximum de vitesse, deux trains, l'un électrique, l'autre à vapeur, auront des vitesses moyennes très différentes, le train électrique gagnant du temps sur le train à vapeur.

A vitesses moyennes de marche égales, on pourra, pour la même raison, réduire la vitesse maximum de circulation des trains électriques et augmenter la charge.

Ces deux propriétés sont utilisées : l'une pour l'organisation du service électrique des trains de voyageurs, l'autre pour celle des trains de marchandises.

Les trains de marchandises électriques imposent des conditions spéciales de traction

En ce qui concerne le service de marchandises, la plus grande puissance dont on puisse avoir besoin dans un avenir plus ou moins rapproché est celle correspondant à la vitesse de 40 kilomètres à l'heure et à un effort de 20.000 à 22.000 kilogrammes à la jante. Cette puissance d'environ 3.400 C. V. devrait correspondre à la

puissance que les moteurs de traction des machines peuvent fournir pendant une période soutenue, de une heure par exemple, la puissance pouvant être maintenue indéfiniment étant alors de l'ordre de 2.800 C. V. Ces données correspondent à des machines à adhérence totale ayant un poids de l'ordre de 160 tonnes et formées de deux unités pesant chacune 80 tonnes et ayant chacune une puissance d'environ 1.700 C. V. Pendant la première phase de l'exploitation où on essaiera d'appliquer presque sans changement les méthodes pratiquées avec la vapeur, on utilisera une seule machine pour des trains de 900 à 1.000 tonnes et deux machines pour les tonnages supérieurs ; ayant alors la possibilité de remorquer des trains de 1.800 à 2.000 tonnes, il y a tout lieu de croire que l'évolution se produira dans le sens qui aura été ainsi indiqué.

Dans nos études, nous avons pensé limiter pratiquement la vitesse de marche des machines à marchandises à adhérence totale à 75 ou 80 kilomètres à l'heure, mais la tenue en ligne de certaines d'entre elles a été tellement satisfaisante que l'on a pu les utiliser normalement à la remorque des trains rapides.

La traction électrique apporte aux trains de voyageurs : vitesse, régularité, confort, douceur et même plus de sécurité

Pour le service de voyageurs, on peut prévoir la remorque des trains les plus lourds (650 tonnes) à une vitesse commerciale de 85 à 90 kilomètres-heure, nettement supérieure à la vitesse actuelle, sans dépasser la limite de 120 à 130 kilomètres heure. Cette propriété a été mise en évidence lors de l'inauguration officielle de la traction électrique sur la section de Paris à Orléans et Vierzon : le train ministériel, pesant, locomotive comprise, 400 tonnes, a pu franchir la distance de 204 kilomètres séparant Vierzon de Paris en 1 h 57, soit à une vitesse moyenne de 103 kilomètres, sans dépasser la vitesse limite de 120 kilomètres à l'heure.

Au cours d'autres essais, un train plus lourd, de 650 tonnes remorquées, soit environ 770 tonnes locomotive comprise, a pu franchir la même distance en 2 h 3, sans dépasser la vitesse de 110 kilomètres à l'heure. Ces expériences ont montré, d'ailleurs, que la stabilité du tracteur électrique à grande vitesse est aussi bonne que celle d'une des meilleures voitures à voyageurs du réseau et est incomparablement meilleure que celle des machines à vapeur.

PARC DES TRACTEURS ÉLECTRIQUES DES RÉSEAUX FRANÇAIS						PARC DES MACHINES A VAPEUR			
RÉSEAU	TYPE DE MACHINE	NOM DU CONSTRUCTEUR	NOMBRE DE MACHINES	PUISSANCE UNITAIRE CV.	PUISSANCE GLOBALE CV.	NOMBRE DE MACHINES	PUISSANCE GLOBALE CV.		
Midi.....	Loco BB.....	Constructions Électriques de France..	90	1.250	112.500				
	Loco 2C2.....		10	2.250	22.500				
	Auto BB.....		31	625	19.375				
				131		154.375	1.224	1.115.000	
P.-L.-M.	Loco 2BB2.....	Société de Batignolles-Erlikon.....	1	1.900	1.900				
		Société Alsacienne (Constructions élec-							
		triques de France).....	1	1.900	1.900				
	Loco 1AB-BAL.	Société d'Études d'électrification.....	1	1.900	1.900				
	Loco 2BI-IB2..	Compagnie P.-L.-M.-Fives-Lille	1	3.000	3.000				
		Compagnie Electromécanique.....	10	1.750	17.500				
	Loco 1C-CI ...	Compagnie Thomson-Houston.....	10	1.750	17.500				
		Société Alsacienne de Constructions	10	1.750	17.500	5.030	7.600.000		
		mécaniques.....			61.200				
			34						
P.-O.	Loco BB.....	Société d'Études d'électrification.....	80	1.640	131.200				
	Loco BB.....	Société Batignolles-Erlikon.....	80	1.720	137.600				
	Loco BB.....	Société Alsacienne (Constructions élec-							
		triques de France).....	8	1.420	11.360				
	Loco BB.....	Société Alsacienne.	16	1.680	26.880				
	Loco BB.....	Compagnie Électrique de France.....	16	1.420	22.720				
	Loco 2D2.....	Société Ganz.....	2	4.300	8.600				
	Loco 2D2.....	Société Brown-Boveri.....	2	3.600	7.200				
	Loco 2C+C2..	Société Française Thomson-Houston..	1	3.000	3.000				
	Auto BB.....	Société d'Études d'électrification.....	80	990	79.200				
								2.807	2.700.000
				285					

Les locomotives électriques modernes : Automotrices

Le service de banlieue est assuré sur le réseau d'Orléans, au départ de la gare d'Austerlitz, au moyen d'un certain nombre de rames automotrices comprenant, en général, « 3 unités », formées chacune d'une automotrice et de deux remorques.

Tous les appareils de commande proprement dits sont placés sous le plancher métallique de l'automotrice et suspendus au châssis. Les appareils de manœuvre et de contrôle sont placés dans des cabines situées aux deux extrémités de l'automotrice et disposés de manière à pouvoir être complètement fermés dans une armoire formée par rabattement de la porte même d'accès dans la cabine.

Locomotives à grande vitesse

Cinq types ont été étudiés par la Compagnie d'Orléans ; ils diffèrent les uns des autres soit par la disposition des trains roulants, soit par le système d'attaque des roues motrices, soit enfin par la consistance du matériel électrique ; tous ces types donnent satisfaction et l'on est gêné, dans le choix à faire, plus par la multiplicité que par le manque de solutions. Seuls, des essais prolongés en ligne permettront de déterminer quelle est la disposition qui est la meilleure tant au point de vue de la rapidité de service qu'à celui des dépenses d'entretien et de réparation.

Les parcs de tracteurs électriques à 1.500 volts des divers réseaux français

Dans le tableau page 277, nous avons rassemblé les caractéristiques principales de puissance des diverses locomotives et automotrices en service ou en construction pour les trois réseaux du Midi, du P.-L.-M. et de l'Orléans, utilisant, dès maintenant, du courant continu à 1.500 volts. Dans ce même tableau, nous avons également fait figurer des indications générales concernant le matériel à vapeur, déduites des dernières statistiques officielles (1923).

La locomotive électrique et la locomotive à vapeur

L'importance de l'effort fait par les compagnies de chemins de fer est beaucoup plus grande que ne le fait ressortir l'examen du tableau ci-joint ; la capacité de service d'un tracteur électrique est, en effet, de deux à trois fois plus grande que celle des locomotives à vapeur, qu'il remplacera non seulement parce

qu'il peut remorquer des trains plus lourds à une vitesse commerciale plus grande, mais encore et surtout parce que le parcours moyen annuel qu'il peut faire sans fatigue est beaucoup plus considérable.

La locomotive à vapeur doit, en effet, être arrêtée chaque jour pendant plusieurs heures, pour lavage, nettoyage des tubes, rechargement du tender en eau et en charbon, et il suffit, pour se rendre compte de la faible utilisation de la machine à vapeur, de se rappeler que les vingt mille locomotives en service sur les réseaux français consomment chaque année environ 10 millions de tonnes de combustible, soit, en moyenne, 500 tonnes par machine et par an ; la puissance moyenne de chaque machine étant de l'ordre de 1.100 chevaux, on voit qu'en comptant une consommation moyenne de seulement 1 kilogramme par cheval, l'utilisation de la puissance nominale des locomotives ne dépasse pas cinq cents heures par an.

La machine ne fonctionnant pas d'une façon continue à pleine puissance, ce chiffre correspond bien à celui de 800 à 1.000 heures (deux à trois heures par jour, en moyenne) qu'indiquent les statistiques d'exploitation.

La machine électrique, en tant qu'outil de traction, peut travailler sans inconvénient quinze à vingt heures par jour, et sa durée journalière d'emploi n'est, en fait, limitée que par les conditions de formation et de circulation des trains sur les voies ; ces conditions sont et surtout seront notablement améliorées quand on aura généralisé l'application de la conduite des machines par un seul homme, en complète « banalité » : un mécanicien quelconque pouvant conduire seul une machine quelconque. On ne fera là qu'appliquer une règle déjà entrée dans la pratique courante dans les transports en commun par autobus ou autocar.

Il est certain, dès maintenant, que l'emploi de la traction électrique permettra de réaliser des économies substantielles autres que celles correspondant à la réduction de consommation de combustible. Il permettra aussi de simplifier et de « tayloriser », si on peut dire, les méthodes d'exploitation et de donner au personnel un accroissement de confort et de sécurité.

Les réseaux qui ont pris l'initiative d'une transformation aussi profonde et aussi audacieuse de leurs méthodes d'exploitation, ont donc bien mérité de la patrie, comme a tenu à l'indiquer M. le ministre des Travaux publics, lors de l'inauguration officielle de la section électrifiée de Paris à Orléans et Vierzon.

H. PARODI.

OÙ EN EST L'AVIATION ITALIENNE ?

Par le général A. NIESSEL

Tous les pays témoignent actuellement d'une grande activité dans le domaine de l'aviation, soit pour perfectionner et accroître le matériel, soit pour former le personnel technique indispensable à l'essor de l'aviation civile et militaire. Poursuivant donc l'étude scientifique (1) des aviations commerciales et militaires des grandes nations du globe, LA SCIENCE ET LA VIE étudie l'aviation italienne, qui s'est développée considérablement au cours de ces dernières années. Il appartenait à notre éminent collaborateur, le général Niessel, de retracer ici cette évolution avec la compétence qui s'attache à l'ancien inspecteur général de l'Aéronautique française.

L'organisation générale de l'aviation en Italie

Pour la première fois, un budget autonome de l'Aéronautique a été présenté à la Chambre italienne pour l'exercice 1926-1927. Le moment est donc opportun pour voir « où en est l'aviation italienne ».

Le rapport de la Commission du budget a exposé qu'aussitôt après la guerre on avait suivi en Italie une politique d'abandon à l'égard de l'Aéronautique, négligence d'autant plus grave que tous les centres vitaux du pays peuvent être atteints par une avia-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n°s 109, 113, 114.

tion ennemie, soit par-dessus les frontières terrestres, soit en venant de la mer. A cette situation il n'y a qu'un remède : l'existence d'une Aéronautique assez forte pour assurer la suprématie aérienne et même l'annihilation de l'aviation ennemie. L'Italie, d'autre part, « par suite de sa position dans la Méditerranée, de sa tradition dominatrice dans cette mer », se doit de ne pas rester étrangère au développement de la navigation aérienne.

Aussi assistons-nous à une rapide augmentation des budgets de l'Aéronautique, schématisée à la page suivante.

Mais l'argent n'est pas tout. Une volonté nette dans la manière de l'employer vaut



PRINCIPALES PERSONNALITÉS DE L'AVIATION ITALIENNE

1, commandant Ranza; 3, général Piccio; 4, général Guidoni; 5, commandant de Bernardi; 6, commandant de Pinedo; 7, commandant Bernasconi. Au milieu, (2) le pilote français Doret.

encore mieux. Il a donc été créé un ministère de l'Aéronautique, doté, pour 1926-1927, de 632 millions de livres, portées même à 700 millions (1), augmentation permise par des excédents de recettes.

Dans chacun des ministères de la Guerre, de la Marine et de l'Aéronautique, un *sous-secrétaire d'État* assume les fonctions administratives, et un *chef d'état-major*, le rôle militaire technique. Le *chef d'état-major général de l'armée* coordonne, conformément aux directives du *président du Conseil des ministres*, le travail des trois chefs d'état-major, en vue d'une meilleure préparation à la guerre.

L'Aéronautique a maintenant son propre ministère

Depuis 1923, l'Aéronautique constituait un corps indépendant. Un décret du 30 avril 1925 a transformé en ministère le commissariat de l'Aéronautique et déclaré l'Armée de l'Air égale aux armées de terre et de mer (2).

Le *sous-secrétaire d'État* (jusqu'à ces derniers temps le général Bonzani, qui vient d'être remplacé par M. Balbo) s'occupe des questions législatives et administratives, du personnel, de l'aviation civile. De lui dépend aussi la *Direction générale du génie aéronautique*, à la tête de laquelle est un officier général.

Le *chef d'état-major*, général Piccio, chef

(1) L'aviation coloniale dispose, de son côté, de 19 millions de livres, compris dans le budget des colonies.

En outre, l'Aéronautique bénéficie de crédits afférents à d'autres ministères : services administratifs, de santé, des renseignements, service chimique, recrutement, communs à l'Armée et à la Marine, service météorologique partagé avec le ministère de l'Économie nationale, etc...

(2) L'idée d'une Armée de l'Air autonome, comme l'Armée de terre et la Flotte, est très discutable.

L'Armée n'agit que sur terre, la Flotte n'agit que sur mer. Dans les opérations sur les côtes seulement, il y a étroite collaboration entre elles. Leur séparation est donc logique.

L'aviation, au contraire, agit sur terre et sur mer, en combinaison étroite avec l'Armée et la Flotte, qui ne peuvent se passer de son concours. Le combat entre forces aériennes a pour but principal de rendre cette combinaison plus facile en chassant ou détruisant l'aviation adverse. Même l'aviation de bombardement, susceptible de porter la destruction au loin dans le pays ennemi, ne peut se dispenser de prendre part aux batailles de l'Armée ou de la Flotte et aux opérations précédant et suivant ces batailles.

de l'Aéronautique militaire, est indépendant du sous-secrétaire d'État et traite toutes les questions relatives à l'organisation, à la mobilisation, à l'instruction des troupes de l'Aéronautique en temps de paix et à leur emploi en temps de guerre.

À côté d'eux, nous trouvons encore :

Un *Conseil de l'Aéronautique*, organe consultatif pour les questions militaires, composé d'officiers généraux de l'Aéronautique, qui s'adjoignent des représentants de l'Armée et de la Marine pour l'étude des actions combinées avec celles-ci ;

Un *Comité technique de l'Aéronautique*, organe consultatif pour les questions techniques, composé d'officiers de l'armée aérienne et du génie aéronautique.

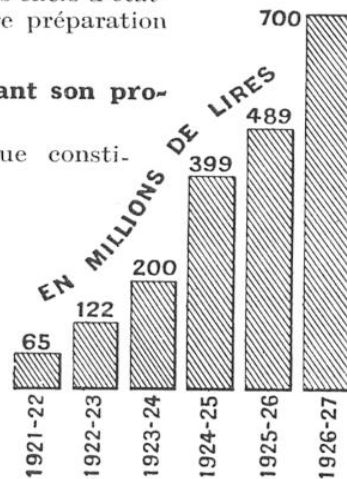
En raison des besoins de la défense nationale, cette organisation est, comme on le voit, à base militaire et le restera, sans doute, encore longtemps.

Les services techniques

L'Italie ne possède ni un *Service technique d'État*, chargé, comme en France, d'orienter les constructeurs et de collaborer à leurs recherches, ni les *associations privées d'études*, si richement dotées, en Allemagne, par

l'État. Lors de la discussion du budget, le député Locatello s'est plaint de l'insuffisance des laboratoires, disant que la maison Ansaldo avait été forcée d'étudier ses profils d'aile au laboratoire allemand de Göttingen. Pourtant, la *Direction générale du génie aéronautique* a à sa tête des hommes de grande valeur, tels que les généraux Verduzio et Nobile, et possède, à Rome, un laboratoire comportant deux tunnels aérodynamiques. Le *Stabilimento di Costruzioni* s'occupe spécialement des dirigeables. Les études hydrodynamiques disposent d'un bassin Froude de 180 mètres de long.

Naguère encore il n'existait pas d'École spéciale technique d'Aéronautique, mais des cours étaient faits au *Politecnico* de Turin, à celui de Naples, à l'Institut professionnel de Rome, à l'École supérieure navale de Gênes et à l'École d'ingénieurs de Pise. Une *Scuola d'ingegneria aeronautica* vient d'être organisée près de l'École d'ingénieurs de Rome.



GRAPHIQUE MONTRANT L'AUGMENTATION DU BUDGET DE L'AÉRONAUTIQUE ITALIENNE DE 1921 A 1927

Les études sur les alliages légers et celles tendant à la recherche d'un carburant national sont très poussées. L'adoption d'un parachute léger apportera, sous peu, un gros surcroît de sécurité aux aviateurs, et on ne perd pas de vue l'emploi, par l'aviation, des écrans de fumée et des nuages de gaz asphyxiants.

Organisation des forces aériennes

« La solution aérienne de la guerre reste encore, pour le moment, un rêve et une fantaisie de l'esprit... dit le rapport sur le budget de l'Aéronautique ; mais, comme il importe à l'Italie de donner à la guerre aérienne une caractéristique éminemment offensive, il faut maintenir une force aérienne d'emploi rapide en état de prévenir l'adversaire et, par une action de surprise sur ses bases aériennes et ses centres industriels, conquérir la suprématie de l'air, afin de troubler sa mobilisation et l'empêcher de gêner la nôtre. » C'est le rôle de l'Armée aérienne. Mais l'Aéronautique aura aussi à prendre part aux opérations de l'Armée et de la Marine. Nous voyons donc, à côté de l'Armée aérienne, une *Aéronautique de l'Armée* et une *Aéronautique de la Marine*, destinées à travailler en intime liaison avec celles-ci (1).

Toutes trois relèvent du *chef d'état-major* de l'Aéronautique pour les questions générales d'instruction, mais l'Aéronautique de l'Armée et celle de la Marine relèvent aussi, au point de vue de leur utilisation, des chefs d'état-major correspondants, et l'expérience a déjà montré que de nombreux travaux en commun étaient nécessaires pour arriver à l'unité de doctrine.

Bien que l'Aéronautique forme, en principe, un corps séparé, les observateurs destinés à collaborer avec la marine et tout le personnel des avions embarqués sur les

navires appartiennent à la Marine, qui les détache pour plusieurs années dans l'Aéronautique.

L'Aéronautique devant pouvoir être mise en ligne à la première heure, toute l'organisation à mettre sur pied en temps de guerre doit exister dès le temps de paix.

Les escadrilles

En 1924-1925, il existait, en tout, 74 escadrilles.

En 1925-1926, il en existe 86, qui se décomposent ainsi :

32 pour l'Armée aérienne ;

28 pour l'Aéronautique de l'Armée ;

21 pour l'Aéronautique de la Marine ;

5 pour l'Aéronautique des Colonies ;

Groupées en 12 *stormi*, répartis entre 5 zones aériennes territoriales.

Le personnel compte 16.000 hommes, dont 2.400 navigants, et le matériel 900 avions en service, plus 6 dirigeables.

Les hydravions

embarqués sur la flotte sont peu nombreux jusqu'ici : 5 de reconnaissance et 4 de chasse seulement.

Mais un grand projet a été adopté, en principe. On veut qu'en 1930 l'Aéronautique italienne compte 182 escadrilles :

78 de l'Armée aérienne ;

57 de l'Aéronautique de l'Armée ;

35 de l'Aéronautique de la Marine ;

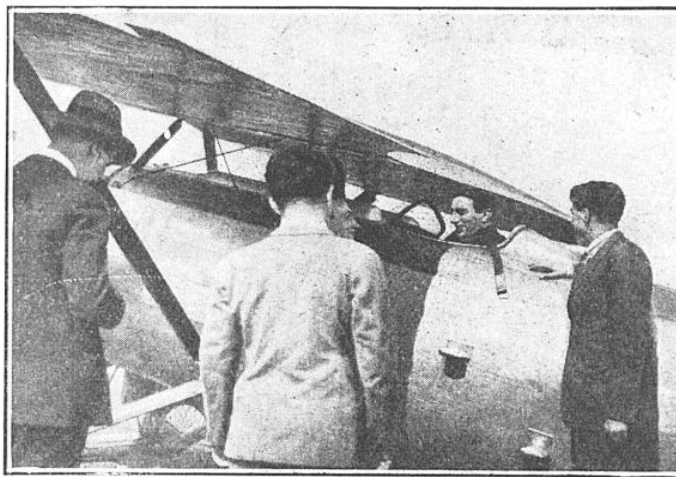
12 de l'Aéronautique des Colonies ;

2.000 appareils en service ;

30.000 hommes, dont 4.500 navigants.

Comment est recruté et instruit le personnel navigant

Le personnel navigant de l'Aéronautique ne peut être que volontaire. Jusqu'à présent, on est parvenu à le recruter, mais au prix d'efforts constants. L'expérience seule nous dira si l'Italie trouvera le personnel navigant nécessaire aux 182 escadrilles projetées.



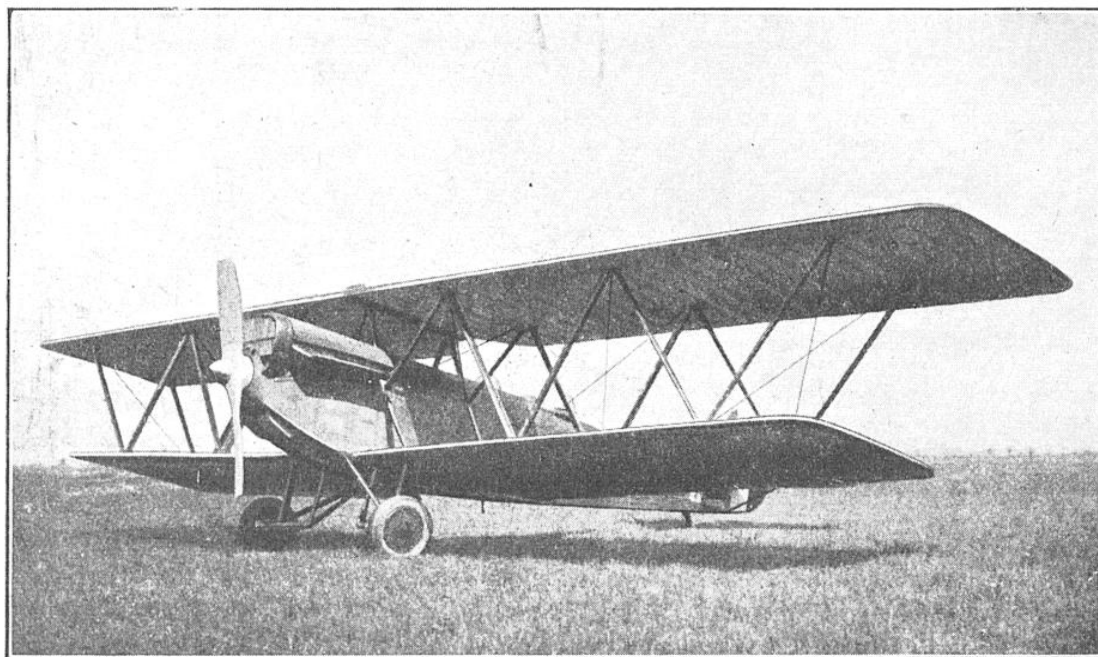
LE GÉNÉRAL PICCIO, CHEF D'ÉTAT-MAJOR DE L'AÉRONAUTIQUE, DANS SON AVION

(1) Voir note, page 280.

Les épreuves imposées au personnel actuel, qu'il appartienne à l'armée active ou à la réserve, lui assurent les plus sérieuses qualités d'entraînement. Quant aux mécaniciens, ils sont formés à l'École militaire de Capoue, qui instruit 600 élèves, engagés pour trois, quatre ou six ans, choisis, pour la plupart, parmi les jeunes gens ayant suivi un cours d'instruction prémilitaire. Actuellement, il y a à peu près un méca-

cable aux militaires des réserves accomplissant des exercices d'entraînement, payable à la veuve ou aux orphelins et, si l'aviateur n'était pas marié, à ses ascendants.

Ce geste, que nous voudrions voir réaliser en France, où la question est depuis longtemps à l'étude, honore le gouvernement italien, qui fait ainsi preuve à la fois de tact psychologique et de générosité envers ceux qui le servent volontairement.



AVION DE BOMBARDEMENT FIAT BR. 1 DE 700 C. V.

Cet avion, pesant 2.400 kilos et capable d'emporter 1.500 kilos de charge utile, peut voler à 245 kilomètres à l'heure et s'élever à 4.000 mètres en 34 minutes.

nicien breveté par appareil mis en ligne.

Pour faciliter le recrutement du personnel navigant, on vient de lui accorder, en plus des droits normaux à la retraite, une prime variable avec le grade, en cas de mort ou d'accident grave :

De 8.000 à 9.000 liras pour les soldats ;

De 13.000 à 19.000 liras pour les sous-officiers ;

De 21.000 à 26.000 liras pour les officiers subalternes ;

De 29.000 à 35.000 liras pour les officiers supérieurs ;

De 40.000 à 55.000 liras pour les officiers généraux.

Cette prime est augmentée d'autant de douzièmes que l'intéressé compte d'années effectives de service aérien. Elle est appli-

Des différents types d'avions en service

Le rapport sur le budget a défini dans ses grandes lignes les besoins de l'aviation italienne.

La bande frontière montagneuse, large de 200 kilomètres et haute de 3.000 à 4.000 mètres, exige, en raison des progrès de l'artillerie antiaérienne et des conditions météorologiques, des avions capables de la franchir à 8.000 mètres d'altitude et possédant un rayon d'action de 600 kilomètres.

Sur mer, les hydravions doivent pouvoir parcourir toute la Méditerranée, c'est-à-dire atteindre un objectif situé à 1.300 kilomètres de leur point de départ et y revenir, avec une bombe d'une tonne. Les appareils

de chasse et de bombardement, appelés à collaborer, permettront d'atteindre une vitesse voisine de 260 kilomètres à l'heure.

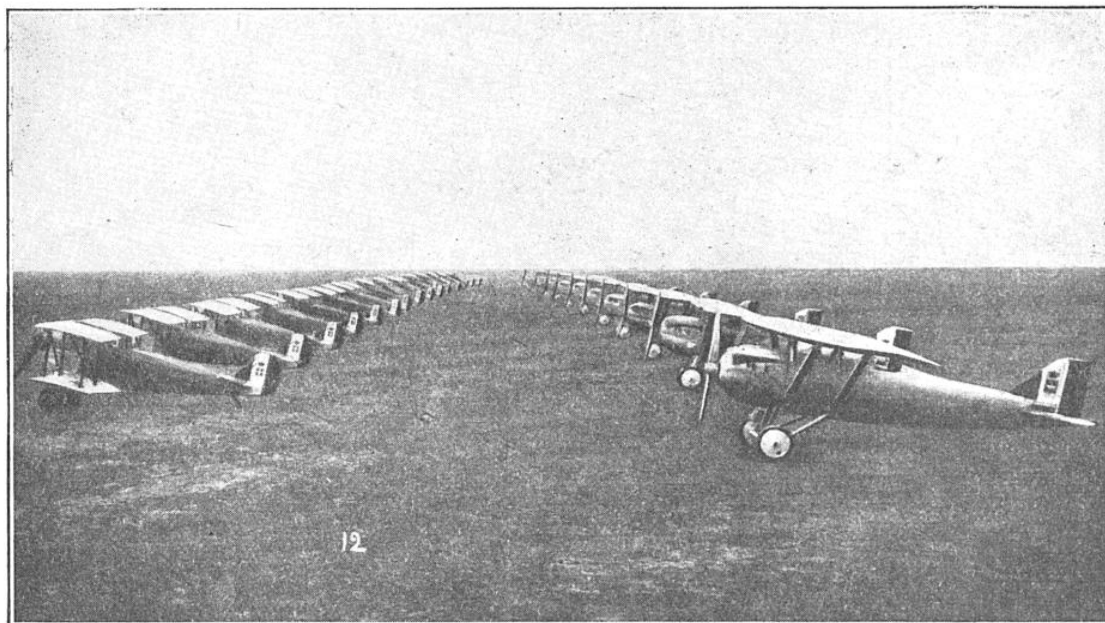
Ces desiderata, qui ne sont pas réalisés, montrent les buts vers lesquels tend l'aviation italienne.

Les appareils de chasse actuellement en service sont encore de provenance française : *Spad XIII* et *Nieuport 29*. Mais il ne restera, en 1927, que six escadrilles de Nieuport. Les autres seront constituées par

400 C. V. *Fiat* ou *Lorraine*, et la maison *Romeo*, un *RO. 1*, à moteur *Jupiter*.

L'hydraviation a été très étudiée en Italie. Le magnifique voyage du colonel de Pinedo en Australie et Extrême-Orient (55.000 kilomètres) fait autant honneur à son hydravion *Savoia S. 16 ter* qu'à son moteur *Lorraine*.

La marine a en service des hydravions torpilleurs et de grande reconnaissance : ce sont les appareils *S. 55* bimoteurs (800



UN BEAU RASSEMBLEMENT SUR LE TERRAIN D'ANSALDO (TURIN)

A gauche, une série d'avions de chasse *Fiat CR. 1* ; à droite, avions de chasse *Dewoitine AC. 2*.

des *Dewoitine* (*AC. 2*, 300 C. V. ; *AC. 3*, 400 C. V.), fabriqués par licence chez *Ansaldo* ou des *Fiat CR. 1*, qui rajeuniront le matériel.

Le vieux *Caproni CA. 3* de bombardement, incapable de franchir les Alpes, va être remplacé par un *CA. 73* muni de deux moteurs *Asso* en tandem, de 500 C. V. chacun. Il pourra emporter 1.800 kilogrammes, avec un rayon d'action de 350 kilomètres. On fonde également de grands espoirs sur un *BR. 1*, à moteur *Fiat* de 900 C. V., pour le bombardement rapide. Les maisons *Caproni* et *Piaggio* étudient également de nouveaux modèles de bombardement de nuit.

L'aviation d'observation est encore munie presque tout entière d'avions de 300 C. V. Mais *Ansaldo* a en essai un *A. 120*, de construction métallique, muni d'un moteur

à 1.000 C. V.) et les *Cant. 6* trimoteurs (1.200 C. V.).

La maison allemande *Dornier*, établie en Italie, construit actuellement, paraît-il, un hydravion possédant un rayon d'action de 1.000 kilomètres, capable de faire sans escale le voyage de Gibraltar, aller et retour, avec une bombe de 1.000 kilogrammes. Le député *Locatelli* a dit à la Chambre à son sujet : « Si nous avions seulement trois ou quatre escadrilles de ce modèle, aucun amiral étranger n'oserait venir sur nos côtes. »

A citer également le monoplane de course *Macchi 39*, à moteur *Fiat* 800 C. V., qui a enlevé le record du monde de vitesse dans la Coupe *Schneider* de 1926. Ce succès peut être, à bref délai, générateur d'appareils de chasse intéressants.

Enfin, il a été récemment décidé que les

vieux appareils employés en Tripolitaine seront remplacés, le plus tôt possible, par des avions modernes.

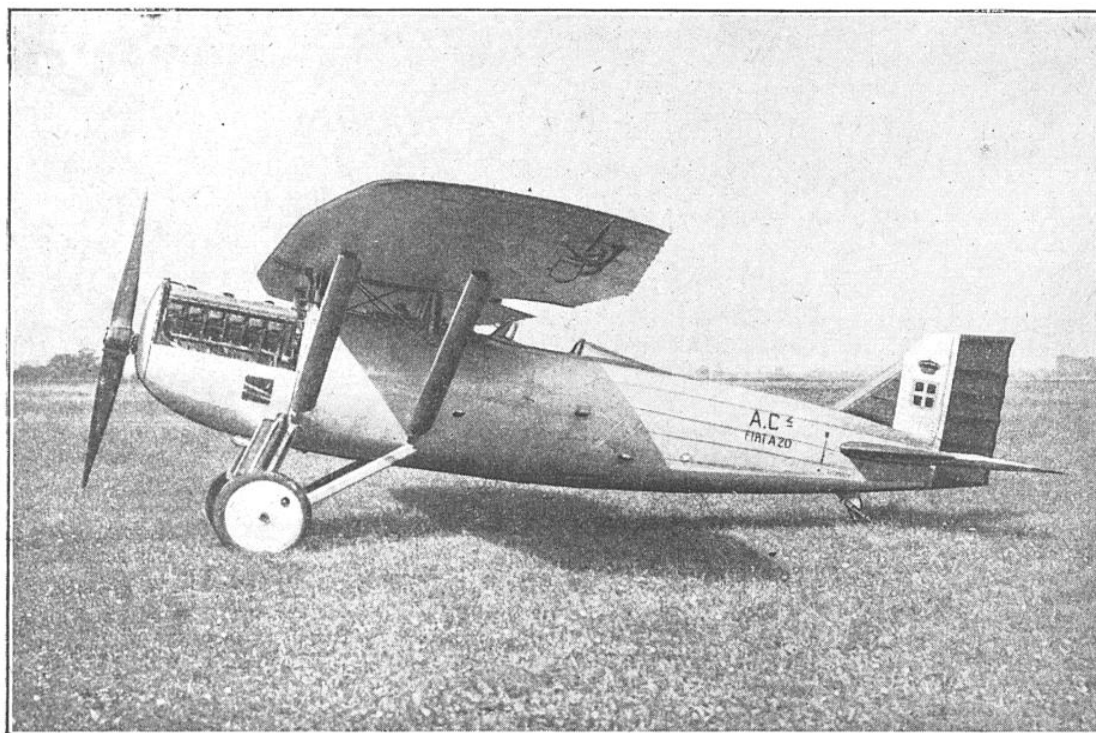
En somme, alors que l'industrie d'aviation italienne construisait, naguère encore, par licence ses cellules en utilisant les procédés usités en France, et s'en tenait à peu près à la construction bois, la maison *Ansaldo* est nettement passée à la construction métal, avec les *Dewoitine* de chasse établis par elle ;

un moteur *Asso* de 500 C. V., et *Fiat* a présenté des moteurs *A. 20* de 400 C. V., *A. 22* de 500 C. V., *A. 25* de 800 C. V.

Ce dernier constructeur étudie un moteur spécial pour le vol aux hautes altitudes.

Les ballons

L'Italie ne compte pas utiliser les ballons dirigeables dans la guerre terrestre tant qu'on ne pourra les gonfler qu'à l'hydro-



AVION DE CHASSE DEWOITINE, MOTEUR FIAT A. 20

Ne pesant que 960 kilos et pouvant emporter 315 kilos, cet avion atteint 250 kilomètres à l'heure et peut monter à 4.000 mètres en 11' 10".

la construction mixte est employée par cette maison et par *Fiat* et *Caproni*. La maison *Savoia* a construit en acier et duralumin plusieurs exemplaires de son *S. 55*.

Il faut proclamer que la technique d'aviation progresse à grands pas en Italie et qu'en matière d'hydraviation les résultats obtenus par elle sont de première valeur.

Les moteurs

L'Italie a employé largement, jusqu'ici, des moteurs étrangers, construits en série chez elle par licence (*Jupiter*, *Lorraine*, etc...). Mais l'Aéronautique se préoccupe vivement d'établir des moteurs purement italiens. La maison *Isota-Fraschini* a déjà fourni

gène, trop dangereux ; elle les réserve pour la marine. Le rayon d'action du type *O. S.* atteint 1.250 kilomètres ; celui du type *Espéria*, 2.500 kilomètres. L'expédition au pôle Nord du *Norge*, conduit par le général Nobile, a prouvé la sérieuse connaissance de la technique des dirigeables possédée en Italie.

Les ballons captifs d'observation ont été enlevés à l'Aéronautique et rendus au génie.

L'industrie

L'Italie possède :

Neuf maisons de construction et six de réparation d'avions ; six construisant les hélices, radiateurs, etc... ;

Quatre maisons de construction et quatre de réparation de moteurs ;

Douze maisons construisant les accessoires de moteurs.

En 1926-1927, son industrie lui livrera 600 avions, dont 250 entièrement métalliques (principalement des *Dewoitine*, construits par *Ansaldo*).

Emploi du budget

L'aviation militaire prend pour sa part 93,45 % du budget de l'Aéronautique. Là-dessus, 44,65 % vont à l'achat et à l'entretien du matériel de vol et des écoles de pilotage, et 36,80 % au personnel.

D'après le rapport de la Commission du budget, l'agencement total du matériel et de l'infrastructure de l'aviation exigerait une dépense totale d'au moins un milliard.

L'infrastructure

Sur cette somme de un milliard, une bonne part devra aller à l'infrastructure, c'est-à-dire au matériel fixe. Ce rapport déclare, en effet, que les aéroports existants suffisent tout juste à l'aviation actuelle. Toute grosse augmentation du nombre des escadrilles devra donc être précédée de la création de nouveaux terrains, qui constitueront en même temps le réseau de sécurité nécessaire « si on veut être prêt en permanence à la guerre ».

L'aviation commerciale se développe parallèlement à l'aviation militaire

L'essor de l'aviation commerciale avait souffert jusqu'en 1922 de l'indifférence du

gouvernement. Depuis, il a été retardé par la lenteur des pourparlers avec les gouvernements étrangers, qui demandent certaines concessions, alors que le gouvernement italien voudrait donner aux lignes de navigation un caractère aussi national que possible (constitution des sociétés, personnel et matériel). Il fait actuellement appel à de nombreuses sociétés, mais il se propose de constituer ultérieurement un organisme unique fortement contrôlé par l'État, comme en Allemagne.

La position géographique de l'Italie la situe à la croisée de deux grands axes :

D'une part, Amérique du Sud, Espagne, Italie, Orient, Indes et Extrême-Orient ;

D'autre part, Nord de l'Europe, Allemagne, Italie, Afrique.

Pour cette raison, elle veut participer à toutes les *liaisons mondiales*. Son programme est très vaste. Il comporte l'établissement d'un service de la Méditerranée orientale par dirigeables et hydravions, se rattachant au réseau russe à Constantinople ;

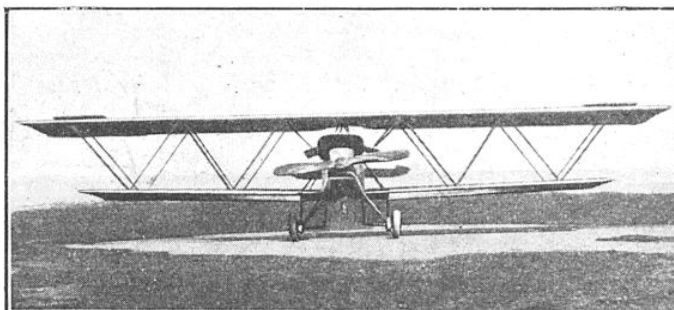
D'un service de la Méditerranée occidentale desservant la Tunisie et se rattachant, par l'Espagne, à l'Amérique ;

De trois lignes reliant Trieste au Da-

nube, vers Vienne, Budapest et Belgrade ;

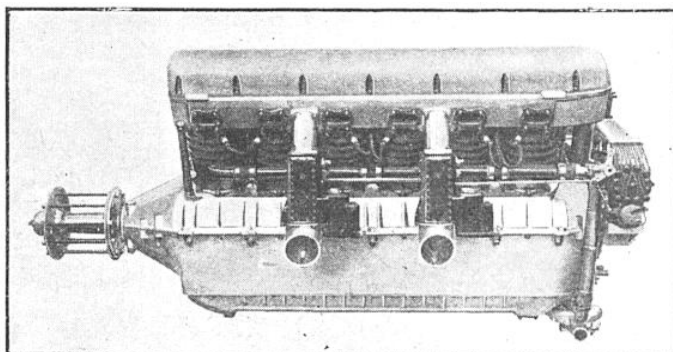
De trois lignes alpines centrales reliant la vallée du Pô aux vallées supérieures du Danube, du Rhin et du Rhône.

A ces grandes *lignes internationales*, des *lignes secondaires* amèneraient, comme en Allemagne (voir *La Science et la Vie*, n° 114),



BIPLAN FIAT DE BOMBARDEMENT

Actionné par un moteur de 700 C. V., cet avion peut emporter 1.300 kilos de charge utile ; vitesse, 250 kilomètres ; plafond, 5.000 mètres ; il peut monter à 4.000 mètres en 31 minutes.



MOTEUR ASSO DE 500 C. V.

les passagers et le fret des grands centres.

Mais les accords avec la Grèce et la Turquie, pour la ligne Brindisi-Athènes-Constantinople, n'ont pu être conclus qu'en juillet 1925 et janvier 1926. Les négociations avec l'Espagne pour Gênes-Barcelone sont encore en cours, ainsi que celles avec la *Lufthansa* allemande.

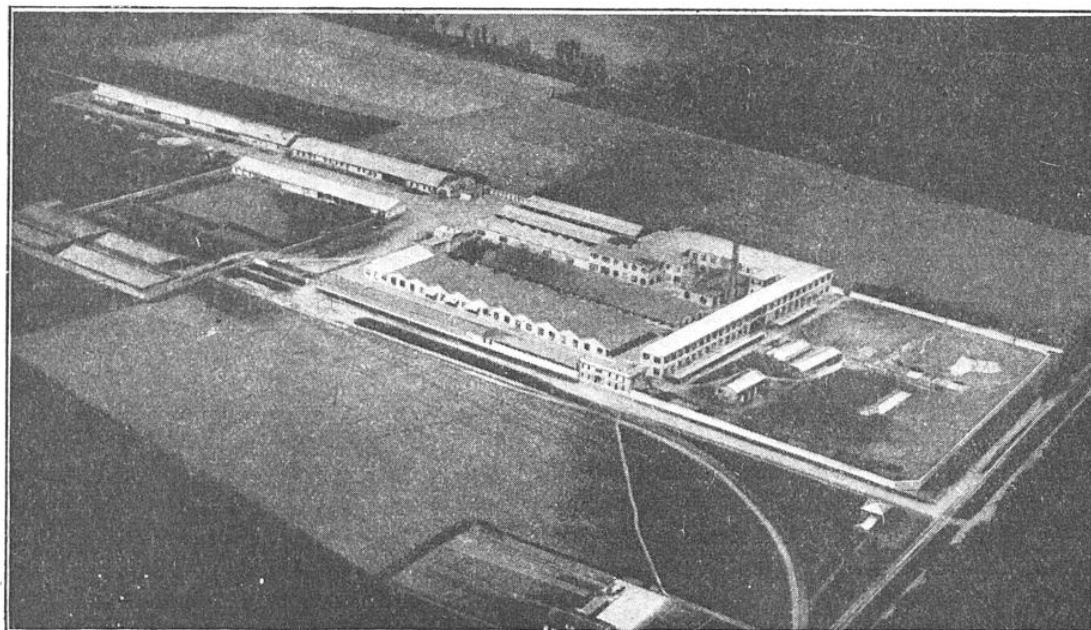
Cet ambitieux programme demanderait au moins 100 millions de liras par an de subventions ; or, le budget, très chargé par

piloter des avions de ce genre par-dessus les Alpes, aux grandes altitudes, seront pour l'Italie de précieux pilotes de guerre.

Les lignes actuellement régulièrement exploitées en Italie sont :

Gênes-Rome-Naples-Palermo ;
Rome-Naples-Brindisi ;
Turin-Milan-Trieste ;
Venise-Vienne.

La ligne Brindisi-Athènes-Constantinople sera prochainement ouverte ; celle de Gênes-



VUE GÉNÉRALE DES USINES ANSALDO DE TURIN

les dépenses de l'aéronautique militaire, n'accorde que 29.400.000 liras à l'aviation civile, dont 22.600.000 pour les lignes de navigation. Il est vrai qu'outre ce secours pécuniaire direct, le gouvernement donne aux compagnies son appui diplomatique et met gratuitement, ou à peu près, à leur disposition ses aéroports, sa T. S. F., son remarquable service météorologique. Bien plus, en raison de l'insuffisance numérique des pilotes civils, il leur prête des pilotes militaires et prévoit qu'aux colonies, le trafic commercial pourra même être effectué par des avions militaires.

Par contre, le matériel des compagnies civiles devra être transformable en avions de guerre, en cas de mobilisation. Ainsi, la ligne Venise-Vienne va mettre en service un *Caproni CA. 73 bis* pour dix passagers, qui est le frère jumeau de l'avion de bombardement *CA. 73*. Les pilotes habitués à

Barcelone fait encore l'objet de négociations ; celles de Milan-Ancône-Brindisi et de Rome-Cagliari sont en préparation. Une ligne Milan-Lausanne servira à des voyages d'essais.

Ces résultats, déjà intéressants, semblent présager un développement rapide dès que les ressources budgétaires le permettront.

Conclusion

L'Italie veut une aviation militaire et commerciale de premier ordre, parce qu'elle est un des facteurs de puissance que le gouvernement veut mettre à la disposition des ambitions de ce pays, et celles-ci ne sont pas minces. Voici, en effet, ce que disait une voix autorisée, le 21 juin 1925 :

« Nos ambitions doivent tendre à l'Empire. L'Angleterre a persévéré deux siècles pour conquérir les clefs de sa domination. Notre but, à nous aussi, c'est l'Empire. »

Général A. NIESSEL.

A propos de l'article :
CE QUE L'ON DOIT SAVOIR DE L'HISTOIRE DES SCIENCES

TROIS SIÈCLES D'ÉVOLUTION DES THÉORIES ÉLECTRIQUES (du seizième siècle jusqu'à Hertz, 1888)

Par Albert TURPAIN

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE POITIERS

« Monsieur Albert TURPAIN, professeur
« à la Faculté des Sciences de Poitiers,
« auteur de l'article « L'ÉVOLUTION
« DES THÉORIES ÉLECTRIQUES » paru
« dans le numéro 113, Novembre 1926, de
« *LA SCIENCE ET LA VIE*, pages 383-
« 388, tient à bien préciser qu'aucun des
« chapeaux de l'article qu'il a écrit à la

« demande de la Direction de *LA SCIENCE*
« *ET LA VIE*, lesquels chapeaux divisent
« en tranches son article, n'est de sa rédac-
« tion. Aucun ne lui a été préalablement
« soumis, il tient en particulier à décliner
« toute paternité pour les deux chapeaux :

In initio :

« Les grandes dates de l'« histoire ancienne » de l'électricité »

et

In medio :

« Des ondes qui « feront parler d'elles »
parce qu'elles transportent l'énergie »
(Hertz)

« Cette formule, pas plus que la première,
« ne fut jamais venue à l'esprit du Profes-

« seur Turpain, par la simple raison que
« toutes les ondes (matérielles, sonores ou
« liquides) transportent de l'énergie, en quan-
« tité infime d'ailleurs l'énergie radiante
« étant une des formes les plus dégradées
« de l'énergie. »

Signé :

ALBERT TURPAIN.

LA XIX^e FOIRE INTERNATIONALE DE PARIS (Mai 1927)

A l'occasion de la XIX^e Foire de Paris,
qui va ouvrir ses portes au printemps,
La Science et la Vie consacre un
numéro spécial à cette grandiose manifes-
tation internationale de toutes les industries.
qui, chaque année, groupe un nombre plus
considérable d'exposants de tous les pays.

Elle rivalise avec les plus belles exposi-
tions étrangères (Londres, Birmingham, Leip-
zig) et a détrôné, en France, en quelques
années, la Foire de Lyon.

Si vous voulez connaître les nouveautés
présentées à cette Foire, si vous voulez la
visiter méthodiquement et fructueusement,
sans perte de temps et sans fatigues inutiles,
procurez-vous le numéro de mai de *La Science*

et la Vie, qui sera mis en vente à la Foire
même, au stand de *La Science et la Vie*, Parc
des Expositions de la porte de Versailles.

Grâce au concours désintéressé des cons-
tructeurs qui ont répondu à l'appel de
La Science et la Vie, en lui fournissant une
documentation précise, les lecteurs pourront
s'initier immédiatement au progrès tech-
nique sous toutes ses formes dans les indus-
tries les plus diverses.

L'an dernier, la Foire de Paris avait
accueilli plus de 2 millions de visiteurs.
Ce simple détail démontre à quel point
elle a conquis le public, avide de s'ins-
truire dans tous les domaines de l'activité
humaine.

CONSTITUTION ÉLECTRIQUE DE LA MATIÈRE

NOMBRE D'ÉLECTRONS PÉRIPHÉRIQUES							
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Hydrogène (1)						
2	Helium (2)						
3	Lithium (2-1)	Glucinium (2-2)	Bore (2-3)	Carbone (2-4)	Azote (2-5)	Oxygène (2-6)	Fluor (2-7)
4	Sodium (2-8-1)	Magnésium (2-8-2)	Aluminium (2-8-3)	Silicium (2-8-4)	Phosphore (2-8-5)	Soufre (2-8-6)	Chlore (2-8-7)
5	Potassium (2-8-8-1)	Calcium (2-8-8-2)	Scandium (2-8-8-3)	Titane (2-8-8-4)	Vanadium (2-8-8-5)	Chrome (2-8-8-6)	Manganèse (2-8-8-7)
6	Cuivre (2-8-18-1)	Zinc (2-8-18-2)	Gallium (2-8-18-3)	Germanium (2-8-18-4)	Arsenic (2-8-18-5)	Sélénium (2-8-18-6)	Brome (2-8-18-7)
7	Rubidium (2-8-18-8-1)	Strontium (2-8-18-8-2)	Yttrium (2-8-18-8-3)	Zirconium (2-8-18-8-4)	Colombium (2-8-18-8-5)	Molybdène (2-8-18-8-6)	Ruthénium (2-8-18-8-7)
8	Argent (2-8-18-18-1)	Cadmium (2-8-18-18-2)	Indium (2-8-18-18-3)	Étain (2-8-18-18-4)	Antimoine (2-8-18-18-5)	Tellure (2-8-18-18-6)	Iode (2-8-18-18-7)
9	Césium (2-8-18-18-8-1)	Baryum (2-8-18-18-8-2)	Lanthane (2-8-18-18-8-3)	Cérium (2-8-18-18-8-4)	Praséodyme (2-8-18-18-8-5)	Néodyme (2-8-18-18-8-6)	Europium (2-8-18-18-8-7)
10	Thulium (2-8-18-22-18-1)	Ytterbium (2-8-18-22-18-2)	Luétium (2-8-18-22-18-3)	Celtium (2-8-18-22-18-4)	Tantale (2-8-18-22-18-5)	Tungstène (2-8-18-22-18-6)	Rhénium (2-8-18-22-18-7)
11	Or (2-8-18-22-18-1)	Mercuré (2-8-18-22-18-2)	Thallium (2-8-18-22-18-3)	Plomb (2-8-18-22-18-4)	Bismuth (2-8-18-22-18-5)	Potassium (2-8-18-22-18-6)	Radon (2-8-18-22-18-7)
12	—	Radium (2-8-18-22-18-8-1)	Actinium (2-8-18-22-18-8-2)	Thorium (2-8-18-22-18-8-3)	Brevium (2-8-18-22-18-8-4)	Uranium (2-8-18-22-18-8-5)	—

NOMBRE DE COUCHES D'ÉLECTRONS

Ce tableau représente toutes les diverses espèces de matière ; on comprendra facilement ce que représentent les chiffres (en dessous de chaque corps) en se reportant à la figure 5 (aluminium) et à la figure 7 (soufre).

QU'EST-CE QUE L'ÉLECTRICITÉ ?

QU'EST-CE QUE LE MAGNÉTISME ?

Par Marcel BOLL

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, DOCTEUR ÈS SCIENCES
PROFESSEUR D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE A L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

*L'homme a toujours éprouvé un impérieux besoin de connaître, d'expliquer par des théories ou par des lois, les phénomènes naturels. Cette œuvre des savants a permis ainsi d'utiliser pratiquement des forces qui, sans elle, seraient restées stériles. Le morceau d'ambre — en grec *electron*, prononcer : *électron* — qui, frotté par Thalès de Milet, attirait des corps légers, a révélé l'électricité. Depuis cette découverte, nombreuses furent les hypothèses sur la nature de l'électricité. Et ces hypothèses ont abouti à la création de puissantes machines électriques, qui, aujourd'hui, font, par exemple, courir les trains sur les voies ferrées. Ce que fut l'évolution de ces hypothèses, notre magazine l'a déjà exposé à ses lecteurs (n° 113, novembre 1926). Mais la Science évolue constamment et, aujourd'hui, on sait fort bien ce qu'est l'électricité. Notre savant collaborateur montre ici, dans un exposé synthétique que l'on chercherait vainement ailleurs, ce que l'on sait de la structure intime de cette énergie — l'électricité — longtemps réputée « mystérieuse ».*

On sait fort bien ce que c'est

IL arrive souvent qu'à propos de la « fée électricité », on se laisse aller à parler d'*agent mystérieux* ou de *fluide inconnu*.

Si l'électricité a été jadis considérée comme un fluide, il faut savoir que le mot *fluide* n'est plus employé, dans le langage scientifique, que pour désigner les liquides (comme l'eau) et les gaz (comme l'air); plus précisément, pour évoquer la propriété que liquides et gaz possèdent en commun, celle de se laisser déformer sous l'influence d'efforts extrêmement minimes, d'être exempts de rigidité ou, si l'on préfère, de n'avoir pas de *forme* propre. Voilà des « fluides » qui ne sont guère *mystérieux*, au sens, du moins, où on prend ordinairement ce qualificatif; et, en fait de « fluides », la science n'en connaît pas d'autres. Je supplie donc le lecteur de renoncer, une fois pour toutes, à prononcer ce mot « fluide », à moins de faire expressément allusion à l'air, à l'eau ou aux corps analogues : gaz d'éclairage, benzine...

L'électricité n'est donc pas un fluide —

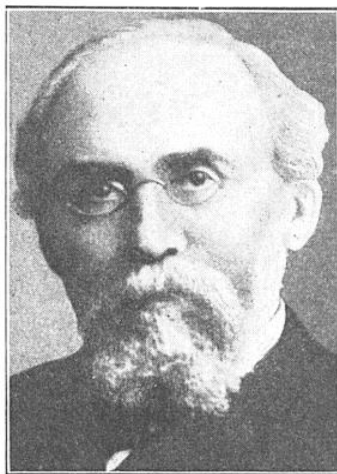
non plus que le magnétisme. J'espère vous en convaincre et vous montrer, en même temps, que ces « agents » ne sont pas mystérieux. Par un article judicieusement intitulé : *Ce que l'on doit savoir de l'histoire des sciences* (1),

on a pu se rendre compte de ce qu'était l'électricité en 1888; ici, au contraire, je me propose d'expliquer non plus ce que l'électricité fut, mais *ce qu'elle est* aujourd'hui, en un exposé d'ensemble qui se suffise à lui-même et qui ne demande, pour être compris, qu'un peu d'attention.

L'électricité, au fond, c'est *l'électron*, ce corpuscule extraordinairement mobile dont on a apprécié les dimensions, dont on connaît la masse et l'état d'électrisation, qu'on sait isoler à l'état libre. C'est l'électron qui est à l'origine de toutes les applications électriques, du chauffage et de l'éclairage, de la production de force motrice, de l'aimantation et de l'électrochimie, des rayons X, de la transmission du langage avec

ou sans fils... J'eus l'occasion, récemment, de réfléchir à cet ensemble de faits et je suis heureux d'offrir aux lecteurs de *La Science*

(1) *La Science et la Vie*, novembre 1926, p. 383-388.



HENRIK ALBERT LORENTZ
Illustre savant hollandais, né en 1853, prix Nobel 1902, l'un des fondateurs des théories électroniques.

et la Vie, qui m'ont déjà suivi dans maintes questions délicates, la primeur d'un exposé synthétique, qui n'a jamais été fait, à ma connaissance, en leur permettant de savoir ce qu'est réellement l'électricité.

L'électricité à l'état pur

L'électricité, disons-nous, c'est l'électron, et cet électron revêt deux aspects fort différents : dans certains cas exceptionnels, les électrons se promènent en liberté, c'est l'électricité à l'état pur ; au contraire, la plupart du temps, l'électricité reste accrochée à la matière. Nous allons, tout d'abord, parler des moyens dont on dispose pour libérer les électrons.

1^o *Décharge électrique à travers les vides usuels.* — On s'arrange pour faire arriver sur une lamelle d'aluminium une multitude d'électrons. Rien n'est plus aisé, si l'on saisit qu'une machine électrique n'est, somme toute, qu'un appareil destiné à provoquer des déplacements d'électrons, tout comme une pompe rotative est un instrument qui réalise un déplacement d'eau (fig. 1) : la machine électrique ne crée pas plus d'électricité que la pompe ne fabrique de l'eau.

Ainsi donc, pour accumuler des électrons sur une lame métallique, il suffira de couper le conducteur plein qui réunit les deux pôles de la machine (fig. 1) et de relier cette lame au pôle négatif. Au fur et à mesure que les électrons affluent, les actions répulsives qu'ils exercent les uns sur les autres deviennent plus intenses et ils finissent par s'échapper dans l'espace ambiant. Lorsque la lame métallique est placée dans l'atmosphère, cette émission électronique est bientôt brisée dans son élan, car les corpuscules sont arrêtés par les molécules gazeuses, qui leur opposent 30 mil-

liards de milliards d'obstacles par centimètre cube. D'où la nécessité d'opérer dans un vide relatif — un cent-millième d'atmosphère, par exemple (1) — et nous avons ainsi réalisé un tube « à décharge disruptive » (fig. 2).

L'expérience précédente est d'importance capitale. Par des moyens faciles à comprendre, mais qu'il serait trop long de rappeler ici en détail, on est parvenu à mesurer la vitesse des électrons qui quit-

tent perpendiculairement la cathode d'aluminium ; vitesse considérable, puisqu'elle peut atteindre 100.000 kilomètres par seconde. De plus, on réussit aussi à peser l'électron : sa masse est à peu près le deux-millième du plus léger de tous les noyaux atomiques connus, le noyau d'hydrogène (tableau page 288) ; à nouveau, il nous faut jongler avec les « chiffres astronomiques », puisqu'un milliard de milliards d'électrons pèsent très sensiblement un milliardième de milligramme...

2^o *Le radium.* — Cette expérience sur les rayons cathodiques, que nous effectuons avec des conducteurs et des isolants intelligemment disposés (fig. 2), le monde extérieur nous l'offre toute montée dans l'atome de radium (tableau page 288). Cet atome, qui ne possède pas moins de 88 électrons planétaires, est pourvu d'un noyau, lui aussi extraordinairement complexe ; les noyaux lourds sont instables et explosent spontanément (transmutations radioactives) ; au cours de ces explosions, il peut y avoir projection d'électrons (rayons *bêta*), ce qui prouve que les

noyaux atomiques eux-mêmes renferment des électrons ; l'explosion est parfois si vio-

(1) Cf. Qu'est-ce que le vide ? Comment le fabrique-t-on ? A quoi sert-il ? *La Science et la Vie*, mars 1927, p. 193.

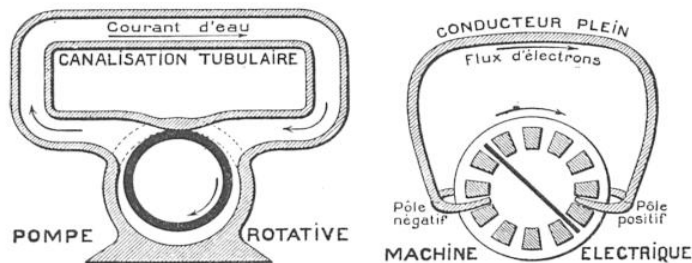


FIG. 1. — LA MACHINE ÉLECTRIQUE EXERCE UNE PROPULSION SUR LES ÉLECTRONS, TOUT COMME LA POMPE ROTATIVE EXERCE UNE PROPULSION SUR L'EAU

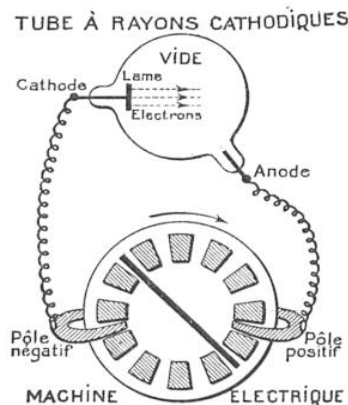


FIG. 2. — UN MOYEN DE LIBÉRER DES ÉLECTRONS

Les électrons, amenés par la machine sur la lame, s'échappent perpendiculairement à la surface, avec des vitesses habituellement comprises entre 10.000 et 100.000 kilomètres par seconde.

lente que l'électron part avec une vitesse qui ne diffère que d'un centième de celle de la lumière, et ces électrons qui cheminent à raison de 297.000 kilomètres par seconde sont, de beaucoup, les plus rapides de tous les corpuscules matériels.

3° *Émission d'électrons par les corps incandescents.* — Nous verrons bientôt que ce qui caractérise un métal (un distributeur d'électrons), c'est l'extrême mobilité de ces corpuscules. Et, en fait, dans une masse de métal neutre (dans une casserole d'aluminium, si vous voulez), les électrons passent leur temps à sauter d'un atome au voisin, dans un indescriptible charivari. D'ailleurs, les électrons ne quittent pas le métal, car, si une telle fantaisie « passait par la tête » de l'un d'entre eux, il serait immédiatement rappelé à son devoir par l'excès d'électricité positive qu'il aurait abandonnée. Tout comme une balle de tennis, lancée en l'air, ne tarde pas à retomber sur le sol.

Telle est bien l'allure des phénomènes aux températures usuelles. Mais qui dit élévation de température, dit, par cela même, accroissement de vitesse des particules matérielles. Si bien qu'au rouge — mieux : au rouge blanc — certains électrons quitteront le métal, ce qui constitue une « émission thermionique », de tous points comparable à la volatilité des liquides, qui, très faible à froid (parce que les vitesses moléculaires sont infimes), devient de plus en plus grande au fur et à mesure que la température augmente. On peut aussi songer au boulet de Jules Verne, qui quitte la sphère d'attraction terrestre, à la seule condition de lui communiquer une vitesse suffisante au départ.

Ainsi donc, à chaud, les électrons périphériques des atomes d'un métal ne demandent qu'à « s'évaporer », surtout si, à chaque instant, on

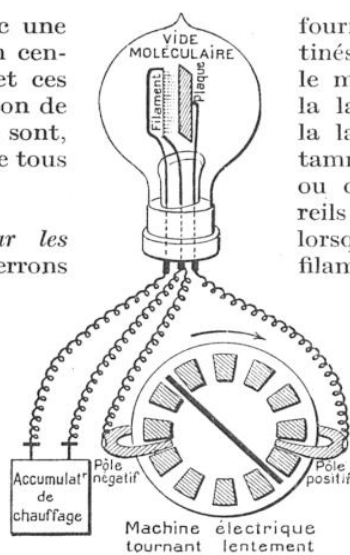


FIG. 3. — LAMPE A DEUX ÉLECTRODES

Lorsque le filament incandescent est relié au pôle négatif de la machine électrique, comme les électrons ont une vitesse suffisante, ils traversent facilement le vide et parviennent à la plaque.

fournit au métal des électrons destinés à remplacer les fugitifs. Tout le monde a reconnu le principe de la lampe à deux électrodes ou de la lampe à trois électrodes, constamment utilisées comme détecteurs ou comme relais. Ce que ces appareils présentent d'essentiel, c'est ceci : lorsqu'on envoie des électrons au filament incandescent, en le reliant au pôle négatif d'une machine (fig. 3), ces électrons sont capables de traverser le vide très poussé qui règne dans la lampe et de parvenir sur la plaque ; si, au contraire (fig. 4), c'est la plaque qui reçoit des électrons, comme celle-ci reste à peu près froide, le vide suffisamment poussé constitue pour eux un obstacle infranchissable.

Ajoutons, pour être complets, qu'on connaît deux autres moyens de libérer des électrons : une lame de zinc, frappée par des radiations ultraviolettes, joue un rôle analogue à celui du filament incandescent dont nous venons de parler (c'est ce qu'on appelle l'effet photoélectrique, utilisé dans les essais de télévision) ; et, d'autre part, des électrons sont émis au cours de réactions chimiques violentes, comme l'action du chlore (tableau page 288), « piège à électrons », sur le sodium (même tableau), « distributeur d'électrons ».

Mais il est temps de préciser ces deux expressions et de rechercher ce que devient l'électricité dans tous les cas où elle ne fait pas parler d'elle, dans une lame de canif ou dans une vitre, dans un morceau d'aluminium ou dans un morceau de soufre.

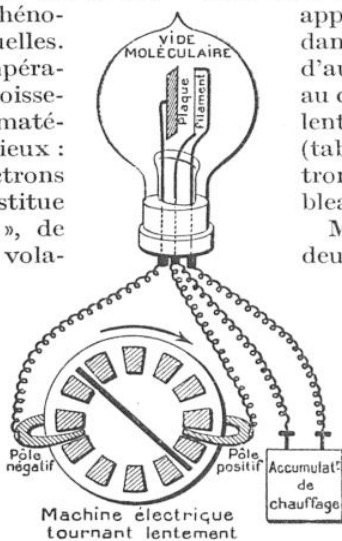


FIG. 4. — LAMPE A DEUX ÉLECTRODES (SUITE)

Si c'est, au contraire, le pôle négatif qui communique à la plaque, les électrons de celle-ci sont beaucoup trop lents pour s'échapper dans le vide et le courant ne passe pas.

L'électricité dans l'atome

Tout le monde sait, aujourd'hui, que l'ultime particule matérielle est la molécule et que la molécule elle-même est bâtie avec des atomes : si, dans une molécule, les atomes sont tous pareils, on a affaire à un « corps simple » ;

on dit, au contraire, qu'il s'agit d'un corps composé, lorsque la molécule contient des atomes de deux sortes au moins. Voilà ce qu'on connaissait vers la fin du siècle dernier, mais on n'avait encore aucune idée précise sur l'endroit où l'électricité pouvait bien se loger.

On admettait, depuis longtemps, que la matière, qui nous apparaît comme *neutre* (électriquement neutre) dans les circonstances habituelles, devait contenir des réserves égales d'électricité positive et d'électricité négative ; néanmoins, c'est dans ces toutes dernières années que les physiciens établirent sans conteste qu'à l'état normal, *l'électricité se trouve à l'intérieur de l'atome*.

Il nous faut redire, une fois de plus, que les atomes sont des systèmes planétaires, analogues au système solaire ; qu'ils sont constitués par un centre ou *noyau* chargé d'électricité positive, où se trouve concentrée presque toute la masse de l'atome et

autour duquel gravite tout un cortège de corpuscules négatifs ou *électrons*. Le nombre d'électrons planétaires est d'autant plus grand que l'atome est plus lourd (tableau page 288) : ce nombre — dit « nombre atomique » — varie entre *un* (pour l'hydrogène) et *quatre-vingt-douze* (pour l'uranium). Ajoutons que ces électrons ont une tendance très accusée à s'assembler en couches de huit, et nous serons prêts à comprendre la différence fondamentale qui sépare les « distributeurs d'électrons » ou corps conducteurs et les « pièges à électrons » ou corps isolants.

Un distributeur d'électrons : l'aluminium

C'est l'aluminium qui va nous servir d'exemple-type : il possède le nombre atomique *treize*, c'est-à-dire qu'il est assez

complexe, pour servir de prétexte à des considérations suffisamment générales, mais qu'il est suffisamment simple pour que sa constitution soit d'ores et déjà bien élucidée ; enfin, l'aluminium, concurremment avec le cuivre, sert à fabriquer des câbles électriques.

L'atome d'aluminium possède donc *treize* électrons, qui sont répartis autour du noyau comme l'indique notre figure 5 : la couche interne (appelée couche *K*) comporte deux électrons, la couche intermédiaire (couche *L*) est complète (8 électrons) et la couche périphérique (couche *M*) en possède trois. Ces trois électrons superficiels sont quelque peu

« en l'air », pourrait-on dire, puisque la matière rassemble ses électrons huit par huit. Et comme, d'autre part, 3 est plus près de 0 que de 8, ces trois électrons de la couche *M* seront relativement mobiles et pourront quitter l'atome, alors qu'il serait infiniment plus difficile de compléter cette couche à huit électrons, en obligeant l'atome à absorber

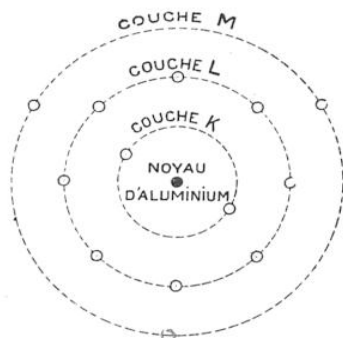


FIG. 5. — L'ATOME D'ALUMINIUM (NEUTRE)
(Grossissement 65.000.000 diamètres.)

Le noyau est entouré de treize électrons. Tout l'atome tient dans une sphère d'un dix-millionième de millimètre de rayon ; les dimensions des constituants par rapport à l'ensemble sont comparables à la dimension d'une planète dans le système solaire.

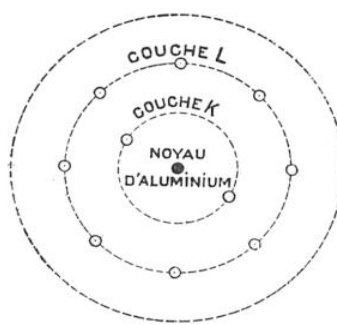


FIG. 6. — L'ION ALUMINIUM (POSITIF)
(Grossissement 65.000.000 diamètres.)

C'est l'atome privé des trois électrons périphériques (couche *M*) ; tandis que l'aluminium est à l'état d'atomes (fig. 5) dans le métal blanc bien connu, il existe à l'état d'ions dans l'alun (cristallisé ou dissous dans l'eau).

ber cinq corpuscules supplémentaires.

Lorsque ces trois électrons *M* sont partis, l'atome d'aluminium est devenu un *ion* aluminium (fig. 6) : comme l'atome (à 13 électrons) était neutre, comme les treize électrons planétaires compensaient exactement l'électricité positive du noyau, il s'ensuit que l'ion (à 10 électrons) est, au total, chargé d'électricité positive : l'ion aluminium est un ion positif ; l'atome d'aluminium, distributeur d'électrons, est un atome électropositif. On voit, du même coup, qu'une charge électrique positive doit être attribuée à une *disette d'électrons*.

Nous ne quitterons pas l'aluminium sur cette impression fausse que ce distributeur d'électrons est un distributeur automatique : les trois électrons *M* sont relativement mobiles, avons-nous dit, mais ils sont cepen-

dant attirés par le reste de l'atome. Bref, il faut dépenser de l'énergie pour les extraire : si, par exemple, on voulait arracher un électron à tous les atomes qui constituent un gramme d'aluminium, l'énergie serait équivalente à celle qui est nécessaire pour soulever quelques tonnes à un mètre ; ce « travail d'ionisation » peut être fourni en faisant passer une décharge dans un tube à vide — ainsi qu'on l'a vu — ou, plus simplement, en attaquant notre métal par un acide dissous dans l'eau.

Un piège à électrons : le soufre

Si, du n° 13, nous passons maintenant au seizième atome, nous rencontrons le soufre, ce corps simple jaune, connu de tous, dont la combustion produit un gaz suffoquant.

Ici, comme tout à l'heure, il y a deux électrons *K* et huit électrons *L* ; mais la couche périphérique, la couche *M*, s'est enrichie, puisqu'elle comporte six électrons (fig. 7). Ces six électrons ne sont plus en l'air, bien au contraire : ils forment un bataillon serré ; 6 étant beaucoup plus voisin de 8 que de 0, l'atome de soufre (à 16 électrons) aura tendance à compléter sa couche *M* par l'absorption de deux nouveaux électrons, qu'il empruntera aux atomes voisins.

Lorsque deux nouveaux électrons se sont fixés sur cette couche *M*, l'atome de soufre est devenu un ion soufre (fig. 8) ; cet ensemble (à 18 électrons) comporte sur l'atome (neutre) un excès de deux électrons : l'ion soufre est un ion négatif ; l'atome de soufre, piège à électrons, est un atome électronégatif. En même temps, on comprend qu'une charge électrique négative ne soit autre chose qu'une *surabondance d'électrons*.

L'aluminium, nous l'avons vu, est capable de distribuer des électrons, non sans quelque parcimonie, il est vrai ; le soufre, inverse-

ment, est un piège à électrons, tout ce qu'il y a de plus efficace. C'est l'ion soufre (fig. 8) — et non l'atome neutre (fig. 7) — qui constitue le système le plus stable ; et, s'il nous faut parler à nouveau de cette énergie suffisante pour soulever quelques tonnes à une hauteur d'un mètre, il s'agira, cette fois, de la transformation d'un gramme d'ions soufre en un gramme de soufre ordinaire, comme quand on produit un dépôt de soufre en versant quelques gouttes d'acide nitrique dans de l'eau de Barèges.

Retour à la vieille électricité

Les notions générales que j'ai rappelées

à propos de l'aluminium et du soufre pourraient être appliquées aux quatre-vingt-dix-neuf éléments connus (tab. p. 288). Dans cette classification (1869), due au chimiste russe Mendéléïeff (1834 - 1907), les « distributeurs d'électrons » figurent en général dans les trois ou quatre premières colonnes, alors que les « pièges à

électrons » se rencontrent surtout dans les colonnes 6 et 7.

Je prévois une objection qui viendra peut-être à l'esprit de quelques lecteurs : « Comment ? diront-ils, on nous promet de parler d'électricité et on ne s'occupe que de chimie. » A ce reproche je ferais deux réponses : d'une part, la chimie devient de plus en plus un simple chapitre de l'électromagnétisme ; d'autre part, il était indispensable de comprendre où on va dénicher l'électricité, cette électricité dont les effets surprenants exaltent notre imagination.

Aussi est-ce le moment de jeter un regard en arrière sur la « bonne vieille électricité » de nos pères, sur celle qu'on avait déjà approfondie en 1888 : en passant en revue ses aspects principaux, on se rendra compte que l'électron est venu y apporter des expli-

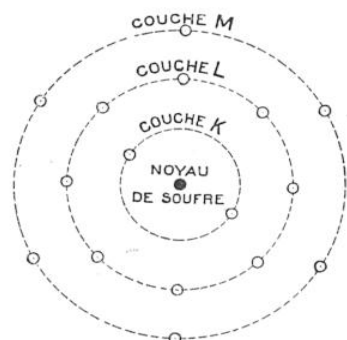


FIG. 7. — L'ATOME DE SOUFRE (NEUTRE)
(Grossissement 60.000.000 diamètres.)

Le noyau est entouré de seize électrons. Le fait que la couche *M* comporte six électrons (et non plus trois, comme dans l'aluminium) est le secret de la différence qui sépare un métal brillant d'un isolant jaune citron.

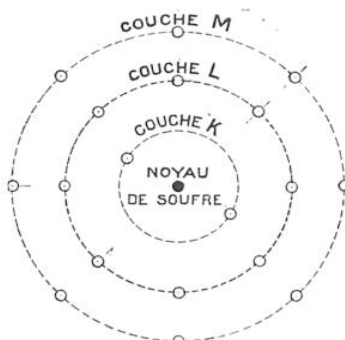


FIG. 8. — L'ION SOUFRE (NÉGATIF)
(Grossissement 60.000.000 diamètres.)

C'est l'atome précédent qui a absorbé deux électrons supplémentaires ; le soufre existe à l'état d'ions dans l'eau de Barèges et dans la galène des postes récepteurs de téléphonie sans fil.

cations concrètes et accessibles ; car, pour les esprits cultivés, il s'agit moins de savoir calculer les phénomènes que de comprendre en quoi ils consistent.

Les électrons font briller les lampes

Une lampe à incandescence est un appareil relativement compliqué : bien des jeunes sans-filistes ne se doutent guère de ce qui s'y passe, et il n'y a pas lieu de leur en vouloir, car c'est aussi le cas pour un certain nombre d'ingénieurs électriciens...

J'ai eu récemment l'occasion de parler de la *chaleur* (1) et de la *lumière* (2), mais il y a deux notions fondamentales qu'il ne faut pas perdre de vue.

1° A toute température, les atomes qui constituent un corps solide exécutent sur place des vibrations, dont l'amplitude est d'autant plus grande que la température est plus haute ;

2° Tous les corps solides émettent de l'énergie rayonnante, et celle-ci devient visible lorsque la température est suffisamment élevée.

Pour s'éclairer, il s'agira donc de chauffer un métal aussi fort que possible : on prendra une substance peu fusible et peu volatile, placée dans le vide, si

(1) Qu'est-ce que la chaleur ? *La Science et la Vie*, octobre 1926, p. 275-284.

(2) Qu'est-ce que la lumière ? *La Science et la Vie*, février 1926, p. 115-125. On y trouvera les définitions du « champ électrique » et du « champ magnétique », propriétés de l'espace qui entoure les électrons en mouvement.

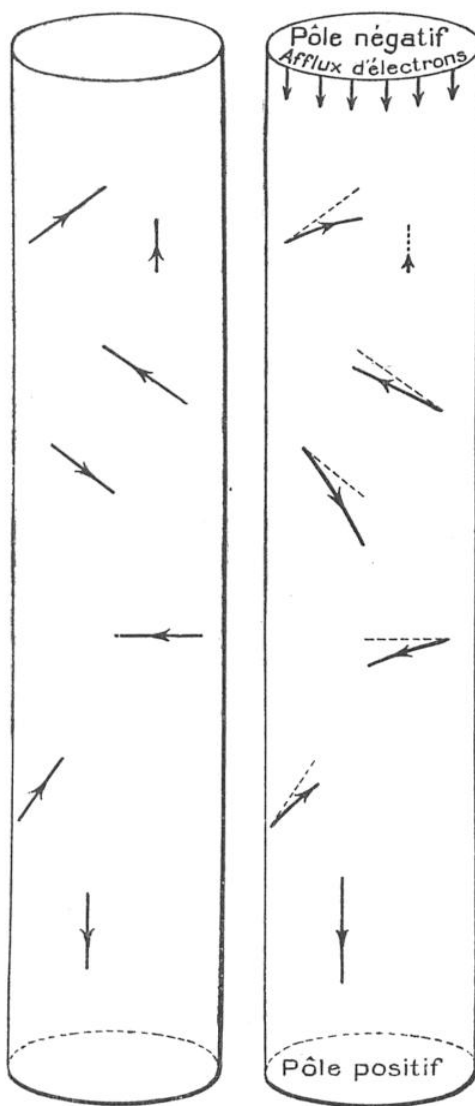


FIG. 9

FIG. 10

FIG. 9. — UN FILAMENT DE LAMPE ÉLECTRIQUE A FROID

Les électrons sautent d'un atome à l'autre, d'une façon tout à fait irrégulière, en suivant les trajectoires indiquées. On verra, sur la figure 10, ce qui va se passer lorsqu'on fera communiquer la partie supérieure au pôle négatif d'une machine électrique.

FIG. 10. — LE MÊME FILAMENT A CHAUD

Au haut de ce filament, de nouveaux électrons affluent, qui repoussent ceux qui s'y trouvaient déjà ; toutes les trajectoires précédentes sont incurvées vers le bas ; il en résulte un déplacement d'ensemble qui est précisément le courant électrique.

elle est combustible. En d'autres termes, on va s'efforcer d'augmenter considérablement l'amplitude des mouvements atomiques, en les bousculant par des électrons. Après quelques tâtonnements, on a trouvé un « distributeur d'électrons » qui remplissait ces multiples conditions : c'est le tungstène (tableau page 288), dont sont faites, aujourd'hui, toutes les « lampes à filament métallique ».

Il est important de comprendre ce qui se passe dans un tel filament à froid (fig. 9) et à chaud (fig. 10).

1° A froid, les électrons périphériques de chaque atome (voir fig. 5) ont une certaine tendance de sauter de l'atome à l'un de ses voisins ; il en résulte des frémissements incohérents, parfaitement irréguliers, en tous sens, et, par compensation, l'ensemble reste électriquement neutre ;

2° Dès qu'on fait communiquer les deux bouts du filament aux deux pôles d'une machine électrique (par exemple, la partie supérieure est reliée au pôle — du secteur, la partie inférieure au pôle +), les électrons qui affluent en haut (1) ont pour effet de communiquer à ceux qui existent déjà dans le métal une vitesse supplémentaire, dirigée vers le bas, et les trajectoires de la figure 10 se trouvent incurvées : il se produit un flux d'électrons, connu depuis un siècle et demi et qu'on appelle *courant élec-*

(1) Et aussi les électrons qui sont soustraits en bas.

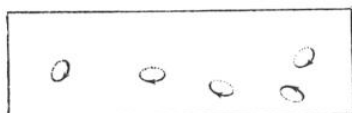


FIG. 11. — UN BARREAU D'ACIER NON AIMANTÉ

Les électrons tournent à l'intérieur des atomes suivant des trajectoires qui ont toutes les orientations possibles.

mentera, d'où élévation de température.

Pour que le métal soit porté à une température convenable, il faut que les chocs renforcés soient suffisamment nombreux (ou, comme on dit, que le courant soit assez intense). Pour fixer les idées, une lampe de 50 bougies monowatt laisse passer un courant d'un demi-ampère et on calcule qu'une section quelconque du filament est traversée, toutes les secondes, par 3 milliards de milliards d'électrons !

On vient de comprendre le principe de l'éclairage et du chauffage électriques ; mais je voudrais incidemment répondre à une question que les lecteurs se sont peut-être posée : pourquoi ne voit-on pas l'électricité ? Pourquoi les pièces en cuivre d'un interrupteur ont-elles la même apparence, qu'elles soient ou non réunies au secteur ? Si l'atome de cuivre (cuivre métallique), avec ses 29 électrons, est rouge, l'ion cuivre (qui existe dans le sulfate de cuivre) est bleu et ne renferme que 27 électrons ; la borne positive de l'interrupteur devrait être bleue, si tous les atomes étaient devenus des ions (par perte de deux électrons pour chaque atome). Or, dans les conditions habituelles, cette perte d'électrons ne peut porter que sur un cent-millionième des atomes présents ; bref, il se produit une particule bleue à côté de 99.999.999 particules qui restent rouges, et

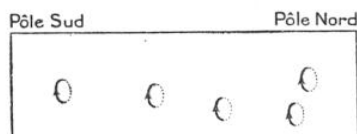


FIG. 12. — LE MÊME BARREAU EST AIMANTÉ

Pour cela, on l'entoure d'un fil où passe un courant : les trajectoires de la figure précédente s'orientent. Le pôle nord est celui devant lequel il faut se placer pour « voir » les électrons tourner dans le sens des aiguilles d'une montre.

trique. Cette vitesse supplémentaire augmentera la violence des chocs électroniques contre les atomes ; l'amplitude des vibrations atomiques aug-

mentera, d'où élévation de température. Voilà pourquoi l'électrisation n'est pas perceptible à l'œil.

Retenons donc bien ce résultat fondamental : les courants électriques dans les métaux (et alliages) — et Dieu sait s'ils sont employés dans la

vie moderne ! — ne sont que des translations d'ensemble des électrons ; au contraire, dans les solutions salines (cuves galvanoplastiques, piles et accumulateurs), le « transport de l'électricité » est confié aux ions, qui nagent dans le liquide et qui sont des atomes incomplets (fig. 6) ou surpeuplés (fig. 8) : du coup, on conçoit que, dans ce dernier cas, le courant doit être accompagné de déplacement de matière, et c'est là le principe de toute l'électrochimie.

Les aimants sont dus aux électrons

Abandonnons pour quelques instants l'électricité et occupons-nous du magnétisme, non pas du « magnétisme animal » ou

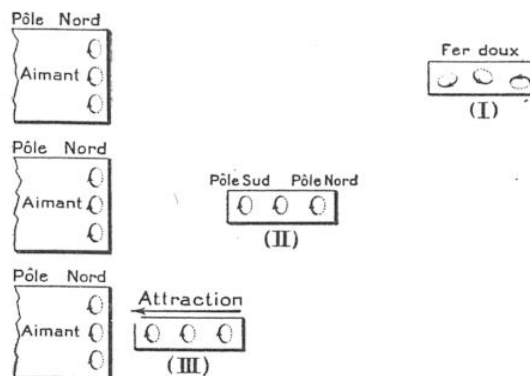


FIG. 13. — POURQUOI L'AIMANT ATTIRE-T-IL LE FER ?

En I, les trajectoires électroniques ont des directions quelconques. En II, elles s'orientent « par sympathie » avec celles de l'aimant. En III, l'attraction se fait sentir. En remplaçant l'aimant par un électro et le fer doux par une lampe vibrante, on aurait affaire à un récepteur téléphonique.

des « passes magnétiques », qui ne sont qu'une aimable plaisanterie, mais de l'aimantation.

Les électrons atomiques, représentés sur les figures 5, 6, 7 et 8, ne sont pas en repos ; si l'on veut, ces figures ne constituent que des « photographies instantanées » et, s'il nous était possible de « cinématographier » un atome, on verrait les électrons décrire, autour du noyau, des trajectoires comparables à celle de la Terre autour du Soleil.

Ceci posé, considérons (fig. 11) un barreau d'acier, tel qu'il sort de l'usine métallurgique : les trajectoires électroniques y ont des directions absolument quelconques. Mais si nous entourons le barreau de quelques spires de cuivre (isolées) où nous faisons passer des électrons, les trajectoires électroniques de l'acier se mettront à basculer

(fig. 12), elles deviendront parallèles au trajet des électrons extérieurs et nous aurons réalisé un aimant.

A ce point de vue, l'acier trempé (alliage fer-carbone, chauffé et refroidi brusquement) se distingue nettement du fer doux (fer très pur) : dans l'acier, les trajectoires électroniques restent orientées parallèlement les unes aux autres, lorsqu'on fait cesser l'action directrice extérieure, les aimants d'acier sont donc *permanents* ; au contraire, les trajectoires électroniques du fer doux reprennent leurs directions primitives, dès qu'elles ne sont plus contraintes à rester parallèles, et cette propriété est mise à profit dans les électroaimants (électros), qui sont des aimants *temporaires*.

Nous sommes en mesure de résoudre le problème qui était resté sans réponse pendant vingt-cinq siècles : pourquoi l'aimant attire-t-il le fer ? Si, d'un pôle d'aimant (fig. 13) — un pôle nord, par exemple, — on approche un morceau de fer, les électrons de ce dernier s'orientent peu à peu et, dès que la distance est assez petite, les trajectoires en regard s'attirent avec une force suffisante pour vaincre les résistances passives : l'aimant permanent attire l'aimant temporaire qu'il a produit.

Mais, allez-vous dire, pourquoi le fer n'attire-t-il pas le cuivre ? Cela tient à la texture spéciale des électrons dans ces deux atomes : les diverses orbites électroniques qui caractérisent le cuivre sont réparties symétriquement dans l'espace, à peu près comme les méridiens à la surface du globe terrestre ; aussi l'orientation représentée par la figure 12 n'aura-t-elle pas lieu.

On voit, dès lors, ce qui distingue les aimants des courants : tandis qu'un courant est un flux d'électrons, un aimant est formé par des électrons qui tournent en rond, sur place, les orbites décrites étant parallèles les unes aux autres. Le magnétisme d'une telle orbite dépend, à la fois, de son rayon et

de la vitesse de l'électron qui la parcourt ; et on a donné le nom de « magnéton » à la trajectoire électronique dont l'effet magnétique est le plus faible. Ces considérations nous montrent qu'un aimant *n'est pas* électrisé, puisqu'en aucune de ses parties il n'y a ni excès ni défaut d'électrons ; et, par la même occasion, on comprend comment se situe le magnétisme parmi les autres phénomènes électriques.

Les électrons font marcher le métro

L'énergie électrique, personne ne l'ignore, est obtenue, dans les stations centrales, au

moyen de machines appelées *dynamos* : toutes ces machines comprennent des masses de fer où les électrons tournent sur place et des fils de cuivre que les électrons parcourent de bout en bout.

Si à cette machine on fournit du mouvement, elle cède du courant électrique ; mais, si on lui procure du courant

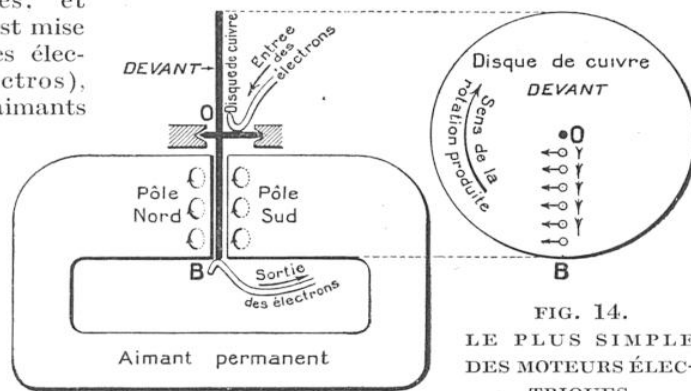


FIG. 14.
LE PLUS SIMPLE
DES MOTEURS ÉLEC-
TRIQUES

Un disque de cuivre mobile autour d'un axe O est représenté de face (à droite) et en coupe (à gauche). La partie inférieure de ce disque est engagée entre les pôles d'un aimant, et les électrons qui parcourent le rayon OB sont soumis, de la part des électrons de l'aimant, à des forces horizontales. Le mouvement qui résulte de ces forces est communiqué aux atomes du métal, et la roue se met à tourner dans le sens de la grande flèche.

électrique, elle restitue du mouvement, et la dynamo devient un *moteur*. Cette « réversibilité » des machines électriques est la base du transport de l'énergie à distance, et on se rend compte aisément qu'il puisse en être ainsi, car le courant électrique n'est qu'une forme particulière de mouvement : c'est une translation d'électrons le long d'un fil formé par des atomes de corps conducteurs, cuivre ou aluminium (fig. 5).

Une telle explication pourrait à la rigueur suffire ; mais, par suite de l'importance des moteurs électriques, il n'est pas inutile de voir comment les choses se passent dans le cas le plus élémentaire. Un disque de cuivre vertical (fig. 14) peut tourner autour d'un axe horizontal passant par son centre O ; le courant d'une machine électrique est amené par deux balais, l'un en O relié au pôle négatif, l'autre à la périphérie en B. La partie inférieure du disque est engagée entre les pôles très rapprochés d'un aimant. Le phé-

nomène qui va se passer ici est exactement le même que celui qui a fait basculer les trajectoires électroniques de la figure 11 dans la position qu'elles occupent figure 12. Dans les deux cas, les électrons mobiles sont soumis à des forces additionnelles, qu'on a représentées par des petites flèches sur la figure 14, et, comme nous savons que les électrons communiquent leur mouvement aux atomes métalliques du voisinage (actions pondéromotrices), la roue de cuivre se met à tourner dans le sens de la grande flèche (dans le sens des aiguilles d'une montre).

Il est bien évident que, si on intervertissait le sens de circulation des électrons suivant *OB*, le disque tournerait en sens inverse autour de son axe horizontal *O*.

On a sans doute reconnu, dans le moteur schématisé précédent, les organes essentiels des appareils infiniment plus puissants : le disque n'est autre que l'induit ou le rotor ; l'aimant permanent s'appelle inducteur ou stator. C'est donc sur ces phénomènes, expliqués ici par un montage particulièrement accessible, que reposent toutes les applications de l'électricité à la force motrice et particulièrement à la traction.

Les électrons émettent des ondes hertziennes

Jusqu'à présent, parmi les tours de force dont les électrons sont capables, nous n'avons mentionné que les deux premiers : leur cheminement entre les atomes d'un métal le long d'un fil — d'où éclairage et chauffage — et leur rotation dans les spires d'une bobine ou à l'intérieur des atomes de fer — d'où force motrice et production industrielle de l'électricité dans les « centrales ». Il nous reste à passer à un troisième « genre d'exer-

cices », celui qu'effectue un électron dont on fait brusquement varier la vitesse. Je m'explique.

Par une chiquenaude, vous vous débarrassez d'un peu de cendre tombée sur votre veston : si vous aviez lancé de même un électron, votre geste aurait envoyé un signal bref à distance. — Vous secouez, pour vous amuser, une dizaine de balles de tennis

dans leur filet : le mouvement de votre bras, appliqué à des électrons, produirait une émission d'ondes hertziennes entretenues, comme celles qu'on utilise en T. S. F., ou, plus simplement, vous réaliseriez le primaire d'un transformateur, qu'on doit considérer comme le premier appareil de transmission sans fil à distance (à quelques millimètres de distance). — Enfin, considérez une balle de revolver qui s'écrase contre une plaque de blindage ; remplacez la balle par un électron, et vous aurez fabriqué des rayons X.

En définitive, l'électron qui subit une accélération intervient dans le courant alternatif et ses transformations, en radiotélégraphie et en radiophonie (tant à la réception qu'à l'émission), en radio-

graphie et en radioscopie...

Fidèles à nos habitudes, nous allons insister tant soit peu sur la plus simple des émissions d'ondes hertziennes, qui est en même temps le plus simple des transformateurs (fig. 15). Deux spires circulaires métalliques, de même diamètre, sont placées côte à côte et séparées par une épaisseur d'air, de 3 millimètres par exemple : celle de gauche (appelée *primaire*) présente une coupure dont les deux extrémités sont reliées aux deux pôles d'un accumulateur par l'intermédiaire d'un interrupteur ; le *secondaire* (spire de droite) est ininterrompu.

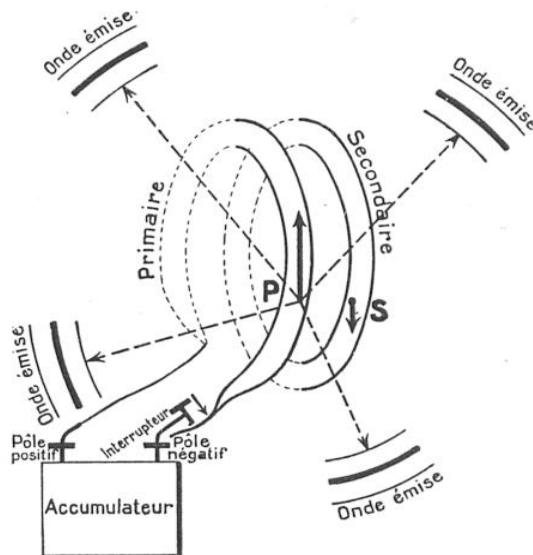


FIG. 15. — POUR TÉLÉGRAPHIER SANS FIL A 3 MILLIMÈTRES DE DISTANCE

Deux spires sont en présence, le primaire et le secondaire. Si on ferme brusquement l'interrupteur, les électrons du primaire, tels que P, reçoivent une impulsion, et, du coup, ils émettent une onde centrée sur P et dont on a représenté quelques portions. Quand cette onde rencontre les électrons, tels que S, du secondaire, elle leur communique une impulsion en sens inverse, d'où un courant instantané, qui pourrait actionner une sonnerie : on a télégraphié sans fil de P en S. Il suffit d'améliorations de détail pour passer de cinq millimètres à des milliers de kilomètres.

Ceci dit, nous fermons brusquement le circuit primaire en agissant sur l'interrupteur, comme l'indique la flèche : pendant la période de fermeture (qui dure une fraction de seconde), chaque électron du primaire, tel que *P*, subit une brusque impulsion dans le sens de la flèche. Impulsion accompagnée d'une onde électromagnétique, qui se propage à travers l'espace à raison de 300.000 kilomètres par seconde. Cette onde ne met qu'un cent-milliardième de seconde pour atteindre le secondaire dont les électrons, tels que *S*, reçoivent une impulsion, notablement plus faible et en sens inverse (par suite de l'opposition de la réaction à l'action). Est-il bien utile d'ajouter que cette onde ne dure que pendant la période de fermeture du primaire ? Aussi, pour en prolonger les effets, sera-t-il commode de fermer et de couper rapidement le circuit ou mieux d'invertir les pôles de l'accumulateur après chaque passage du courant, ce qu'on peut réaliser facilement au moyen d'un petit commutateur tournant (fig. 16).

Mais il est au moins aussi facile de se servir du secteur à courant alternatif, en intercalant, toutefois, une lampe dans le circuit pour éviter que les plombs ne sautent. Les électrons *P* vont donc être sollicités successivement vers le haut et vers le bas, et les électrons *S* oscilleront en concordance. On aura, de la sorte, transmis de l'énergie à travers l'espace.

Il ne faudrait pas s'imaginer que c'est de l'électricité qui a passé du primaire au secondaire, pas plus que ce n'est du son qui circule le long des lignes téléphoniques. Dans le téléphone (avec fil), l'énergie mécanique vibratoire d'une plaque produit des variations du courant électrique, lesquelles occasionnent des vibrations synchrones d'une autre plaque métallique ou récepteur, qui est, en quelque sorte, un moteur minuscule. Dans le transformateur (fig. 15), l'énergie électrique est métamorphosée, dans le primaire, en énergie rayonnante, laquelle redonne de l'énergie électrique à son arrivée dans le secondaire. Enfin, dans la téléphonie sans fil, il y a association des deux mécanismes qui précèdent, et le son (énergie mécanique) devient successivement énergie

électrique, énergie rayonnante, puis à nouveau énergie électrique et enfin énergie mécanique, c'est-à-dire son.

Le primaire du transformateur, alimenté par du 110 volts, 42 périodes par seconde, est un circuit oscillant, qui émet des ondes d'une longueur de 7.000.000 de mètres. Toutefois, nous avons là l'embryon d'une installation radiotélégraphique — et même radiophonique. La modification essentielle consistera à rendre la longueur d'onde environ 4.000 fois plus petite, puisque les postes d'émission se situent entre 300 et 3.000 mètres de longueur d'onde, ce qui correspond à des fréquences variant entre 1.000.000 et 100.000 périodes par seconde (1).

Ces hautes fréquences entraînent avec elles les multiples avantages suivants : les électrons *P* recevront des impulsions plus fortes, plus nombreuses, la puissance rayonnée (pour un même montage) en sera accrue, de même que la portée du poste ; de plus, les périodes du circuit oscillant devenant énormes par rapport à celles des oscilla-

tions mécaniques accompagnées de son (de 100 à 1.000 périodes par seconde pour la voix humaine), il est alors possible de moduler les ondes hertziennes entretenues, de leur faire subir des variations d'amplitude ; notre figure 17 fait comprendre comment l'électron, qui se trouve dans un poste émetteur (3.000 mètres de longueur d'onde), fredonnera la sixième note si d'un piano (comptée à partir des notes graves), à condition, naturellement, que les ondes parviennent à un poste récepteur approprié, muni d'un téléphone. Et voilà comment l'électron joue un rôle indispensable dans la radiophonie, la plus récente et la plus extraordinaire des applications de l'électricité.

Tout à l'électricité

A la double question : « Qu'est-ce que l'électricité ? Qu'est-ce que le magnétisme ? » nous devons répondre :

L'électricité, c'est l'électron libre (ou, du moins, partiellement libéré du restant de la matière) ;

(1) Ou, comme on dit entre 1.000 et 100 kilocycles.

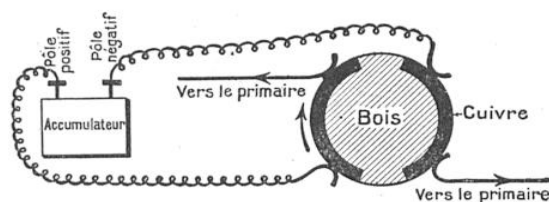


FIG. 16. — COMMUTATEUR TOURNANT

Quatre balais frottent sur un cylindre de bois (isolant), partiellement recouvert de cuivre et tournant dans le sens de la flèche : les pôles de l'accumulateur sont réunis tantôt à un des bouts du primaire (fig. 16), tantôt à l'autre. Ainsi les électrons sont lancés successivement dans un sens et en sens inverse.

Le magnétisme, c'est l'électron qui tourne en rond (à l'intérieur des atomes, pour les aimants ; le long des spires circulaires, lorsqu'il s'agit des effets magnétiques des courants électriques).

Chemin faisant, nous avons montré que les trois applications les plus populaires de l'électricité sont directement dues à l'électron : l'électron nous éclaire, l'électron nous

de l'électromagnétisme. La chimie s'interprète par les électrons périphériques de l'atome (fig. 5, 6, 7 et 8), ainsi d'ailleurs que la cohésion : si nous n'arrivons pas à rompre un fil de cuivre, c'est parce que les atomes au contact possèdent des électrons qui, au total, exercent des actions attractives. Enfin, de même que l'électron engendre les ondes hertziennes, il est aussi à la base des autres

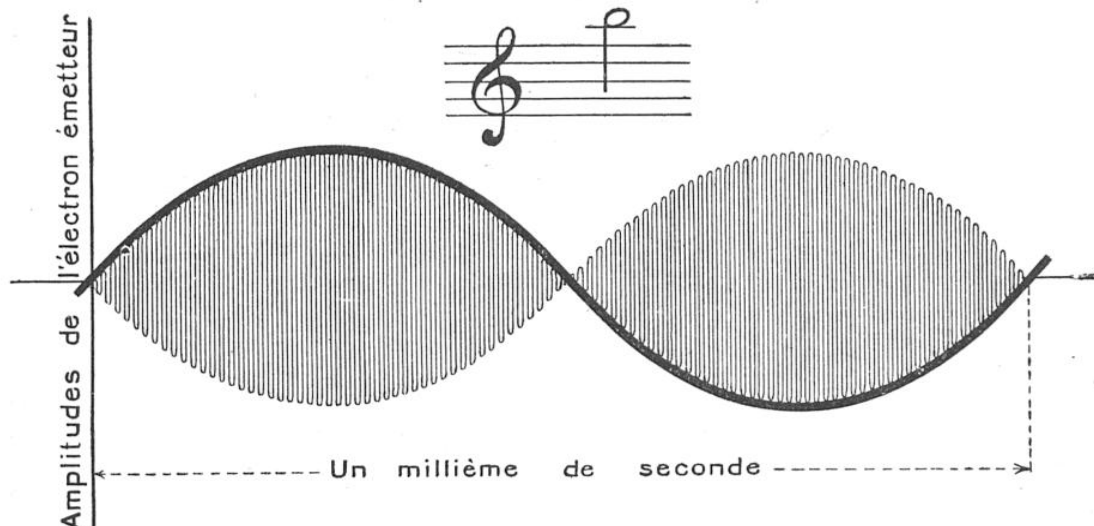


FIG. 17. — COMMENT UN ÉLECTRON PEUT ÉMETTRE LE SIXIÈME « SI » D'UN PIANO
La courbe en trait fin représente la vibration d'un électron (tel que P, fig. 15), dans le cas où on alimenterait le primaire avec de l'alternatif à 100.000 périodes par seconde (longueur d'onde 3.000 mètres). La courbe en trait gras est celle qui correspond à la note indiquée (1.000 périodes par seconde).

transporte, l'électron transmet notre pensée. Bientôt l'électron nous permettra de voir à distance...

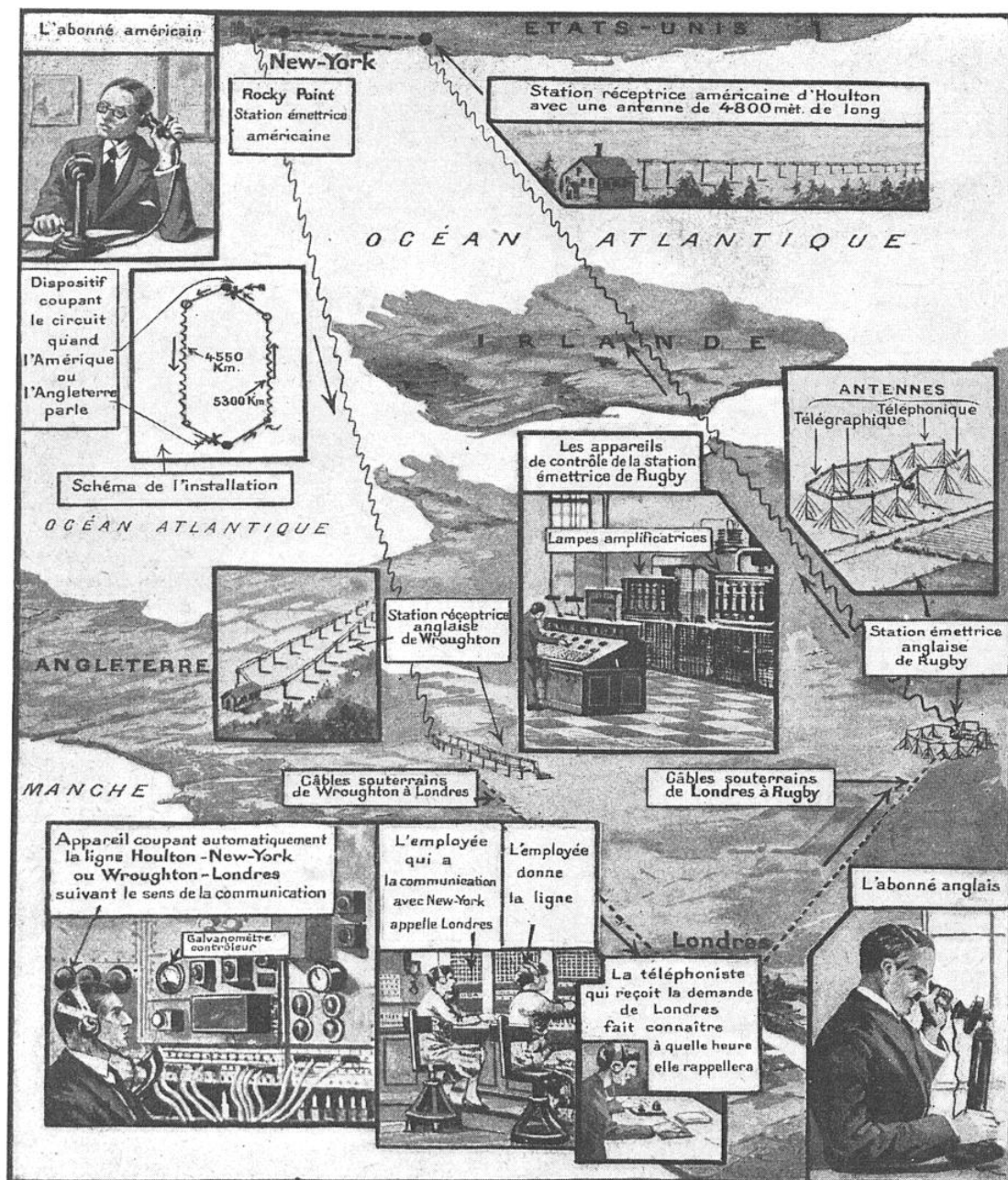
Ce n'est pas tout : comme j'ai tenu à prendre les choses par le commencement, on a pu voir que l'électron existe autour des noyaux atomiques (et même à l'intérieur de ces derniers ; nous en sommes sûrs depuis la découverte de la radioactivité). L'électron explique donc la matière : c'est parce qu'un électron est inerte, lorsqu'il se trouve au milieu de ses congénères, que la matière possède une certaine masse ; du coup, la mécanique n'est plus, au fond, qu'un chapitre

modalités de l'énergie rayonnante (infrarouge, lumière, ultraviolet, rayons X) ; mais le problème se complique alors par l'intervention des quanta (1), prouvant que les lois qui régissent les électrons sont fort différentes de celles qui nous sont familières. La connaissance de l'électron résout progressivement, en une impressionnante synthèse, les énigmes que le monde inorganique proposait à notre sagacité.

MARCEL BOLL.

(1) Les préoccupations scientifiques de l'heure présente, *La Science et la Vie*, décembre 1926, p. 454





LE MÉCANISME DE LA TRANSMISSION RADIOTÉLÉPHONIQUE TRANSATLANTIQUE

L'abonné anglais téléphone de son bureau quand la téléphoniste, qui l'a prévenu un quart d'heure à l'avance, lui donne la « communication avec New-York ». Le courant téléphonique est reçu à Rugby, où il subit la transformation en onde hertzienne modulée. Cette onde est reçue à Houlton (nord des Etats-Unis), sur une antenne de 4 kilomètres de longueur. Là, elle est retransformée en courant téléphonique, lequel courant s'en va, par le réseau ordinaire, rejoindre le correspondant américain. Inversement, la réponse de l'abonné américain passe par la station émettrice de Rocky-Point. Elle est reçue en Angleterre, à Wroughton, d'où elle rejoint l'abonné anglais par la voie du réseau commun. En ce moment, on étudie le transport de la station réceptrice anglaise jusqu'en Ecosse. Il est, en effet, avéré qu'en rapprochant du pôle le trajet des ondes, celles-ci sont mieux garanties contre les parasites atmosphériques.

COMMENT FONCTIONNE LA PREMIÈRE LIGNE RADIOTÉLÉPHONIQUE ENTRE L'EUROPE ET L'AMÉRIQUE

Par Jean LABADIÉ

Le 6 janvier dernier, la première ligne radiotéléphonique Londres-New-York et vice versa a été ouverte au public. Moyennant le prix de 5 livres sterling par minute, l'abonné anglais peut donc converser avec l'abonné américain. C'est grâce à un artifice extrêmement ingénieux et qui consiste à ne transmettre que l'onde modulée par la parole, sans onde porteuse, que l'on a pu obtenir ce résultat sans exagérer la puissance des stations émettrices. Si le prix d'une telle conversation est aussi élevé, c'est qu'il a fallu équiper quatre stations, une émettrice et une réceptrice pour chaque pays, respectivement reliées par fil à Londres et à New-York : les deux stations voisines de Londres sont reliées par fil avec cette ville ; de même, les deux stations voisines de New-York sont reliées par fil avec cette ville. Pour alimenter un mode de communication aussi coûteux, il fallait s'adresser à une clientèle financière. Aussi a-t-on tenté l'expérience entre Londres et New-York, les deux grandes places financières du globe. Nos lecteurs trouveront ici, clairement exposée, cette nouvelle méthode imaginée pour porter au delà de l'Atlantique la voix humaine avec célérité et une certaine discrétion. Hertz lui-même se serait refusé à concevoir un tel prodige, alors que William Crookes, à l'imagination plus puissante, en avait déjà pressenti la réalisation.

EN décembre 1888, Heinrich Hertz ayant communiqué les résultats de ses expériences au monde savant, le physicien Joubert reconstitua celles-ci, en 1889, dans le laboratoire de la Société des électriciens à Grenelle, et convoqua ses confrères pour leur montrer ceci, que rapporte M. Daniel Berthelot : « A un certain moment, Joubert nous conduisit en dehors des bâtiments, dans la rue, puis, tirant deux clefs de sa poche et les amenant presque au contact, il nous fit voir qu'il jaillissait entre elles un flux d'étincelles. » Ce flux répondait à d'autres étincelles extrêmement plus puissantes qui jaillissaient, de l'autre côté du mur, entre les deux sphères d'un excitateur de Hertz.

« Et l'idée venait naturellement à l'esprit, continue M. Berthelot, que de telles vibrations pourraient, un jour ou l'autre, servir à transmettre des signaux à travers l'espace. » Mais Hertz, interrogé peu après, répondit qu'une transmission de signaux à grande distance, par le moyen de ses ondes, lui paraissait chimérique.

Au même moment, William Crookes, traitant le même sujet dans une revue anglaise, concluait autrement et « se représentait déjà les hommes conversant d'un continent à l'autre grâce aux nouvelles vibrations ».

Si Hertz, qui mourut en 1892, toujours persuadé du peu d'avenir pratique de son

invention, avait pu vivre quatre ans de plus, il aurait vu Marconi télégraphier d'une rive à l'autre de la Manche.

Vingt ans plus tard, en 1915, la station américaine d'Arlington téléphonait à la Tour Eiffel, avec beaucoup de difficulté, il est vrai. Le 12 janvier 1923 (1), un second essai de radiotéléphonie était effectué de New-York à Londres, toujours en communication unilatérale. En 1926, le jour du cinquantième de l'installation du téléphone aux États-Unis, la communication bilatérale était brillamment réalisée.

Le 6 janvier 1927, enfin, la ligne radiotéléphonique Londres-New-York et vice versa était ouverte au public moyennant 5 livres sterling par minute. William Crookes avait raison.

La téléphonie sans fil et « sans onde »

Mais quelle évolution en trente-six ans ! Le signal saccadé de Hertz — trains d'ondes amorties — a cédé la place à l'onde entretenue, dont les « modulations » constituent, aujourd'hui, tout le « signal » — aussi bien le signal télégraphique que celui, infiniment plus subtil, qui ébranle musicalement un écouteur de téléphone.

L'onde entretenue est une vibration pure que les postes correspondants tendent entre

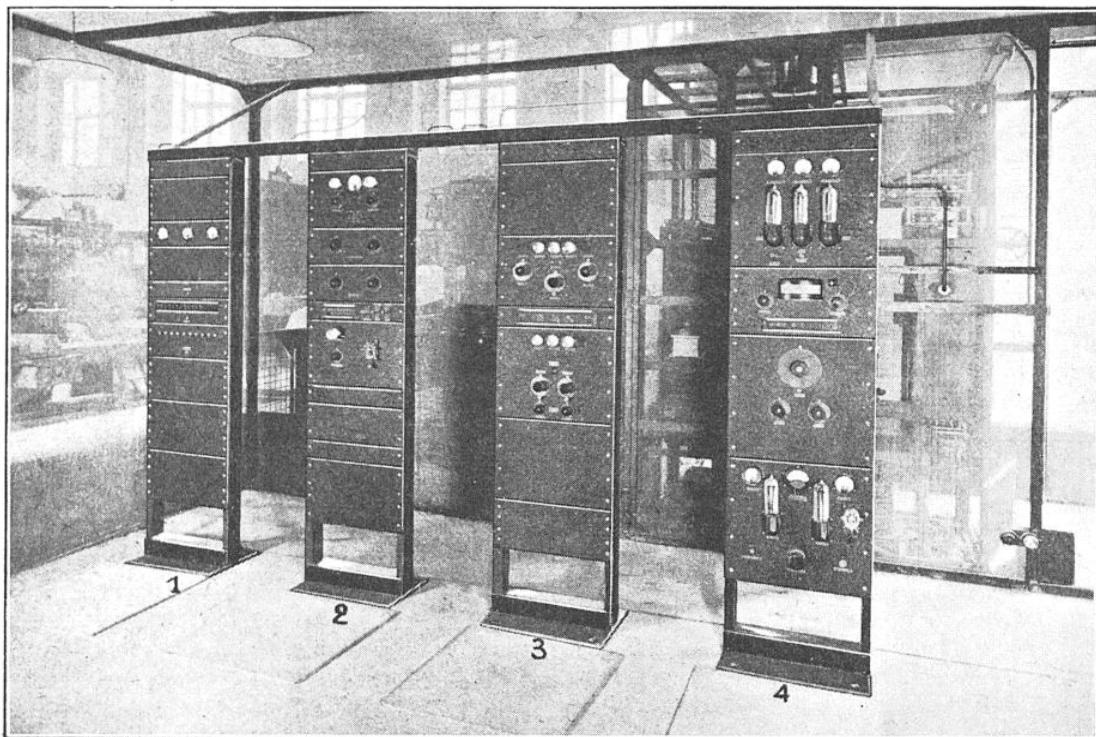
(1) Cf *La Science et la Vie* de mars 1924.

eux, avant toute conversation, comme une corde vibrante invisible. Cette onde ne dit rien par elle-même.

Si la lampe détectrice du poste récepteur accordé sur elle avait une conscience, elle « entendrait » cette onde préliminaire et uniforme comme l'oreille humaine entend le

second ordre qui est l'image (électrique) des vibrations sonores.

En d'autres termes, la modulation s'imprime sur l'onde électrique porteuse comme le sillon analogue à celui qui caractérise la voix sur un disque ou sur un « film » de phonographe. Il est évident que les sons musi-



STATION DE RUGBY : LA CHAMBRE OU LE COURANT TÉLÉPHONIQUE DU RÉSEAU SE TRANSFORME EN ONDES HERTZIENNES

L'ensemble des appareils est enveloppé dans une cage de treillis métallique destiné à l'élimination de tout parasite extérieur. Le tableau n° 1 (à gauche) fournit et contrôle les courants d'alimentation des lampes modulatrices, amplificatrices, utilisées dans les tableaux 3 et 4. Le tableau n° 2 est celui où aboutit le courant téléphonique de l'abonné. Ce courant est, là, soigneusement mesuré et maintenu constant durant tout le temps de son utilisation. Il est notamment « filtré » pour éliminer les courants à fréquence radio que pourrait contenir la ligne. Il est enfin atténué pour être purifié à l'extrême. Le troisième tableau, consacré à la modulation, reçoit alors le courant téléphonique, qui module « l'onde porteuse » fournie par un oscillateur local. Des filtres suppriment aussitôt cette onde et l'une de ses « franges ». La seconde « frange » qui, seule, doit être transmise, se trouve alors prête à la transmission, mais elle ne possède que quelques milliwatts de puissance ! Il faut l'amplifier. Le quatrième tableau est consacré au premier étage de cette amplification. La frange d'onde modulée est portée à 25 watts et livrée, à cette puissance, aux autres circuits amplificateurs situés hors de la chambre, non sans avoir été contrôlée par un oscillateur d'essai.

son continu et monotone d'une conque marine. La conversation ne commence qu'au moment où la pureté de l'onde est altérée par la modulation. La modulation est donc une vibration du second ordre portée par l'onde entretenue fondamentale, appelée, pour cela, *onde porteuse*. Et c'est la forme, infiniment variée, de cette vibration du

caux ne dépendent pas de l'épaisseur du film de celluloid, mais seulement de ses aspérités, toutes comprises dans une pellicule superficielle extrêmement mince.

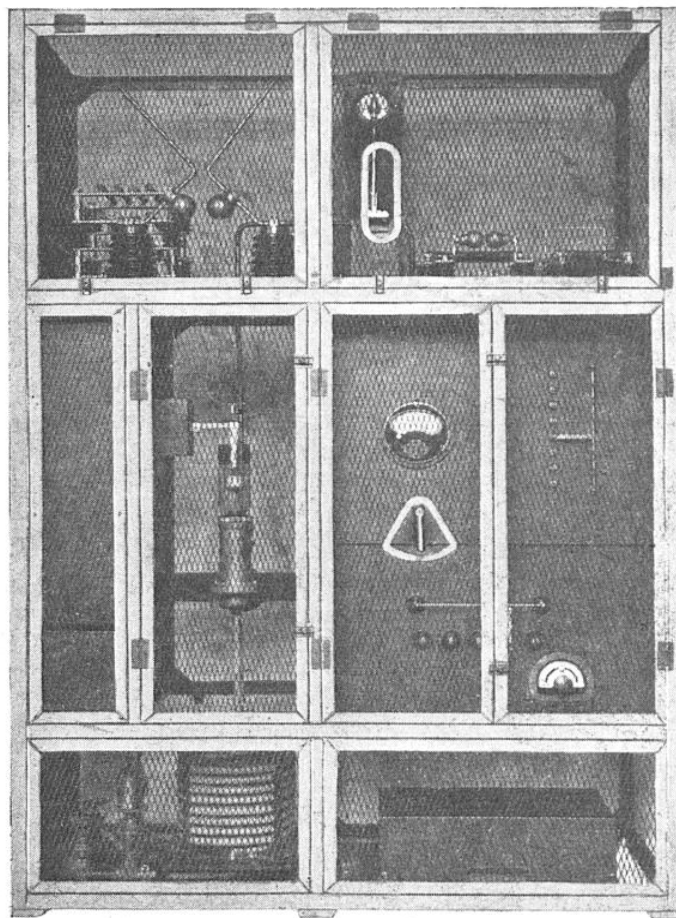
Le film phonographique pourrait donc être réduit théoriquement à cette pellicule, ce qui est pratiquement impossible, car il lui faut un minimum de solidité matérielle.

En radiophonie, le film porteur étant l'onde immatérielle, on n'a pas les mêmes raisons qu'en phonographie d'accepter son « volume » inutile et encombrant.

On peut donc, une fois la modulation produite, raboter soigneusement le sillon, la frange sonore, seule indispensable, et détruire le corps même de l'onde (1).

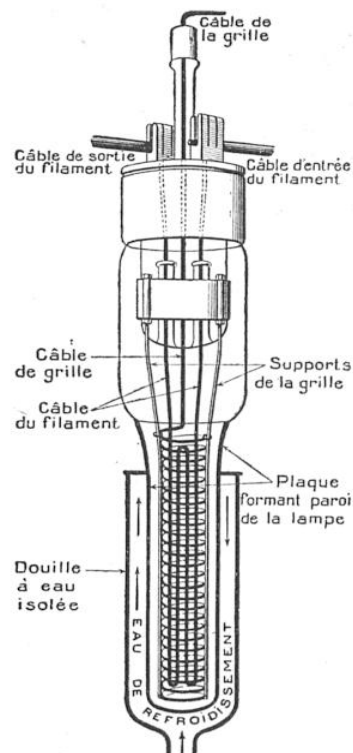
On se contente de transmettre le sillon.

A la réception, naturellement, il faudra recevoir ce sillon sur un nouveau support, sur une nouvelle « onde porteuse », capable de l'imposer aux appareils détecteurs et amplificateurs de la station d'arrivée. Cela n'offre aucune difficulté théorique. Il suffit d'animer le cadre récepteur avec une onde hertziennne entretenue exactement semblable à celle qu'on a supprimée au départ, ce qui s'obtient avec un générateur local. Et sur cette onde porteuse artificielle, la frange caractéristique vient s'insérer avec préci-



LE DEUXIÈME ÉTAGE D'AMPLIFICATION

La frange d'onde modulée est prise par cet amplificateur à 25 watts. Il comporte une seule lampe du type standard adopté par la station, d'une puissance de 10 kilowatts. On voit cette lampe dans le panneau central. Au-dessous, le serpentin de circulation de l'eau de refroidissement. Au-dessus, des éclateurs chargés de recevoir les décharges éventuelles, en cas de surtension.



UNE LAMPE A TROIS ÉLECTRODES DE 10 KILOWATTS

sion. Les appareils locaux n'ont qu'à la recueillir et à la traduire en vibrations sonores pour obtenir la parole transmise.

Ainsi, l'espace éthéré

qui sépare les deux stations n'a vu passer qu'une frange très réduite de l'onde totale. Comme cet espace est déjà grandement congestionné par la circulation des ondes « complètes » et de toutes longueurs émises par tous les postes du monde, on voit que le nouveau procédé radiotéléphonique est essentiellement discret et vise à n'ébranler l'éther que d'une vibration assourdie, destinée seulement à la station correspondante spécialement équipée pour la recevoir.

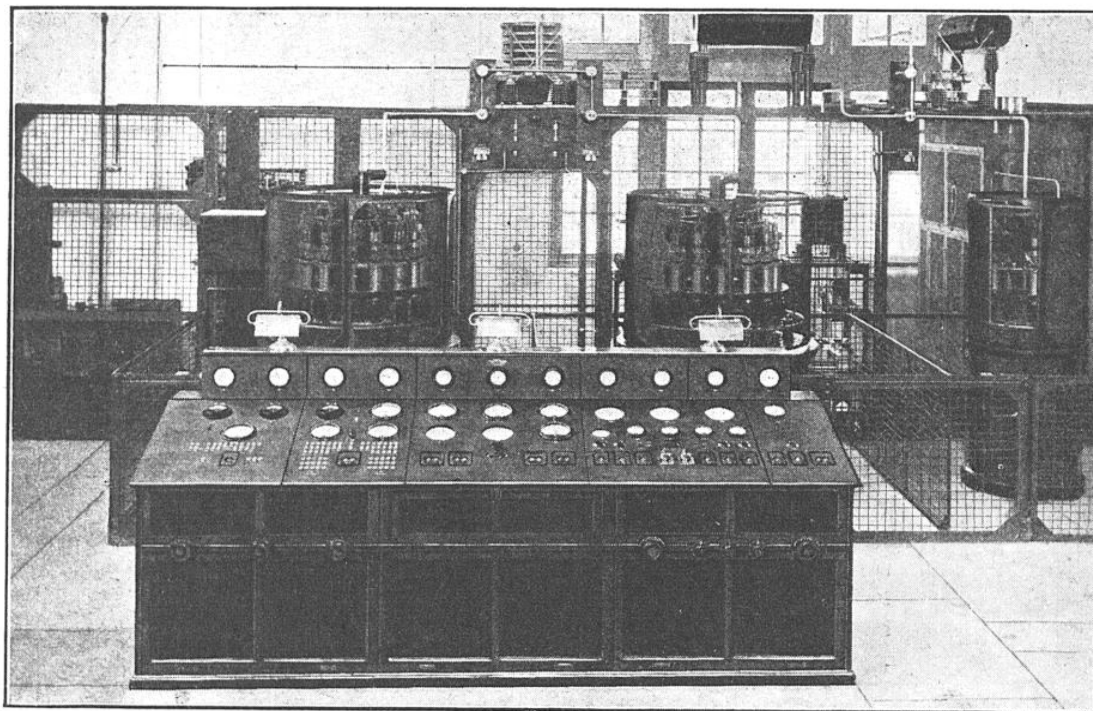
(1) Pour préciser cette analogie de l'onde et d'un support phonographique, il faut ajouter ceci : l'onde se comporte, en réalité, comme un film qui serait impressionné simultanément sur ses deux faces par simple raison de symétrie. Le « sillon » radiophonique de la modulation comporte donc deux franges, l'une « supérieure », l'autre « inférieure ». L'une des deux est inutile, étant l'image renversée de l'autre. Aussi les techniciens la suppriment-ils en même temps que le corps central de l'onde.

Ce qui est, par surcroît, une demi-garantie de secret.

La *puissance* rayonnée par les postes transmetteurs de Rugby pour l'Angleterre, de Rocky-Point pour l'Amérique, n'est, grâce à cet artifice, que le tiers de la puissance réellement *reçue* aux stations réceptrices correspondantes de Houlton (États-Unis) et de Wroughton (Grande-Bretagne).

ciens anglo-saxons ont pu élever une seconde barrière destinée à soustraire les conversations aux oreilles des non initiés.

Le procédé consiste à imprimer d'abord à l'onde porteuse (avant sa suppression au départ, bien entendu), une première modulation dont le caractère essentiel est d'être *inaudible*. L'onde porteuse, étant de 5.500 mètres par exemple, vibre à raison de



L'ENSEMBLE DES AMPLIFICATEURS A HAUTE PUISSANCE

L'amplificateur à 10 kilowatts décrit à la figure précédente se reconnaît au fond de la salle (armoire de droite). De là, l'onde modulée vient au troisième étage amplificateur, comportant trois lampes de 10 kilowatts situées dans le troisième cylindre en treillis, à droite. De ce troisième étage, l'onde passe au quatrième étage, formé par trente lampes de 10 kilowatts, réparties par groupes de quinze dans chacun des deux autres cylindres (milieu et gauche). C'est de là qu'elle est envoyée dans l'antenne. A ce moment, partie de quelques milliwatts, parvenue à 100 kilowatts-antenne, l'onde modulée primitive se trouve amplifiée cinq cent millions de fois! Au premier plan, on voit l'appareil de contrôle automatique protégeant les lampes contre les surtensions ou les erreurs de manœuvre.

Le secret relatif des conversations

Pour percer le secret de ces conversations radiotéléphoniques, il faudrait percer d'abord cette première barrière technique que nous venons de décrire et qu'on pourrait appeler une téléphonie sans fil à la seconde puissance, sans fil et sans onde. Ce n'est pas à la portée du premier amateur venu.

Mais, grâce à l'invention française de la *double modulation*, brevetée, dès le temps de la guerre, par M. Lucien Lévy, les techni-

55.000 périodes par seconde. On la module de telle manière que la nouvelle vibration obtenue fournisse, par exemple, 20.000 périodes. Détectée par les moyens ordinaires, cette vibration ne donnerait à l'écouteur téléphonique aucun effet sonore intelligible. Les vibrations intéressant la parole humaine sont, en effet, comprises entre deux limites, dont l'inférieure ne descend pas au-dessous de 300 et dont la supérieure ne monte guère au-dessus de 2.000 périodes par seconde.

Mais on soumet la vibration de 20.000 pé-

riodes à une seconde modulation, qui, cette fois, fournit une vibration correspondant aux fréquences sonores vocales.

Et c'est la frange « phonographique » ainsi construite en deux temps et, par conséquent, *brouillée* que le poste transmetteur envoie dans l'espace.

Pour retrouver la parole, il faut donc posséder les renseignements nécessaires à la reproduction exacte de la première modulation, qui s'interpose entre la modulation sonore proprement dite et l'onde hertzienne comme une « grille » dans un cryptogramme. Ceci encore est hors des moyens usuels.

Les appareils et la technique

Les appareils utilisés à la station de Rugby pour mettre en œuvre cette technique sont disposés suivant un plan qui n'a guère varié depuis 1924, et dont *La Science et la Vie* a fourni déjà le schéma (n° 81). Nous nous conten-

tons par conséquent de donner ici, avec des légendes explicatives suffisantes, les photographies des appareils actuels, tels qu'ils ont été construits de façon définitive.

Les lampes amplificatrices d'une puissance unitaire de 10 kilowatts ont donné lieu à des difficultés de construction interne extrêmement délicates. L'isolement des circuits intérieurs a suscité bien des recherches. La lampe page 303 constitue le modèle définitif.

Un appareillage disjoncteur-conjoncteur a

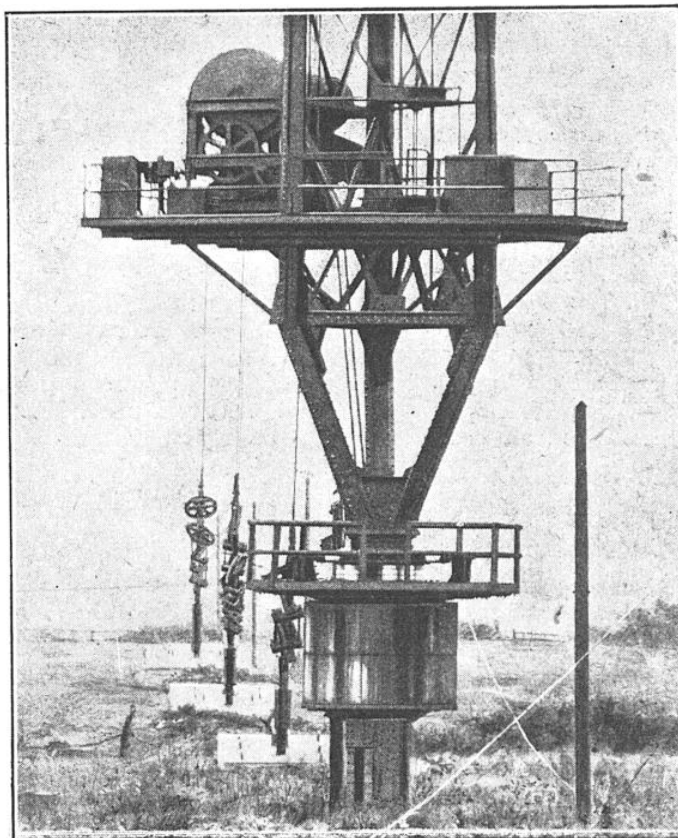
été installé, qui est chargé de couper le circuit Rugby-Houlton aussitôt après la transmission de la phrase « anglaise », et de rétablir simultanément le circuit Rocky-Point-Wroughton pour la réception de la réplique américaine. Si l'on songe qu'un tel disjoncteur-conjoncteur manie des puissances de plusieurs centaines de kilowatts et qu'une

conversation tant soit peu animée l'oblige à fonctionner, pour un « oui » et un « non », à un rythme d'autant plus accéléré que le temps coûte cher, on ne peut qu'admirer ce nouveau chef-d'œuvre d'automatique.

Enfin, le coût d'une station aussi importante étant fort élevé, il convenait d'assurer la protection des appareils contre toute fausse manœuvre ou tout autre danger échappant à la prévision. Cette fonction protectrice est assurée par un appareil de contrôle, qui représente certainement une des machines-cerveau les plus parfaites qui soient.

On pourrait, d'ailleurs, adresser le même compliment à l'ensemble de la station installée à Rugby, qui résulte de la collaboration de la *Standard Telephones and Cables Ltd* et du *Post Office* britannique. Il faut également citer l'admirable effort de mise au point et de recherche scientifique pure opérée, à cette occasion, à titre consultatif, par les laboratoires, uniques au monde, de la *Bell Telephone Co*.

JEAN LABADIÉ.



LE PIED D'UN MAT D'ANTENNE A RUGBY

Les mâts d'antenne ont 3 mètres de côté et 270 mètres de hauteur. Ils sont maintenus par des haubans. Leur pied est un « pivot » reposant sur un bloc cylindrique de verre, lui-même supporté par une charpente reposant sur du granit. La prise de terre est constituée par une immense nappe de fil de cuivre.

LE XX^e SIÈCLE EST L'ÂGE DU CAOUTCHOUC

Ce que l'on a pu voir
à la VII^e Exposition Internationale du Caoutchouc de Paris

Par André BLOC

La VII^e Exposition Internationale du Caoutchouc, qui s'est tenue récemment à Paris, au Grand Palais des Champs-Élysées (1), a permis au grand public de se rendre compte du développement prodigieux de l'industrie du caoutchouc et du nombre considérable de ses applications. Notre collaborateur, M. André Bloc, spécialiste averti de tout ce qui touche cette précieuse matière, donne ici, non une description fastidieuse et confuse des stands, mais expose les principales nouveautés qui ont figuré à cette exposition. Il envisage non seulement les divers modes de préparation du caoutchouc, mais encore les méthodes de contrôle de la matière fabriquée, ses applications multiples dans les industries les plus diverses comme dans les usages courants de la vie domestique.

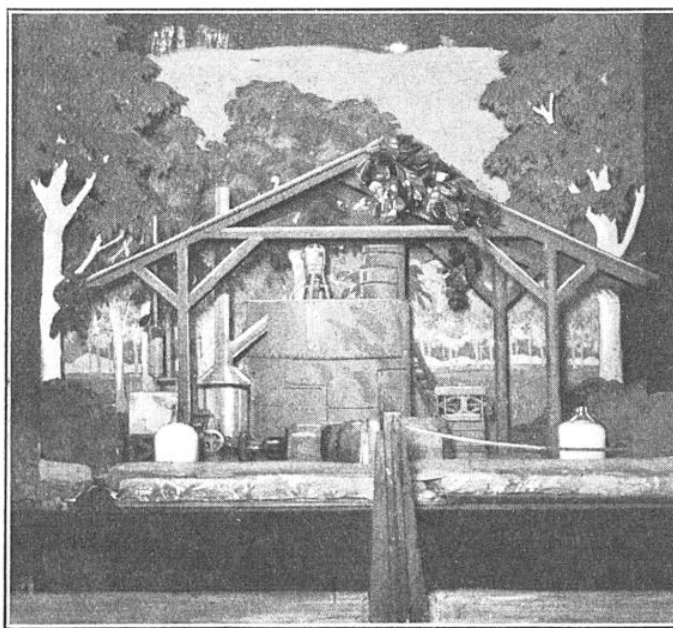
La production du caoutchouc brut dans le monde

Le para du Brésil. — Il y a seulement quelque vingt ans, on ignorait encore complètement le caoutchouc de plantation. Les forêts du Brésil et de l'Afrique Équatoriale étaient seules mises en exploitation. Le Brésil fournissait le caoutchouc para, produit par l'*Hevea brasiliensis*, et l'expédiait sur les marchés européens sous la forme de boules percées suivant leur grand diamètre. Aujourd'hui, les méthodes d'exploitation sylvestre au Brésil n'ont, pour ainsi dire, pas été modifiées et l'on a pu voir, au stand du Brésil, des amoncellements de boules de « para » identiques à celles que l'on recevait autrefois.

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 117 (mars 1927).

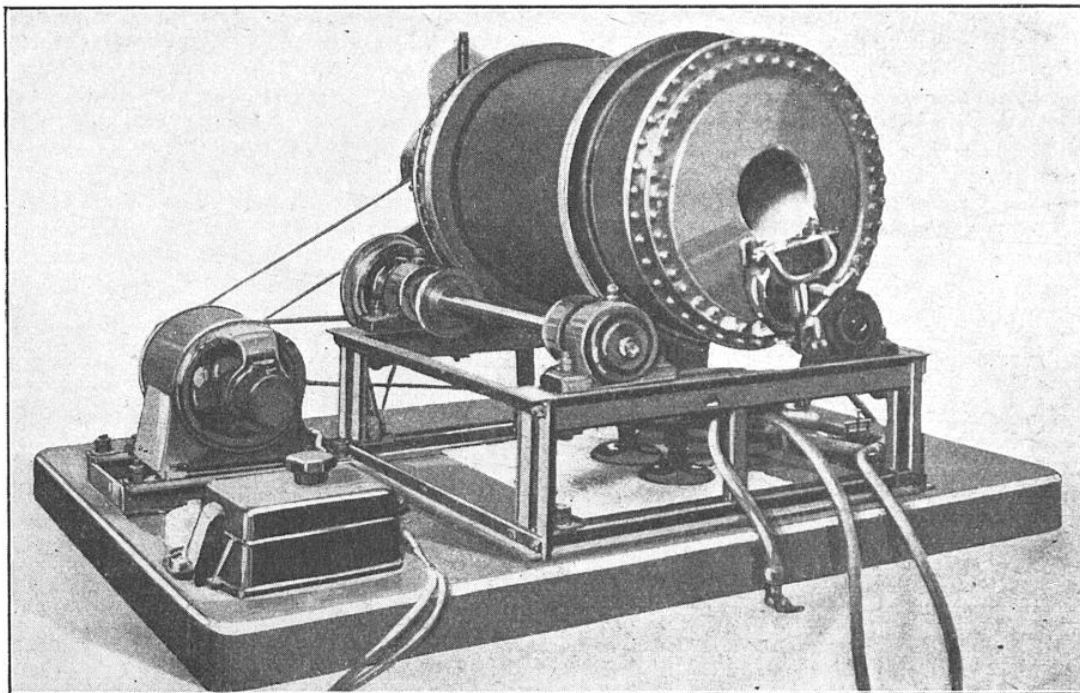
Bien que le caoutchouc provenant du Brésil soit très apprécié des manufacturiers et fasse souvent prime sur le marché, la production est très inférieure en quantité à ce qu'elle était dans les débuts. Alors que, de

1907 à 1917, la production atteignait annuellement environ 40.000 tonnes, elle n'a plus été, en 1926, que de 25.000 tonnes. On peut en attribuer la cause à la concurrence des plantations de la Malaisie et des Indes, qui, exploitées scientifiquement, peuvent produire le caoutchouc à meilleur compte. Nous pouvons ajouter, toutefois, que des sociétés d'exploitation sylvestre s'organi-



UN DES STANDS DE L'EXPOSITION REPRÉSENTANT LES DIVERSES PHASES DE LA FABRICATION DU CAOUTCHOUC

sent actuellement en Amazonie pour produire et transporter le caoutchouc dans de meilleures conditions. Des méthodes nouvelles ont été proposées précisément à l'occasion de la VII^e Exposition Internationale



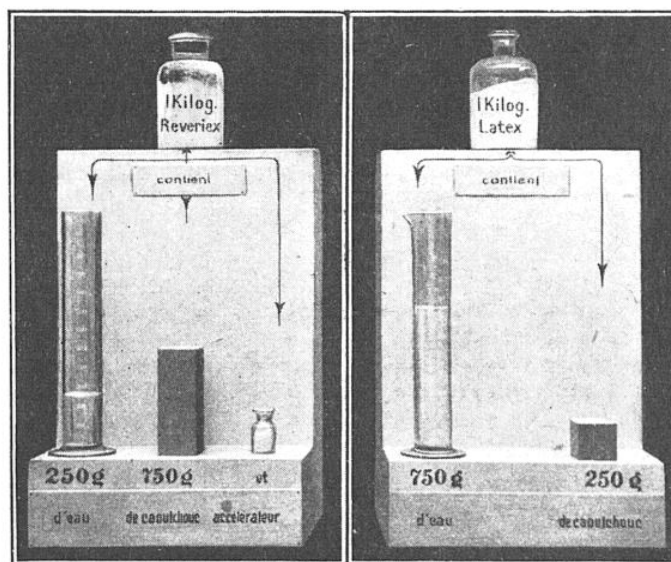
APPAREIL DESTINÉ À CONCENTRER LE LATEX POUR FACILITER SON TRANSPORT

du Caoutchouc. Les « seringueiros » ou indigènes chargés d'exploiter les peuplements d'hévéas, au lieu d'agir en ordre dispersé, suivant des parcours arbitraires, suivent, d'après les méthodes nouvelles, des parcours parallèles se raccordant en un centre unique où le latex recueilli pourra être coagulé selon l'un des procédés modernes exposés plus loin.

Le caoutchouc africain. — L'Afrique Équatoriale était autrefois également un des principaux producteurs de caoutchouc brut. Mais l'hévéa n'existait pas dans les forêts africaines, où l'on exploi-

tait seulement le caoutchouc des lianes, des herbes et des arbres ou arbustes, comme le castilloa, le *fontumnia elastica* et le céara. Le caoutchouc, coagulé par les moyens les plus primitifs et exploité par une main-d'œuvre

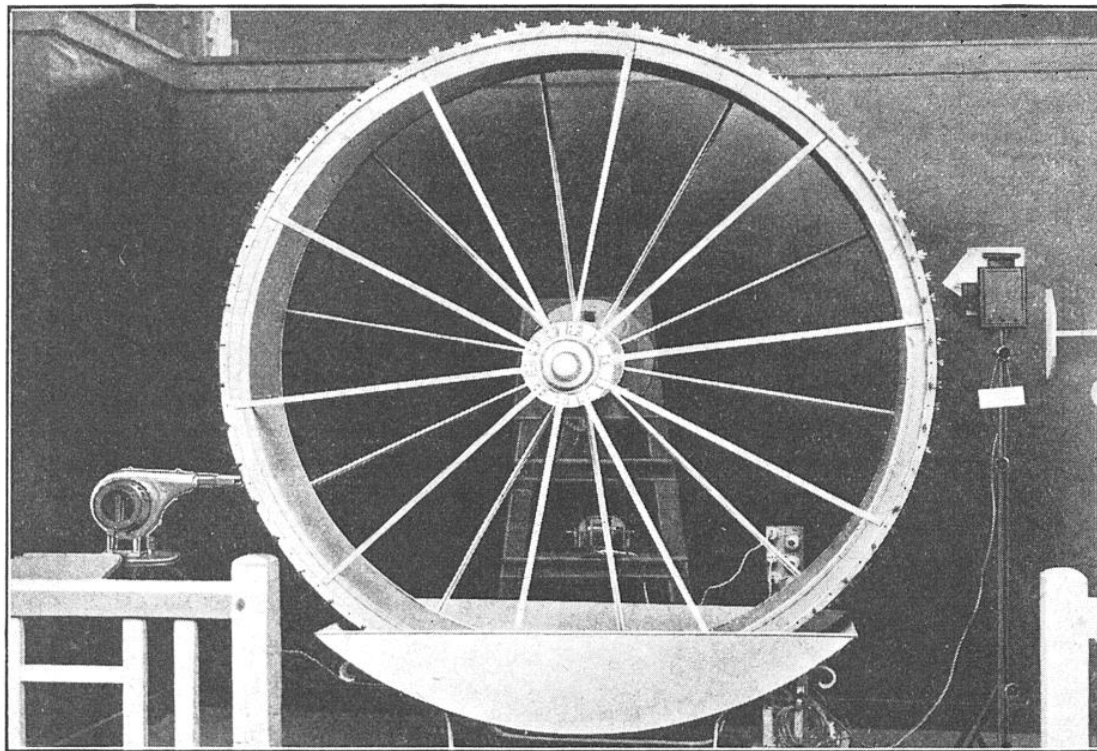
mal entraînée, contenait une proportion énorme de corps étrangers. Aussi les industriels ont-ils presque complètement renoncé à employer ce caoutchouc africain, expédié sur les marchés sous la forme de petites boules noires et poisseuses. La production, qui avait atteint, à un moment, une dizaine de milliers de tonnes par an, ne dépasse guère,



GRAPHIQUES MONTRANT LES COMPOSITIONS DU LATEX ORDINAIRE ET DU LATEX CONCENTRÉ

aujourd'hui, 2.000 tonnes. On a vu, à l'Exposition des échantillons, des qualités secondaires de caoutchouc produites par nos colonies africaines et par Madagascar. Il y a mieux à faire en Afrique. Le gouverneur général Lamblin a fait planter par des indigènes des peuplements de céaras susceptibles de donner, d'ici quelques années, deux milliers de tonnes supplémentaires de caout-

prenant la production du Brésil et de l'Afrique. En 1926, la production mondiale a atteint 600.000 tonnes, et les plantations de Malaisie et des Indes ont fourni, sur ce total, plus de 560.000 tonnes. Rappelons que c'est en 1876 que Wickam rapportait en Angleterre, des forêts de la Haute-Amazone, des graines d'hévéas, qui furent plantées à Kew-Gardens, en Angleterre. Les jeunes



DISPOSITIF PERMETTANT D'ÉTUDIER LE VIEILLISSEMENT DU CAOUTCHOUC

Les échantillons de caoutchouc étant fixés à la périphérie de la roue se trouvent exposés successivement à la lumière d'une lampe à vapeur de mercure (à droite) et à un jet d'ozone (à gauche). Au-dessous une cuvette où les échantillons viennent tremper dans de l'eau salée.

chouc. Mais, à la vérité, on admet, en général, aujourd'hui que seul l'hévéa est susceptible de donner un caoutchouc de bonne qualité et d'être exploité scientifiquement. Différentes méthodes de saignées restent à l'étude. La saignée alternée, un jour sur deux, a donné de moins bons résultats que la saignée quotidienne, pratiquée un mois sur deux.

Le caoutchouc de Malaisie et des Indes. — C'est seulement vers l'année 1919 que la production des plantations de Malaisie devint effective. En 1913, elle atteignait 47.600 tonnes sur un total de 108.500 tonnes, com-

arbres furent ensuite transportés en Malaisie et à Ceylan, et devinrent les premiers hévéas de plantation.

Les méthodes actuelles de préparation du caoutchouc (1)

La préparation des crêpes et des feuilles. — La plus grosse partie du caoutchouc de plantation est expédiée aux manufacturiers sous la forme de crêpes et de feuilles fumées ou non. Voici comment ce caoutchouc est obtenu : les saigneurs détachent un copeau le long de l'écorce de l'hévéa, suivant une

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

ligne oblique, au moyen d'un couteau spécial. Ils ont pris soin, au préalable, d'enlever le latex qui s'était coagulé naturellement à la suite de la précédente saignée. On voit immédiatement jaillir un lait blanc, qui s'écoule goutte à goutte et qui est recueilli au bas de l'arbre, dans une coupelle appropriée. Les coupelles sont transvasées dans des larges récipients, qui sont amenés au centre de l'exploitation. Puis le latex est versé dans de grands bacs, où l'on procède à sa coagulation au moyen de l'acide acétique. Le coagulum est extrait, puis laminé entre deux cylindres cannelés, d'où le caoutchouc sort sous la forme de feuilles, qui sont séchées ou fumées selon les cas. L'enfumage donne au caoutchouc des propriétés spéciales. Il agit comme accélérateur naturel et aussi comme antioxydant, d'une façon assez faible, mais non pas négligeable.

Les feuilles de crêpe sont obtenues un peu différemment. Les « scraps », ou résidus de préparation, dus généralement à une coagulation spontanée du latex, sont lavés et passés dans un laminoir dont les cylindres tournent à vitesses légèrement inégales. C'est ce qui donne à la feuille cet aspect caractéristique désigné sous le nom de crêpe. Selon quelques techniciens, le lavage enlève au caoutchouc brut certaines propriétés, et, souvent, les feuilles sont plus recherchées que les crêpes. Il y a différentes qualités de crêpes selon la nature des produits traités.

Le « sprayed rubber latex ». — Le « spraying process », inventé par Hopkinson, consiste à coaguler le latex en le projetant sur un disque horizontal tournant à grande vitesse dans un courant d'air chaud. Le latex est coulé en haut d'une chambre cylindrique de pulvérisation ; les particules de latex séché sont projetées par la force centrifuge et tombent au fond de la chambre. Quand on a obtenu l'épaisseur voulue, le pain chaud est enlevé, puis comprimé à la presse et donne des blocs homogènes. La matière est d'une couleur blanc crème légèrement marbrée.

D'après le D^r Stevens, le « sprayed rubber » est plus difficile à travailler que les caoutchoucs en feuilles, mais il vulcanise plus vite. Par contre, la résistance est légèrement moindre. Les qualités de vieillissement sont meilleures.

Le procédé « Revertex ». — Ce procédé, présenté pour la première fois à l'occasion de l'Exposition, par le D^r Hauser, un éminent technicien autrichien, consiste, non pas à

coaguler le latex, mais à le concentrer. Depuis quelques années, on cherche à employer directement le latex non coagulé. Le grand avantage est d'éviter l'emploi de solvants coûteux et de simplifier la fabrication. Si l'on veut bien se rappeler que le latex contient seulement 25 % de caoutchouc, on se rendra compte combien il est onéreux de transporter sur les lieux d'utilisation un liquide contenant 75 % de matières inutiles. Le D^r Hauser a donc imaginé un appareil permettant de concentrer le latex et de le ramener à un état pâteux, avec un pourcentage d'eau réduit à 25 %. L'appareil consiste en un grand cylindre à double paroi dans lequel se fait une circulation d'eau chaude. Un petit rouleau cylindrique roule à l'intérieur du grand cylindre, animé d'un lent mouvement de rotation, et frictionne continuellement les parois. Le latex, qui couvre le fond du grand cylindre creux, est enlevé par la rotation et s'étend en une couche mince sur la paroi chaude. La concentration s'opère lentement, et, quand l'opération est terminée, le latex concentré est placé dans des boîtes garnies d'une mince couche de paraffine.

On réalise, par la concentration du latex, une grosse économie dans les frais d'expédition et l'on peut, à la réception, diluer de nouveau le latex et lui restituer toute l'eau précédemment évaporée. Il faut agir, cependant, avec certaines précautions, en commençant par restituer seulement un tiers de l'eau nécessaire à la dilution. On laisse ensuite à la pâte le temps de se gonfler, avant d'ajouter une nouvelle quantité d'eau. De cette façon, on obtient une dispersion uniforme qui, autrement, n'aurait pu être obtenue qu'à l'aide d'une agitation intensive. Pour empêcher la coagulation naturelle du latex pendant l'opération de concentration et pendant le transport, il est nécessaire de lui ajouter un colloïde alcalin.

Parmi les applications les plus intéressantes du latex liquide, citons, à titre d'indication, l'imprégnation des tissus : tissus pour vêtements et tissus câblés, imprégnation des fils, fabrication des produits finis par la précipitation électrique du latex sur des moules en argile poreuse (galvanoplastie du caoutchouc).

Le procédé Emka pour la préparation du caoutchouc brut sans outillage. — Un nouveau procédé pour la préparation du caoutchouc dans les plantations, a fait l'objet d'une projection cinématographique pendant la durée de l'Exposition. La coagulation du latex se fait par le procédé habituel, dans

de grands bacs en ciment, au moyen de l'acide acétique. Mais, au lieu d'être passé dans un laminoir, le coagulum est plié en deux. A l'aide d'une pression des doigts, on forme une sorte de poche dans laquelle on ménage une seule ouverture. Une pompe à air permet de gonfler la poche, qui prend, peu à peu, la forme d'une énorme saucisse. Quand on a atteint un volume jugé convenable, on dégage la pompe et on referme l'orifice de la poche. Puis on agite cette énorme poche, dans toutes les directions, sur du talc et on frotte énergiquement toute la surface extérieure. Ensuite, on pratique de nouveau une ouverture et on introduit dans l'intérieur de la poche une certaine quantité de talc ; on agite vivement la poche, qui se dégonfle rapidement. Le talc permet d'enlever la plus grande partie de l'humidité du coagulum, mais certains techniciens émettent quelques objections au sujet de ce procédé de dessiccation. Il

semble, en effet, qu'un laminage soit bien plus efficace pour extraire l'eau contenue dans le coagulum.

Lorsque la poche a été séchée par le talc extérieurement et intérieurement, on la découpe pour lui donner la forme d'une feuille de grande dimension. Le caoutchouc, préparé ainsi en feuilles minces, est susceptible de quelques applications directes n'exigeant pas la vulcanisation. Les inventeurs du procédé Emka ont montré qu'on pouvait fabriquer, avec du caoutchouc obtenu aussi simplement, des vêtements imperméables, des jouets, des chaussures, de petites embarcations. Ils en ont présenté différents spécimens à l'Exposition. Mais le caoutchouc non vulcanisé n'a ni la résistance ni la souplesse du caoutchouc que nous sommes habitués à employer. Par contre, on peut

le colorer avec la plus grande facilité. Enfin, rien n'empêche, bien entendu, de le traiter par les procédés habituels de vulcanisation.

Les applications du caoutchouc se font chaque jour plus nombreuses La Maison du Caoutchouc

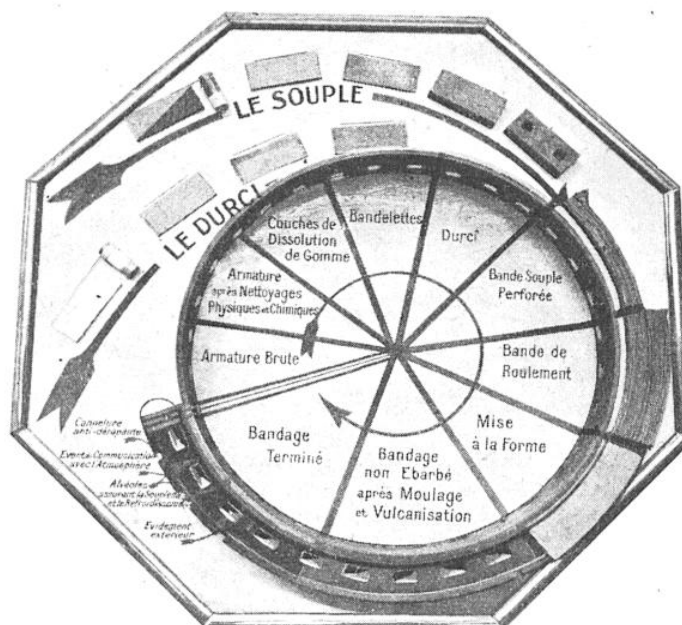
Parmi les applications du caoutchouc qui ont obtenu, auprès du grand public, le plus vif succès de curiosité, il faut réserver une mention spéciale à la « Maison du Caoutchouc », organisée par le puissant groupement connu

sous le nom de Rubber Grower's Association.

Dès que l'on a franchi le seuil de la Maison du Caoutchouc, on est surpris de se trouver dans un hall silencieux, alors que la foule s'y écrase. On en découvre la raison : le revêtement du plancher, imitant à merveille le parquet, n'est, en réalité, qu'un vaste tapis de caoutchouc amortissant le bruit des pas. Des vases en caoutchouc, contenant des

fleurs... en caoutchouc, qui ont émerveillé les nombreux visiteurs de l'Exposition, ornent des meubles qui, eux, ne sont pas encore en caoutchouc ; ce sera, nous dit-on, pour la prochaine Exposition.

La cuisine est particulièrement bien aménagée. Vous frappez du pied sur le magnifique carrelage rouge : il est en caoutchouc. Le balai à laver par terre, l'évier, les brosses, les ustensiles, les moules à gâteaux sont encore en caoutchouc ; la nursery, enfin, véritable paradis des enfants, où les bébés peuvent s'ébattre tout à leur guise, se cogner aux murs, tomber par terre, sans risquer de se faire le moindre mal, puisque murs et tapis sont en caoutchouc, ni casser leurs jouets, qui sont, bien entendu, des poupées et des animaux en caoutchouc ou en tissu caoutchouté.



LES DIFFÉRENTES PHASES DE LA FABRICATION D'UN BANDAGE D'AUTOMOBILE

Le caoutchouc vieillit. Comment on contrôle ce vieillissement

Chacun sait que le caoutchouc vulcanisé n'est pas une matière inerte. Le soufre n'entre pas entièrement en combinaison avec le caoutchouc et une partie reste à l'état libre. Il se produit, sous l'action de l'air et de la lumière, une oxydation et une survulcanisation, qui durcissent le caoutchouc en lui ôtant de son élasticité et de sa résistance. On lutte contre le vieillissement du caoutchouc par l'emploi des accélérateurs de vulcanisation et des antioxygènes. Pour se rendre compte de la façon dont un caoutchouc se comportera sous l'action du temps, il faut accélérer les phénomènes de vieillissement pour pouvoir les étudier et pour préparer les mélanges donnant les meilleurs résultats. L'appareil présenté par l'Office des Recherches et Inventions est

une roue de grand diamètre, dont la surface extérieure de la jante est destinée à recevoir les échantillons de caoutchouc à examiner. Une lampe à vapeur de mercure, placée sur un côté de la roue, projette sur les échantillons une lumière très riche en radiations ultraviolettes.

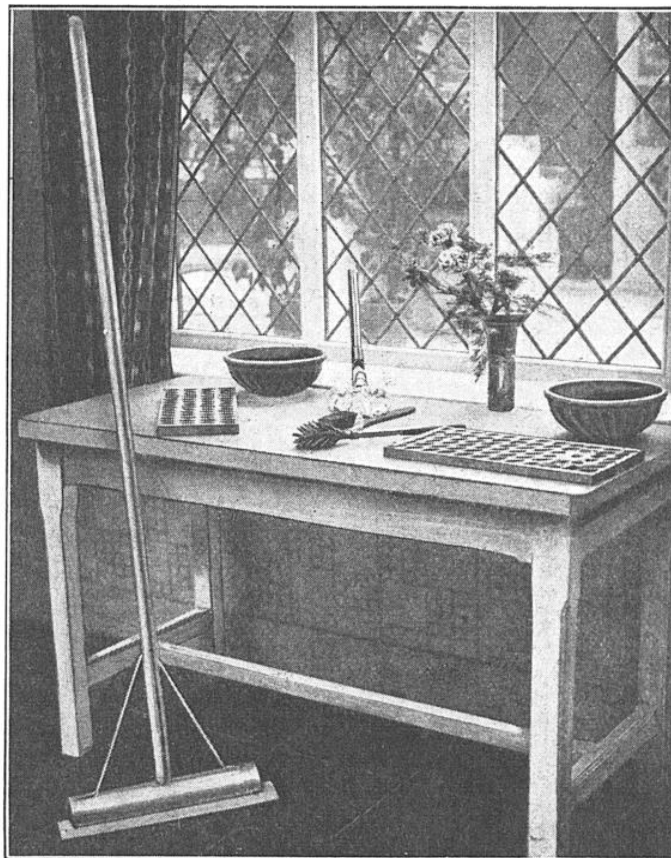
Du côté opposé de la roue, une petite machine soufflante projette sur les éprouvettes de caoutchouc les gaz dont on veut étudier l'action et, en particulier, de l'ozone. Enfin, au-dessous de la roue, se trouve une sorte de cuvette dans laquelle les éprouvettes viennent tremper tour à tour. Cette

cuvette permet, en particulier, d'étudier l'action de vieillissement de l'eau salée. La roue ayant un diamètre d'environ 2 mètres, peut porter sur sa jante un très grand nombre d'échantillons de caoutchouc et permet de faire de très utiles comparaisons.

Les articles manufacturés

Les pneumatiques, bandes pleines et semi-pneumatiques. — On a pu voir au Grand Palais un pneu géant dans lequel deux jeunes filles se tenaient à l'aise.

Une grande firme présente, d'autre part, un nouveau pneumatique à tringles complètement indéjantable. La jante n'est creusée que sur la moitié de la circonférence, ce qui simplifie les opérations de montage et de démontage, et permet d'obtenir une sécurité absolue. Un fabricant de semi-pneumatiques présente, sur un tableau schématique, les différentes phases de la



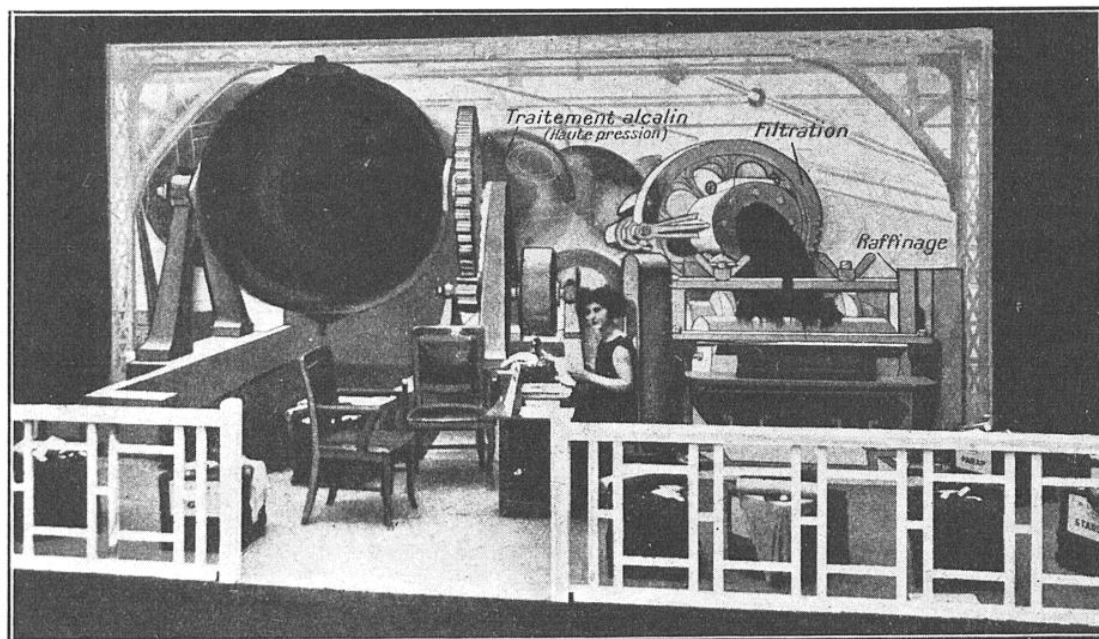
DIVERS USTENSILES DE CUISINE EN CAOUTCHOUC

fabrication. L'armature d'acier est soigneusement nettoyée par des agents physiques et chimiques, puis l'on applique plusieurs couches de dissolution avant de placer les bandelettes qui recevront une première épaisseur de caoutchouc durci. Ensuite, on enroule une série de bandelettes de caoutchouc souple perforé. La perforation est destinée à donner au semi-pneumatique une grande souplesse. Par-dessus la bande perforée s'applique enfin la bande de roulement. Puis on procède à la mise en forme, au moulage et à la vulcanisation à l'autoclave. Il ne reste plus, alors, qu'à ébarber.

Une autre firme, spécialisée dans la fabrication du pneumatique pour vélocipèdes, a préparé complètement ces pneus sous les yeux du public pendant toute la durée de l'Exposition.

Les régénérés (1). — Les fabricants de régénérés ont présenté, dans un raccourci schématique, les principales phases de la préparation de leurs produits. Chacun sait que les caoutchoucs régénérés entrent dans une proportion plus ou moins importante

de broyage par une coupeuse débitant les vieux caoutchoucs en petits morceaux et une granuleuse les réduisant en fragments de quelques millimètres de diamètre. La poudre est ensuite tamisée et passée au séparateur magnétique, puis on procède à la régénération proprement dite dans des autoclaves. Deux procédés sont actuellement employés : la régénération, ou « devulcanisation » partielle, est obtenue par cuisson à l'autoclave, soit avec des huiles, soit avec de la soude. On emploie généralement des



MODÈLE RÉDUIT D'USINE DE RÉGÉNÉRATION DES CAOUTCHOUCS PRÉSENTÉ À L'EXPOSITION

dans les mélanges. Lorsque l'on ne demande pas au caoutchouc des qualités particulièrement grandes de résistance, on emploie beaucoup plus de régénéré que de caoutchouc neuf. Mais on peut dire qu'à de très rares exceptions près, tous les caoutchoucs manufacturés, quelle que soit leur qualité, contiennent un pourcentage important de régénéré. C'est que, loin de nuire à la qualité, ce produit joue à la fois le rôle de plastifiant et d'accélérateur de vulcanisation.

Les déchets de caoutchouc sont triés, préparés, classés par des maisons spécialisées dans ce genre de travail, et revendus aux maisons qui vont procéder à leur régénération. La première opération consiste à broyer les déchets pour les réduire en poudrettes. Parfois, on remplace les dispositifs

autoclaves sphériques à double paroi, mobiles autour d'un axe horizontal, permettant d'obtenir un excellent brassage des matières. Le procédé de régénération à l'acide sulfurique est aujourd'hui presque complètement abandonné. Après cuisson, les caoutchoucs régénérés sont lavés, séchés, puis passés au fin sur un laminoir, pour être finalement filtrés dans une boudineuse à vis.

* * *

Telle est l'œuvre d'ensemble qui a été présentée au grand public et qui démontre l'importance croissante de cette matière première dans le monde, dont toutes les nations ont un besoin de plus en plus pressant pour l'essor de leur industrie.

ANDRÉ BLOC.

Photographies Gilbert René.

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

COMMENT PROTÉGER PARIS CONTRE LES INONDATIONS ?

Ce que l'on a fait depuis 1910. — Ce qu'il reste à faire

Par Pierre ARVERS

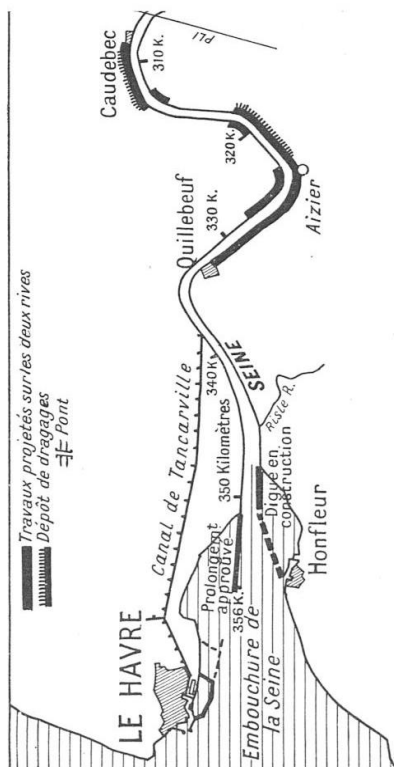
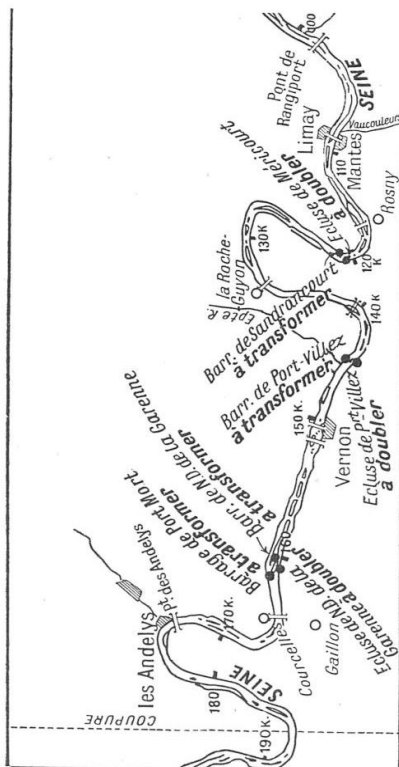
Depuis la crue de 1910, qui provoqua l'inondation de nombreux quartiers de Paris et interrompit la circulation sur plusieurs lignes du Métropolitain, des travaux importants ont été entrepris pour atténuer, tant à Paris qu'en banlieue, les effets des crues de la Seine, toujours à redouter. Ces travaux se rapportent d'abord à des mesures dites d'urgence : exhaussement et construction de parapets le long de la ligne des quais ; exhaussement du Cours-la-Reine ; construction du quai d'Auteuil, reconstruction de l'estacade de l'île Saint-Louis, des ponts Notre-Dame et de la Tourne-elle, dragages en Seine ; revêtement de berges, travaux de modification ou d'aménagement du réseau des égouts destinés à augmenter leur capacité d'évacuation et à permettre de supprimer, en temps de crue, leur communication avec la Seine ; installation de postes de pompage, etc... L'ensemble de ces mesures, dont la dépense s'élève à 75 millions environ, démontra déjà son efficacité au cours de la crue de 1924, qui atteignit la cote de 7 m 34 au pont d'Austerlitz, soit 1 m 30 au-dessous du maximum de 1910. A ce niveau de la crue, en 1910, 44 kilomètres de voie publique étaient alors inondés à Paris, tandis que 1 km 870 seulement de voie fut envahi en 1924. Nous avons pensé que nos lecteurs seraient curieux de savoir si, en cas d'une forte crue de la Seine, Paris serait désormais mieux défendu contre les eaux.

DEPUIS 1924, de nouveaux travaux ont été entrepris pour compléter ceux exécutés depuis la fameuse inondation de 1910. Ceux-ci ont, notamment, concerné l'exhaussement de parapets, la création d'installations de pompage dans

Paris et surtout dans la banlieue, à Ivry, Vitry, Saint-Maur, Charenton, Issy-les-Moulineaux et l'île Saint-Denis ; la démolition du barrage de la Monnaie, la construction d'un musoir à la pointe de la Cité, pour mieux répartir la quantité d'eau passant



CE QUE L'ON NE DEVRAIT PLUS VOIR A PARIS. LES QUAIS INONDÉS EN 1910

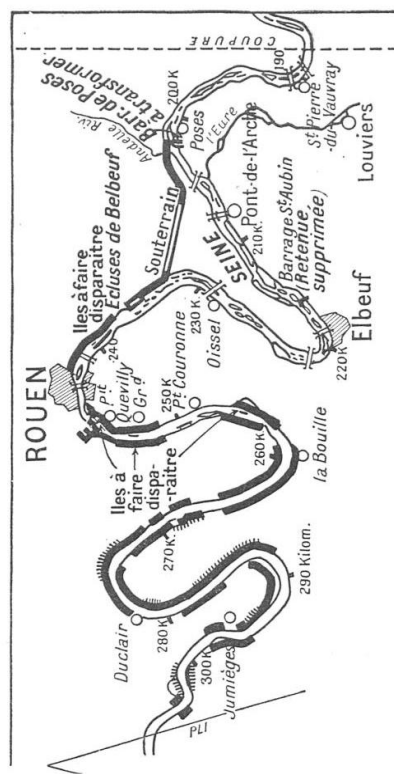
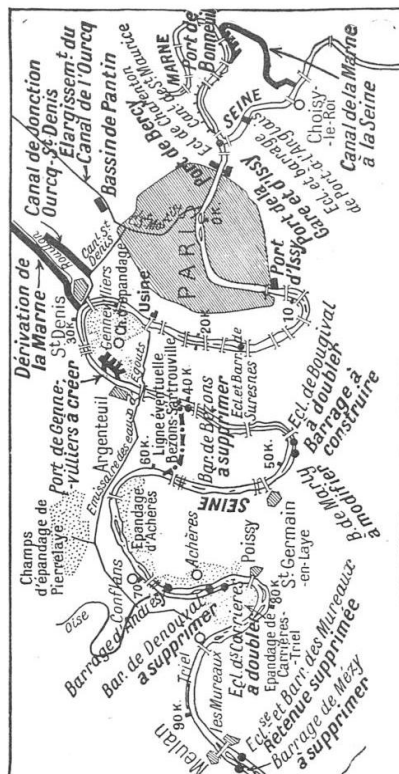


LE COURS DE LA SEINE, DE PARIS AU HAVRE, ET LES DIFFÉRENTS TRAVAUX PRO-

par chacun des deux bras de la Seine ; des dragages et, enfin, l'achèvement du quai d'Auteuil. Tous ces travaux se montent à 22 millions.

Aucune crue égale ou supérieure à celle de 1924 ne s'est produite depuis cette époque, il n'a pas été possible de faire, au sujet de l'efficacité de ces travaux, des constatations aussi concluantes que celles faites en 1924 pour les travaux exécutés du quartier des Carrières à Charenton. L'extension des stations de pompage a empêché les infiltrations à Ivry, Alfortville et Maisons-Alfort, et évité l'inondation d'un grand nombre de caves et des points bas envahis par les eaux en 1924.

En 1924, pour les raisons évoquées ci-dessus, les plans de la gare furent abandonnés. Au point de vue de l'allure générale de la gare, il faut noter que la démolition de l'édifice de la Monnaie et la construction du musée ont abaissé le niveau en amont de



JETÉS POUR PROTÉGER LA CAPTALE DE LA FRANCE CONTRE LES INONDATIONS

ces ouvrages d'une façon assez sensible.

Depuis 1926, un certain nombre de travaux ont été entrepris, ou vont l'être incessamment, pour améliorer la protection de la banlieue est de Paris.

Mais il faut bien dire que ces solutions ne sont que locales; elles ne peuvent empêcher l'eau de monter, et c'est là, en somme, qu'il faut agir. Trois solutions ont été préconisées pour atteindre ce but : faire passer les eaux par un autre trajet ; retenir les eaux, en amont du point menacé, dans d'immenses réservoirs ; enfin, faciliter et accélérer le passage des eaux à travers la région considérée.

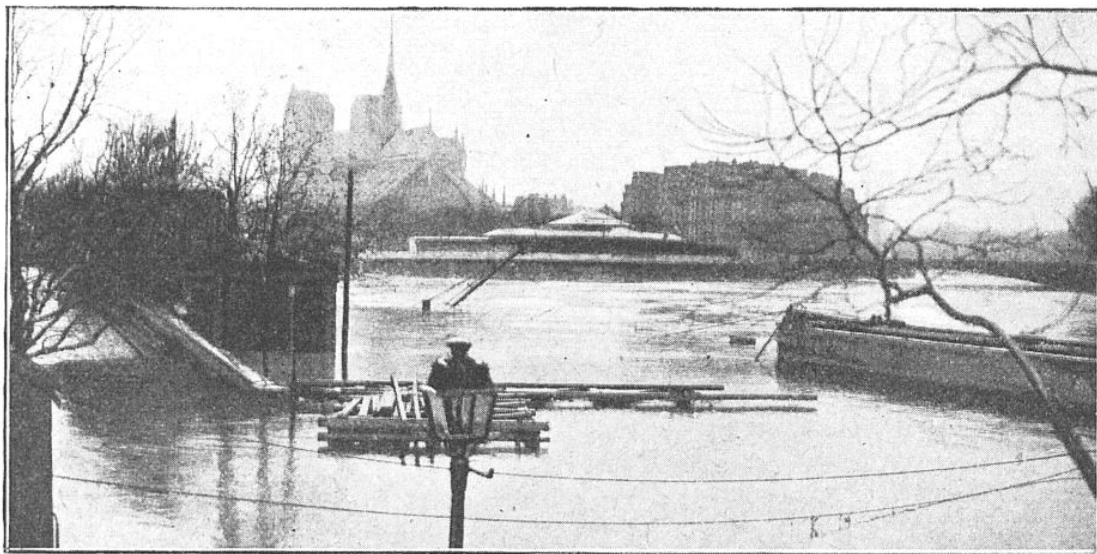
Est-il possible de dévier les eaux en amont de Paris?

Un projet avait été adopté par la commission des inondations en 1910 : la dérivation de la Marne. Il s'agissait d'établir un canal permettant de dériver, entre Meaux et Saint-Denis, un cube d'eau très important pris dans la Marne. Ce projet, qui permettrait une amélioration certaine dans la traversée de Paris, avait l'inconvénient d'entraîner une dépense d'environ un milliard ; comme cette dépense ne pouvait évidemment être gagée par aucune recette, la réalisation

du projet a été, jusqu'à présent, ajournée.

Un autre projet, récemment présenté, consiste à utiliser le canal de navigation de Saint-Maur, pour écouler, en cas de crue, une partie importante des eaux de la Marne. La dépense qu'il comporte est de l'ordre de grandeur d'une quinzaine de millions. Comme il diminuerait le débit des eaux, dans le tour de Marne, de 250 mètres cubes à la seconde, son exécution est comprise dans le programme dont la réalisation prochaine est envisagée.

l'on puisse envisager, comme prochaine, la réalisation d'un vaste programme de barrages-réservoirs. Toutefois, comme il est indispensable de pouvoir augmenter le débit d'étiage de la Seine, actuellement insuffisant pour satisfaire à la fois aux besoins des services publics et à ceux de la navigation, on a envisagé la construction de trois barrages-réservoirs, qui seraient aussi utiles à l'agriculture et apporteraient une certaine atténuation aux grandes crues (de l'ordre de quelques décimètres), tout en produisant



VUE DE LA POINTE DE NOTRE-DAME FORMANT UNE SORTE DE BARRAGE, AVANT LA DÉMOLITION DE LA MORGUE

L'accumulation des eaux de crue dans des réservoirs est une conception compliquée

Cette conception serait d'une réalisation très compliquée pour le bassin de la Seine. Le fleuve reçoit, en effet, une quantité d'affluents soumis à des régimes différents, et, d'autre part, les conditions géologiques sont telles qu'on ne peut envisager la construction de barrages-réservoirs, destinés à emmagasiner les eaux de crue, qu'à plusieurs centaines de kilomètres en amont de Paris.

Dans ces conditions, pour être d'une efficacité certaine et importante, les réservoirs à établir devraient être extrêmement nombreux, et la dépense entraînée par leur construction dépasserait certainement deux milliards.

Pour cette raison, il ne semble pas que

en même temps une certaine quantité d'électricité.

On peut ranger dans la même catégorie de travaux, le reboisement abondant des parties perméables du bassin de la Seine. Il n'est pas douteux que le reboisement des parties hautes du bassin de la Seine puisse influencer la régularité du débit du fleuve ; aussi, tout doit-il être tenté, sans toutefois que l'on puisse attendre de ces mesures, ni un effet immédiat, bien entendu, ni même, pour l'avenir, une atténuation considérable des grandes crues, le régime de la Seine étant déjà un des plus réguliers parmi les fleuves français.

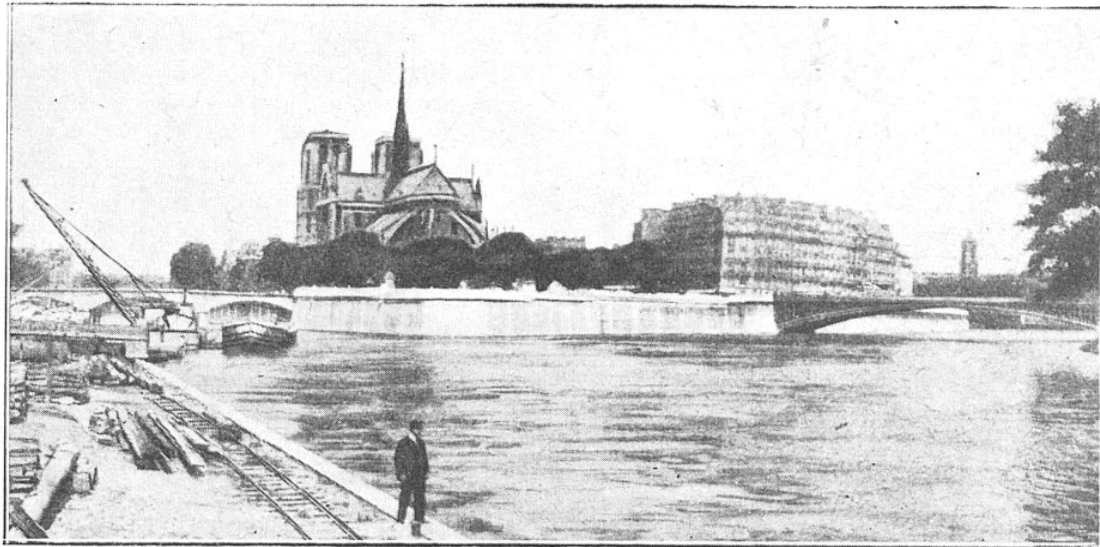
Amélioration du cours de la Seine et de celui de la Marne

On peut améliorer le cours de ces rivières en débarrassant leur lit des obstacles qu'y rencontre l'écoulement des eaux, comme,

par exemple, la démolition des ponts comportant des arches trop nombreuses, tels qu'étaient ceux de Notre-Dame et de la Tournelle, ou trop encombrants dans le lit du fleuve, comme le pont de l'Alma ; la démolition et la reconstruction des barrages ancien modèle, comme ceux de Suresnes, de Bezons ; la substitution de ports droits à des berges inclinées et, enfin, les dragages d'approfondissement du fleuve. On augmenterait ainsi sensiblement la section au-dessous d'une ligne de niveau déterminée.

manière, en temps de crues, le plan d'eau, dans les égouts parisiens, ne s'élèvera pas beaucoup au-dessus de la normale. On évitera ainsi les accidents qui se sont produits lors de crues récentes, où certains quartiers ont été inondés par les eaux refluant des égouts.

En s'inspirant des diverses considérations qui précèdent, un programme a donc été arrêté par les différents services techniques compétents et approuvé par le Conseil général de la Seine. Ce programme, approuvé



LA NOUVELLE POINTE DE NOTRE-DAME, PROLONGÉE EN AVANT, FACILITE LA CIRCULATION DES EAUX DE LA SEINE

Quelques travaux ont déjà été exécutés dans cet ordre d'idées ; d'autres doivent suivre. On vient d'entreprendre notamment l'aménagement du bras de Bougival comportant la transformation de la Seine dans la partie appelée Rivière Neuve et des dragages entre Bezons et Levallois, avec démolition du barrage de Bezons et construction d'un barrage nouveau à Chatou. Ce dernier sera d'un type tout à fait moderne, avec vanne se relevant complètement en dehors du lit de la rivière et n'opposant ainsi aucun obstacle, en cas de crue, à l'écoulement des eaux. Il peut en résulter un abaissement de niveau de un mètre pour une crue d'une importance analogue à celle de 1910, dans la partie aval de la banlieue parisienne.

Enfin, il est prévu également la construction, dans Paris, d'égouts collecteurs destinés à augmenter la capacité d'évacuation et à canaliser non seulement les eaux d'infiltration mais les eaux en excès. De cette

par le Conseil supérieur des Travaux publics et par M. le Ministre des Travaux publics, attend, pour être réalisé, le vote de crédits.

Volontairement modeste, il a été conçu pour réserver pour plus tard la réalisation de solutions plus grandioses, comportant des dépenses considérables.

Il comprend certains travaux de défense locale comme la transformation du canal de Saint-Maur, dont il a été question plus haut, pour permettre de l'utiliser à la dérivation d'une partie des crues de la Marne ; la construction de digues, le relèvement de chemins, etc..., notamment à Choisy-le-Roi et sur les rives de la Marne ; enfin, la construction, dans Paris, de galeries de drainage dans la région du quai de la Gare, pour améliorer la situation dans ce quartier, qui est le premier atteint par les eaux en temps de crue. La dépense totale est estimée à 30 millions.

Tout cela fait, on pourra se rendre compte

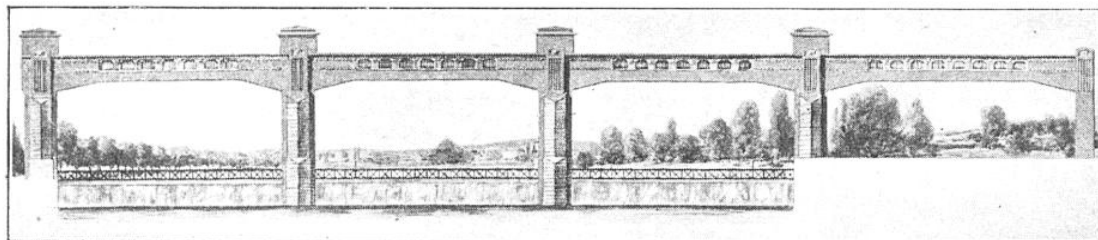
si l'exécution d'autres travaux est réellement indispensable.

Pour améliorer l'écoulement des eaux de crue à travers la région parisienne, on prévoit également l'aménagement du bras de Bougival et la reconstruction du barrage de Bezons, la reconstruction du déversoir de Suresnes, celle du pont de l'Alma. L'ensemble représente une dépense d'environ 60 millions.

Enfin, si l'on se décidait à accumuler une partie des eaux de certaines rivières du bassin de la Seine, on procéderait d'abord à la construction d'un grand réservoir dans le Morvan, sur l'Yonne, dans la région de Pannesière, réservoir qui serait capable d'emmagasiner près de 100 millions de mètres cubes d'eau ; à celle d'un deuxième

sur la rive gauche, à la présence des voies du chemin de fer d'Orléans, et, d'autre part, sur la rive droite, à celle de l'église Notre-Dame et de ses abords, site auquel on ne peut toucher qu'avec d'innombrables précautions. Cet élargissement faciliterait grandement la navigation.

L'Administration envisage aussi de développer les études hydrologiques relatives au bassin de la Seine. La documentation se rapportant au régime du débit du fleuve et de ses affluents est encore très insuffisante. Il serait même absolument nécessaire de multiplier les constatations au sujet du débit de la Seine et de ses nombreux affluents, en tenant compte de l'importance des pluies, la quantité tombée étant, d'ailleurs, recueillie dans de nombreuses stations ; enfin, l'effet



PHOTOGRAPHIE DU BARRAGE PROJETÉ A CHATOU, PRÈS DE PARIS, VUE DE L'AVANT

réservoir dans la région de Champaubert-aux-Bois (bassin de la Marne), pouvant contenir plus de 20 millions de mètres cubes, et, enfin, à l'augmentation de la retenue des réservoirs qui doivent être construits par une société privée, dans la région de la Cure, pour créer des forces hydroélectriques. Cette augmentation permettrait de disposer d'une capacité supplémentaire de 22 millions de mètres cubes pour emmagasiner les eaux des crues.

L'ensemble de ces projets représente une dépense de 90 millions.

D'autres travaux sont encore à l'étude

On a envisagé également d'élargir le bras de la Monnaie. On sait, en effet, que le rétrécissement de ce bras de la Seine constitue un obstacle assez sérieux à l'écoulement des eaux dans Paris, parce qu'il détermine, en amont, la formation d'un remous qui entraîne une surélévation de quelques décimètres du niveau des eaux et qui s'étend jusque dans la banlieue. L'élargissement du bras de la Monnaie serait donc utile, mais il se heurte à des difficultés considérables : d'une part,

des cultures sur la courbe des débits en crue et en décrue reste encore à déterminer. On accumulerait ainsi des documents permettant d'organiser plus tard une exploitation rationnelle des barrages-réservoirs existants et de ceux à venir.

La question du déboisement fait également l'objet d'études, qui se poursuivent d'accord avec les services du ministère de l'Agriculture. Si le reboisement ne peut constituer un remède suffisant sur le régime des grandes crues, il convient cependant de ne pas le négliger dans l'ensemble des mesures susceptibles de régulariser le débit du fleuve. Il est donc extrêmement intéressant de conserver intacts les massifs forestiers et de favoriser le reboisement, surtout dans les parties du bassin présentant un sous-sol imperméable et de fortes déclivités.

Quant aux projets de tranchées ou puits absorbants, la commission n'a pas cru devoir les prendre en considération.

Telle est l'œuvre accomplie par les services techniques de la Ville de Paris pour soustraire la capitale de la France aux débordements de la Seine.

PIERRE ARVERS.

LES INTERVIEWS DE « LA SCIENCE ET LA VIE »

LA RADIOPHONIE FRANÇAISE A ENFIN SON STATUT

Conversation avec M. Émile Girardeau, président d'honneur
du Syndicat professionnel des Industries radioélectriques.

Rapportée par Pierre CHANLAINE

Enfin, la radiophonie française vient d'avoir son statut. Le ministre du Commerce, par le décret du 28 décembre 1926, a réglementé les émissions par T. S. F. en ce qui concerne l'industrie privée. A ce propos, nous avons demandé à M. Émile Girardeau, président d'honneur du Syndicat professionnel des Industries radioélectriques, d'exposer ici, en toute objectivité, ce qu'il pensait de ce nouveau statut et de la répercussion qu'il peut avoir sur la radiophonie française au point de vue de son développement pratique. Voici les intéressantes déclarations que M. Girardeau a bien voulu faire à notre collaborateur.

Ce que contient le dernier décret de la radiodiffusion

LE décret du 28 décembre 1926 a fixé le statut de la radiophonie. On l'attendait depuis longtemps. M. Bokanowski avait été saisi des desiderata des diverses corporations intéressées, et sa décision ne pouvait tarder. Il faut le remercier d'avoir vu tout de suite l'immense importance sociale de ces progrès nouveaux, d'avoir compris que la radiotéléphonie devait, de toute urgence, être dotée d'un statut définitif, et de s'être courageusement employé à en faciliter l'essor.

Le décret prévoit un réseau national et régional de radiodiffusion. Les stations seront soumises à un régime dont voici l'analyse. L'État est propriétaire des installations qui constituent ses stations. Il en assure l'exploitation technique. Il en contrôle l'exploitation administrative et financière. Mais la composition et la réalisation des pro-

grammes sont assurées par des groupements où sont représentés les services publics centraux ou régionaux, les associations d'intérêt général ou d'expansion nationale et les groupements corporatifs, les constructeurs et commerçants en matériel de radioélectricité, les groupements d'amateurs et d'auditeurs, les représentants de la presse, etc.

A titre transitoire, le ministre des Postes et des Télégraphes pourra accorder, à des groupements où seront représentés tous ces intérêts, l'autorisation d'installer et d'exploiter jusqu'au 1^{er} janvier 1933 des postes destinés à compléter le réseau de la radiodiffusion. Mais ces postes privés pourront être fondus, même avant 1933, dans toutes les organisations régionales ou nationales que le gouvernement ou le parlement reconnaîtrait nécessaire de créer, dans l'intérêt général, et notamment en vue de la constitution d'un Office national de la T. S. F.

En cas de rachat anticipé, avant le 1^{er} janvier 1933, pour quelle



M. ÉMILE GIRARDEAU

cause que ce soit, l'État aura le droit et l'obligation de racheter les éléments de l'actif selon l'évaluation fixée au compte de premier établissement, diminué d'un amortissement forfaitaire de 10 % par année d'exploitation.

Le décret précise les conditions des autorisations données, notamment en ce qui concerne la propriété littéraire et artistique, le contrôle technique et financier, la suppression des commissions qui seraient contraires à l'ordre public ou à la défense nationale, la limitation de la publicité, la participation de l'État aux contrats de publicité, etc.

Toutes les questions intéressantes en radiodiffusion sont confiées à une commission interministérielle, comprenant des représentants de grandes administrations publiques, du conseil supérieur de l'instruction publique, des associations d'auditeurs et d'amateurs, de l'industrie et du commerce radioélectriques, de la presse, des grandes associations économiques, de la confédération générale du travail, du personnel postal, des associations agricoles, de la Confédération de Travailleurs intellectuels, des associations des gens de lettres, auteurs, compositeurs, orateurs et conférenciers, artistes dramatiques, lyriques et musiciens.

Il est, d'ores et déjà, prévu sur le territoire trois stations nationales et dix-huit stations régionales.

Ce décret est-il parfait à tous les points de vue ?

Est-ce à dire qu'en ce qui concerne l'industrie radioélectrique notamment, le décret du 28 décembre 1926 offre toutes les possibilités auxquelles celle-ci est en droit de prétendre ? Non ! Mais la faute n'en est pas à M. Bokanowski. Il a trouvé, en effet, à son arrivée au pouvoir, des situations de fait dont, aussi bien du côté de l'administration des postes que du côté des initiatives privées, chacune s'était efforcée de tirer parti. Il n'en reste pas moins vrai que ce décret a tiré la radiophonie d'un état anarchique préjudiciable aux intérêts de tous et qu'il offre les plus sérieuses possibilités de réalisations. Pour nous industriels, qui sommes des réalistes, c'est beaucoup. C'est assez que nous l'ayons accepté en toute loyauté et que nous nous appliquions à lui faire rendre tout ce qu'il est susceptible de donner.

Le nouveau régime donne la latitude d'assurer un large développement à la radiodiffusion et, par voie de conséquence, à l'industrie et au commerce radioélectriques. Il offre des garanties au point de vue de la

protection et de la rémunération des capitaux engagés. Il donne toutes les facilités d'exploitation artistique désirables, notamment au point de vue de la transmission ou des représentations données dans les théâtres, les grands concerts, et des manifestations d'actualité. Rien ne s'oppose donc à ce qu'une grande entreprise, de gestion prudente, puisse être conçue et réalisée dans son cadre.

Au surplus, le décret prévoit la représentation dans les entreprises de tous les groupements directement intéressés au développement de la radiodiffusion : associations, syndicats ou sociétés d'écrivains, d'auteurs dramatiques, fédération de presse, etc. Et, de fait, tout ce qui représente une force intellectuelle dans ce pays s'est trouvé d'accord avec les sociétés d'amateurs pour répondre à l'appel du gouvernement.

Une puissante station d'émission serait créée près de Paris

Le Syndicat professionnel des Industries radioélectriques, qui groupe la totalité des constructeurs français — deux cents — a pris à cœur de se faire l'agent d'exécution d'un grand programme national. Dans son Assemblée générale du 28 octobre 1926, il avait décidé, à l'unanimité, de fonder une grande entreprise de radiophonie, qui élèverait, aux environs de Paris, une station plus puissante que les plus puissantes stations étrangères et collaborerait, pour le plus grand bien de tous et dans le but de diffuser le plus possible la pensée, la technique et l'art français, avec les associations professionnelles d'écrivains, d'artistes et de techniciens.

A cet effet, il a constitué une Commission de radiophonie, qui, dès la publication du décret du 28 décembre 1926, a établi un projet susceptible d'appliquer à la nouvelle organisation la force vive qui résulte d'un groupement dynamique de tous les intérêts en présence.

Sous le nom de la « Radiodiffusion française », une société est en formation, qui fait appel à tous sans possibilité de contrôle d'un groupe et réunit les garanties d'ordre moral, intellectuel, artistique, technique, financier indispensables. Ses statuts, conformes aux stipulations du décret du 28 décembre 1926, en ce qui concerne les souscriptions au capital, la composition du conseil, la gestion, la représentation de l'intérêt général, ont été étudiés et mis au point par un comité d'organisation composé de représentants des divers groupements intéressés.

Le concours financier des professionnels de la T. S. F. est acquis à la « Radiodiffusion française ».

Dans une nouvelle réunion générale des membres du Syndicat professionnel des Industries radioélectriques, le 18 janvier 1927, constructeurs et commerçants de T. S. F. se sont engagés, par une série de résolutions, à apporter à la nouvelle société leur concours financier. C'est là un bel exemple de cohésion et qui montre ce qu'on peut attendre des initiatives privées lorsqu'il s'agit de l'intérêt national.

Bien entendu, les postes régionaux autorisés ne seront pas négligés. La nouvelle organisation leur apportera les ressources substantielles qui leur permettront de tenir leur part dans l'harmonieux concert de la radiophonie française.

Le concours de la Compagnie française de Radiophonie, laquelle possède actuellement, à Clichy, la plus puissante des stations françaises de téléphonie sans fil, est entièrement acquis à la nouvelle entreprise. Comme je vous l'ai dit, il a été admis par les intérêts en cause qu'aucune des grandes sociétés entrant dans l'entreprise nouvelle n'y aurait, soit au conseil d'administration, soit aux assemblées, la majorité. Les petits fabricants se trouveront même, à divers points de vue, favorisés par rapport à leurs confrères plus puissants. C'est, somme toute, un programme d'union sacrée pour l'extension de la radiophonie française qui a été conçu et réalisé par tous sur l'invitation cordiale du ministre.

Le nouveau décret favorise-t-il le public ?

Le public français ne peut demeurer indifférent à cette entreprise, qui prévoit l'établissement d'une station de radiophonie de 50 kilowatts-antenne, mise prochainement en construction et diffusant non seulement sur toute la France, mais sur toute l'Europe — à certaines heures sur le continent américain — les œuvres des artistes et écrivains français.

Certains se sont inquiétés de la présence d'un grand poste national à proximité de Paris ; c'est manquer de confiance dans la technique française ; c'est la juger sur les postes actuels, tous relativement anciens et qui ont été construits dans un temps où l'incertitude de l'avenir imposait la plus stricte économie.

D'ailleurs, la « Radiodiffusion française » prévoit la station émettrice à quelque distance de Paris, assez loin pour ne pas troubler les autres émissions, assez près parce

qu'il est nécessaire que le studio reste à Paris. Or, la dépense d'installation de lignes reliant ce studio à la station est, évidemment, en fonction de l'éloignement de celle-ci.

Est-il nécessaire de répéter que la radiodiffusion de représentations de l'Opéra ou de l'Opéra-Comique, des meilleures pièces jouées sur nos scènes parisiennes, des discours ou des conférences de nos meilleurs orateurs, de concerts spécialement organisés pour satisfaire le goût d'un public varié et d'éducation différente, entraînera une résurrection de l'esprit familial et supprimera l'isolement des campagnes ?

Quelles seront les recettes de l'entreprise nouvelle ?

Au point de vue financier, la souscription du capital est prévue pour une somme de 10 millions, qui paraît suffisante pour la réalisation du programme et notamment la construction du poste puissant.

Les recettes et la rémunération de tous les concours seront fournies par les redevances des industriels et commerçants de T. S. F. et en consacrant un dixième au plus de la durée des émissions à la publicité, dont l'efficacité sera considérable, puisque ces émissions seront entendues dans un rayon de 2.000 à 3.000 kilomètres.

D'autre part, le développement et l'amélioration des émissions radiophoniques auront évidemment pour conséquence le développement énorme du commerce et de l'industrie radiotechnique. Or, l'État perçoit des taxes sur le chiffre d'affaires et aussi la taxe de luxe de 12 % sur une grande partie des appareils. On évalue, éventuellement, en France, le nombre des appareils radiophoniques à 250.000. Ce chiffre serait, d'après nos prévisions modestes, multiplié par 4. Après quoi il atteindrait à peine la moitié du chiffre dont s'enorgueillit l'industrie anglaise. On voit que c'est par dizaines de millions de francs que se traduirait, pour les finances de l'État, cet accroissement de l'industrie radiophonique française.

Notons enfin que l'exportation des appareils français de T. S. F. serait facilitée par l'écoute à l'étranger de nos concerts radiophoniques français. On aime utiliser les appareils récepteurs du pays dont on entend avec plaisir les émissions.

Parmi les fondateurs de la « Radiodiffusion française », vous verrez des noms qui sont l'honneur des lettres et des sciences françaises unis aux représentants les plus qualifiés de la presse, des auditeurs, du commerce et de l'industrie.

On ne peut pas réunir plus de garanties de durée et de solidité. Tout s'est fait au grand jour, par des accords inspirés d'une volonté unanime de répondre à l'appel du gouvernement. Nous avons le ferme espoir que l'opinion publique comprendra la valeur et le sens de notre effort, et qu'elle nous apportera son aide, qui nous est non seulement infiniment précieuse, mais, je n'hésite pas à le dire, indispensable.

Comment l'étranger a compris la radiodiffusion

L'Angleterre avait commencé par pratiquer le régime du monopole privé ; une vaste société anonyme, la British Broadcasting Company, groupant les principaux industriels et commerçants de la T. S. F. de nationalité anglaise, exploitait la radiodiffusion, dont elle avait obtenu la concession exclusive et temporaire. Son contrat devait prendre fin le 31 décembre 1926. Le Post-Office réglementait rigoureusement les émissions des postes privés, de manière à éviter toute gêne de la radiodiffusion.

Ce régime a été modifié. Les Anglais ont été d'avis que le service de la radiodiffusion devait être assuré par une corporation d'utilité publique, mandataire de l'intérêt général, constituée sous la forme d'une société, qui recevrait du « Post master » général une licence de durée limitée et deviendrait gérante de toute l'entreprise, celle-ci continuant d'être dirigée selon les principes d'une société privée. Le Post master général reste l'autorité qui distribue les licences et en perçoit le prix, recherche et poursuit les installations clandestines. A l'expiration de la licence ou en cas de retrait de licence, la société nouvelle serait tenue de passer au Post master général l'ensemble de l'entreprise, de manière à lui permettre de la gérer directement.

En Allemagne, la Reichspost a fait construire elle-même des postes émetteurs, à l'époque de l'inflation, c'est-à-dire quand l'Allemagne développait à outrance son outillage national, tout en confiant l'élaboration des programmes des émissions à des sociétés privées et en autorisant l'installation, dans divers districts, de postes émetteurs particuliers. Les sociétés chargées d'établir les programmes travaillent en vertu d'une concession accordée par la Reichspost. Celle-ci suit de très près le développement de la radiodiffusion et s'est réservé le droit d'adjoindre des représentants du service public à la commission chargée d'accorder les conces-

sions à des postes émetteurs. Neuf sociétés sont actuellement autorisées à réaliser des émissions sur le territoire du Reich. Les postes de radiophonie sont équipés par l'État et restent sa propriété, l'usage seul en étant concédé.

Les possesseurs d'appareils récepteurs paient une taxe mensuelle de 2 marks, qui, en 1925, a donné plus de 25 millions de marks. Les sommes perçues sont réparties à raison de 60 % aux sociétés et de 40 % à l'administration des P. T. T. Cette dernière prélève, sur sa part, les sommes nécessaires à la construction de lignes télégraphiques spéciales reliant tous les studios et toutes les stations de manière à permettre à celles-ci de radiophoner en même temps dans toute l'Allemagne les représentations théâtrales données sur les grandes scènes nationales.

Aux États-Unis, la radiodiffusion n'a été soumise, jusqu'à présent, à aucune réglementation, sauf pourtant en ce qui concerne l'attribution des longueurs d'ondes aux différents postes. Mais le nombre des postes émetteurs a tellement augmenté que le régime de la liberté complète est devenu difficile. Il n'est déjà plus possible de continuer l'octroi de licences d'émission, en raison de l'encombrement et de l'interférence des longueurs d'ondes. Le secrétaire au commerce, M. Hower, a dû refuser d'accorder des autorisations nouvelles.

En Italie, les stations sont établies et exploitées, sous le contrôle de l'État, par une société privée : l'Union Radiotelephonica Italiana. Même régime en Belgique, en Autriche, en Suisse, en Espagne, en Tchécoslovaquie et en Yougoslavie.

Au point de vue de la puissance, notez maintenant que les Allemands possèdent deux postes (celui de Berlin et celui de Cologne) de 50 kilowatts-antenne, soit dix fois la puissance de la Tour Eiffel et de Radio-Paris. Ils en construisent dix autres de 15 kilowatts-antenne (le triple de la puissance de la Tour Eiffel).

Les Anglais, qui possèdent une station de 25 kilowatts-antenne (Daventry), en font une autre dont la puissance sera de 50 kilowatts-antenne. Bientôt donc, si cette progression des postes étrangers continuait, on n'aurait plus perçu, en Europe, que les ondes anglaises ou allemandes, si la Voix française, grâce au décret du 28 décembre 1926, n'était intervenue. Inutile de dire que c'eût été déplorable au point de vue de notre propagande dans le monde.

PIERRE CHANLAINE.

LA BAKÉLITE EST UN PRODUIT DE SYNTHÈSE QUI DONNE LIEU A DES APPLICATIONS AUSSI NOMBREUSES QUE VARIÉES

Par Claude CHIMY

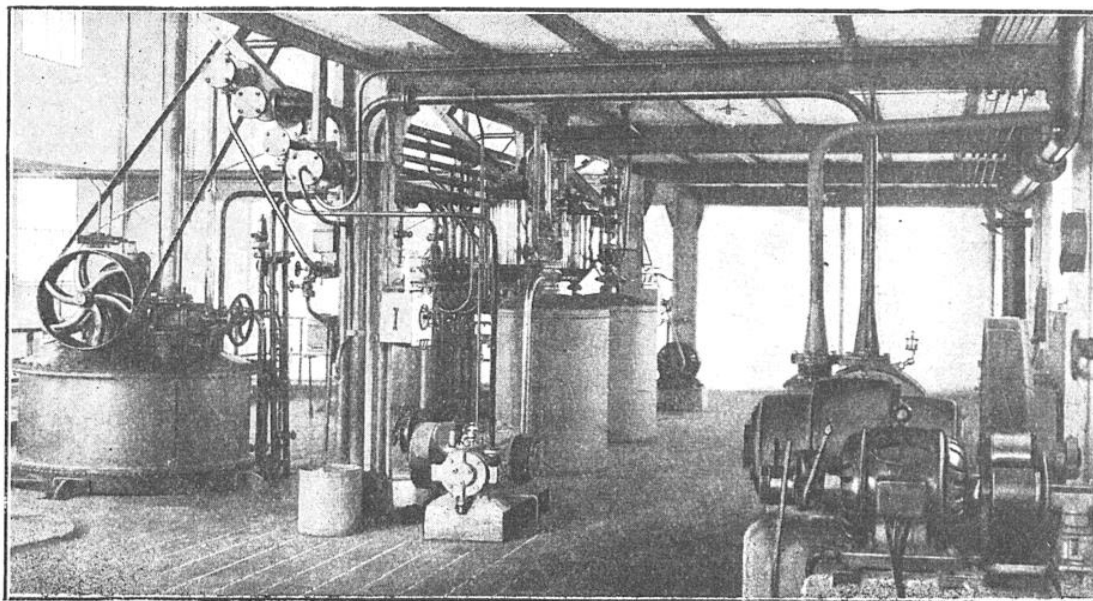
La bakélite, qui résulte de la condensation du phénol en présence de formol, offre la curiosité de se présenter sous trois états de propriétés totalement différentes, suivant les conditions de son obtention. Nous exposons ici comment on la prépare, quelles sont ses propriétés physiques et chimiques et ses précieuses applications pratiques dans un très grand nombre d'industries.

Qu'est-ce que la bakélite?

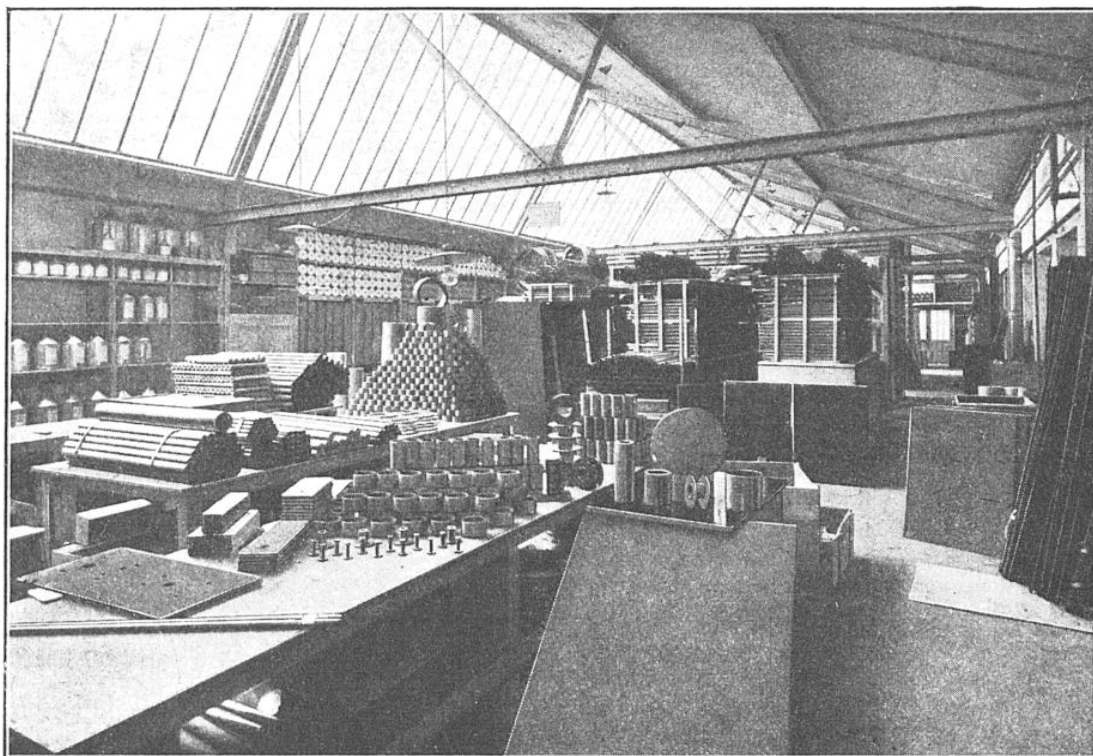
CERTAINES réactions de la chimie organique conduisent à des corps tout à fait semblables aux résines naturelles ; ce sont des résines synthétiques ou artificielles. La bakélite est un de ces corps.

Plusieurs savants français ou étrangers ont étudié le problème que posait ce nouveau corps, mais sans réussir à le faire sortir du laboratoire. Ce n'est réellement qu'en 1909

qu'un Belge, le Dr Baekeland, est parvenu à industrialiser le procédé et à réaliser, en Amérique, la fabrication de la résine artificielle. Rien ne porte à penser que le Dr Baekeland ait choisi au hasard la matière à laquelle il devait donner son nom. Il est probable, au contraire, qu'il ait connu les travaux de ses devanciers et qu'il ait tiré de la même source le corps définitif que les Américains ont appelé « la matière aux mille usages », la bakélite.



CETTE INSTALLATION FABRIQUE, CHAQUE JOUR, 2.000 KILOGRAMMES DE RÉSINE BAKÉLITE. Au premier plan, autoclave de condensation et pompe à vide de déshydratation ; au deuxième plan, citernes autoclaves contenant le formol et le phénol qui seront introduits par le vide dans l'autoclave. La salle est réservée à une seule fabrication pour éviter l'influence des poussières, même infinitésimales, venant d'un autre appareil.



TUBES CYLINDRIQUES ET PLAQUES EN PAPIER BAKÉLISÉ

[(Cliché Fibre et Mica.)]

Comment on obtient la bakélite au laboratoire

La bakélite résulte de la condensation du phénol en présence du formol. Normalement, la réaction est incomplète et très lente, mais il est possible d'augmenter sa vitesse en introduisant un catalyseur dans le mélange et en opérant à chaud. On sait qu'un catalyseur est un corps qui provoque ou facilite une réaction chimique par le seul fait de sa présence et sans entrer lui-même en combinaison. Le mélange de phénol et de formol est porté à l'ébullition dans un récipient double dit à reflux, où il se vaporise.

Ces appareils sont essentiellement constitués par deux récipients : l'ébullition s'effectue dans le premier et la condensation des vapeurs dans le second. Ils sont ainsi disposés que ces vapeurs condensées

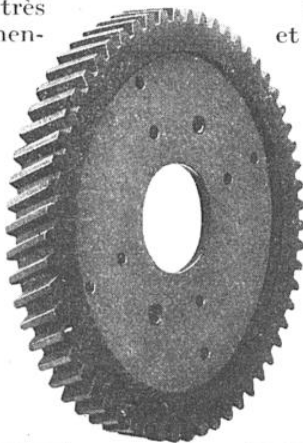
reviennent, par écoulement naturel, dans le premier.

Au bout de quelque temps, une gomme commence à se former : c'est l'embryon de la bakélite.

Puis, séparée de l'eau de réaction et des dernières traces du catalyseur, la bakélite apparaît sous la forme d'une résine solide ou liquéfiée, et on est convenu de dire qu'elle est alors à l'état A.

Le produit se solidifie par refroidissement et se présente alors sous la forme d'un corps jaunâtre, assez friable et fusible sous l'action de la chaleur si celle-ci n'est pas prolongée au delà d'une certaine limite. Si on continue à chauffer, le produit atteint, en effet, un nouveau stade : l'état B. Il est moins cassant qu'à l'état A.

Sous cette dernière forme, le corps ne fond pas sous l'action de la chaleur, mais il se ramollit et prend une consis-



ENGRENAGE EN TISSU BAKÉLISÉ

On a d'abord préparé un disque avec des rondelles de tissu imprégnées de bakélite et passées à une presse chauffée. Le disque réalisé est ensuite taillé comme un engrenage métallique.

tance élastique, qui disparaît avec le refroidissement. Enfin, si l'action de la chaleur est prolongée, une nouvelle transformation s'opère et on obtient finalement un troisième état, l'état C, qui est le terme ultime de la consolidation de la bakélite. On obtient ainsi trois sortes de bakélites : A, B et C, qui ont, chacune, des propriétés différentes, mais celle à l'état C présente plus d'intérêt que les premières formes du produit.

La fabrication de la bakélite à l'usine

Le mélange, en proportions convenables, des matières premières s'effectue dans un atelier spécial. Le phénol, le formol et le catalyseur sont aspirés

par le vide et arrivent aux réservoirs. Ils s'écoulent, de là, dans un bac, où s'effectue un mélange parfaitement intime. Le liquide obtenu est ensuite dirigé, par vide ou par pression, dans l'appareil à réaction, à l'intérieur duquel il est agité

mécaniquement et chauffé par circulation de vapeur. L'intérieur de l'appareil est éclairé électriquement et des hublots d'observation permettent de suivre et de contrôler, de l'extérieur, la marche des réactions. Ajoutons qu'une bonne fabrication de la bakélite exige des soins méticuleux, des matières premières de qualité parfaitement constante et, par suite, le contrôle permanent du laboratoire.

Les curieuses propriétés de la bakélite

Ce sont surtout les caractéristiques de la bakélite à l'état C qui présentent le plus grand intérêt, puisque c'est sous cette forme parfaitement stable qu'on la trouve dans ses nombreuses applications. Les propriétés des deux états antérieurs A et B sont, néanmoins, intéressantes à connaître comme constituant la genèse du produit définitif.

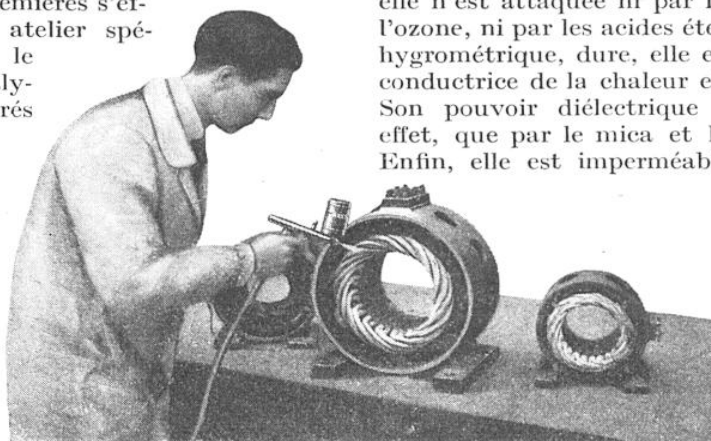
Nous avons déjà dit qu'à l'état A la bakélite revêt une forme solide ou liquide.

Elle est soluble dans l'alcool, dans l'acétone et dans de nombreux solvants organiques. Elle est fusible, avec fusion pâteuse, c'est-à-dire ne présentant pas de température critique de fusion.

A l'état B, elle est infusible. Insoluble dans l'alcool, elle subit, de la part de certains solvants, de l'acétone notamment, une action qui se traduit par un gonflement de la masse.

A l'état C, la bakélite a une densité d'environ 1,28. Elle est infusible et insensible à la chaleur jusqu'à 300 degrés. Insoluble dans l'alcool et dans les autres solvants organiques, elle n'est attaquée ni par l'oxygène, ni par l'ozone, ni par les acides étendus. Nullement hygrométrique, dure, elle est très mauvaise conductrice de la chaleur et de l'électricité. Son pouvoir diélectrique n'est égalé, en effet, que par le mica et le quartz fondu. Enfin, elle est imperméable aux gaz.

Cette rapide énumération montre déjà qu'à l'état C la bakélite possède un ensemble de qualités que l'on ne rencontre jamais réunies d'une façon aussi complète dans un autre corps. Il nous semble cependant



(Cliché Maxé.)

LAQUAGE A LA BAKÉLITE D'UN MOTEUR ÉLECTRIQUE AVEC LE PISTOLET AÉROGRAPHE

Après le traitement, la bakélite déposée devient rigoureusement imperméable et offre une surface de rayonnement très active pour le refroidissement.

utile, pour qu'on puisse envisager l'immense champ d'applications qui s'offre à ce produit, d'insister sur les principales de ses caractéristiques.

Sous l'influence de la chaleur, la bakélite dégage le phénol libre qu'elle contient, en très faible quantité d'ailleurs. A partir de 300 degrés, elle se carbonise lentement, sans flamme, et donne un charbon léger, analogue à celui du sucre. Elle peut supporter indéfiniment, sans autre modification qu'un faible dégagement de phénol libre, une température de 150 à 200 degrés.

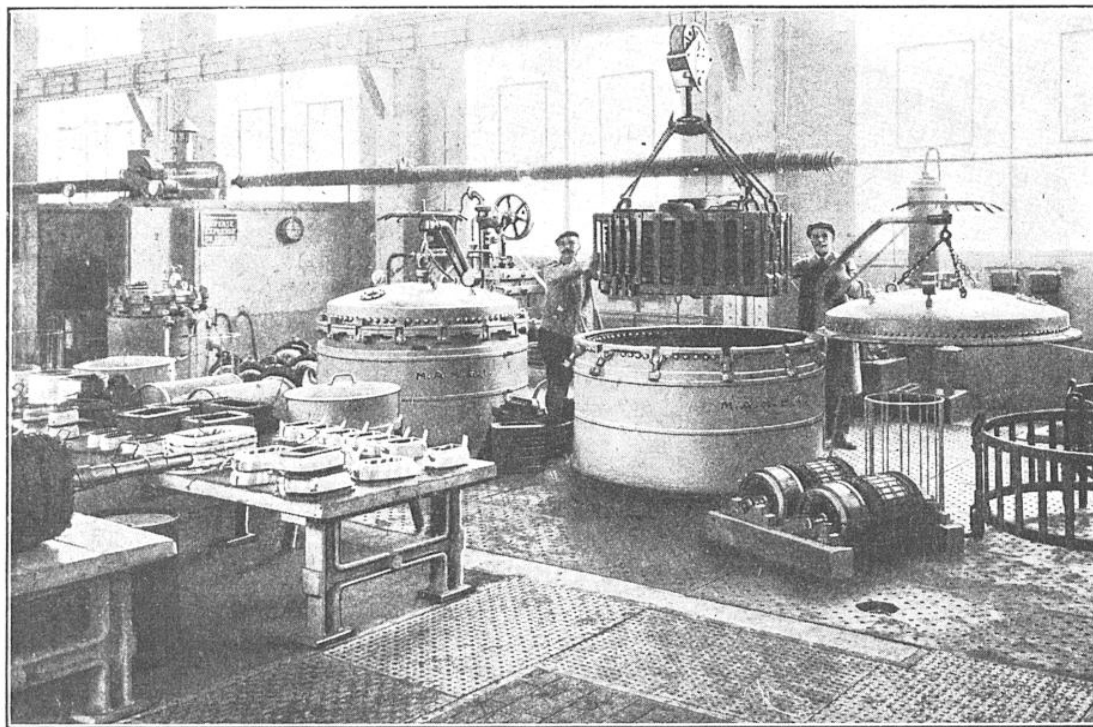
La résistance aux agents chimiques est particulièrement précieuse pour les applications industrielles. Fabriquée avec des éléments chimiquement purs, la bakélite est considérée, jusqu'à ce jour, comme incapable d'entrer dans une combinaison chimique. Pratiquement, il est possible de produire une bakélite résistant indéfiniment à l'action d'un corrosif déterminé. D'une façon géné-

rale, les acides étendus d'une faible proportion d'eau, l'eau oxygénée, la saumure, le chlorure de méthyle, etc., sont sans action sur elle. Il en est de même pour l'eau.

La bakélite ne se vend généralement que sous la forme première à laquelle on a donné le nom d'état A. Elle ne prend la dernière forme (état C) qu'à la suite de l'opération qui constitue la bakélisation d'un objet, lequel, par conséquent, se trouve ainsi gra-

Un grand nombre d'objets sont obtenus par la fusion de la résine : colliers, bracelets, fume-cigarettes, manches de parapluie, billes de billard, etc. Étant naturellement transparente ou translucide, elle peut être additionnée de petites quantités de matières colorantes, qui font de la résine synthétique un produit analogue à l'ambre, à l'écaille ou à l'ivoire.

Quant à la résine liquide, ou résinite, elle



(Cliché Société Alsacienne de Constructions Mécaniques.)

INSTALLATION D'ÉTUVAGE DANS LE VIDE ET D'IMPRÉGNATION A LA BAKÉLITE

On remarque le panier contenant les bobinages que l'on va introduire dans l'autoclave, où s'opérera le séchage dans le vide, qui doit toujours précéder l'imprégnation.

tifié des propriétés de la bakélite à l'état C. L'usine productrice de bakélite livre donc ce corps à l'état A sous plusieurs formes : bakélite pure, qui se présente sous forme de résine ou à l'état liquide ; en dissolution dans un solvant, elle devient un vernis de bakélite ; enfin, mélangée à l'état pulvérulent avec des corps divers, elle constitue une poudre à mouler. Sous cette troisième forme seulement, la bakélite, initialement à l'état A, est amenée, par la préparation même de la poudre, à un stade voisin de l'état B.

Applications de la bakélite pure

La bakélite pure, parvenue à l'état C, est employée surtout dans les industries de luxe.

est utilisée pour le revêtement des statuettes, des bas-reliefs en plâtre, etc. ; ces objets ainsi recouverts prennent l'apparence du marbre ou de la céramique.

Les vernis de bakélite ont également de nombreuses applications

Ces vernis peuvent être utilisés pour fabriquer des papiers, des toiles, des bois, agglomérés au vernis ; ils constituent également des laquages et revêtements de toute sorte. Enfin, certaines substances acquièrent, par la bakélisation, les qualités mêmes de la bakélite.

Nous avons vu que la bakélite à l'état A est entièrement soluble dans différents solvants. Le moins coûteux et le plus

comme de ceux-ci est l'alcool dénaturé du commerce, aussi est-il employé à la préparation des vernis.

L'action combinée de la chaleur et de la pression sur des feuilles de papier ou de tissu recouvertes ou imprégnées de vernis de bakélite, permet d'obtenir des matériaux pouvant se prêter à tous les façonnages. C'est surtout dans l'industrie électrique que cette application a trouvé des débouchés. Le produit, en plus de ses qualités mécaniques remarquables, possède en même temps les propriétés diélectriques de la résine et celles du support, papier ou tissu. On peut fabriquer ainsi des tubes isolants et des plaques pour toutes tensions, même élevées. La préparation de la feuille de papier bakélisé, qui constitue le tube, nécessite une technique spéciale. Le papier est imprégné entre deux cylindres, séché dans un tunnel systématiquement chauffé, puis enroulé à chaud sur une machine spéciale pour la confection des tubes. Quant aux cartons, ils sont très simplement fabriqués par empilage et pressage du papier entre les plateaux d'une presse chauffante.

L'agglomération des tissus imprégnés se pratique selon le même principe, et l'on peut confectionner ainsi des engrenages susceptibles d'être taillés avec la plus grande précision. Ces engrenages, insensibles à l'eau et à l'huile, trouvent, notamment, une application dans la construction des automobiles pour réaliser des changements de vitesse silencieux.

Des résultats analogues sont obtenus avec des bois en plaques minces. Les contreplaqués bakélisés sont imperméables à l'eau et imputrescibles.

Le vernis de bakélite, posé au pinceau ou à l'aérographe, ou bien par simple trempage, sur la surface de pièces à laquer, subit, après séchage, l'opération qui le fait passer de l'état A à l'état C. Ce laquage possède une grande résistance et protège la surface recouverte qui prend un aspect brillant et un poli parfait.

On est même arrivé à réaliser des enduits de bakélite parfaitement souples et d'une adhésivité considérable aux métaux.

Pour les revêtements de surfaces qu'on ne peut pas chauffer, comme les charpentes métalliques, les murs, les boiseries, il existe un vernis spécial qui passe à l'état C à basse température.

Dans les cas, enfin, où un simple émaillage est insuffisant pour la protection des surfaces contre des attaques particulièrement actives de la part de certains produits chimiques, on revêt la surface avec un composé d'amiante et de bakélite liquide.

L'imprégnation de certaines substances est la plus importante des applications de la bakélite

Le vernis, injecté dans la structure intime de certaines substances, confère à celles-ci,

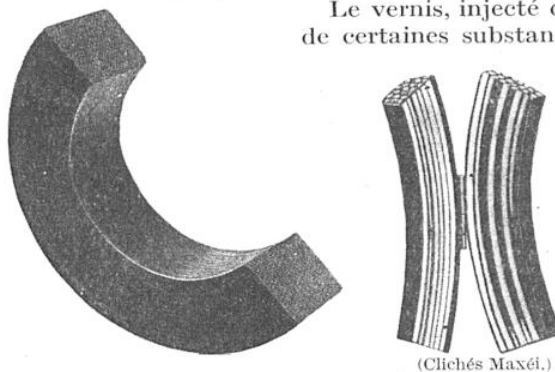
après la transformation à l'état C, des qualités qui participent de celles de la bakélite elle-même.

L'industrie électrique a tiré un grand profit de cette application, qui apporte aux bobinages, non seulement un haut isolement, mais aussi la permanence de cet isolement.

Le procédé d'imprégnation des bobinages est le suivant.

Les bobinages sont d'abord séchés sous le vide, dans une première étuve, au voisinage de 100 degrés. Ils sont ensuite portés chauds dans une seconde étuve dite « d'imprégnation ». On établit le vide dans cette étuve, dont l'agencement permet d'abaisser aux environs de 40 à 50 degrés la température des bobinages inclus. Et l'air qui aurait pu s'introduire dans ceux-ci en est extrait par la pompe à vide. On met alors l'étuve d'imprégnation en communication avec le réservoir à bakélite. Le vernis immerge les enroulements et le vide est maintenu un temps convenable pour faciliter l'imprégnation. Puis une pression, de valeur variable avec les enroulements, est établie dans l'étuve pour assurer la pénétration intime du vernis.

Cette opération d'injection étant terminée, on évacue le vernis vers la cuve et on procède à l'évaporation du solvant. Pendant ce temps les bobines s'égouttent et l'excédent de bakélite retourne à la cuve. Vers la fin de l'opération, on met l'étuve en communication avec un condenseur qui recueille l'alcool évaporé.



BOBINAGES BAKÉLISÉS

Les fils ont une cohésion suffisante pour que l'on ait pu couper la bobine dans le sens même des fils sans que ceux-ci se détachent.

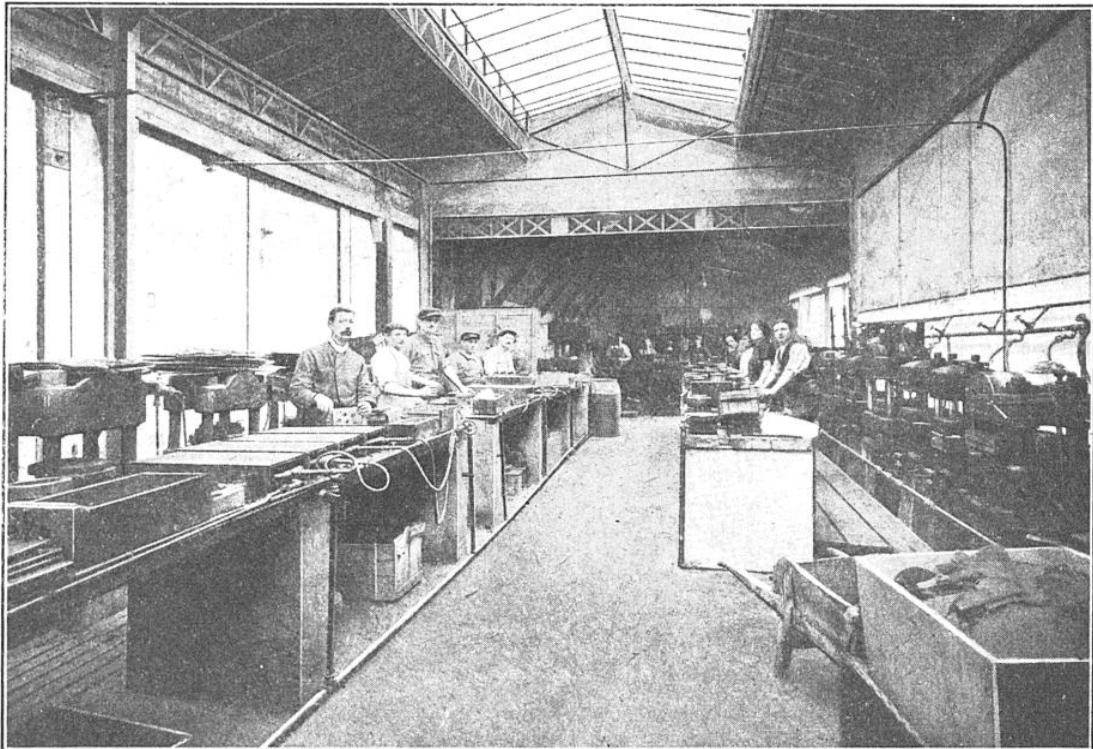
Enfin, quand l'évaporation est terminée et que les bobines sont sèches, on porte celles-ci au polymériseur. Dans cet appareil, la température doit être élevée suivant une loi bien définie et pendant un temps qui varie entre deux et six heures, suivant la nature et le poids des pièces à traiter.

L'enroulement ainsi bakélinisé constitue un véritable monolithe, imperméable aux gaz et aux liquides. Son isolement consi-

a bien voulu nous documenter à ce sujet.

Les objets en papier et en bois sont transformés facilement en des corps nouveaux, dont les propriétés s'apparentent à celles des métaux. Les industries textiles, notamment, qui font un large emploi de *ces articles en papier* pour le bobinage, ont pu réaliser ainsi un progrès considérable.

Une application assez curieuse du même procédé a été faite dans la fabrication de



(Cliché Oyonnité.)

ATELIER DE MOULAGE D'OBJETS EN BAKÉLITE : SALLE DE PRÉPARATION DES MOULES

Les moules, remplis de poudre à mouler et réchauffés par des tables chaudes, sont ensuite pressés à chaud sous de puissantes presses hydrauliques.

dérablement relevé, devient permanent.

Des expériences ont été faites pour mettre en valeur la supériorité d'un moteur électrique à bobinage imprégné. On a fait fonctionner un tel moteur dans l'eau de mer, ou en marche continue à une température voisine de 300 degrés, ou encore dans l'eau, puis dans l'huile chaude. Tous ces essais ont été favorables à la bakélisation.

Les applications de l'imprégnation au vernis de bakélite ne se limitent pas au seul domaine de l'industrie électrique. M. Texier, qui, après avoir été un des premiers à étudier les résines synthétiques, a inventé et réalisé la méthode et l'appareillage d'imprégnation,

certaines petites pièces d'appareillage électrique, habituellement réalisées en porcelaine. Ces pièces, exécutées en carton découpé, puis bakélinisées, jouissent de propriétés diélectriques fort intéressantes et de propriétés mécaniques voisines de celles du bronze.

M. Texier a également bakélinisé des bois par imprégnation. Il a obtenu ainsi un matériau présentant des qualités mécaniques extraordinaires. Les bois traités sont, en effet, insensibles à l'eau et leur limite élastique atteint une valeur inconnue pour le meilleur bois ordinaire.

Ils possèdent, également, des propriétés diélectriques précieuses. Un échantillon de

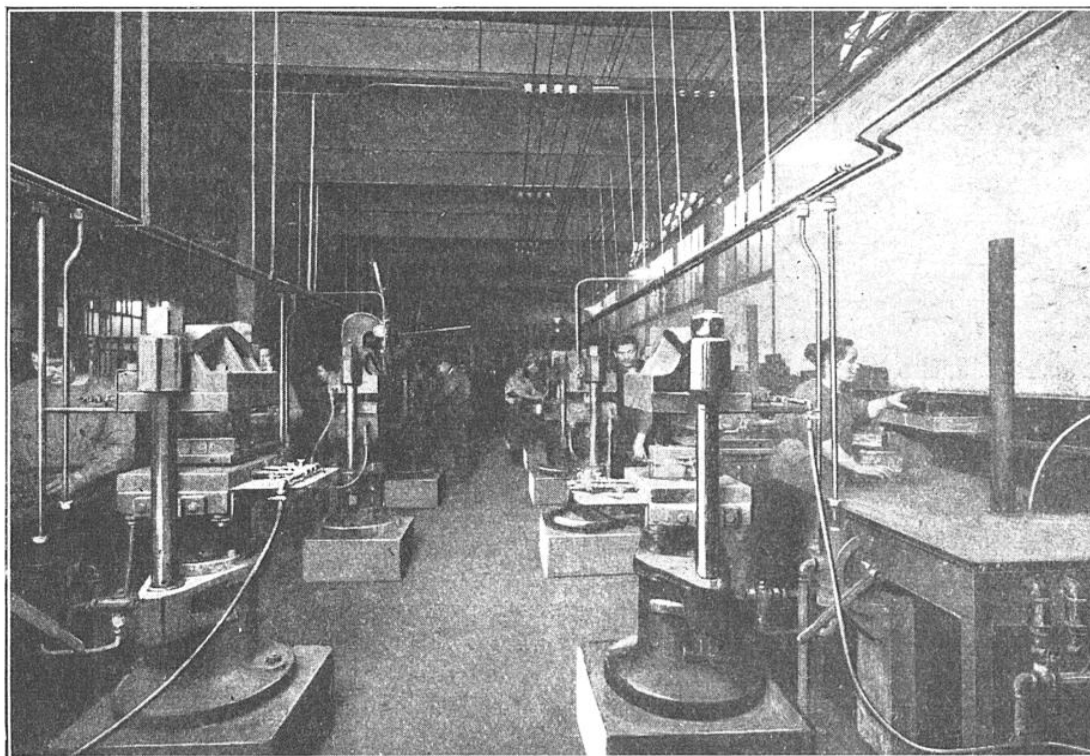
hêtre traité n'est pas percé sous 120.000 volts en une épaisseur de 120 millimètres.

Enfin, nous devons signaler encore une application particulièrement imprévue : le soudage du verre et du bois.

Le soudage du verre et du bois est rendu possible par la bakélite

On connaît les travaux de Fichter sur les soudures à basse température. Fichter a

fragments de verre, polis par les procédés usuels de l'optique, sont accolés sous une pression de l'ordre de 100 kilogrammes par centimètre carré. L'ensemble est porté à une température voisine de 140 degrés et la liaison est parfaitement intime : jamais les pièces ne se décollent au plan de liaison. D'autre part, l'indice de réfraction du plan de liaison est identiquement le même que celui du verre. La bakélite est donc, en quel-



(Cliché Gardy.)

ATELIER DE MOULAGE D'OBJETS EN BAKÉLITE : SALLE DES PRESSES HYDRAULIQUES

La température, à la surface des plateaux des presses, est de 180 degrés environ. Avant le démoulage les moules sont passés sous des presses refroidissantes.

démontré expérimentalement que, si l'on polit avec une perfection suffisante deux corps et qu'on les juxtapose avec les précautions désirables, il est possible de réaliser entre deux plans ainsi accolés une cohésion voisine de la cohésion moléculaire.

Malheureusement, le procédé de Fichter exige une telle perfection de polissage qu'il est demeuré dans le domaine du laboratoire.

M. Texier a pensé qu'il était possible de réaliser la même liaison en interposant entre les corps une couche extrêmement mince d'un intermédiaire à grosse molécule, comme la bakélite. Cette application est possible en particulier avec le verre et avec le bois. Les

que sorte, diffusée dans le verre lui-même.

M. Texier a réalisé la même expérience avec des bois préalablement injectés de bakélite. L'assemblage est si parfait que, dans aucun des essais auxquels il s'est livré, l'arrachement du bois ne s'est produit dans le plan de liaison.

On utilise de plus en plus des objets en poudre de bakélite moulée

Les poudres à mouler à la bakélite sont surtout employées dans l'industrie électrique pour la confection de pièces d'appareillage, de matériel téléphonique et télégraphique. Elles servent encore à la fabrication de nom-

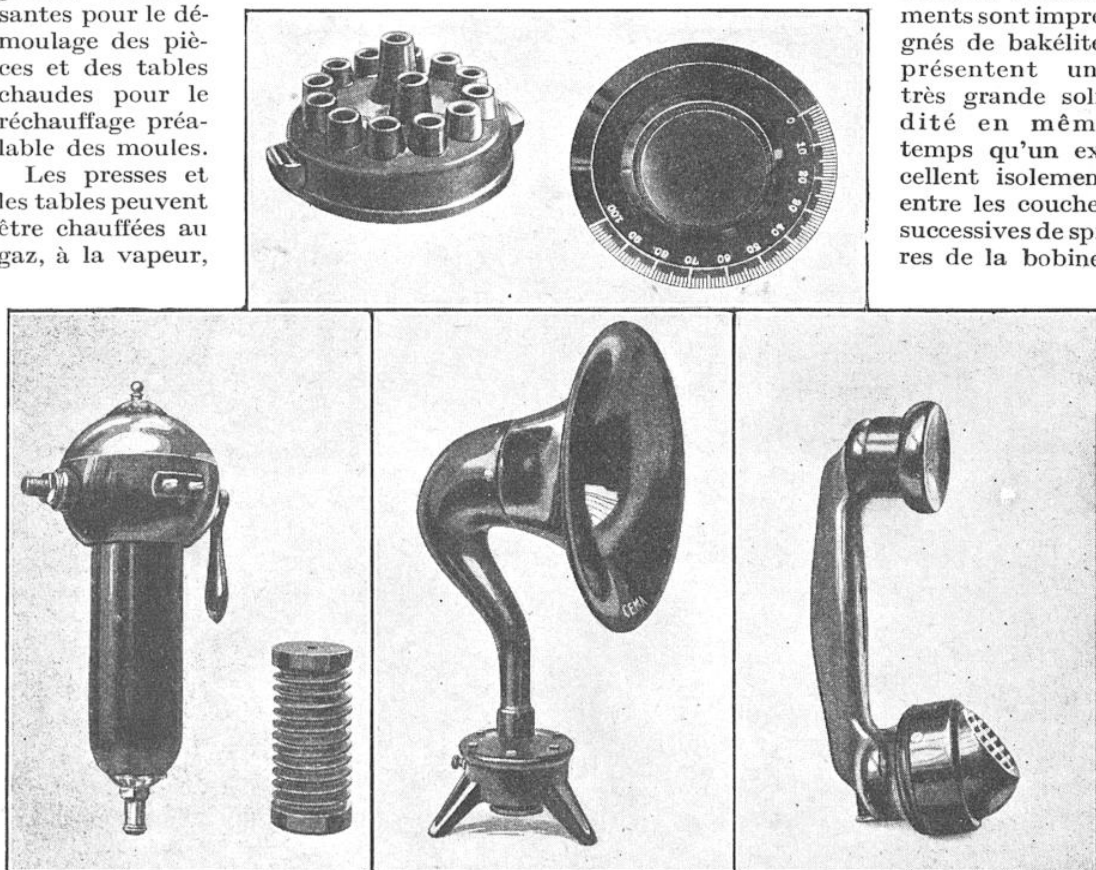
breux articles de l'économie domestique ou d'industries diverses.

L'outillage nécessaire au moulage des poudres comporte essentiellement : des moules métalliques parfaitement précis et polis, des presses chauffantes donnant sur leur plateau 180 à 190 degrés environ, des presses refroidissantes pour le démoulage des pièces et des tables chaudes pour le réchauffage préalable des moules.

Les presses et les tables peuvent être chauffées au gaz, à la vapeur,

On connaît d'ailleurs la vogue des appareils de T. S. F. isolés à la bakélite, et qui ont fait leur apparition il y a peu d'années. Notamment des bobines de self-induction, bien reconnaissables à leur odeur caractéristique à cause du léger dégagement de phénol dont nous avons parlé plus haut, et

dont les enroulements sont imprégnés de bakélite, présentent une très grande solidité en même temps qu'un excellent isolement entre les couches successives de spires de la bobine.



QUELQUES OBJETS USUELS FABRIQUÉS EN BAKÉLITE

électriquement ou par circulation d'huile. L'application de la pression doit être bien progressive.

La précision des trous et des logements des pièces est du même ordre de grandeur que celle obtenue par une machine-outil sur des pièces métalliques.

Ces poudres à mouler à la bakélite permettent de fabriquer des combinés téléphoniques, des haut-parleurs, des boutons de réglage pour appareils de T. S. F., des couvercles de distributeurs de magnétos, etc.

Conclusion

Cette étude montre bien la fertilité d'applications qu'offre, dans tous les domaines, la résine synthétique à laquelle le Dr Baekeland a donné son nom. Douée de propriétés souvent imprévues, mais toujours précieuses, la bakélite a devant elle un avenir fécond. L'industrie française, qui en produit déjà, annuellement, 1.000 tonnes, lui trouvera sans doute des débouchés toujours nouveaux.

CLAUDE CHIMY.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

Par A. CAPUTO

La voiture de service à quatre places. — L'alimentation sous pression et le deux temps. — Un curieux moteur sans vilebrequin. Quelques accessoires.

La voiture de service à quatre places

ON a conservé, par habitude, l'expression de *voiture de tourisme* pour désigner les véhicules de transport de personnes ; elle est maintenant tout à fait impropre.

Certes, l'automobile incite aux longues promenades et aux belles randonnées de vacances, mais c'est là une utilisation tout à fait occasionnelle pour la majorité de ses usagers, pour qui elle constitue, avant tout, une *voiture de service*.

Cette définition éloigne toute idée de fantaisie et de luxe. Elle convient beaucoup mieux aussi à déterminer le but et les caractéristiques du véhicule de transport populaire, dont les constructeurs sont appelés maintenant à se préoccuper.

Nous répéterons, car c'est une constata-

tion admise souvent avec réserve, que la voiture de service sérieuse, telle qu'elle est actuellement offerte, est d'un prix parfaitement raisonnable, quand on considère la multiplicité des accessoires qui sont livrés dans son équipement. On ne saurait donc espérer, comme nous l'avons montré dans une dernière causerie, obtenir un prix plus favorable si l'on n'a pas recours à des procédés de fabrication plus simples, ce qui est du ressort du constructeur, et si, de son côté, la clientèle ne fait pas quelques sacrifices sur ses exigences.

Lorsqu'on se tient à l'exécution classique dans l'ordonnance des mécanismes, deux facteurs peuvent néanmoins permettre de notables économies d'établissement pour la voiture complète. Le premier est la limitation de la vitesse à environ 65 kilomètres à l'heure ; le second est l'adoption d'un tor-

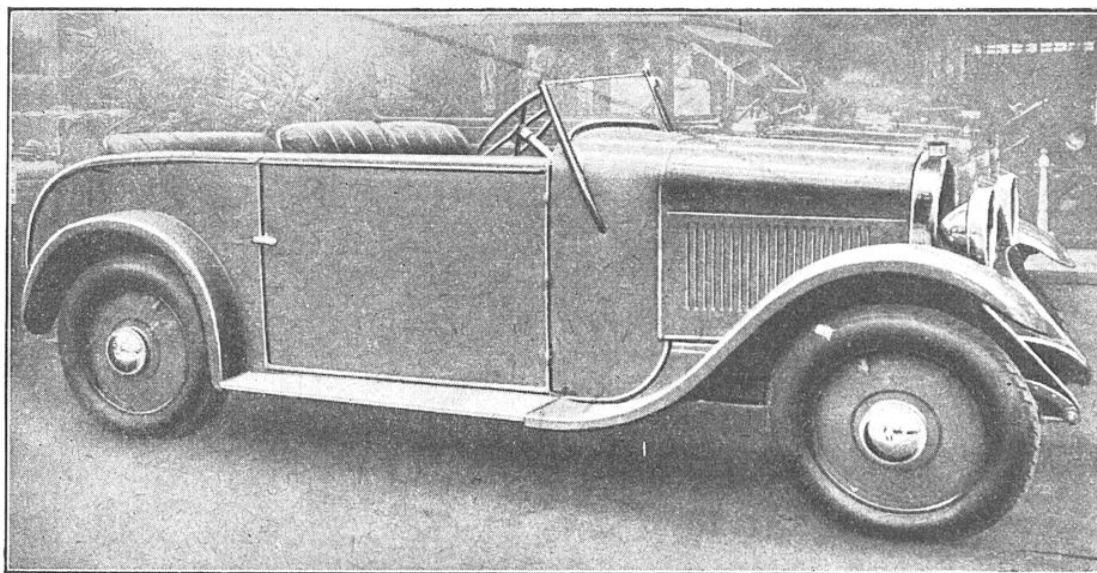


FIG. 1. — TORPEDO, QUATRE PLACES, A DEUX PORTES TRÈS LARGES ET SIÈGES AVANT ABATTANT SUR CHASSIS 7 C. V. SÉNÉCHAL

La portière, tombant jusqu'au marchepied, donne une silhouette toute particulière à la carrosserie et un cachet très plaisant.

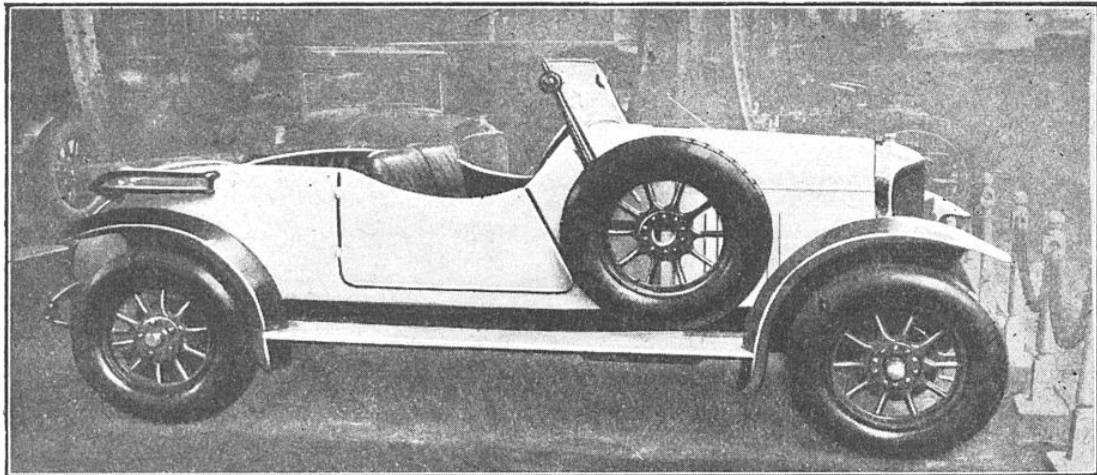


FIG. 2. — TORPEDO, QUATRE PLACES, A DEUX PORTES ET SIÈGES AVANT ABATTANT SUR CHASSIS 7 C. V. IMPÉRIA

La ligne avant de la portière est oblique, afin de procurer un dégagement facile des jambes entre le pied de portière et le bord du siège.

pedo ne comportant que deux, voire même une seule porte, et qui sera très supportable l'hiver si son capotage et ses rideaux de côté sont bien conçus et bien installés.

Limiter la vitesse, c'est permettre l'emploi d'un moteur de cylindrée réduite, moins

gourmand en essence et en huile, conduisant à des impositions moins élevées.

Préférer la caisse à une seule porte, c'est fournir la possibilité de réussir un ensemble simple, léger, nécessitant moins d'opérations dans l'exécution et moins de main-d'œuvre.

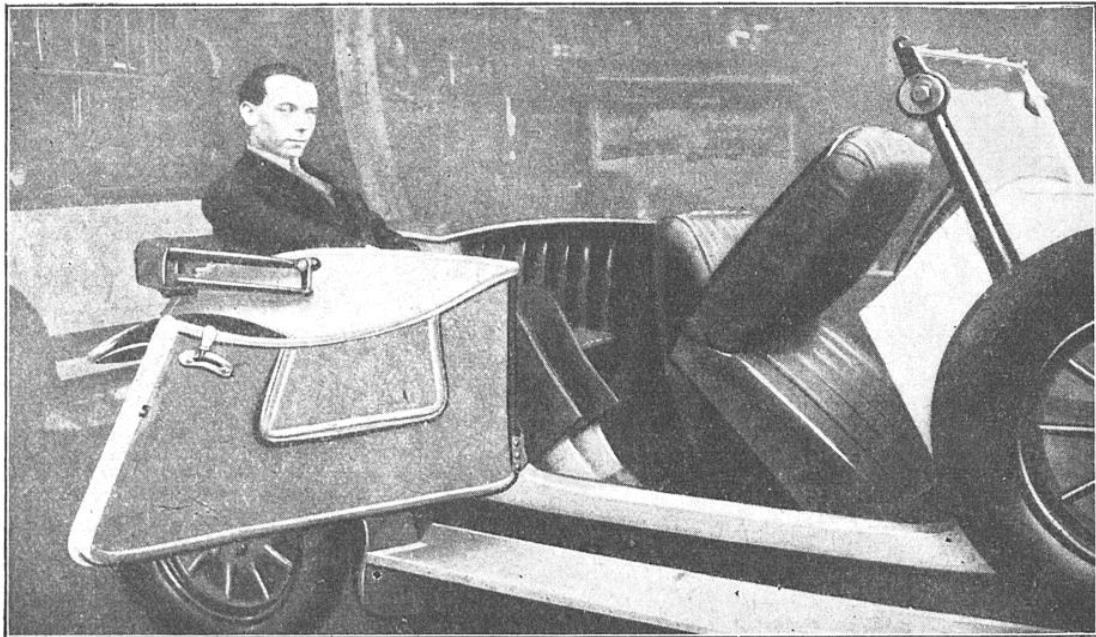


FIG. 3. — INTÉRIEUR DU TORPEDO DE LA FIGURE 2, LE SIÈGE AVANT RABATTU VERS LE PARE-BRISE POUR FACILITER L'ACCÈS AU SIÈGE ARRIÈRE

Le plancher est disposé sur l'aile inférieure du longeron de châssis. On voit que le passager a toute aisance pour l'extension des jambes. Le siège, large, permet deux très bonnes places et trois places occasionnelles.

Avec une portière large et des sièges avant pouvant se rabattre, la commodité d'entrée et de sortie se trouve, d'ailleurs, souvent, plus satisfaisante qu'avec deux portières latérales très étroites. La présence d'une seule porte n'implique pas du tout la privation de confort. Les deux exemples que nous donnons montrent qu'au contraire, malgré l'empattement assez réduit du châssis, les emplacements peuvent être fort bien prévus.

Construit en séries importantes, un torpedo 7 C. V. ainsi équipé devrait pouvoir être vendu au prix maximum de 17.000 francs, et ce prix pourrait encore être réduit si son constructeur s'en tenait rigoureusement au même type pendant plusieurs années. Mais encore faut-il que l'acheteur comprenne cet effort et encourage le constructeur. Trop souvent ce dernier a été déçu, car la clientèle versatile se laisse fasciner par l'appât d'une présentation plus séduisante et luxueuse, incapable, cependant, de lui réserver les mêmes avantages pratiques. Nous insistons sur ce fait, car c'est un motif de l'indécision des programmes de construction. On a trop tendance à vouloir séduire par la « nouveauté » ; celle-ci est, forcément, très coûteuse. Il est vrai que la période difficile que

nous traversons incite chacun à mieux comprendre son intérêt.

Nous voici un peu loin de la technique, mais ces choses ont besoin d'être dites et comprises. L'automobile, si puissant facteur de progrès, ne peut se développer en France comme elle le doit, si le constructeur se trouve dans l'impossibilité d'abaisser ses frais de fabrication et si les acheteurs ne consentent à réclamer moins de fantaisie.

La voiture n'est plus un luxe, c'est un instrument de transport et de service.

La continuité dans la fabrication en série d'un même modèle, durant plusieurs années successives, fournit d'énormes avantages à la fois à l'acheteur, auquel le véhicule est offert à un prix de plus en plus accessible, et au constructeur, qui équilibre régulièrement son affaire.

On connaît l'impressionnante réussite de Ford, qui, d'ailleurs, créa la méthode et qui construisit le même type depuis 1908.

La Ford à deux places est actuellement offerte, en Amérique, pour 360 dollars, et la voiture torpedo à cinq places pour 380 dollars. D'après certaines indiscrétions, les bénéfices de l'entreprise, de 1904 à 1919, se sont élevés à 375.927.446 dollars.

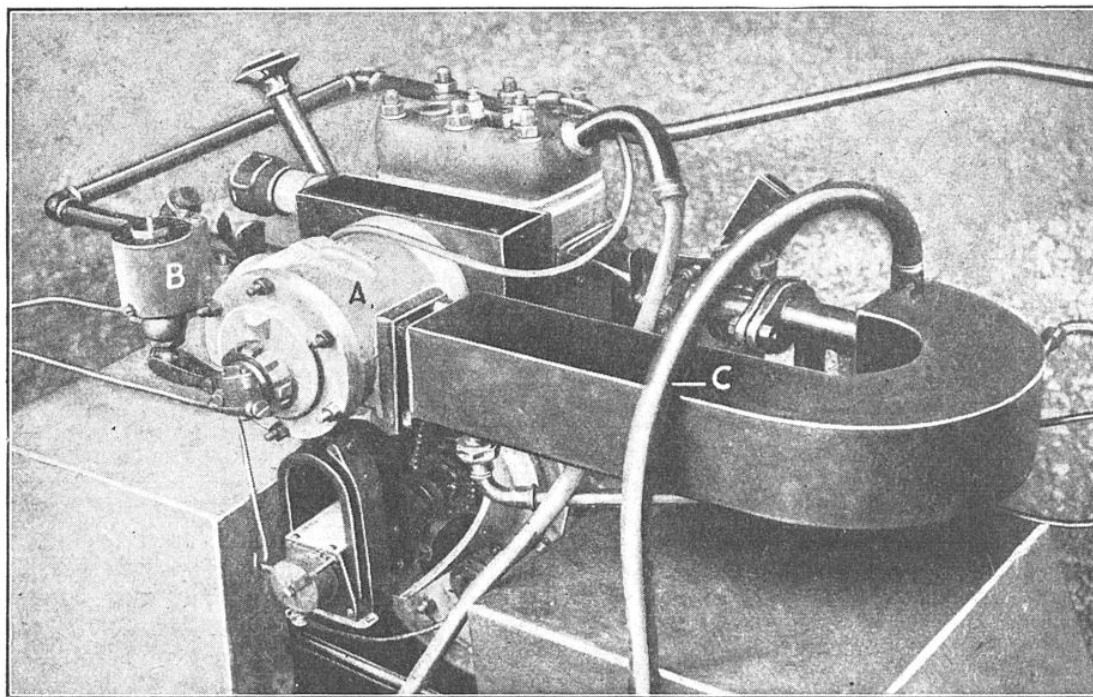


FIG. 4. — MOTEUR A DEUX TEMPS ALIMENTÉ SOUS PRESSION PAR COMPRESSEUR ROTATIF
Le monocylindre Zoller est équipé d'un compresseur à palettes Cozette. Le compresseur A peut alimenter le moteur, soit en aspirant au carburateur B, soit en refoulant l'air par la tuyauterie coudée vers un second carburateur dissimulé sur cette photographie par la tuyauterie d'eau C. Cette disposition a été adoptée pour l'expérimentation. La marche de ce groupe s'est montrée très régulière et les résultats sont tout à fait encourageants. Le moteur ne comporte aucun organe de distribution, celle-ci est obtenue par des lumières démasquées par les pistons.

L'alimentation sous pression et le deux temps

Nous avons signalé les intéressantes études entreprises pour exécuter des compresseurs légers du modèle rotatif, destinés à l'alimentation sous pression des moteurs à explosions à quatre temps ou à deux temps. Parmi les dernières expérimentations, signalons le moteur à deux temps Zoller, un monocylindre muni d'un compresseur Cozette, dont la marche s'est montrée très régulière. C'est un nouveau pas vers le moteur plus rustique et moins cher que le « quatre temps » habituel.

Le moteur Zoller comporte deux cylindres parallèles communiquant avec la même chambre d'explosions. L'admission s'opère par la base de l'un des cylindres au moyen de lumières démasquées par le piston, et l'échappement s'effectue par la base de l'autre cylindre, également par des lumières dégaçées par le second piston. De cette façon, les gaz frais, refoulés dans le premier cylindre par le compresseur, suivent, au moment de leur introduction, les gaz brûlés qui s'évacuent par le second cylindre, sans se mélanger avec eux. Le dispositif spécial d'embellage, qui provoque un décalage des pistons vers les points morts, permet de fermer l'échappement, alors que l'admission est encore ouverte. On ne risque pas de perdre des gaz frais entraînés par les gaz brûlés.

Le moteur Zoller de l'essai, qui a deux cylindres de 55 millimètres d'alésage et de 70 millimètres de course, soit une cylindrée de 330 centimètres cubes, a développé une puissance de 6 cv 5 à 1.600 tours. L'un des principaux avantages du deux temps est de fournir une grande puissance spécifique pour un nombre de tours modéré.

Un curieux moteur à explosions sans vilebrequin

La transformation du mouvement rectiligne d'un piston dans le cylindre, en mouvement circulaire sur l'arbre moteur, est toujours obtenue au moyen de l'attelage d'une bielle et d'une manivelle.

Dans le moteur Van Cayseele, ce mouvement est transformé par une came à profil variable, à la

quelle sont reliées des bielles par l'intermédiaire de galets.

Pendant les temps moteurs, ce sont les galets qui réagissent sur les chemins à pente convenable que leur offre la came; pendant les temps de préparation, ce sont les chemins qui actionnent les galets et, par eux, les bielles.

Ajoutons que le moteur est du type à « barillet de revolver », c'est-à-dire que les cylindres sont groupés en couronne autour d'un axe situé dans le prolongement de l'arbre moteur.

Des groupes de cylindres peuvent être disposés en opposition de part

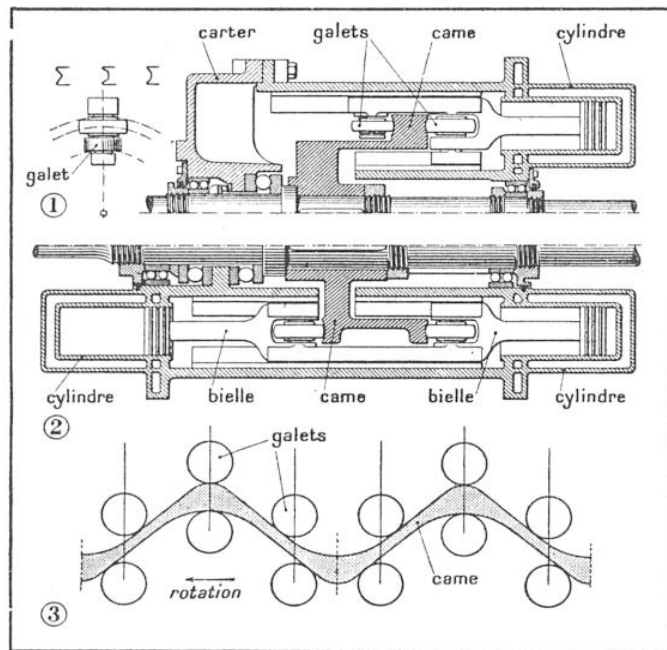


FIG. 5. — LE MOTEUR VAN CAYSEELE A CYLINDRES DISPOSÉS EN BARILLET DE REVOLVER ET SANS VILEBREQUIN

Le mouvement rectiligne des pistons est transformé en mouvement circulaire par l'intermédiaire de bielles et de galets. Ceux-ci attaquent une came circulaire à profil variable (3). Les cylindres peuvent être placés soit d'un seul côté de la came (1), soit en opposition de part et d'autre (2).

et d'autre de la came. La multiplicité des cylindres, les actions équilibrées sur la came doivent engendrer un fonctionnement sans vibrations. L'encombrement et le poids de l'ensemble sont des plus réduits.

Les résultats enregistrés avec un premier modèle d'essai sont très encourageants.

Le premier moteur à « barillet de revolver » fut le Canton-Unné, étudié pour l'aviation. Actuellement, des recherches dans cette même voie sont poursuivies par l'ingénieur Michell, en Australie, et par l'ingénieur Perfetti, en Italie. En raison de la possibilité d'augmenter le nombre des cylindres assemblés autour de l'arbre moteur, on peut, évidemment, parvenir à une extrême souplesse et à une marche tout à fait silencieuse, qui seraient des plus séduisantes.

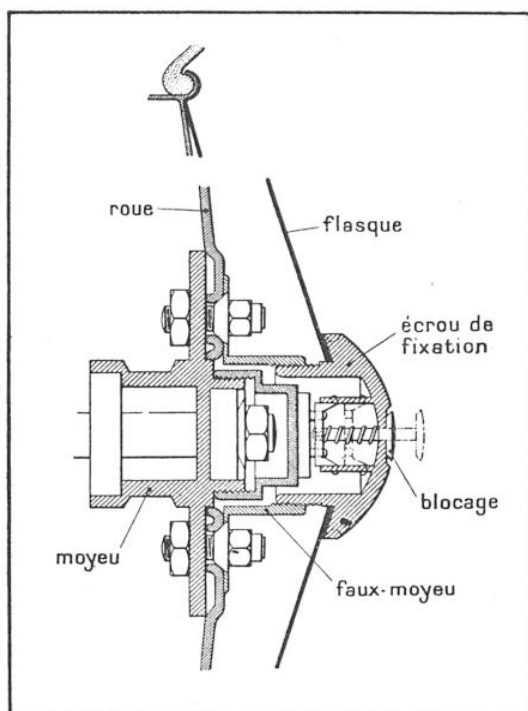


FIG. 6. — FLASQUE DE ROUE, AMOVIBLE, GÉRARD AUDOUX

Ce flasque, en tôle nickelée ou en aluminium poli, se place sur les roues à fils d'acier ou les roues pleines. Il s'appuie sur le rebord de jante et se trouve fixé par un écrou muni d'un accrochage de sécurité se vissant dans un faux moyeu attenant à la roue. Le dispositif de sécurité de l'accrochage comporte des ergots montés sur un plateau repoussé par un ressort et que l'on peut dégager au moyen d'une tirette ; les crans de guidage s'engagent dans des encoches à baïonnette pendant les manœuvres de montage et de démontage.

Un flasque de roue amovible à encliquetage indesserrable

LES roues à fils d'acier, très appréciées pour leur résistance et leur légèreté, ont l'inconvénient pratique, par temps de boue, d'être d'un nettoyage long et ennuyeux. La roue tôle classique semble à beaucoup un peu rustique. Afin de garantir la première contre la boue et de donner à la seconde plus de cachet, on peut les garnir d'un flasque amovible en métal nickelé ou poli. La fixation doit être sérieuse et les manœuvres de montage et de démontage doivent rester très aisées. Le flasque amovible Gérard Audoux répond à ces deux exigences, grâce à un faux moyeu spécial, d'installation facile, et muni d'un système de sécurité d'accrochage, qu'on libère ou fixe au moyen d'une clé à ergot. L'ensemble est net et parfaitement mécanique.

On reconnaît l'utilité des filtres à air

EN Amérique, l'usage des filtres à air s'est rapidement développé, en raison de la circulation intense qui provoque une abondante poussière. Une part des corps durs et fins graviers qui pénètrent dans les cylindres avec le mélange d'admission, se dépose sur la pellicule d'huile qui garnit les parois et se trouve de la sorte incorporée au lubrifiant. Ils ont tendance à former une pâte de rodage qui est très préjudiciable à la durée des organes. Dans le filtre Zénith, poussières et graviers sont éliminés, grâce à deux épurations successives. Le carter de l'appareil est à double enveloppe, dans laquelle sont repoussées des ailettes disposées en sens inverse et découpées, les unes à la partie supérieure de l'enveloppe extérieure, les autres à la partie inférieure de l'enveloppe intérieure. L'air entre tangentiellement dans l'espace annulaire ainsi créé et prend une grande vitesse de

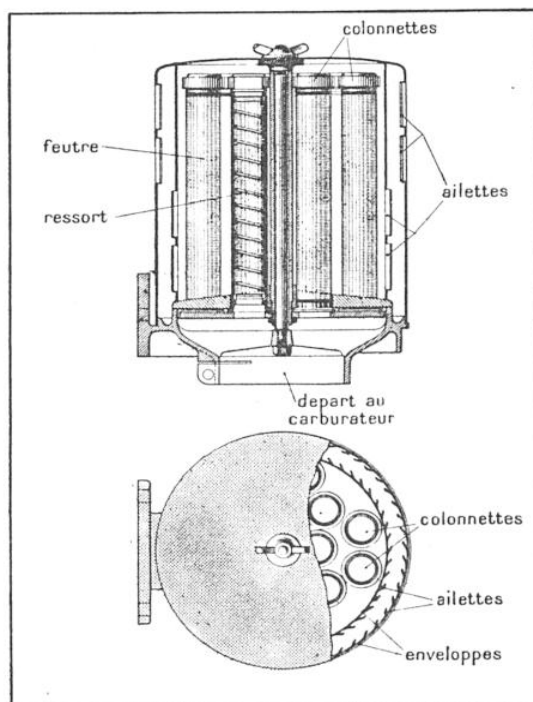


FIG. 7. — LE FILTRE D'ÉPURATION D'AIR ZÉNITH

Dans le couloir créé entre les enveloppes du carter extérieur, l'air subit une première épuration, le courant étant obligé de changer brusquement de sens par suite de la disposition des ailettes en sens inverse. L'air passe ensuite au travers du feutre des colonnettes. Celles-ci, formées d'un manchon soutenu par un ressort, oscillent et s'entre-choquent sous l'effet des trépidations de la voiture et se débarrassent automatiquement des poussières retenues par la matière filtrante.

rotation. Sollicitée ensuite en sens inverse par les ailettes inférieures, il s'ensuit un premier dépoussiérage, tout au moins des corpuscules les plus volumineux. A l'intérieur sont placées toute une série de colonnettes souples, formées d'un manchon en matière filtrante — en l'espèce du feutre — raidi par un ressort en spirale interne. La tête libre de la colonnette est munie d'une bague en caoutchouc. Toutes les colonnettes communiquent par leur intérieur avec la tubulure reliée au carburateur. L'air, en traversant les feutres, abandonne ses dernières impuretés. Comme les colonnettes souples sont animées de vibrations, sous l'effet de la marche de la voiture, et que les bagues en caoutchouc provoquent entre elles des chocs, le feutre est automatiquement débarrassé des poussières, qui tombent dans le fond du filtre.

L'emploi du filtre à air se généralisera, car il permet, sans frais et sans autre entretien qu'un nettoyage périodique, de prolonger notablement la durée d'un moteur.

Un emplacement pour la malle de voyage

Peu à peu, la « voiture complète » est étudiée dans ses moindres détails par le constructeur du châssis.

Les ailes, les phares ont des supports conjugués, l'installation est propre et plaisante ; rien ne gêne la ligne de la voiture par une erreur de mesure ou de goût.

C'est ainsi que les pare-chocs, dont l'utilité ne se discute plus pour la circulation en ville, auront bientôt, eux aussi, leur installation préparée.

Et voici la malle de voyage à laquelle on destine une plate-forme

Le porte-bagage mobile, s'il est pratique, est généralement peu élégant. C'est une solution de fortune. La plate-forme à l'arrière du châssis est l'endroit tout indiqué.

Quelques événements de l'automobile

Nous rappelons ici, sans prétention à l'actualité, des événements et échos importants et marquants de la vie automobile de ces deux derniers mois.

Le major Campbell, sur son racer équipé d'un moteur d'avion Napier 500 C. V., a battu les records du monde du mille et du

kilomètre sur la plage de Pendine, en Angleterre. Le mille fut couvert à la moyenne horaire de 280 km 382 et le kilomètre à la moyenne horaire de 281 km 378. Le précédent record du kilomètre appartenait à J. P. Thomas, avec 275 km 229.

Une 35 C. V., 8 cylindres, sans soupapes Panhard, pilotée par un amateur, M. Sven du Rietz, atteint, sur la glace, à Eskilstuna, en Suède, la vitesse de 198 km 800 à l'heure.

La production du pétrole, aux États-Unis, a été, pour 1925, de 768.500.000

barils, chiffre record, contre 763.743.000 en 1925.

L'augmentation de la consommation a déterminé une diminution de 23 millions de barils dans les stocks. Le baril américain est d'une contenance de 158 l 9826.

La production des automobiles aux États-Unis s'est élevée aux chiffres astronomiques de 3.950.000 véhicules dits de tourisme et 530.000 camions. Pour les voitures de tourisme figurent : 2.926.000 conduites-intérieures. Le total des véhicules circulant aux États-Unis est porté à 22.330.000, soit 81 % de ceux du monde entier.

Très activement, le gouvernement belge poursuit la prospection de ses possessions du Congo par l'automobile. Les véhicules, très nombreux, sont alimentés par des gazogènes à charbon de bois, conduits par les indigènes et entretenus dans des ateliers aux cadres européens.

A. CAPUTO.

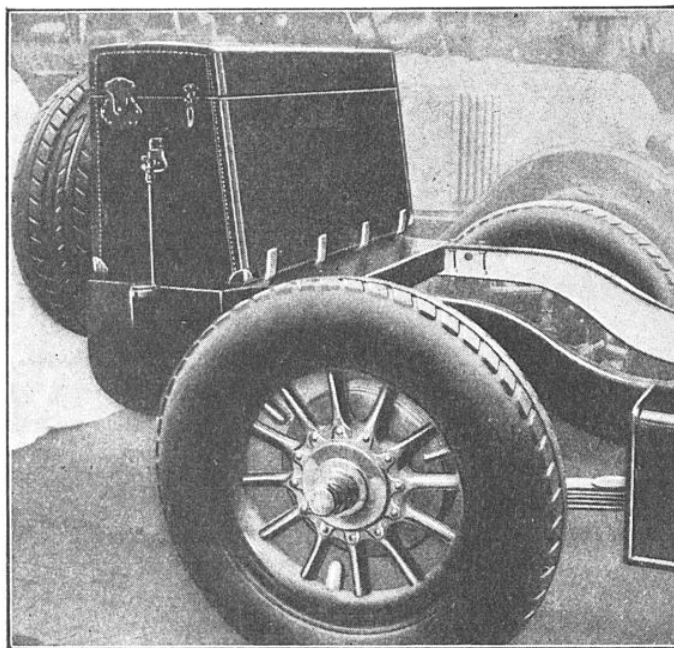


FIG. 8. — PLUSIEURS CONSTRUCTEURS, TEL RENAULT SUR SON NOUVEAU CHASSIS 15 C.V. 6 CYLINDRES, PRÉVOIENT UNE PLATE-FORME À L'ARRIÈRE DU CHASSIS, DESTINÉE À RECEVOIR UNE SPACIEUSE MALLE DE VOYAGE

LA T. S. F. ET LA VIE

Par Joseph ROUSSEL

Instruisons-nous

Les filtres d'alimentation et leur construction pratique

Tous les amateurs qui possèdent l'éclairage électrique par secteur, que celui-ci soit à courant alternatif ou à courant continu, ont avantage à s'en servir pour effectuer l'alimentation haute tension de leurs récepteurs, en remplaçant par un dispositif convenable la batterie dite « pile de plaque ». Cependant, les courants de ville ne peuvent, ni sous l'une ni sous l'autre

demandée, parce que la différence ne sert qu'à chauffer inutilement des résistances.

Nous examinerons aujourd'hui un dispositif commun aux deux types d'alimentation : le filtre électrique.

Qu'est-ce qu'un filtre électrique et quelles sont ses fonctions ?

En définition générale, les filtres électriques sont des « combinaisons de circuits qui permettent le triage et la séparation, suivant telle loi que l'on désire, des courants de fréquence différente ».

Par exemple, les filtres permettent de

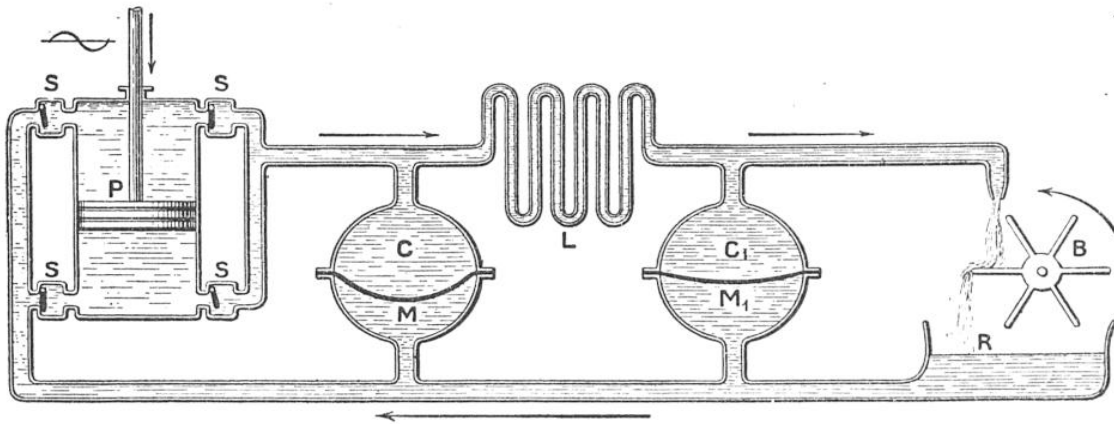


FIG. 1. — REPRÉSENTATION HYDRAULIQUE DE LA RECTIFICATION D'UN COURANT ALTERNATIF PAR DES SOUPAPES ET UN SYSTÈME DE FILTRATION

forme, être utilisés directement. Pour le continu, il est nécessaire d'intercaler, entre le secteur et le poste, des résistances de réduction, un filtre de régularisation et, autant que possible, un régulateur de tension.

Pour l'alternatif, le dispositif comporte, en outre, un transformateur de liaison, qui sert, suivant le cas, à élever ou à abaisser la tension du secteur, et un redresseur.

Remarquons de suite que l'alternatif, qui peut paraître, à première vue, plus incommode que le continu, est, en réalité, beaucoup plus intéressant, parce que les transformateurs sont des appareils à rendement élevé et que la dépense reste proportionnelle à la consommation, quelle que soit la tension d'utilisation, tandis qu'avec le continu, il est impossible, d'une part, d'utiliser une tension supérieure à celle du secteur et, d'autre part, la consommation au compteur reste élevée, quelle que soit la tension

séparer : un courant continu d'avec un courant alternatif ; les courants alternatifs de fréquence supérieure à une certaine limite d'avec ceux de fréquence inférieure, ou inversement (1).

En dehors de cette définition « classique », nous ajouterons que les filtres permettent d'aplatir, de « désonduler » un courant qui sort d'un redresseur ou, ce qui revient au même, d'une génératrice de courant dit continu, qui n'est, en réalité, que du courant alternatif redressé par commutation et ondulé à fréquence élevée.

Le courant ondulé du secteur « continu », comme celui qui sort des redresseurs, ne peut servir directement à l'alimentation d'un récepteur — ni d'un émetteur en téléphonie — de T. S. F.

Il est nécessaire d'en « aplatir les fluctuations », de le transformer en courant

(1) Voir l'excellent ouvrage *les Filtrés électriques* de P. David.

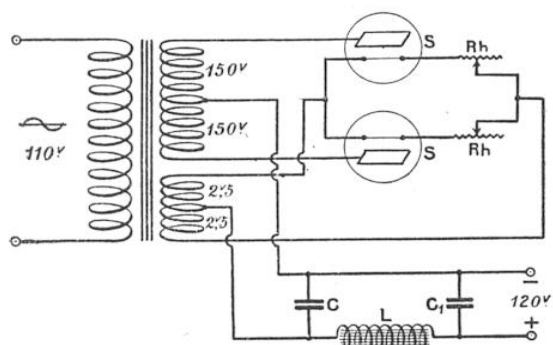


FIG. 2. — RECTIFICATEUR ÉLECTRIQUE COMPLET AVEC SON FILTRE

aussi continu que possible, et, pour cela, on utilise les filtres.

Une analogie hydraulique va nous permettre d'illustrer ce raisonnement.

Quoique ces analogies ne soient qu'approchées, parce qu'elles ne peuvent tenir compte du déphasage, elles rendent compte assez exactement de la marche générale des phénomènes.

Soit un corps de pompe (fig. 1) dans lequel se meut, alternativement, un piston P . Le mouvement des masses d'eau qu'il contient serait également alternatif dans un tuyau réunissant les deux extrémités de corps de pompe et ne comportant aucun dispositif particulier.

Mais on a disposé en SS des jeux de soupapes dont les sens d'ouverture sont tels que le courant extérieur sera toujours de même sens. Ces soupapes jouent les rôles des redresseurs, soit électrolytiques, soit à valves électroniques, que l'on place à la sortie d'un transformateur.

Toutefois, si, malgré la présence des soupapes, le courant liquide alternatif est redressé, il n'en reste pas moins vrai que sa vitesse est irrégulière, que l'écoulement a lieu par saccades et que l'on n'obtient, en réalité, qu'un courant de liquide de sens unique, mais à pulsations.

C'est alors qu'intervient le « filtre », dans le but « désondulant », dont nous avons précédemment parlé.

Disposons, entre les deux tuyaux de sortie, un réservoir C d'assez grande capacité, divisé en deux parties par une membrane élastique M . Lors des excès de pression dans l'un ou l'autre sens, cette membrane se déforme, mais, aux instants de moindre pression, son élasticité restitue de l'énergie à la masse liquide, régularisant ainsi, en partie, la vitesse du courant ; C et sa membrane jouent le rôle d'un condensateur.

La régularisation ainsi obtenue n'est encore que fort imparfaite ; pour l'augmenter, on oblige l'eau à passer dans un tube fin L , plusieurs fois replié, qui oppose au mouvement du liquide une certaine résistance due au frottement. Du fait de cette résistance,

le temps de décharge en C est augmenté et la vitesse du liquide devient beaucoup plus uniforme. Le tube L joue le rôle de la self des dispositifs électriques (en réalité, le phénomène électrique est plus complet, puisqu'il s'agit non d'une simple résistance ohmique, mais d'une impédance, fonction de la pulsation).

Enfin, un second réservoir C_1 , à membrane élastique M_1 (condensateur), ajoutant son action au dispositif précédent, l'écoulement du liquide en B devient très régulier et permet l'alimentation correcte et sans à-coups d'un moteur quelconque B .

Électriquement, ce système hydraulique se traduit par les organes dont la figure 2 donne le schéma, qui représente le montage complet d'un dispositif d'alimentation de tension-plaque d'un récepteur par secteur alternatif avec redressement par valves électroniques, le plus simple et le plus fréquemment utilisé.

Un transformateur, dont le primaire est branché directement sur le secteur, opère les changements de tension nécessaires à l'alimentation totale du système. Il comporte deux secondaires sur le même noyau ; l'un, abaissant la tension à 5 volts, sert à « chauffer » les filaments des valves redresseuses ; l'autre, aux bornes duquel la tension totale est de 300 volts, fournira le courant de plaque d'utilisation.

L'un et l'autre comportent une prise médiane, dite de sortie.

Les valves SS jouent le rôle des soupapes du système hydraulique ; leur tension de chauffage des filaments doit être contrôlée par deux rhéostats Rh , dits d'équilibrage. C'est, en grande partie, par un réglage correct de ces rhéostats que l'on obtiendra un courant exempt de tout ronflement.

Le courant de sortie, fortement ondulé, est filtré par le dispositif CLC_1 , où l'on retrouve les éléments du système hydraulique précédemment décrit.

Ce système CLC_1 constitue ce que l'on appelle une « cellule ». En pratique générale, cette cellule unique est suffisante ; cependant, on peut filtrer mieux encore, en disposant en série deux cellules identiques.

L'ensemble du dispositif présentant une certaine résistance, la tension aux bornes de sortie sera toujours inférieure — d'environ 30 volts — à celle que l'on trouverait aux bornes du secondaire du transformateur.

On trouvera donc 120 volts environ

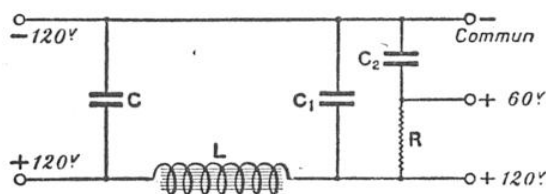


FIG. 3. — FILTRE A DEUX TENSIONS DE SORTIE

comme tension utilisable à la sortie du filtre. Cette tension, qui est excellente pour des lampes « de puissance » en basse fréquence, est trop élevée pour des amplificatrices haute ou moyenne fréquence ainsi que pour une détectrice, chose à laquelle on ne fait pas assez souvent attention et qui a, à tort, amené un certain discrédit sur ce système.

Il faut donc pouvoir, à la sortie, disposer de tensions variées, applicables aux différentes parties du récepteur suivant les fonctions qu'elles doivent assurer.

La solution pratique de cet important problème est très simple : il suffit de réaliser des prises de sortie sur une résistance dont la valeur soit telle qu'elle assure la chute de tension nécessaire.

La figure 3 montre comment on doit réaliser ce dispositif, dans le cas indiqué, qui comporte deux prises de sortie pour le pôle positif, à +60 et +120, L restant inchangé (nous verrons plus loin son établissement) ; on aura, quelles que soient les valeurs absolues données aux condensateurs :

$$C_1 = C_2 = \frac{C}{2}$$

La résistance R , non selfique, sera, pour le débit des lampes usuelles, de l'ordre 30.000 ohms.

Les amateurs qui ne reculeraient pas devant un travail un peu plus délicat que celui de l'établissement du filtre simple, pourront utiliser l'excellent montage de la figure 4, qui comporte deux selfs, bobinées dans le même sens sur un noyau unique à circuit magnétique, en O incomplètement fermé. Le sens d'enroulement est important, car il est nécessaire de réaliser une induction mutuelle positive. De plus, on aura soin que les enroulements L et L_1 soient identiques.

La coupure du noyau magnétique G sera très faible et pourra être rendue réglable par approche ou pénétration d'une lame de fer doux. Les caractéristiques de construction seront, dans ce cas, identiques à celles que nous allons donner pour la réalisation du montage de la figure 2 ; seul, le noyau de fer, tout en conservant même section, aura des dimensions doubles pour la partie E (fig. 5).

Passons à la réalisation pratique du système complet (fig. 1).

Nous ne conseillons pas aux amateurs de

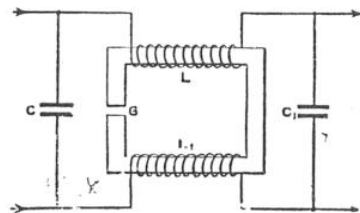


FIG. 4. - SYSTÈME DE FILTRE A DEUX INDUCTANCES D'ARRÊT

construire le transformateur, ils le trouveront dans le commerce excellentement réalisé pour toutes tensions désirées ; cependant, nous

leur recommandons de demander un transformateur à circuits séparés, et non un auto-transformateur, qui, par suite de la mise au sol du neutre des secteurs, peut avoir certains inconvénients.

Comme valves de redressement $S.S.$, on peut utiliser des lampes de réception à forte consommation (0 a. 7), dans les-

quelles on réunit grille et plaque ; mais il est toujours préférable d'employer des valves spéciales, dont le prix n'est pas plus élevé et dont le rendement est meilleur, dites kénotrons, ne comportant que deux électrodes, filament et plaque.

Pour l'ensemble CLC_1 , l'amateur peut le construire entièrement lui-même.

L'inductance d'arrêt L doit avoir une impédance élevée. Nous allons en donner les caractéristiques de construction pour 20, 50 et 100 henrys ; nous conseillons la 50 henrys pour la réception et la 100 pour la petite émission.

La figure 5 montre le détail de construction de cet organe.

Le noyau, en lames de tôle de fer très doux, est formé de deux parties : l'une, en forme d'U, dont la branche médiane embroche l'enroulement ; ce noyau a son circuit magnétique fermé par une pièce D , en lames semblables ; toutefois, un léger intervalle d'air G est laissé entre D et le noyau en U.

On découpera les lames, d'après un calibre, dans une tôle aussi mince que possible, d'épaisseur comprise entre un demi et un millimètre. Après découpage, les lames seront très soigneusement ébarbées, puis recouvertes, sur une de leurs faces, de vernis à la gomme-laque. Puis, les dimensions désirées étant obtenues, elles seront bloquées par l'enroulement d'un ruban de soie huilé. Ensuite, on constituera la carcasse de la bobine avec du carton découpé, puis collé à la seccotine, selon la forme indiquée en B .

On bobinera soigneusement le fil en couches aussi régulières que possible ; cet enroulement sera fixé et maintenu par un ruban de soie, et le tout sera très soigneusement verni.

Le montage définitif sur supports de bois n'offre aucune difficulté,

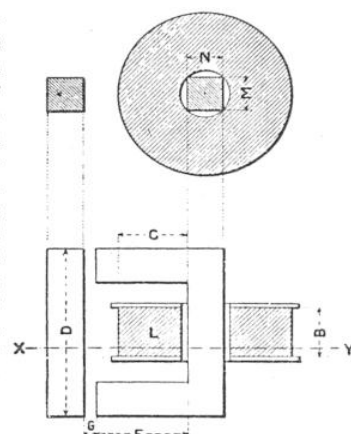


FIG. 5. — DÉTAILS DE CONSTRUCTION DE L'INDUCTANCE D'ARRÊT

Voici maintenant le tableau des valeurs à donner aux divers éléments ; le fil est émaillé, et les valeurs pour *G*, *B*, *C*, *M*, *N*, *D* et *E* sont données en millimètres.

INDUCTANCE	INTENSITÉ PERMISE	DIAMÈTRE DU FIL	NOMBRE DE SPIRES	G	B	C	M	N	D	E	RÉSISTANCE EN OHMS
20 HENRYS	0,05	2/10	7.600	1	25	15	20	20	70	22	680
	0,1	25/100	2.900	1	20	13	50	50	125	20	250
50 HENRYS	0,05	2/10	11.000	2	28	20	25	25	90	25	1.270
	0,1	25/100	5.300	2,5	25	18	50	50	140	25	480
100 HENRYS	0,05	2/10	8.900	5	25	16	50	50	140	25	1.590
	0,1	25/100	8.900	5	34	23	50	50	150	29	860

Les capacités *C* et *C₁* auront des valeurs égales. On a toujours intérêt à les réaliser aussi grandes que possible ; elles seront au moins, dans tous les cas, de deux *microfarads*. On trouve facilement de tels condensateurs, à diélectrique de papier paraffiné, dans le commerce.

On aura toujours soin de s'assurer qu'ils ne sont pas percés, en les mettant en série dans le circuit d'un appareil de mesure et d'une source électrique convenable, par exemple une lampe de pile de poche comme contrôle et une source de 4 volts.

L'amateur pourra les construire ; il pourra même leur donner une capacité très élevée sous un faible volume en s'adressant à une classe trop peu connue de condensateurs : les condensateurs électrolytiques.

Leur description détaillée nous entraînerait trop loin pour aujourd'hui ; nous la

donnerons dans une prochaine rubrique.

Voici, pour terminer, quelques conseils concernant l'emploi de ces filtres.

Il sera toujours bon, par prudence, lorsqu'on alimentera les plaques par ce système, de disposer en série dans le fil de terre un condensateur de 2 microfarads.

Les secteurs, surtout en province, ont fréquemment des irrégularités de régime préjudiciables à la stabilité des réceptions ; il sera donc excellent de prévoir un « régulateur » de tension, à la sortie du filtre.

Un bon moyen de le réaliser est de disposer entre les fils de sortie une lampe au néon du type « veilleuse », dont nous avons indiqué les propriétés dans le n° 111 de *La Science et la Vie*.

Enfin, on pourra songer à utiliser, pour le redressement, des valves spéciales, sans filament, à atmosphère gazeuse, dont le type le plus récent est l'hélior.

Le marché mondial des appareils de radiotéléphonie

BIEN que toute nouvelle, l'industrie de la radiophonie a déjà conquis une place importante dans le monde. Depuis les postes à galène, qui sont légion dans les villes, jusqu'aux puissants récepteurs, le nombre des appareils est considérable et croît chaque jour. L'industrie française est déjà fort importante. Ainsi, en 1926, nous avons importé pour 752.000 francs d'appareils et de lampes de T. S. F., et nous en avons exporté pour 115 millions de francs.

On sait que les États-Unis viennent au premier rang. Toutefois, le chiffre de leurs exportations est, tout au plus, en effet, deux fois plus élevé que celui des exportations françaises. Elles atteignent, pour l'année fiscale 1925-1926, 9.083.109 dollars.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

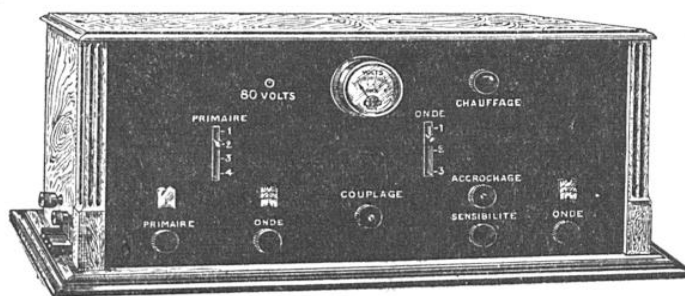
Un poste à huit lampes

LA mode est aux appareils à changement de fréquence. Grâce à eux, en restant dans les limites d'un cabinet de travail exigü, un simple cadre permet d'écouter tous les postes d'Europe. Sans doute, il faut huit lampes. Sans doute encore, si, par curiosité, on a ouvert le poste, ou si on a détraqué quelque chose, seul le constructeur peut se reconnaître avec

aisance dans la complexité intérieure des circuits. Mais, par contre, quelle simplicité d'installation ! Plus d'antenne, plus de prise de terre. Il suffit de poser le poste sur la table, le cadre à gauche, le haut-parleur à

droite, les piles en dessous. Des cordons tout repérés se placent d'eux-mêmes, sans dévisser un seul écrou. Puis il suffit de tourner trois boutons et l'appareil chante...

Parmiles appareils de ce genre, nous devons citer le « Phénix »,



VUE EXTÉRIEURE DU POSTE « PHÉNIX »

des Établissements G. M. R., qui amplifie considérablement, est très sélectif et surtout est très peu sensible aux parasites.

Comme caractéristiques : 8 lampes de marque quelconque et sans bigrille, trois condensateurs à régler (d'ailleurs tous trois étalonnés), ce qui lui donne sa syntonie, et deux réactions, ce qui lui donne son amplification remarquable. Il fonctionne sur un tout petit cadre de 40 centimètres, élégant et extrêmement léger, comportant une prise de courant à deux positions : petites et grandes ondes. Dans chacune des deux positions, aucune portion de bobinage n'est inutilisée, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de bout mort ni d'ondes propres fâcheuses.

Ce poste ne fonctionne pas seulement sur cadre, mais aussi sur antenne intérieure. Un simple fil lumière de 6 à 10 mètres de long, même collé au mur, constitue une antenne merveilleuse, moins coûteuse même que le cadre et totalement invisible.

Mais si l'on ne désire pas la pleine puissance du poste, il suffit de n'allumer que cinq lampes seulement. D'ailleurs, les sixième, septième, puis huitième lampes permettent d'utiliser juste ce qui est nécessaire pour obtenir une audition parfaite, avec la puissance exactement désirée.

Le chauffage des huit lampes est commandé par un rhéostat général. Six rhéostats supplémentaires de chauffage règlent, pour quatre d'entre eux, chacun une lampe, et, pour deux, une paire de lampes. On peut donc employer des lampes de marques et de caractéristiques différentes sans aucun inconvénient, puisque chacune d'elles pourra être chauffée sous la tension prévue pour son meilleur fonctionnement.

De plus, un voltmètre donne instantanément, et en *permanence*, la tension de l'alimentation générale. La faiblesse d'un accumulateur sur son déclin saute donc aux yeux immédiatement, ce qui permet de procéder à sa recharge avant qu'il ne soit trop tard pour la bonne conservation de la batterie de chauffage.

Le voltmètre permet évidemment, par le simple jeu d'un bouton-poussoir, de vérifier la tension de la pile de 80 volts.

Batterie de piles sèches pour tension-plaque à grand isolement

Pour qu'une batterie de piles sèches pour tension-plaque fasse un bon usage, il est indispensable qu'elle soit soigneusement isolée. Dans les batteries construites par la Compagnie générale des piles Wonder, on a imaginé de percer des trous dans le bas des feuilles de carton entre-croisées servant d'isolant entre les éléments, de telle manière que l'on puisse passer des baguettes de jonc au travers des cases et maintenir ainsi les éléments de la pile à un centimètre du fond.

Si, par suite d'une usure prolongée ou, accidentellement, un godet de zinc vient à se percer, le liquide tombe dans le fond du cartonnage, mais il lui est absolument impossible d'aller toucher l'élément voisin qui est surélevé, et le court-circuit est sûrement évité.

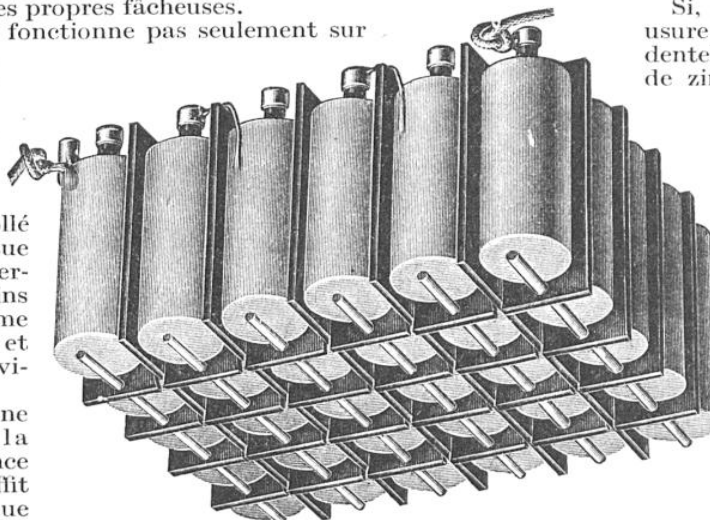
En outre, avec ce dispositif, il est possible de procéder au montage des éléments sans la boîte extérieure qui les contient habituellement. Les éléments sont placés dans leurs cases res-

pectives et sont soutenus par la baguette de bois. Lorsque le bloc est ainsi entièrement monté, on l'immerge dans la paraffine fondue et on le place ensuite dans le cartonnage. Le bloc entier se trouve ainsi recouvert d'une couche mince de paraffine, empêchant toutes fuites des godets et écartant tout danger de sulfatation des capsules en cuivre et des fils de connexions.

De plus, les éléments sont scellés par la paraffine et les ruptures de connexions dues aux vibrations mécaniques, principalement dans les transports, sont, en même temps, supprimées. Une telle batterie de T. S. F. peut ainsi se conserver longtemps, sans perte de voltage appréciable.

L'électrolyte employée dans les batteries actuelles ne se dessèche pas et la pureté des produits utilisés rend impossible tout couple local.

Ces différents perfectionnements permettent d'obtenir, en même temps qu'une audition parfaite, le maximum de durée qu'il soit possible de demander à une pile de T. S. F.



VUE PAR DESSOUS D'UNE BATTERIE DE PILES « WONDER », MONTRANT LES BAGUETTES DE BOIS QUI MAINTIENNENT LES ÉLÉMENTS AU-DESSUS DU FOND

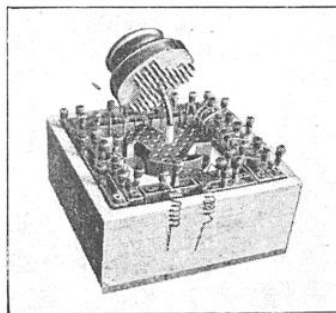
Pour recharger les batteries d'accumulateurs de 80 volts avec une tension de 4 ou 5 volts

PILES ou accumulateurs ? Le problème de l'alimentation de la tension-plaque a reçu ces deux solutions, sans parler de tous les types de redresseurs de courant. Certains préfèrent les piles, car elles n'exigent aucun entretien et sont d'un emploi commode, alors qu'une batterie d'accumulateurs de 80 volts est délicate à recharger, puisque le courant de charge ne doit pas dépasser 0,1 ampère. On ne dispose pas toujours de cette tension et d'une aussi faible intensité. Au contraire, la recharge des accumulateurs de 4 volts est très simple, soit que l'on ait à sa disposition du courant continu, soit que l'on redresse le courant alternatif. Si l'on pouvait coupler en parallèle des séries de deux éléments de la batterie 80 volts, le problème en serait grandement facilité, car on pourrait utiliser la même source d'énergie que celle destinée aux accumulateurs de chauffage.

Pour obtenir ce résultat, on ne peut songer évidemment à déconnecter les éléments, pour les relier ensuite comme nous l'avons indiqué. Aussi M. Blain a-t-il imaginé un dispositif pratique assurant automatiquement les couplages nécessaires. Il se compose de trente-six alvéoles noyées dans un socle isolant et reliées aux couples de la batterie et de trente-six broches convenablement disposées pour s'enclencher dans ces alvéoles et parfaitement reliées entre elles. Le tout étant inscrit dans un hexagone régulier, il y a six positions relatives possibles entre les broches et les alvéoles.

Dans une position, tous les éléments de la batterie sont mis en série et on a, entre les bornes terminales, la tension de 80 volts nécessaire pour l'écoute. (Deux autres positions donnent le même résultat.) Si, au contraire, on enclenche les broches dans une des trois

autres positions, on effectue par cela même la liaison entre les bornes positives et négatives des éléments, c'est le couplage en parallèle, donnant, entre les bornes terminales, une tension de 4 volts sous laquelle on peut alors recharger la batterie. Il suffit d'appuyer sur un petit levier pour soulever le dispositif et mettre la batterie en circuit ouvert. En prenant cette précaution, on n'a à la recharger que tous les trois mois environ.



DISPOSITIF POUR LA RECHARGE DES ACCUMULATEURS 80 VOLTS, AVEC UNE TENSION DE 4 VOLTS

Un nouveau support de self

LA fixation des bobines de self sur un poste, et surtout la facilité et la précision du réglage de la self mobile permises par le support, sont un facteur important du fini d'un poste récepteur.

Le support micrométrique Gamma 430, entièrement en ébonite et laiton, finement nickelé, très robuste, assure ces conditions.

Ce support permet le réglage de la self avec une grande facilité et une extrême précision.

Le bouton de commande est en avant, donc d'accès toujours aisé ; et, comme ce bouton ne se déplace pas au cours de la manœuvre, l'ensemble du mouvement y gagne en douceur et en précision.

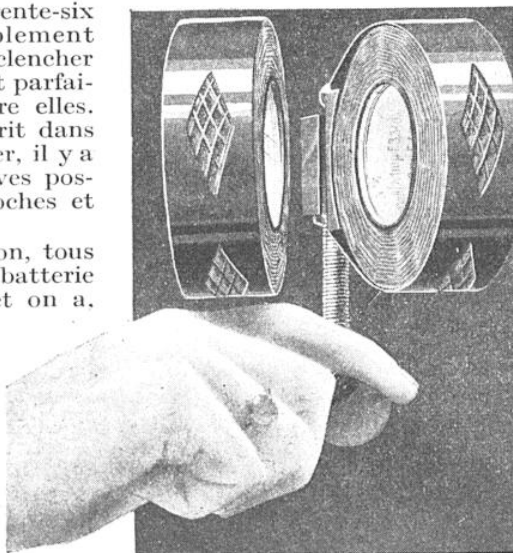
D'autre part, le déplacement giratoire de la self est compensé par la torsion d'un ressort, ce qui assure un mouvement très doux, sans retard et irréversible, quels que soient le poids et l'inclinaison de la bobine.

Pour un tour complet du bouton, la self ne s'incline que de 20° (ou 1/18° de tour). Le réglage est donc très précis. A plus forte raison si on choisit un 430 micro à démultiplication de 36 ou de 54 au lieu de 18. (Ces modèles sont livrés sur demande.)

Deux vis le fixent sans torsion sur tous les postes existants. Les contacts des bobines sont à écartement français (18^m/_m) ou Union (19^m/_m).

Un manche d'éloignement spécial peut s'adapter au bouton micrométrique.

Sa commande peut être à droite ou à gauche ; il est livré monté ou non, avec ou sans partie fixe, et même triple, avec deux prises mobiles et une prise fixe pour montage primaire, secondaire et réaction. J. M.



LE SUPPORT MICROMÉTRIQUE « GAMMA »

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Avec cette théière électrique on peut doser exactement la force d'une infusion

PRÉPARER un thé savoureux est une opération relativement délicate si l'on veut réussir un breuvage présentant l'arôme désirable et éviter une infusion trop prolongée. Faire bouillir de l'eau, y projeter le thé en éteignant la source de chaleur, attendre que l'infusion ait la force voulue pour la servir, telles sont les opérations nécessaires, bien connues de tous. Cette façon de faire présente, on le sait, certains inconvénients : le thé qui reste dans le récipient continue à macérer dans l'eau lorsque l'on a servi et, si l'on veut emplir à nouveau une tasse, c'est un liquide presque noir qui s'écoule de la théière. On ajoute de l'eau chaude pour y remédier, mais l'arôme n'est malheureusement plus le même.

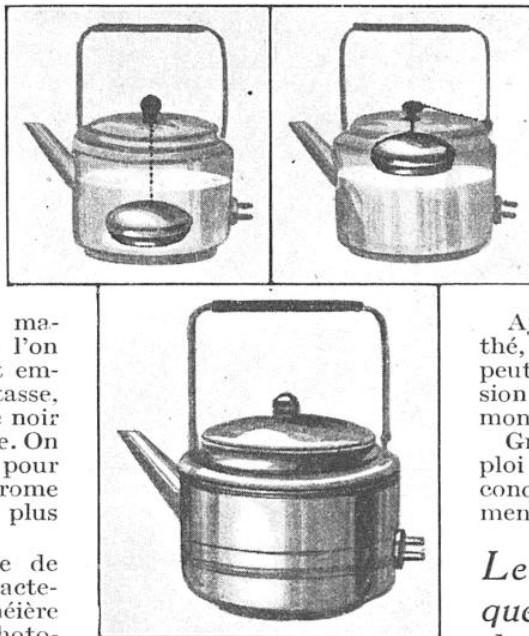
C'est pour permettre de préparer une infusion exactement dosée que la théière représentée par nos photographies a été imaginée. Elle se compose d'une bouilloire électrique dont l'eau est portée à l'ébullition par le passage du courant à travers une résistance logée dans le double fond et d'un œuf perforé dans lequel on met le thé. Cet œuf, qui s'ouvre facilement pour recevoir la plante ou pour être nettoyé, est suspendu par une petite chaînette traversant le couvercle de la théière et pouvant être fixée à un petit crochet. L'œuf étant garni et la bouilloire remplie d'eau jusqu'à un certain niveau, afin que le thé ne soit pas en contact avec le liquide (ce niveau correspond à une conte-

nance d'un litre environ), on ferme le courant.

Lorsque l'eau est en ébullition, on coupe le courant et on décroche la chaînette. L'œuf plonge dans l'eau bouillante, la chaînette étant seulement retenue par un petit bouton de bois. Au moment où l'infusion a le degré exactement désiré, degré qui varie suivant les goûts, il suffit de remonter l'œuf à thé au-dessus du liquide et de raccrocher la chaîne. Le thé se trouve donc isolé, ce qui ne se produit pas si l'on se contenté d'employer un œuf à thé ordinaire, et rien n'est plus facile que de préparer une nouvelle infusion avec le même thé, qui n'a pas perdu son arôme par une macération prolongée, en ajoutant de l'eau chaude.

Ajoutons qu'à la place du thé, il est évident que l'on peut préparer ainsi une infusion quelconque (tilleul, camomille, etc.).

Grâce à cet appareil, l'emploi d'une passoire quelconque est donc complètement inutile.



LA NOUVELLE THÉIÈRE ÉLECTRIQUE

Les deux vues du haut montrent comment l'œuf à thé peut être plongé et retiré de l'eau bouillante. Au-dessous, vue extérieure de la théière.

Les lampes électriques seront désormais désignées par leur consommation en watts

L'UNION DES SYNDICATS D'ELECTRICITÉ a décidé que les lampes à filament métallique dans le vide seraient

désormais désignées, ainsi qu'on le fait depuis longtemps pour les lampes à filament métallique en atmosphère gazeuse, non plus par leur intensité en bougies, mais par leur consommation en watts. Le marquage en watts donne, en effet, au consommateur, sinon une indication précise sur l'intensité lumineuse, du moins un renseignement exact sur la consom-

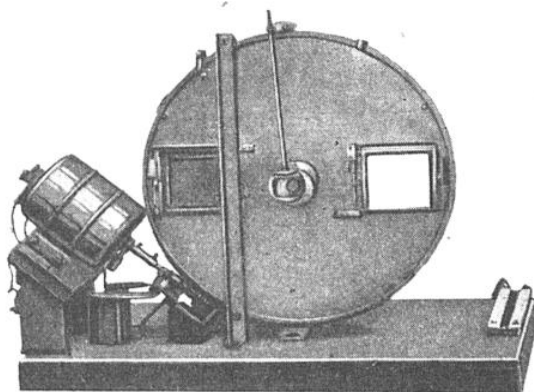
mation, ce qui facilite la prévision de la dépense d'énergie et l'établissement d'un projet d'éclairage. En outre, cette façon de procéder fera cesser la regrettable confusion qui s'est souvent produite entre les deux unités : bougie décimale, usitée en France, et bougie Hefner, en usage à l'étranger (une bougie Hefner vaut 0,9 bougie décimale).

Cependant, le consommateur a l'habitude de demander une lampe à son fournisseur en spécifiant son nombre de bougies. Pour faciliter les commandes, les principales fabriques de lampes, tant en France qu'à l'étranger, se sont mises d'accord pour établir l'échelle de correspondance ci-dessous, qui ne représente pas l'équivalence exacte des types en bougies et en watts, mais une *correspondance aussi approchée que possible* entre les types actuellement répandus (marqués en bougies) et les nouveaux types (marqués en watts).

NOUVEAU TYPE	ANCIEN TYPE
10 watts	5 et 10 bougies
15 —	16 —
25 —	25 —
40 —	32 —
60 —	50 —
100 —	100 —

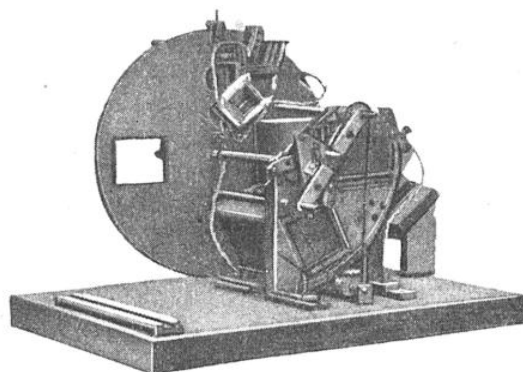
Dispositif faisant passer automatiquement des vues devant un appareil de projection.

Le souci de la publicité, qui, de plus en plus, est au premier plan parmi les préoccupations des commerçants et des industriels, a incité les constructeurs et les inventeurs à imaginer des dispositifs pratiques et sûrs pour attirer le regard du passant sur un article déterminé. C'est cer-



VUE AVANT DU PASSE-VUES AUTOMATIQUE

L'excentrique, visible au centre, commande un récepteur de façon à projeter chaque vue pendant un temps déterminé.



VUE ARRIÈRE DU PASSE-VUES AUTOMATIQUE

On distingue le moteur, les magasins à clichés, le rupteur de courant. A gauche, la fenêtre de projection.

tainement grâce à la lumière que la publicité est arrivée au degré de perfection actuel. Partout, on voit surgir des enseignes lumineuses fixes ou changeantes, qui sont une nouvelle ornementation des cités modernes lorsqu'elles sont exécutées avec goût. La projection dans une vitrine, à une cadence déterminée, des vues d'articles divers, et cela sans aucune surveillance, n'est-elle pas intéressante au premier chef? Et, si ce résultat est obtenu au moyen d'un appareil portatif, que le voyageur de commerce peut faire suivre dans ses pérégrinations, afin de présenter au client de belles photographies de la marchandise qu'il désire vendre, au lieu de montrer simplement des catalogues, il faut reconnaître que la publicité ainsi faite sera excellente.

L'appareil ci-contre atteint précisément ce but. Il se compose de deux magasins contenant les vues à projeter, chaque vue sur verre étant insérée dans un châssis de laiton. Un des deux magasins renferme les vues à projeter; l'autre, les vues venant d'être projetées. Les deux magasins sont constamment pleins, comme nous le verrons plus loin. Un disque tournant, actionné par un petit moteur électrique, porte une fenêtre dans laquelle s'engage automatiquement la vue à projeter lorsqu'elle passe devant le premier magasin. Lorsque la fenêtre, garnie du cliché, arrive dans l'axe de l'appareil de projection, un temps d'arrêt se produit, le courant étant coupé automatiquement par un rupteur à mercure réglé une fois pour toutes. Après la projection, le disque se remet à tourner et, lorsque la fenêtre arrive devant le deuxième magasin, la vue est poussée dans celui-ci par un ressort. En même temps, la dernière vue de ce deuxième magasin vient se loger au fond du premier. Voilà pourquoi nous disions, tout à l'heure, que les deux magasins sont toujours pleins et voilà comment est assurée

la continuité de la projection.

On se rend compte immédiatement qu'aucun entretien n'est nécessaire, à part un léger graissage de temps en temps, pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil. Si, dans une ville, un certain nombre d'appareils sont en service, il suffit d'une personne pour faire la tournée et pour effectuer le graissage. Ajoutons que le moteur ne dépense que 4 centimes à l'heure.

Le canotage sur route est un sport excellent et sans danger

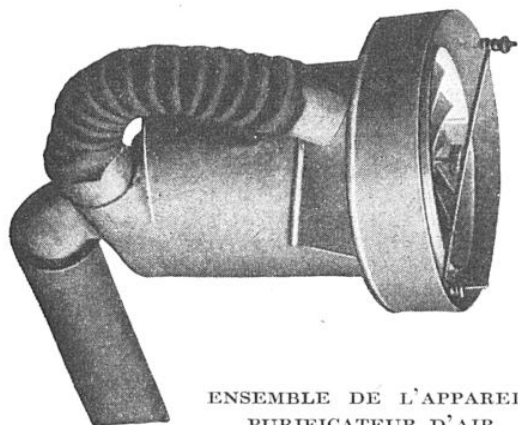
Si la pratique des sports s'étend de plus en plus, pour le plus grand bien et la santé de la jeunesse, à condition, bien entendu, que le sport n'entraîne pas le surmenage, il faut, cependant, convenir que les tout jeunes gens, qui ne peuvent se livrer aux mêmes exercices que leurs aînés, ne peuvent se développer, surtout dans les villes, que par une pratique constante d'une gymnastique raisonnée. De nombreux manuels nous enseignent d'excellents mouvements favorisant le développement des muscles. Mais, sans un attrait spécial, qui est l'émulation dans les cours de gymnastiques, un jeune garçon ou une jeune fille se lassera bien vite de ces exercices, dont il ne peut comprendre la véritable portée. Aussi a-t-on créé un grand nombre de jouets sportifs destinés à amuser, tout en développant les muscles.

Parmi ceux-ci, nous signalons l'appareil imaginé et construit par un de nos lecteurs, M. Le Joille. Nous avons eu l'occasion de



CET APPAREIL, L'« AVIRETTE », PERMET DE SE DÉPLACER SUR LA ROUTE EN EFFECTUANT LES MÊMES MOUVEMENTS QUE SUR UN CANOT

décrire (voir *La Science et la Vie*, n° 106, page 345), un dispositif permettant de répéter, chez soi, les mouvements imposés par le canotage, sport excellent, avec toutes les résistances que l'on doit vaincre sur un canot. Le tricycle, représenté ci-dessus, est une transformation de ce premier appareil. Construit tout en fer et en acier, ce tricycle est l'imitation parfaite du canot. Large de 1 mètre et long de 1 m. 40, il ne pèse que 15 kilogrammes. La planchette sur laquelle reposent les pieds peut être éloignée ou rapprochée, suivant la taille de l'enfant. Celui-ci, assis sur son siège, tire sur les manches des avirons et entraîne ainsi deux chaînes (une de chaque côté) qui actionnent les roues en avant. Deux freins à main assurent une grande sécurité. La direction est obtenue avec les avirons, tout comme dans un canot.



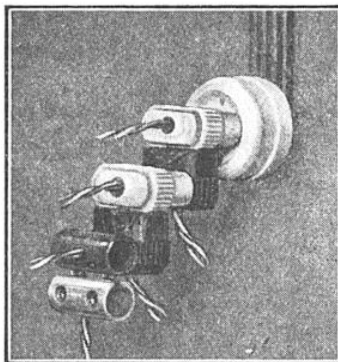
ENSEMBLE DE L'APPAREIL PURIFICATEUR D'AIR

L'air est aspiré par la droite. Les poussières reviennent par le tube coudé et sont chassées par les ailettes visibles à droite. Au-dessous, tuyau allant au carburateur.

Cet appareil augmente la tenue en oxygène de l'air aspiré par les moteurs à explosions et le purifie

On sait que l'air atmosphérique est composé par un mélange de vingt et une parties d'oxygène pour soixante-dix-neuf parties d'azote, ainsi que d'argon (1/100^e), de quelques traces de gaz rares, d'anhydride carbonique et de vapeur d'eau. En outre, l'air contient en suspension des poussières, surtout au voisinage des routes. L'air aspiré par les pistons d'un moteur à explosions dont le rôle est de fournir l'oxygène nécessaire à la combustion des gaz, est donc assez pauvre en oxygène, d'une part, et, d'autre part, entraîne avec lui les poussières, dont l'action abrasive est néfaste pour les parois des cylindres et les segments des pistons.

Pour enrichir l'air en oxygène et le débarrasser de ces poussières, un de nos lecteurs, M. Julien Roelants, a imaginé le dispositif suivant, dont la photographie (page 345) montre l'aspect extérieur. L'air aspiré passe entre deux cylindres où des aubes inclinées et en forme d'hélice l'obligent à prendre un rapide mouvement de rotation, au fur et à mesure de son avancement vers le fond de l'appareil. De ce fait, les poussières sont projetées vers la périphérie et sont rejetées dans le tuyau coudé, visible sur la photographie. Lorsqu'elles arrivent à la sortie de l'appareil, elles sont rejetées vers l'extérieur par des aubes, ce qui évite qu'elles viennent se mélanger à l'air aspiré à son entrée dans l'appareil. En même temps, les gaz lourds se séparent, dans une certaine proportion, de l'air et sont également rejetés. Seule, la partie centrale du mélange brassé dans l'appareil, et qui est la plus riche en oxygène, l'azote étant plus léger que ce dernier, se rend dans le tuyau visible en bas et à droite, et qui se rend finalement au carburateur. Celui-ci reçoit donc un air plus riche en oxygène et débarrassé de ses poussières.



CES FICHES DE PRISE DE COURANT PERMETTENT DE BRANCHER LE NOMBRE D'APPAREILS QUE L'ON VEUT SUR LA MÊME PRISE

La même prise de courant peut alimenter un grand nombre d'appareils électriques

Les appareils électriques en service dans les ménages se multiplient chaque jour. Non seulement le nombre des lampes portatives, si commodes pour éclairer un point particulier d'une pièce, va sans cesse grandissant, mais encore celui des appareils domestiques, tels que aspirateurs de poussière, allumeurs électriques, bouilloires, réchauds, radiateurs, etc. L'emploi de tous ces dispositifs est évidemment très pratique ; encore faut-il, pour pouvoir les utiliser, que l'on trouve immédiatement une prise de courant disponible. Est-il donc nécessaire de placer dans tous les coins ces prises de courant, faciles à installer, évidemment, mais pour lesquelles on n'a pas toujours sous la main le matériel nécessaire ? Non, et c'est pour obvier à cet inconvénient que M. Lombard a imaginé la fiche dont notre photographie représente tout un chapelet fixé à la

même prise de courant d'un modèle courant.

Exécutée soit en porcelaine, soit en matière moulée de formes et de teintes diverses, cette fiche comporte naturellement les deux broches classiques, qui s'engagent dans les douilles de la prise de courant. Ces deux broches sont en contact électrique avec deux petites douilles qui traversent le corps de la fiche et dont le diamètre est égal à celui des douilles des prises de courant. Après avoir enfoncé une fiche, on peut donc immédiatement brancher une deuxième

Le cinématographe dans les écoles de chauffeurs d'automobiles

La Revue mensuelle du Touring Club italien signale une nouvelle méthode d'instruction des apprentis chauffeurs d'automobiles. Lorsque l'élève a suivi les cours théoriques sur la constitution d'une voiture, il prend place sur le siège d'une sorte de châssis comportant les leviers de commande et le volant de direction. Le pont avant, mobile, fait mouvoir, par un système de leviers et de câbles, une sorte de capot situé à quelques mètres devant la voiture. Enfin, sur un écran, on peut faire défiler les scènes ordinaires de la circulation. L'instructeur peut se rendre compte de la façon dont l'élève réagit dans les diverses circonstances où il est placé.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour « Les à côté de la Science »

Théière électrique : P.-F. CONCARO, 56, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris (8^e).

Passe-vues automatique : A. SIMONET, 145, rue Sadi-Carnot, Vanves (Seine).

Canotage sur route : E. LE JOILLE, 4, rue des Jeûneurs, Paris (2^e).

Purificateur d'air : JULIEN ROELANTS, 48, rue Neuve, à Lubeeck (Belgique).

Prise de courant domino : LOMBARD, 60, avenue des Minimes, Vincennes (Seine).

**LA SCIENCE ET LA VIE est le seul magazine
DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE**

LA RÉPARATION D'UNE STATUETTE ANTIQUE PAR L'ÉLECTROLYSE

Par le D^r A. GRADENWITZ

LE professeur C. G. Fink, de l'Université de Columbia, à New-York, en collaboration avec M. Ch. H. Eldridge, vient d'élaborer un nouveau procédé de restauration des œuvres d'art anciennes, procédé employé par le *Metropolitan Museum of Art*. Puisque la croûte gênante, composée de plusieurs sels de cuivre, est due à l'électrolyse, l'idée se présentait de la faire disparaître par une sorte de contre-électrolyse. Une telle méthode avait d'autant plus de chances de réussir que la mince couche d'oxyde superposée immédiatement à la surface métallique originale rend dans tous leurs détails les formes primitives. Aussi n'avait-on, pour réussir, qu'à faire en sorte que l'ef-

fet électrolytique, s'étendant jusqu'à cette couche, s'arrêtât à cette limite.

Le bronze, constituant l'électrode négative (la cathode), est plongé dans le liquide électrolytique, de préférence une solution de 2 % de soude caustique. C'est alors que, les sels métalliques ayant été réduits, le métal pur apparaît. On se sert, à cet effet, d'un courant continu de faible intensité (0,1 à 0,5 ampère pour les petits objets) ; les deux électrodes positives (anodes), consistant en platine, fer ou duriron (al-

liage de fer), sont suspendues de part et d'autre du bronze.

La réduction électrolytique transforme la croûte en cuivre boueux, enlevé ensuite par un lavage et par un léger brossage.

Toutefois, lorsque l'altération est trop prononcée, l'objet, après le traitement par

l'électrolyse, est introduit dans une solution d'acide dilué (de préférence une partie d'acide nitrique par quatre parties d'eau), puis on le plonge alternativement dans de l'eau pure et dans cette solution, jusqu'à ce que la couche extérieure formée par la réduction se soit dissoute. Dès que la surface dure d'oxyde de cuivre est devenue visible avec tous les détails des formes primitives, on arrête le traite-



STATUETTE D'ISIS QUI A ÉTÉ RÉPARÉE PAR L'ÉLECTROLYSE
A gauche : avant la réparation ; à droite : la statuette réparée.

ment ; cette surface, presque aussi dure et aussi lisse que la surface métallique primitive, prend une patine verte.

La statuette d'Isis que représentent nos deux photographies, est un bronze égyptien pesant environ 1 kg. 500 et mesurant 27 cm. 5 de hauteur. Les résultats donnés par le nouveau procédé sont très apparents et caractéristiques. Les taches blanches recouvrant la photographie de la statuette correspondent à des endroits « malades ».

D^r A. GRADENWITZ.

ON PEUT TÉLÉPHONER ET TÉLÉGRAPHIER SIMULTANÉMENT SUR UN MÊME CIRCUIT

Le problème de la transmission de la parole et des dépêches sur un même circuit est déjà vieux de plus de trente ans. Il fut résolu, imparfaitement, par Van Rysselberghe, P. Picard, Cailho. Plus récemment, l'appropriation des circuits (circuits fantômes) (1) avait abouti à une solution fort élégante, mais également insuffisante en raison de la grande difficulté que l'on éprouve à maintenir dans un état d'équilibre électrique parfait les deux circuits réels, qui permettent de constituer un circuit fantôme.

Cependant, toute solution qui permettrait à la télégraphie l'utilisation totale du réseau téléphonique serait fatalement adoptée par toutes les administrations, sans cesse préoccupées de l'entretien des réseaux et de la construction de nouvelles lignes. Il en résulterait, sinon une économie formidable, du moins un bien-être inconnu jusqu'ici, puisque la majorité des fils télégraphiques pourrait être rétrocédée au réseau téléphonique, le restant étant utilisé d'une manière beaucoup plus avantageuse qu'ils le sont actuellement.

Il appartenait à un télégraphiste français de résoudre le problème.

M. Berthois vient, en effet, après dix ans d'efforts, de réaliser ce qui, jusqu'ici, n'était qu'un beau rêve : l'utilisation intégrale du réseau téléphonique par n'importe quel appareil télégraphique.

Nous pouvons dire, dès maintenant, que l'inventeur utilise, comme dans plusieurs systèmes de télégraphie multiple, des courants de fréquence élevée, d'au moins 80.000 périodes. Il a réalisé cette performance sur un circuit approprié entre Lyon, Marseille, Cannes et Nice, c'est-à-dire que chacun de ces quatre postes était capable de recevoir ou de transmettre des télégrammes à l'un ou à l'autre des trois postes restants par un circuit téléphonique fantôme, sans que les conversations sur les circuits réels en fussent gênées.

Un poste émetteur de T. S. F. est associé à l'appareil Baudot

Le principe est très simple. Chaque poste Baudot est complété par un poste émetteur

(1) *La Science et la Vie*, n° 65, octobre-novembre 1922.

de T. S. F., sans antenne, bien entendu. Les courants continus, sortant des transmetteurs télégraphiques, sont transformés en courants à haute fréquence dans les appareils de T. S. F. et ils circulent sous cette forme dans les circuits. Ils sont reçus, à l'arrivée, dans les appareils de T. S. F. correspondants et retransformés par eux en courants continus, lesquels, enfin, actionnent les appareils Baudot.

Comme le nombre des fréquences réalisables est illimité, on peut dire que, pratiquement, le nombre des postes télégraphiques susceptibles d'être desservis par un circuit téléphonique est également illimité.

Les avantages du nouveau système télégraphique

Les conséquences d'une telle découverte sont immenses, car tous les circuits du réseau téléphonique peuvent, sans exception, être affectés à la transmission télégraphique.

De plus, il a été démontré, au cours d'expériences, que la propagation sur les fils des courants à haute fréquence est beaucoup plus rapide que celle des courants continus ; la télégraphie sur les très longues distances peut donc être réalisée directement, sans l'intermédiaire de relais retransmetteurs ou d'installations de retransmission. Ainsi, sur le fil de Paris à Rome, les deux retransmissions jusqu'ici obligatoires de Lyon et de Milan, qui gênent fortement les échanges entre les deux centraux correspondants, seraient supprimées.

Aucune raison ne s'oppose également à ce que le réseau souterrain français, actuellement inutilisé, soit mis au service de la télégraphie à haute fréquence, pas plus que les câbles sous-marins. Ceux-ci, fortement menacés par la T. S. F., seraient sauvés par la même T. S. F. qui lui prêterait ses organes les plus sensibles pour se défendre contre elle-même.

On le voit, la découverte est d'importance. Le moins qu'on puisse dire, c'est que, si les résultats obtenus jusqu'ici par M. Berthois sur un circuit, d'ailleurs de très mauvaise qualité, se confirment, la télégraphie avec fils va reprendre un essor que la T. S. F. paraissait vouloir entraver. L. F.

LA TAYLORISATION EN COMPTABILITÉ

Par Jean CAËL

SANS comptabilité, aucune affaire n'est viable. C'est un service administratif d'une importance malheureusement trop souvent méconnue, qui seul permet de voir clair et d'enregistrer les résultats. C'est, en somme, la boussole qui permet au chef d'entreprise de faire le point, pour savoir s'il fait ou non fausse route.

Ces dernières années, un effort considérable a été fait pour améliorer, non seulement les procédés de fabrication, de vente mais également les services administratifs.

La « comptabilité », comme tous les instruments, a été créée pour répondre à un besoin. Lorsque l'on a une action à accomplir, on invente d'abord un instrument grossier qui exige des gestes compliqués, et, sur cette base imparfaite, l'on s'efforce ensuite de simplifier le travail.

A partir du XVI^e siècle est apparue la théorie des parties doubles, perfectionnée aux XVIII^e et XIX^e siècles.

Malheureusement, depuis l'apparition des premières comptabilités, bien peu d'améliorations ont été apportées dans ce domaine d'une importance capitale, nous le répétons. On a peut-être amélioré le matériel, mais les méthodes de travail sont restées les mêmes.

Jusqu'à présent, les renseignements enregistrés qui émanent des pièces comptables (factures, effets de commerce, lettres de banques, etc...) étaient préalablement inscrits sur des registres récapitulatifs : *journaux* ou *journaux auxiliaires*. Il s'agissait, ensuite, de reporter ces écritures dans les *comptes*.

Très souvent, même, il fallait faire un troisième travail : l'établissement des relevés de compte des clients. De plus, la dispersion

des éléments journaux nécessitait un regroupement périodique de chacun d'eux, c'est-à-dire une centralisation.

D'un autre côté, la rigidité de l'organisation comptable nécessitait, pour satisfaire aux exigences de la conduite moderne des affaires, une analyse de certains chiffres.

Vous vous rendez compte immédiatement qu'une comptabilité conçue ainsi nécessite un travail considérable et des répétitions et des possibilités d'erreurs inhérentes à ces répétitions, d'où insuffisance dans la réglementation du travail, dans l'élasticité et dans l'obtention immédiate des renseignements à fournir.

Le nouveau système de comptabilité que nous allons décrire simplifie autant le travail et le matériel que l'ordre suivi dans l'exécution de ce travail. C'est, en

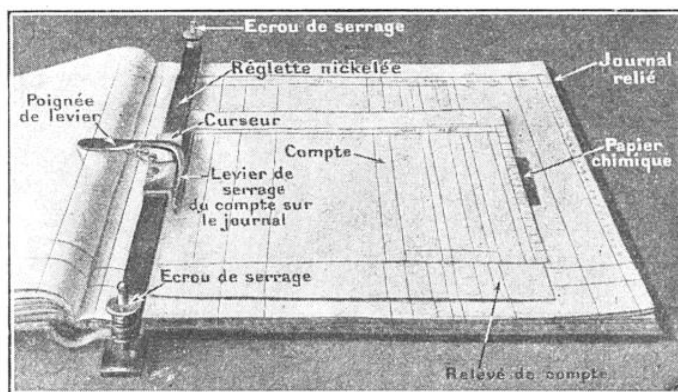
un mot, une « taylorisation » de la comptabilité.

Principe et méthode de la comptabilité C. S. M. sans reports

En principe, la nouvelle comptabilité effectue simultanément les écritures : sur le compte, le relevé de compte et le journal, grâce au papier chimique et à des appareils spéciaux. Les écritures sont passées des pièces comptables directement dans les comptes. Prenons un exemple général.

Vous dressez un plan de comptes, c'est-à-dire une liste de tous les renseignements que doit vous donner votre comptabilité, par exemple :

1^o *Immobilisations* : fonds de commerce, frais de constitution, terrains, immeubles, machines, gros outillages, automobile, che-



UNE PAGE DE JOURNAL RELIÉ, ÉQUIPÉE AVEC L'APPAREIL C. S. M. QUI PERMET TOUTES LES ÉCRITURES SIMULTANÉMENT

vaux et voitures, etc...

2° *Disponibilités* : caisse, chèques postaux, Banque de France, Crédit Lyonnais, etc.

3° *Marchandises* : achats acier, achats bois, frais de transports, ventes Paris, ventes province, ventes étranger.

4° *Frais généraux commerciaux* : appointements, déplacements, loyer, chauffage, assurances, contributions, frais de banques, etc., etc...

5° *Frais de fabrication* : loyer usine, entretien des ateliers, force motrice, main-d'œuvre improductive, assurance accidents, etc., etc...

6° *Frais de ventes* : publicité journaux, publicité imprimés, frais de voyages, commissions, etc., etc...

Vous ouvrez ensuite une fiche (voir nos deux photographies) pour chacun des éléments de ce plan, ainsi que pour les comptes de fournisseurs et de clients. Comme il s'agit d'une comptabilité en partie double, il suffit de débiter et de créditer les

comptes respectifs, en les appliquant sur le journal, comme le montre notre première photographie. Il ressort facilement que cette manière de faire permet une imputation immédiate, ce qui revient à dire que chaque mouvement de fonds est porté immédiatement et définitivement dans le compte qui le concerne. Ce dernier sera donc toujours à jour et pourra donner, à chaque minute, les renseignements désirés.

La journalisation s'effectue automatiquement. L'organe « journal » récapitulatif, établi en duplicata, sert principalement et uniquement, en dehors de la question légale, au contrôle des opérations portées directement dans les comptes, c'est-à-dire sur les fiches.

Un spécialiste, M. Léon Batardon, a pu dire, au cours d'une conférence, que le « grand livre » ou tout au moins ce qu'il convient de désigner sous ce terme, c'est-à-dire l'ensemble des comptes, prend ainsi une place primordiale, celle à laquelle il a droit, en dépit de l'indifférence complète

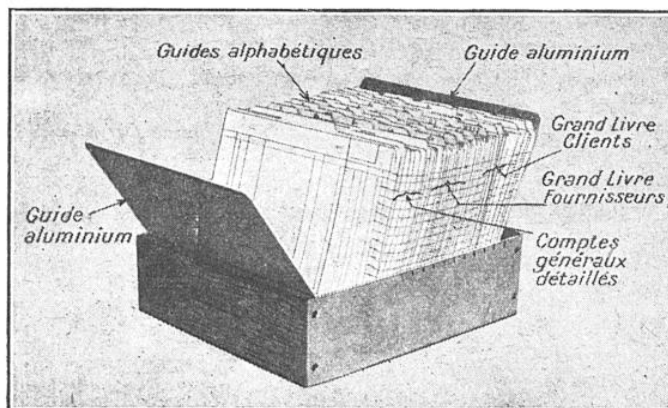
dont il a été l'objet de la part du législateur. Il est tenu sur fiches.

Quant au « journal », il perd considérablement de son importance ; il devient, en réalité, un simple accessoire, et son utilité, en dehors de son rôle légal, est d'être un organe de contrôle et de reconstitution des comptes dans le cas où l'un de ceux-ci viendrait à se trouver égaré.

Matériel C. S. M.

La comptabilité C. S. M. se tient soit à la plume, soit à la machine à écrire. Les comptes sont classés dans un ou plusieurs fichiers, cas prévus plus spécialement pour l'utilisation des comptes en papier mince. Ces

fichiers sont munis de plaques aluminium interchangeables, protégeant les comptes et les maintenant dans la position ouverte et verticale. La réglette métallique que l'on serre sur le journal, a pour but de permettre la juxtaposition rapide de deux ou trois imprimés l'un



UN FICHIER DE LA COMPTABILITÉ C. S. M. AVEC SES FEUILLES SÉPARÉES ET SES PLAQUES D'ALUMINIUM

sur l'autre, quel que soit l'état d'avancement des lignes. Un curseur parcourt la réglette ; il porte une bande de papier chimique indélébile. Son levier maintient le compte en place pendant le travail et des traits de repère permettent de superposer les lignes blanches à remplir du compte, du relevé et du registre.

Applications diverses

La C. S. M. est organisée dans des maisons de petite et moyenne importance avec un seul journal de base, donnant le contrôle automatique des écritures par l'égalité de ses totaux doit et avoir.

Lorsque le travail est trop important pour un seul comptable, il est prévu une répartition qui diffère passablement de la centralisatrice ordinaire, tout en s'y rattachant par certains points.

Les industriels utilisent également cette comptabilité pour l'inventaire permanent de leur stock, ainsi que pour l'obtention du prix de revient comptable. J. CAËL.

A TRAVERS LES REVUES

CHEMINS DE FER

LES POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIE DE COMBUSTIBLE EN TRACTION A VAPEUR, par F. Bossuroy.

La traction par l'électricité se développe de plus en plus ; toutefois, la traction à vapeur conserve un champ d'action étendu, et, dans de nombreuses régions, la vapeur maintiendra, pendant longtemps encore, sa suprématie actuelle.

Aussi, les constructeurs de locomotives à vapeur s'orientent-ils résolument vers des perfectionnements, dont la valeur ne s'affirmera peut-être qu'après un long usage. Ils mettent successivement en œuvre des principes qui ont déjà fait leurs preuves dans d'autres industries, mais qui sont tout à fait nouveaux dans le domaine des chemins de fer. Nous avons ainsi vu apparaître la turbine et son corollaire obligé, la condensation, l'utilisation des hautes pressions, le remplacement de l'action directe de la vapeur dans un éjecteur par un turbo-ventilateur à meilleur rendement et, enfin, l'emploi d'un réchauffeur à gaz amplement dimensionné, qui permet de récupérer les chaleurs contenues dans les fumées.

Quelles possibilités d'amélioration de rendement peut-on espérer de l'application à la locomotive à vapeur de ces différents perfectionnements ? Quels résultats ont-ils déjà permis d'atteindre ? Telles sont les questions que l'auteur de cet article étudie en détail, en montrant les économies considérables de combustible que tous les perfectionnements signalés ont permis de réaliser.

« La Technique Moderne » (tome XIX, n° 3).

ÉLECTRICITÉ

QUELQUES RÉCENTS PROGRÈS DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE, par P. Janet.

Dans un discours prononcé à la Société des Ingénieurs civils de France, M. Paul Janet passe en revue les progrès les plus importants réalisés dans l'industrie électrique au cours de ces dernières années. C'est ce discours que reproduit notre confrère la *Revue générale d'Électricité*.

Après avoir rappelé l'importance du choix qui a été fait des unités électriques, M. P. Janet indique les progrès qui ont été réalisés dans la préparation et l'utilisation des matériaux qu'emploie l'ingénieur électrique : isolants, conducteurs et substances magnétiques. Puis il signale les perfectionnements dont ont été l'objet les piles, les accumulateurs, les dynamos, les alternateurs, les moteurs à courants alternatifs. Il montre ensuite comment, pour répondre aux besoins de l'industrie, l'enseignement technique de l'électricité s'est introduit et s'est développé dans les écoles d'ingénieurs et a conduit à la création d'une école spécialement consacrée à l'électrotechnique : l'École supérieure d'Électricité. Il termine en exprimant sa conviction que les jeunes ingénieurs, qui suivent actuellement cet enseignement, ont conservé cet « idéalisme impérissable, privilège de la jeunesse », qui animait les générations d'avant-guerre et

leur ont permis de porter à un si haut degré le progrès et le développement de la science et de l'industrie françaises.

« *Revue générale d'Électricité* » (tome XXI, n° 7).

LES PROGRÈS DE L'ÉLECTRICITÉ EN AGRICULTURE.

Les réunions récentes tenues à Bâle ont permis de mettre au point les nombreuses questions concernant la technique et l'industrie. Notamment en ce qui concerne les applications agricoles de l'électricité, dont on parle beaucoup actuellement, on a pu se rendre compte des progrès effectués dans les divers pays. États-Unis, Allemagne, Suisse, Japon, Angleterre et France, Norvège, Italie, sont heureusement passés en revue dans cet article.

« *L'Industrie électrique* » (n° 830).

FORCE MOTRICE

L'AMÉNAGEMENT DU CONGO DONNERAIT CENT MILLIONS DE CHEVAUX.

M. Pierre Van Deuren, colonel du génie de réserve à l'armée belge, a exposé ce que l'on pourrait retirer de l'aménagement du Congo, non seulement au point de vue de la navigation, mais surtout par l'utilisation de la formidable énergie que représente la chute de ses eaux.

Bien que le bassin du Congo représente 20.000 kilomètres de voies navigables, le fleuve lui-même n'est pas navigable sur la partie basse de son cours, entre Stanley-Pool et son estuaire, soit 400 kilomètres. M. Van Deuren propose de barrer le fleuve en sept points, c'est-à-dire de créer sept biefs de très grande profondeur, réunis par des écluses rachetant des différences de niveau de 40 mètres environ, et d'utiliser la force motrice de l'eau dans des usines hydro-électriques placées au pied des barrages.

Le chemin de fer que l'on reconstruit actuellement ne peut, en effet, rendre les mêmes services que le fleuve rendu navigable. Enfin, l'énergie que l'on pourrait capter représente 100 millions de chevaux, soit celle de tout le charbon brûlé dans le monde chaque année.

Aucune difficulté technique insurmontable ne contrarie la réalisation de ce projet. Seule la question financière peut être difficile à résoudre. Mais il ne faut voir là qu'une œuvre de longue haleine et qui ne serait exécutée que progressivement, et M. Van Deuren a montré qu'une fois construit le barrage le plus bas, l'affaire « paiera » ; il sera alors possible de poursuivre la réalisation sans faire appel à de nouveaux capitaux.

Une autre question doit évidemment se poser : comment utilisera-t-on les 200 millions de chevaux disponibles ?

« *L'Exportateur Français* » (n° 546).

NAVIGATION

DÉVELOPPEMENTS POSSIBLES DANS LA CONSTRUCTION DES NAVIRES DE PASSAGERS TRANS-ATLANTIQUES A GRANDE VITESSE.

Depuis la *Mauretania* (1906), dont la vitesse atteignait 26 nœuds avec la chauffe au pétrole,

aucun navire de passagers n'a battu ce record. Cependant, de nombreux progrès ont été réalisés dans la construction des coques et des machines, et la question des résistances des carènes est également mieux connue qu'alors. Par exemple, la chauffe au pétrole permet de réduire de 30 % le poids des soutes ; l'utilisation des engrenages fait réaliser une économie de 15 % ; les turbines assurent une économie de 25 % sur le poids et 20 % sur la consommation ; l'étude approfondie des efforts supportés par les navires a permis de mieux distribuer les matériaux ; grâce aux matériaux plus légers, on a pu diminuer le poids de 10 % ; enfin, les nouveaux aciers à grande limite élastique permettraient une nouvelle réduction de 10 %.

La question qui se pose actuellement est la suivante : les divers perfectionnements possibles dans la construction des coques et des machines seront-ils utilisés pour la mise en service de navires plus rapides, ou doit-on prévoir, pour les traversées à grandes vitesses des modes de transport complètement différents ?

C'est cette question qu'étudie l'auteur de cet article, et sa conclusion est que, pour plusieurs années encore, la construction de navires non « orthodoxes » n'est pas à envisager.

« Bulletin technique du Bureau Veritas » (neuvième année, n° 2).

TRAVAUX PUBLICS

L'AMÉNAGEMENT DE L'ISÈRE, par Georges Vè.

L'intérêt de l'aménagement de l'Isère, au point de vue agricole, réside surtout dans la possibilité d'un assainissement méthodique des terrains de culture dans la vallée du Grésivaudan et de leur protection contre les inondations.

Pas mal de remèdes ont été proposés à cette situation, car la dépréciation des terrains de culture s'accroît d'année en année.

Une telle œuvre implique un grand effort : elle s'annonce longue et coûteuse, car le problème ne peut être résolu que par l'aménagement judicieux des hautes vallées. Son pro-

gramme comporte : la réorganisation complète de la lutte, entreprise avec des moyens insuffisants jusqu'ici, contre la dénudation et l'érosion des montagnes, la reconstitution de leur couverture végétale par le regazonnement et le reboisement, la fixation des surfaces atteintes ou menacées au moyen d'ouvrages de circonstance, la création de vastes barrages-réservoirs partout où ce sera possible.

Après avoir ainsi tracé les grandes lignes de l'œuvre à accomplir, l'auteur suit le cours de l'Isère, étudie le régime des affluents, montre les situations favorables à l'établissement de barrages ou de dérivations, et ce que l'on pourrait en retirer au point de vue force motrice.

« La Vie technique et industrielle » (n° 88).

ROUTES SPÉCIALES POUR LA CIRCULATION AUTOMOBILE, par P. Calfas.

Ce n'est que depuis quelques années seulement que l'on a étudié systématiquement les caractéristiques du tracé et les revêtements les plus favorables pour les routes destinées spécialement à la circulation automobile. Pour la première fois, on vient de réaliser, en Italie, le système de la route close, réservée exclusivement aux automobiles. Ces « autostrades » relient actuellement Milan aux lacs lombards. Ces routes constituent une voie continue, bordée de clôtures, ne croisant aucune autre voie de communication, ne traversant aucune agglomération, ne comportant aucun passage à niveau, des courbes d'au moins 500 mètres de rayon, des rampes très faibles. Elles sont revêtues de béton.

L'auteur indique quelle est la réglementation, à la fois simple et stricte, qui régit la circulation sur ces autostrades entre 6 heures du matin et 1 heure après minuit ; comment on accède à l'autostrade, chaque point d'accès étant surveillé par un poste spécial qui délivre les tickets d'admission. La taxe perçue sert à l'entretien de la route.

« Larousse Mensuel illustré » (n° 240).

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, Chine, Danemark, Dantzig, République Dominicaine, États-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guyane, Honduras, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie, Japon, Nicaragua, Norvège, Nouvelle-Zélande, 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-Xe
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien JOSSE.

Paris. — Imp. HÉMERV, 18, rue d'Enghien.