

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

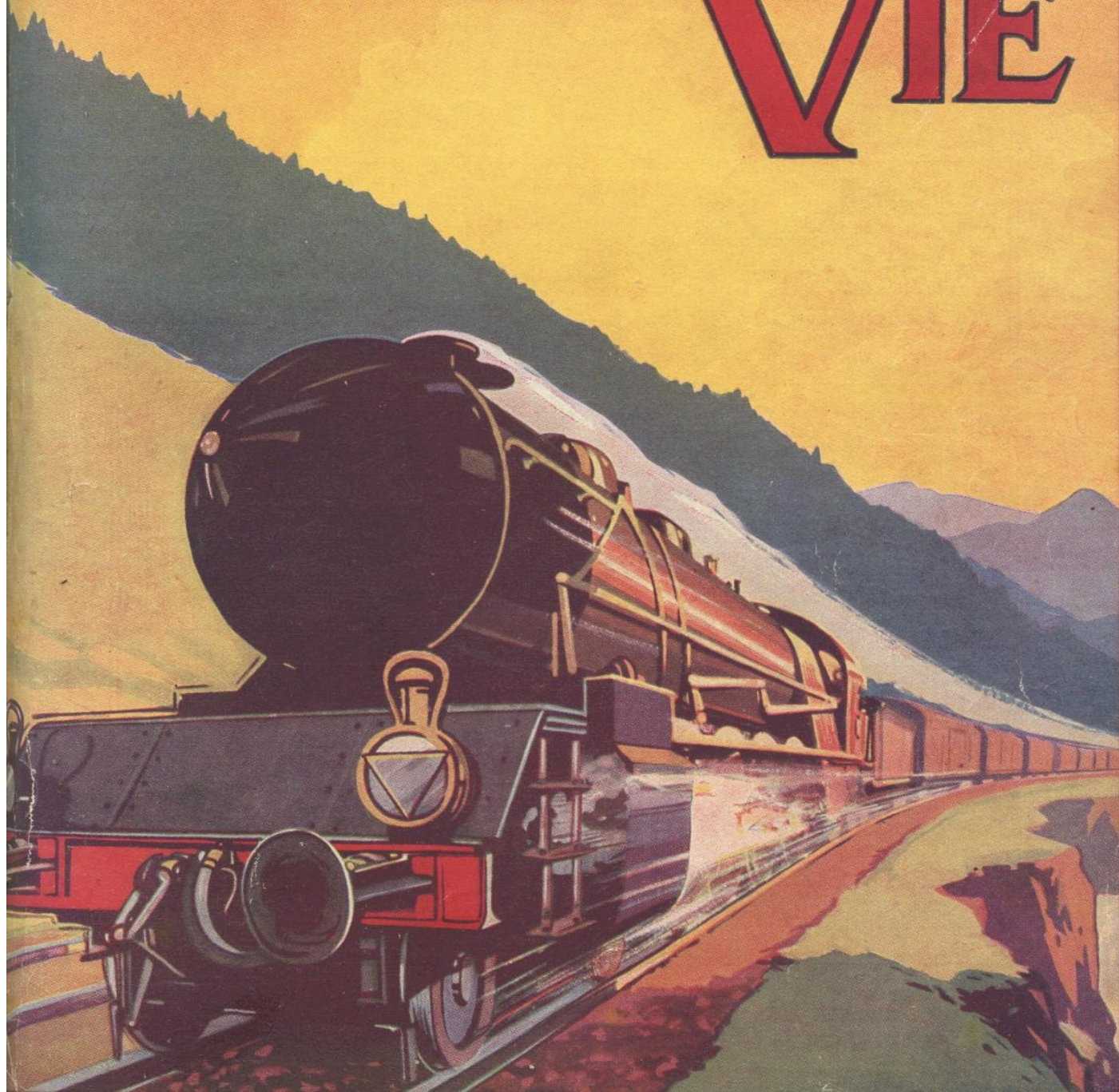
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 30. n. 113. Novembre 1926
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1926
Collation	1 vol. (p.[345]-430) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 113
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.113

France et Colonies... .. 4 fr.
Étranger 5 fr.

N° 113. - Novembre 1926

LA SCIENCE ET LA VIE



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



Chez vous

une heure par jour

quelle que soit votre instruction
actuelle et votre situation, à vos
moments de loisirs, vous pouvez à
peu de frais, seul et sans maître,

ÉTUDIER PAR CORRESPONDANCE

L'ÉLECTRICITÉ LA T.S.F.

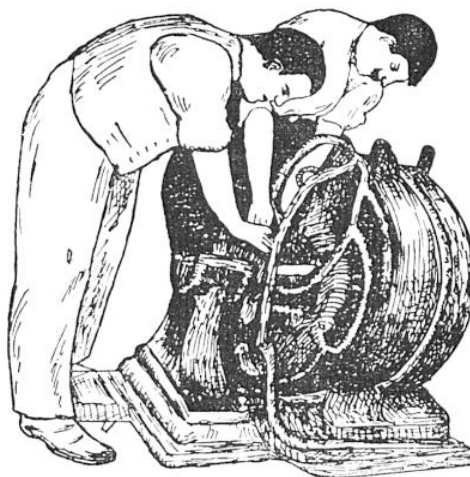
et devenir rapidement, suivant les connaissances que vous avez actuellement : **monteur, contremaître, dessinateur, conducteur, sous-ingénieur ou ingénieur**, dans l'électricité ou la T. S. F.

Ecrivez de suite à

l'Institut Electrotechnique

73, boulevard Pereire, PARIS

Section française et Section en langue russe



MONTEURS (20 leçons) PRIX (par leçon)..... 10 fr.	CONDUCTEURS (25 leçons) PRIX (par leçon)..... 12 fr.
CONTREMAITRES (33 leçons) PRIX (par leçon)..... 10 fr. <i>(Les contremaîtres doivent avoir suivi le cours de monteurs.)</i>	SOUS-INGÉNIEURS (20 leçons) PRIX (par leçon)..... 12 fr. <i>(Les sous-ingénieurs doivent avoir suivi le cours de conducteurs.)</i>
DESSINATEURS (20 leçons) PRIX (par leçon)..... 10 fr. <i>(Les dessinateurs doivent avoir suivi les cours de monteurs et contremaîtres.)</i>	INGÉNIEURS (20 leçons et 2 projets) PRIX (par leçon) : 15 fr. — (par projet) : 25 fr. <i>(Les ingénieurs doivent avoir suivi les cours de conducteurs et sous-ingénieurs.)</i>
COURS SUR PLACE : 10 fr. par leçon. - ATELIERS ET LABORATOIRES : 20 fr. par séance.	

AVANTAGES

DE LA MÉTHODE D'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE

- 1° Les élèves reçoivent les leçons autographiées du professeur, en même temps que leurs devoirs ;
- 2° Ils ne paient que les leçons qu'ils demandent. **Ils ne sont donc jamais engagés** (*Aucune école ne donne cet avantage.*)

N. B. — On peut souscrire à n'importe quelles leçons ; mais les diplômes ne sont remis qu'aux élèves ayant souscrit à toutes les leçons correspondant au diplôme envisagé.

Pour recevoir une ou plusieurs leçons, il suffit d'en adresser le montant à l'Institut.

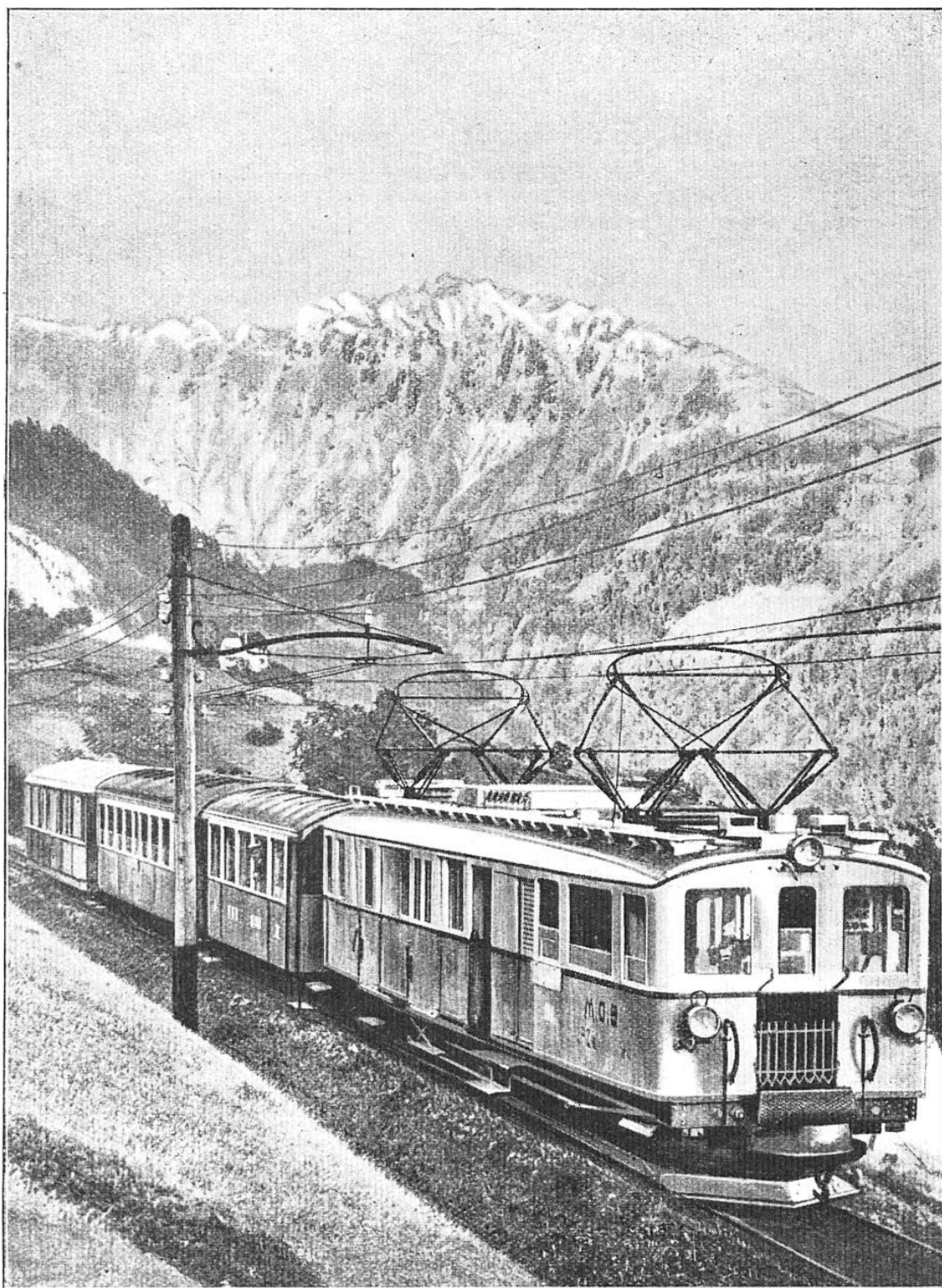
Envoi contre 1 fr. du programme complet et détaillé. Joindre à chaque lettre un timbre pour la réponse.

Les progrès réalisés depuis dix ans sur les chemins de fer.. .. .	J. Netter 347
	Ancien élève de l'École Polytechnique.
Pourquoi le Suédois Manne Siegbahn a-t-il obtenu le prix Nobel de physique ?	Marcel Boll 359
	Docteur ès sciences.
Où en est l'aviation anglaise ?	Général Niessel.. .. . 361
	Inspecteur général de l'Aéronautique.
Les travaux d'aménagement de la houille blanche vont-ils être suspendus en France ? (Conversation avec M. Marlio), rapportée par	Pierre Chanlaine 368
Les procédés industriels de synthèse pour l'obtention des produits azotés	Camille Matignon.. .. . 371
	Membre de l'Institut, professeur au Collège de France.
Le courant électrique peut être distribué automatiquement, à bas prix, pendant le jour et pendant la nuit..	Charles Brachet. 377
Trois siècles d'évolution des théories électriques (du XVI ^e siècle jusqu'à Hertz, 1888).	Albert Turpain 383
	Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.
Les animaux marins de nos colonies, sources de richesse pour la France	A. Gruvel 389
	Professeur au Muséum National d'Histoire naturelle.
La Suède, reine de la houille blanche.	André Jaeger 397
	Ingénieur des Arts et Manufactures.
Comment réaliser un bon éclairage ?	Jean Dourgnon 405
Pourquoi l'industrie automobile américaine est-elle la plus puissante du monde ?	A. Caputo 413
De l'utilisation des machines à statistiques pour l'organisation rationnelle des comptabilités industrielles et commerciales.. .. .	Ch. Dillemann 416
La T. S. F. et la vie	Joseph Roussel 419
La T. S. F. et les constructeurs	J. M. 424
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor.. .. . 425
A travers les Revues	S. et V. 429

Le prochain numéro de LA SCIENCE ET LA VIE (Décembre 1926) sera le numéro spécial de Noël. Il comprendra près de 300 pages et sera particulièrement attrayant. Nous ne saurions trop recommander à nos lecteurs de retenir, chez leur marchand habituel, ce numéro spécial, dont le prix est de 7 francs. Nos abonnés trouveront dans notre numéro de Décembre la table des matières du deuxième semestre 1926 ; ceux de nos lecteurs qui la désireraient pourront se la procurer, à nos bureaux, au prix de 1 franc, ou la recevoir franco contre 1 fr. 50 en France, et 2 fr. 50 à l'étranger.

Avec la saison d'hiver, « La Science et la Vie » commence sa deuxième série de Conférences Radiophoniques de vulgarisation scientifique, qui ont obtenu, l'an dernier, un si grand succès. Nos auditeurs auront le plaisir d'entendre, le lundi 8 novembre prochain, à 21 heures, M. Berget, professeur à l'Institut Océanographique, qui traitera le captivant sujet suivant : « La vieillesse et la mort de la Terre ». Cette conférence sera transmise par la station radiotéléphonique du « Petit Parisien » ; longueur d'onde : 333 mètres.

La couverture du présent Numéro représente un long train de marchandises muni du frein continu, qui permet d'effectuer les descentes en toute sécurité. (Voir l'article sur : Les derniers progrès réalisés sur les chemins de fer, à la page 347.)



LES NOUVELLES MOTRICES ÉLECTRIQUES SUISSES DE LA LIGNE MONTREUX-BERNE

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X* — Téléph. : Bergère 37-36

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

Copyright by La Science et la Vie, Novembre 1926. - R. C. Seine 116.544

Tome XXX

Novembre 1926

Numéro 113

LES PROGRÈS RÉALISÉS DEPUIS DIX ANS SUR LES CHEMINS DE FER

Par J. NETTER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Depuis bientôt dix ans, les chemins de fer français fournissent un effort considérable, non seulement pour reconstruire les réseaux et le matériel si éprouvés par la guerre, mais encore pour y apporter les perfectionnements techniques que le progrès moderne permet de réaliser. La France, qui, avant 1914, pouvait être fière de son réseau ferroviaire, avait inévitablement délaissé celui-ci pendant la période des hostilités. Nous avons pensé qu'à la fin de cette année 1926, il était opportun de dresser en quelque sorte l'inventaire des progrès réalisés par nos grandes compagnies, en ce qui concerne l'électrification, la vitesse des trains, le confort, la sécurité et la signalisation, le contrôle impératif et les réflexes professionnels, l'organisation des gares, l'amélioration de la traction, enfin le freinage continu des trains de marchandises. Ce dernier problème constitue l'un des plus importants, et de sa réalisation pratique dépendent l'intensification du trafic des marchandises et le meilleur rendement des transports français. Question capitale qui intéresse toutes les industries de la production. La Science et la Vie avait du reste exposé, au jour le jour, les perfectionnements accomplis dans certains de ces domaines, et la présente étude constitue, à la fois, une vue d'ensemble et une « mise au point », grâce à un exposé général qui montrera où nous en sommes en exploitation ferroviaire. Un tel article intéresse tous les lecteurs, car, aujourd'hui, tout le monde voyage et chacun est intéressé au meilleur rendement de nos transports par voie de terre comme par voie d'eau, rendement dont dépend, jusqu'à un certain point, le coût de la vie.

Le problème de l'électrification

PARMI les problèmes qui se posent dans l'exploitation des chemins de fer français, figure, au premier rang, celui de l'électrification. Un programme comportant l'équipement de 8.000 kilomètres de voies a été arrêté au lendemain de la guerre, en vue, surtout, de ménager nos réserves de charbon et aussi de diminuer le tribut que l'insuffisance de notre production houillère nous oblige de payer, chaque année, à l'étranger.

Le programme est en voie d'exécution, malgré les difficultés d'ordre financier que rencontrent les compagnies. Déjà l'usine

d'Eguzon, dans la Creuse, destinée à l'électrification partielle du réseau d'Orléans, envoie le courant jusqu'à Paris. L'équipement de la voie active jusqu'à Orléans se poursuivra, l'an prochain, jusqu'à Châteauroux. En même temps, la Compagnie du Midi aura achevé l'électrification de son réseau sous-pyrénéen et de la ligne de Bordeaux à la frontière d'Espagne, tandis que le P.-L.-M. équipera complètement la ligne de Culoz à Modane.

En Italie, on avait prévu, en 1919, l'électrification de 6.000 kilomètres de lignes ; mais les difficultés financières ont obligé à réduire successivement le programme à l'électrification de 4.000, puis de 2.700 kilo-

mètres seulement. A l'heure actuelle, 780 kilomètres sont équipés et 812 en voie d'équipement.

En Suisse, un programme comportant l'électrification de 1.928 kilomètres de lignes est en voie d'exécution et sera achevé avant la fin de 1928.

En Allemagne, l'électrification de 1.300 kilomètres de lignes est en voie d'achèvement. L'équipement de la ligne Salzburg-Munich-Stuttgart permettra, notamment, d'abréger d'une heure et demie le trajet de Paris à Vienne, qui exige, actuellement, vingt-sept heures. En Autriche, outre la ligne de l'Arberg, déjà électrifiée entre Innsprück et le tunnel, la section comprise entre le tunnel et la frontière suisse est en voie d'équipement, ainsi que les lignes du Salzkammergut. En Tchécoslovaquie, 470 kilomètres de lignes, aux environs de Prague, doivent être électrifiés incessamment.

Enfin, aux États-Unis, une grande partie des lignes du Chicago-Milwaukee, notamment celles qui franchissent les Montagnes Rocheuses et un certain nombre d'autres lignes, dans des districts particulièrement favorisés en ressources hydrauliques, sont déjà électrifiées ou en voie d'équipement.

L'électrification procurera aux voyageurs une grande augmentation de confort, puisqu'ils n'auront plus à souffrir de tous les inconvénients de la fumée. La durée des voyages sera aussi sensiblement abrégée, car les centrales électriques peuvent produire indéfiniment, sous forme de courant, toute l'énergie que les dynamos réceptrices sont susceptibles de transformer en travail moteur, tandis que les chaudières de locomotives, avec leur puissance de vaporisation limitée, ne sauraient fournir, d'une manière continue, la quantité d'énergie nécessaire aux machines pour maintenir les grandes vitesses sur de longues et fortes rampes.

L'électrification permettra donc d'augmenter notablement les vitesses de marche sur les lignes de montagne. Le maximum absolu de 120 kilomètres à l'heure, déjà réglementaire sur les lignes à vapeur, ne pourra, toutefois, pas être dépassé, si l'on ne veut pas accroître les risques de déraillement. Pour augmenter ce maximum, il aurait fallu, non seulement équiper électriquement les lignes, mais encore les reconstruire complètement et même modifier leur tracé. Toute courbe de rayon inférieur à 2 kilomètres devrait être évitée, comme l'ont établi les expériences faites à grands frais, quelque temps avant la guerre, sur la ligne de Marienfeld à Zossen, aux environs de Berlin, pour déter-

miner les caractéristiques d'une voie destinée à supporter le passage de trains électriques lancés à 200 kilomètres à l'heure. Mais il est probable que le coût démesuré de tels travaux serait tout à fait disproportionné avec les avantages économiques que procurerait un accroissement, même considérable, des vitesses, surtout dans des pays aussi peu étendus que la France.

Le maximum de vitesse de 120 kilomètres-heure n'est pratiquement dépassé dans aucun pays. Tout au plus pourrait-on citer certains express américains qui marchent à 122 kilomètres-heure sur quelques points de leur parcours et de rares cas où un express anglais a marché à 129 kilomètres sur plus de 20 kilomètres consécutifs.

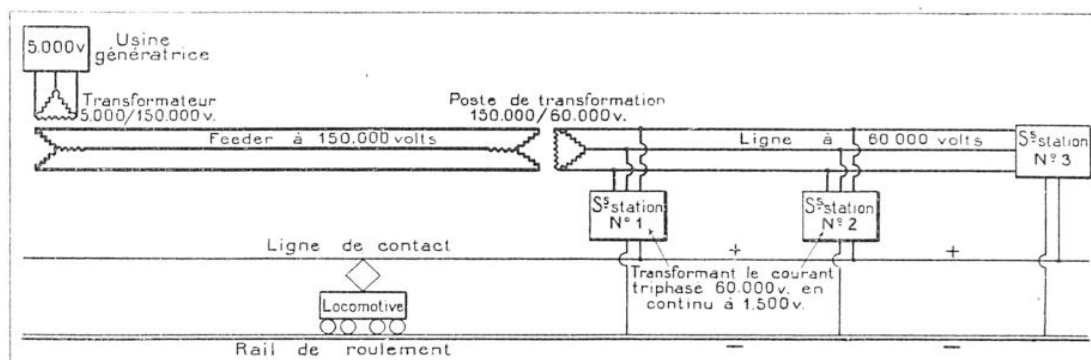
Les vitesses réelles et la vitesse commerciale

On ne saurait, évidemment, fixer au maximum de 120 kilomètres la vitesse réelle de marche, car le train doit arriver à l'heure et il faut, pour cela, que le mécanicien dispose d'une marge suffisante pour rattraper les retards dus aux incidents de route inévitables qui occasionnent des ralentissements, voire des arrêts.

Il faut aussi tenir compte de ce fait que le rail livre passage à des trains de toute nature : rapides brûlant presque toutes les stations, express en desservant quelques-unes, omnibus les desservant toutes, trains de marchandises enfin, lents ou accélérés. Arrivât-on même à uniformiser les vitesses de marche de tous ces convois, qu'ils n'en encombreraient pas moins les voies pendant un temps très variable, en raison du plus ou moins grand nombre de leurs stationnements. Or, pour marcher, sans danger, à grande vitesse, il faut trouver la voie libre sur de très longues distances. La vitesse commerciale des trains les plus lents a donc une répercussion évidente sur celle que l'on peut assigner aux plus rapides, de telle sorte que, pour accélérer ces derniers, il faudra successivement accélérer tous les autres.

Le problème déjà résolu pour les trains de voyageurs sera facile à résoudre pour les trains de marchandises, dès que ces derniers seront munis du frein continu et automatique, dont il sera question plus loin, mais faute duquel il serait extrêmement imprudent de tenter l'expérience.

Quant aux trains rapides eux-mêmes, dont le tonnage augmente chaque année, seule l'entrée en service de machines de plus en plus puissantes permettra, sinon d'augmenter leur vitesse commerciale sur les réseaux fran-



SCHEMA D'INSTALLATION ELECTRIQUE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS

çais où elle atteint déjà 90 kilomètres, du moins, de se rapprocher de cette vitesse sur les autres réseaux, malgré les difficultés du profil en long.

On arriverait ainsi à étendre sensiblement le nombre des relations à 300 ou 350 kilomètres, pouvant être desservies en quatre heures environ, c'est-à-dire dans un temps assez court pour permettre d'effectuer utilement le voyage aller et retour dans la même journée. Mais, pour atteindre dans des conditions analogues Lyon ou Strasbourg, à 500 kilomètres de Paris, il faudrait porter la vitesse commerciale à la limite extrême de 120 kilomètres, ce qui est impossible, ainsi que nous l'avons vu plus haut.

Quant aux relations avec la Côte d'Azur, s'il est permis d'espérer une réduction notable de la durée du trajet, actuellement voisine de dix-huit heures, il serait téméraire d'escamoter la réalisation d'un gain suffisant pour que le courrier de Paris puisse être distribué à Nice aux premières heures de la matinée. L'avion seul peut rendre aux Niçois le service qu'ils attendent vainement du chemin de fer, car, admirable pour le

transport de petits groupes de personnes, ce mode de transport s'est révélé excellent aussi pour l'acheminement ultra-rapide de la correspondance.

En définitive, du côté de la vitesse, nous devons surtout souhaiter le maintien et la généralisation des records détenus avant 1914, sans oublier même que, sous le second Empire, une simple locomotive Crampton remorquait déjà le train impérial de Paris au camp de Châlons, à la vitesse de 100 kilomètres. Il est vrai que la rame des voitures ne pesait guère plus que la locomotive.

Le tableau ci-dessous permet de comparer les vitesses commerciales réalisées en France avant la guerre et celles que l'on réalise aujourd'hui.

La plus grande vitesse commerciale réalisée en Allemagne est de 86 kilomètres, sur le parcours de 287 kilomètres qui sépare Berlin de Hambourg et qui est franchi en trois heures vingt minutes.

En Angleterre, l'express de Londres à Edimbourg, dénommé « Flying Scotchman », le train le plus rapide du Royaume-Uni, effectue le trajet de 635 km. 677 (395 milles)

RÉSEAUX	PARCOURS	VITESSES	
		1908	1926
		Kilomètres	Kilomètres
Nord	Paris à Calais (298 kilomètres)	89	99,5
Orléans	Paris à Bordeaux (582 kilomètres)	86,7	78,8
P.-L.-M.	Paris à Marseille (862 kilomètres)	82,9	69
Est	Paris à Belfort (443 kilomètres)	81,7	78,8
Midi	Bordeaux-Bayonne (198 kilomètres)	76,2	65
Ouest	Paris-Le Havre (228 kilomètres)	82,9	73,5
État	Paris-Royan (563 kilomètres)	75,2	72
Alsace et Lorr.	Avricourt-Strasbourg (90 kilomètres)		62

TABLEAU DES VITESSES COMMERCIALES COMPARÉES SUR LES RÉSEAUX FRANÇAIS

en huit heures quinze minutes, soit à la vitesse commerciale de 77 kilomètres à l'heure.

Aux États-Unis, le train le plus rapide, dénommé « 20th Century Limited », effectue le trajet de New-York à Chicago, soit 1.574 kilomètres, en vingt heures, c'est-à-dire à la vitesse de 78 km. 700 à l'heure. Mais il s'agit là d'un train spécial de grand luxe. On sait que dernièrement le Paris-Calais, dénommé la « Flèche d'Or », a effectué le voyage à 100 kilomètres à l'heure.

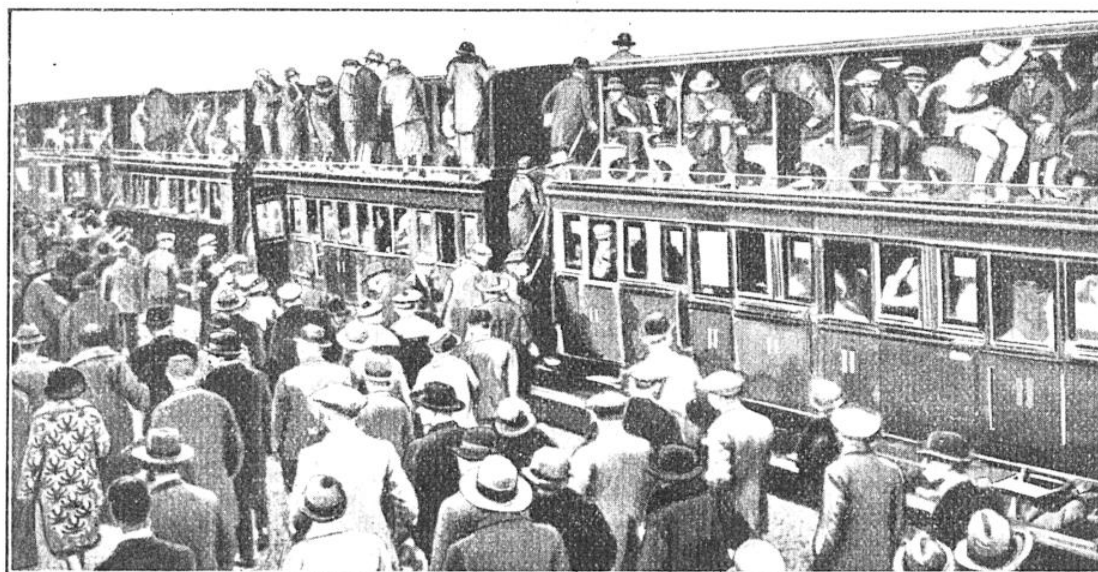
Toujours plus vite et plus confortable

Voyager toujours plus vite, plus confort-

des gens de même condition sociale que la sienne.

En Allemagne, les compartiments de deuxième classe n'ont, généralement, que six places et sont plus confortables. Aux États-Unis, il n'existe, en dehors des voitures de luxe, qu'une seule classe. En Angleterre, il n'y a pas de voitures de deuxième classe ; on y trouve seulement des premières et des troisièmes classes.

Les voyageurs de première classe disposent déjà, pendant le jour, de sièges profonds et bien garnis ; la nuit, moyennant un supplément de prix assez minime, ils trouvent des



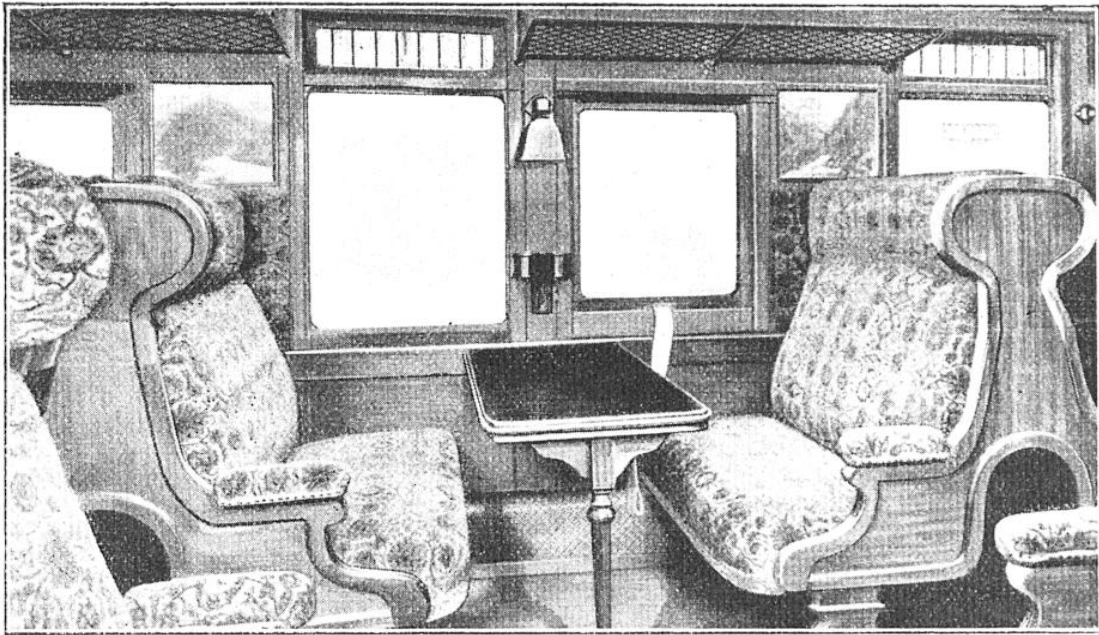
LE DÉPART D'UN TRAIN DE BANLIEUE, A PARIS, AVANT LA MISE EN SERVICE DES TRAINS ÉLECTRIQUES, MONTRE LE PEU DE CONFORTABLE OFFERT AUX VOYAGEURS

tablement et moins cher, sont les trois désirs primordiaux du public. On ne peut, hélas ! augmenter le confort qu'au prix d'un accroissement du poids des véhicules et, par conséquent, des frais de traction. Le public doit donc sagement limiter son ambition à la satisfaction de besoins raisonnables.

Au point de vue du confort, il ne serait, sans doute, pas très coûteux d'aménager les voitures de troisième classe comme celles de deuxième classe : la suspension, le châssis, la caisse, l'éclairage, le chauffage, les W.-C., sont déjà les mêmes ; les dimensions de la place offerte varient peu ; les garnitures des sièges et des dossiers diffèrent insuffisamment pour justifier l'écart considérable entre le prix des places. En France, le voyageur de deuxième classe paie, somme toute, fort cher la coquetterie qu'il met à ne se frotter qu'à

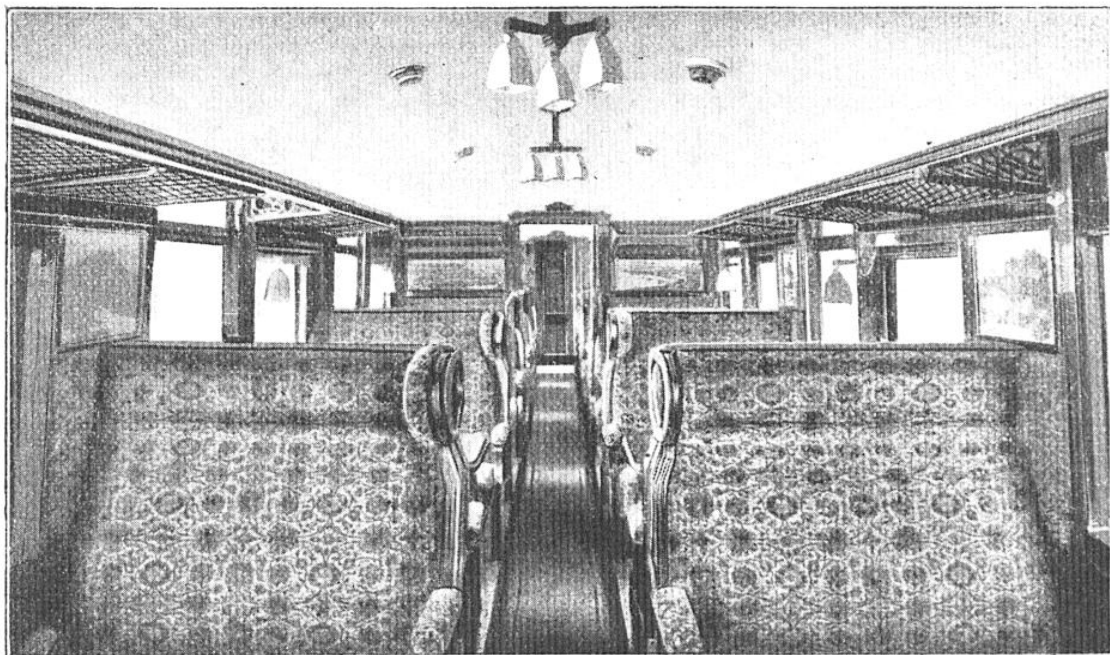
couchettes bien aménagées. On a cherché à étendre aux deux autres classes le bénéfice de la couchette, mais on s'est heurté à de sérieuses difficultés, car leur aménagement, qui fait déjà perdre deux places sur six en première classe, en fait perdre quatre sur huit en deuxième et troisième classes, à moins de se résigner à établir trois couchettes superposées comme en Russie et, tout récemment, en Allemagne.

La couchette n'offre, d'ailleurs, un sérieux intérêt que dans des pays très étendus où les déplacements pour affaires exigent souvent des voyages d'une durée de plusieurs jours consécutifs. C'est pourquoi le *Pullman Car* est l'objet, aux États-Unis, de la faveur d'un public très entendu, tandis que nos *sleeping* constituent plutôt un matériel de luxe, réservé à une clientèle restreinte et même



COMPARTIMENT D'UNE VOITURE DE TROISIÈME CLASSE DE LA « LONDON MIDDLELAND AND SCOTTISH COMPANY » (ANGLETERRE)

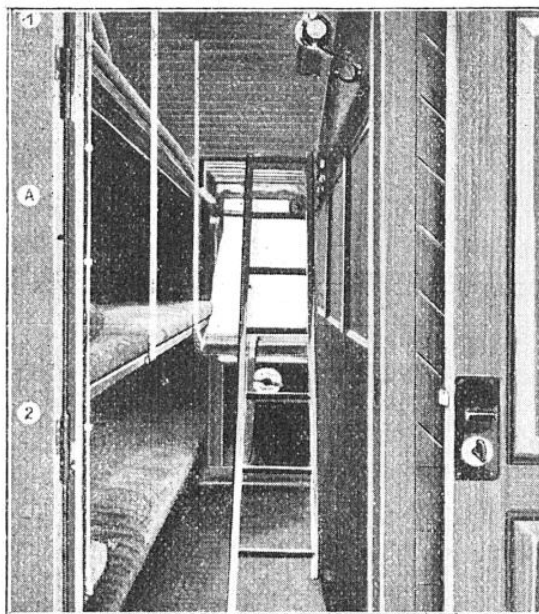
En Angleterre, il n'existe pas de voitures de deuxième classe, mais seulement des première et troisième classes. Il ne faut donc pas trop s'étonner de voir, en troisième classe, un confortable voisin du luxe. Il faut surtout remarquer la commodité du couloir central, l'aération des compartiments et l'heureuse disposition de la table mobile située entre les banquettes.



PERSPECTIVE D'UNE VOITURE DE TROISIÈME CLASSE, AVEC COULOIR CENTRAL ET CONSTRUITE ENTIÈREMENT EN ACIER

quelque peu privilégiée, car elle est loin de payer intégralement la valeur du service rendu. Les voitures les plus récentes de la Compagnie internationale des Wagons-Lits et des grands express européens pèsent, en effet, 54 tonnes pour seize voyageurs transportés, tandis que les voitures de première classe ne pèsent pas 44 tonnes et offrent quarante-deux places. Le poids mort par place est donc plus que triple pour les sleeping que pour les premières, alors que le prix du voyage est loin d'atteindre le double de celui des premières classes.

En résumé, nous pouvons envisager, pour la prochaine décade, la mise en service exclusive de voitures à intercommunication entièrement métalliques, de construction identique pour les trois classes, pesant, environ, 44 tonnes et ne se différenciant que par les aménagements intérieurs : largeur des compartiments, profondeur et largeur des places, inclinaison plus ou moins grande du dossier des sièges, enfin largeur du couloir. En rognant quelques centimètres sur chacun de ces éléments, on arrive, en effet, à aménager dans des caisses de mêmes dimensions sept compartiments de première classe à six places, huit



COMPARTIMENT DE TROISIÈME CLASSE AVEC COUCHETTES (ALLEMAGNE)

On distingue les trois couchettes superposées ainsi que l'échelle qui permet d'y accéder facilement.

compartiments de deuxième classe ou neuf de troisième classe, offrant respectivement huit places.

C'est l'Office central d'étude du Matériel de chemin de fer qui a arrêté définitivement les caractéristiques de ces nouvelles voitures, dont la construction se poursuit au fur et à mesure des besoins.

Ce que coûtent les voyages en chemin de fer dans les différents pays

Il est très difficile, avec les fluctuations du change, de comparer les prix des places dans les divers pays. Dans ceux dont la devise est particulièrement dépréciée,

les prix subissent d'ailleurs d'assez fréquentes variations. Le tableau ci-dessous indique, exprimé en francs suisses, le prix des places dans les pays à monnaie saine.

Ces prix s'entendent pour un voyage effectué par train express en troisième classe, sauf en Allemagne où il existe des quatrième classes dans des trains omnibus, à vitesse accélérée. Comme il existe aussi des tarifs dégressifs avec les distances, nous donnons les prix pour 100, 300, 500, 800 et 1.000 kilomètres.

En France, les voyages coûtaient, en francs-papier, en juillet 1926, environ trois

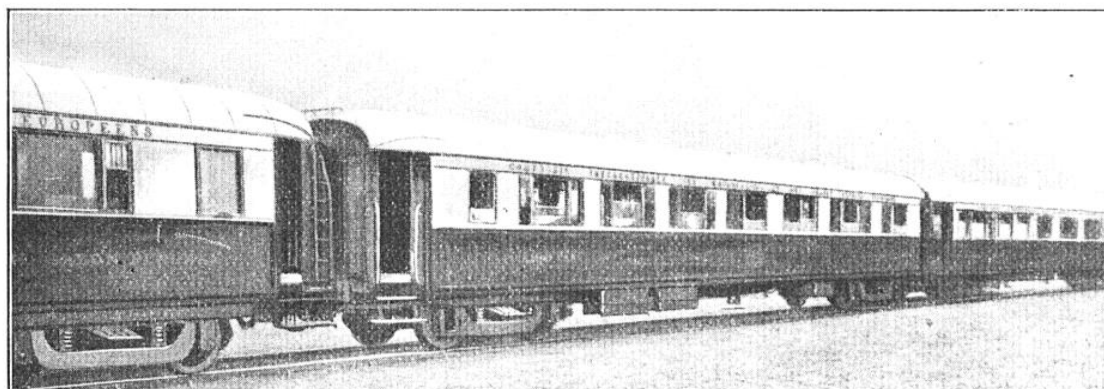
KILOMÈTRES	100	300	500	600	1.000
	Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.
Allemagne (4 ^e classe).....	4 07		proportionnel		
— (3 ^e classe).....	5 55		—		
Autriche (3 ^e classe)	5 55	13 46	21 50	33 20	39 05
Suède (3 ^e classe)	10 37	20 74	28 34	37 32	42 85
Suisse (3 ^e classe)	8 50	20 »	32 »	»	»
Hollande (3 ^e classe).....	7 65	19 45	»	»	»
Angleterre (3 ^e classe)	9 87		proportionnel		
États-Unis (classe unique)	11 50		—		

TABEAU COMPARATIF DU PRIX DES PLACES EN FRANCS SUISSES DANS LES PAYS À MONNAIE SAINE

fois le prix payé en 1914 en francs-or, de sorte que toute la partie de la population dont les ressources ont suivi la progression de l'indice économique, aujourd'hui supérieur à 5, voyage à un prix *relativement* beaucoup moindre qu'autrefois et peut se déplacer plus facilement, comme on le constate notamment au moment des vacances. Malheureusement, les dépenses d'exploitation suivent de très près l'indice général des prix, et la situation financière des compagnies s'aggraverait chaque jour davantage si l'on ne procédait à de fréquentes révisions des tarifs. A l'heure actuelle, une nouvelle majoration a porté le prix des places, en francs-papier, à quatre fois le prix perçu en

système qu'il faudra en resserrer les cantons et, par suite, le rendre automatique pour éviter qu'il devienne ruineux. Cette mesure laisse entrevoir toute une révolution dans la signalisation elle-même, car les seuls signaux qu'il soit aisé de faire commander automatiquement par les trains sont les *feux*, jusqu'ici employés uniquement comme signaux de nuit, mais qu'il est si facile d'allumer ou d'éteindre par le jeu d'un petit commutateur, de masquer ou de démasquer par le déplacement d'un écran minuscule.

Or, il y a longtemps que les télégraphistes militaires ont substitué la télégraphie optique au télégraphe aérien des frères Chappe, remplaçant ainsi le bras sémaphorique par le fais-



LES « PULLMAN-CARS » EN SERVICE SUR LA LIGNE PARIS-BIARRITZ

francs-or en 1914. C'est encore moins de la moitié du prix des voyages dans les pays à monnaie saine.

Deux points importants : la sécurité et la signalisation (1)

Au point de vue de la sécurité, on ne doit pas oublier que tout accroissement de la circulation est une cause d'accroissement de la fréquence des accidents. Il est donc raisonnable d'exiger que les mesures de sécurité suivent pas à pas la progression du trafic, afin que la proportion des accidents n'augmente pas. En pareille matière, toutefois, tel principe qui se sera montré excellent dans une situation déterminée, pourra se révéler tout à fait insuffisant en présence d'un changement, parfois même minime, de cette situation. C'est ainsi qu'à Paris un accroissement relativement faible de la circulation des voitures, qui était déjà près de sa limite, vient d'exiger l'organisation d'une véritable signalisation dans les rues.

A peine aura-t-on généralisé le bloc-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, Juin 1926.

ceau lumineux issu d'une lampe placée au foyer d'une lentille. Les ingénieurs américains n'ont fait qu'imiter leur exemple en appliquant ce système aux signaux de chemins de fer.

Aux longs bras sémaphoriques, aux cocardes des signaux aériens ronds ou carrés, ils ont substitué le subtil faisceau lumineux, en ayant soin simplement de placer la lampe au foyer d'une lentille à échelons (lentille de Fresnel) aussi mince au milieu que sur les bords, ce qui évite une trop grande absorption des rayons centraux. Ce faisceau, dirigé vers l'amont, assez étroit pour rester très intense, est, néanmoins, suffisamment étalé pour être aisément aperçu en courbe. Dans la pratique, il s'est révélé visible en plein jour d'aussi loin et souvent mieux que les meilleurs signaux aériens.

Aussi l'emploi de signaux lumineux, visibles le jour comme la nuit, s'est-il déjà développé beaucoup aux États-Unis et commence-t-il à se répandre en Angleterre et en France. Les applications déjà faites sur les réseaux

de l'État et de Paris à Orléans ont été excellemment décrites dans le numéro de juin 1926 de *La Science et la Vie*. Il existe actuellement, en France, près de cinq cents signaux lumineux remplaçant plus de mille signaux mécaniques. Aux États-Unis, il en est entré en service plus de 2.400 dans la seule année 1925. En Angleterre, ils se développent sur les chemins de fer de la banlieue de Londres.

Le manque de réflexes professionnels cause d'accidents : le contrôle impératif peut y suppléer

Nous venons à peine de généraliser la répétition des signaux sur les machines et il apparaît déjà que cette mesure gagnera à être complétée par l'adoption d'appareils agissant automatiquement sur les freins, car, si étrange que cela paraisse, il arrive que des mécaniciens, malgré l'avertissement du sifflet de leur propre machine, brûlent encore des signaux fermés. Cela tient, sans doute, à ce que les mécaniciens, en présence d'incidents de ce genre, sont privés du secours d'un réflexe professionnel.

Les réflexes professionnels sont des réactions motrices inconscientes qui font accomplir instinctivement aux agents les actes habituels de leur profession. Ils soulagent considérablement l'attention de tous les instants que, faute de leur secours, il faudrait apporter à l'accomplissement de ces actes.

C'est ainsi que le conducteur d'automobile, habitué à rencontrer des obstacles sur son chemin, fait, instinctivement, les manœuvres nécessaires pour les éviter.

De même, le Parisien, habitué à circuler au milieu de la foule sans jamais heurter personne, possède des réflexes spéciaux, qui manquent complètement au provincial.

Au contraire, lorsqu'il s'agit d'incidents rares, l'homme ne peut compter, pour les éviter, que sur sa *vigilance*, c'est-à-dire sur une attention exempte de toute défaillance et, par conséquent, incompatible avec la nature humaine.

Aucun réflexe professionnel ne vient alors au secours de l'attention. Heureusement, sur les chemins de fer, les incidents sont relativement rares, et la probabilité de leur coïncidence avec une défaillance de l'attention est très faible. Néanmoins, cette probabilité croîtrait avec l'intensité du trafic ferroviaire, si l'on n'arrivait pas à suppléer aux défaillances imputables au manque de réflexes professionnels. C'est pour ce motif que le bloc automatique par circuit de voie, d'une part, le contrôle automatique du train

par les signaux, d'autre part, devront recevoir, dans un avenir prochain, des applications de plus en plus étendues.

Le bloc par circuit de voie assure à la fois la fermeture automatique du signal derrière tout véhicule qui le franchit et le maintien de cette fermeture jusqu'à ce que le véhicule soit effectivement couvert par le signal suivant. On ne risque plus, dès lors, comme aujourd'hui, qu'une fraction détachée du train et restée en panne demeure dépourvue de toute protection par les signaux fixes, parce que le garde-sémaphore ne se sera pas aperçu de cet incident extrêmement rare : le passage d'un train incomplet.

En faisant agir directement les signaux sur les locomotives, on peut ensuite réaliser, entre la position du signal et celle des appareils de commande de la marche du train (régulateur et frein), des enclenchements analogues à ceux qui existent entre les signaux et les aiguilles, de sorte que le *contrôle impératif*, auquel est déjà soumis le service des aiguilles et qui assure la sécurité en cas de défaillance de l'aiguilleur ou de mauvais fonctionnement de l'aiguille, peut être étendu au service des machines et nous garantir contre les défaillances du mécanicien.

Aux États-Unis, on poursuit très activement la substitution au bloc manuel du bloc automatique électrique, système dans lequel les signaux de la voie sont actionnés et mis à voie libre par un courant permanent qui passe dans les rails. Vis-à-vis des signaux, des éclisses isolantes remplacent les éclisses ordinaires, de sorte que la voie se trouve divisée en cantons à l'entrée de chacun desquels existe un signal maintenu à voie libre par le courant électrique, mais qui tombe à la position de voie fermée dès qu'un essieu engagé dans le canton met le courant en court-circuit. Plus de 75.000 kilomètres de lignes sont déjà équipés avec ce système. Depuis quelques années, on s'efforce, en outre, de prolonger l'action du courant de voie jusque sur les machines, afin d'assurer, aux lieu et place du mécanicien qui n'obéirait pas aux indications du signal, un freinage automatique provoquant le ralentissement ou l'arrêt du train. Quarante-cinq sections de lignes, appartenant aux divers réseaux américains, ont déjà reçu des installations de ce genre.

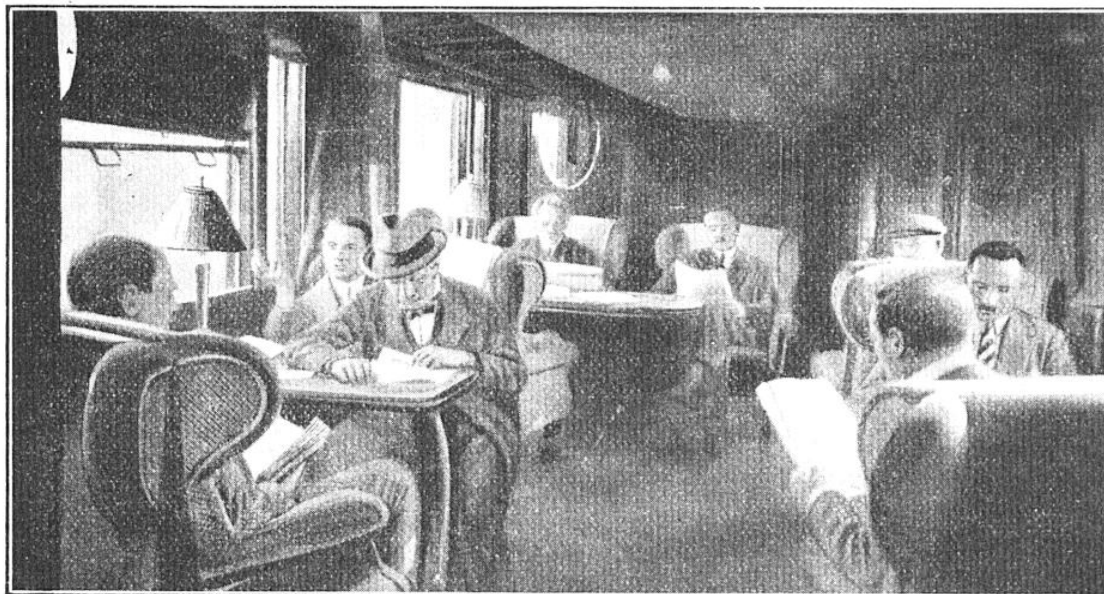
En France, le bloc automatique électrique fonctionne depuis de longues années sur le réseau du Midi et sur quelques sections de lignes d'autres réseaux ; mais son action est encore limitée à la commande des signaux de la voie.

La répétition du signal sur la machine telle que nous la pratiquons en France, même si on la complétait par des appareils du genre de celui dû à M. Rodolausse et que *La Science et la Vie* a décrit dans son numéro 65, novembre 1922, n'offrirait les garanties du *train control* américain que si les signaux eux-mêmes étaient directement actionnés par les trains. On sait que l'appareil Rodolausse a pour but, non seulement de répéter les signaux sur la locomotive, mais d'agir sur les freins et de limiter, à volonté, la vitesse des trains.

tissement par un signal acoustique, tel qu'un pétard.

Il ne suffit pas de proclamer que les mécaniciens doivent obéissance passive aux signaux pour qu'ils observent effectivement ceux qui se dressent inopinément devant eux : la vigilance humaine n'est pas infaillible.

Grâce à la répétition des signaux d'arrêt sur les machines, aujourd'hui réalisée sur tous les réseaux français, le nombre des collisions ou tamponnements de trains a subi une diminution très caractéristique et il n'est



L'INTÉRIEUR D'UN « PULLMAN CAR » EST UN VÉRITABLE SALON

En attendant la réalisation des perfectionnements énoncés, il faut appliquer des mesures transitoires de sécurité

Mais, avant que ces perfectionnements puissent être tous réalisés, il importe de réduire au *minimum* le nombre des circonstances où la sécurité peut être compromise par suite d'un simple manque de vigilance du mécanicien. A cet effet, il faut prendre le plus grand soin de prévenir celui-ci, soit avant la sortie du dépôt, soit en cours de route, chaque fois qu'il sera exposé à modifier la marche normale de son train, en raison de l'ouverture d'un chantier de réfection de la voie ou de tout autre incident connu à l'avance et qui motiverait, soit une déviation d'itinéraire, soit un arrêt ou un ralentissement du train. Cette précaution ne devra cependant pas dispenser d'appuyer le signal optique qui commande l'arrêt ou le ralentissement

pas douteux que la répétition des signaux de *ralentissement* aura une répercussion non moins heureuse sur le nombre des déraillements, en évitant ceux qui sont imputables à un excès de vitesse. D'ici là, on ne doit pas hésiter à appuyer par un pétard tout signal de ralentissement s'adressant à un train inopinément dévié de son itinéraire normal. Cette simple précaution eût très certainement évité les graves déraillements qui sont encore présents à toutes les mémoires, si l'on s'était placé depuis longtemps en face de cette vérité incontestable que la vigilance de l'homme a des limites, qui sont d'autant plus vite franchies que l'attention devient paresseuse lorsqu'elle est rarement sollicitée.

L'organisation des gares

L'enclenchement des aiguilles avec les signaux, grandement facilité par l'emploi

d'aiguilles commandées et verrouillées à distance par des procédés électriques ou électropneumatiques au moyen d'appareils concentrés dans un même poste, la généralisation de l'emploi de pédales destinées à immobiliser les aiguilles et à empêcher de les manœuvrer sous un train, contribuent à accroître chaque jour davantage la sécurité dans les gares.

En même temps, l'organisation de gares de triage judicieusement réparties sur chaque réseau et l'emploi de plus en plus répandu du *dispatching system* ont donné à l'exploitation des facilités nouvelles.

Les gares de triage permettent de débrancher les trains de marchandises qui y passent et de former, avec des wagons de toutes provenances, des trains directs, semi-directs ou omnibus, par lesquels ces wagons seront ensuite acheminés dans les meilleures conditions possibles vers leurs destinations respectives.

Le *dispatching system*, en mettant le chef du mouvement en relation personnelle avec tous les chefs de gare de sa circonscription, lui permet d'intervenir à chaque instant dans la marche des trains et des machines, et d'éviter ainsi un grand nombre de fausses manœuvres. Coiffé du casque de téléphoniste et parlant devant un appareil émetteur qu'il porte sur la poitrine, le chef du mouvement conserve les mains libres, soit pour écrire, soit pour actionner tel ou tel bouton

d'un tableau qui met immédiatement une pile en rapport avec un *sélecteur* convenable.

Dans chaque gare, un sélecteur spécial est branché sur la ligne électrique et il y a autant de sélecteurs différents qu'il existe de gares dans la circonscription et qu'il y a de boutons de commande sur le tableau.

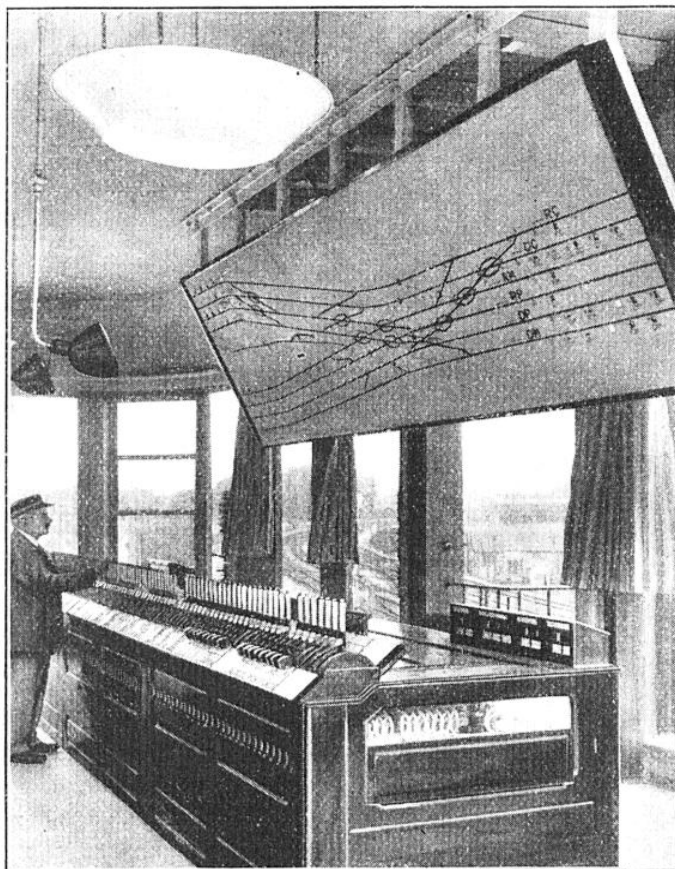
Pour faire retentir la sonnerie dans une gare, il suffit que le dispatcher agisse sur le bouton correspondant, ce qui a pour effet de mettre en circuit un sélecteur identique à celui de la gare. Ainsi le dispatcher, *seul à l'écoute permanente*, peut appeler un chef de gare quelconque, tandis qu'il suffit à celui-ci de se porter sur la ligne pour correspondre avec le dispatcher si ce dernier n'est pas déjà en conversation.

Libre de ses mains, le dispatcher écrit ses ordres en même temps qu'il les téléphone, et son correspondant les collationne avec lui, de sorte qu'il subsiste trace certaine des communications téléphoniques.

Les locomotives ont-elles aussi réalisé de sérieux progrès

Dans un récent article de *La Science et la Vie* (1), M. Richon, inspecteur principal du matériel et de la traction de la Compagnie du P.-L.-M., a déjà mis au point les progrès réalisés dans la traction à vapeur au cours des dernières années, laissant entrevoir ce

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 96, Juin 1925.



LA CABINE VITRÉE DE SAINT-DENIS OÙ SE TROUVENT LES ORGANES DE COMMANDE DES AIGUILLAGES

L'aiguilleur a constamment devant les yeux la répétition de ses manœuvres sur un plan à grande échelle où chaque aiguille, chaque signal est représenté par une lampe qui indique automatiquement la position de l'appareil correspondant.

que l'on peut attendre de l'entrée en ligne des locomotives à turbines.

En Amérique, on tend, actuellement, à augmenter le timbre de la locomotive en le portant de 16 à 24 kilogrammes. En Allemagne, on a même construit une locomotive dont la chaudière, divisée en deux parties, fournit de la vapeur à deux pressions différentes : la vapeur surchauffée à la pression de 60 kilogrammes, provenant de la première partie de la chaudière, est utilisée dans un cylindre à haute pression d'où elle sort à la pression de 15 kilogrammes, pour pénétrer dans les cylindres à basse pression en même temps que la vapeur surchauffée à 15 kilogrammes provenant de la deuxième partie de la chaudière.

Ce dispositif aurait l'avantage de procurer une notable économie de charbon.

Aux États-Unis, où l'on se préoccupe moins d'économie, on cherche surtout à accroître la force de traction en vue du démarrage de trains de plus en plus lourds et à augmenter la puissance de vaporisation de la chaudière en vue de rendre possible une vitesse plus élevée à la montée des rampes. Au cours de l'année 1925, une série de locomotives à trois cylindres, pourvues de chaudières de très grande puissance, sont entrées en service, munies d'un « booster », c'est-à-dire d'un bogie dont un essieu devient moteur lorsque le mécanicien admet de la vapeur dans un cylindre spécial. La tige du piston de ce cylindre agit, en effet, sur une bielle et une manivelle calée sur cet essieu, qui devient ainsi moteur dès que la vapeur agit sur le piston.

Un gros problème, c'est celui des freins

Chacun sait que, pour arrêter un train, il faut, non seulement fermer le régulateur, mais encore appliquer les sabots de freins sur les bandages des roues. Sur les trains de voyageurs, le mécanicien détermine lui-même cette application et en règle l'intensité au moyen du frein à air comprimé dont il

dispose. En cas de rupture d'attelages, ce frein fonctionne même automatiquement. Pour les trains de marchandises, sauf aux États-Unis et, tout récemment, en Allemagne, il n'en est pas ainsi : des agents, dénommés gardes-freins, répartis le long du convoi, sont encore chargés de ce service, et rien ne nous protège contre leurs négligences, notamment contre les conséquences redoutables des dérives, toujours à craindre sur les déclivités lorsque, les gardes-freins de queue ne s'étant pas aperçus, en temps utile, d'une rupture d'attelage, la rame détachée se met à dévaler la pente à une vitesse qui devient bientôt vertigineuse.

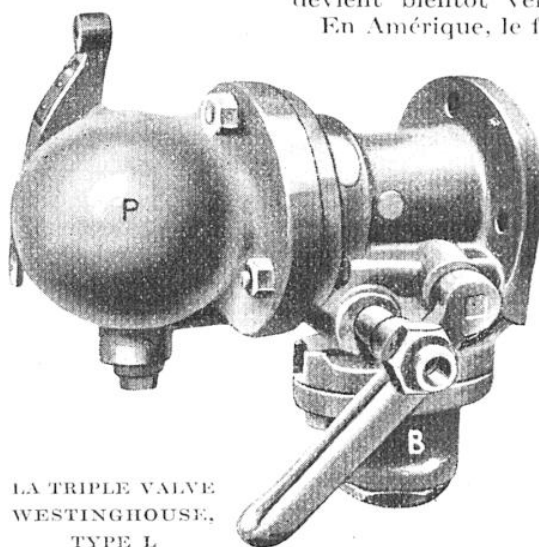
En Amérique, le frein à air comprimé des

trains de voyageurs a pu être appliqué sans modifications aux trains de marchandises parce que, dans ce pays, les véhicules, quelle qu'en soit la nature, sont pourvus d'un attelage automatique très robuste et toujours serré, et que, dans ces conditions, les réactions dues à l'inégalité du freinage des wagons de tête et des wagons de queue ne produisent pas trop de désordres dans le convoi.

Avec nos freins à vis, de tels désordres ne sont pas à craindre. D'un côté, en effet, l'action de la vis est lente et progressive

puisque il faut une trentaine de secondes pour la serrer à fond. D'un autre côté, l'ordre de serrer, lancé à coups de sifflet par le mécanicien, se propage à la vitesse du son, soit 340 mètres par seconde, et parvient à l'arrière du plus long train (1.000 mètres) moins de trois secondes après avoir été émis, c'est-à-dire bien avant que le frein de tête ait pu produire un effet appréciable. Il ne saurait, dès lors, exister, à aucun moment, de différence sensible de freinage entre véhicules de tête et véhicules de queue.

Pour doter nos trains de marchandises d'attelages lâches du frein continu et automatique, il a donc fallu commencer par donner à ce frein des propriétés analogues à celles du frein à vis et, pour cela, accroître la vitesse de propagation du freinage d'un bout à



LA TRIPLE VALVE
WESTINGHOUSE,
TYPE L

Cet appareil, qui a pour but de distribuer convenablement l'air comprimé dans les cylindres à frein, ne se distingue de la triple valve ordinaire que par la présence de la poche accélératrice P et de la boîte de réglage B.

l'autre du train et, en même temps, diminuer la vitesse de fonctionnement des freins automatiques.

Plusieurs systèmes furent envisagés avant la guerre : le frein à vide Clayton-Hardy, le frein à air comprimé à double conduite Westinghouse et, en 1914, le système Kunze-Knorr, que l'Allemagne adopta pendant la guerre. Cette nation doit, d'ailleurs, d'après le traité de Versailles, admettre sur ses lignes tout wagon muni de freins adoptés par les puissances alliées et munir son propre matériel de dispositifs lui permettant d'être incorporé dans les trains de ces puissances.

Comme les deux premiers systèmes, la solution allemande est caractérisée par des dispositifs permettant d'accélérer la propagation du freinage, de ralentir autant que de besoin le fonctionnement du frein et de reconstituer la réserve d'énergie nécessaire pour assurer ce fonctionnement en toutes circonstances, notamment à la descente des longues et fortes pentes. Pendant presque toute la durée de cette descente, il faut, en effet, maintenir les freins serrés, et, comme le frein en service sur les trains de voyageurs ne permet de reconstituer cette réserve que pendant le desserrage, il fallait trouver le moyen de remédier à cet inconvénient : l'emploi du vide (Clayton-Hardy), de la double conduite (Westinghouse) ou du double frein (Kunze-Knorr), fournissait bien ce moyen, mais au prix de sujétions que les compagnies françaises et, à leur suite, les réseaux des puissances alliées jugèrent inacceptables.

Aux États-Unis, on assure, en effet, la reconstitution de la réserve d'énergie sur les longues pentes en empêchant simplement l'air de s'échapper trop rapidement du cylindre à frein pendant le desserrage. Il suffit, pour cela, de tourner un robinet placé sur le tuyau par lequel se fait cet échappement, afin d'étrangler la section dudit tuyau. Dans ces conditions, la réserve d'énergie peut être complètement reconstituée avant que les freins aient eu le temps de se desserrer complètement. Pour adapter le frein des trains de voyageurs au service des trains de marchandises, il suffisait dès lors de compléter le frein par l'adjonction d'une *poche accélératrice* et d'une *boîte de réglage*.

La poche, ouverte à l'atmosphère lorsque le frein est desserré, se ferme automatiquement et se met en relation avec la conduite générale dès que le mécanicien, pour freiner, laisse l'air comprimé s'échapper de cette conduite, sur laquelle la poche exerce alors une véritable succion qui accentue, de proche

en proche, l'intensité de la dépression effectuée par le mécanicien.

La boîte de réglage est traversée par une canalisation à grand débit qui — tant qu'elle n'est pas bouchée — alimente le cylindre à frein, qu'une autre canalisation, celle-ci à faible débit, met d'ailleurs également en relation avec la réserve d'énergie. Dès que l'air comprimé, débité simultanément par les deux canalisations, est arrivé en quantité suffisante dans le cylindre à frein pour que la pression dans ce cylindre atteigne 1 atmosphère 6, ce qui suffit pour assurer l'application des sabots sur les roues avec léger serrage, la boîte de réglage se ferme automatiquement, interceptant la canalisation à grand débit, de sorte que le remplissage du cylindre à frein s'achève par la canalisation à faible débit, c'est-à-dire très lentement.

On voit que le freinage s'effectue ainsi en deux temps, correspondant le premier à une application rapide mais légère des sabots, le second à une augmentation lentement progressive du serrage.

La triple valve Westinghouse type L réalise très simplement ce programme, que l'on peut compléter, sur les wagons de grande capacité, par l'adjonction d'un dispositif destiné à freiner davantage le wagon chargé que le wagon vide. Un robinet spécial permet d'isoler ce dispositif lorsque le wagon est vide. Un autre robinet permet d'étrangler l'échappement lorsque l'on passe d'un pays de plaine à un pays de montagne.

Enfin, en substituant un boisseau percé de canaux appropriés au boisseau du robinet qui sert à isoler le dispositif destiné à freiner la charge, on permet l'insertion d'un wagon à marchandises dans un train de voyageurs en assurant l'harmonie des régimes de freinage.

C'est à cette solution que se sont ralliés les compagnies françaises et les réseaux des puissances alliées. Des essais, effectués au printemps dernier en Italie et sur la ligne du Gothard, en ont fait ressortir toute la valeur. Ils ont établi également que des wagons munis du frein Kunze-Knorr et des véhicules munis de la triple valve Westinghouse type L pouvaient entrer sans inconvénients dans la composition du même train. Nous ne pouvons, dès lors, rester plus longtemps en retard sur l'Allemagne dont tout le matériel est déjà muni du frein Kunze-Knorr, et il importe de ne plus perdre un instant pour rattraper notre retard, car l'avenir économique comme la défense de notre pays sont étroitement liés à la possession d'un matériel de transport aussi perfectionné que celui de nos voisins.

J. NETTER.

POURQUOI LE SUÉDOIS MANNE SIEGBAHN A-T-IL OBTENU LE PRIX NOBEL DE PHYSIQUE ?

Par Marcel BOLL
DOCTEUR ÈS SCIENCES

LES PRIX NOBEL sont, à juste titre, considérés comme une des plus hautes récompenses auxquelles puissent prétendre nos contemporains : en physique, en chimie, en médecine, en littérature et pour la paix. Depuis le jour où nous avons publié (*La Science et la Vie*, décembre 1925) la liste des précédents lauréats de physique et de chimie, l'Académie de Stockholm n'a décerné qu'un prix de physique, le prix de chimie de 1925 ayant été réservé à cette année-ci ou à une des prochaines. Nous nous ferons, d'ailleurs, un devoir de renseigner nos lecteurs sur les attributions ultérieures, en rappelant la biographie et les travaux des illustres savants qui seront distingués.

La vie de Siegbahn

La vie de Karl-Manné-Georg Siegbahn est purement scientifique : né en décembre 1886, à Örebro, il fut préparateur à l'Université de Lund en 1906, puis assistant en 1910. Après avoir passé sa thèse de doctorat (1911), il fut nommé professeur suppléant en 1915, puis professeur en 1920 ; s'il refusa de s'expatrier pour Prague, qui lui offrait une chaire en 1919, il accepta son changement pour une autre université suédoise, celle d'Upsale, où il est professeur depuis 1922.

Siegbahn est un expérimentateur éminent

Manne Siegbahn est, en physique, un expérimentateur bien plus qu'un théoricien, et un expérimentateur de tout premier ordre. Sa thèse de doctorat porta sur la mesure des champs magnétiques, et il publia ensuite des recherches sur les courants alternatifs, sur les câbles électriques, sur les membranes

vibrantes des téléphones et sur les appareils de mesures électriques, tous sujets qui — d'une manière indirecte, il est vrai — sont intimement liés aux applications industrielles. Dans l'intervalle, le physicien anglais Moseley, qui, au début de la guerre, trouva une mort déplorable aux Dardanelles, avait

découvert une relation fondamentale entre les nombres atomiques des divers éléments chimiques et la qualité des rayons X qu'ils sont susceptibles d'émettre. Frappé par la grande importance de cette loi, qui, désormais, est connue sous le nom de *loi de Moseley*, Siegbahn s'attacha aux études sur la spectroscopie des rayons X, laquelle présente un intérêt au moins aussi considérable que la spectroscopie de la lumière ordinaire.

Il est utile d'avoir présent à l'esprit l'ensemble des modalités de l'énergie rayonnante, ainsi qu'en donne une idée notre figure de la page suivante. Comme nous l'expliquons ici même il y a quelques mois (1), l'énergie rayonnante est due à la propagation, à travers l'espace, d'un champ électromagnétique oscillatoire, rapidement variable. En même temps que le nombre des vibrations par seconde, la « longueur d'onde » varie ; on se fait une image de la longueur d'onde en considérant, dans les vibrations élastiques de la matière, une vague avec le creux qui la précède (ou qui la suit) ; la longueur d'onde, c'est alors la *largeur* de la vague et de son creux. Comme, pour les ondes électromagnétiques, la vitesse de propagation est constante (dans le vide), — 300.000 kilomètres par seconde.

(1) *La Science et la Vie* : Qu'est-ce que la lumière ? Qu'est-ce que la couleur ? (février 1926).



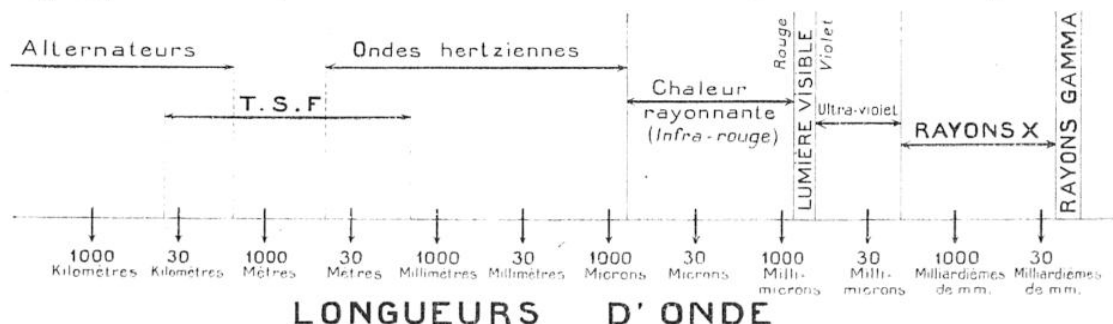
M. MANNE SIEGBAHN

— la longueur d'onde diminue quand le nombre de vibrations par seconde augmente.

La lumière ordinaire, avec ses multiples couleurs, fut de tous temps connue. Au début du siècle dernier, apparurent les premières radiations invisibles, qu'on appela l'infra-rouge et l'ultraviolet. Dans le dernier quart de ce même siècle, Hertz réalisa les oscillations électriques, qui permettent la radiotélégraphie et la radiophonie. Les rayons X et les rayons gamma, émis par les éléments radioactifs, sont les derniers venus, et on mit longtemps avant de pouvoir les rattacher

qu'il imagina, le physicien suédois obtint une très grande précision dans la détermination des longueurs d'onde des rayons X ; ses mesures portèrent sur près de huit octaves, c'est-à-dire sur près de huit fois autant de radiations qu'en comporte la lumière visible ; les longueurs d'onde s'échelonnaient entre un centième de millimicron et deux millimicrons (le millimicron est le millionième de millimètre). Ces recherches ont été publiées dans divers périodiques suédois, allemands et anglais.

Récemment, et comme conséquence des



LA PLACE DES RAYONS X PARMI LES AUTRES MODALITÉS DE L'ÉNERGIE RAYONNANTE

Les rayons X, sur lesquels Manne Siegbahn a apporté de si importantes précisions, occupent un domaine huit fois plus étendu que celui de la lumière visible ; ils correspondent à un nombre de vibrations de beaucoup de trillions par seconde.

avec certitude aux autres ondes électromagnétiques. Aujourd'hui, l'énergie rayonnante s'étend sur une soixantaine d'octaves, sans aucune interruption, depuis les découvertes du Français Holweck et de l'Américain Nichols.

Il s'attacha à la spectroscopie des rayons X

On sait que les rayons X (découverts, il y a à peu près trente ans, par l'Allemand Röntgen) prennent naissance lorsqu'on dirige sur un obstacle, appelé *anticathode*, un faisceau d'électrons animés de grande vitesse ; et c'est la nature de cette anticathode qui détermine la caractéristique essentielle, plus précisément la « longueur d'onde » des rayons X ainsi produits. Manne Siegbahn construisit des tubes à rayons X, tant en métal qu'en verre, en les pourvoyant d'anticathodes *interchangeables*, qui peuvent contenir tous les solides connus. Grâce à ces tubes et grâce, aussi, au spectrographe à vide

précédents travaux, Siegbahn et ses élèves s'occupèrent de la réfraction et de la dispersion anormale des rayons X, ce qui eut pour effet de montrer une analogie encore plus intime de la lumière et des rayons X. Les lecteurs pourront se reporter, à ce sujet, à l'article publié par Siegbahn dans le *Journal de Physique et le Radium* (1925), organe de notre *Société française de Physique*, dirigé par Paul Langevin.

Tout cela représente un labeur scientifique considérable, et l'Académie Nobel eut raison d'attirer sur son auteur l'attention du grand public et des savants non spécialistes de la physique. Qu'on se souvienne que les rayons X partent des couches profondes de l'atome, et on se rendra compte des retentissements que de telles recherches peuvent avoir sur notre connaissance de plus en plus parfaite de la matière et des perspectives qu'offre cette connaissance pour l'asservissement de la matière à nos besoins.

MARCEL BOLL.



OU EN EST L'AVIATION ANGLAISE ?

Par le Général A. NIESSEL

INSPECTEUR GÉNÉRAL DE L'AÉRONAUTIQUE

La Science et la Vie poursuivant la série d'études relatives à l'aviation étrangère afin de faire connaître à ses lecteurs où en sont, dans ce domaine, les grandes nations du monde, nous avons demandé au général Niessel, — l'une des personnalités les plus éminentes de l'aviation militaire française — d'exposer ici l'état actuel de l'aviation anglaise à la suite de son voyage à Londres, où il fut reçu officiellement par les autorités britanniques.

Au lendemain de la guerre, l'Angleterre, rassurée contre le danger maritime et aérien allemand, et désireuse de rétablir son équilibre budgétaire, réduisit toutes ses dépenses. En ce qui concerne son aviation, elle liquida le matériel et ne conserva qu'un très petit nombre d'escadrilles. L'*Air Ministry*, créé avant la fin de la guerre et réunissant sous sa direction l'aviation militaire et l'aviation navale, était capable de se charger, par surcroît, de l'aviation civile à peu près inexistante. L'unité d'impulsion qui en résulta, se traduisit d'abord par le souci d'établir une solide infrastructure (terrains, établissements, écoles pour la préparation du personnel, études techniques), en prévision du moment où l'aviation ouvrirait de nouveau ses ailes. Disons tout de suite, pour n'y plus revenir, que toutes les installations anglaises d'aviation sont d'un aménagement irréprochable, d'une propreté méticuleuse, que le personnel de tout grade y jouit d'un confort qu'envieraient nos officiers. Ce cadre, à la fois agréable et pratique, est pour une bonne part dans les beaux résultats obtenus.

L'*Air Ministry* : Son organisation

L'*Air Ministry* est sous la direction du secrétaire d'Etat de l'Air, assisté d'un sous-secrétaire d'Etat. Il comprend quatre départements, dirigés respectivement par :

Le *Secretary of the Air Ministry* ;

Le *Chief of the Air Staff* (chef de l'état-major de l'Air) ;

L'*Air Member for Personnel* (questions de personnel) ;

L'*Air Member for Supply and Research* (ravitaillement et recherches).

Les six personnages forment l'*Air Council*, analogue au Conseil de l'Amirauté. Les deux premiers sont des hommes politiques ; le troisième, un haut fonctionnaire ; les trois derniers, des militaires. Parmi ceux-ci, l'*Air Chief Marshal* Trenchard, chef de l'état-major de l'Air, est le chef indiscuté de l'aviation militaire.

Mais, si l'*Air Ministry* a réuni nominalement toute l'aviation sous son sceptre, la Marine a protesté à maintes reprises que sa technicité spéciale exigeait un personnel aérien spécial. Elle a obtenu, peu à peu, que la *Fleet Air Arm* (aviation navale) disposât de personnel appartenant à la Marine, et que les dépenses engagées pour elle fussent inscrites au budget de la Marine, qui les délègue à l'*Air Ministry*, tout comme chez nous la Guerre et la Marine délèguent leurs crédits de matériel à notre sous-secrétariat de l'Aéronautique.

Les services techniques de l'*Air Ministry*

L'*Air Ministry* a en main tous les services techniques. Les études et contrôles du matériel se font à Farnborough, par les



LE GÉNÉRAL A. NIESSEL

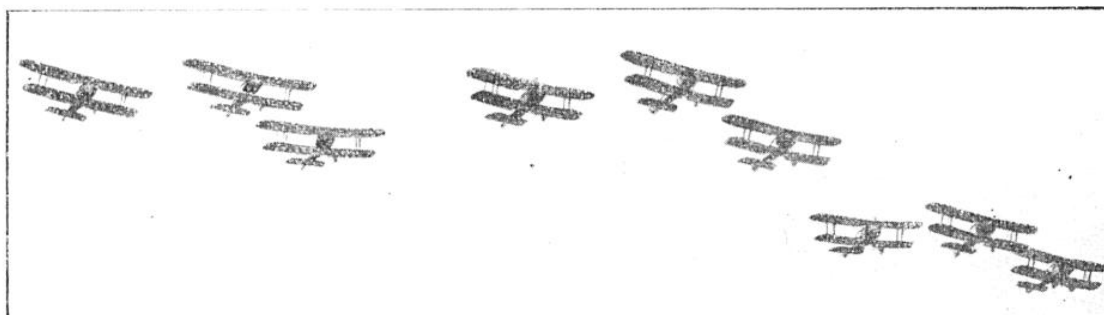
soins du *Royal Aircraft Establishment* et de l'*Experimental Section*, à South Kensington, par ceux de l'*Air Ministry Laboratory*. Notons, cependant, que les commissions d'expérience (*Experimental Establishment*) de l'*Air Force* et de la Marine restent séparées, la première à Martlesham, et la seconde à Felixtowe. L'état du matériel, dont nous parlerons plus loin, montre que ces divers établissements font de bonne besogne.

Ce que demande l'opinion anglaise

L'opinion anglaise demande à son aviation militaire, *Air Force* et *Fleet Air Arm*, une sécurité analogue à celle que lui procure la marine, et à son aviation civile d'assurer les

La position insulaire de l'Angleterre fait qu'elle ne craint pas une invasion immédiate de son territoire. Si elle porte la guerre au dehors, son armée de terre étant peu nombreuse au début, a besoin de peu d'aviation d'observation. Le gros de son *Air Force* serait employé à des missions indépendantes au même titre que la marine. Il est donc logique qu'il se compose presque exclusivement d'escadrilles de bombardement, qui opéreront contre le territoire ou la flotte ennemis, et d'escadrilles de chasse, pour empêcher les escadrilles de bombardement ennemies d'arriver sur l'Angleterre, ou pour leur infliger, du moins, des pertes graves.

Et, de fait, nous y voyons : 11 escadrilles



ESCADRILLE DE CHASSE EN FORMATION NORMALE COMPORTANT TROIS PATROUILLES DE TROIS AVIONS, CHACUNE EN V, ET ÉCHELONNÉES ENTRE ELLES EN V

liaisons impériales et commerciales avec les Dominions et les colonies.

L'aviation militaire de la métropole

L'aviation militaire n'a pas à satisfaire aux mêmes besoins en Angleterre et en France.

Nous sommes exposés — l'histoire le montre — à l'invasion de notre territoire par notre frontière continentale. L'aviation militaire française doit donc combiner étroitement ses opérations avec celles de l'armée : son premier rôle est de renseigner l'armée, pour que celle-ci puisse agir en connaissance de cause. Notre aviation d'observation, calculée selon les besoins de l'armée, comporte de nombreuses unités. Nous avons une aviation de chasse pour protéger notre aviation d'observation et entraver l'aviation ennemie. Nous avons une aviation de bombardement pour coopérer à la bataille en agissant sur les points sensibles de l'ennemi, nœuds de communications et usines de guerre, et pour être prêts, si, comme dans la dernière guerre, l'ennemi s'en prenait à nos villes et à nos populations, à user envers lui de représailles.

de chasse et 11 escadrilles de bombardement de l'armée active, toujours prêtes à marcher, auxquelles il faut joindre six autres escadrilles de bombardement : 2 de la *Special Reserve Air Force* (1) et 4 de l'*Auxiliary Air Force*, ce qui fait, au total, 17 escadrilles de bombardement.

A côté de ces 28 escadrilles, nous trouvons seulement 4 escadrilles de « coopération avec l'armée », c'est-à-dire d'observation.

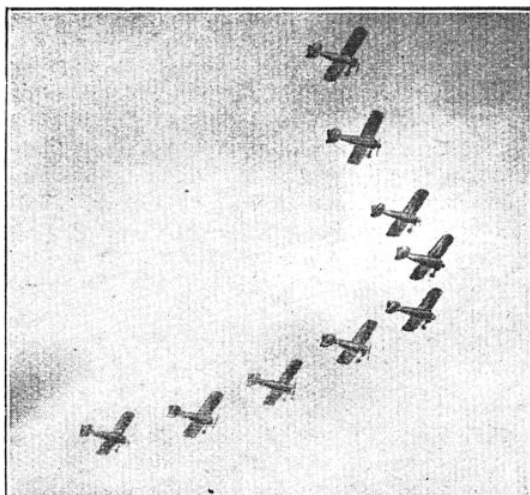
Mentionnons l'existence d'avions militaires de transport, capables de porter vingt passagers en plus de leur équipage de quatre hommes : ils rendent des services multiples.

Comment l'Angleterre a développé son aviation militaire outre-mer

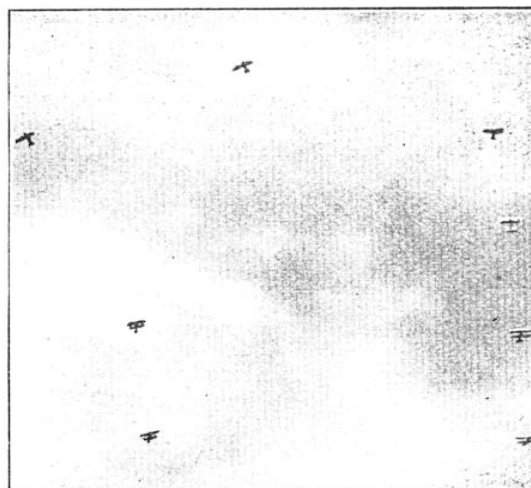
On ne sera pas surpris d'apprendre que l'Angleterre a outre-mer une sérieuse portion de son aviation militaire :

En Mésopotamie : 8 escadrilles (6 de

(1) La *Special Reserve Air Force* et l'*Auxiliary Air Force* ne disposent, en temps de paix, que d'une partie de leur personnel. Leur mobilisation présenterait certaines difficultés et ne serait pas immédiate.



ESCADRILLE DE CHASSE EN V. LA PATROUILLE CENTRALE DE TROIS AVIONS EST EN V ; LES AUTRES SONT ÉCHELONNÉES VERS L'ARRIÈRE ET L'EXTÉRIEUR



ESCADRILLE DE CHASSE EXÉCUTANT DES ACROBATIES COMMANDÉES PAR SON CHEF AU MOYEN DE LA RADIOTÉLÉPHONIE. ON VOIT QUE LES AVIONS SONT TRÈS DISSÉMINÉS

bombardement, 1 de chasse, 1 de coopération avec l'armée) ;

Aux Indes : 6 escadrilles (2 de bombardement, 4 de coopération avec l'armée) ;

En Egypte : 3 escadrilles (2 de bombardement, 1 de coopération avec l'armée) ;

En Palestine : 1 escadrille de coopération avec l'armée ;

A Aden : une demi-escadrille de coopération avec l'armée.

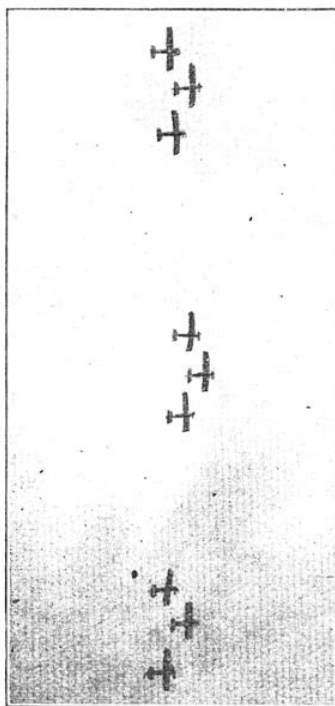
On voit que la proportion d'aviation d'observation est singulièrement plus élevée qu'en Angleterre, sauf en Mésopotamie, où, pour permettre à l'aviation de

remplir un rôle de police politique, la proportion du bombardement reste très élevée. Ajoutons que les gros avions de bombardement y servent fréquemment à des transports de personnel et même de petits détachements de troupe.

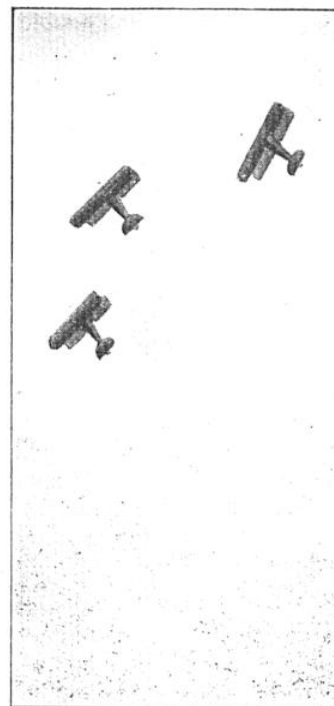
L'aviation navale dépend également de l'Air Ministry

L'Air Ministry n'a pas voulu abandonner complètement l'aviation navale, malgré les reprises exercées par la Marine dans ce domaine.

L'Air Force a donc conservé 2 *flyghts* (fraction d'escadrille comprenant qua-



ESCADRILLE DE CHASSE EN LIGNE DE PATROUILLES DE TROIS AVIONS, CHACUNE EN V



PATROUILLE EXÉCUTANT DES ACROBATIES AU COMMANDEMENT

tre ou cinq appareils) de *Naval cooperation* pour les opérations sur les côtes.

Mais, à côté, la *Fleet Air Arm*, servie par la Marine, en possède 22, qui seront soit embarqués sur les navires porte-avions ou sur les bâtiments de combat, soit employés à la défense des côtes.

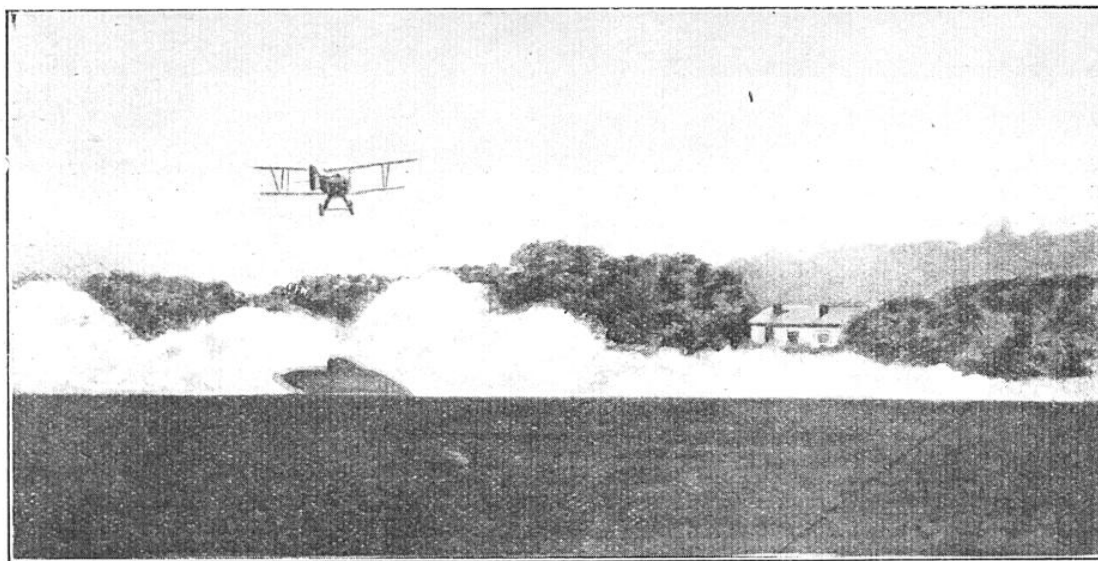
Les avions embarqués sur navires porte-avions s'envolent du pont de ces bâtiments et s'y reposent comme sur un terrain d'atterrissage.

Sur les bâtiments de combat, où cette plate-forme fait défaut, les hydravions sont

qui prend d'autant plus de temps qu'on a une aviation plus importante.

Actuellement, les avions anglais mis en service depuis 1924 sont pourvus de moteurs de 380 à 450 C. V., analogues à ceux mis en service en France vers la même date. Signalons parmi eux un avion de bombardement monomoteur de 650 C. V. dont est munie une escadrille ; 8 des escadrilles de chasse, 7 des escadrilles de bombardement sont munies de modèles datant de 1924 ou plus jeunes.

Le modèle de chasse le plus ancien est un



ATTAQUE D'UN TANK A LA BOMBE PAR UN AVION DE CHASSE VOLANT BAS

lancés au moyen d'une catapulte, mais ils sont obligés d'amerrir ; on les repêche quand ils doivent rentrer à bord.

Les observateurs de la *Fleet Air Arm* appartiennent à la marine. Ils sont préparés à leur rôle dans une école spéciale, à *Lee on Solent*, école dirigée par du personnel de l'*Air Force*, mais qui reste distincte de celle chargée du même rôle pour les officiers de l'*Air Force* et qui fonctionne à Carlshot.

Tout le personnel embarqué, y compris les pilotes et les mécaniciens, appartient à la marine.

Le matériel : Les appareils actuellement en service

Les progrès en aviation vont très vite. Mais, en temps de paix, on ne passe à un nouveau matériel que s'il marque un incontestable progrès, et, pour des raisons d'économie, il faut user le matériel existant, ce

Sopwith de 230 C. V. seulement ; les avions plus anciens de bombardement sont des bi-moteurs de Haviland et Vickers-Vimy de 350 ou 400 C. V.

L'Angleterre doit avoir actuellement en chiffre rond : 620 avions de guerre de l'*Air Force*, 110 avions et hydravions de guerre de l'*Air Force* et de la *Fleet Air Arm*, effectivement en service. Il y faut ajouter les appareils de remplacement existant en magasin et de nombreux appareils d'école ou d'instruction.

Parmi ces derniers, mentionnons-en un très intéressant, le « Moth » (moteur Cirrus à 4 cylindres en ligne de 65 C.V.), qui emporte quatre heures d'essence, deux hommes d'équipage, exécute toutes les acrobaties, et vient de gagner la Coupe du Roi dans une course de 2.300 kilomètres. Il a été très remarqué à notre concours de tourisme, à Orly, en août dernier.

Comment l'Aviation anglaise a formé son personnel

L'*Air Force* est un corps jeune, mais son chef, l'*Air Chief Marshall* Trenchard, a déjà su lui donner des traditions de tenue, de belle attitude militaire, de précision et d'application dans toutes les parties du service, qui en font un ensemble donnant l'impression d'une cohésion et d'une solidité peu communes.

de Halton (1), pour des cours qui durent trois ans et comportent, outre la technique et la pratique des métiers nécessaires à l'aviation, une large place accordée à l'instruction générale. Ils doivent ensuite douze ans de service dans l'aviation comme sous-officiers ; quelques-uns parmi eux deviendront *warrant-officers* (contrôleurs ou officiers d'administration). On conçoit la valeur d'un personnel ainsi préparé.



ÉVOLUTION SIMULTANÉE DE QUATRE ESCADRILLES DE BOMBARDEMENT

En principe, le personnel pilote est officier. Tous ceux de rang élevé ont fait la guerre dans l'aviation. Beaucoup sont passés depuis par les cours de l'*Air Staff College* d'Andover, analogue aux cours d'état-major de l'armée et de la marine. Les jeunes sortent du *Royal Air Force Cadets College* de Cranwell et proviennent des établissements d'instruction secondaire, à l'exception de quelques sujets de choix puisés dans les cours de mécaniciens. Pourtant, on trouve déjà quelques sous-officiers pilotes dans les escadrilles, et on en forme, en ce moment, pour servir de moniteurs de pilotage.

Les mécaniciens, élément modeste mais essentiel, sont admis à l'âge de quinze ou seize ans à la *School of technical Training*

Les électriciens sont formés à l'*Electrical and Wireless School* de Flower Down, d'après les mêmes procédés ; leur instruction technique est tout à fait remarquable.

Ce personnel, tout entier de carrière, bien payé, logé avec confort, bien vêtu, se sentant entouré de la considération publique, instruit avec un soin méticuleux, confiant dans son matériel bien entretenu, constitue un outil militaire d'une rare valeur professionnelle et conscient de cette valeur.

Cette valeur professionnelle a été mise en relief au cours de la grande fête annuelle de

(1) On en reçoit 500 par trimestre, soit 3.000 en tout, présents à l'école. Faute de place, Halton n'en a que 2.000, et les 1.000 autres sont instruits à Cranwell, près du *Cadets College* ; ils iront à Halton dès que les casernements nécessaires seront construits.

l'aviation militaire, le *Display* de Hendon, donné en présence de la famille royale, du Parlement, des personnalités les plus distinguées de l'Angleterre et de dizaines de milliers de spectateurs enthousiastes. Cette année, près de 200 avions y ont pris part, exécutant des vols d'escadrille groupée, des évolutions de 4 à 6 escadrilles, des exercices de tout genre, réglés au moyen de la téléphonie sans fil et par le chef d'escadrille, dont des haut-parleurs répétaient à la foule les commandements, des attaques d'objectif au sol par des avions de chasse, etc. sans que le moindre incident se produisît. Les escadrilles entières s'envolaient ou se posaient d'un bloc avec une précision parfaite.

Notons que ce travail d'équipe est le résultat, non seulement des bonnes méthodes de l'aviation anglaise, mais de l'éducation de la nation, résultant de la pratique traditionnelle des sports d'équipe. L'*Air*

Chief Marshall Trenchard ne cherche pas à former des « as » : il veut une bonne moyenne de service, comme celle des pilotes de l'escadrille Pulford qui a fait le magnifique voyage Le Caire - Le Cap - Le Caire - Angleterre, et dont les membres ont été présentés au roi le jour du *Display*, après avoir, eux aussi, évolué et exécuté un atterrissage collectif impeccable.

Cette précision de pilotage est un des traits caractéristiques de l'aviation anglaise qu'il était intéressant de signaler.

L'aviation civile se développe rapidement

L'aviation civile est dans les mains d'un officier très entendu, le *Vice Air Marshall* Sefton Branker, qui, après avoir exécuté de nombreux voyages de reconnaissance en avion sur les futures lignes de navigation,

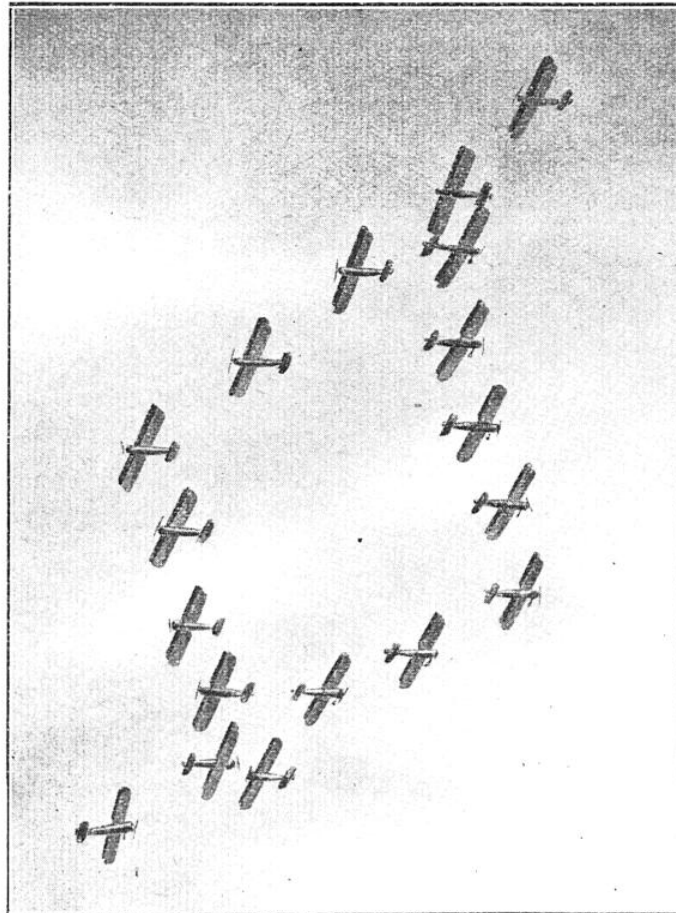
croit fermement à l'avenir de l'aviation commerciale et pousse énergiquement à son développement. Mais il est retardé par les questions pécuniaires, car, en Angleterre comme partout, l'aviation commerciale ne peut pas encore se passer de larges secours de l'Etat.

Celui-ci a passé marché avec l'*Imperial Airways*, à qui il accorde un subside d'un million de livres, réparti sur dix ans, à condition que ses avions parcourent, dans n'importe quelle partie du monde, 1 million de milles par an.

Voilà six ans que des lignes commerciales

conduisent d'Angleterre sur le continent, vers Paris, Cologne et Berlin. L'étude de leur trafic a fourni de précieux renseignements. Mais le gain de temps procuré par ces lignes est peu de chose en comparaison de ce qui sera réalisé sur de plus longs parcours.

L'aviation civile anglaise veut relier la métropole aux Indes. Le *Civil Aviation Advisory Board* a envisagé diverses routes à travers l'Europe pour arriver à Bagdad, d'où, en suivant les côtes du golfe Persique, on gagnera Karachi, puis Calcutta à tra-



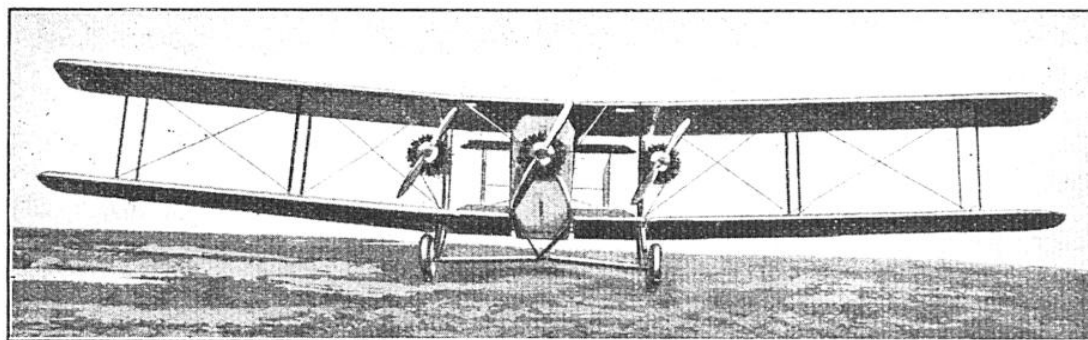
EVOLUTION D'ESCADRILLES. DEUX ESCADRILLES DE BOMBARDEMENT SE CROISENT, L'UNE, SURVOLANT L'AUTRE

vers l'Inde, et, au delà, Rangoun, Bangkok, Singapore, et, enfin, en passant par les îles de la Sonde, l'Australie et la Nouvelle-Zélande. Une partie de ces parcours devra être accomplie en hydravion à cause des grandes étendues de mer. Mais l'Angleterre renonce à ouvrir dès maintenant la totalité de cette ligne, non seulement à cause des dépenses, mais plus encore à cause des difficultés diplomatiques de l'entente à établir entre de nombreux peuples, à intérêts souvent opposés.

On a donc cherché ce qu'on pouvait faire en restant sur territoire anglais ou soumis à l'influence anglaise, et choisi comme point de départ l'Égypte, où arrivent assez rapi-

On envisage aussi la liaison avec l'Égypte, les Indes et les Dominions du Pacifique, au moyen de grands dirigeables rigides, qui feraient le voyage avec très peu d'escales, soit par l'itinéraire général indiqué plus haut, soit en piquant directement du golfe Persique sur Colombo et l'Australie. Mais la technique des grands rigides est des plus délicates, et il n'est pas encore certain que le premier voyage d'essai vers l'Égypte puisse être tenté cette année.

Quoi qu'il en soit, les vues de l'*Air Ministry* en matière de navigation aérienne sont vastes et à longue portée. L'Angleterre a dû sa puissance actuelle à ce que sa marine de guerre a la maîtrise de la mer, et y



L'AVION COMMERCIAL « ARGOSY »

Il est pourvu de trois moteurs « Jaguar » et peut transporter vingt passagers.

dement les courriers maritimes. Depuis 1921, un service de quinzaine a été établi par l'aviation militaire entre l'Égypte et Bagdad, et il fonctionne avec une parfaite régularité. Il est actuellement question de le remplacer par un service civil, allant, pour commencer, d'Égypte à Karachi. On l'aurait voulu hebdomadaire, moyennant un subside spécial de 100.000 livres par an pendant cinq ans accordé à l'*Imperial Airways*; la Trésorerie met, comme condition à ce subside, la suppression d'une des escadrilles de Mésopotamie. L'Égypte, la Palestine, l'Irak et la Perse coopéreront à l'œuvre, en aménageant en partie les aéroports nécessaires. Les difficultés de dépannage dans les régions désertes du golfe Persique ont déterminé les représentants de l'*Airways* à employer sur ce parcours des tri-moteurs pour éliminer les chances de panne : le surcroît de dépenses, résultant de ce type d'avion, a forcé à n'avoir, au début, qu'un service de quinzaine. En somme, la question n'est pas encore sortie du domaine des études, sauf pour la liaison Égypte-Bagdad.

trouve partout des bases où se ravitailler et se réparer. Il faut à l'*Air Force* les mêmes facilités de déplacement dans le monde entier; c'est aux lignes aériennes commerciales courant à travers tout l'Empire à lui en donner le moyen.

De même, l'industrie de construction aéronautique anglaise doit devenir capable de rendre à l'Empire les mêmes services industriels et économiques que celle des constructions navales. Sir Sefton Branker souhaite (1) que, « dans un avenir rapproché, des milliers d'avions construits en Angleterre volent sous pavillon anglais dans toutes les parties du monde. Ainsi, dit-il, nous créerons automatiquement une réserve d'usines anglaises, de pilotes, de mécaniciens, de radiographes, d'avions et de moteurs disponibles pour ce pays, tout comme l'industrie des constructions navales a fait en 1914. » Ainsi, l'aviation civile, autant que l'*Air Force*, doit être un des éléments essentiels de la puissance anglaise.

GÉNÉRAL A. NIESEL.

(1) Conférence publiée dans le *Journal of the Royal United Service Institution* (numéro de mai 1926).

LES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DE LA HOUILLE BLANCHE VONT-ILS ÊTRE SUSPENDUS EN FRANCE ?

Par Pierre CHANLAINE

Les quotidiens ayant annoncé que les grands travaux en cours pour l'installation de la houille blanche, en France, étaient à peu près arrêtés par suite de la crise financière, La Science et la Vie a tenu à recueillir l'opinion de M. Marlio, président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, afin de lui faire préciser ce qu'il fallait penser de cette information.

ARRÊTÉS ? On ne peut pas dire, assure M. Marlio, que les travaux faisant partie du programme prévu le soient complètement. Mais ils subissent un ralentissement inquiétant. L'industrie de la houille blanche traverse une période critique, qui pourrait bien lui être fatale, si des mesures n'étaient pas prises.

La crise financière et la houille blanche

« D'abord, plus que toutes les industries, la nôtre est touchée par la crise financière, car les charges du capital sont, chez elle, énormes, et celles de l'exploitation, insignifiantes. Je précise. Voici une industrie de bonneterie ou de mécanique. Dans la répartition des charges, on compte à peu près 20 % pour le capital. Le reste (80 %) est attribué aux frais d'exploitation. Dans l'industrie hydraulique, c'est l'inverse. Les charges du capital atteignent sensiblement 90 %, tandis que celles de l'exploitation ne dépassent pas 5 à 10 %. En un mot, nos usines coûtent extrêmement cher à établir, mais, quand elles sont en service, il suffit quelquefois de quelques hommes pour les faire marcher.

« Cela étant posé, pensez que la hausse du prix de l'argent, la nécessité d'en employer beaucoup, nous mettent dans une

situation infiniment plus difficile que les autres industries. Les prix de nos constructions, en maçonnerie, sont cinq et six fois plus élevés que ceux de 1914. D'autre part, le loyer de l'argent, au lieu de se limiter,

comme à cette époque, à 4,5 ou 5 %, est passé à 11 et 12 %. Ce qui revient à dire que, pour faire exécuter un même travail, une société qui, en 1914, aurait dépensé 10 millions et versé à ses commanditaires un intérêt de 500.000 francs, devrait, à l'heure actuelle, engager 50 millions, pour lesquels elle devrait payer aux banques 6 millions annuellement.

« Nous avons donc à rémunérer des capitaux cinq ou six fois plus importants qu'avant 1914 et à un taux triple. En sorte que les charges provenant du capital sont de quinze à dix-huit fois plus fortes qu'avant la guerre. Et nous sommes dans l'impossibilité de nous procurer les dizaines, les cinquantaines de millions qui nous seraient nécessaires. Les banques sont devenues inaccessibles. Tout le monde sait, d'autre part, que le placement d'obligations dans le public, autrefois épargnant, est devenu impossible.

« C'est ce qui explique que les investissements faits chaque année, en France, pour l'équipement des chutes d'eau aient diminué



M. MARLIO

régulièrement, si on les évalue non pas en francs-papier, mais en francs-or.

« Il y a eu, en 1914, environ 300 millions de francs-or utilisés dans des constructions de chutes d'eau. Pendant les trois années qui se sont écoulées entre 1919 et 1922, ce chiffre est tombé à 130 millions de francs-or, annuellement. En 1925, il n'a pas dépassé 70 millions de francs-or. Ces chiffres seuls mettent en lumière, avec leur navrante cloquence, la crise épouvantable que traverse notre industrie.

Les conséquences de la chute de l'argent sur le développement de la houille blanche en France

« Pour apprécier l'effort financier, d'après des documents récents, on peut constater que les capitaux investis en Italie sont passés de 507 millions de lire-or en 1914, à 1.897 millions de lire-or en 1924, soit 5.226 millions de lire-papier, tandis qu'en France les totaux, accumulés, d'émission des sociétés de distribution d'électrochimie et d'électrometallurgie atteignaient, en 1913, 962 millions de francs-or et, en 1925, 3.903 millions de francs-papier. Il y a lieu, toutefois, de tenir compte que les statistiques françaises et italiennes ne sont pas absolument comparables, les statistiques françaises comprenant non seulement les sommes dépensées pour l'aménagement des chutes, mais également celles investies dans les usines de transformation, électrochimiques et électrometallurgiques, dont l'importance est assez grande, tandis qu'elle est assez faible en Italie.

« Si nous mettons maintenant en parallèle le nombre des kilowatts installés dans les deux pays, on comptait, en France, en 1914, 750.000 kilowatts installés, contre 870.000 kilowatts en Italie, c'est-à-dire une sensible égalité. Aujourd'hui, ils sont de 1.300.000 kilowatts en France, contre 1.900.000 en Italie.

« Et voici encore une constatation plus pénible. Après la guerre, plusieurs grandes commissions s'étaient réunies pour envisager les possibilités offertes à l'industrie des forces hydrauliques, et aussi pour élaborer un programme général d'extension de cette industrie. On s'était arrêté à un certain nombre de chiffres, que je ne vous rappellerai pas. Je veux mentionner, toutefois, qu'on pensait — et cela à la suite de calculs précis — pouvoir équiper en dix ans des usines produisant 2.500.000 kilowatts. Or, il y a sept ans de cela, et nous sommes bien en dessous de la moitié de ce

chiffre. Il y a, sur le nombre de kilowatts installés à la fin de la guerre, un accroissement relativement très faible et qui n'est dû qu'à la réalisation de projets déjà en train avant la guerre ou pendant la guerre.

Pourquoi l'industrie des forces hydro-électriques reste-t-elle stationnaire en France ?

« Bien des causes interviennent, mais surtout celle-ci : l'Italie n'a aucune mine de charbon. Elle est obligée d'importer la totalité de celui qu'elle utilise. Or, il n'en est pas ainsi en France. Bien mieux ! Dans les conditions actuelles, lorsque l'industrie électrique a le choix entre une usine thermique et une usine hydraulique, la première a généralement la préférence, car, chez nous, elle est souvent plus avantageuse à construire. Depuis 1919 jusqu'à 1924 inclus, l'énergie hydraulique installée est passée de 850.000 kilowatts à 1.300.000 kilowatts. Pendant le même temps, l'énergie thermique installée a progressé de 600.000 kilowatts à 3.200.000 kilowatts. Notez qu'au point de vue de l'intérêt général bien compris, au point de vue de la mise en valeur de nos ressources économiques, c'est une erreur, car le charbon consommé épuise la mine, tandis que l'eau qui coule n'épuise pas le glacier.

« Autre raison. Il y a eu en Italie, vis-à-vis des constructeurs de chutes d'eau et des apporteurs d'argent, une politique beaucoup plus encourageante que chez nous. En France, les impôts qui se sont multipliés sur les titres et la propriété mobilière, sous quelque forme qu'elle se présente, ont réagi très défavorablement — vous vous en doutez — sur les initiatives qui étaient prêtes à surgir. A l'heure actuelle, notez que les impôts diminuent en Italie. En sommes-nous à ce stade en France ?

« Pourtant, la loi de 1919, qui est chez nous la charte des industries hydroélectriques, est excellente dans son principe. Mais elle n'est pas appliquée comme nous l'avions pensé au début et, sans nul doute, comme le législateur a voulu qu'elle le fût. Les charges imposées au profit des collectivités locales (départements, communes, etc.) sont lourdes. Et les subventions prévues sont à peu près réduites à rien, à cause de la situation financière actuelle. N'oubliez pas, puisque nous mettons en parallèle la situation de la France et celle de l'Italie au sujet de la houille blanche, que la législation d'après-guerre, chez nos voisins, a prévu et accordé aux industriels des exemptions

d'impôts et des concours en argent importants par kilowatt-heure installé.

« Les industriels français qui se sont spécialisés dans l'installation d'énergie hydro-électrique, ont été émus par la situation que je viens de vous signaler. Ils ont décidé d'y chercher des remèdes. Et c'est ainsi qu'est né le III^e Congrès international de Grenoble, qui s'est tenu pendant l'Exposition de la Houille blanche.

Les remèdes à la situation présente.

« D'abord, il est évident que, dans les circonstances actuelles, il est impossible de demander à l'État, sur le budget annuel, des efforts importants. On s'est donc contenté de lui demander des subventions pour les grands barrages-réservoirs, qui régularisent la production du courant sur toute une série d'usines et qui doivent fournir des bénéfices collectifs. Par exemple, le barrage du Chambon, sur la Romanche, et celui de Serre-Ponçon, sur la Durance.

« D'autre part, certaines de nos entreprises comportent des travaux s'échelonnant sur quatre ou cinq ans ; nous avons alors demandé à l'État, pour nous mettre à l'abri du change, de nous autoriser à transformer momentanément la monnaie instable, qui nous sert à pourvoir à leur exécution, en devises étrangères. Nous aurions ainsi la certitude de mener à bien nos entreprises, et nous pourrions ensuite reconverter en francs les devises non utilisées.

« Nous avons examiné également s'il n'y aurait pas possibilité de faire jouer le plan Dawes dans des proportions modérées, mais intéressantes. Les prestations en nature qui nous sont fournies par les industriels allemands pour le compte de l'État français, seraient pour nous des subventions indirectes qu'il ne faut pas dédaigner, si l'État donne aux industriels des modalités de remboursement avantageuses.

« D'autre part, nous avons demandé instamment que l'on fit, pour les chutes d'eau, c'est-à-dire pour l'équipement d'une partie du domaine national, ce que l'on a fait pour les constructions nouvelles, c'est-à-dire une exemption d'impôts pendant les dix ou quinze premières années d'existence de

ces chutes. C'est encore ici le système italien. Le budget n'aurait rien à y perdre, puisque cette exemption d'impôts ne porterait que sur les chutes nouvelles, dont on ajourne actuellement l'exécution, et qu'elle faciliterait, au contraire, la naissance d'une matière imposable très importante.

« Enfin, tout dernièrement, un projet de loi, établi par M. de Monzie, nous a apporté, en même temps qu'un évident réconfort, de très grandes espérances. Il propose d'établir un prélèvement de 5 % sur la consommation du courant employé à l'éclairage en France, de manière à constituer une masse annuelle. Cette masse servirait à intensifier, sur l'ensemble du territoire, la construction de chutes d'eau et de lignes de transport de force à haute tension. Elle serait répartie, sur l'avis conforme de commissions compétentes, par le ministre des Travaux publics. On pourrait ainsi compter sur une somme annuelle approximative de 200 millions, qui nous permettrait, à tous, de poursuivre la réalisation de travaux projetés depuis longtemps, et dont l'exécution est d'un intérêt capital pour l'avenir économique du pays.

« Notez que l'État a un intérêt vital à diminuer l'importation du charbon. D'ailleurs, s'il nous apporte son aide sous une forme quelconque, il travaille pour lui-même, puisque, depuis la loi de 1919, les travaux d'aménagement de chutes d'eau ne sont plus autorisés que sous la forme de concessions, qui doivent, ultérieurement — au bout d'une période de soixante-quinze années, dans la plupart des cas — lui revenir, et sur le bénéfice desquelles il prend sa part.

« En un mot, ainsi que je viens de vous l'exposer, il n'y a pas reculé, mais ralentissement très net. Les projets d'électrification des chemins de fer sont momentanément abandonnés, les compagnies ne trouvant pas elles-mêmes l'argent nécessaire. Un emprunt est difficile lorsque l'argent se dépense, mais ne se place pas. Il faut donc attendre que le projet de Monzie ait été accepté et espérer en des jours meilleurs qui ne peuvent pas ne pas venir. »

PIERRE CHANLAINE



LES PROCÉDÉS INDUSTRIELS DE SYNTHÈSE POUR L'OBTENTION DES PRODUITS AZOTÉS

Par Camille MATIGNON

MEMBRE DE L'INSTITUT, PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

Le Congrès scientifique pour la production de l'ammoniaque, qui s'est tenu dernièrement à Biarritz, a mis à l'ordre du jour la question de l'azote et des produits azotés. On sait l'importance capitale que présente l'azote tant pour l'agriculture que pour la fabrication des poudres et explosifs. Les sources naturelles d'azote — seules primitivement exploitées — ne sont malheureusement pas inépuisables, car les gisements de nitrates sont peu répandus et ne se renouvellent pas. Les chimistes se sont efforcés et ont réussi dès 1910 à produire, par voie de synthèse, les combinaisons azotées dont l'agriculture et l'industrie ne sauraient se passer. Aussi le développement de véritables et gigantesques usines-laboratoires dans tous les pays a été si rapide que nous pouvons être désormais rassurés sur l'avenir de la production des dérivés azotés. Les méthodes nouvelles, en permettant la fabrication industrielle à grand rendement de ces produits, ont transformé et déplacé « le marché de l'azote », au grand profit des nations européennes et de la France en particulier. Nous avons demandé à notre éminent collaborateur M. Matignon, qui a attaché son nom à la chimie de l'azote, d'exposer à nos lecteurs comment a été résolu l'un des plus beaux problèmes de la chimie moderne appliquée à l'industrie.

Comment Lavoisier découvrit l'azote

DANS ses expériences célèbres sur la composition de l'air, Lavoisier a reconnu qu'après l'absorption de l'oxygène, il restait un gaz, occupant environ les quatre cinquièmes du volume primitif, incapable d'entretenir la respiration des animaux et la combustion des corps. Une souris, plongée dans ce gaz, mourait bientôt asphyxiée, de même qu'une chandelle s'y

éteignait. De là le nom qui lui fut donné (de *a* privatif et *zoé*, vie) pour désigner ce gaz incapable d'entretenir la vie.

L'azote, incapable d'entretenir la vie, lui est cependant indispensable

Et, cependant, comme les progrès ultérieurs de la chimie l'ont montré, ce gaz est l'élément le plus nécessaire à la vie. Les matières azotées des organismes vivants jouent un rôle fondamental dans le méca-



FIG. 1. — TRANSFORMATION DU GAZ AMMONIAC EN ACIDE AZOTIQUE

Les chambres en aluminium représentées ci-dessus contiennent une toile métallique en platine qui, chauffée, catalyse l'oxydation du gaz ammoniac par l'oxygène de l'air, pour produire, d'abord, de l'oxyde, puis de l'acide azotique.

nisme des réactions biologiques ; elles sont le siège des réactions les plus mystérieuses et les plus caractéristiques de la vie ; elles s'accumulent dans les parties des organismes où la vie est la plus intense, de telle sorte que l'azote apparaît, au contraire, comme un support des plus essentiels de la matière vivante.

L'azote est introduit dans l'organisme animal par l'intermédiaire des végétaux, qui le puisent eux-mêmes dans le sol, où il se présente sous la forme de combinaisons.

Au point de vue végétal, une distinction très grande s'établit donc entre l'azote élémentaire, le gaz azote, et ses combinaisons. Le végétal se développe au milieu de l'air, donc au contact du gaz azote, sans pouvoir cependant l'utiliser directement ; il doit, en général, l'emprunter à des combinaisons azotées lui permettant l'assimilation (1).

On conçoit que, si l'on veut permettre à la vie animale de se développer à la surface du globe, il est nécessaire d'augmenter le stock d'azote combiné mis à la disposition des plantes dans le sol arable.

L'azote combiné est également un produit industriel qui entre dans la fabrication des poudres et des explosifs ; il se trouve donc à la base de toute organisation de défense militaire d'un pays.

La puissance défensive d'une nation repose, par conséquent, sur le stock d'azote combiné (sous la forme nitrée) dont il dispose, de même que le ravitaillement de ses habitants et de son cheptel est lié à cette même réserve. On a donc pu dire avec raison que chaque coup de fusil tiré tend à affamer l'humanité. Comment augmenter le stock d'azote combiné ? Il est d'abord constitué par le fumier et les déchets animaux et végétaux qui restituent au sol une partie de l'azote absorbé par les récoltes ; comme cette source est insuffisante, l'agriculture a dû faire appel à des réserves, également naturelles, que l'on rencontre au Chili, sous la forme de nitrate de soude, ou qu'on retire de la houille, sous la forme de sulfate d'ammoniaque.

Les sources naturelles d'azote combiné : Les gisements de nitrate de soude du Chili ne sont pas inépuisables

Le nitrate de soude, ou salpêtre du Chili, est extrait des gisements de *caliche*, du Chili, de la Bolivie et du Pérou. Il renferme de 15 à 16 % d'azote. Le *caliche* est un

(1) Certaines plantes, comme les légumineuses, possèdent la propriété de fixer directement le gaz azote de l'air.

minéral qui contient de 20 à 25 % de nitrate de soude et de faibles quantités de sel marin, de sulfate de potasse, de soude, de chaux, etc.

En 1913, le Chili a produit 2.750.000 tonnes de salpêtre, représentant plus de 400.000 tonnes d'azote combiné d'une valeur supérieure à 700 millions de francs, sur lesquels 170 millions ont été prélevés par le Chili comme droit de sortie. Le budget du Chili se trouve ainsi alimenté en grande partie par les droits sur les nitrates.

On se rendra compte de l'importance de l'apport du nitrate à l'agriculture si l'on ajoute que la consommation mondiale en produits azotés représentait, en 1913, 700.000 tonnes d'azote, dont 400.000 étaient fournies sous forme de nitrate. Malheureusement, ces gisements sont loin d'être inépuisables ; d'après les estimations géologiques les plus récentes on peut affirmer qu'une production annuelle égale à celle d'avant-guerre ne permettrait d'assurer une consommation que pendant deux cents ans. La disparition de cette source d'azote assimilable serait angoissante pour l'humanité, si la chimie n'avait apporté une solution à ce grave problème de ravitaillement en matières azotées.

La houille est également une source d'azote

La houille constitue un deuxième stock d'azote combiné.

Dans l'état actuel de nos connaissances minières et géologiques, il a été reconnu que les réserves totales de charbon sont de l'ordre de 8.000 milliards de tonnes.

En admettant une teneur de 1 % en azote, ces 8.000 milliards de tonnes de houille renferment 80 milliards de tonnes d'azote combiné, qui représentent une réserve deux mille fois plus grande que celle du Chili. Malheureusement, cet azote est détruit lors de la combustion de la houille et ramené à l'état d'azote élémentaire.

La récupération de l'azote combiné de la houille ne s'opère que dans deux opérations industrielles très voisines : la fabrication du gaz d'éclairage et celle du coke métallurgique calciné, à l'abri de l'air, dans une cornue ; la houille dégage un gaz combustible et se transforme sur place en coke. Dans cette opération, une partie de l'azote combiné s'échappe sous forme d'ammoniaque ; une autre partie reste dans le coke et une troisième est ramenée à l'état d'azote élémentaire.

On recueille, en moyenne, 12 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque par tonne de coke.

En fait, les usines à gaz et les cokeries, qui

recupèrent, comme produit secondaire, le sulfate d'ammoniaque, apportaient ainsi sur le marché, avant la guerre, 15 millions de tonnes de sulfate, soit 300.000 tonnes d'azote, représentant seulement le cinquantième de l'azote total contenu dans la houille consommée.

On transforme le sulfate d'ammoniaque provenant de la houille en acide nitrique pour fabriquer des explosifs

Ce problème présente un intérêt capital si l'on envisage la fabrication des poudres et explosifs. C'est que l'acide nitrique ne peut

Comment la chimie est parvenue à produire l'azote combiné par voie de synthèse

Depuis une vingtaine d'années, les chimistes ont trouvé le moyen de faire entrer, d'une façon économique, l'azote en combinaison pour produire des engrais azotés, en utilisant les corps simples qui les constituent.

Cette orientation nouvelle du problème est capitale, car ces procédés de synthèse nous permettent de disposer d'une quantité d'azote combiné dont nous sommes les maîtres et qui pourra être aussi importante

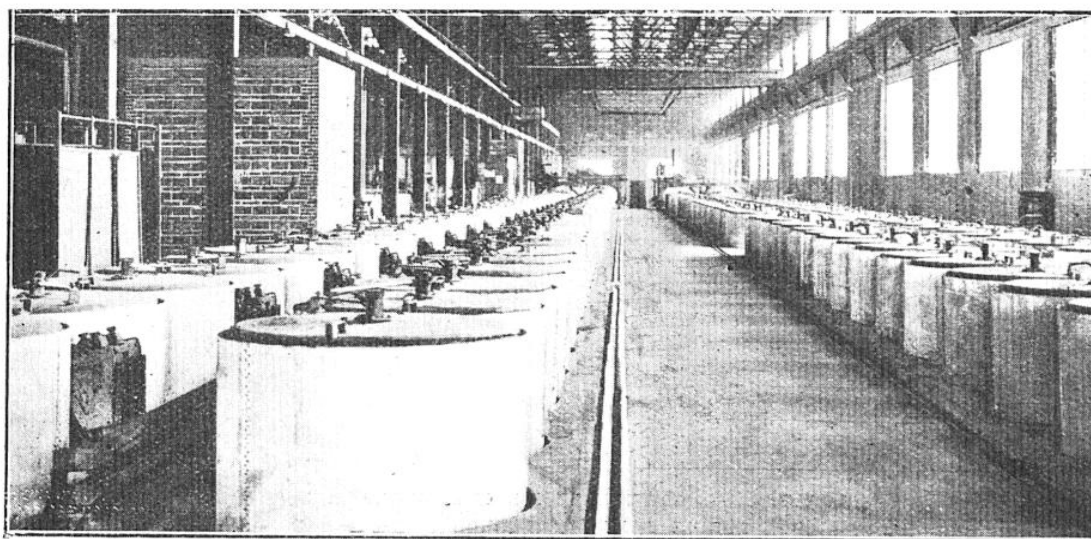


FIG. 2. — FOURS CYLINDRIQUES D'AZOTURATION DU CARBURE DE CALCIUM POUR OBTENIR LA CYANAMIDE

être remplacé par l'ammoniaque. Fort heureusement, la chimie a encore apporté là une solution élégante en résolvant le problème de la transformation industrielle de l'ammoniaque en acide nitrique.

Si, comme l'a montré autrefois Kuhlmann, qui fut professeur à la Faculté des sciences de Lille, on fait passer un mélange d'air et de gaz ammoniac sur du platine divisé, légèrement chauffé, il y a formation d'oxyde azotique, transformable, facilement, en acide nitrique en présence de l'eau et de l'air.

Cette réaction, découverte par un chimiste français, a été industrialisée, pour la première fois, en Allemagne. Pendant la guerre, de grandes usines furent construites, en Allemagne et dans les pays alliés, pour permettre la transformation de tonnages importants d'ammoniaque en acide nitrique.

que le seront les desiderata de l'agriculture. Ce n'est pas tout : on peut espérer, grâce aux perfectionnements qui sont et seront apportés aux méthodes de synthèse actuelles et à la création éventuelle de méthodes nouvelles, que le prix de revient de ces engrais pourra s'abaisser et, par suite, concourir plus efficacement à l'augmentation des rendements cultureux.

Nous allons rappeler en quoi consistent ces nouveaux procédés.

1^o *Synthèse de l'acide nitrique par les flammes électriques.* — Ce procédé a été industrialisé par deux Norvégiens, MM. Byrkeland et Eyde, qui utilisent une réaction connue depuis longtemps et dont le principe avait été breveté, en 1859, par une Française, M^{me} Lefebvre.

Si l'on envoie un courant d'air dans un four où jaillit une flamme électrique, l'azote et

l'oxygène, fortement chauffés par la flamme, s'unissent partiellement en formant une petite quantité de bioxyde d'azote. A la sortie, l'air contient de 1,5 à 2 % de bioxyde d'azote, qui est transformé progressivement en acide nitrique, par son passage avec l'air en excès dans de grandes tours arrosées par une pluie d'eau. La solution nitrique ainsi obtenue, neutralisée par du calcaire, fournit du nitrate de chaux, qui a l'avantage d'apporter, à côté de l'acide nitrique, de la chaux qui peut jouer un rôle fort utile dans une terre peu calcifère. La Société Norvégienne de l'Azote, qui, dans ses immenses usines de Norvège, applique le procédé précédent, utilise 250.000 kilowatts pour la fabrication du nitrate.

Elle peut, avec une énergie électrique à très bon marché, apporter, chaque année, à l'agriculture près de 200.000 tonnes de nitrate de chaux.

2° Cyanamide. — La cyanamide est obtenue en fixant l'azote atmosphérique sur du carbure de calcium porté à une haute température (1.000 degrés), d'après les procédés Frank et Caro. C'est une poudre noire qui contient 60 % de chaux et de 15 à 20 % d'azote. C'est un engrais équivalent au nitrate de soude ou au sulfate d'ammoniaque.

Créée d'abord en Italie, l'industrie de la cyanamide s'est étendue ensuite en France, en Allemagne, au Japon, en Dalmatie et aux États-Unis. C'est en Allemagne qu'elle a reçu, du fait de la guerre, le plus grand développement ; la production annuelle doit dépasser 300.000 tonnes. L'industrie française peut fixer aujourd'hui 20.000 tonnes d'azote et pourra atteindre, après achèvement des usines en installation, environ 30.000 tonnes. Pour les autres pays, les usines existantes pourraient produire :

Italie.....	30.000 tonnes.
Suisse.....	40.000 —
Yougoslavie.....	50.000 —
Roumanie.....	50.000 —
Tchécoslovaquie.....	45.000 —
Pologne.....	200.000 —
Norvège.....	50.000 —
Suède.....	25.000 —

États-Unis.....	200.000 tonnes
Japon.....	100.000 —

La production mondiale de cyanamide serait donc d'environ un million de tonnes représentant 200.000 tonnes d'azote ; mais certaines usines sont complètement arrêtées et beaucoup d'autres fonctionnent irrégulièrement.

Comment on fabrique l'ammoniaque synthétique

La production de l'ammoniaque par synthèse est basée sur la combinaison directe de l'azote atmosphérique et de l'hydrogène extrait de l'eau. La réaction, connue sous le nom de réaction Haber, s'effectue par l'intervention de catalyseurs portés à une certaine température.

le mélange gazeux étant lui-même soumis à une pression élevée.

Trois procédés sont actuellement utilisés ; on les désigne sous le nom de leurs inventeurs : Haber, Georges Claude et Casale. Nous allons en indiquer sommairement la technique.

Procédé Haber. — Étudié d'abord au laboratoire par Haber et ses collaborateurs,

il fut adapté aux conditions industrielles par deux ingénieurs de la Société badoise : Bosch pour la partie mécanique et Mittasch pour la partie chimique. La catalyse se fait sous une pression voisine de 200 atmosphères.

Le mélange gazeux est constitué de gaz de gazogène et de gaz à l'eau. Le premier s'obtient en insufflant de l'air à la base d'une colonne de charbon portée au rouge ; il donne de l'azote et de l'oxyde de carbone. Le second se forme par l'action de la vapeur d'eau sur du charbon incandescent, c'est un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone. D'autre part, les chimistes possèdent le moyen de remplacer le gaz oxyde de carbone par un égal volume d'hydrogène, en consommant seulement de l'eau. En mélangeant, en proportions convenables, le gaz à l'eau et le gaz de gazogène et substituant l'hydrogène à l'oxyde de carbone, on réalise le mélange réactionnel désiré.

Procédé Georges Claude (1). — Georges

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 51, juillet 1920.

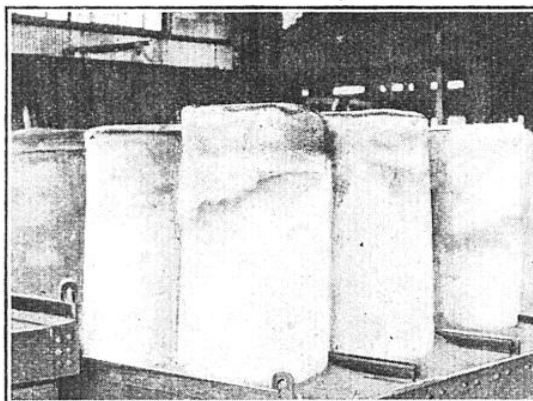


FIG. 3. — CYLINDRES DE CYANAMIDE A LA SORTIE DU FOUR D'AZOTURATION

Claude, en France, a imaginé une méthode de synthèse basée sur la mise en œuvre de pressions très élevées (900 à 1.000 kilogrammes). Le travail aux hyperpressions présente de grands avantages sur le procédé Haber.

En premier lieu, l'installation bénéficie d'une grande simplification pour un même tonnage de production. Ensuite, pour une même vitesse de circulation des gaz, le pourcentage d'ammoniaque formé est beaucoup plus élevé.

D'autre part, la pression à laquelle est soumis le mélange gazeux étant beaucoup

la Société des mines de Béthune, où le procédé a été mis au point, on consomme 6 mètres cubes de gaz par kilogramme d'ammoniaque, c'est-à-dire qu'avec 300 mètres cubes de gaz, correspondant à une tonne de houille, on pourrait obtenir la fixation de 40 kilogrammes d'azote ou de 20 kilogrammes si l'on ne dispose que de la moitié des gaz.

L'ammoniaque ne peut être utilisé tel quel comme engrais ; il est habituellement neutralisé par l'acide sulfurique pour former du sulfate d'ammoniaque.

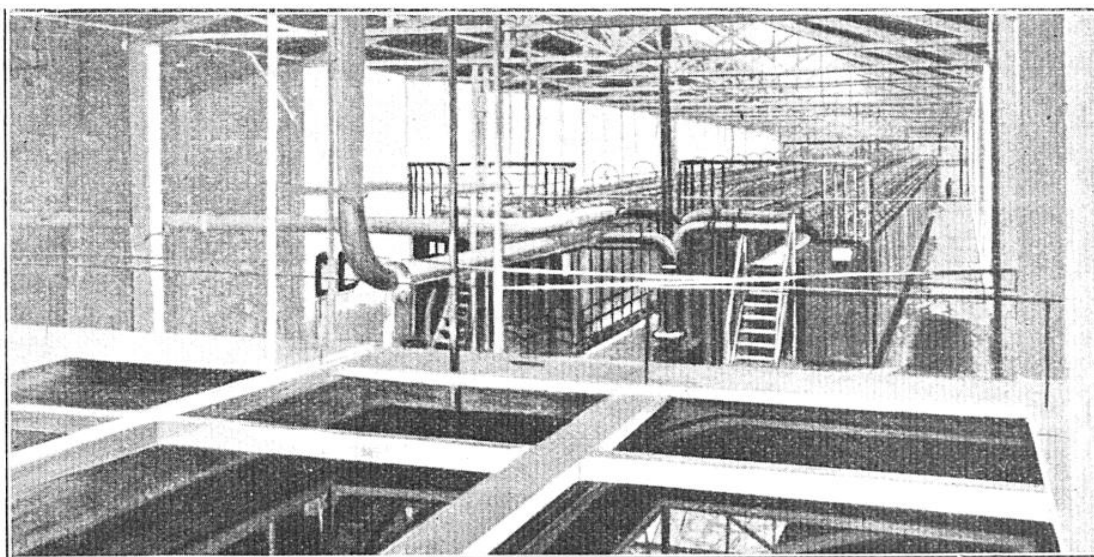


FIG. 4. — BATTERIE D'ÉLECTROLYSEURS SERVANT À PRÉPARER L'HYDROGÈNE UTILISÉ POUR LA SYNTHÈSE DE L'AMMONIAQUE

plus élevée que dans le procédé Haber, la liquéfaction se produit spontanément dès que les gaz de sortie atteignent la température ordinaire ; il suffit donc d'introduire dans le circuit un simple séparateur, pour éliminer du courant gazeux à l'état liquide la plus grande partie de l'ammoniaque qu'il contient. Ajoutons encore que l'emploi des très fortes pressions a permis de constituer des petites usines qui apportent au procédé une souplesse lui permettant d'utiliser l'hydrogène aux lieux mêmes de sa production, pour réaliser, près de toutes les cokeries, des installations peu coûteuses de production de l'ammoniaque.

Ainsi, une tonne de houille, dans un four à coke moderne, produit 300 mètres cubes de gaz hydrogène, dont la moitié est consommée par le four lui-même. -

A l'usine de Bully-Grenay, dépendant de

On peut économiser en grande partie la dépense supplémentaire correspondant à la neutralisation, en appliquant le procédé Solvay de préparation de la soude à l'ammoniaque et en isolant de la solution l'ammoniaque sous forme de chlorure d'ammonium, qui constitue un excellent engrais. De la sorte, l'acide chlorhydrique, qui était rejeté sous forme de chlorure de calcium, se trouve maintenant utilisé pour cette neutralisation.

La préparation du chlorure d'ammonium, dans le procédé Georges Claude, s'effectue par un simple refroidissement de la saumure ammoniacale, préalablement séparée du bicarbonate alcalin. Les frigories sont fournies par la volatilisation de l'ammoniaque liquide de synthèse.

Georges Claude est allé plus loin encore. Si, au lieu de faire intervenir le sel marin (procédé Solvay), on le remplace par de la

sylvinite d'Alsace, mélange de chlorures de sodium et de potassium, ce dernier n'éprouve pas la double décomposition et reste dans la solution. On le sépare, en même temps que le chlorure d'ammonium, par refroidissement ; il se dépose ainsi un engrais mixte d'azote et potasse, et la séparation des chlorures de potassium et de sodium est ainsi effectuée sans dépense sensible. L'emploi direct de la sylvinite comme engrais n'est pas à recommander en raison, d'abord, des frais de transport d'un corps inerte et en outre, le sel marin étant plutôt nuisible au sol, son accumulation dans un terrain présente des inconvénients, comme l'expérience des champs salés du voisinage de la mer l'a prouvé depuis longtemps.

Procédé Casale. — Casale, en Italie, opère aussi la synthèse de l'ammoniaque sous haute pression, 700 à 800 kilogrammes. Pour réduire, sous ces pressions élevées, la chaleur dégagée, qui tend à déséquilibrer la réaction dans le sens des températures croissantes, il établit un régime permanent de température, en agissant sur la vitesse de circulation des gaz, d'une part, et, d'autre part, en maintenant une certaine quantité d'ammoniaque dans le cycle gazeux. La quantité d'ammoniaque produite est évidemment fonction, pour une même température et pour une chambre de catalyse déterminée, de la concentration initiale en gaz ammoniac et de la durée de contact des gaz avec le catalyseur, donc de la vitesse de circulation. La pompe de circulation, dans le procédé Casale, paraît ainsi jouer un rôle capital.

L'importance mondiale de la production synthétique de l'ammoniaque

Il est intéressant de rendre compte des efforts accomplis par les différents pays en vue de créer une industrie d'ammoniaque synthétique. Voici la production annuelle en tonnes d'azote fixé des différents pays :

Allemagne	350.000 tonnes.
France	100.000 —
Angleterre	50.000 —
Italie.....	40.000 —
Suisse.....	2.500 —
Espagne	8.000 —
Belgique	18.000 —
États-Unis	25.000 —
Japon	25.000 —

C'est encore l'Allemagne qui détient le record de la fabrication ; non seulement elle n'importe plus d'engrais azotés, mais elle est devenue exportatrice d'environ 50.000 tonnes par an d'azote.

Un gros effort s'accomplit, actuellement,

en France, dans la même voie : toutes nos grandes sociétés de charbonnage installent des usines d'ammoniaque synthétique à côté de leurs cokeries, et l'État français, dans l'ancienne poudrerie de Toulouse, monte une fabrication d'ammoniaque, qui commence à fonctionner et qui fournira, chaque jour, un minimum de 160 tonnes d'ammoniaque. Il est regrettable que ces projets n'aient pas été réalisés au lendemain de la guerre, à une époque où notre franc avait une valeur d'achat beaucoup plus élevée.

Bilan mondial des produits azotés synthétiques

En tenant compte de la capacité de production des usines de cyanamide, ainsi que de la production des usines norvégiennes, on obtient, pour la production mondiale en produits azotés synthétiques :

Synthèse de l'am-	
moniaque	525.000 tonnes d'azote.
Cyanamide.....	200.000 —
Acide nitrique	25.000 —
Total.....	750.000 tonnes d'azote.

Ces 750.000 tonnes d'azote fixé sous forme de produits synthétiques, dépasseront les 700.000 tonnes d'azote dont disposait l'humanité avant la guerre, sous forme de nitrate de soude (400.000 tonnes d'azote) et de sulfate d'ammoniaque de la houille (300.000 tonnes).

Nos besoins d'azote combiné sont assurés définitivement

L'industrie chimique a créé, depuis une vingtaine d'années, des méthodes de fixation de l'azote ; par conséquent, la production d'azote combiné par synthèse est maintenant un problème solutionné ; nous ne sommes plus dépendants des stocks limités d'azote combiné, sur la richesse desquels nous n'avions aucun moyen d'action. L'humanité peut croître, se multiplier sans inquiétude ; les usines fixatrices d'azote pourront fournir progressivement au sol l'azote combiné dont il a besoin pour améliorer les rendements culturels, en raison des besoins de la population. D'ailleurs, tout ceci n'est qu'un commencement ; les théories permettent de prévoir des améliorations dans nos méthodes de travail, et ce que la théorie prévoit se réalise toujours dans un avenir plus ou moins éloigné. On peut donc faire confiance à la chimie et compter sur ses méthodes pour rendre les conditions de la vie plus économiques.

CAMILLE MATIGNON.

UNE NOUVELLE EXTENSION DE LA TÉLÉMÉCANIQUE

LE COURANT ÉLECTRIQUE PEUT ÊTRE DISTRIBUÉ AUTOMATIQUEMENT, A BAS PRIX, PENDANT LE JOUR ET PENDANT LA NUIT.

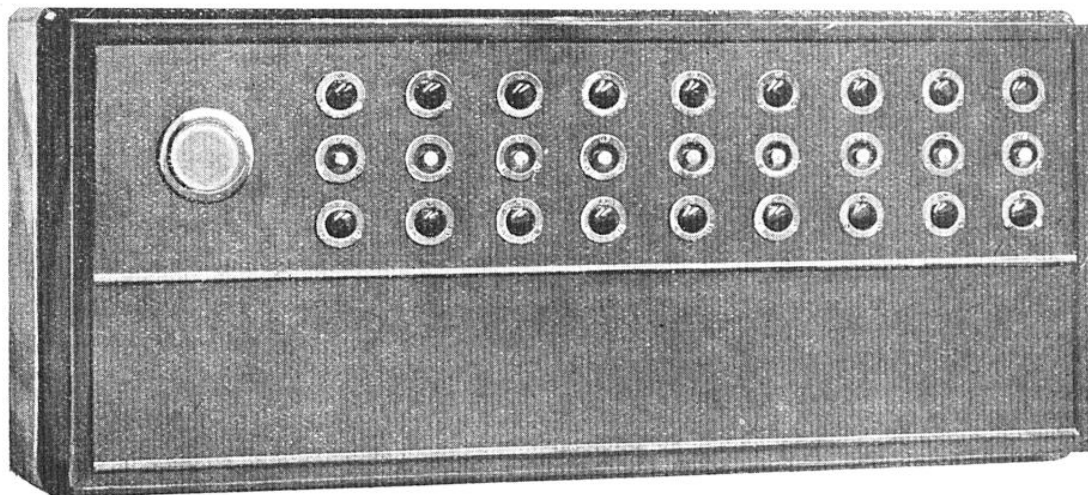
Par Charles BRACHET

La production du courant électrique est soumise à un régime de « pointes » et de « creux » que lui impose l'irrégularité de la consommation. Pendant la nuit il y a surproduction, et le courant pourrait être vendu à meilleur compte. Utilisé pour le chauffage de l'eau, voire même dans les cuisinières dites à accumulation de chaleur, il permettrait de réaliser une importante économie de combustible. La distribution du courant « de nuit » aux appareils de chauffage par accumulation vient d'être rendue pratique au moyen d'un appareil spécial, imaginé par l'ingénieur Béthenod, qui dirige ce courant aux heures prévues dans le circuit d'utilisation spéciale des usagers. Le matin, l'appareil remet automatiquement en service le circuit normal d'éclairage. La description de cet ingénieux relais, que l'on installe au domicile de chaque abonné, intéressera certainement tous ceux qui, de plus en plus, se portent vers les multiples applications de l'électricité pour satisfaire nos besoins journaliers dans la vie moderne.

La consommation de l'électricité est très irrégulière

SUPPOSONS que le marchand d'électricité fabrique sa marchandise avec l'eau d'une rivière. Il installe un moulin qui, une fois en route, fournit constamment le

même débit de courant. Ce courant est distribué à la clientèle de manière à satisfaire ses besoins ordinaires. Ceux-ci consistent, par exemple, en lumière et en force motrice. La force motrice s'emploie dans la journée ; la lumière, le soir. Mais il serait également extraordinaire que l'énergie exigée par les



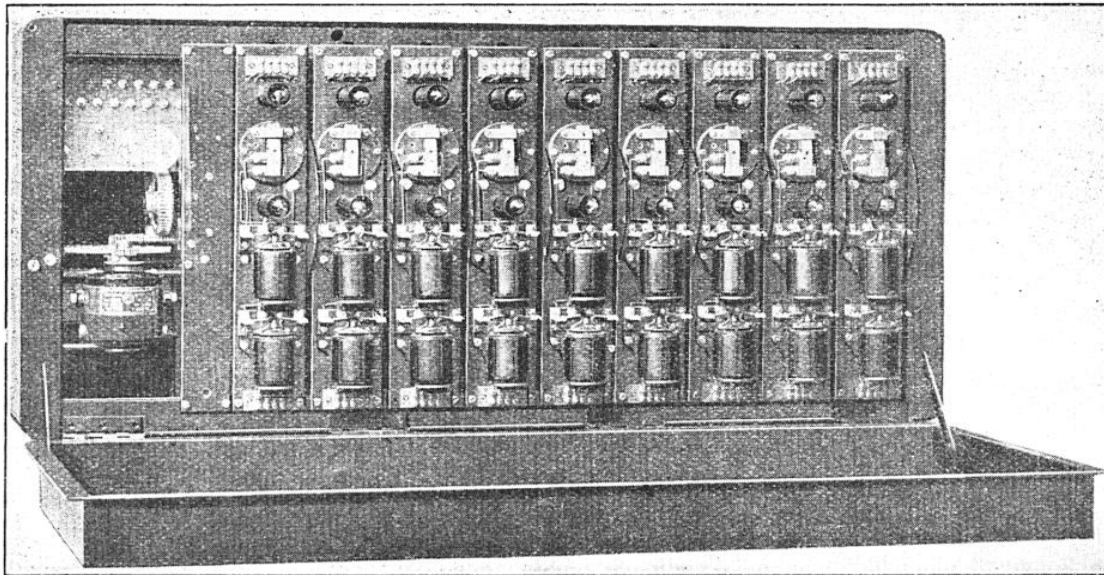
ÉMETTEUR AUTOMATIQUE DE SIGNAUX. APPAREIL FERMÉ

Cet appareil correspond à la commande de neuf manœuvres. Le détail des organes intérieurs est signalé dans la figure suivante.

moteurs fasse exactement équilibre à celle dépensée par les lampes et que les lampes s'allument juste au moment où les moteurs s'arrêtent. En été, quand les ateliers se ferment avant la chute du jour, il y aura un moment où le moulin électrique tournera pour rien, les lampes n'étant pas encore allumées et les moteurs étant déjà arrêtés. Le courant, qui ne peut s'accumuler, sera perdu. A l'heure où se produit ce phénomène désastreux, on dit qu'il y a un « creux » dans la consommation.

consommation de charbon aux heures de *creux* et pour l'accélérer aux heures de *pointe*. Mais, pour cela, il faut éteindre ou allumer des foyers supplémentaires. Or, les foyers des chaudières modernes ne s'éteignent ni ne s'allument comme de simples tisons. Et puis, une puissante machine à vapeur est comme un moulin de rivière : une fois construite, elle doit tourner, autant que possible, sans répit, de façon à amortir le plus vite possible le capital qu'elle représente.

Pour donner une idée de ce qu'est l'em-



L'ÉMETTEUR AUTOMATIQUE DE SIGNAUX OUVERT

Les neuf manœuvres sont assurées par neuf éléments verticaux. Chacun d'eux comprend : 1° un électro-aimant (à la base) chargé de mettre en route le moteur, que l'on aperçoit à gauche ; 2° au-dessus, un électro-aimant chargé de fournir le rythme des émissions au moyen de cames agissant sur des interrupteurs convenablement disposés derrière le tableau ; 3° une lampe-témoin verte, indiquant les manœuvres en cours ; 4° un bouton poussoir commandant la manœuvre ; 5° une lampe-témoin rouge, indicatrice des manœuvres effectuées ; 6° un disque portant les bornes des interrupteurs placés derrière le tableau.

Par contre, en hiver, les ateliers n'ont pas fini leur journée qu'il faut, vers 5 heures du soir, allumer les lampes. A ce moment, le moulin électrique, essoufflé, ne peut suffire à l'éclairage et à la force motrice. On dit qu'à ce moment se produit une « pointe » de consommation.

Les « creux » et les « pointes » sont les cauchemars du fabricant d'électricité. Bien entendu, il emploie tous les stratagèmes pour les atténuer. Il accumule l'eau de la rivière dans un barrage-réservoir plus ou moins grand, destiné à régler le débit de l'eau sur le besoin d'électricité.

Si le « moulin électrique » est mû à la vapeur, on s'arrange pour ralentir la

barras des *pointes* et des *creux* dans l'industrie électrique, nous citerons seulement un exemple. Dans la banlieue de Lyon, l'électricité, qui arrive des Alpes, pourrait être vendue, la nuit, 10 centimes le kilowatt-heure (personne n'en veut), alors qu'elle vaut plus de 2 francs dans la journée, aux heures de travail où tout le monde la réclame.

On aperçoit aussitôt comment le consommateur peut, ici, venir au secours du technicien. Est-ce que certains consommateurs ne pourraient profiter des « creux » pour acheter leur électricité à un prix qui serait avantageux aussi bien pour eux-mêmes que pour le marchand ? Un industriel qui a besoin de chaleur (et le simple propriétaire d'immeubles

à chauffage central est dans ce cas) ne pourrait-il profiter de la nuit pour user du courant électrique dans des accumulateurs de chaleur ? Les fours de boulanger ne travaillent-ils pas la nuit ? C'est ce qui se pratique à Lyon pour les autobus de la ville.

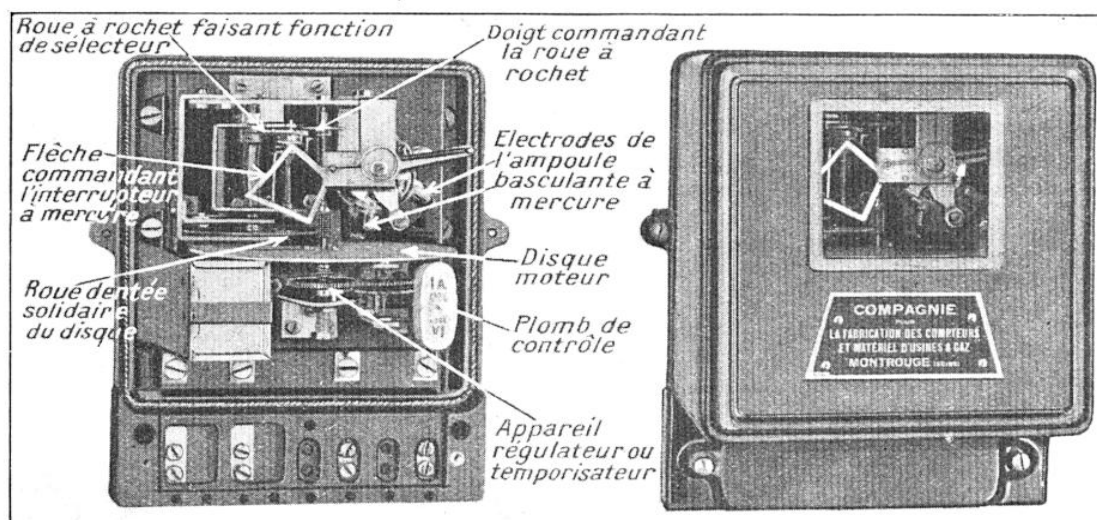
Un entrepreneur d'autobus électriques mettra en charge, le soir, les accus de ses voitures, qui se trouveront prêtes à démarrer dès le lever du jour.

Le commerçant, qui éteint sa devanture à 8 heures du soir, la laissera volontiers allumée si on lui consent un tarif de nuit spécial, qui fera justement l'affaire du fournisseur.

nisme dont on ne vérifie le bon fonctionnement que tous les huit ou quinze jours.

L'horloge particulière n'étant pas sûre, certains constructeurs ont alors imaginé de lancer dans le câble de ligne, par-dessus le courant de service, des courants spéciaux destinés à agir *comme signaux* sur le compteur de l'abonné.

Il est, en effet, évident que, sur une ligne de distribution à courant continu, on peut lancer des impulsions en courant alternatif qui ne se confondront nullement avec le continu. Ce courant alternatif sera reçu par le compteur de l'abonné à travers un *conden-*



LE RELAIS SÉLECTEUR DE MANŒUVRE. APPAREIL OUVERT ET FERMÉ

Le propriétaire d'immeuble n'hésitera pas à illuminer son escalier dans les mêmes conditions et la ville accroîtra de même le nombre de ses lampadaires dans les rues.

On aperçoit, dès lors, tout l'intérêt qui s'attache à la différenciation des tarifs de vente suivant les heures de consommation.

Plusieurs solutions peuvent intervenir pour favoriser l'utilisation du courant de nuit

Le problème pratique consiste à réaliser l'application du tarif variable sur le lieu même de la consommation, c'est-à-dire aux compteurs installés chez le client.

On a préconisé l'adjonction, à chaque compteur, d'une horloge plombée, remontée pour plusieurs semaines et déclenchant périodiquement le changement de tarif. Mais une telle horloge spéciale n'aurait-elle jamais de défaillances ? Ni l'abonné ni le fournisseur ne peuvent confier leurs intérêts à un méca-

sateur. (Le condensateur arrête le courant continu, mais laisse passer l'alternatif.)

Réciproquement, dans une distribution de courant alternatif, on pourra superposer des impulsions de courant continu destinées à porter au compteur le décliné du changement de tarif. Dans ce cas, il suffira d'interposer entre la ligne et le compteur, non plus un condensateur, mais une *bobine de self-induction*. (La bobine de self arrête le courant alternatif, mais laisse passer le continu.)

Cette superposition au courant normal d'un courant d'espèce différente a été essayée sans résultats bien satisfaisants. L'isolement médiocre des réseaux à basse tension n'assure pas la marche suffisamment régulière des appareils récepteurs.

La commande à distance sans fil pilote a été traitée sous un aspect entièrement nouveau par M. Turpain, professeur de physique à la Faculté de Bordeaux, lorsqu'en 1902 il préconisa l'utilisation d'ondes hert-

ziennes se propageant le long des lignes de transport. Ces ondes, équivalant à des courants à très haute fréquence, se propagent, en effet, le long du câble, sans trop se soucier des fuites ou du mauvais isolement. Mais le système est délicat à installer. Des phénomènes de résonance et de réflexion des ondes aboutissent à une répartition inégale des tensions électriques tout le long de la ligne. Celle-ci, telle une corde vibrante, devient le siège de *nœuds* et de *ventres* : aux « nœuds », la tension est nulle; aux « ventres » elle atteint un maximum. Si un compteur d'abonné se trouve situé sur un « nœud », il demeure insensible à tout signal de changement de tarif. Cela peut être avantageux ou non pour l'abonné.

Un système pratique fonctionne actuellement à Paris

La solution pratique et définitive de ce curieux problème de com-

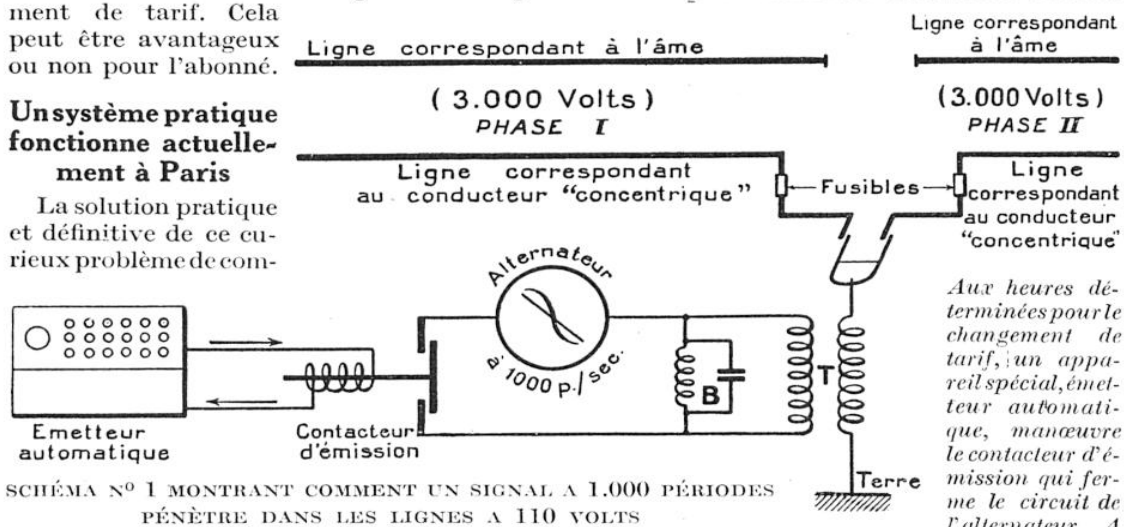


SCHÉMA N° 1 MONTRANT COMMENT UN SIGNAL A 1.000 PÉRIODES PÉNÈTRE DANS LES LIGNES A 110 VOLTS

chacune des impulsions de l'émetteur, le courant à 1.000 périodes passe dans le transformateur T, qui le déverse dans la ligne correspondant au conducteur « concentrique » du réseau. En B se trouvent un condensateur et une bobine de self, dont l'ensemble forme une « impédance » ou « bouchon » électrique, dont le rôle est de protéger l'alternateur contre le courant à haut voltage du réseau. Cette protection s'obtient par accord du condensateur avec la fréquence du courant d'émission qu'il s'agit de protéger. Les impulsions à 1.000 périodes ainsi émises et déversées dans l'ensemble du réseau sont reçues par le compteur de l'abonné, comme il est expliqué dans le schéma suivant (page 382).

Examinons d'abord l'émission du signal.

Un alternateur de puissance relativement faible et possédant la fréquence en question de 1.000 périodes par seconde, est installé à l'usine centrale de distribution d'énergie. L'induit de cette machine est inséré, d'après la nature du courant en service dans le réseau, soit entre la terre et le fil neutre, soit entre la terre et les feeders de distribution, soit entre le fil neutre et l'un des feeders. Cette position de l'induit permet à l'alternateur de lancer son courant de fréquence élevée dans le réseau tout entier.

La première installation de ce genre fut effectuée à Marseille sur un réseau à courant

mande à distance n'est donc pas aussi facile qu'il paraît tout d'abord. C'est l'ingénieur électricien bien connu, M. J. Bethenod, qui, en 1920, résolut le problème.

M. Bethenod a songé à utiliser, comme courant de signalisation, un courant à fréquence élevée, mais qui demeure loin, toutefois, de la fréquence hertzienne utilisée par M. Turpain. Ce courant est de 1.000 périodes par seconde. Ce n'est pas là une fréquence assez élevée pour donner lieu aux phénomènes de réflexion. Elle est cependant suffisante pour que le courant franchisse sans trébucher les fuites et les défauts d'isolement.

Voici, d'ailleurs, comment fonctionne le système, dans sa forme la plus générale.

continu à trois fils comportant 125 kilomètres de câbles souterrains. Mais voici que le système est entré dans la pratique sur le réseau de la Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité, dont le champ d'action est dix fois plus vaste. La première installation fonctionne depuis peu à la station de transformation du quartier des Ternes. Le schéma de cette installation, facile à saisir, va nous servir d'exemple.

Le réseau est monophasé. La tension : 3.000 volts. La fréquence : 42 périodes par seconde.

Les deux conducteurs du réseau forment un seul câble souterrain étant *concentriques*. Autrement dit, l'un des conducteurs est un

tube dont l'autre conducteur forme l'axe ou l'âme. Le conducteur extérieur, ou « concentrique », se trouve à très faible potentiel par rapport à la terre, ce qui facilite le branchement du système d'émission sur le « concentrique » à l'exclusion du conducteur central.

C'est donc dans le système conducteur à 3.000 volts que sont « injectées » les émissions de commande fournies par l'alternateur à 1.000 périodes. Ces émissions vont aboutir fatalement à un obstacle : le transformateur, chargé d'abaisser la tension du courant de 3.000 à 110 volts, qui est la tension d'arrivée chez l'abonné. Le schéma ci-joint (n° 1) indique comment le signal à 1.000 périodes franchit l'obstacle et pénètre dans les lignes à 110 volts. Par ces lignes, le signal de commande atteint le *relais* final. Cet appareil interprète les impulsions reçues et exécute, en conséquence, soit le *changement de tarif* du compteur, soit *toute autre manœuvre*, telle que l'allumage ou l'extinction d'une collection de lampes ou, encore, la mise en service ou hors de service d'appareils de chauffage.

Que l'on contrôle le courant d'appareils spécialement installés pour une consommation à tarif réduit, possédant leurs compteurs spéciaux, ou que l'on change le tarif d'un compteur unique desservant l'ensemble de l'installation, il est bien évident que ces deux opérations sont équivalentes pour la comptabilité des différentes catégories du courant consommé.

Le *relais* doit être à même d'effectuer, par conséquent, l'une ou l'autre de ces opérations, suivant les cas d'espèce, variables avec chaque installation particulière.

Bien plus, le relais récepteur en question doit pouvoir effectuer toutes les manœuvres dans un ordre quelconque et non pas strictement rigide. Il doit pouvoir, par exemple, enregistrer et interpréter un signal déjà

transmis une première fois, mais dont la *répétition* s'impose dans le cas où certaines lignes auraient été accidentellement coupées au moment de la première émission.

La description détaillée du relais n'a qu'un intérêt technique. Indiquons seulement son principe.

Un disque léger, en aluminium, tourne suivant le principe imaginé par Faraday (et utilisé dans tous les compteurs d'induction) sous l'influence de deux électro-aimants et d'un courant dérivé dans le disque.

Les électros sont agencés avec des capacités telles que le couple qui fait tourner ce disque soit *maximum* quand le courant reçu possède la *fréquence choisie* (c'est-à-dire 1.000 périodes par seconde).

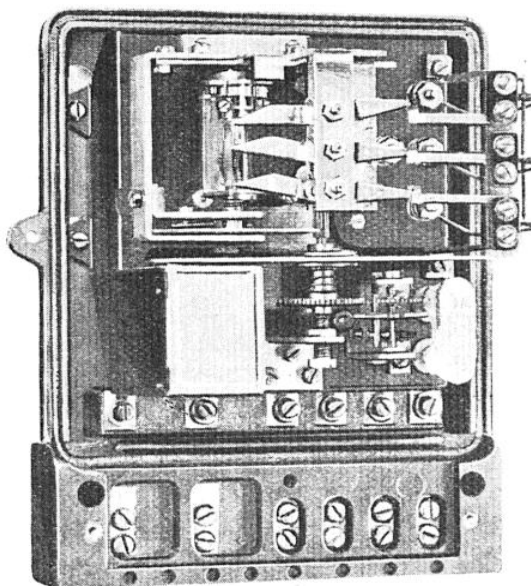
Ce principe étant rappelé, le reste n'est qu'une question d'horlogerie, fort ingénieuse, mais pouvant varier à l'infini. Voici, en gros, comment fonctionne le modèle que nous représentons.

A chaque impulsion brève reçue de la station d'émission, le disque marque un bref déplacement. Un *doigt* solidaire de l'arbre du disque attaque une *roue à rochet* et la fait tourner d'un cran.

Par une série de telles impulsions brèves, on peut donc amener la roue à rochet dans

telle position qu'on désire. Chacune de ces positions correspond à un fil de commande déterminant une des manœuvres spéciales dont l'appareil est chargé. C'est le principe bien connu de *sélection* utilisé en téléphonie et, en général, dans tout dispositif de télémechanique.

Après quoi, une dernière impulsion *longue* aura pour effet de lancer le courant de commande dans la ligne choisie. Cette dernière opération s'effectue par basculement d'une flèche solidaire d'une ampoule à mercure, qui fait fonction d'interrupteur. Le balancement d'une goutte de mercure suffit, en effet, à *couper* ou à *donner* un contact électrique



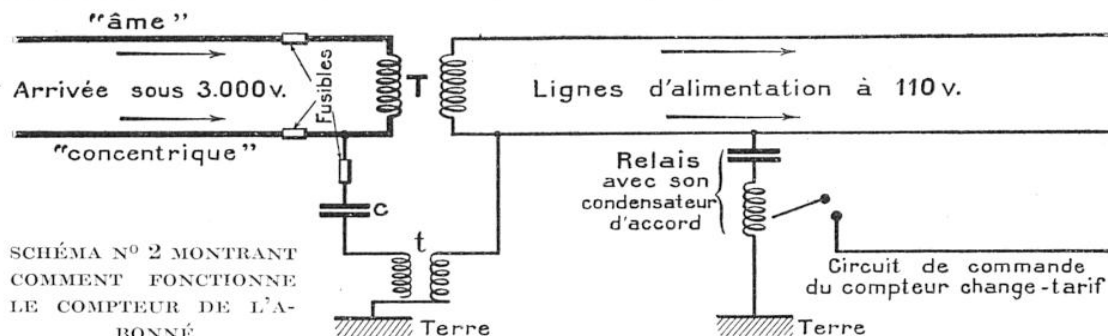
LE RELAIS A TRIPLE TARIF

Le fonctionnement est le même que celui du relais précédent. Toutefois, l'interrupteur à mercure est, ici, remplacé par trois doigts métalliques, qui ferment le courant chacun sur un électro-aimant spécial situé dans le compteur à tarif variable. Chacun des trois électros correspond à un tarif spécial.

dans une ampoule aux électrodes judicieusement disposées. Les ampoules interruptrices établies ici coupent normalement, sans intermédiaire, un courant de 110 volts à 5 ampères ou de 220 volts à 2,5 ampères.

Si on désire couper des courants supérieurs à ces valeurs, on combine le relais avec un contacteur, dont la puissance sera, en principe, illimitée. Car toute installation de télé-mécanique a ce caractère particulier de pou-

appareils sont de simples chaudières entourées d'une enveloppe calorifuge et chauffées électriquement par un système de résistances logées à leur intérieur. La nuit, le courant électrique dirigé sur ces résistances les chauffe. L'eau se vaporise à l'intérieur de la chaudière jusqu'à ce que soit atteinte une certaine pression maximum. A ce moment, un mécanisme de sûreté coupe le courant et la vapeur produite se conserve à l'intérieur



La ligne de 3.000 volts apporte au poste de transformation qui dessert l'abonné les impulsions du signal émis par la station centrale du réseau. Il s'agit d'abord de faire passer ces impulsions de la ligne à 3.000 volts sur celle à 110 volts, la seule que connaisse l'abonné. Le signal à 3.000 périodes devra donc franchir le transformateur T, qui, telle une écluse, assure la chute du courant. Ce passage s'effectue en dérivation par le condensateur C et le petit transformateur t. Après quoi, le signal passé, de la sorte, sur les lignes à basse tension parvient à un relais spécial (brièvement schématisé ici), placé chez l'abonné et qui contrôle finalement le circuit de commande du compteur change-tarif.

voir amplifier ses propres effets autant qu'il est nécessaire, à partir du signal initial.

Aussitôt la manœuvre finale accomplie, l'appareil tout entier reprend la position de départ, prêt à recevoir de nouveaux ordres.

Dans un avenir très prochain l'électricité doit assurer tous nos services domestiques

On ne peut qu'admirer cette solution d'ensemble d'un problème de télé-mécanique extrêmement important pour la distribution rationnelle de l'électricité.

C'est là un effort technique auquel le consommateur d'électricité se doit de répondre par une ingéniosité du même ordre. L'électricité à prix réduit peut et doit accaparer, en effet, beaucoup de fonctions qui lui échappaient jusqu'ici. Ainsi, le chauffage des immeubles, directement assuré par l'électricité à bas prix durant la nuit, peut être fourni de manière indirecte, pendant le jour, au moyen d'accumulateurs de vapeur. Ces

du récipient hermétique et protégé du refroidissement par son enveloppe calorifuge. Le matin venu, cette vapeur est disponible pour alimenter des radiateurs.

Depuis peu, on étudie un nouveau genre d'accumulateurs électriques de chaleur, dans lesquels des matériaux réfractaires sont chargés d'emmagasiner les calories, à la manière des fours de boulanger.

De même, la cuisine, la salle de bains peuvent s'alimenter d'eau bouillante, aux heures de tarif réduit, au moyen d'appareils très simples basés sur le même principe. Enfin, les mille petits appareils ménagers, que tout le monde envie aujourd'hui, doivent se répandre et fonctionner sur tarifs spéciaux. Si l'accord entre l'acheteur et le marchand d'électricité s'établissait à tous les échelons de la consommation, l'électricité accomplirait peut-être ce nouveau miracle, après tant d'autres, d'être la seule marchandise dont le prix demeurât stationnaire. Ce serait un reconfortant symbole de stabilisation.

CHARLES BRACHET.



CE QUE L'ON DOIT SAVOIR DE L'HISTOIRE DES SCIENCES

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

Par Albert TURPAIN

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE POITIERS

Rappeler, en quelques pages, l'histoire de l'électricité et celle des diverses explications qui furent successivement données des phénomènes électriques, sans faire œuvre de savant, est une entreprise d'une grande hardiesse. Certes, les noms de Galvani, de Volta, de Faraday, de Maxwell, de Hertz, nous sont assez familiers ; mais, pour beaucoup d'entre nous, la liaison manque, dans notre esprit, entre la découverte elle-même, qui est le fait concret, et le point de vue sous lequel un phénomène électrique nouveau était envisagé. Lorsque l'un des nombreux chercheurs du siècle dernier était parvenu à réaliser une expérience inédite, tous la répétaient et chacun s'efforçait d'en donner une explication. Mais un seul voyait juste. Celui-là était le génie qui a fait progresser l'électricité. C'est cela que l'auteur s'est efforcé de faire ressortir d'une façon attrayante.

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

CINQ CENTS ANS avant notre ère, Thalès de Milet (640 à 548), Théophraste (372 à 287), Pline l'Ancien (79) font mention de la curieuse attraction des corps légers par cette résine fossile, l'ambre jaune. C'est l'électrisation, seule expérience électrique connue des anciens.

Deux mille ans plus tard, le médecin d'Elisabeth, puis de Jacques I^{er} d'Angleterre, Gilbert (1540-1603), reprend, le premier, cette unique et presque enfantine expérience. Il reconnaît que beaucoup de corps s'électrisent par le frottement. Il pense, toutefois, que les métaux ne sont pas électrisables par le frottement. Ce sont Gray et le Français de Cisternay du Fay qui vers 1730

montrent que tous les corps sont électrisables. Ces mêmes savants constatent que le frottement produit deux sortes d'électri-

sation des corps : vitrée ou positive, et résineuse ou négative. Les électrisations de mêmes noms se repoussent, celles de noms différents s'attirent. Un Allemand, Hoch dit Æpinus (1724-1802), découvrit l'électrisation par influence : une boule de métal, isolée, suspendue à un cordon de soie par exemple, s'électrise au voisinage d'un corps électrisé ; le contact de ce corps avec la boule n'est pas nécessaire.

Entre temps, l'évêque pomérarien von Kleist découvre la condensation électrique (1745), phénomène que Musschenbrack



EXPÉRIENCE DE FARADAY SUR L'INDUCTION
En approchant un aimant d'une bobine on produit un courant qui fait dévier un galvanomètre

(1692-1781) et son élève Cunéus répètent, en Hollande, sous la forme de la fameuse bouteille dite de Leyde. Communiquée par une lettre au Rochelais Réaumur (1683-1757), l'expérience de Leyde retentit dans toute l'Europe.

L'abbé Nollet (1700-1770) électrise, à son aide, trois cents gardes du roi, formant la chaîne, et qui reçurent la commotion au moment où le dernier garde toucha l'armature interne de la bouteille, que le premier garde tenait par la panse.

Voilà les trois grands faits de cette première partie de l'histoire de l'électricité :

L'électrisation par frottement ;

L'électrisation par influence ;

La condensation ou l'accumulation de l'électrisation.

Le Français de Coulomb (1736-1806) donne la loi des actions électriques : *Les attractions ou répulsions des corps électrisés sont proportionnelles à la grandeur de leur électrisation et inversement proportionnelles au carré de la distance des deux corps.* Énoncé identique à celui par lequel Newton explique la gravitation universelle.

Tous ces faits ont trait aux phénomènes de l'électricité en repos, de l'électricité statique.

Quelle explication les relie tous entre eux ?

Deux explications, réductibles d'ailleurs l'une à l'autre, furent données, l'une par Symmer, l'autre par le grand Franklin. L'électricité lui doit la théorie des fluides.

Un corps électrisé est assimilé à un réservoir contenant de l'eau. La quantité d'eau est l'image de la charge électrique du corps. Le niveau de l'eau, dans le vase, simule le niveau électrique, ou le potentiel de la charge électrique. Enfin, la section du vase permet de se faire une idée de la capacité électrique du corps électrisé. Si bien que ces trois grandeurs électriques : charge, capacité, potentiel, se trouvent liées d'une manière remarquablement simple : *la charge est le produit de la capacité par le potentiel.*

Il n'y a pas jusqu'aux phénomènes de la décharge des corps électrisés qui ne trouve, dans cette assimilation de l'électricité au fluide aqueux, une persistante analogie. L'énergie de la décharge électrique est l'analogue de l'énergie que peut produire l'écoulement de l'eau d'un réservoir. Qu'est-ce qui mesure cette énergie ? Le demi-produit de la masse d'eau qui tombe, par la hauteur de l'eau dans le réservoir. Dans la décharge d'un corps électrisé, l'énergie se mesure également par le demi-produit de la charge électrique par le potentiel ou diffé-

rence de niveau électrique que subit la charge.

Mais je vous parle d'électricité éprouvant une chute, et cela nous amène à sortir du domaine de l'électricité statique.

Volta : la pile électrique

C'est évidemment la découverte la plus féconde et qui révolutionna le plus profondément la science électrique, que celle dont je vais maintenant vous entretenir : j'ai nommé la découverte immortelle de la pile électrique par Volta (1745-1827). On peut dire que, jusqu'à l'invention de la pile, l'électricité resta une science de laboratoire et que la découverte du professeur de Pavie lui ouvrit tout grand le domaine des applications pratiques et permit de soumettre l'industrie au règne de l'électricité.

« Des grenouilles dépouillées gisaient sur une table, lorsque leurs cadavres éprouvèrent, au moment de la décharge d'une machine électrique située dans la pièce voisine, de violentes contractions. Galvani (1737-1798), professeur d'anatomie à Bologne, fut très étonné de ce phénomène, s'attacha à l'étudier de diverses manières (1). Il découvrit ainsi un fait vraiment étrange : si l'on réunit par une bilame métallique, faite d'un fil de cuivre lié à un fil de zinc, les nerfs lombaires d'une grenouille aux muscles cruraux, à chaque contact l'animal est secoué de spasmes violents. Galvani crut pouvoir comparer l'animal à une bouteille de Leyde dont le fil conducteur produisait la décharge. Toute l'Europe savante répéta avec le physiologiste de Bologne la curieuse expérience et acceptait déjà la manière de voir de Galvani, qui croyait avoir saisi l'agent physique qui porte au cerveau les impressions extérieures, lorsque Volta soumit cette théorie au contrôle de sévères expériences. »

Pour Volta, la cause du phénomène n'est pas dans l'organisme de la grenouille, mais dans le contact des deux métaux différents qui forment l'arc métallique, jeté comme un pont entre muscles et nerfs. Je ne vous conterai pas la mémorable discussion intervenue entre le physicien de Pavie et l'anatomiste de Bologne, elle est aujourd'hui classique et aboutit au triomphe des idées de Volta et à l'adoption de ce principe : *le simple contact de deux corps différents crée*

(1) Le naturaliste hollandais Swammerdam constata, dès 1637, qu'un muscle de grenouille, muni de son nerf, suspendu à un fil d'argent, se contracte dès qu'on touche le fil d'argent avec un objet en cuivre. (*Biblia naturæ de Swammerdam*, p. 819, manuscrit de Swammerdam, publié par Boerhaave, en 1737.)

entre eux une chute de potentiel, une différence de niveau électrique.

Et vous savez que la dernière preuve de ce fait fut fournie par Volta au commencement de 1800, en superposant successivement une rondelle de cuivre, une rondelle de zinc, une rondelle de drap mouillé, avec la scrupuleuse attention de ne pas intervenir cet ordre. Un semblable empilement accroît, autant de fois qu'il comprend de termes, la différence de potentiel électrique du contact cuivre-zinc, et l'on peut dire, avec Arago, que cet assemblage bizarre est, quant à la singularité des effets, le plus merveilleux instrument que les hommes aient jamais inventé, sans en excepter le télescope et la machine à vapeur.

Réunissez par un fil métallique les deux rondelles extrêmes, le pôle cuivre et le pôle zinc, et le fil de jonction va se trouver dans un état tout particulier.

Au moment de la jonction, une étincelle éclate au point de réunion.

Si le fil métallique est assez fin, il ne tarde pas à rougir, voire même à être porté à la température du blanc, tout comme si le fait de réunir les deux pôles d'une pile l'exposait au même échauffement que s'il était au cœur d'un four fortement chauffé. Ce même fil de jonction, approché de l'aiguille aimantée, l'influence comme le fait un aimant : l'aiguille se porte en croix avec la direction du fil qu'on en approche. Enfin, si vous plongez dans l'eau chacun des fils qui viennent de la pile, l'eau se trouve décomposée en ses éléments : hydrogène qui entoure en fines bulles le fil attaché à la dernière rondelle de zinc (pôle négatif) ; oxygène qui se dégage tout autour de l'autre fil, attaché à la dernière rondelle de cuivre (pôle positif).

Ainsi donc : actions calorifiques et lumineuses, étudiées plus tard par Joule (1818-1889) ; actions magnétiques découvertes par Oersted (1775-1836) et étudiées par Ampère (1775-1836) ; action chimique dont les lois sont dues à Faraday (1791-1867), voilà ce dont se trouve capable, par le seul fait de réunir les deux pôles de la pile, le fil conducteur de jonction.

Assimilant avec raison le nouvel arrangement à une bouteille de Leyde (avec d'autant plus de raison que le contact simultané des deux pôles peut provoquer une commotion analogue à la décharge de la bouteille de Leyde dont nous avons parlé), les physiciens du siècle dernier considérèrent le fil de jonction comme le siège d'un courant d'électricité.

Le courant électrique était considéré, au XVIII^e siècle, comme un fluide

La pile, et c'est ce qui la distingue du condensateur, de la bouteille de Leyde, est toujours apte à produire une commotion : c'est une bouteille de Leyde constamment chargée ; aussi assimile-t-on ses deux pôles à deux réservoirs à niveaux constants. L'énergie dont un courant est capable, dans un temps donné, se mesure comme l'énergie d'une chute d'eau. De même que cette dernière est donnée par le produit de la quantité d'eau entraînée par la différence de niveau, de même l'énergie du courant s'exprime par le produit de la quantité d'électricité supposée débitée par la différence de potentiel que présentent les deux pôles de la pile. Et les mots de courant électrique, de débit, toutes les dénominations datant de cette époque, se ressentent de l'idée régnant alors, que le fil de jonction de la pile est comme un canal dans lequel se produit une circulation constante de fluide électrique.

Ainsi donc, vous le voyez, ces diverses conquêtes faites par le savant dans le domaine électrique, qu'il s'agisse de phénomènes statiques ou de phénomènes cinétiques, sont interprétés par lui comme si ces phénomènes étaient dus au repos ou à la circulation d'un fluide hypothétique. Il n'a jamais pu apprécier la couleur ni la densité de ce fluide subtil, mais son existence ne fait pour lui aucun doute. La théorie des fluides règne incontestée, et devons-nous vraiment reprocher à nos pères de n'avoir pas professé notre scepticisme à cet égard ? Cette manière de voir, cette image quelque peu grossière, fut si commode qu'aujourd'hui encore nous nous en servons comme procédé didactique, chaque fois qu'il nous est interdit de faire appel à la forme mathématique.

Ampère et Faraday. Un nouveau chapitre de l'électricité commence : l'électrodynamique

Nous venons de le voir, pour Volta, comme pour Franklin, l'électricité est un fluide. La charge d'un corps électrisé est comme une certaine masse de ce fluide ; l'état du conducteur interposé entre les pôles d'une pile est parcouru par un courant de ce fluide.

Mais voilà que deux nouveaux génies vont encore, de cette science si fertile en grands noms, révolutionner les idées et nous présenter sous un jour tout nouveau ces phénomènes curieux : j'ai nommé notre grand Ampère et l'inimitable Faraday.

Ørsted avait découvert qu'un courant électrique agit sur un aimant. Ampère indiqua la loi simple de cette action et il y vit la preuve qu'un aimant devait être une forme particulière de courant électrique. De là à faire la synthèse de l'aimant, il n'y avait, pour le génie d'Ampère, qu'un pas à franchir. Prenez un fil conducteur isolé, à la manière des cordons de nos sonnettes électriques ; enroulez-le en spirale autour d'un bâton et, repliant ses extrémités, servez-vous-en pour suspendre convenablement l'équipage ainsi formé, de manière à y pouvoir lancer un courant électrique. Vous avez là un système qui va se montrer la copie exacte d'un aimant. Abandonné à lui-même, cet équipage, qu'on nomme un *solénoïde*, va s'orienter suivant la direction nord-sud, tout comme l'aiguille d'une boussole. Le pôle nord d'un barreau aimanté repousse l'une des extrémités de ce solénoïde et attire l'extrémité opposée. Et il n'est pas une expérience réalisable avec des aimants qui ne soit possible à copier en ne se servant que de solénoïdes. Un aimant est donc, pense dès lors Ampère, un faisceau de petits courants électriques fermés, dirigés normalement à son axe.

N'oublions pas, d'ailleurs, qu'un courant agit sur un aimant (expérience d'Ørsted). Cette influence de l'aimant sur le courant, l'influence inverse et la synthèse de l'aimant réalisée au moyen du courant amènent naturellement Ampère à découvrir l'action réciproque des courants sur les courants, et ce puissant génie crée, tout d'un bloc, un important chapitre de la science électrique : *l'électrodynamique*.

Mais, ici, vous commencez à voir fuir l'analogie hydraulique. Le fluide est en défaut. Que deux courants fluides parcourent, en effet, deux conduits parallèles et voisins, leur voisinage n'entraîne aucunement leur action mutuelle. Forcé va donc être au théoricien d'abandonner son hypothèse du fluide et de chercher ailleurs la raison d'être de ces nouveaux phénomènes.

Et l'obligation va en être d'autant plus pressante, que, peu d'années après, Faraday découvre l'induction et apporte ainsi un nouveau fait, encore plus inexplicable dans la théorie des fluides.

L'induction électrique : un phénomène fécond en applications

L'induction électrique, ce fait si curieux qui portait en germe toute notre actuelle industrie électrique, auquel se rattachent, et la puissante machine de Gramme, âme de

nos usines centrales de lumière, et la bobine de Ruhmkorff, qui permit la découverte des ondes électriques, l'induction électrique, dis-je, fut trouvée par un petit apprenti relieur, devenu préparateur à l'Institution Royale de Londres, grâce à la bienveillance du grand chimiste anglais sir Humphry Davy (ce savant même à qui l'on doit la lampe des mineurs et bien d'autres découvertes).

L'induction électrique, féconde découverte, peut se caractériser en deux mots : un courant électrique circule dans un fil conducteur. Au voisinage de ce fil se trouve un second conducteur, simple circuit, non en contact avec le premier, et qui ne contient aucun appareil producteur de courant. Au moment où le courant s'établit dans le premier fil conducteur, le circuit voisin se montre lui-même parcouru par un courant qui ne dure, d'ailleurs, qu'un instant. Ce courant ainsi développé par voisinage se nomme *courant induit*. Vient-on à interrompre le premier courant, le courant inducteur, aussitôt on constate dans le circuit voisin une nouvelle production de courant induit, de sens contraire, d'ailleurs, au sens du premier courant induit développé.

Il y a plus et plus simple : prenez une boucle métallique et un aimant, introduisez brusquement l'un des pôles de l'aimant dans la boucle métallique : immédiatement, la boucle se trouve parcourue par un fugace mais intense courant électrique, *courant induit par l'aimant*. Eloignez maintenant brusquement l'aimant de la boucle : un nouveau courant électrique parcourt encore la boucle.

N'avez-vous pas là le principe même de la machine dynamo, de la machine Gramme ? Eh bien ! c'est là une des expériences capitales de Faraday pour mettre en évidence le phénomène de l'induction électrique.

Réfléchissez un moment à cette expérience de l'induction. N'y voyez-vous pas un courant instantané qu'un mouvement fait naître à distance ? Si la découverte de Faraday a marqué une ère nouvelle dans les applications de l'électricité, elle n'est pas moins importante à un point de vue purement philosophique. Et ne voit-on pas, à la réflexion, que les expériences de Hertz, ou que cette influence à distance d'un circuit électrisé sur un simple cercle de cuivre ou sur l'intérieur d'un tube à gaz raréfié, utilisé aujourd'hui en télégraphie sans fil, n'est, en somme, qu'une exagération, qu'une répétition en grand de l'expérience de Faraday ?

Et Faraday ne s'y trompa pas. Cette

action à distance dans le phénomène de l'induction était due, pour lui, à la transmission d'une énergie, par ondulation, du circuit inducteur sur le circuit induit, transmission analogue à celle du mouvement hypothétique d'un corps lumineux à l'œil.

Mais, cette transmission, il fallait en indiquer le mécanisme. Ce fut l'œuvre théorique de Maxwell, que les expériences de Hertz vinrent vivifier.

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

Pour expliquer le phénomène de l'induction, James Clerk Maxwell (1831 - 1879), reprenant les idées de Faraday en les précisant, imagina qu'un mouvement ondulatoire se propage de l'inducteur sur l'induit. Cette hypothèse fut formulée vers 1875. Désireux de soumettre à une même cause, au mouvement vibratoire de l'éther, les phénomènes lumineux et les phénomènes électriques, Maxwell supposa que la vibration de l'éther se produisait transversalement, c'est-à-dire dans un sens perpendiculaire à celui de la propagation, comme se produisent les vibrations à la surface d'un liquide. Il arriva ainsi à comprendre toute la théorie des phénomènes lumineux comme un cas particulier de la théorie des phénomènes électriques. C'est ce qui constitue sa fameuse *théorie électromagnétique de la lumière*.

Cette théorie de Maxwell n'attira guère l'attention du monde savant que lorsque, en 1888, Hertz, par ses expériences, désormais mémorables, vint apporter aux vues de Maxwell l'appui de l'expérience.

A la fin de 1888, Heinrich Hertz réalisa, à Bonn, des actions électriques assez énergiques et assez rapides pour se propager en oscillations autour de l'appareil producteur. Il lui

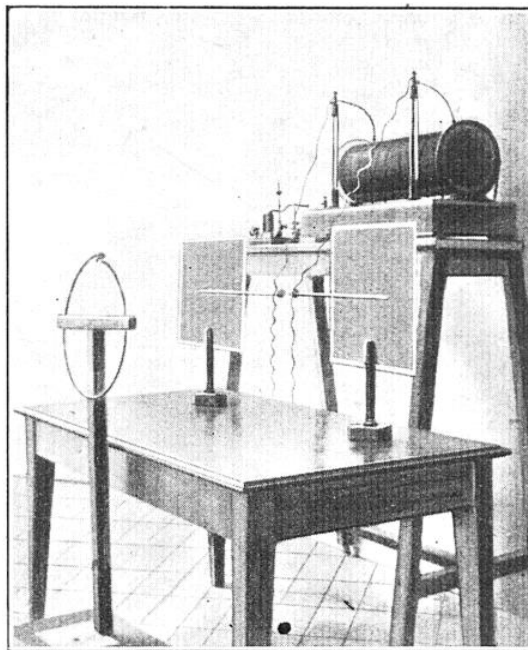
suffit de lier, aux pôles d'une bobine Ruhmkorff en activité, deux plaques de métal, carrées, de 40 centimètres de côté, munies de boules, entre lesquelles éclate l'étincelle.

C'est le *premier excitateur d'ondes électriques*, celui de Hertz. Tout autour, à dix et à vingt mètres de distance, les nouvelles ondes se propagent. Le résonateur de Hertz, l'œil électrique que, pour déceler les ondes électriques, Hertz invente le premier, est, par sa simplicité même, marqué, plus encore, au coin du génie.

Henri Poincaré, parlant de l'œuvre expérimentale de Hertz, s'exprime ainsi : « Les idées de Maxwell ont attendu vingt ans une confirmation expérimentale. C'est à Hertz qu'il était réservé de la leur donner. Ce savant, dont la vie fut si courte et si bien remplie, se destina d'abord à la carrière d'architecte, mais fut bientôt poussé par une vocation irrésistible vers la science pure. Remarqué et encouragé par Helmholtz, il fut nommé *oberlehrer* à Karlsruhe ; c'est là qu'il accomplit les travaux qui ont immortalisé son nom ;

il passa, en un jour, de l'obscurité à la gloire. Mais il n'en devait pas jouir longtemps : il n'eut que le temps d'installer son nouveau laboratoire à Bonn, la maladie l'empêcha d'en utiliser les ressources, et bientôt la mort l'emporta ; il nous laissait, cependant, outre sa géniale découverte, des expériences d'une importance capitale sur les rayons cathodiques et un livre très original et très profond sur la philosophie de la mécanique ».

On ne saurait, évidemment, dénier à Hertz d'avoir expérimentalement montré que les nouveaux phénomènes électriques qu'il venait de découvrir, présentaient toutes les propriétés des ondes lumineuses. On oublie parfois que le gland qui fut alors planté, est devenu l'arbre touffu aux ombrages puis-



EXPÉRIENCE DE HERTZ

Entre les extrémités d'un cerceau métallique coupé en un point, jaillit une étincelle, montrant que les ondes émises par l'étincelle de l'éclateur ont, à distance, induit un courant.

samment ramifiés. La radio-communication, qui constitue aujourd'hui, à elle seule, une science très importante, est tout entière contenue dans l'œuvre expérimentale de Hertz.

La lumière et l'électricité sont proches parentes

Non seulement les expériences de Hertz forment le pont solide, le lien précis entre l'optique et l'électricité, parenté de faits que Faraday avait soupçonnée, que Maxwell a, le premier, soumise au contrôle d'un calcul théorique complet, mais encore ces expériences constituent la démonstration, *solide-ment et expérimentalement établie*, cette fois, de l'intime liaison qui existe entre les phénomènes optiques et les phénomènes électriques. Cette parenté avait été soupçonnée, disons-nous, par Faraday. C'est ainsi que le génial savant fut conduit à la découverte de la polarisation rotatoire magnétique. La très grande probabilité de cette relation fut ensuite affirmée par le calcul de l'élève de Faraday, par Maxwell, lequel fut guidé, pour les établir et les poursuivre, par la curieuse coïncidence entre la valeur numérique du nombre V (rapport des unités électriques) et de la vitesse de la lumière.

Il y a plus encore. Les expériences de Hertz fournissent, logiquement, le premier modèle matériel pour concevoir expérimentalement la source de lumière.

La première préoccupation de Hertz, lorsqu'il eut, non pas produit les ondes électriques pour la première fois — à cet égard, les expériences de Feddersen peuvent, avec quelque raison, être invoquées, bien que Feddersen n'ait établi que le caractère oscillatoire de la décharge, mais nullement la propagation de ces oscillations nouvelles — la première préoccupation de Hertz fut de préciser le caractère de cette propagation. C'est pour cela qu'il imagina cet admirable résonateur électrique, ce simple cerceau de métal, rompu en un point, lieu d'une étincelle mesurée au micromètre, appareil génial qui impose l'admiration par sa simplicité même, car il fut vraiment le premier œil électrique et l'un des plus délicats : œil combien sensible et combien délicat !

A son aide, Hertz montre que les nouvelles ondes se réfléchissent, qu'elles se réfractent : il imite avec elles, et avec un entier succès, tous les phénomènes lumineux.

Citons, en particulier, les expériences faites de concert avec de La Rive, à Genève, dans l'immense salle que formait, avant son emploi, un réservoir d'eau nouvellement

construit. Il démontra ainsi l'existence des ondes stationnaires électriques, premier exemple d'interférences des nouvelles ondes.

Entre 1894 et 1899, j'ai montré que les principaux phénomènes d'interférences de l'optique pouvaient être complètement répétés au moyen des ondes électriques. Cette étude me conduisit aux *champs interférents* des ondes électriques, dont j'ai fait, depuis cette époque, plusieurs applications, en particulier aux procédés de téléphonie multiple.

Le clavier des radiations connues comprend 60 octaves

Ces vibrations qui, de toutes parts, nous entourent, les physiciens les ont mesurées, comparées, cataloguées. Des ondes électriques les plus graves (par analogie avec les sons graves, de grandes longueurs d'ondes) qui sont celles de la T. S. F. intercontinentale de plusieurs kilomètres de longueur, aux rayons X qui forment un groupe d'ondes très aiguës de 50 à 60 millièmes de millimètre de longueur d'onde, on compte près de 60 octaves. Combien notre œil est, malgré les apparences, aveugle aux ondes de l'univers ! Il ne soupçonne qu'à peine une seule des 60 octaves que nous avons su découvrir.

Regard en arrière

Ainsi les notions successives de *fluide*, de *courant électrique*, de *vibrations*, en rendant plus complexe peut-être, mais plus féconde, notre manière de concevoir les phénomènes électriques, nous fournissent un aperçu philosophique plus grandiose des faits de la nature, puisqu'elles nous amènent à comprendre, sous un substratum unique, la chaleur, la lumière et l'électricité.

Imaginer la pile. Inventer le solénoïde. Découvrir l'induction. Produire et recevoir des ondes électriques, voilà autant d'admirables champs d'investigation que les grands pionniers de la science électrique : Volta, Ampère, Faraday, Hertz, ont ouverts.

Et, dans cette moisson si fertile et qui fut si féconde en résultats pratiques, puisque, à côté de ces aperçus puissants sur la nature, la science asservissait la matière et révolutionnait l'industrie, c'est peut-être Faraday qui dépasse, par l'ampleur de la contribution apportée, ses trois émules en génie.

Toutes les applications de l'électricité vivent, depuis plus d'un demi-siècle, sur les conquêtes du modeste apprenti relieur...

ALBERT TURPAIN.

LES ANIMAUX MARINS DE NOS COLONIES, SOURCES DE RICHESSES INDUSTRIELLES POUR LA FRANCE

Il reste beaucoup à faire pour leur exploitation scientifique

Par A. GRUVEL

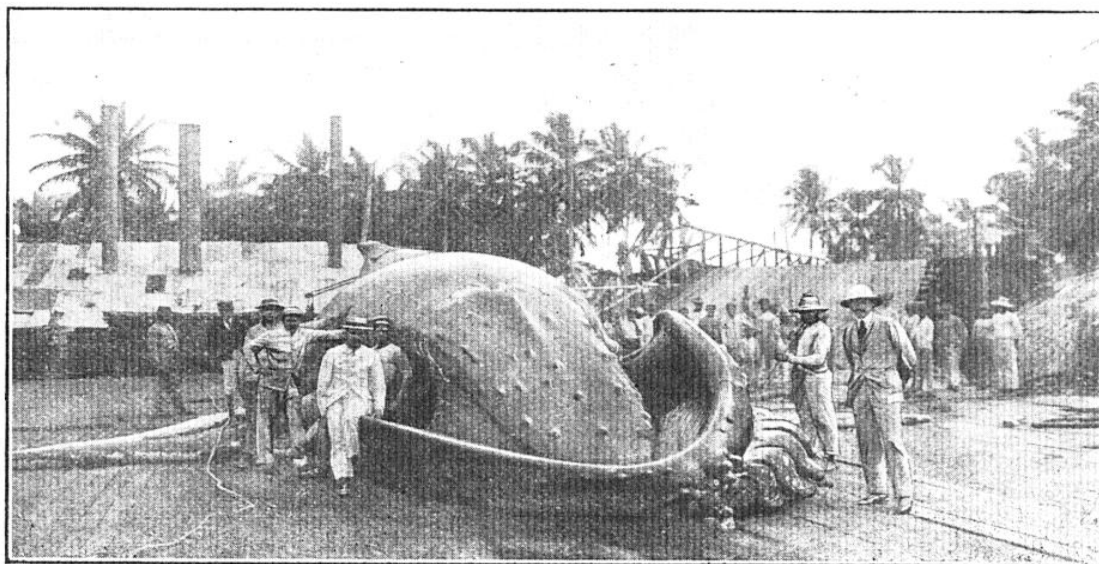
PROFESSEUR AU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Nos colonies ne sont pas seulement riches en troupeaux, en mines, en essences forestières ; leurs fleuves et les mers qui baignent leurs côtes recèlent une quantité innombrable d'animaux susceptibles d'une exploitation industrielle intense et très rémunératrice. En raison de leur répartition dans toutes les mers du globe, il n'est pas un produit industriel tiré des animaux marins qui ne puisse être fourni par l'une ou l'autre de nos possessions en plus ou moins grande abondance. Notre éminent collaborateur, qui s'est spécialisé dans l'étude des produits tirés des animaux marins, montre que la mer est un immense réservoir d'azote, de phosphore et de matières grasses diverses, qu'il suffirait d'exploiter d'une manière rationnelle dans chacune de nos colonies pour en tirer des revenus importants, dont bénéficieraient notre commerce et notre industrie.

Les matières grasses des animaux marins valent de l'or

LES matières grasses d'animaux marins, qu'il s'agisse d'huiles ou de graisses, peuvent être fournies par deux grands groupes zoologiques, largement représentés dans nos mers coloniales : les Mammifères

marins (*Cétacés* et *Pinnipèdes*) et les Poissons. Mais les parties traitées et les produits obtenus sont assez différents, suivant qu'il s'agit des uns ou des autres de ces animaux. Les grands Cétacés sont représentés sur les côtes d'à peu près toutes nos colonies. Les plus anciennement exploitées sont celles du Gabon, où des sociétés franco-norvégiennes



DEPEÇAGE D'UNE MACHOIRE DE MÉGAPTÈRE (GENRE DE BALEINE) EN VUE DE L'UTILISATION DE L'OS RÉDUIT EN POUDRE COMME ENGRAIS

capturent et traitent, industriellement, surtout des Mégaptères (1), plus rarement des Baleinoptères.

Sur les côtes de Mauritanie, les essais de chasses tentés en 1924 et 1925 ont permis de reconnaître non seulement le même Mégaptère, mais aussi différentes espèces de Baleinoptères et du Cachalot, assez abondant.

En Indochine, si l'on se reporte aux résultats obtenus, un peu plus au nord, par les Japonais, on peut penser qu'on trouverait surtout des Baleinoptères et des Mégaptères.

Ce sont, à peu près, les mêmes espèces qui, venant de l'Antarctique, circulent autour de Madagascar jusque dans la mer Rouge.

Enfin, autour de nos possessions australes (archipel des Kerguelen, des Crozet, îles Saint-Paul et Amsterdam), on a pu reconnaître, en différentes circonstances, un grand nombre d'espèces de Baleinoptères, des Mégaptères, quelques rares baleines franches, des Cachalots, des Dauphins de diverses espèces, etc... Ces grands Cétacés ont été traités, à un moment donné, dans une usine installée dans l'île Kerguelen, à Port-Jeanne-d'Arc.

Le traitement du lard par la chaleur, dans des chaudières à pression, donne des huiles de différentes qualités, suivant leur plus ou moins grande pureté, et dont les prix varient de 30 à 38 livres sterling la tonne. Les sociétés franco-norvégiennes du Gabon produisent, à elles seules, environ 4.000 tonnes d'huile de Cétacés.

Ces produits sont utilisés, les uns, les plus ordinaires, pour la fabrication des huiles de graissage ; les autres, les plus beaux, après hydrogénation en présence d'un catalyseur, sont transformés en margarine alimentaire, à peu près sans odeur. C'est grâce à cette propriété que les huiles de Cétacés atteignent actuellement des prix très élevés.

Nous commençons, en France, à hydrogéner les huiles d'animaux marins (Cétacés, Poissons, etc.), mais, malheureusement, aucun de nos ports n'est encore outillé pour recevoir les huiles en vrac. Or, ces huiles sont transportées des lieux de production en bateaux-citernes, qui ne peuvent livrer qu'en vrac dans des tanks spécialement préparés pour les recevoir.

Le second groupe de Mammifères marins susceptibles de fournir des matières grasses à notre industrie, est celui des *Pinnipèdes* (Otaries, Morses, Phoques), représenté exclusivement dans nos possessions australes.

Le lard de ces Mammifères, dont quelques-

(1) Cétacés se rapprochant de la baleine.

uns atteignent de fort belles tailles, fondu comme celui des Cétacés, donne une huile très recherchée et qui atteint des prix élevés (32 à 35 livres sterling la tonne, en moyenne).

Aussi, ces malheureux animaux sont-ils la proie des sociétés industrielles de chasse, qui ne viseraient à rien moins qu'à leur destruction totale. Le ministre des Colonies a dû, par décret du 30 décembre 1924, réglementer d'une façon sévère la chasse de ces animaux et créer des réserves importantes pour essayer, tout au moins, d'en empêcher la disparition complète.

Une réglementation internationale fixera, du reste, sous peu, nous l'espérons bien, des règles précises pour la chasse de ces innocents animaux. Une société française, dite des « Pêches australes », exploite l'archipel de Kerguelen à ce point de vue spécial. Elle a rapporté cette année environ 5.000 tonnes d'huile.

Les matières grasses des poissons sont extraites, soit du foie, soit du corps même de l'animal, selon les espèces. Certains groupes, comme les *Sélaciens* (squales et raies) et les *Gades* (morues), possèdent des foies généralement très développés et riches en huiles. L'étude chimique de ces huiles d'animaux marins est née en France avec Chevreul, il y a plus de cent ans. Elle n'est plus guère poursuivie, chez nous, que par deux chimistes, MM. E. André et Marcel et, tandis qu'en Norvège, en Allemagne et au Japon, elle est l'objet de recherches multiples et très importantes.

L'étude de ces produits, si intéressants pour notre industrie, porte sur trois groupes : les acides gras ou matières saponifiables ; la glycérine ; les matières insaponifiables, formées par des alcools insolubles dans l'eau et des carbures d'hydrogène.

Une source imprévue de pétrole

Certaines huiles de foies de squales contiennent jusqu'à 90 % de leur poids d'un carbure d'hydrogène, obtenu pour la première fois en 1916, par le Japonais Tsujimoto, qui l'appela *squalène*, puis par l'Anglais Chapman, en 1917, qui lui donna le nom de *spiracène* (1). M. André pense que tout n'a pas été dit, loin de là, sur ce produit fort intéressant, puisqu'il possède une formule voisine de celle des pétroles, ce qui a fait émettre l'opinion que ces derniers liquides résulteraient de la transformation de quantités innombrables de requins enfouis dans les couches géologiques.

Les huiles du corps des poissons entiers

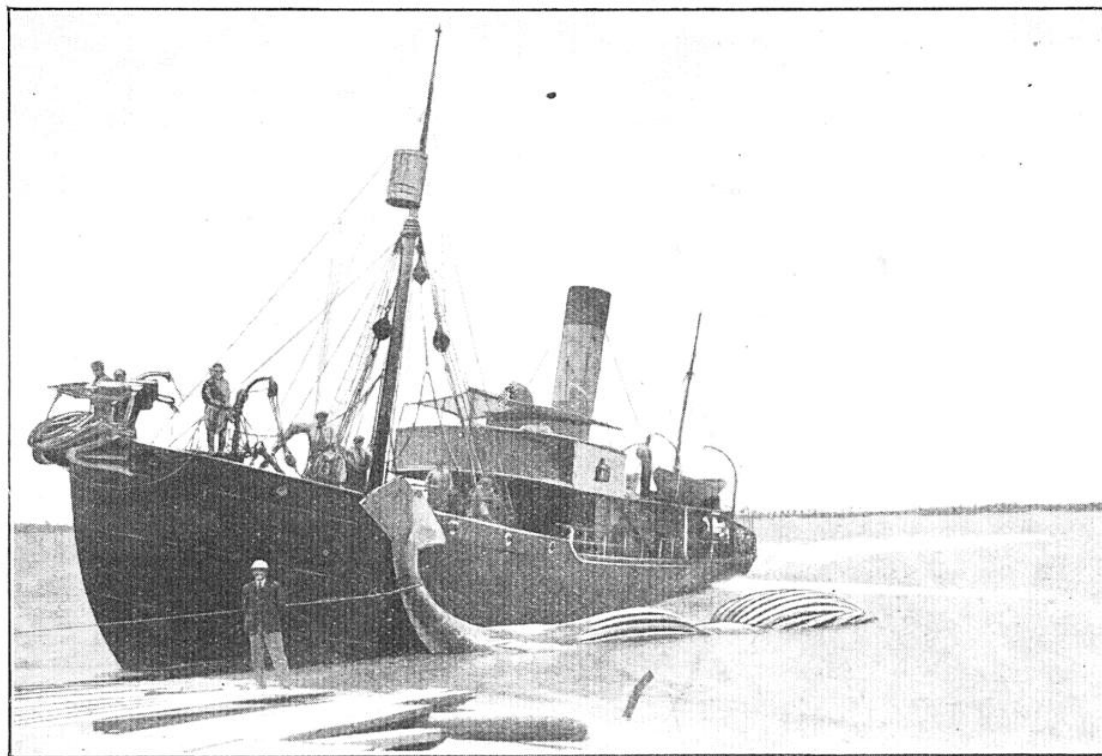
(1) Sa formule est, d'après Tsujimoto, $C^{30}H^{50}$ et, d'après Chapman, $C^{29}H^{48}$.

peuvent être utilisées comme celles des Cétacés, soit pour la fabrication d'huiles d'industrie, avec les plus impures, soit, par hydrogénation, pour la préparation de la margarine alimentaire, pour les plus belles qualités. Mais ces huiles sont encore à peu près inconnues chimiquement et technologiquement. Elles peuvent être retirées, également, des déchets du tranchage et de

vapeur, et on obtient un très beau produit, qui peut presque rivaliser avec celui que les Norvégiens obtiennent aux îles Lofoten, par exemple.

Le foie des Sélaciens est extrêmement développé. Son poids peut atteindre 25 à 30 % du poids total de l'animal, et on peut en extraire jusqu'à 75 % d'huiles.

Les huiles de foies de requins font l'objet



UN BATEAU CHASSEUR DE BALEINES REMORQUANT UN MÉGAPTÈRE A L'USINE

fabrication des conserves, comme celles de sardines, d'anchois, de harengs, de thons, etc.

Du foie des animaux marins on extrait des huiles très appréciées pour l'industrie et l'alimentation

Enfin, les huiles de foies peuvent être extraites d'abord des différentes espèces de Gades, que l'on rencontre sur les fonds de Terre-Neuve et de Saint-Pierre-et-Miquelon, et aussi de tous les Sélaciens (squales et raies) si répandus dans nos mers coloniales, particulièrement dans l'océan Indien.

La plus commune des huiles de foies est celle de foies de morues, qui a été longtemps extraite par putréfaction. On traite, actuellement, soit à bord de nos chalutiers, soit à terre, à Saint-Pierre, les foies frais par la

d'un commerce important et leur production, dans nos colonies, pourrait être considérablement développée, surtout dans les pêcheries spéciales de ces animaux, où l'on vise surtout à la production des peaux, pour la fabrication des cuirs de maroquinerie, cordonnerie, etc. ; l'huile constituerait une ressource accessoire non négligeable.

Le Cachalot, que nous avons laissé pour la fin de cette étude, est un Mammifère extrêmement cosmopolite et que l'on trouve, en plus ou moins grande abondance, dans toutes nos mers coloniales chaudes. On retire des énormes cavités contenues dans la tête de cet animal, une huile spéciale, qui par refroidissement laisse déposer une matière solide, blanche, satinée, le *spermaceti*.

L'huile de lard que l'on peut retirer du

Cachalot, présente aussi des qualités différentes de celle des Baleines et Baleinoptères, et son étude, qui est commencée, révélera, sans doute, des faits très intéressants. Elle a déjà montré à M. André et à M^{lle} François que les caractères de ces produits du Cachalot en font des intermédiaires entre les corps gras et les cires. (Académie des Sciences, 15 février 1926).

Les matières azotées d'origine marine constituent de bons aliments et d'excellents engrais

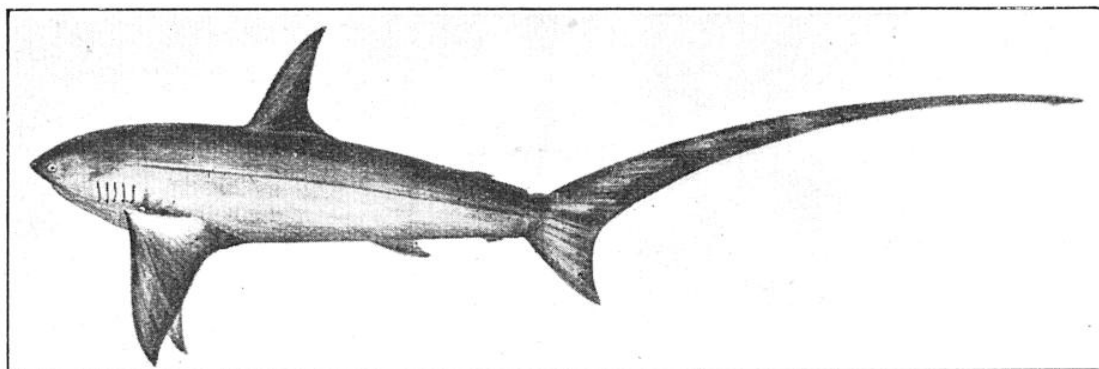
Les matières azotées d'origine marine ou fluviale de nos colonies peuvent donner naissance à deux groupes de produits : les uns,

territoires les plus éloignés des pays de production dans de bonnes conditions économiques, on verra disparaître peu à peu cette terrible plaie des pays tropicaux, la *mortalité infantile*, à la base de laquelle peut être placée la carence en matières azotées et aminées des populations indigènes.

Le poisson est consommé à l'état *fraîs* dans tous les pays de production, soit par le pêcheur indigène lui-même et sa famille s'il est peu abondant, soit par la collectivité environnante s'il existe en quantités suffisantes. « Chacun pour soi et Dieu pour tous ! »

Comment conserver le poisson

Pour le conserver plus longtemps, car il



LE REQUIN-RENARD DOIT SON NOM AU DÉVELOPPEMENT DE SA NAGEOIRE CAUDALE

destinés à l'alimentation, que nous appellerons *matières azotées alimentaires* ; les autres, destinés à la culture en qualité d'engrais, et que nous appellerons *matières azotées agricoles*.

Matières azotées alimentaires

Ce sont, évidemment, les plus importantes et aussi les plus considérables par leur nombre et leur qualité. Pour certains indigènes de nos colonies, comme les Annamites, par exemple, tout ce qui vit dans la mer, à l'exception de certaines espèces quasi sacrées, comme les Cétacés, est utilisable pour la consommation. Les méduses elles-mêmes, paquets gélatineux plus ou moins informes, ne trouvent pas grâce devant leurs estomacs.

La faune marine ou fluviale représente donc, pour l'indigène surtout, la base même de l'alimentation, partout où elle est à sa portée. Aussi l'exploitation de cette faune devrait être aussi développée que possible pour compléter la ration alimentaire d'une grande partie de ces populations. Le jour où le poisson, sous toutes ses formes, salé, séché ou fumé, pourra pénétrer jusqu'au fond des

est vite corrompu dans les pays chauds et humides, le poisson est, ou bien salé, souvent avec trop de parcimonie, ou simplement séché, ou encore fumé.

Chaque pays ou chaque race a une façon spéciale de le préparer. En général, elle est très défectueuse, souvent par économie, plus souvent encore par routine, en sorte qu'il est impossible au produit ainsi traité de se conserver pendant assez longtemps pour être transporté loin dans les terres.

Au moment de sa préparation, le poisson est la proie facile des larves de mouches ; quand il est sec ou fumé, ce qui reste est, en grande partie, dévoré par les larves d'anthrènes.

Les sociétés à forme métropolitaine, comme la *Société Industrielle de la Grande Pêche*, à Port-Étienne, comme, surtout, celles qui pêchent la morue à Saint-Pierre, fabriquent un poisson salé et séché qui peut se conserver longtemps et pénétrer ainsi jusqu'au fond des hinterlands coloniaux.

Le poisson séché de Port-Étienne est répandu sur toute la côte occidentale d'Afrique, jusques et y compris le Congo

belge, et se conserve de longs mois sans aucun déchet. Quant à la morue, séchée spécialement, elle forme presque la base de l'alimentation dans nos vieilles colonies, surtout Antilles, Réunion, etc., où elle est préférée aux poissons locaux.

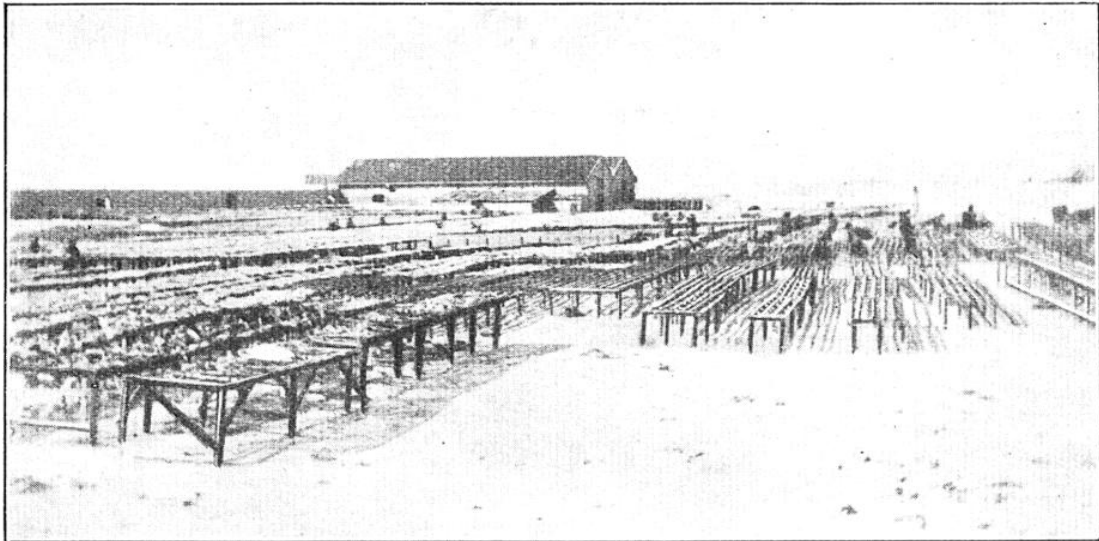
Aurons-nous des langoustes frigorifiées ?

Les Crustacés sont, généralement, peu appréciés des indigènes et leur consommation n'est guère que l'apanage des Européens. Cela veut dire que la consommation locale, dans nos possessions, est relativement faible ou même nulle, en dehors des centres européens.

coup de gros crabes, qui permettraient d'obtenir d'excellentes conserves, certainement supérieures à celles des Japonais, qui inondent actuellement le marché mondial.

L'industrie des conserves de poissons doit se développer avec profit

D'une façon générale, l'industrie des conserves en boîtes est appelée à prendre, dans nos colonies, un développement important, à cause du bas prix de la matière première. C'est ainsi, par exemple, que la conserve des filets de soles ne peut être fabriquée en France à cause du prix très élevé de ces



INSTALLATION D'ÉTENDAGES POUR LE SÉCHAGE DU POISSON A PORT-ÉTIENNE (MAURITANIE)

Depuis des années déjà, nous avons cherché à faire venir sur le marché français des langoustes vivantes. Tout le monde connaît, aujourd'hui, aux Halles de Paris, la *langouste royale*, dite « marocaine », et l'on commence à connaître aussi la « martiniquaise », qui vient des Antilles. Elles arrivent parfaitement vivantes sur le marché parisien.

Pour les colonies éloignées, comme Madagascar, l'Indochine, Saint-Paul et Amsterdam, etc., où se rencontrent également de nombreuses espèces d'excellentes langoustes, nous pensons qu'il sera possible de les transporter en chambres froides à -10° , après congélation à cœur, sur place, dans une saumure à -18° ou -20° .

Aujourd'hui que le consommateur est habitué à consommer des langoustes cuites, l'introduction des langoustes frigorifiées sera bien plus facile qu'elle ne l'eût été autrefois.

Nos colonies produisent également beau-

poissons. Dans la plupart de nos colonies, en dehors des centres européens, les soles, ou formes voisines, ne valent que la peine de les capturer, et on peut les pêcher en très grandes quantités sur certains fonds sablo-vaseux. Il pourrait en être de même pour un certain nombre d'autres poissons. Le thon blanc, ou Germon, extrêmement abondant dans la mer des Antilles, ne donne lieu à peu près à aucune fabrication et l'on connaît le prix élevé de ce poisson sur les côtes de Bretagne.

Cette liste pourrait être considérablement allongée, car presque tout est à faire encore, dans nos possessions, au point de vue de la conserve, mis à part l'Algérie, la Tunisie et le Maroc. Dans ce dernier pays, en particulier, la fabrication des conserves de sardines, thons, bonites, etc., est en train de prendre un grand développement.

Le produit solide que l'on obtient par

l'extraction de l'huile des mauvais poissons ou des déchets de préparation de ces mêmes animaux, après avoir été séché et réduit en poudre, peut, si la quantité d'huile restante n'excède pas 1 %, être destiné à l'alimentation des animaux domestiques : bœufs, pores et volailles, en particulier. Cette pratique, utilisée depuis longtemps en Bavière, commence à se répandre en France. Les alevins de saumons sont également très friands de farine de poissons.

L'une des familles les plus répandues dans les mers coloniales, à l'estuaire des fleuves et dans ces fleuves eux-mêmes, est celle des *Mugilidés*. Les muges ou mulets se rencontrent, en effet, par bandes innombrables, à certaines époques de l'année, aussi bien en mer que dans les eaux saumâtres ou même douces, qu'ils remontent, parfois, très loin. A ce moment, les ovaires sont en plein épanouissement. Après salage, en saumure légère, puis séchage, avec aplatissement, dans un courant d'air, on obtient un produit extrêmement recherché dans tout le bassin de la Méditerranée et particulièrement en Orient ; c'est la *poutargue*, dont le prix atteint, parfois, 100 francs le kilogramme. Rien ne serait plus facile que de fabriquer, dans la plupart de nos possessions, ce produit si estimé et si intéressant, commercialement parlant. En Tunisie, on prépare de la poutargue de thons, qui est beaucoup moins estimée que celle de muges. On pourrait en préparer également avec les ovaires de courbine, de bonite, etc. Il est regrettable que l'on ne tire pas mieux parti d'un produit aussi recherché.

Nous ne pouvons pas terminer ce paragraphe consacré aux matières azotées alimentaires, sans parler de ces sortes de sauces indochinoises à base de poissons, désignées par les Annamites sous le nom de « mam ». Le plus répandu est le « nuoc-mam », dont la consommation annuelle, pour notre colonie d'Extrême-Orient seule, atteint près de 40.000 tonnes. Les Annamites fabriquent ce produit à l'aide de certaines espèces de poissons, qu'ils placent dans des récipients, entre des couches de sel. Grâce à la température et aux diastases intestinales des poissons, il se produit une véritable autolyse des tissus, qui aboutit, finalement, à un liquide d'odeur nauséabonde, de couleur plus ou moins foncée, suivant la qualité, et qui est le « nuoc-mam ».

On obtient des produits beaucoup plus fins en opérant à l'abri des fermentations secondaires. Nous pensons que cette préparation, fabriquée par des méthodes scienti-

ifiques modernes, ne tardera pas à faire parler d'elle, aussi bien au point de vue alimentaire qu'au point de vue thérapeutique.

Les matières azotées d'origine marine et l'agriculture

Nous avons indiqué rapidement, plus haut, comment on retire, des matières solides qui ont été traitées pour l'extraction de l'huile, la farine alimentaire de poissons. Lorsque la proportion d'huile restant dans les résidus solides atteint 3 à 4 %, le produit pulvérisé obtenu est difficilement accepté des animaux ; en tout cas, il risque de donner à la chair des Mammifères et aux œufs des poules un goût d'huile assez prononcé et peu agréable. Mais ce produit, qui titre, en moyenne, 8 à 9 % d'azote et à peu près autant d'acide phosphorique, donne un engrais remarquable, lorsqu'il est mélangé à une poudre neutre de façon à ramener le degré d'azote à 3 % environ.

Le traitement des masses musculaires et des viscères des grands Cétacés donne aussi, comme résidu solide, un produit qui, réduit en poudre, forme des guanos excellents, puisque la plupart d'entre eux contiennent de 7 à 8 % d'azote, de 8 à 10 % d'ammoniaque, de 10 à 13 % d'acide phosphorique et, parfois, jusqu'à près de 30 % de phosphates tribasiques.

Dans les installations du Gabon, organisées par des sociétés franco-norvégiennes, on traite aussi, dans l'usine à terre, le squelette entier des Cétacés, qui, après cuisson, broyage et tamisage, donne une « poudre d'os » riche en carbonates et en phosphates de calcium ; mélangée à la poudre de viande, elle fournit un engrais complet, extrêmement intéressant pour nos cultures coloniales.

C'est ainsi, par exemple, que, pour la culture de la vanille, il faut compter 200 à 250 kilogrammes de nitrate à l'hectare ; pour le cocotier, il faut environ 10 kilogrammes d'engrais de poissons, titrant 12 à 14 % d'azote, à chaque pied ; la patate douce, elle-même, demande de 1.000 à 1.500 kilogrammes à l'hectare d'un engrais titrant de 2 à 4 % d'azote ; le bananier, la cacaoier, le cotonier, etc., exigent aussi des quantités variables d'azote, sous des formes diverses.

Produits industriels divers tirés de la faune des eaux coloniales

L'un des plus intéressants est la colle de poisson, constituée par les *vessies natatoires* de certains d'entre eux, appartenant plus particulièrement aux familles des *Cyprinidés*, des *Sciénidés*, des *Gadidés* et des *Siluridés*, toutes

très largement représentées dans les eaux douces ou salées de nos colonies.

Après nettoyage et séchage, ces organes possèdent la propriété de se gonfler considérablement dans l'eau pure et à froid, pour donner une sorte de gelée qui se prend en masse. On utilise beaucoup la colle de poisson pour la clarification des vins et des bières.

Il n'y a guère que l'Indochine, la Mauritanie (Port-Étienne) et un peu le Sénégal qui fournissent le marché de vessies natatoires, et cela est extrêmement dommage, à un moment où ces produits sont devenus très rares par suite de la carence partielle de la Russie, qui fournissait autrefois de magnifiques vessies d'Esturgeon dont le prix atteint aujourd'hui près de 100 francs le kilogramme.

Tous les pêcheurs indigènes d'Afrique rejettent ce produit en préparant le poisson. Les Annamites seuls le conservent et le préparent. Les plus vilaines qualités sont exportées en Europe pour la fabrication des colles, sécotines et autres ; les plus belles sont conservées pour la Chine, où elles sont extrêmement recherchées.

La gélatine est obtenue en faisant bouillir ensemble les vessies natatoires de mauvaise qualité ou de préparation défectueuse, les estomacs, les intestins, les peaux, etc. On obtient, après filtrage et clarification appropriés, un produit solide livré en feuilles minces et dont on connaît les multiples usages.

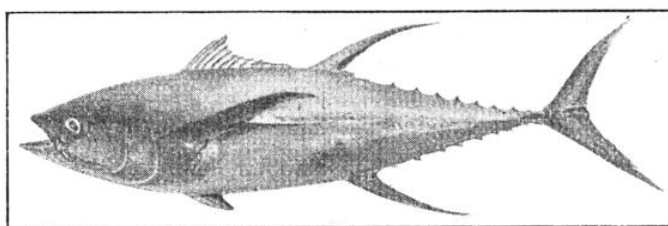
Les « ailerons de requins », que le marché chinois absorbe en quantité formidable, sont des nageoires de requins simplement séchées au soleil. On utilise surtout les nageoires dorsales et pectorales. Les Célestes sont extrêmement friands des potages obtenus avec ces produits, spécialement préparés pour eux.

Depuis quelques années surtout, les peaux de certains Cétacés (dauphins et marsouins), et surtout celles de beaucoup de squalos, sont, après tannage convenable, transformées en cuir du plus haut intérêt pour la maroquinerie de luxe. L'Amérique nous a montré la voie et nous espérons bien que nos colonies pourront fournir des quantités très importantes de ces produits, car, surtout dans l'océan Indien, les requins ne manquent pas !

La parfumerie utilise également, sous le nom d'« ambre gris », une sécrétion pathologique de l'intestin du Cachalot et que l'on trouve accidentellement, soit dans l'intestin lui-même, après le sacrifice de l'animal, soit flottant sur la mer ou rejeté sur les rivages. En solution alcoolique, ce produit est utilisé comme fixateur des parfums ; son prix atteint, aujourd'hui, de 13.000 à 14.000 fr. le kilogramme pour les meilleures qualités.

Le plus beau morceau d'ambre gris qui ait été signalé jusqu'ici fut recueilli en 1919, dans un vieux mâle de cachalot. Il pesait 465 kilogrammes et valait, à cette époque, environ 3 millions de francs, au prix moyen de 7.500 francs le kilogramme environ. Aujourd'hui, il vaudrait à peu près 5 millions.

Nous ne faisons que signaler, en passant, l'écaille et la nacre, connues de tout le monde, soit à l'état brut, soit manufacturées. Leur prix actuel, très élevé (20 à 25 francs le kilogramme), les



LE THON BLANC OU GERMON, DE LA MER DES ANTILLES, POURRAIT FOURNIR D'EXCELLENTE CONSERVES

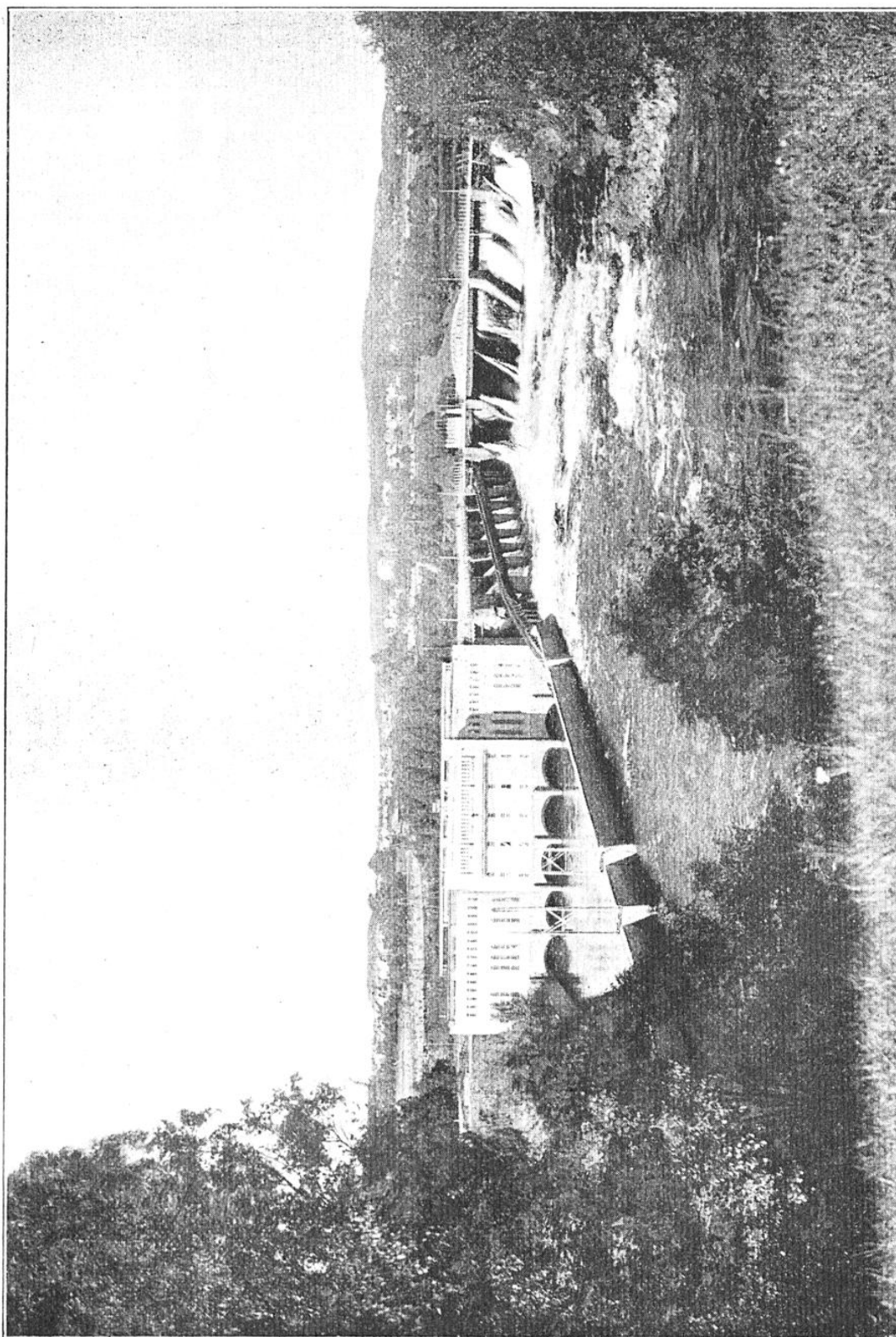
fait de plus en plus rechercher des indigènes, et, si l'on ne prend pas, en haut lieu, les dispositions nécessaires pour, d'une part, réglementer la pêche des Tortues, la récolte de leurs œufs, ainsi que la récolte des coquillages à nacre, et pour, d'autre part, encourager l'élevage des Tortues à écaille, nos ressources coloniales, en ces matières, auront rapidement disparu.

A quand l'exploitation rationnelle des colonies françaises ?

Nous venons d'examiner succinctement les principaux produits industriels qu'il est possible de tirer de la faune marine et fluviale de nos colonies. Quelques-unes de ces ressources naturelles paraissent quasiment inépuisables ; d'autres sont plus limitées et leur exploitation doit être réglementée en *connaissance de cause*, ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas.

Mais le lecteur aura pu se convaincre que le champ d'action est des plus vastes et que l'exploitation scientifique et rationnelle de ces immenses richesses pourrait avoir les conséquences économiques les plus heureuses, à la fois pour les colonies productrices et aussi pour la métropole.

A. GRUVEL.



LA STATION HYDROÉLECTRIQUE DE BULLERFORSÉN (SUÈDE), L'UNE DES PLUS PUISSANTES ET DES PLUS MODERNES DU MONDE

LA SUÈDE, REINE DE LA HOUILLE BLANCHE

Son électrification est l'une des plus avancées,
grâce à l'utilisation rationnelle de ses chutes d'eau.

Par André JAEGER

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

L'industrie suédoise est fort ancienne : elle exploite des mines de fer et de cuivre depuis la préhistoire, et, jusqu'au XIX^e siècle, la Suède fut le premier producteur de fer du monde entier. Cependant, depuis le début de notre ère de machinisme intensif, les forêts scandinaves ne suffisent plus à fournir le combustible nécessaire. Et, fait grave, la Suède est presque dépourvue de houille noire. Des quelques pauvres gisements de la Scanie, on extrait péniblement 400.000 tonnes de houille par an. Par bonheur, la houille blanche est une des plus grandes richesses du pays.

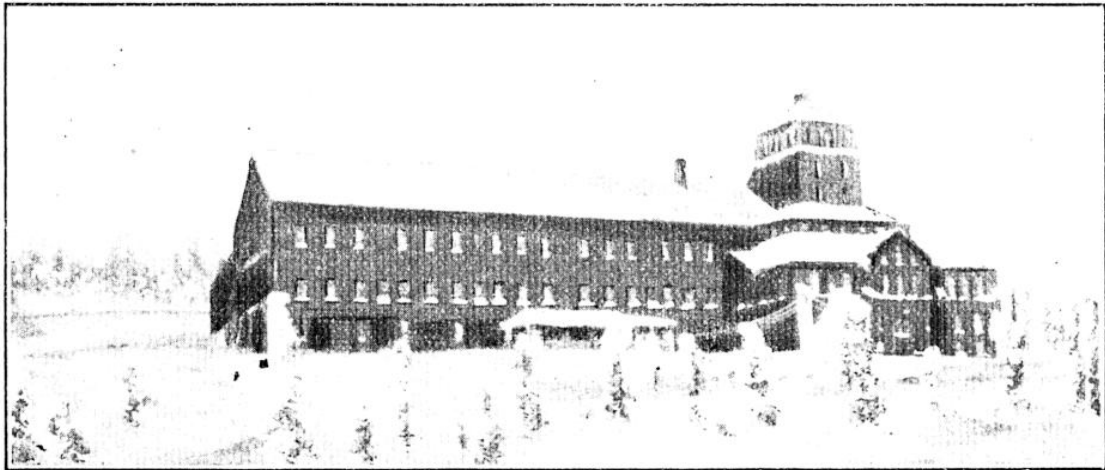
PARMI les pays riches en houille blanche, la Suède se place dans les premiers rangs. Elle dispose de chutes d'eau, dont la puissance totale est évaluée à environ 10 millions de chevaux pendant les hautes eaux et à 6.750.000 chevaux pendant neuf mois par an ; d'innombrables lacs permettent de régulariser les débits des cours d'eau.

La plupart des chutes suédoises sont du type à basse chute : leur hauteur varie entre 4 et 15 mètres. Quelques-unes seulement ont des hauteurs comprises entre 15 et 50 mètres ; les hauteurs supérieures sont tout à fait exceptionnelles. Les ingénieurs suédois sa-

vent admirablement utiliser ces richesses.

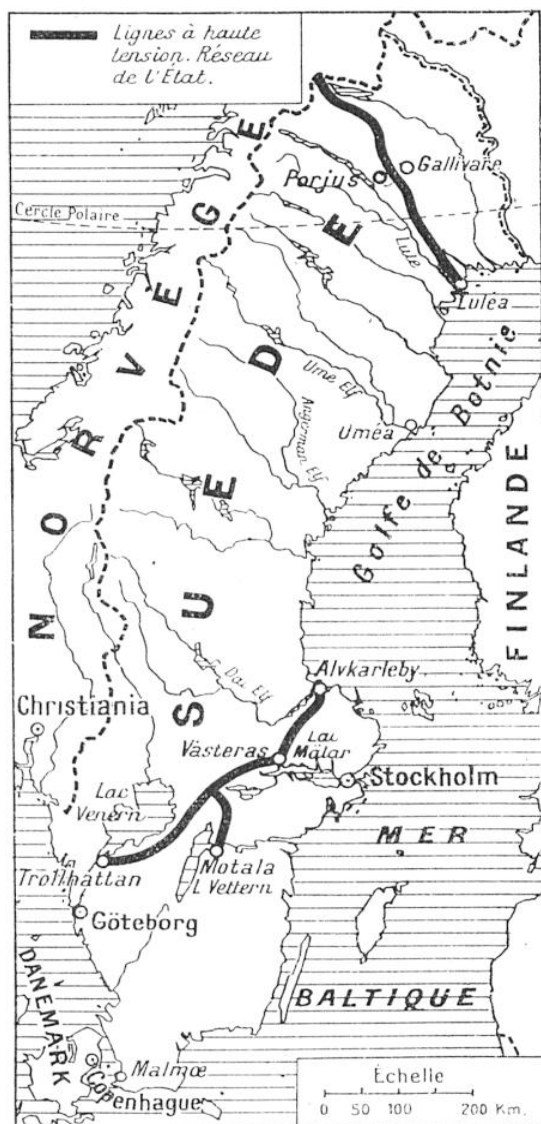
A l'heure actuelle, la puissance aménagée atteint 1.064.282 chevaux et se répartit entre 648 stations hydroélectriques.

Dans beaucoup de villes, le courant électrique est produit par de petites usines hydrauliques, indépendantes les unes des autres et disposant d'installations thermiques de réserve (machines à vapeur ou moteurs Diesel). La société distributrice est soit une société anonyme privée, soit, le plus souvent, une municipalité elle-même. Son réseau est toujours très peu développé ; en général, il ne s'étend pas au delà des envi-



VUE EXTÉRIEURE DE LA CENTRALE ÉLECTRIQUE DE PORJUS, AU NORD DE LA SUÈDE

Cette usine, construite en 1911, se trouve au delà du cercle polaire, en plein désert. C'est l'énergie qu'elle produit qui permet l'exploitation des riches gisements métallifères de cette région. Elle appartient à l'Etat suédois, qui en tire d'importants bénéfices.



CARTE MONTRANT LA SITUATION DES LIGNES A HAUTE TENSION DE L'ÉTAT SUÉDOIS

rons assez rapprochés de l'usine productrice.

Les grandes centrales suédoises

A côté de ces petites installations, plusieurs grosses centrales ont été aménagées ; elles appartiennent à de grandes entreprises privées ou à l'État et produisent des quantités considérables de courant ; leur réseau de distribution est extrêmement important. Beaucoup sont connectées entre elles.

Le courant produit dans ces centrales n'est, généralement, vendu par le producteur que sous haute tension et en grandes quan-

tités. Il est acheté, soit par les industriels pour leurs usines, soit par des sociétés distributrices, constituées par des municipalités ou des coopératives, qui se chargent de la répartition du courant aux consommateurs.

Parmi ces grandes usines, dix ont une puissance de plus de 10.000 chevaux ; cinq d'entre elles, de beaucoup les plus importantes et les seules vraiment intéressantes, sont la propriété de l'État suédois, qui les exploite lui-même. Aussi les trois cinquièmes de l'énergie vendue en Suède sont-ils produits dans les usines de l'État.

Bien que, en Suède, l'État n'ait pas de privilèges spéciaux et soit considéré, au point de vue administratif, comme un simple particulier, il a compris, dès l'origine, quelle source de profits allait être l'industrie de la production et de la distribution de l'électricité ; aussi, depuis 1901, a-t-il procédé sans relâche à l'achat des chutes d'eau. Les deux cinquièmes des chutes du pays lui appartiennent aujourd'hui. C'est pourquoi il suffit, pour se faire une idée générale des grandes usines génératrices et des réseaux suédois de distribution d'énergie électrique, d'étudier les superbes installations de l'État.

L'État producteur d'électricité

Celles-ci comprennent, actuellement, les usines hydrauliques de Trollhättan, Porjus, Alvkarleby, Motala et l'usine thermique de secours de Västerås. Il faut y ajouter les centrales de Lilla Edet et de Harspranget, en cours de construction.

L'usine de Trollhättan est la plus ancienne et la plus puissante des centrales suédoises. Construite en 1908, elle a été agrandie à plusieurs reprises. Elle se trouve sur le Göta Älv, le principal fleuve de Suède, à 15 kilomètres du lac Venern, qui est, par ses dimensions, le troisième lac d'Europe et qui donnera un merveilleux bassin de régularisation.

L'usine comprend treize turbines horizontales jumelées à huche, du système Francis, tournant à 187 tours à la minute et pouvant débiter 13.500 chevaux chacune. Elles sont accouplées avec treize alternateurs à 25 et 50 périodes, qui produisent le courant alternatif. Un vaste poste de transformation permet de transformer l'énergie à une tension de 120.000 volts et de la répartir ainsi dans toute la Suède centrale. Trollhättan est, actuellement, la plus puissante usine génératrice d'Europe.

L'usine de Lilla Edet, à 20 kilomètres en aval de Trollhättan, est en construction et pourra bientôt fournir 30.000 chevaux.

La centrale d'Alvkarleby, en service

depuis 1915, comprend cinq génératrices à courant triphasé de 14.000 kilowatts chacune et utilise les chutes inférieures du Dalälven, à environ 120 kilomètres au nord de Stockholm. Conçue suivant un plan harmonieux, c'est une des plus jolies centrales suédoises.

Sur le Motala Ström, en Suède centrale, l'usine de Motala peut fournir actuellement 30.000 chevaux. On projette d'y installer un groupe pouvant fonctionner, soit comme turbine génératrice, soit comme moteur

grands dérangements, etc...), l'appoint est fourni par l'usine thermique de Västerås.

En service depuis 1917, cette usine de Västerås, qui ne sert que comme secours, a été agrandie en 1919 et 1922. Elle comprend actuellement deux groupes de turbo-alternateurs, 5.000/7.000 kilowatts, et deux groupes de turbo-alternateurs, 10.000/14.000 kilowatts, tous construits pour courant triphasé à 50 périodes par seconde, les chaudières et l'appareillage électrique correspondant. En



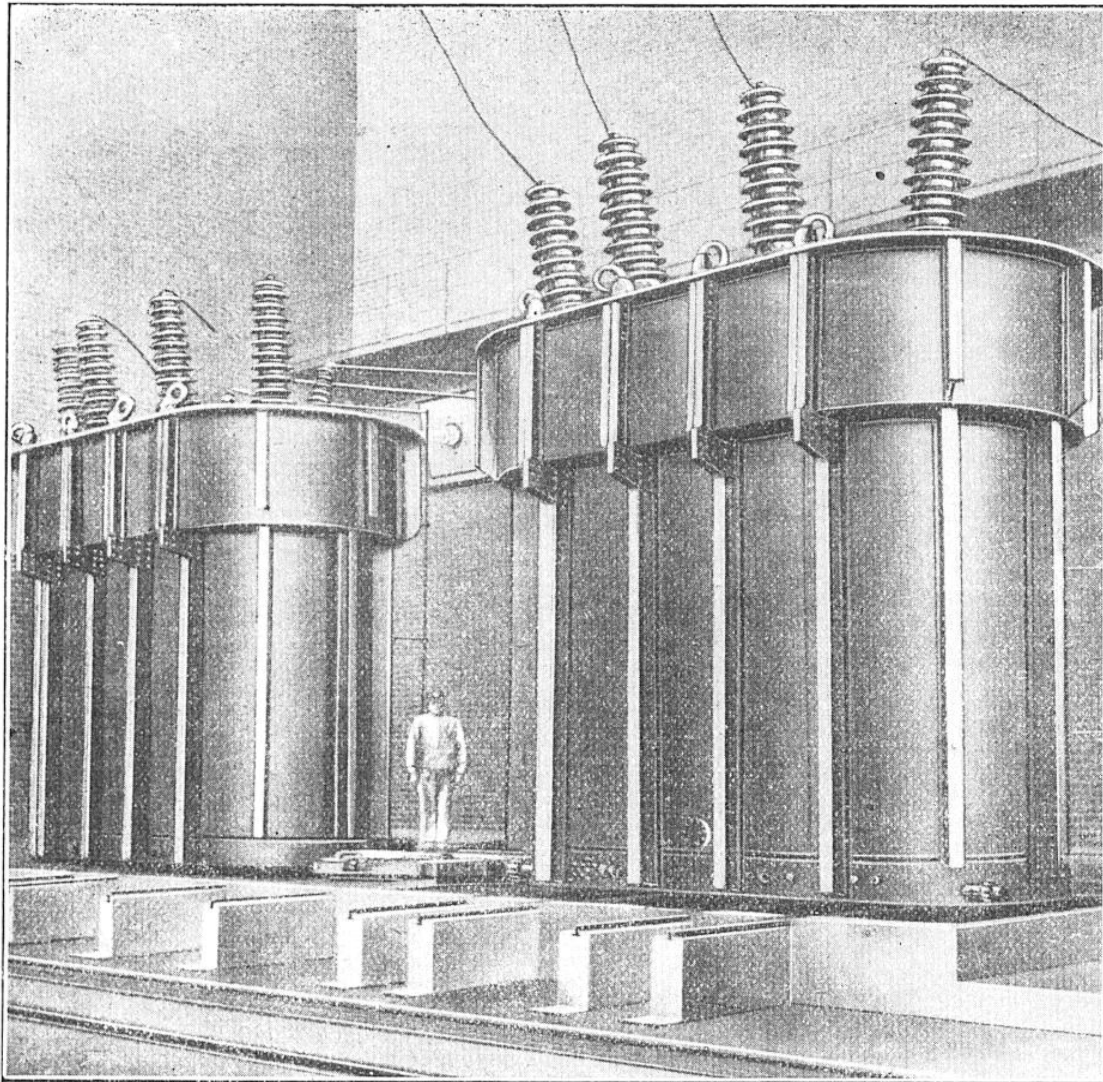
VUE D'ENSEMBLE DE LA PUISSANTE USINE HYDROÉLECTRIQUE DE FORSHUVUDFORSÉN

pompe, actionné ainsi par l'énergie en excès des centrales de Trollhättan et Älvkarleby.

Les usines précédentes sont reliées entre elles par un réseau de lignes à haute tension et alimentent en énergie une grande partie de la Suède centrale. Les conditions hydrologiques étant différentes dans les bassins où chacune d'elles se trouve, les unes fournissent leur maximum d'énergie au moment où, au contraire, les autres ne disposent qu'une quantité de « houille blanche » relativement restreinte de sorte qu'elles se complètent les unes les autres, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'elles ne peuvent fournir toute l'énergie qu'on leur demande. Dans ces cas spéciaux (très basses eaux,

temps normal, la centrale fonctionne comme station de moteurs synchrones, les groupes tournant à vide.

Située à plus de 800 kilomètres de la plus proche des autres usines génératrices de l'État, la centrale de Porjus ne leur est pas encore reliée et forme un ensemble à part. Néanmoins, tant par sa construction que par sa situation, l'usine de Porjus constitue un ouvrage remarquable ; c'est celui dont, à juste titre, les ingénieurs suédois sont le plus fiers. Cette station utilise les chutes supérieures du Lule Älv, un peu en aval du lac Lule Jaure, à 50 kilomètres au nord du cercle polaire. L'installation est en service depuis 1912. Elle comprend six turbines jumelles



DEUX TRANSFORMATEURS DE 20.000 KILOWATTS CHACUN, A L'USINE DE VÄSTERAS

Ces transformateurs travaillent sous des tensions de 126.000 et 70.000 volts; ils sont parmi les plus puissants construits en Suède.

horizontales à huche, du type Francis, chacune pour 15.000 chevaux, accouplées à quatre génératrices monophasées de 10.000 kilowatts et trois génératrices triphasées de 13.500 kilowatts, l'appareillage et les transformateurs correspondants. En raison de la rigueur de la température et afin d'éviter les ennuis que peuvent apporter à la marche des appareils la glace, la neige ou les tempêtes, la salle des machines, qui a 80 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur, est entièrement creusée dans le roc et se trouve à 50 mètres au-dessous du niveau du sol.

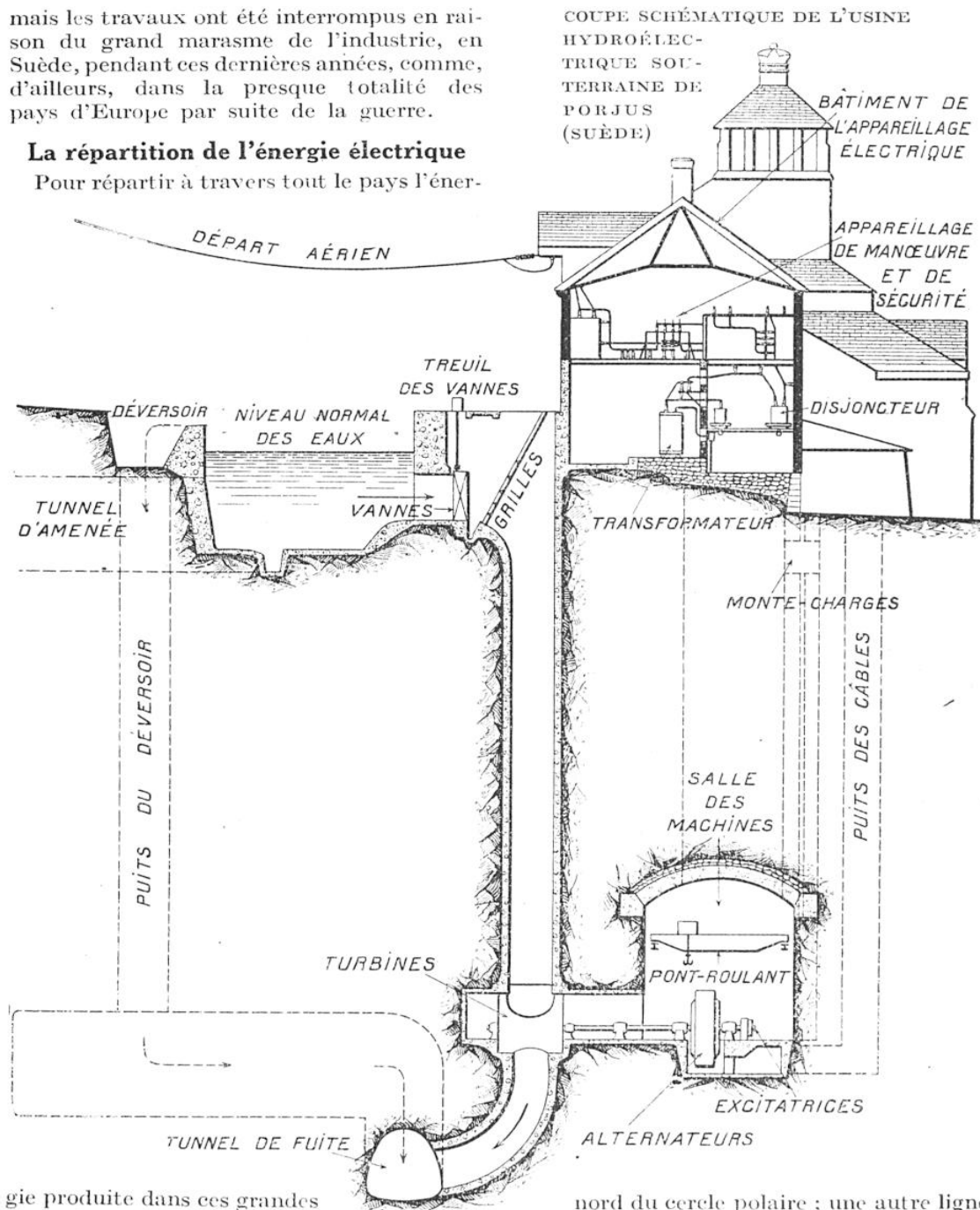
La prise d'eau au lac Lule Jaure est également souterraine, ainsi que le canal d'adduction et le canal de fuite, qui sont complètement creusés dans le roc. La majeure partie de l'énergie produite sert à alimenter en force motrice la ligne de chemin de fer à traction électrique de Lulea à Narvik, à l'exploitation des gisements métallifères de Gellivare et de Kiruna ; le reste du courant est distribué à diverses localités du voisinage.

Dans la même région, on a commencé les travaux pour l'établissement d'une nouvelle centrale de 100.000 kilowatts, à Harspranget,

mais les travaux ont été interrompus en raison du grand marasme de l'industrie, en Suède, pendant ces dernières années, comme, d'ailleurs, dans la presque totalité des pays d'Europe par suite de la guerre.

La répartition de l'énergie électrique

Pour répartir à travers tout le pays l'éner-



gie produite dans ces grandes centrales, un vaste réseau de lignes à haute tension a été aménagé. Les artères les plus intéressantes sont celles distribuant l'énergie produite par l'usine de Porjus ; elles sont constituées par une ligne double monophasée à 80.000 volts, de 500 kilomètres, et une ligne double triphasée à 70.000 volts, de 100 kilomètres, situées au

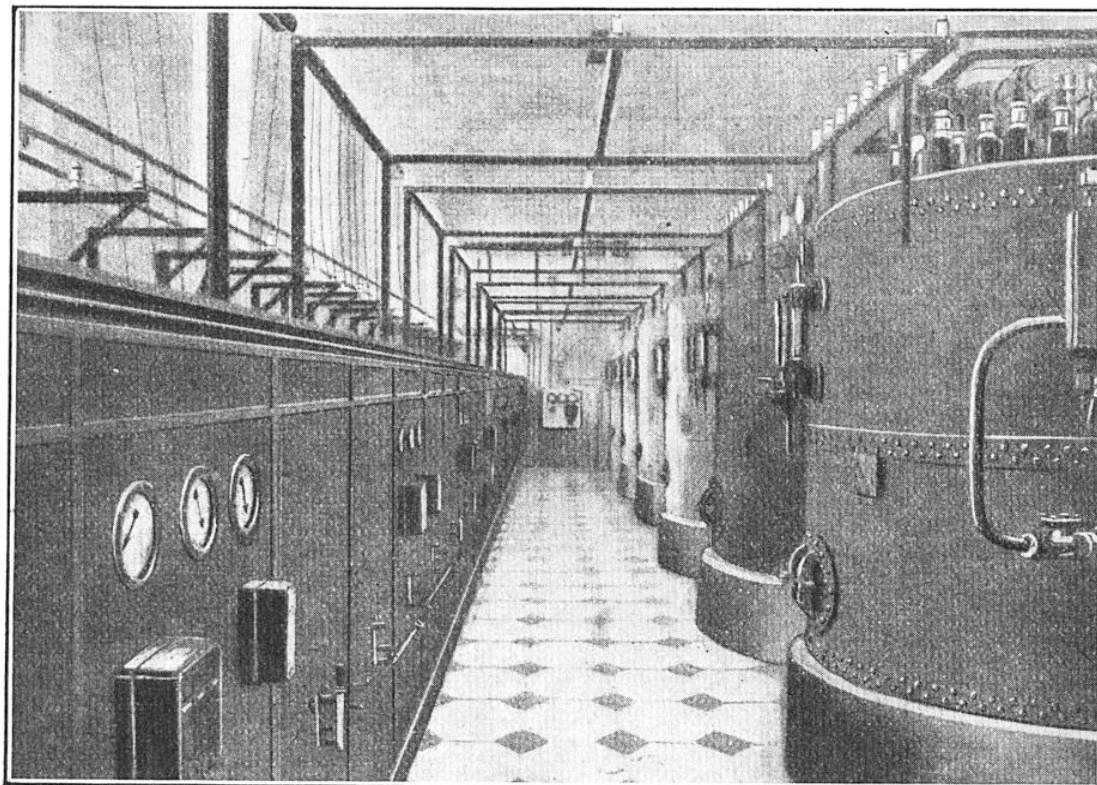
nord du cercle polaire : une autre ligne triphasée de 332 kilomètres de longueur, reliant Trollhättan à Västerås, est actuellement en service sous une tension de 132.000 volts, mais elle est destinée à fonctionner ultérieurement sous 220.000 volts.

Il est à noter que beaucoup de ces lignes, même très importantes, sont, en raison du faible coût d'exécution, cons-

truites sur des poteaux en bois. Ces frêles poteaux supportent des isolateurs à chaîne et des lignes sous des tensions atteignant 120.000 volts; transmettant d'énormes puissances, elles sont certainement un des aspects les plus curieux de la Suède électrique.

Jusqu'à ces dernières années, la force électrique était employée sur le territoire suédois de la façon suivante :

L'électrification des campagnes a également pris un très grand essor, et on peut envisager comme certaine la généralisation de l'emploi du courant électrique dans la vie agricole au cours des dix prochaines années. Les réseaux de transport de force à haute et moyenne tension atteignent, dès maintenant, près de 20.000 kilomètres, et la fourniture du courant est assurée sur plus



LA PLUS PUISSANTE INSTALLATION DE CHAUDIÈRES ÉLECTRIQUES DU MONDE
Cette installation, aux papeteries de Wargon, absorbe 25.000 chevaux et fonctionne en parallèle avec un accumulateur de vapeur Rutles.

Dans la proportion de 6/10^e comme force motrice pour l'industrie ; dans la proportion de 3/10^e pour l'électrochimie et l'électrometallurgie; et enfin 1/10^e pour l'éclairage, les usages domestiques, les chemins de fer et les tramways. On a constaté, au cours de ces dernières années, que l'emploi de l'énergie électrique dans cette dernière catégorie tend à augmenter de façon très sensible.

Un grand effort a été accompli pour électrifier toutes les agglomérations. En 1921, seules quatre ou cinq villes ne recevaient pas encore de courant électrique. Les plus grandes municipalités ont, en général, installé elles-mêmes leurs propres centrales.

du tiers de la surface des terres cultivées.

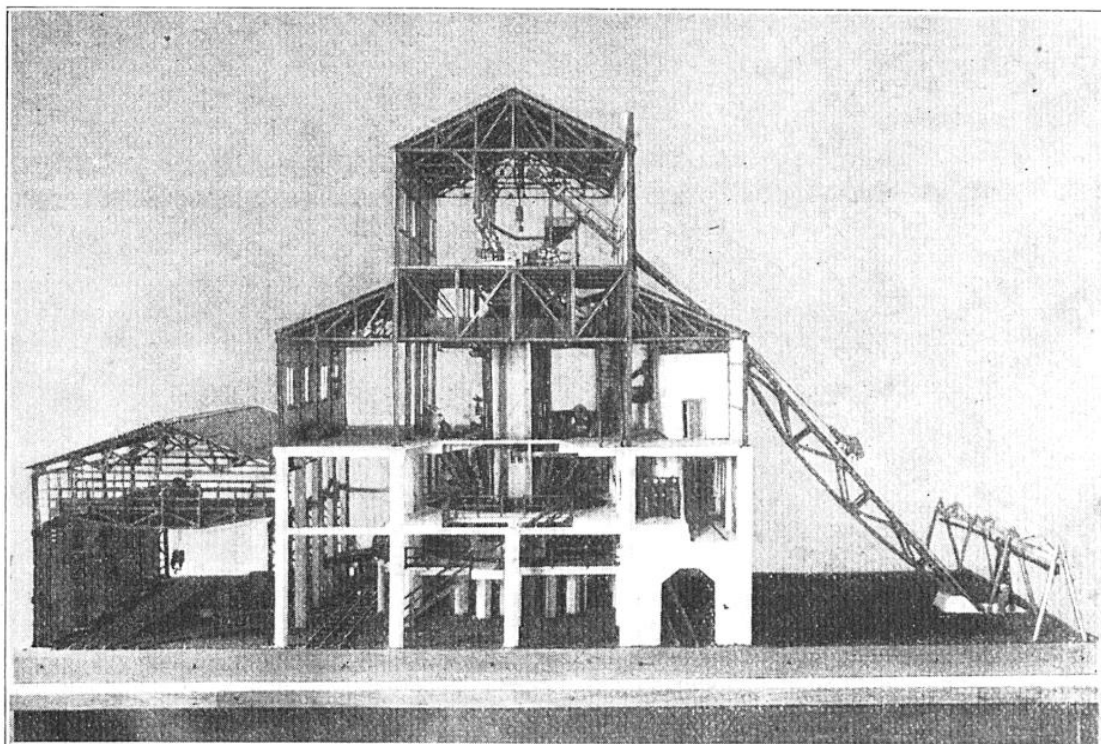
Pour se procurer les capitaux nécessaires à l'établissement des réseaux ruraux coopératifs, les sociétés s'adressent, le plus souvent, aux caisses d'épargne, qui, sur la caution de leurs membres, leur consentent des prêts amortissables en dix ou vingt-cinq ans.

L'électrification de l'industrie peut, à l'heure actuelle, être considérée comme totale. De nouvelles industries se sont même créées grâce à l'électricité. L'industrie électrochimique et électrometallurgique en particulier date des dernières années, et sa production atteint déjà la valeur remarquable de 100 millions de couronnes par an.

Les premières études pour l'électrification des chemins de fer ont été commencées en 1899. La première exploitation sérieuse eut lieu en 1912, sur la ligne de Kiruna-Riksgraensen, alimentée par la puissante usine de Porjus, au nord du cercle polaire.

Les résultats ayant été très satisfaisants, l'État suédois a élaboré un programme

peuplé et c'est dans cette partie du pays que la consommation de courant augmente le plus rapidement. Mais c'est aussi cette partie du pays qui a les plus faibles ressources en houille blanche. Aussi le programme d'électrification prévoit-il, avant tout, la liaison électrique de la Suède centrale avec la Suède méridionale par des lignes à 132.000



TYPE D'UNE INSTALLATION DE HAUT FOURNEAU ÉLECTRIQUE DESSERVIE PAR UNE USINE HYDRAULIQUE, EN SUÈDE

complet d'électrification des voies ferrées, dont la réalisation s'échelonnera sur une trentaine d'années et coûtera, environ, de 14 à 16 millions de couronnes par an, pendant la période considérée.

Les travaux d'électrification de la ligne Gothembourg-Stockholm ont été commencés en 1922 et doivent durer quatre ans. Le système adopté a été le courant monophasé à 15.000 volts et à 16 2/3 périodes par seconde.

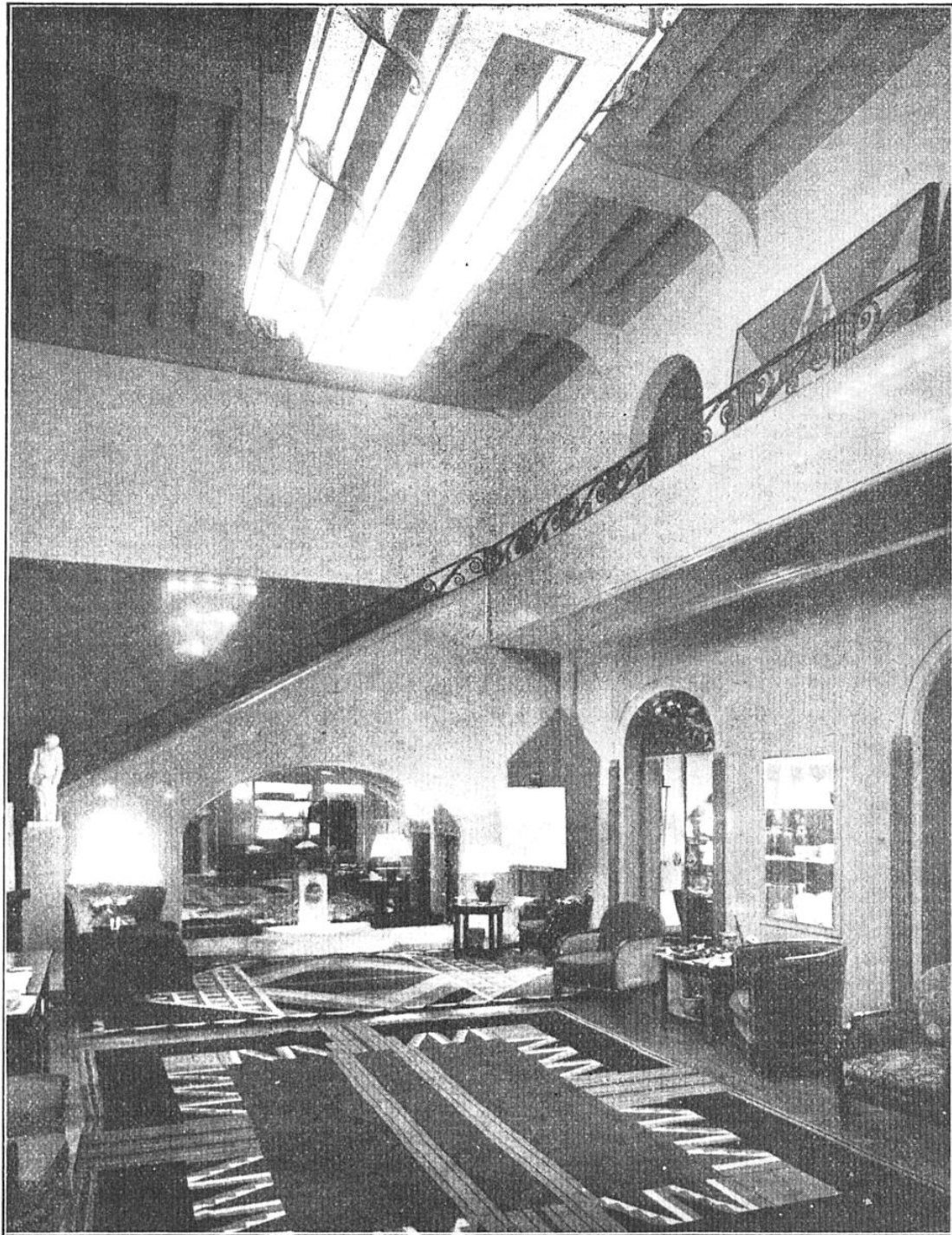
Que sera demain l'électrification en Suède ?

Enfin, il est intéressant de signaler le programme général d'électrification de la Suède, très minutieusement élaboré, dès 1917, par une commission gouvernementale.

C'est le sud de la Suède qui est le plus

volts. L'eau accumulée pourra assurer une réserve d'énergie de 750 millions de kilowatts-heure. On obtiendra alors une réserve saisonnière et même interannuelle, qui permettra de régulariser la distribution du courant dans près de la moitié de la Suède, grâce aux lignes de transport d'énergie. Le projet prévoit ensuite, dans la partie nord de la Suède centrale, l'aménagement de l'Indal Alven, qui se trouve à quelques centaines de kilomètres au nord d'Alvkarleby. Une puissance de plusieurs centaines de mille chevaux serait obtenue et transportée par un réseau de lignes à 220.000 volts vers le sud et les régions industrielles.

Ce sont là d'immenses réservoirs d'énergie qui font de la Suède le pays de la houille blanche par excellence. A. JAEGER.



ÉCLAIRAGE D'UN ATELIER D'ARTISTE

Decorateur Dominique.

Un lustre de grande dimension, et à verre très diffusant, assure l'éclairage général qui est complété par un grand nombre d'appareils d'éclairage local : luminaires avec abat-jour en parchemin translucide ; applique diffusante (vue par réflexion dans la glace du fond) ; fontaine lumineuse ; vitrines encastrees, également lumineuses.

COMMENT RÉALISER UN BON ÉCLAIRAGE ?

Par Jean DOURGNON

L'éclairage par le gaz et par l'électricité date d'une cinquantaine d'années environ et la puissance des sources de lumière a sans cesse augmenté dans des proportions considérables. Il est courant, en effet, d'utiliser, aujourd'hui, des lampes électriques dont l'intensité lumineuse est égale à celle qu'on obtiendrait avec plusieurs centaines de bougies, voire même plus d'un millier. Mais cette évolution s'est produite si rapidement qu'on s'est, le plus souvent, contenté d'adapter les ampoules électriques aux anciens luminaires, sans créer d'appareils spéciaux. Cela présente de nombreux inconvénients : la vue directe des sources de grande intensité est, en effet, susceptible de provoquer de graves troubles et, le plus souvent, une gêne intense et une grande fatigue de l'œil. Nous allons, dans cet article, démontrer qu'il est nécessaire de réformer les méthodes empiriques d'éclairage que nous tenons du passé, pour leur substituer les méthodes scientifiques de l'éclairage moderne.

Pour réaliser un bon éclairage, il faut s'inspirer d'une technique nouvelle

IL est tout à fait paradoxal d'utiliser l'éclairage électrique comme on le ferait d'une lampe à pétrole. En effet, la puissance des moyens dont on dispose actuellement pour s'éclairer ne peut se comparer avec la faible lueur dont nos aïeux devaient se contenter. Il faut donc savoir profiter de cette puissance pour l'utiliser au mieux et organiser la distribution de la lumière, en toute circonstance, d'après les données scientifiques modernes.

C'est pourquoi une nouvelle technique a dû être étudiée pour réaliser l'éclairage rationnel technique, qui diffère avec chaque cas particulier. Les problèmes à résoudre sont, d'ailleurs, très nombreux, mais on peut les grouper sous les formules suivantes : en premier lieu, quel est l'éclairage à réaliser pour permettre à une personne d'exécuter son travail dans les meilleures conditions, confortablement et sans gêne, afin qu'il n'en puisse résulter pour elle aucun trouble de la vue immédiatement ou dans un avenir éloigné ? Comme on le voit, cette première partie de la question relève, avant tout, de la physiologie.

Ces principes étant établis, il reste, en second lieu, à trouver des dispositifs pra-

tiques permettant d'obtenir les effets voulus le plus économiquement possible, tant au point de vue des frais de premier établissement que des dépenses de courant et d'entretien. Cette deuxième partie du programme relève de l'art de l'ingénieur.

Avant de les développer, il nous paraît nécessaire de parler quelque peu des sources de lumière en nous plaçant au point de vue purement pratique.

On commence à désigner les lampes d'après le nombre de watts qu'elles consomment

Au début de l'introduction de la lumière électrique, on avait pris l'habitude d'exprimer la puissance lumineuse des lampes en « bougies ». Dire qu'une lampe possède une puissance lumineuse de 150 bougies, c'est dire qu'elle produit sur un plan donné, une page d'un livre, par exemple, le même éclairement que celui que produiraient 150 bougies ordinaires, placées théoriquement au même point que l'ampoule.

Mais cette façon de désigner les lampes est incorrecte, car l'intensité lumineuse varie suivant les directions. On voit, en effet, sur notre figure 1, qui représente la courbe photométrique d'une lampe à filament de tungstène dans le vide, type appelé incorrectement « monowatt », que la lumière est émise principalement dans la direction horizon-

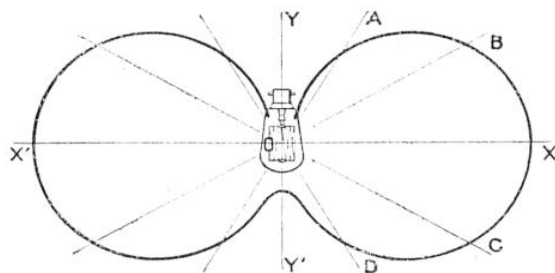


FIG. 1. — LAMPE A FILAMENT DE TUNGSTÈNE DANS LE VIDE ET SA COURBE PHOTOMÉTRIQUE

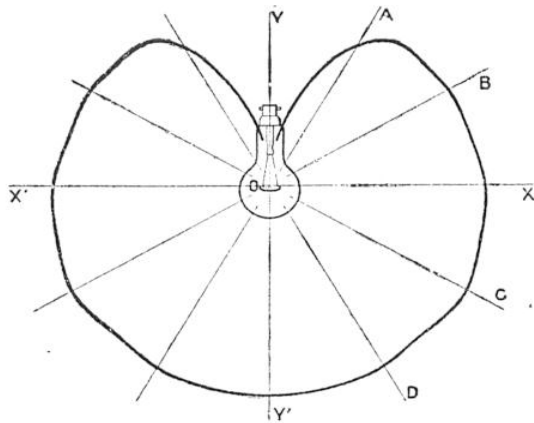


FIG. 2. - COURBE PHOTOMÉTRIQUE D'UNE LAMPE A ATMOSPHÈRE GAZEUSE A FILAMENT EN C

tale (1). En comparant les figures 1, 2 et 3, on voit que les courbes polaires, de formes très différentes, accusent des intensités lumineuses qui varient selon la forme des

(1) La courbe photométrique est dite également courbe polaire. On l'obtient en mesurant, à l'aide d'un appareil spécial, appelé photomètre, l'intensité de la lumière suivant des rayons tels que A, B, X, C, D, mais plus nombreux. Les mesures obtenues sont portées sur ces rayons à une échelle convenable, et les points qu'elles déterminent permettent de tracer les courbes.

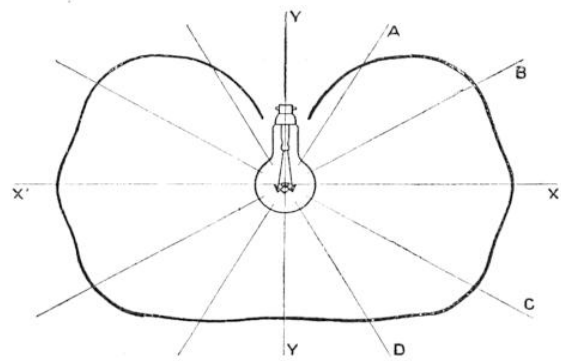


FIG. 3. - COURBE PHOTOMÉTRIQUE D'UNE LAMPE A ATMOSPHÈRE GAZEUSE A FILAMENT EN ZIGZAG

filaments. C'est pourquoi on commence à désigner les lampes, non plus par leur intensité lumineuse, mais par le nombre de watts qu'elles consomment : l'utilisateur est alors renseigné sur la dépense de courant.

L'éblouissement est l'ennemi du bon éclairage

Observons deux lampes émettant la même quantité de lumière, mais dont les fila-



ÉCLAIRAGE GÉNÉRAL D'UN ATELIER AU MOYEN D'APPAREILS A RÉFLECTEURS



ÉCLAIRAGE D'UN MAGASIN PAR DIFFUSEURS FERMÉS EN VERRE OPALIN

ments sont de longueurs différentes. Nous nous apercevons que la lampe dont le filament est le plus court est beaucoup plus brillante que l'autre ; elle nous éblouira davantage.

Autrement dit, plus la surface du filament sera petite pour une même intensité lumineuse, plus la lampe sera brillante. La *brillance* d'une source est le quotient de l'intensité totale que cette source rayonne, par sa surface : c'est donc, en fait, un nombre de bougies par centimètre carré. Comme la flamme d'une bougie a une surface de 2 centimètres carrés environ, la brillance sera égale à 0.5. Le filament d'une lampe au tungstène dans le vide de 32 bougies a une brillance de 200 bougies par centimètre carré,

tandis que celle du soleil est de 45.000.

L'éblouissement est produit par tout objet brillant placé dans le champ de vision et cause une sensation

pénible, une gêne, un trouble de vision, une fatigue de l'œil. Il peut être produit directement ou par réflexion.

Le soleil est, sans doute, le meilleur exemple de source lumineuse produisant l'éblouissement direct. Depuis les temps les plus reculés, l'homme a pris l'habitude d'abriter ses yeux par rapport aux rayons directs du soleil. La visière est probablement un des

moyens les plus anciens pour éviter la gêne due à l'éblouissement par la lumière naturelle. Dans une pièce éclairée avec des lampes nues, on observe des résultats analogues ; on y éprouve le même besoin instinctif d'abriter les yeux des rayons lumineux trop aveuglants.

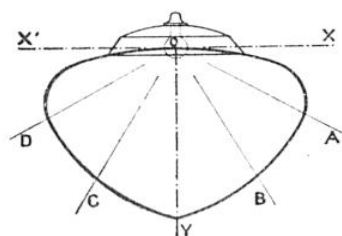


FIG. 4. — LAMPE CLAIRE DANS UN RÉFLECTEUR LARGE

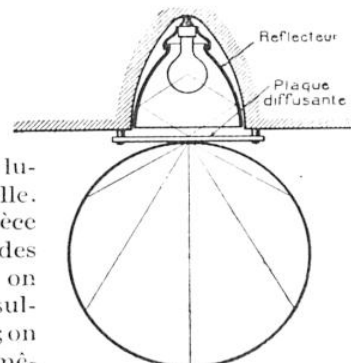


FIG. 5. — ÉCLAIRAGE DIRECT AVEC RÉFLECTEUR ENCASTRÉ DANS LE PLAFOND ET PLAQUE DIFFUSANTE

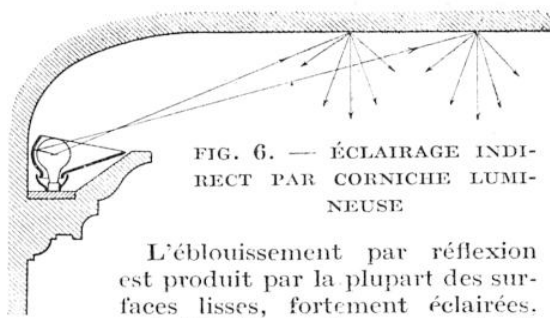


FIG. 6. — ÉCLAIRAGE INDIRECT PAR CORNICHE LUMINEUSE

L'éblouissement par réflexion est produit par la plupart des surfaces lisses, fortement éclairées, qui réfléchissent les rayons lumineux dans l'œil de l'observateur. Du métal poli, un pare-brise d'automobile, des panneaux brillants, du papier surglacé, etc., sont autant de sources d'éblouissement par réflexion. Cette forme d'éblouissement est particulièrement redoutable, parce que l'œil est souvent obligé de regarder de telles surfaces pendant de longues périodes de temps : l'éblouissement peut n'être pas suffisamment évident pour être remarqué et évité ; il produit, néanmoins, une forte fatigue des yeux.

L'éblouissement existe chaque fois qu'une source lumineuse brillante est vue en contraste avec des parties environnantes obscures ; ce contraste peut être réduit par l'emploi de fonds clairs (murs ou plafonds). Il peut aussi provenir d'un appareil d'éclairage de grand éclat dans lequel le dispositif réfléchissant est défectueux.

Quand une lumière est brusquement allumée dans une pièce obscure, l'œil éprouve une gêne considérable jusqu'à ce qu'il se soit adapté au contraste. La même gêne est éprouvée par l'œil quand il aperçoit directement le filament d'une lampe à incandescence ; un effet d'aveuglement se produit, et cet effet persiste pendant un certain temps après que la cause qui l'a engendré a disparu.

L'ouvrier qui travaille sur une machine, dans un atelier, éprouve la même gêne d'éblouissement quand une lumière brillante est placée à proximité de ses yeux ou bien est réfléchi par la pièce métallique qu'il est en train de façonner. L'éblouissement provenant des lampes non masquées, dans les salles d'études, est une menace pour la vision des collégiens. La lumière brillante qui se trouve dans le champ visuel n'est, d'ailleurs, pas utilisée ; au contraire, elle aveugle et empêche de voir ce qu'on regarde.

On confond fréquemment « éblouissement » avec « excès de lumière ». *Il n'y a jamais excès de lumière* si les sources lumineuses sont judicieusement placées et si la lumière est convenablement diffusée : la présence d'éblouissement dénote toujours un défaut dans le système d'éclairage.

Dans un appartement, près d'une fenêtre exposée en plein jour, il y a dix fois plus de lumière qu'avec un éclairage artificiel très puissant, et, pourtant, l'œil n'en souffre pas. A 3 mètres de la fenêtre, il y en a sept fois plus ; à 6 mètres, cinq fois plus. Dehors, dans une rue à l'ombre, il y en a trente fois plus ; sous un arbre, dans la campagne ensoleillée, il y en a cinquante fois plus ; en plein soleil, un beau jour d'été, huit cents fois plus. Par conséquent, ce n'est jamais l'excès de lumière proprement dit qui fait mal aux yeux, c'est l'éblouissement.

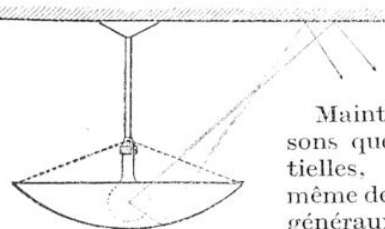


FIG. 7. — ÉCLAIRAGE INDIRECT PAR COUPE OPAQUE

Les principes généraux d'un éclairage rationnel

Maintenant que nous connaissons quelques définitions essentielles, nous serons mieux à même de comprendre les principes généraux qu'un éclairagiste doit toujours avoir à l'esprit. Les deux premiers sont d'ordre physiologique, le dernier est d'ordre économique. Ces principes peu-

vent être résumés en trois formules laconiques :

1^o Éviter l'éblouissement ;
2^o Avoir un éclairage suffisamment intense sur le plan de travail et obtenir une lumière *diffusée*, bien *répartie*, afin d'éviter, autant que possible, les contrastes qui fatiguent l'œil ;

3^o Éviter de gaspiller en pure perte la lumière émise par les lampes, en utilisant des appareils absorbant le moins possible et dirigeant les rayons aux endroits utiles.

Nous allons examiner successivement et rapidement chacun de ces divers principes.

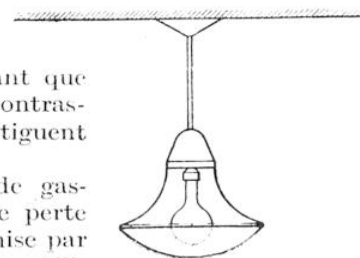


FIG. 8. — DIFFUSEUR POUR ÉCLAIRAGE SEMI-INDIRECT

Partie supérieure, verre clair ; partie inférieure, verre opalin. (Le verre clair laisse passer les rayons lumineux et empêche la poussière de tomber dans la coupe inférieure).

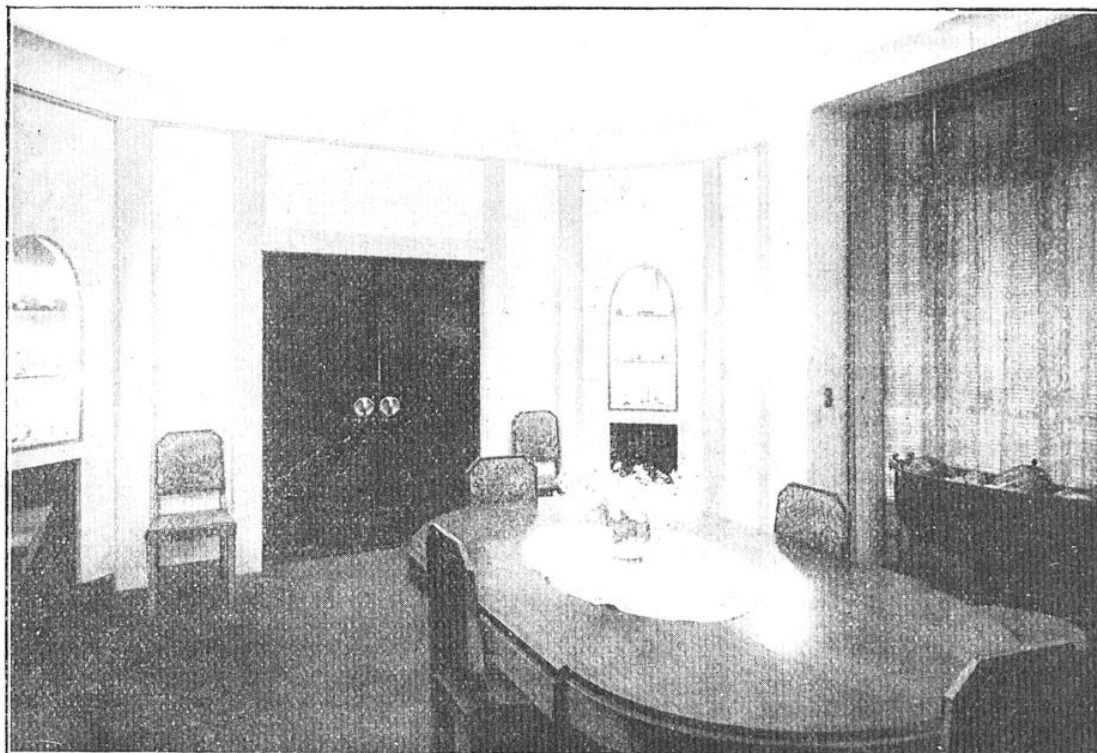
Comment éviter l'éblouissement

Nous avons vu que l'éblouissement dépendait de la brillance de la source et de la distance ainsi que du contraste. Comme la brillance des sources actuelles est considérable, on doit toujours cacher le filament à la vue et utiliser une source secondaire (1) de beaucoup plus grande surface, de telle

intervenir un réflecteur qui la dirigera toute sur ce plan.

Dans l'éclairage indirect, le plafond sert de source secondaire ; l'éblouissement n'est, évidemment, plus à craindre ; mais il faut prendre soin, si l'on désire obtenir des résultats acceptables, d'avoir un plafond absolument blanc et mat.

Cet éclairage peut être réalisé, soit au



Décorateur Dominique.

UN MODÈLE D'ÉCLAIRAGE DE SALLE À MANGER

L'éclairage général est obtenu par corniches diffusantes. Les vitrines encastrées dans les murs et des appliques assurent l'éclairage local. On remarquera l'extrême diffusion de cet éclairage qui donne l'impression d'un éclairage naturel.

façon que, l'intensité lumineuse restant constante aux pertes près, la brillance soit diminuée d'une façon très considérable.

On distingue différents systèmes d'éclairage suivant la nature de la source secondaire : l'éclairage direct, l'éclairage indirect et l'éclairage mixte.

Dans l'éclairage direct, toute la lumière doit être envoyée directement sur le plan utile (plan de travail) sans qu'aucune portion de cette lumière soit réfléchi par les murs et le plafond. Il est donc nécessaire de faire

(1) La source secondaire est, soit un mur, soit un plafond, soit un réflecteur, soit un diffuseur, soit la surface même d'une ampoule dépolie ou émaillée.

moyen de corniches lumineuses, soit au moyen de réflecteurs opaques, envoyant toute la lumière au plafond (voir fig. 6 et 7).

Cet éclairage convient parfaitement dans un grand nombre de cas (salle de dessin, par exemple), mais présente l'inconvénient d'être assez difficile à réaliser, d'être onéreux et de demander un entretien parfait des corniches ou des coupes et des plafonds. De plus, s'il est employé seul, il est un peu monotone.

Afin de réunir les avantages des deux systèmes précédents, on a imaginé des systèmes mixtes, dans lesquels une partie de la lumière est dirigée vers le bas et où l'autre partie est envoyée vers le plafond. Selon

que la plus grande partie du flux est dirigée vers le bas ou vers le haut, on dit que l'éclairage est semi-direct ou semi-indirect (voir fig. 8).

Comment bien répartir la lumière ?

A part quelques cas d'espèces, on a intérêt à réaliser un éclairage aussi uniforme que possible ; or, l'éclairage horizontal en un point varie très rapidement avec la distance à la source et l'inclinaison du rayon lumineux sur la surface éclairée.

On voit donc que si l'intensité de la lampe était la même dans toutes les directions, autrement dit, si la courbe photométrique de la source était un cercle ayant la source pour centre (voir fig. 10), l'éclairage horizontal en *B* serait beaucoup plus faible que l'éclairage en *A* ; dans le cas de la figure, il serait environ huit fois plus faible.

Comment peut-on, dans ces conditions, obtenir un éclairage suffisamment uniforme sur le plan de travail ?

Une première solution consiste à placer un grand nombre de lampes de faible intensité très rapprochées. Cela n'est pas sans présenter certains inconvénients économiques, car les lampes de faible puissance ont une consommation spécifique beaucoup plus élevée que les lampes de grande puissance.

Mais on pourrait aussi essayer d'avoir un luminaire ayant une courbe photométrique telle que l'éclairage produit sur le plan de travail soit le même en tous les points. La courbe photométrique aurait alors l'allure de la figure 11, dans laquelle tous les rayons émis directement dans

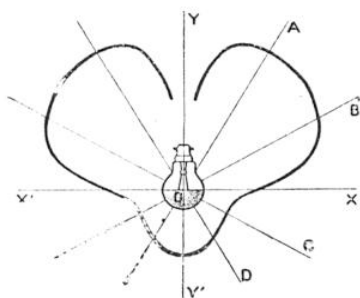


FIG. 9. — UNE LAMPE SEMI-ÉMAILÉE OU DÉPOLIE DU CÔTÉ OPPOSÉ AU CULOT, RÉALISE UN ÉCLAIRAGE SEMI-INDIRECT. C'est pourquoi on ne doit pas employer de telles lampes dans un espace découvert ou dans un espace couvert avec plafond sombre, sans la placer dans un réflecteur.

l'angle *AOB* donneraient un éclairage uniforme sur un plan horizontal.

Les appareils d'éclairage (réflecteurs, réfracteurs, diffuseurs, etc...) constituent des sources secondaires de lumière et, de ce fait, modifient la courbe photométrique

des lampes qu'ils contiennent. Ils permettent donc d'obtenir des appareils ayant des courbes se rapprochant de celles déterminées théoriquement.

En pratique, on a à choisir entre plusieurs appareils de courbes photométriques différentes et qui résolvent chacune un

problème particulier. On ne doit donc pas se laisser guider uniquement par l'aspect extérieur, plus ou moins agréable, d'un luminaire, mais se souvenir toujours que son choix est loin d'être indifférent au point de vue éclairage.

On se rend compte facilement que, pour des appareils donnés, la distance entre les appareils pourra être d'autant plus considérable qu'ils seront placés plus haut.

D'autre part, pour une hauteur donnée, il est évident qu'il y a un espacement optimum.

La pratique a montré que la valeur de l'espacement à adopter est le plus souvent d'environ une fois et demie la hauteur de la lampe au-dessus du plan utile.

Comment ne pas gaspiller la lumière ?

Pour que la lumière émise par une lampe soit utilisée au maximum, il est nécessaire que les appareils l'absorbent le moins possible et que le flux lumineux soit dirigé uniquement aux endroits où il est nécessaire. Ceci sera obtenu en choisissant une courbe photométrique appropriée et en disposant convenablement les appareils.

On se trouve alors conduit à définir un coefficient d'utilisation d'un appareil dans un local, coefficient qui est le quotient du flux reçu sur le plan utile par le flux total émis par la lampe.

Le luminaire doit être approprié à chaque cas particulier

Les matériaux constituant le luminaire peuvent absorber les rayons lumineux.

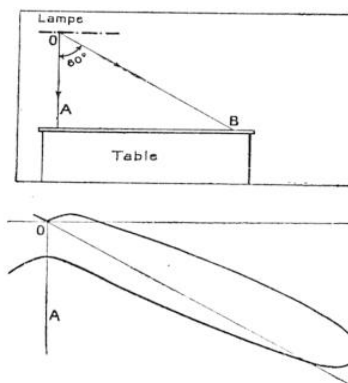


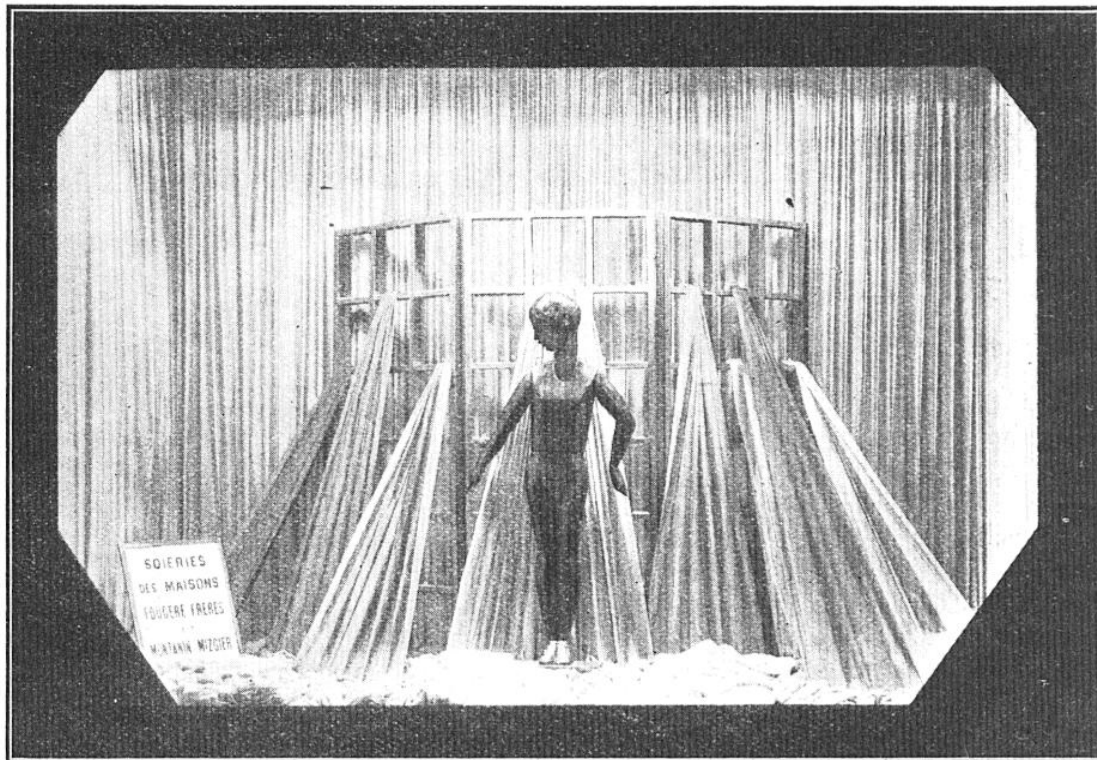
FIG. 10 ET 11. — POUR QUE L'ÉCLAIREMENT SOIT LE MÊME EN « A » ET « B », IL FAUT QUE L'INTENSITÉ LUMINEUSE SOIT HUIT FOIS PLUS FORTE DANS LA DIRECTION « O B » QUE DANS LA DIRECTION « O A »

L'absorption a lieu d'une façon plus ou moins complète, par exemple, quand un rayon lumineux traverse un verre fumé ou rencontre un corps noir opaque. Dans ce cas, la lumière est détruite en partie ou en totalité et, perdant ses caractéristiques, se trouve convertie en chaleur. On doit donc veiller à employer des verres aussi peu absorbants que possible et à diminuer les dimen-

subsister à la vue l'image de la source primaire ; au contraire, un bon verre diffusant doit absorber peu et cacher entièrement la source de lumière.

Les diffuseurs doivent intervenir dans tous les cas d'éclairage domestique et de bureaux ; ils sont constitués par des verres opalins ou par des verreries prismatiques.

La combinaison des phénomènes de réfrac-



ÉCLAIRAGE D'UNE DEVANTURE DE MAGASIN PAR RÉFLECTEURS SPÉCIAUX INVISIBLES PLACÉS DANS UN FAUX PLAFOND

sions des corps opaques, tels que les armatures.

Les appareils agissent également par *réfraction* et par *réflexion*, pour modifier l'allure des courbes photométriques des lampes.

Ils doivent également diffuser la lumière pour donner un éclairage agréable et éviter l'éblouissement.

Rappelons que la diffusion réside dans la décomposition du rayon lumineux qui rencontre un obstacle ; il se divise en une infinité d'autres rayons émis dans toutes les directions.

Il ne faut pas confondre le pouvoir diffusant avec le pouvoir absorbant. Il existe des verres qui absorbent beaucoup et laissent

tion, de réflexion ou de diffusion permet d'obtenir toute une gamme d'appareils, tels que réflecteurs, diffuseurs, réfracteurs, etc...

Il y a intérêt à maintenir la note claire des murs et du plafond

La surface des murs et du plafond diffuse la lumière qu'elle reçoit directement des luminaires, et devient ainsi une véritable source secondaire. Par conséquent, l'influence des parois est très grande. Si elles sont de teinte claire, elles renverront la plus grande partie du flux qu'elles recevront ; mais, si elles sont sombres, elles l'absorberont presque en entier ; on a donc intérêt à revêtir les murs des pièces de peintures ou de tentures aussi claires que possible.

Les dimensions de la pièce ont également une importance considérable

Considérons un appareil suspendu dans une pièce. Une partie du flux atteindra le plan utile (le sol, par exemple) directement, tandis que l'autre portion ne l'atteindra qu'après réflexion sur les murs, c'est-à-dire, somme toute, après avoir subi une certaine

la plupart des cas, elle ne peut pas être employée efficacement sans l'aide d'appareils accessoires extérieurs (réflecteurs ou verrières). Ces appareils n'ont pas seulement pour fonction d'envoyer la lumière dans la direction utile, mais aussi d'atténuer la brillance de la source lumineuse et de diffuser la lumière de façon à produire un éclairage doux et agréable.



.Cliché Éclairage rationnel.

ÉCLAIRAGE D'UN IMMEUBLE PAR PROJECTION

perte. Toute la lumière n'est donc pas utilisée, mais elle le sera d'autant plus intégralement que les murs seront plus écartés, c'est-à-dire que la pièce sera plus large pour une hauteur de suspension donnée.

Des tableaux, qui ont été établis une fois pour toutes, donnent, pour chaque genre d'appareil, la valeur du coefficient d'utilisation en fonction des dimensions du local, de la hauteur de suspension, de la couleur des murs et des plafonds ; il n'y a qu'à s'y reporter pour établir un projet d'éclairage.

En résumé, la lumière d'une lampe nue se trouve répartie de telle façon que, dans

Une lampe nue est susceptible d'engendrer seulement une lumière qui doit être considérée comme un produit brut, qu'il faut façonner, suivant les besoins, au moyen d'appareils appropriés.

Il faut que les installations d'éclairage soient étudiées, désormais, par des éclairagistes, comme les installations électriques sont étudiées par des électriciens, en se laissant guider par des principes bien définis.

JEAN DOURGNON,

Ingénieur de la Société
pour le Perfectionnement de l'Éclairage.

POURQUOI L'INDUSTRIE AUTOMOBILE AMÉRICAINE EST-ELLE LA PLUS PUISSANTE DU MONDE ?

Par A. CAPUTO

A la suite d'un voyage récent aux États-Unis, M. Goudard, l'un des constructeurs français les plus justement réputés dans l'industrie des accessoires d'automobiles, a exposé, devant la Chambre Syndicale dont il est président, les résultats de son séjour en Amérique, ses observations, les enseignements qu'on peut en tirer pour l'industrie française.

L'essor rapide de l'automobile aux États-Unis. — Ses causes

Plus de 4 millions de voitures ont été fabriquées aux États-Unis en 1925 et, en fin d'année, la circulation automobile y atteignait le chiffre impressionnant de 20 millions de véhicules. Pour les trois premiers mois de 1926, la production de toutes les usines s'est élevée à 1.300.000 voitures, battant tous les records précédents.

Pour dégager les causes du développement considérable de l'automobile aux États-Unis, il faut considérer d'abord les conditions spéciales du pays. Une ville comme Détroit, qui a une population de 1.300.000 habitants, occupe une superficie plus grande que celle de Paris ; les distances à parcourir étant, par suite, très grandes, imposent l'emploi de véhicules rapides. D'autre part, en Amérique, les fermes sont très disséminées au milieu de vastes régions agricoles ; elles ne sont pas agglomérées, comme en France, en villages. Le fermier est donc obligé de parcourir de longues distances et, pour lui, la voiture s'impose également. Aussi le gouvernement américain a-t-il vite compris la nécessité d'une « politique de la route », car, avant 1905, il n'existait pour ainsi dire pas de routes aux États-Unis.

Aujourd'hui, leur réseau routier est peut-être le plus beau du monde. Dans un avenir prochain, il se pourrait même que les Américains, n'ayant plus à le développer, tournassent leur attention vers les pays limitrophes : le Mexique, Cuba, par exemple, pour les moderniser à ce point de vue, à leur tour.

Considérant l'automobilisme comme un facteur essentiel de prospérité du pays, le gouvernement s'est bien gardé de surcharger d'impôts les propriétaires de voitures. Les taxes sont, d'ailleurs, basées, non pas sur la puissance du moteur, comme en France, mais sur le poids des véhicules, ce qui a conduit les constructeurs américains à des progrès considérables dans ce sens, chacun ayant reconnu que le prix de revient d'une



M. MAURICE GOUDARD

voiture est proportionnel à son poids.

L'industrie automobile est également très soutenue par la Chambre nationale Automobile, en liaison constante avec le gouvernement, afin de favoriser l'exportation. La production américaine est assurée par une dizaine de maisons seulement, qui se livrent entre elles à une lutte sévère quant aux prix de vente. En général, l'Américain conduit lui-même sa voiture, aussi son opinion est-elle prise en considération par le constructeur. D'autre part, celui-ci est très

prudent, il essaie longuement son modèle avant d'en mettre la construction en série, et il adoptera volontiers une solution un peu compliquée si elle lui paraît plus sûre.

C'est ainsi que la « General Motors » a dépensé plus de 100 millions pour établir des routes-laboratoires, qui reproduisent les conditions d'utilisation d'un service courant et sur lesquelles marchent jour et nuit des voitures surveillées par des spécialistes.

De plus, toute la fabrication américaine est basée sur le principe de la *série* et sur celui-ci que la matière en fabrication doit *parcourir l'usine le plus rapidement possible*.

Il faut noter également que l'Américain ne se laisse pas encombrer par l'abondance des matières premières; il a supprimé tout magasin. Celui-ci est uniquement constitué par l'espace libre laissé entre les machines (espace d'ailleurs très restreint, les ouvriers travaillant parfois coude à coude). Pour que la matière passe le moins de temps possible dans les ateliers, les machines-outils sont extrêmement puissantes, et des convoyeurs réduisent au minimum le nombre des manutentions et leur durée.

Un autre principe est en honneur dans l'industrie américaine : *payer la main-d'œuvre très cher*. De son côté, l'ouvrier s'est vite rendu compte que l'on ne pouvait attribuer un haut salaire que si l'effort, le rendement, étaient absolument de premier ordre, basés sur une conscience absolue dans l'exécution du travail.

Produire est bien, vendre est mieux

La fabrication n'est pas tout pour une industrie, il faut savoir organiser la vente. Cette organisation est facilitée par l'émulation qui existe entre la *production* et la *vente*. La première dit souvent à la seconde : « Mais vous ne vendez pas assez », et la vente, quelques mois après, se retourne vers la production en disant : « C'est vous, au contraire, qui n'arrivez pas à livrer. »

Le *prix de vente* est déterminé par le Comité de direction, en tenant compte des possibilités d'absorption du marché et surtout en observant les concurrents. Tant que le service technique n'est pas parvenu à produire à un prix inférieur à celui envisagé par le service de vente, la fabrication n'est pas mise en série. Mais dès qu'une série a été mise en route, la plus grande partie de la publicité porte non seulement sur les qualités techniques, mais surtout sur les prix. Si une usine annonce, par exemple, une baisse de trois dollars par voiture (depuis plusieurs années les constructeurs n'ont annoncé que

des baisses de prix), les autres firmes sont obligées d'annoncer également une baisse équivalente afin de maintenir les écarts entre les prix de vente des tarifs précédents.

Une des formes principales de la publicité aux États-Unis se manifeste par les Salons périodiques très nombreux. Les journaux et revues sont également remplis d'annonces, en tête desquelles figure — contrairement à ce qui se fait en France — en premier lieu, le *prix* de la voiture, suivi de ses qualités et de ses avantages de conduite.

En outre, les services commerciaux ont développé ce qu'ils appellent leur réseau de distribution d'agents. La firme Chrysler, par exemple, possède aux États-Unis plusieurs milliers d'agents, qui, avec leurs vendeurs, arrivent à constituer une armée de 14.000 personnes dévouées à la vente des voitures de cette marque.

Pour vendre davantage, la vente à crédit est généralisée en Amérique

A côté des usines de production, des sociétés financières extrêmement puissantes se sont constituées, dans le but de faciliter l'achat des voitures par la clientèle, moyennant un versement comptant de 25 à 30 %, complété par des mensualités pendant douze, dix-huit et même vingt-quatre mois. C'est ainsi que s'est créée une sorte d'inflation déguisée : il n'y a pas d'inflation officielle, mais on use du crédit « jusqu'à la corde ». On vend, par exemple, des amortisseurs à crédit, à raison d'un dollar par semaine !

Les constructeurs ont, en même temps, apporté tous leurs soins à garantir le client contre la panne, un agent étant à la disposition de celui-ci pour ses besoins les plus insignifiants et l'usine surveillant étroitement l'agent afin de s'assurer s'il s'acquitte consciencieusement de sa tâche auprès des clients de sa région.

Un coup d'œil comparatif sur l'industrie automobile française

La production automobile, en France, est d'environ 200.000 voitures par an, pour des séries d'une moyenne de 500 par type et par an. Les séries américaines atteignent couramment 100.000 voitures et même plus ; les séries françaises sont donc trop faibles pour permettre de produire des voitures à un prix de revient avantageux.

Il semble que les constructeurs français agiraient sagement en concentrant leurs efforts sur un moins grand nombre de modèles. Une entente entre les usines qui ne sont pas suffisamment puissantes pour pro-

duire serait également favorable à chacune d'elles.

Il ne faudrait pas, cependant, que le constructeur français s'avisât de copier son confrère américain. Il peut, par exemple, porter son effort vers la production de voitures plus petites ou plus rapides, ce qui, d'ailleurs, commence à se faire en Amérique.

Les constructeurs doivent également rechercher quels sont les pays où leurs voi-

ricain en produit 300.000 ! Cela fait une proportion de 1 à 100, d'où il est aisé de tirer une conclusion...

Si nous pouvons difficilement exporter aux États-Unis des produits fabriqués, il nous est possible, par contre, d'y introduire des idées, protégées par des brevets. Bien mieux ! dans les autres pays, nous pouvons parfaitement fournir aux voitures américaines en circulation des accumulateurs, des bandes de freins, des amortisseurs, des bougies, des

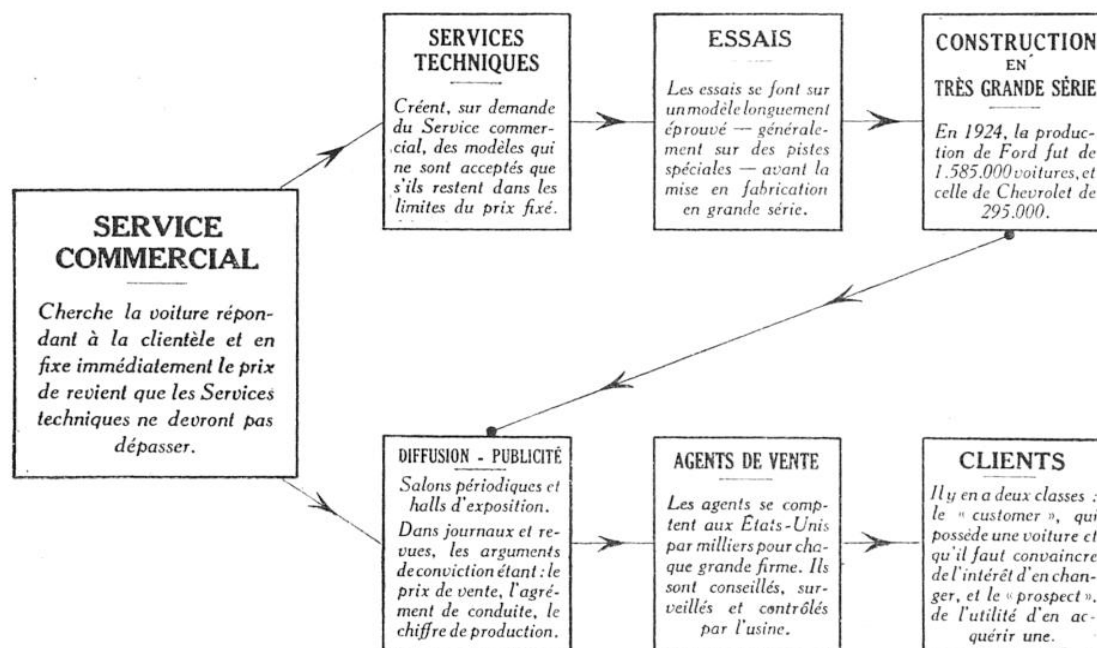


SCHÉMA DE L'ORGANISATION DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE AUX ÉTATS-UNIS

tures peuvent être appréciées, puis « travailler » tout spécialement ces pays, y établir des stocks, y envoyer des voyageurs, des pièces de rechange, y installer un service de surveillance et d'entretien, comme le font les Américains.

Si le constructeur français est fortement « handicapé » par celui des États-Unis, la situation des fabricants d'accessoires et de pièces détachées se présente sous un jour plus favorable, car dans ce domaine on peut utiliser la *moyenne série* et engager des capitaux moins importants.

Un fabricant d'accessoires français peut parfaitement arriver à fournir 200.000 appareils par an. Un fabricant américain n'en produit pas plus de 600.000. Ceci représente une proportion de 1 à 3. Au contraire, un constructeur français fait seulement 3.000 voitures, pendant qu'un constructeur amé-

roulements à billes, qui sont, en France, de fabrication éprouvée. Songeons qu'en 1930 il y aura, sans doute, quelque 6 millions de voitures américaines en circulation en dehors des États-Unis et qu'il y a là un marché extrêmement important à conquérir pour certains de nos accessoires.

« Le monde entier sur quatre roues », c'est une formule imagée qui sera réalisée progressivement. Si on considère la proportion moyenne de véhicules automobiles dans certaines villes des États-Unis, on constate qu'il y a une voiture pour 4 habitants. Or, n'oublions pas que la terre compte environ un milliard 800 millions d'habitants et qu'il y a là un champ immense à exploiter pour l'industrie automobile, puisque les quelque 25 millions de véhicules qui circulent actuellement sont comme les paquebots sur les océans.

A. CAPUTO

DE L'UTILISATION DES MACHINES A STATISTIQUES POUR L'ORGANISATION RATIONNELLE DES COMPTABILITÉS INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

Par M. Ch. DILLEMANN

Utilisées, lors de leur création, pour l'établissement de recensements démographiques aux États-Unis, ces machines ont gardé cette appellation, qui est loin d'indiquer les multiples travaux que l'on peut effectuer avec elles. Leur emploi très généralisé outre-Atlantique, où des milliers d'équipements sont en service, est aussi indiqué dans l'industrie, le commerce de gros et de détail, les administrations d'États, de villes, les compagnies d'assurances, les grands magasins, etc., etc., à la seule condition que le volume des opérations soit d'une certaine importance.

Bases du système

L'EMPLOI des machines à statistiques repose essentiellement sur la création de documents correspondant chacun à un fait *unique* et contenant toutes les modalités qui s'y rapportent.

ments suivants : date, atelier, magasin livreur, commande, nature des objets à fabriquer; nature, prix unitaire, quantité et montant de matière délivrée : tous ces renseignements devront figurer sur le document à créer.

Supposons établis nos documents indivi-

12 Mois	JOUR		ANNEE					Atelier	N° DE COMMANDE				N° DE PIÈCE	QUANTITÉ				UNITÉ	NATURE				N° DE COMPTE				MONTANT			
	1	2		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

MODÈLE DE CARTE PERFORÉE POUR LES MACHINES A STATISTIQUES

Un exemple fera mieux comprendre : un industriel désire établir son prix de revient, qui comprend deux éléments distincts : la main-d'œuvre, la matière première.

Nous aurons, d'une part, les documents « matière », d'autre part, les documents « main-d'œuvre ».

Ne nous occupons que des premiers.

Toute sortie de matière du magasin est provoquée par un bon qui porte les renseigne-

ments (nous verrons plus loin de quelle façon), comment les utiliserons-nous?

Tenant compte de cette conception *primordiale* de l'individualité des documents, nous constatons immédiatement que, suivant la manière dont nous les classerons, nous pourrions obtenir des renseignements très divers.

Si nous voulons établir le *prix de revient*, nous ferons un classement par commande et,

dans chaque commande, par nature d'objets à fabriquer; en totalisant les poids et les montants de matières délivrées, nous obtiendrons en quantité et en valeur les dépenses de matières faites pour chaque nature d'objet et pour chaque commande.

Pour avoir des renseignements analogues par magasin livreur, par période, par atelier, par catégorie de matières, il suffira de procéder à un classement approprié par magasin, mois, atelier, etc., et de faire les totalisations correspondantes, d'où, par exemple, établissement de l'inventaire permanent.

Mais, et nous tenons à insister sur ce point, tout ceci n'est réalisable que parce que le document est individuel, car si nous portions sur le même document deux natures de matières, par exemple, il nous serait impossible de réaliser les divers classements prévus.

De ce court exposé, on peut conclure que l'un des avantages du procédé réside dans le fait que, toutes les ventilations étant effectuées avec les mêmes documents, on obtiendra dans tous les cas des résultats concordants par l'élimination des erreurs qu'occasionnent, dans le travail à la main, les nombreuses transcriptions inévitables.

Dans de telles conditions, seules les machines à statistiques donnent une solution élégante, rapide, certaine et économique du problème des analyses de documents industriels, commerciaux et administratifs.

Principes du fonctionnement des machines à statistiques

Leur fonctionnement étant basé sur un principe analogue à celui de la mécanique

Jacquard pour les tapisseries, il y a lieu d'établir les documents individuels de manière que les machines puissent les lire.

Le document utilisé actuellement est l'aboutissement d'une expérience de trente années : il consiste en une carte de car-

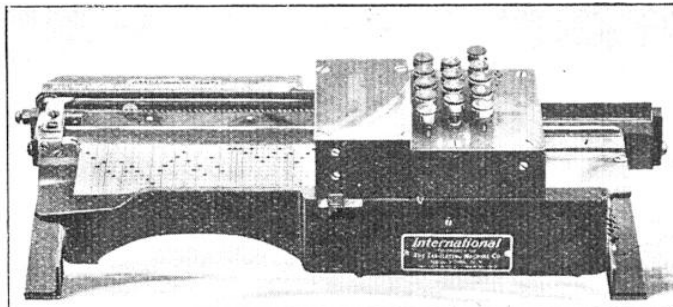
ton mince comprenant quarante-cinq colonnes dans chacune desquelles on peut inscrire l'un ou l'autre des chiffres de 0 à 9. (Voir modèle.)

Toutes les inscriptions devant être faites en nombre, il est indispensable de procéder, au préalable, à la codification nécessaire; puis, pour une application déterminée (sortie de matière, par exemple), la carte

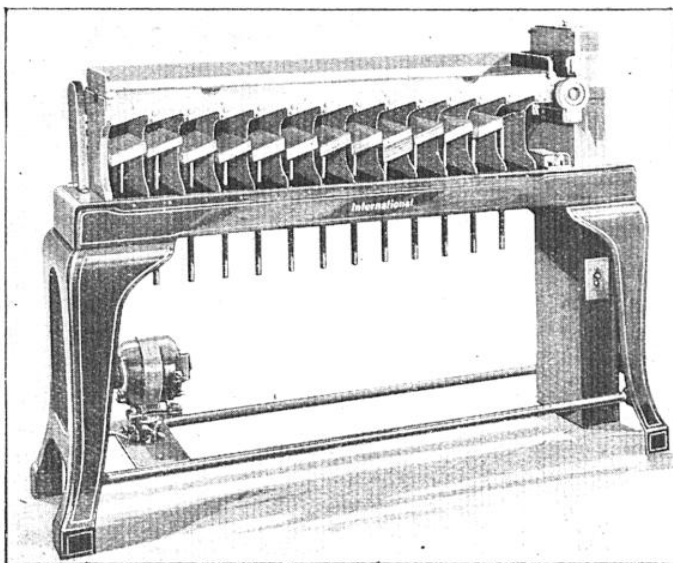
est divisée en zones comprenant une quantité variable de colonnes (voir modèle) correspondant à la grandeur des nombres à y inscrire : ainsi, pour des nombres allant de 1 à 99999, il faudra cinq colonnes (voir sur la carte, colonnes 13 à 17), alors que, pour des nombres inférieurs à 100, il n'en faudra que deux (colonnes 11 à 12 du modèle).

La carte ainsi

préparée sera perforée à l'aide d'une « perforatrice », machine se rapprochant d'une machine à écrire, qui fera les perforations aux endroits voulus, tout nombre étant inscrit suivant le système décimal.



PERFORATRICE ÉLECTRIQUE A CLAVIER



TRIEUSE ÉLECTRIQUE POUR LE CLASSEMENT DES CARTES

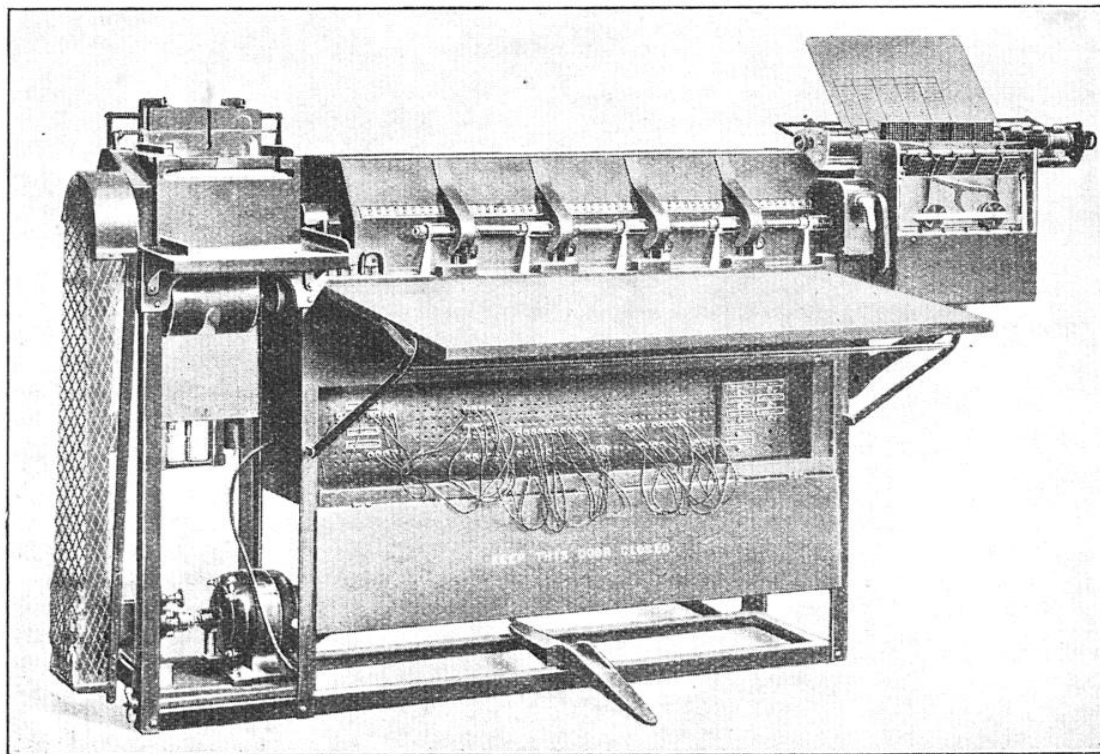
Une machine, dite « trieuse », servira à classer les cartes ; une autre, nommée « tabulatrice », à faire les totalisations ; ces deux machines sont conçues de manière à pouvoir lire les perforations.

Le grand avantage du système réside dans la rapidité du travail et dans la sécurité du fonctionnement des machines ; en une minute, en effet, les « trieuses » classent, sur

perforations est effectué avec une machine spéciale : la « Vérificatrice », qui permet de relever les rares erreurs.

Conclusion

En terminant, nous tenons à insister sur les avantages que les usagers de ce système en retirent, en acquérant une connaissance plus approfondie et plus détaillée de leurs



MACHINE ÉLECTRIQUE QUI ANALYSE LES INDICATIONS PORTÉES SUR LES CARTES

une colonne, de 250 à 400 cartes ; les « tabulatrices » en totalisent de 50 à 160, en faisant simultanément cinq totalisations différentes.

On peut, par ces indications, se rendre compte du nombre considérable des employés que ces machines, dont le maniement est très simple, peuvent remplacer et de l'économie qui en résulte.

La description détaillée des machines dépasserait le cadre de cet article ; qu'il nous suffise d'ajouter :

1^o Que, grâce à un perfectionnement récent, la « tabulatrice » donne *automatiquement* les totaux partiels chaque fois que le numéro indicateur de l'article change ;

2^o Que le contrôle de l'exactitude des

affaires, découvrant ainsi les imperfections de leur organisation, imperfections que la seule étude d'adaptation du système met déjà partiellement en lumière, ainsi que nous avons déjà pu le constater dans nombre de grandes firmes.

Aussi, les sociétés de machines à statistiques faisant faire sans aucun frais par leurs spécialistes les études d'application, ne saurions-nous trop engager les chefs d'établissements importants à user de cette facilité, certain d'avance que cette étude gratuite leur procurera des renseignements précieux et leur ouvrira des horizons nouveaux.

CH. DILLEMANN,

Ancien élève de l'Ecole polytechnique.

LA T. S. F. ET LA VIE

Par Joseph ROUSSEL

I. Instruisons-nous. — II. Un montage intéressant. — III. Un dispositif pratique. — IV. La T. S. F. en France. — V. Horaire des principales émissions.

I. Instruisons-nous

Sous quelles formes peut-on concevoir les valves sans filament

La désignation : « valve sans filament », étant fréquemment utilisée par les chercheurs de nouveautés en T. S. F., est expressive, mais n'est pas d'une correction absolue; nous allons d'abord expliquer ce que l'on entend par là.

Tous les amateurs de T. S. F. savent que la lampe à trois électrodes qu'ils utilisent est un *relais*, c'est-à-dire que, si entre deux de ses organes, le filament et la grille de « contrôle », circule un courant variable d'intensité extrêmement faible, les variations de ce courant sont fidèlement traduites en un courant beaucoup plus intense circulant entre le filament et le troisième organe de la valve, la plaque.

Les courants « internes » sont conduits par le flux d'électrons émanés du filament chauffé à haute température par le passage d'un courant électrique.

Dans la valve dite « sans filament », ce n'est pas précisément l'organe « filament » que l'on cherche à faire disparaître; mais ce que l'on veut abolir, c'est le courant électrique nécessaire à l'échauffement de ce filament, parce que ce courant exige une source de débit assez élevé, qui complique l'appareillage de T. S. F., inconvénient déjà réduit par l'emploi de lampes à faible consommation, mais que l'on cherche à supprimer entièrement. A rendement égal, ce serait donc un gros progrès par simplification.

Les données du problème comportent d'abord l'exposé des qualités d'un bon relais de T. S. F. On sait qu'il faut pouvoir amplifier *sans déformation* tous courants alternatifs de basse, moyenne ou très haute fréquence, en respectant les harmoniques utiles, sans créer d'harmoniques nuisibles de fonctionnement.

Ceci se résume à exiger de tels relais deux

qualités : *fidélité absolue, rapidité considérable*

Si l'on s'adresse, pour remplacer la valve, à des dispositifs mécaniques, tels les relais du type microphone-téléphone (relais Tauligne, Roussel, Brown, en particulier), on peut obtenir la fidélité de reproduction, à condition de n'exiger de ces dispositifs qu'une rapidité très relative qui limite leur emploi à l'amplification basse fréquence. De plus, ces relais se prêtent mal à la disposition « en étages successifs », les déformations apparaissant dès le second.

Il est donc absolument nécessaire de s'adresser à des mobiles dont la masse soit infiniment faible et la vitesse de translation entre le filament (ou l'organe qui le remplacera) et la plaque, infiniment grande par rapport à la fréquence des ondes à amplifier.

Nous ne connaissons actuellement qu'un seul genre de mobiles répondant à ces conditions, c'est l'atome élémentaire d'électricité, que l'on nomme *électron*.

Nos connaissances actuelles de l'atome nous permettraient d'envisager également l'emploi des *ions*, mais la masse de

ceux-ci (60.000 fois plus considérable que celle des électrons), quoique de l'ordre des infiniment petits, est encore trop élevée pour résoudre entièrement le problème.

On voit maintenant combien la solution de ce problème se resserre et devient, dès lors, celle-ci : *trouver un bon émetteur d'électrons*, pratique et de rendement élevé.

Disons d'abord que, jusqu'à présent, la nécessité d'opérer dans un vide très poussé s'impose. Sinon, les électrons libérés, dont la vitesse est énorme, rencontrant des noyaux de molécules gazeuses, les disloquent et donnent lieu, par action secondaire, à la production d'ions perturbateurs.

Hors du vide, un relais électronique est infidèle et instable.

Il faut, avons-nous dit, un flux d'électrons relativement important; en effet, la

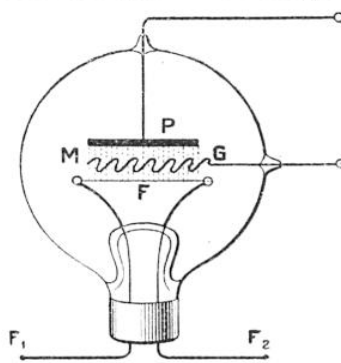


FIG. 1. — L'ÉMISSION ÉLECTRONIQUE D'UNE VALVE A TROIS ÉLECTRODES

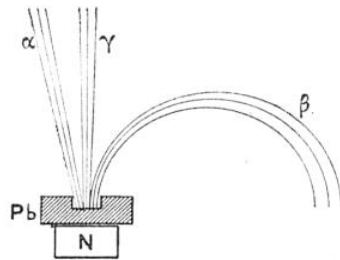


FIG. 2. — ÉMISSION D'UNE MATIÈRE RADIOACTIVE ANALYSÉE PAR UN CHAMP MAGNÉTIQUE

6.280.000.000.000.000 par seconde pour que ce courant atteigne l'intensité d'un ampère ! Les nombres ne disent plus rien à notre imagination, lorsqu'ils atteignent ces proportions, mais cet infiniment grand dans l'infiniment petit nous confond.

La méthode actuelle de production du flux d'électrons nécessaires est bien connue des sans-filistes. La figure 1 en montre le mécanisme : dans une ampoule de cristal à vide très poussé, un filament *F* en tungstène ou en tungstène thorié est chauffé à haute température par le passage d'un courant électrique; au rouge vif, les électrons commencent à s'en échapper et leur flux s'accroît à mesure que la température s'élève. Ces électrons « ferment » le circuit filament-plaque et le nombre de ceux qui atteignent cette dernière est contrôlé par la grille *G*, dont ils traversent les mailles à une vitesse voisine de 20.000 kilomètres par seconde.

La fidélité et la rapidité d'un tel relais sont excellentes, mais le rendement en est faible, parce que la plus grande partie de l'énergie électrique est dépensée en chaleur inutile; le « thoriage » des filaments réduit cette perte, mais laisse subsister la nécessité de la source électrique de chauffage.

Il faudrait trouver une « émission froide » d'électrons et résoudre en électrotechnique le problème résolu en grande partie pour l'éclairage par l'emploi de la « lumière froide », obtenue en provoquant la luminescence des gaz sous faible pression.

Examinons quelques solutions possibles. La première idée qui vient à l'esprit est d'utiliser les émissions des substances radioactives, dont le radium est le type par excellence.

Ces corps émettent, à froid, trois sortes de rayons α , β et γ , de propriétés différentes; il se peut qu'un seul de ces rayonnements soit

charge d'un électron est infime, les estimations les plus sérieuses lui donnent comme valeur $10^{-19} \times 0,159$ coulombs, de telle sorte que, lorsque ces électrons servent de véhicule à un courant, il n'en faut pas moins de

convenable; ceci n'est pas un obstacle, puisqu'il est possible de les séparer sous l'influence d'un champ magnétique (fig. 2), l'échec de cette solution a d'autres causes.

Il faut, avons-nous dit, une forte émission d'électrons; or, s'il nous est impossible de songer à utiliser le radium par suite de son prix élevé, nous pouvons nous adresser, peut-on penser, au polonium ou bien au mésothorium, de moindre valeur.

L'expérience seule peut nous répondre. Cette expérience, nous l'avons tentée avec des sels de baryum radioactifs, que l'usine de Nogent a mis à notre disposition.

Le sens de l'essai était dirigé vers le prix de revient; les résultats en sont entièrement décevants, car cet essai, tenté en 1920, nous a montré qu'une valve utilisant ces corps, et dont le rendement serait équivalent à celui de nos tubes à filament chauffé, aurait valu, à cette époque, au minimum, 1.000 francs.

Nous avons proposé ensuite une seconde solution : l'emploi d'une source de chaleur autre que l'électricité, source extérieure au tube.

La figure 3 montre comment cette idée pourrait être réalisée. Dans un globe de quartz (nécessaire par suite de la température à lui appliquer),

une mince lame métallique *F* thoriée en *T* est appliquée contre une paroi; cette lame, chauffée extérieurement au gaz ou par toute autre flamme, émet des électrons vers la plaque *P*, à travers la grille *G*. Au cours d'essais de laboratoire, n'ayant pu réaliser ni faire réaliser le globe en quartz avec sorties des électrodes parfaitement scellées, nous avons utilisé un tube de cuivre thorié intérieurement et relié à demeure avec une trompe à mercure; le dis-

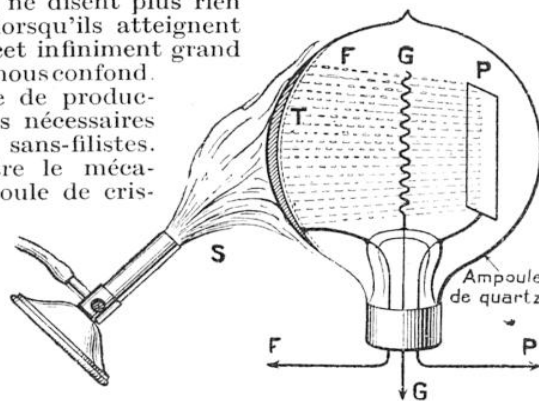


FIG. 3. — SOLUTION THERMIQUE DE LA LAMPE SANS FILAMENT

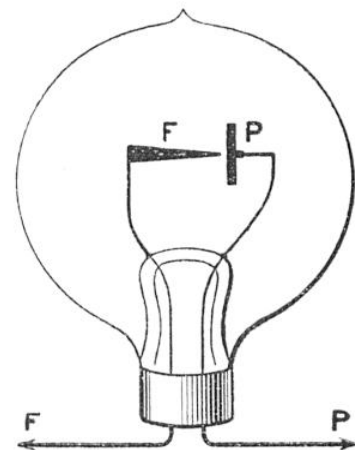


FIG. 4. — SOLUTION ÉLECTROSTATIQUE DU KÉNOTRON SANS FILAMENT

positif utilisé simplement avec la plaque, comme lampe de redressement, a parfaitement fonctionné. Ces études pourraient donc être reprises par des industriels outillés en conséquence.

Une troisième solution a été maintes fois proposée : l'emploi d'un redresseur du type *pointe-plateau*. Ce modèle est représenté figure 4. Utilisé pour le redressement des hautes tensions en radiologie, il paraît difficile de l'appliquer aux tensions employées en T. S. F., car il faudrait réaliser une pointe parfaite, ce qui est du domaine de l'irréalisable actuellement. De plus, comment insérer entre cette pointe et le plateau-plaque, qui doivent être à très faible distance l'un de l'autre, une grille de contrôle ? La question reste posée.

Récemment, enfin, nous avons proposé une quatrième solution, dont l'idée nous est venue au cours d'études sur les redresseurs à néon (voir *La Science et la Vie*, n° 111, de septembre 1926, fig. 5).

D'une part, l'emploi du néon permet « d'allonger » l'espace d'émission ; d'autre part, cette émission s'effectue à tension assez basse (de l'ordre de 100 volts) et peut être facilitée par l'emploi du dispositif *pointe-plateau*.

C'est sur ces données que nous avons conçu l'idée du modèle de la figure 5, dans lequel le groupement, pointes multiples, grille et plaque, est plongé dans une atmosphère de néon à basse pression.

Les essais de ce dispositif sont en cours, et, s'il y a lieu, nous tiendrons les lecteurs de *La Science et la Vie* au courant des résultats obtenus.

Quoi qu'il en soit, la question reste entière du jour et c'est l'emploi de dispositifs très nouveaux que le problème trouvera sa solution.

Nous serons toujours heureux de recevoir, sur ce sujet d'importance extrême, les idées de nos lecteurs et de les aider au besoin dans leurs recherches, pour peu qu'ils en manifestent le désir.

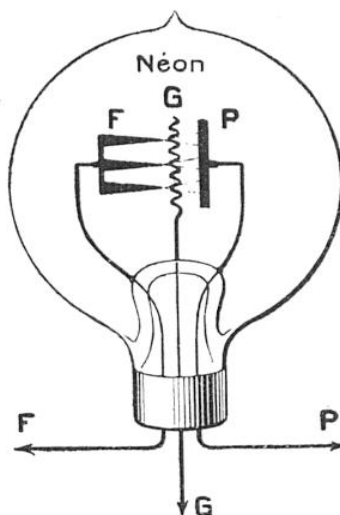


FIG. 5. — SOLUTION DE LA LAMPE SANS FILAMENT PROPOSÉE PAR L'AUTEUR

II. Un montage intéressant

Les réflexes bigrille

CETTE note répond à un certain nombre de questions qui nous ont été posées après publication de divers montages réflexes à lampes monogrille.

Nous donnons deux montages bigrille réflexes, que nous avons montés avec succès. Disons d'abord que le choix des lampes s'impose et que la mise au point de ces dispositifs, plus délicate que celle avec lampes ordinaires, ne doit pas être tentée par des débutants.

Le montage de la figure 6 utilise une galène comme organe de détection et laisse à la valve le soin d'assurer deux fonctions : l'amplification haute et basse fréquence.

La figure indique suffisamment le montage, peu compliqué, du reste, pour qu'il soit

inutile d'insister longuement.

L'inductance L est choisie d'après l'aérien utilisé et la longueur d'onde à recevoir.

L_1 , couplée avec C , forme avec C , auquel on donnera une valeur d'un demi-millième, un circuit d'accord sur la longueur d'onde à recevoir.

L_2 et C_2 auront les mêmes valeurs que L_1 et C ; ce circuit constitue la résonance et de son réglage dépend la puissance de réception. C_3 est un un-millième fixe, C_1 un « by-pass », de six à huit millièmes.

Le transformateur B. F. aura un rapport d'un tiers de préférence.

L'emploi de la bigrille permet de diminuer fortement la valeur de la tension-plaque. Nous avons indiqué, pour celle-ci, 20 volts ; en réalité, on peut descendre jusqu'à 12 volts sans inconvénient.

Le retour M du circuit de plaque n'a lieu que sur une fraction de la batterie.

On utilisera de préférence un détecteur au carborundum. Avec un détecteur à galène,

il sera souvent nécessaire d'intercaler en série, entre D^t et la plaque, une capacité fixe d'un millième.

L'autre montage proposé (fig. 7), plus délicat, fait jouer les trois fonctions à la valve bigrille. Un bon amateur pourra le réaliser avec

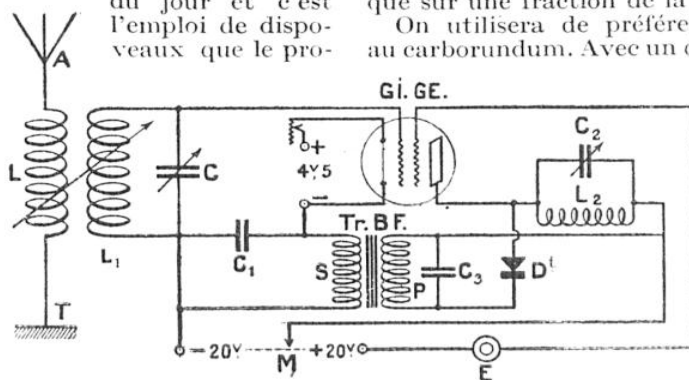


FIG. 6. — MONTAGE RÉFLEXE À LAMPE BIGRILLE À DÉTECTION PAR CRISTAL.

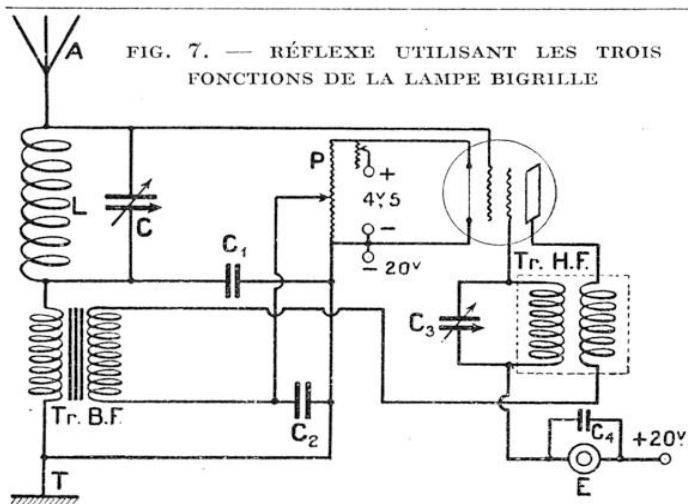


FIG. 7. — RÉFLEXE UTILISANT LES TROIS FONCTIONS DE LA LAMPE BIGRILLE

plein succès, à condition d'apporter beaucoup de soin au montage.

Voici les valeurs correctes des éléments, pour bigrille ordinaire ou micro :

$C_1 = 0,0005$ microfarad ;

$C_2 = 0,001$ microfarad ;

$C_3 = 0,001$ microfarad ;

$C_4 = 0,001$ microfarad ;

$C_5 = 0,0003$ microfarad.

Le transformateur haute fréquence pourra être formé de deux nids d'abeille couplés (valeurs suivant longueur d'onde) ou bien d'un transformateur commercial (type F.A.R. ou Bardon), à rapports variables.

La résistance du potentiomètre P sera de 300 ohms. Le transformateur B. F. aura, au plus, un rapport d'un tiers.

Ces dispositifs permettent de réaliser des postes compacts, peu volumineux et faciles à transporter, ayant une puissance nettement supérieure à celle d'une seule lampe ordinaire.

III. Un dispositif pratique

La mise « à la terre » des antennes, en dehors des heures d'écoute, que le temps soit orageux ou non, est toujours une excellente précaution.

Elle est surtout efficace lorsque la terre

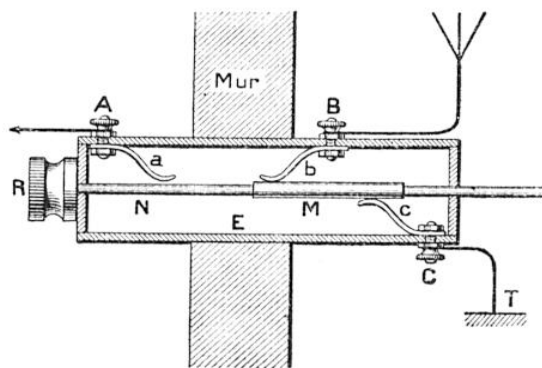


FIG. 8. — DISPOSITIF DE MISE A LA TERRE

« de sécurité » est indépendante de celle du poste récepteur.

De plus, il est bon que le dispositif d'inversion soit situé extérieurement et que, cependant, il ne soit pas sujet à devenir conducteur en temps pluvieux.

Toutes ces conditions sont assez délicates à remplir simultanément ; aussi sommes-nous heureux de communiquer à nos lecteurs un appareillage simple qui les résout toutes, avec, en plus, l'avantage de pouvoir être commandé de l'intérieur par un simple bouton.

La figure 8 montre comment l'appareil est disposé ; c'est, en réalité, une combinaison de l'entrée de poste et du système de mise au sol.

L'entrée de poste est constituée par un cylindre E , d'ébonite ou de fibre, encastré dans la paroi d'entrée, mur ou fenêtre.

Il porte à ses extrémités deux tampons isolants, obturateurs percés d'un trou axial.

Ces tampons servent de guide à une tige d'ébonite, de fibre, de bois laqué N , qui porte sur environ la moitié de sa longueur une gaine métallique, visible entre b et c , gaine constituée par un tube de cuivre.

Des frotteurs $a b c$ sont reliés respectivement aux bornes extérieures $A B C$, reliées, ainsi que le montre la figure, respectivement, A à la borne « antenne » du poste, B à l'antenne, C à la terre (indépendante de préférence de celle du poste qui reste fixe).

R étant tiré en avant, l'appareil est en position « réception » ; poussé à fond, il est en position « sécurité ».

Facile à réaliser, ce dispositif rendra, nous l'espérons, quelques services à nos lecteurs.

IV. La T. S. F. en France

La lampe Blondel

Un nouveau type de lampe bigrille vient d'être imaginé par M. Blondel.

La bigrille ordinaire à deux grilles concentriques de rayons différents a, comme inconvénient principal, un grand écartement entre le filament et la plaque, écartement toujours supérieur à celui des mono-grilles.

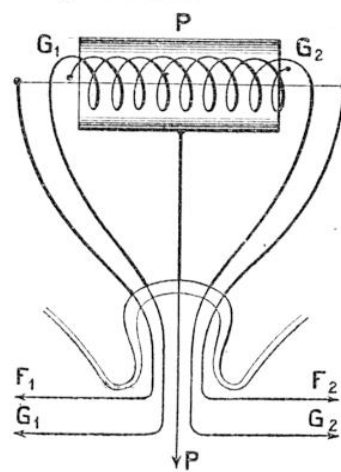


FIG. 9. — LAMPE BIGRILLE « BLONDEL »

M. Blondel a tourné cette difficulté en enroulant les deux grilles *parallèlement* suivant un même cylindre entourant le filament comme d'ordinaire.

Comme le montre la figure 9, l'une G_1 sort à gauche de la plaque, l'autre G_2 sort à droite.

Ce dispositif, non encore commercialisé à notre connaissance, permet des combinaisons variées.

On peut tout d'abord utiliser séparément, soit l'une, soit l'autre des grilles, puis se servir de l'une pour contrôler la haute fréquence et de l'autre pour contrôler la basse fréquence.

Des combinaisons de détection peuvent également être envisagées et de curieux réflexes réalisés. Enfin, il est possible d'utiliser les deux grilles simultanément, en parallèle, pour réaliser une lampe mono-grille à mailles serrées.

Sans aucun doute, cette lampe ouvrira le champ à de nouvelles recherches extrêmement intéressantes.

V. Horaire de principaux postes de diffusion

FRANCE :

Tour Eiffel, 2.650 m., puissance 5 kw. ; 18 h., journal parlé, radio-concert, informations ; 19 h. 15 à 19 h. 45, éventuellement, dimanche seulement, émissions diverses ; 20 h. 15 à 20 h. 30, éventuellement, le dimanche seulement, émissions diverses sur l'onde de 2.740 mètres ; 21 h. 30 à 23 h., radio-concert sur l'onde de 2.740 m. dimanche, mercredi, vendredi et samedi.

Radio-Paris, 1.750 m., puissance 4 kw. ; 12 h. 30, concert ; 13 h. 45, informations ; 13 h. 50, cours d'ouverture de la Bourse de Paris ; 16 h. 30, concert ; 20 h. 15, informations et concert ; 20 h. 15 à 22 h., dimanche, radio-dancing.

Lyon (La Doua), 490 m., puissance 1 kw. ; 10 h. 30, concert phonographique, informations ; 16 h. 15, Bourse de Paris, change, Bourse de Commerce ; 20 h., concert.

P. T. T. (École supérieure des postes et télégraphes de Paris), 458 m., puissance 0,45 kw. ; 20 h. 30, concert, causeries scientifiques.

Petit Parisien (Paris), 333 m., puissance 0,5 kw. ; 21 h. 15 à 23 h., dimanche, mardi, jeudi, samedi, concert, causerie.

Toulouse, 441 m., puissance 2 kw. ; heures diverses, concert, informations.

Omega (Casablanca), 305 m., puissance 600 w. ; 21 h. 30 à 22 h. 30, sauf lundi et mardi, concerts, essais.

BELGIQUE :

Bruxelles-Haren, 1.100 m., puissance 3 kw. ; 13 h., 14 h., 16 h. 50, météorologie ; 18 h. 50, service avions.

Radio-Belgique, 487 m., puissance 2,5 kw. ; 17 h. à 18 h., 20 h. 15 à 22 h., concerts, presse, causerie.

ANGLETERRE :

Daventry, 1.600 m., puissance 15 kw. ; 19 h. 30 à 22 h. 30, concert, dimanche, jazz jusqu'à minuit ; 15 h. 30 à 17 h., concert.

Londres 365 m. puis. 3 kw.

Cardiff 353 m. puis. 1,5 kw.

Manchester 378 m. —

Bournemouth 386 m. —

Newcastle 403 m. —

Glasgow 422 m. —

Belfast 439 m. —

Birmingham 479 m. —

Aberdeen 495 m. —

Concert.
Causeries.
Jazz.
Musique
religieuse.
Presse.

15 h. 30

à

23 h. 30

Bratford 310 m.

Dundee 331 m.

Edimbourg 328 m.

Hull 335 m.

Leeds 346 m.

Liverpool 315 m.

Plymouth 338 m.

Sheffield 301 m.

Stoke-on-Trent 306 m.

Swansea 492 m.

Postes de
relais
à faible
puissance
100 à 300
watts.

ALLEMAGNE :

Dresden, 294 m., puissance, 1,5 kw. ; 18 h. à 21 h., concert, informations.

Hannover, 296 m., puissance, 1,5 kw. ; 16 h. 30 à 22 h., concert, informations, causerie.

Bremen, 279 m., puissance, 1 kw. ; 13 h. 30 à 21 h. 30, concert, causerie, informations.

Hambourg, 395 m., puissance 1,5 kw. ; 17 h. à 21 h. 30, concert, causerie, informations (retransmis par Hannover et Bremen).

Münster, 410 m., puissance 1,5 kw. ; 18 h. 30 à 22 h., concert.

Breslau, 418 m., puissance 1,5 kw. ; 12 h. à 13 h., 19 h. 30 à 21 h. 30, concert, informations.

Stuttgart, 443 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h. à 19 h. et à 20 h. 30, concert, causerie.

Leipzig, 452 m., puissance 700 w. ; 10 h. 30 à 12 h., 15 h. 30, 18 h. à 21 h. 30, concert, informations.

Königsberg, 463 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h. à 17 h., 19 h. à 22 h., concerts, causerie.

Frankfurt, 470 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h. 30 à 17 h., 18 h. à 21 h. 30, concert.

Berlin, 505 m., puissance 1,5 kw. ; 16 h. 30, concert ; 18 h. à 22 h., informations, concert ; dimanche, 9 h., service religieux.

Königswurterhausen, plusieurs ondes : 4.000 m., 3.150 m., 2.800 m., 2.550 m. ; 6 h. à 20 h., presse et nouvelles irrégulièrement, toute la journée.

Königswurterhausen, 2.800 m., 11 h. 50, concert, dimanche.

Königswurterhausen, 680 m., 9 h. 40, concert, dimanche.

AUTRICHE :

Vienne, 530 m. ; 10 h. à 11 h., 13 h. à 14 h., 19 h. à 22 h., concerts.

Graz, 404 m., puissance 0,5 kw. ; 5 h. à 6 h. et 8 h. à 10 h., concerts, informations.

TCHÉCOSLOVAQUIE :

Prague (Kbely), 1.150 m. ; 9 h., 10 h. 30, 12 h. 50, 16 h., 17 h., cours ; 19 h., concert.

DANEMARK :

Lingsby, 240 m. ; 18 h. 15, cours et nouvelles ; 20 h. 30 à 21 h., concert ; 8 à 9 h., dimanche, concert.

Copenhague, 470 m., puissance 2 kw. ; 19 h., concert, dimanche, mercredi, jeudi.

SUÈDE :

Goeteborg, 460 m., puissance 0,3 kw. ; 19 h. à 21 h., concert.

Stockholm, 127 m. ; 11 h., concert dimanche (service religieux) ; de 18 h. à 21 h., concert en semaine.

Stockholm-Radio ART, 470 m. ; 19 h., concert.

Baden, 1.200 m. ; 10 h. à 11 h., service religieux le dimanche ; 16 h. à 18 h., concert ; 18 h. à 20 h., semaine, concert.

SUISSE :

Genève, 1.100 m., puissance 1,5 kw. ; 20 h. 15 à 22 h., concerts, causerie, sermon (dim.), dancing (lundi).

Lausanne, 850 m., puissance 0,5 kw. ; 19 h., divers.

Zürich, 515 m., puissance 1,5 kw. ; 15 h., 19 h. 15, concerts.

ITALIE :

Rome (U. R. I.), 426 m., puissance 4 kw. ; 15 h. 30 à 16 h. 30, 19 h. 30, 21 h. 40, concert.

Rome (R. A.), 470 m. ; 11 h. 30, 15 h. 20, nouvelles ; 12 h., 16 h. 30, concerts.

Rome (I. C. D.), 1.800 m. ; 15 h., 19 h. 30, concert.

Milan, 495 m. ; 21 h., concert.

ESPAGNE :

Madrid (R. I.), 392 m., puissance 1 kw. ; 18 h. à 20 h., 22 h. 30 à 24 h., concert.

Madrid (R. E.), 430 m. ; 18 h., concert.

Barcelone, 325 m., puissance 0,6 kw. ; 18 h. et 21 h., concert.

HOLLANDE :

Amsterdam, 2.000 m., puissance 1 kw. ; 9 h., 17 h., bourse, presse, change.

La Haye, 1.050 m., puissance 0,5 kw. ; 20 h. 40, 21 h. 40, concert dimanche ; 19 h. 40, concert mardi ; 21 h. 40, concert vendredi.

La Haye, 1.070 m., puissance 0,5 kw. ; 18 h. 40, concert dimanche ; 20 h. 10, concert lundi et jeudi.

RUSSIE :

Moscou, 3.200 m., puissance 4 kw. ; 12 h. 30 à 13 h. 30, causerie, musique, irrégulier.

J. ROUSSEL.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Nouveau condensateur produisant une variation de longueur d'onde proportionnelle à sa graduation

Plusieurs reprises déjà, nous avons eu l'occasion de signaler à nos lecteurs la tendance nouvelle qui se manifeste dans la construction des condensateurs variables à air, afin de faciliter les réglages et le repérage des stations que l'on désire écouter.

Résumons en quelques lignes les particularités de ces nouveaux condensateurs, dits « loi du carré » ou « square law ».

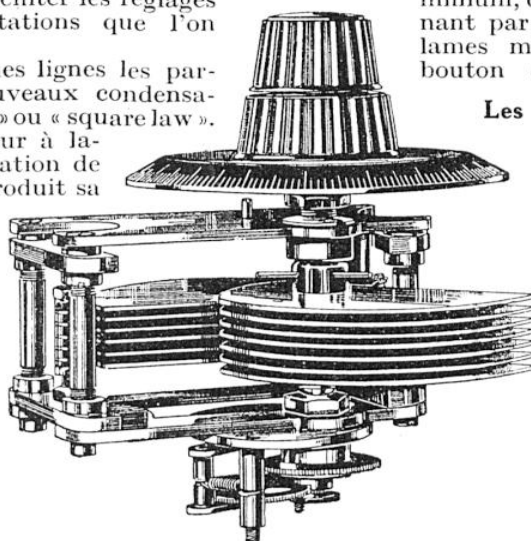
Dans un condensateur à lames circulaires, la variation de longueur d'onde que produit sa mise en circuit est proportionnelle à la racine carrée de la capacité, c'est-à-dire proportionnelle à la racine carrée de l'angle de rotation des lames mobiles. En effet, cette capacité est proportionnelle à la surface des lames en regard, elle-même proportionnelle à l'angle de rotation. Dans ces conditions, on s'aperçoit que la capacité varie autant pendant le premier quart de la rotation des lames mobiles que pendant les trois autres quarts. Les réglages s'effectuant sur les premières graduations du condensateur sont donc plus délicats que ceux qui nécessitent une plus grande rotation de l'appareil.

Dans les nouveaux condensateurs « loi du carré », la forme des lames est calculée pour que la capacité varie comme le carré de l'angle de rotation, et, par suite, la variation de longueur d'onde est proportionnelle à l'angle de rotation. Les réglages sont donc aussi faciles, quelle que soit la position des lames mobiles, et le repérage d'une longueur d'onde donnée, située entre deux autres déjà repérées, se fait sans difficultés.

Le condensateur Bardon, représenté ci-dessus, répond à ces conditions. D'une construction à la fois précise et robuste, il présente une résistance ohmique pratiquement

nulle, grâce à une judicieuse disposition des connexions. Les lames mobiles (mises à la masse pour éviter tout effet de capacité du corps) sont reliées à la partie fixe par un ressort spirale assurant l'absolue continuité du circuit. Ses pertes sont réduites au minimum.

Ces condensateurs sont munis d'un démultiplicateur protégé par un capot en aluminium, de rapport 1/60, et entraînant par un dispositif spécial de lames mobiles au moyen d'un bouton central de commande.



ENSEMBLE DU CONDENSATEUR BARDON, SUIVANT LA « LOI DU CARRÉ »

Les bobines toroïdales

Le phénomène bien connu de tous les sans-filistes sous le nom d'auto-accrochage ou d'accrochage intempestif et qui gêne considérablement le réglage de certains postes, provient surtout, on le sait, de la capacité interne des lampes. Mais il peut être provoqué également par le voisinage de certaines connexions et surtout par l'autocouplage de bobines qui ne devraient pas agir l'une sur l'autre. Le neutrodynage a pour but d'annuler l'in-

fluence de la capacité interne de la lampe.

Notre collaborateur, M. Roussel, a eu, d'ailleurs, l'occasion de parler, dans le n° 103, de janvier 1926, de *La Science et la Vie*, des bobines toroïdales dont le circuit magnétique est complètement fermé sur lui-même, ce qui évite tout couplage entre elles. Signalons à nos lecteurs que les Établissements Ringlike viennent d'en réaliser un excellent type. Par suite de la disposition écartée des spires, l'absence de vernis isolant et de pièces métalliques au sein du champ magnétique, les pertes de ces bobines sont extrêmement réduites, ce qui diminue l'amortissement et permet la réception de postes très éloignés. Enfin, on peut placer ces selfs dans le voisinage de masses métalliques, sans y créer de courants de Foucault, autre source de pertes très sensibles.

J. M.

LES A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Ni patinette ni bicyclette, cet appareil est à la fois un jouet sportif et un excellent moyen de transport

TOUT le monde connaît la patinette, dont la vogue a crû très rapidement durant ces dernières années. Appareil primitif que l'enfant pousse avec un pied prenant appui sur le sol, c'est ce que l'on appelle un « jouet sportif ». Ses conditions d'équilibre sont les mêmes que celles de la bicyclette, et l'apprentissage du futur cycliste est facilité par ce jouet. Mais des perfectionnements ont été apportés à la patinette en la munissant de roues caoutchoutées, de freins, d'un guidon artistique, de roulements à billes, etc., etc.

Désirant faire plus encore, M. Caillot a pensé qu'il serait intéressant de munir la patinette d'un organe permettant à l'enfant de ne plus être obligé de poser un pied à terre pour avancer, ce qui, forcément, limite la vitesse à une valeur qui dépend de la détente musculaire au moment de la poussée. Il a



COMMENT ON PÉDALE, D'UN SEUL PIED, SUR LE « TROTICYCLE »



UN ENFANT PORTE AISÉMENT L'APPAREIL DONT LE GUIDON EST REPLIÉ

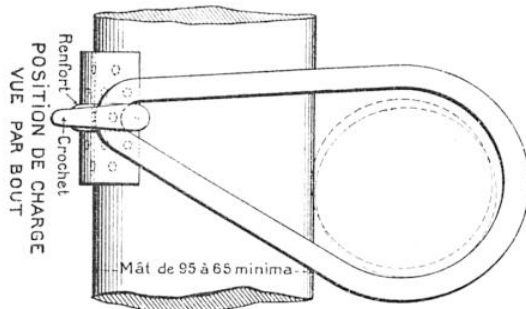
donc adapté à la patinette, en transformant en même temps sa constitution au point de vue de la robustesse, un levier-pédale, qui actionne la roue arrière par l'intermédiaire d'une chaîne montée sur une roue libre à double rangée de billes. L'enfant fait avancer l'appareil en appuyant sur le levier, et celui-ci remonte automatiquement à sa position haute lorsque la pression ne s'exerce plus. Mais, dira-t-on, c'est une bicyclette transformée que l'inventeur a établie, ce n'est plus un simple jouet.

Evidemment, le « Troticycle » n'a rien de commun, au point de vue mécanisme, avec la patinette, qui n'en possède aucun. Cependant, il présente, en ce qui concerne la sécurité de l'enfant, les mêmes avantages que la patinette, puisque, pour descendre, il suffit de poser un pied par terre. Comme sur la patinette, l'enfant reste debout, tandis que sur une bicyclette il doit pencher le corps en avant. Comme sur la patinette encore, un seul pied est moteur, mais on devra habituer l'enfant à changer de pied le plus souvent possible pour conserver aux deux jambes une harmonie musculaire parfaite. Mieux que

la patinette, cet appareil permet d'effectuer sans fatigue des déplacements assez longs. Des essais ont montré qu'en une heure, des enfants de huit à douze ans peuvent franchir la distance Versailles-Paris et même monter la côte bien connue de ce trajet (côte de Picardie) à 12 kilomètres à l'heure, en utilisant le petit développement. L'appareil comporte, en effet, deux multiplications. Sur un kilomètre, la vitesse de 25 kilomètres à l'heure a été atteinte.

Griffe amovible pour l'établissement des échafaudages

Nous avons tous admiré certainement l'habileté des monteurs d'échafaudages qui attachent rapidement entre elles les pièces de bois nécessaires au moyen de simples cordelettes. Et nous avons songé qu'ainsi la vie de nombreux ouvriers peut dépendre de la solidité de quelques brins de chanvre. Nous pouvons être rassurés cependant, car, d'une part, ces cordelettes sont placées de telle façon qu'elles ne travaillent

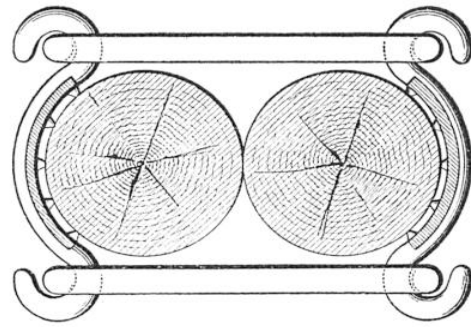


AGRAFE POUR MATS

qu'à un taux bien inférieur au taux de sécurité; d'autre part les nœuds qui les maintiennent ne peuvent glisser inopinément. Mais ce montage est toujours assez long.

Pour en augmenter la rapidité, MM. Sanciaume et Coulon ont imaginé un dispositif métallique, appelé « Supprim'Corde », qui assure aux assemblages réalisés par son intermédiaire une solidité à toute épreuve. Deux cas sont à envisager, suivant qu'il s'agit d'assembler deux pièces de bois en croix ou dans le prolongement l'une de l'autre.

Dans le premier cas (figure ci-dessus), le dispositif se compose de deux étriers embrassant la poutre déjà fixée (représentée en long sur le dessin) et d'une griffe terminée par deux crochets, que l'on engage dans les étriers.



JUMELAGE DE DEUX MATS VERTICAUX PAR NŒUD INSTANTANÉ

Cette griffe enserre la poutre à fixer. Le poids de cette dernière suffit alors à faire pénétrer les griffes dans le bois, tout comme celle des appareils spéciaux que les ouvriers télégraphistes mettent aux pieds pour grimper le long des poteaux, et l'assemblage est constitué.

Lorsque les poutres doivent être assemblées dans le prolongement l'une de l'autre, on emploie un dispositif légèrement différent (deuxième figure), qui comprend deux griffes dont les crochets sont reliés par deux étriers. Ici encore, le glissement d'une poutre provoque la pénétration des griffes dans le bois et assure la solidité du tout. On se rend compte immédiatement que, d'un côté, la pose de ces dispositifs est très rapide, puisque le serrage est automatique et que, d'un autre côté, aucun desserrage n'est à craindre.

Cachetez vos lettres à l'électricité

BIEN qu'il soit facile de fermer une lettre au moyen de cachets de cire, pour cette opération on doit disposer, sinon d'un outillage spécial, du moins d'une bougie et de quelques allumettes. Il faut, en effet, faire fondre la cire à cacheter, qui tombe alors en gouttelettes enflammées sur la lettre ou le paquet à clore. Tout cela demande évidemment un certain temps, car il est bien rare que l'on ait à portée de la

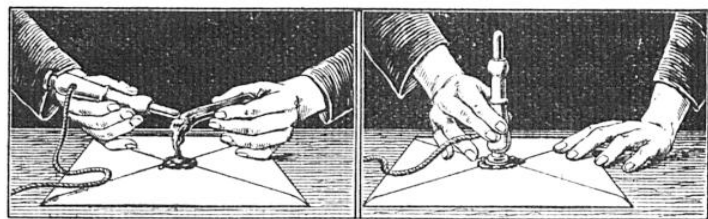


Fig. 1

Fig. 2

L'APPAREIL POUR CACHETER LES LETTRES A L'ÉLECTRICITÉ

Fig. 1. On fait fondre la cire en l'amenant au contact avec l'extrémité de l'appareil. — Fig. 2. On retourne le cachet pour appliquer la cire sur la lettre et imprimer les initiales.

main, et juste au moment précis de leur utilisation, les allumettes et surtout la bougie en question. En outre, cette dernière risque de salir la table où l'on fait ce travail.

Pourquoi ne pas demander au courant électrique la chaleur nécessaire à la fusion de la cire, de même qu'on lui demande de chauffer nos radiateurs, nos bouilloires ou nos allume-cigares? Partant de ce principe simple, on est vite arrivé à trouver la solution du problème, sous la forme du petit appareil représenté à la page précédente.

Cet électro-cachet se compose d'un manche isolant en porcelaine, terminé à une extrémité par un bout arrondi et à l'autre extrémité par une plaquette de laiton. Disons tout de suite que cette plaquette est destinée à écraser la cire déposée et à marquer sur le cachet les initiales que l'on aura fait au préalable graver sur elle. Un cordon conducteur spécial relie l'appareil à une prise de courant, et une résistance empêche l'intensité du courant de prendre une trop grande valeur.

Après avoir mis en place la prise de courant, on attend environ une minute. Il suffit alors de mettre la cire en contact avec le bout chaud. Elle coule rapidement et on peut l'étendre à volonté sans qu'elle durcisse.

Il ne reste plus qu'à poser le cachet sur cette cire encore molle.

Pour gonfler, sans fatigue, les pneus d'automobiles

Il n'est point besoin de posséder une voiture automobile pour savoir que le gonflage des pneumatiques est une opération longue et pénible, à moins d'utiliser les gonfleurs spéciaux que le moteur actionne lui-même, mais qui, malheureusement, sont d'un prix assez élevé.

Pour gonfler un pneu avec une pompe à main, il faut faire intervenir le poids du corps pendant la course descendante du

piston, de manière à diminuer l'effort musculaire fourni. Mais alors ce sont les reins qui se fatiguent vite!

On a imaginé, en Allemagne, la petite pompe représentée ci-dessous et qui semble permettre de gonfler sans fatigue les pneus les plus gros.

En réalité, cette pompe est double et se compose de deux cylindres verticaux, dans lesquels peuvent glisser deux pistons

qu'un ressort tend à maintenir à la position supérieure. Se tenant d'une main à la voiture pour conserver l'équilibre, l'automobiliste pose chacun de ses pieds sur la tête de la tige de chaque piston et, dans cette position, il lui suffit de porter alternativement le poids du corps d'une jambe sur l'autre pour faire fonctionner la double pompe et gonfler le pneu. Un manomètre indique à chaque instant la pression obtenue.

Cette pompe, une fois repliée, ne tient que peu de place et se loge aisément dans les coffres de la voiture.



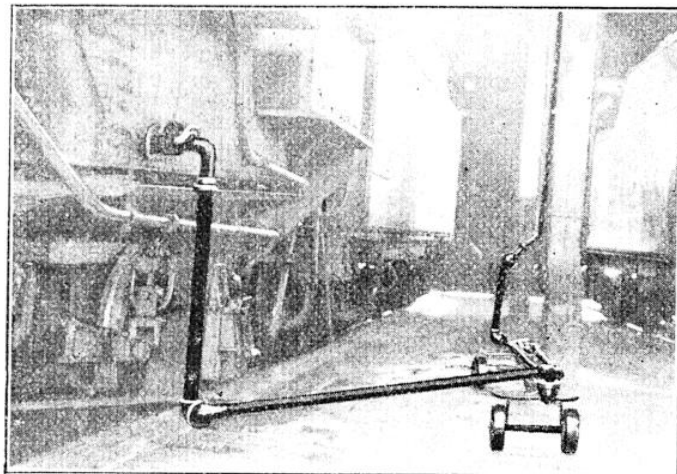
UNE POMPE ORIGINALE POUR GONFLER, SANS FATIGUE, LES PNEUMATIQUES D'AUTOMOBILE

Pour nettoyer les chaudières de locomotives, un ouvrier américain a imaginé un dispositif pratique

UNE méthode couramment employée pour effectuer le nettoyage des chaudières de locomotives consiste à y envoyer de la vapeur et de l'eau chaude au moyen d'une tuyauterie souple que l'on branche sur une conduite d'amenée, d'une part, et, d'autre part, sur la chaudière elle-même. Il est impossible, en effet, de pénétrer dans le corps de la chaudière qui est occupé par les tubes de fumée et, autour du foyer, par de nombreuses entretoises assurant sa rigidité.

Mais les tuyaux souples employés s'usent malheureusement vite, par suite de leur frottement sur le sol et de la température à laquelle ils sont portés. Un ouvrier américain

eut alors l'idée d'imaginer un dispositif entièrement métallique et possédant cependant une souplesse suffisante pour pouvoir être déplacé sur le sol, suivant la place occupée par la locomotive par rapport à la



UN NOUVEAU DISPOSITIF POUR NETTOYER LES CHAUDIÈRES DE LOCOMOTIVES

conduite d'amenée de l'eau chaude. Ce dispositif est, d'ailleurs, très simple. Il se compose de tuyaux de fer réunis entre eux par des coudes articulés métalliques et montés sur un petit chariot à quatre roues. Cette conception n'est peut-être pas neuve puisque, depuis longtemps, les jardiniers emploient des tuyaux ainsi montés sur roulettes. Mais l'adaptation de ce système au nettoyage des locomotives est certainement nouvelle.

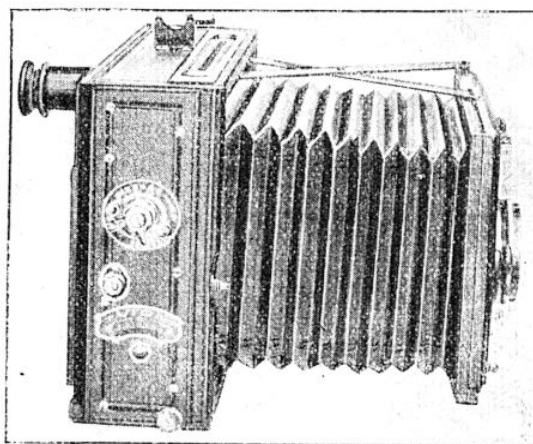
Le prix de l'appareil ne serait, d'après l'inventeur, que de 20 % plus élevé que celui des tuyaux ordinaires. Cette augmentation serait largement compensée par la longue durée de cette tuyauterie.

Un appareil photographique pliant qui permet la mise au point sans verre dépoli

UN des inconvénients de la mise au point avec le verre dépoli est d'obliger l'opérateur à une manœuvre délicate lorsque la mise au point est terminée. Il faut enlever le verre dépoli et le remplacer par un châssis dont la mise en place entraîne fréquemment de légers mouvements de l'appareil, quelquefois même des déplacements tels que l'opération de mise au point est à recommencer. L'appareil *Vidi*, que représente notre photographie, supprime cet inconvénient. Il porte, à la partie supérieure du châssis et en son milieu, une

loupe grossissant neuf fois, avec laquelle on effectue la mise au point, le châssis ou le magasin étant en place sur l'appareil. Cette loupe permet d'obtenir le maximum de netteté, puisqu'elle agrandit fortement un des points de l'objet ou du paysage à photographier. De plus, le moindre dépôt de buée sur l'objectif devient apparent, et, si on a oublié d'enlever le bouchon, la loupe oblige à s'en apercevoir, ainsi d'ailleurs que de toutes les irrégularités auxquelles est exposé le photographé, comme, par exemple, la remise du diaphragme dans son état normal. De même, toute fausse manœuvre de l'obturateur est rendue impossible, parce que la fenêtre de la loupe ne s'ouvre que lorsque l'obturateur est armé à fond. L'emploi de la loupe facilite également l'appréciation du temps de pose plus exactement que ne le permet la méthode ordinaire, surtout lorsque l'opérateur aura acquis l'habitude de l'utiliser. Ajoutons enfin que le nouvel appareil comporte une simplification importante dans

l'emploi de plusieurs objectifs, c'est-à-dire dans les appareils servant à la photographie ordinaire et à la stéréoscopie, puisque la mise au point de différentes images se fait directement sans aucune manipulation



L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE «VIDI»

Cet appareil est pourvu d'une loupe grossissant neuf fois avec laquelle on effectue la mise au point, le châssis et le magasin étant en place.

préalable et sans avoir recours à des graduations différentes correspondant à chaque objectif de l'appareil.

V. RUBOR.

A TRAVERS LES REVUES

CAOUTCHOUC

GAZNISSAGE PROTECTEUR A BASE DE CAOUTCHOUC, par J. Panem.

L'emploi de récipients résistants, pratiques et bon marché, a toujours été un problème délicat à résoudre pour le transport et le stockage des acides. Les mélanges à base de caoutchouc ont donné, pour le revêtement de ces récipients, d'heureux résultats, notamment dans le cas de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique de concentration courante.

En Amérique, on utilise des récipients faits de bois spéciaux et revêtus intérieurement de plaques de caoutchouc souple, vulcanisées avant la pose et soudées entre elles à la dissolution.

En France, on emploie des cuves métalliques, protégées par un revêtement de caoutchouc durci.

Chacun de ces procédés présente des avantages et des inconvénients que l'auteur indique.

On a essayé un revêtement demi-dur, obtenu en accolant deux feuilles de compositions différentes. Il semble qu'un mélange assez dur, mais pas cassant et bien étudié, offre le maximum de garanties.

« *Revue générale du Caoutchouc* » (n° 24).

ÉLECTRICITÉ

LES TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES D'ORDRES DANS LA MARINE, par R. Gut.

A bord des navires, les transmissions d'ordres s'effectuent par l'électricité. Les différents systèmes utilisés appartiennent à trois catégories différentes : les appareils à courant continu, les appareils à courant alternatif et les appareils à courant mixte. Ces derniers constituent le dernier mot du progrès. Ils dérivent des appareils à courant continu en ce sens qu'ils sont alimentés par ce courant et des appareils à courant alternatif, par ce fait que la liaison entre transmetteurs et récepteurs est assurée par des courants polyphasés. Ils se présentent sous la forme de petits moteurs à bobinages spéciaux suivant les différents types, mais dans lesquels le récepteur est généralement un simple moteur synchrone à courant alternatif plus ou moins modifié. Par leur construction même, ces appareils peuvent, contrairement à ceux à courant continu ou à courant alternatif, développer un couple appréciable, ce qui leur ouvre un vaste champ d'applications, notamment vers les problèmes de la télécommande. Dans cette voie, nos constructeurs trouveront de très importants débouchés, car l'électricité est appelée à remplacer dans toutes les manœuvres de navigation ou de chargement, la vapeur et la force musculaire.

« *L'Electricien* » (n° 1102).

LE PLUS GRAND GROUPE TURBO-MOTEUR DU MONDE ENTIER (160.000 kilowatts).

Ce groupe, construit par la Société anonyme Brown, Boveri et C^{ie}, de Baden (Suisse), est destiné à la Centrale de Hellgate, de l'United Electric and Power Co, à New-York. La turbine appartient au type Cross-Compound ; elle

comporte un cylindre à haute pression à 1.800 tours par minute actionnant un alternateur triphasé de 75.000 kilowatts et un cylindre à basse pression à 1.200 tours actionnant un alternateur de 85.000 kilowatts. La vapeur sera admise à 19 kg. 6 par centimètre carré et à la température de 322 degrés. La turbine complète, y compris les plaques de bas et paliers, pèsera environ 705 tonnes, et les alternateurs, 190 et 250 tonnes. L'encombrement du groupe sera de 20 m. 50 de longueur et de 12 mètres de largeur.

« *Eclairage et Force motrice* » (août 1926).

LE CAPTAGE DES GAZ DE FOURS ÉLECTRIQUES, par P. Bunet.

Dans la plupart des fours électriques modernes, la réaction effectuée est une réduction au moyen du charbon ; il se produit ainsi un dégagement d'oxyde de carbone qui s'enflamme au contact de l'atmosphère. Cette combustion inutile, parfois nuisible, représente une perte. Ainsi, dans la fabrication du carbure de calcium, les fours produisent 0 kg. 44 d'oxyde de carbone par kilogramme de carbure industriel qui, en brûlant, dégage 1065 calories, dont une partie est utilisable. L'auteur estime que ces 440 grammes d'oxyde de carbone, intégralement utilisés, permettraient de fabriquer toute la chaux nécessaire à la production du carbure de calcium, grâce à l'emploi de fours suffisamment perfectionnés. On pourrait également brûler l'oxyde de carbone pour chauffer la charge de matières premières en attente de réaction dans le four. Enfin, le gaz pourrait encore être utilisé à faire fonctionner des moteurs actionnant diverses machines, notamment des génératrices employées à produire une partie de l'énergie nécessaire aux fours à carbure.

« *Revue générale de l'Electricité* », 10^e année (n° 9).

MÉTALLURGIE

APERÇU SUR L'ESSAI AUX ÉTINCELLES, par E. Pitois, ingénieur en chef de l'aéronautique.

Le phénomène de la production d'une gerbe d'étincelles par le contact d'un morceau d'acier avec une meule tournant à grande vitesse a été utilisé par l'auteur en vue de la classification des aciers. C'est une méthode nouvelle qui peut être appliquée sans recourir à la photographie en utilisant des plaques repères établies d'avance, et qui permettent la comparaison en regardant à la fois l'étincelle produite et celles qui sont reproduites sur les plaques. Si, par exemple, on effectue un essai sur deux aciers pour lesquels l'essai de traction n'aura fait presque aucune différence (48 kilogrammes environ), aciers qui seront classés tous deux dans la catégorie des aciers doux, les étincelles montreront que l'un de ces aciers est véritablement doux, non trempant, tandis que l'autre sera un doux trempant, c'est-à-dire que le premier donnerait une cinquantaine de kilogrammes et l'autre, plus de 80. L'essai aux étincelles n'a pas la prétention de remplacer les autres ; il est, par

excellence, un essai individuel. Il permet surtout de donner à la réception des lots des certitudes là où l'on ne possède que des probabilités.

« *Bulletin technique du bureau Veritas* » (août 1926).

NAVIGATION

NOUVEAU DISPOSITIF POUR AUGMENTER LE RENDEMENT DES PROPULSEURS, par M. Baringolz, ingénieur E. S. E.

Un meilleur rendement des hélices peut être obtenu en recherchant les meilleures dimensions à donner aux ailes, mais aussi en empêchant l'évacuation libre de l'eau refoulée, en lui présentant une résistance artificielle. Cette dernière solution a fait l'objet des recherches de l'auteur, qui place une hélice folle sur le prolongement de l'arbre de l'hélice propulsive. L'eau, refoulée par l'hélice fixe, frappe les ailes de l'hélice folle qui, par suite, se met à tourner avec une certaine vitesse. Le diamètre de l'hélice folle étant plus grand que celui de l'hélice propulsive, les parties des ailes qui se trouvent à l'intérieur du cercle de balayage décrit par l'hélice fixe travaillent en réceptrices, tandis que celles qui dépassent ce cercle travaillent en motrices, attaquant un milieu en repos.

« *Le Génie Civil* », n° 2.297.

TRAVAUX PUBLICS

LES ROUTES EN BÉTON, EN BÉTON ARMÉ ET SILICATÉES, par G. Grené.

La construction des routes à grand trafic exige maintenant l'emploi de nouveaux matériaux, tels que le béton et le béton armé. Les premiers essais furent faits en Amérique, en

1909 ; en 1917, il existait déjà 8.000 kilomètres de routes en béton ; en 1923, 12.000 kilomètres, dont 5.000 en béton armé. En France, on en est encore à la période des essais. On essaie, en particulier, la dalle Van de Kerchove, dont l'armature est constituée par des barres d'acier de faible diamètre (10 $\frac{3}{16}$), disposées en deux systèmes quadrillés, l'un à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure de la route. La liaison est faite par le pliage de certaines barres qui passent du quadrillage inférieur au quadrillage supérieur et inversement.

La dalle est posée sur une forme, qui se réduit le plus souvent à un simple réglage du terrain naturel. On place les armatures, on coule le béton, qui doit être assez consistant, et on dame avec soin.

Les routes en béton armé restent unies et ne présentent ni poussières ni boues. Le prix de revient de ce procédé est d'environ 60 à 70 francs le mètre carré, assez voisin de celui de la construction d'une chaussée en macadam goudronné, avec sa fondation. Une telle route peut durer plus de dix ans, d'après les expériences faites aux États-Unis, alors qu'une route en macadam ordinaire demande, tous les deux ans, des rechargements complets, coûtant environ 10 à 12 francs le mètre carré.

Le silicatage des routes consiste en l'addition, aux produits de macadamisage ordinaires, d'une certaine quantité de silicate de soude. Des expériences se poursuivent en France à ce sujet. Le silicatage apporte une amélioration sensible aux routes macadamisées, mais il ne saurait être employé pour les routes soumises à une circulation active et lourde.

« *La Technique moderne* », 18^e année (nos 13 et 14).

A NOS LECTEURS. — Le Ministre des Travaux Publics vient d'examiner sur place, en prenant place aux côtés du mécanicien, le nouveau système de signalisation lumineuse employé sur les chemins de fer du réseau de l'Etat. A ce sujet, nous rappelons à nos lecteurs, que notre collaborateur Jean Marchand, a décrit en détail cette nouvelle signalisation, dans le n° 107 de mai 1926 de *La Science et la Vie*.

PRIX DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envoi simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envoi recommandé.....	{ 1 an..... 53 fr.
chi.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 27 —

ÉTRANGER

Pour les pays suivants :

Afghanistan, Albanie, Arabie, Bolivie, Brésil, Chine, Costa-Rica, Dantzig, République Dominicaine, Equateur, Finlande, Grande-Bretagne et colonies, Irlande, Groenland, Guatemala, Haïti, Hedjaz, Honduras, Islande, Japon, Lithuanie, Ile Maurice, Mexique, Nicaragua, Palestine, Panama, Pays-Bas et colonies, Pérou, Rhodesia, Salvador, Siam, Suisse, Venezuela.

Affranchissement simple.	{ 1 an..... 80 fr.
	{ 6 mois... 41 —
Envoi recommandé.....	{ 1 an..... 95 fr.
	{ 6 mois... 48 —

Pour les pays ci-après :

Allemagne, Argentine, Autriche, Belgique, Congo belge, Bulgarie, Canada, Chili, Cuba, Danemark, Egypte, Erythrée, Espagne, Esthonie, États-Unis, Ethiopie, Grèce, Hongrie, Italie et colonies, Lettonie, Luxembourg, Norvège, Paraguay, Perse, Pologne, Portugal et colonies, Roumanie, Russie, Yougoslavie, Suède, Tchécoslovaquie, Terre-Neuve, Turquie, Uruguay.

Affranchissement simple.	{ 1 an..... 70 fr.
	{ 6 mois... 36 —
Envoi recommandé.....	{ 1 an..... 85 fr.
	{ 6 mois... 43 —

Les abonnements partent de l'époque désirée ; ils sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien JOSSE.

Paris. — Imp. HÉMERV, 18, rue d'Enghien.