

RADIO-ÉLECTRICITÉ

EST FRANÇAIS
RÉUNIS

REVUE DES SCIENCES MODERNES

SOMMAIRE

« Vœux » (P. OLINET)	1	Via T. S. F. (Jean VIVIE, ingénieur civil des Mines)	50
Einstein et Louis de Broglie (Général CARTIER)	3	Un drame où la T. S. F. joue le premier rôle (Léon DE LA FORGE)	54
Revue des pick-up (A. LIPOUG)	9	La signalisation (PAGES)	60
L'électrification de la Suisse (H. DEMIERRE)	12	Une nouveauté dans la technique des lampes (Serge PHILIPPE)	68
L'énergie électrique en France (S. PHILIPPE)	16	Une grande évolution dans le haut-parleur	70
L'électricité en Belgique (S. PHILIPPE)	20	Changeur de fréquence moderne à alimentation directe sur alternatif	75
Electrocardiographie (Docteur COLOMBIER)	22	Quelques essais sur les redresseurs à oxyde de cuivre	77
L'amplificateur M.F. (Jean DUSAILLY, ingénieur E. E. M. I.)	27	Un amplificateur pour phonographe (A. TAILLIEZ)	79
Théorie des mouvements de l'éther au 19 ^e siècle (Louis LA PORTE)	30	Le froid ; sa production (A. MICHEL, ingénieur frigoriste)	81
Télévision en Duplex et radio-cinéma (R. TABARD)	34	Bourse de Paris (du 10 nov. au 5 déc.)	84
La houille blanche (Jean BARRE)	37	Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission	85
L'équipement électrique et radioélectrique du « ? » (Gilbert ETIENNE)	44		
L'oxydabilité de l'aluminium ; ses applications	48		

Prix : 6 francs

Piano
Radio
Télévision
Eclairage
Electricité générale
Electricité médicale
Aviation
Automobile
Marine
etc...

Tous les Montages à succès

Les changeurs de fréquence à bigrille,
Les supradynes BGP,
L'alimentation complète sur alternatif redressé et filtré,
Les cadres à quatre enroulements, etc., etc...

ont été lancés par
L'ANTENNE

Être lecteur de **L'Antenne** c'est avoir la certitude d'être tenu au courant six mois à l'avance de toutes les nouveautés techniques de la radioélectricité.

L'Antenne est le guide indispensable de tous les amateurs et constructeurs

L'ANTENNE contient les programmes de
toutes les stations européennes.

EN VENTE PARTOUT : 1 fr. 25

Publications et Éditions Françaises de T. S. F. et Radiovision
53, Rue Réaumur, PARIS (2^e)



LA DEUXIÈME ÉDITION DE



Pratique et Théorie de la T. S. F.

_____ par Paul BERCHÉ _____

vient de paraître. Elle contient outre les développements qui ont fait le succès de la première édition, des études sur les perfectionnements les plus récents de la radiotechnique.

720 PAGES



703 FIGURES

Relié : 50 Frs

Publications et Éditions françaises de T.S.F. et Radiovision, 53, r. Réaumur, Paris-2^e

Une publicité qui profitera
à tout le monde

POURQUOI ??

PARCE QUE LES

LAMPES CYRNOS

OFFRENT

aux 10.000 premiers acheteurs 2 lampes pour le
prix D'UNE SEULE.

Ces lampes sont au baryum et d'un rendement
supérieur à ce qui s'est fait JUSQU'À CE
JOUR.

Nous mettons donc deux types de lampes plus
courants et leur correspondance en Philips.

C.Y. 10 N. Prix : 40 fr. (Philips A. 410 N.)

C.Y. 9 » 37 fr. 50 (» A. 409.)

QUAND VOUS EN AUREZ FAIT L'ESSAI
VOUS LES ADOPTÉREZ POUR TOUJOURS

LA

LAMPE CYRNOS

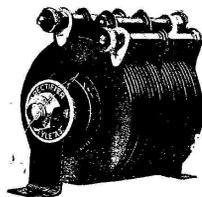
avise sa clientèle qu'elle pourra trouver toutes
les lampes et valves CYRNOS :

à Central Radio.....35, rue de Rome Paris
Radio PRIM..... 5, rue de l'Aqueduc »
Matériel Simplex..... 6, rue de la Bourse »
Transf. Ferrix (Lefébure).... 5, rue Mazet, »
Pigeon Voyageur..... 2, pass. de la Visitation »
Franco-Belge..... 5, rue d'Athènes »
Franco-Belge..... 14, boul. de l'Hôpital »
Franco-Belge..... 167, rue de Rennes »
Jeannin..... 61, faub. St-Martin »
Mestre et Blatgé..... 46, Av. de la G.-Armée »
Henry..... 19, faub. St-Martin »

Pour profiter de notre grande vente réclame, se reporter à
notre publicité des deux numéros précédents de ce journal

LA LAMPE CYRNOS

Magasins et Bureaux 6, Rue Deguerry, PARIS
(Métro : Parmentier) Tél. : Ménéil. 51-34



Type A 3
9 volts 1 ampère

**Le Redresseur
OXYMÉTAL**

WESTINGHOUSE

Cuivre oxyde de cuivre
Breveté

Redresse aussi bien

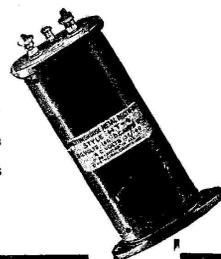
HAUTE & BASSE TENSION

Charge des Batteries HT et BT
Chauffage direct
des Lampes Normales
Alimentation directe des circuits
Tension Anodique
Polarisation des Haut-Parleurs
Électro-Dynamiques

Tous devis et tous renseignements

C^{ie} G^{le} DE SIGNALISATION

23, rue d'Athènes, PARIS-9^e Tél. Louvre 52-45



Type HT 4
180 volts 30 millis
150 volts 50 millis

Le plus grand choix de Pièces
détachées ;
POSTES COMPLETS de grandes
Marques

se trouvent réunis aux

ETABLISSEMENTS
RADIO SOURCE

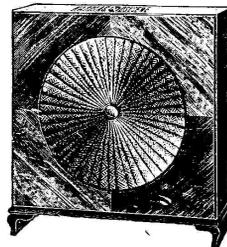
82, Avenue Parmentier
PARIS (XI^e)

*Spécialité de Postes-Secteurs, boîtes
d'alimentation totale et systèmes d'élec-
trification de tous postes.*

Demandez nos catalogues

LOEWE  RADIO

4
POLES



395
fr.

Diffuseur EB 85

Demandez les notices sur les spécialités :
**Postes Secteur R 533, Pick-Up, résistances
et condensateurs dans le vide**

aux

Éts LOEWE RADIO

19, rue Frédéric-Lemaître -- PARIS-XX^e

Amateurs -- Constructeurs

Réalisez facilement le meilleur poste 3 lampes-
écran avec le nouveau

BLOC-ÉCRAN
M-P 30

créé par le bobinage "Le Gabion"

PRIX : 150 francs (Taxe comprise)

Un seul bloc d'accord

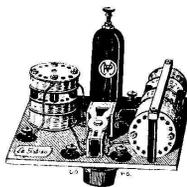
Réglage stable

Sélectivité parfaite

Aucun crachement

Notices et schémas franco

Téléph. : Odéon 07-98



Etabl. M. PARDESSUS, 56, rue Monge
PARIS (5^e)

Téléphone : Ségur 73-44

PER

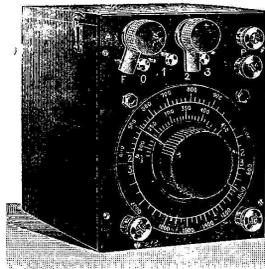
R. C. Seine 22-262

LA PRÉCISION ÉLECTRIQUE

10, Rue Crocé-Spinelli, PARIS (XIV^e)

FOURNISSEURS DES GOUVERNEMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

**Ondemètres pour toutes longueurs d'ondes
et pour toutes applications**



Nombreux modèles
avec méthode de zéro
système Armagnat.

Selfs inductances
interchangeables.

Combineur et selfs
intérieurs.

Ondemètre à faible
gamme de longueur
d'onde.

Condensateurs de mesure - Condensateurs variables à air pour
réception - Condensateurs variables à air pour haute tension.

PIÈCES DÉTACHÉES

LAMPES RADIOFOTOS GRAMMONT

Lampes "Secteur"

Série 4 volts

RADIOFOTOS Type	EMPLOIS	CHAUFFAGE	TENSION PLAQUE VOLTS	RÉSISTANCE INTERNE OHMS	COEFFICIENT D'AMPLIFICATION	PENTE M R/V	PRIX
S M. 4	big. osc.	indirect 3,4 à 4 v. - 0,9A	40 à 80 v.	»	»	»	92 50
T M. 4	big. osc.	indirect 3,4 à 4 v. - 1. A	40 à 80 v.	»	»	»	92 50
S. 4150	écran grille	indirect 3,4 à 4 v. - 1. A	50 à 150 v.	150.000	150	1	135. »
T. 4150	écran grille	indirect 3,4 à 4 v. - 1. A	80 à 250 v.	80.000	240	3	135. »
S. 440	HF. Mf.	indirect 3,4 à 4 v. - 0,9A	40 à 160 v.	30.000	40	1,3	92 50
S. 440 N	HF. MF.	indirect 3,4 à 4 v. - 0,9 A	40 à 200 v.	18.000	40	2,2	92 50
S. 415 N	HF.D.1 ^{er} BF.	indirect 3,4 à 4 v. - 0,9 A	40 à 200 v.	6.500	15	2,3	92 50
T. 425	HF.D.1 ^{er} BF.	indirect 3,4 à 4 v. - 1. A	40 à 200 v.	7.500	25	3,2	125. »
D. 5	BF.	direct 3,4 à 4 v. - 0,12 A	80 à 260 v.	2.500	5	2	49 50
D. 100	Tr. BF.	direct 3,4 à 4 v. - 0,15 A	50 à 120 v.	55.000	100	1,8	85. »
F. 10	BF. de puissance	direct 3,4 à 4 v. - 0,5A	150 à 250 v.	1 800	10	5,5	69 50
F. 5	BF. 2 ^e étage	direct 3,4 à 4 v. - 0,5 A	100 à 200 v.	1.500	5	3,3	120. »
F 100	TrigrilleBF.	direct 3,4 à 4 v. - 0,3 A	80 à 250 v.	33.000	100	3	120. »

Culottage. — Les lampes à chauffage indirect sont livrées normalement avec le culot international O à 5 broches. Sur demande, avec le culot normal à 4 broches et une borne latérale correspondant à la cathode.

Quant aux bigrilles, elles sont livrées soit avec le culot normal à 5 broches et une borne latérale correspondant à la grille interne, soit avec le culot à 7 broches.

Les lampes D. 100 et F. 100 comportent soit le culot international O à 5 broches dont la broche centrale est reliée à la grille auxiliaire, soit le culot normal à 4 broches et une borne latérale correspondant à la grille auxiliaire.

Tous renseignements complémentaires, courbes, etc... sur demande :

SOCIÉTÉ DES LAMPES FOTOS, 10, rue d'Uzès, Paris

Usines
à LYON (Rhône)

Se référer au
"Q S T Français"

MATÉRIEL POUR CHANGEUR DE FRÉQUENCE



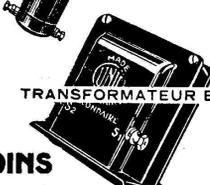

OSCILLATRICE



SELF DE CHOC



TRANSFORMATEUR M. F. ACCORDÉ



TRANSFORMATEUR B. F.

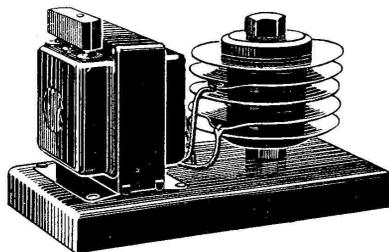
notice franco

RIBET et DESJARDINS
CONSTRUCTEURS
10, Rue Violet, PARIS, XV^e

BR 49

**REDRESSEURS
CROIX-CUIVREX**

Pour l'Alimentation totale



Condensateurs :

FILTRAD-MULTIVOLT

Établ. ARNAUD S. A.

3, Impasse Thoretton PARIS 3, rue de Liège

T.S.F.

Pour
la parfaite audition

**LA PILE
RIEN
QUE LA PILE**

**LA PILE
HYDRA**

sécurité pureté économie

L'installation Sonore REMSOPHONE-CINÉ HEGRA

Type Grande Puissance
pour Cinés - Fêtes
Foraines - Dancing

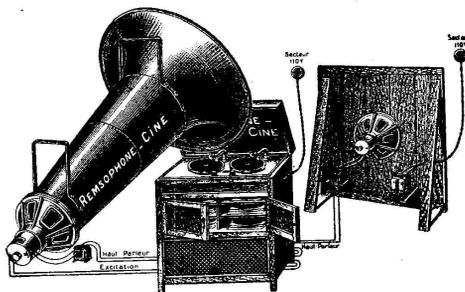


Agence Générale France et Colonies :

Raymond FERRY

59, Rue de l'Aqueduc,

PARIS (X^e) Téléphone : Nord 60-56



Installation sonore avec
dynamique GÉANT
HÉGRA à partir de
8.200 frs.



L'installation parlante et sonore
**REMSOPHONE-CINÉ
HEGRA**

est en démonstration permanente sur les Grands Boulevards à l'Opéra, 30, Boulevard Bonne-Nouvelle, de 13 h. à 24 h.

RADIO-ÉLECTRICITÉ

QST FRANÇAIS

RÉUNIS

REVUE

DÉS

SCIENCES

MODERNES

Paraissant le 1^{er} de chaque mois

ABONNEMENTS:

France et Colonies. 70 fr. par an
 Etranger. 100 fr. par an

DIRECTION, ADMINISTRATION, PUBLICITE:

53, rue Réaumur, PARIS (2^e)

TELEPHONE:

Richelieu. 88-27
 Louvre. 03-72

Reproduction interdite tous pays, y compris Suède et Norvège. Copyright by Publications et Editions françaises de T.S.F. et Radiovision.

66 **VOEUX** 99

1931 va naître ! Cloches de la Terre, sonnez à l'an neuf ! Parmi bien des misères, voire des cataclysmes, l'homme salue l'aube d'une nouvelle année.

Nous sommes sûrs de l'immense quantité de souhaits de toute sorte que vous recevrez ce jour. Que devons-nous y ajouter ?

Nous formons des vœux pour que croissent vos plaisirs et s'abaisse le niveau « standard » de vos peines... que la Bourse vous soit clémente et que nous ayons eu vous de fidèles collaborateurs comme vous le fîtes toujours, nous aidant dans notre propagande et nous permettant de continuer notre essor !

LA REDACTION

Méditons....

Il est une coutume générale, à la fin des douze mois; on opère une liquidation annuelle; on dresse un tableau à la suite des efforts et,

après inventaire, on se trouve en face d'un bilan qui se solde d'une manière ou d'une autre. Ce n'est pas sur un sujet de cette sorte que je veux commencer l'année.

Mais à quoi sert un bilan? Bien

entendu, c'est le reflet à peu près exact, à condition que l'interprétation des investissements dans les différents titres soit convenablement faite, de la situation d'une affaire: encore un point sur lequel je passe.

Ce que je crois le plus intéressant dans ces méditations de fin d'année c'est qu'on peut, par un examen convenable des événements récents, tirer des conclusions pour l'avenir.

Sans doute, je sais bien qu'on me répondra qu'il est difficile de tenir compte des facteurs très nombreux qui conditionnent la réalisation d'un projet ou son rejet. N'empêche que...

* * *

Mais voici les faits que je voudrais développer.

Fin novembre, le rapide Paris-Nantes sur les bords de cette vallée de la Loire qui fait courir le monde entier, mais aussi de cette Loire qui est gonflée par les flots véhéments que le ciel nous déverse si abondamment.

Ne peut-on pas trouver dans ce bouleversement des saisons une illustration de ce que j'écrivais sur la relativité des théories humaines?

Comme si les cataclysmes n'avaient pas dans tous les domaines, été assez nombreux, dans l'ombre de la nuit se trame une nouvelle catastrophe.

Arrivé près d'Ancenis, le train remonta une partie de la colline qui, imitant le tragique exemple de sa sœur lugdunienne, s'est aplatie sur la voie. Résultat: trois wagons, la locomotive dans la Loire. Un seul accident de personne, car le dieu Hasard (ou telle autre divinité!) l'a voulu ainsi; mais combien y aurait-il eu à parier que cela aurait pu tourner encore beaucoup plus mal?

Et pourtant, nous sommes en 1930; la science fait-elle donc faillite? Je me propose de suggérer deux réformes qui auraient pu modifier l'issue probable d'une telle aventure et surtout en tirer des enseignements généraux, en écartant toute idée de critique, sachant bien « qu'on ne fait pas toujours ce que l'on veut ». En modifiant un peu un axiome ancien, ne pourrait-on pas dire maintenant: « L'ingénieur propose, l'Administration dispose ».

* * *

Supposons que cela ait eu lieu sur une ligne électrifiée. De très nom-

breux ennemis de l'électrification des voies ferrées se figent, se cristallisent sur des objections qui, certes, ont quelque valeur, mais semblent leur constituer des ceillères. Qu'on ne me fasse pas dire surtout que je me réjouirais de voir toutes les lignes électrifiées; je sais combien cela est impossible, eu égard à une exploitation économique et rationnelle. Je voudrais simplement attirer l'attention du lecteur sur un aspect nouveau du problème.

Que se serait-il passé dans le cas présent? En mettant les choses au pire (ou au mieux, comme on veut), les pylones de support de la caténaire auraient résisté à la très grande poussée des terres; cas bien improbable, mais que nous admettrons car il constitue le plus défavorable. N'empêche qu'il y avait eu de bien nombreuses chances pour qu'il y ait contact entre la ligne d'alimentation de la motrice et la terre.

Et donc... mise en court-circuit de la sous-station: déclenchement des disjoncteurs et... arrêt du convoi.

Je n'insiste pas plus; je crois cela inutile.

* * *

Pourtant, il y a un autre point que je m'en voudrais de ne pas développer dans ces colonnes.

Ne lit-on pas partout que si les ondes ne concurrencent pas toujours efficacement les liaisons par fil sur terre par suite de très nombreuses considérations pratiques, techniques et économiques, on ne peut que retenir ce moyen pour relier idéalement soit deux postes en mouvement, soit un fixe et un mobile? N'a-t-on pas déjà réalisé dans maints pays des conversations téléphoniques à partir d'un train et à destination de tout un réseau? Et même entre un avion et un poste situé de l'autre côté de l'océan? N'avons-nous pas en France même, des trains qui sont « armés » de récepteurs de radiophonie dont le fonctionnement ne manque pas de donner toute satisfaction aux écouteurs? Alors...

Alors, qu'attend-on pour rendre obligatoire le montage de la téléphonie hertzienne ou par courants porteurs, peu importe, sur toutes les

machines? Voici une suggestion que je livre aux membres du Conseil national économique.

Qu'en pourrait-on tirer? Au moins trois choses:

En premier lieu, on peut imaginer la liaison téléphonique directe entre le chef de train et le mécanicien; comme les conversations entre gens aussi occupés ne sauraient être longues et variées, il semble bien que des signaux simples correspondant à des commandes télémechaniques suffiraient amplement.

De même, ceci permettrait une liaison entre chef de train et chef de gare ou chef de section de « dispatching »; là, on peut vraiment envisager des conversations téléphoniques car souvent on peut avoir des explications complémentaires à donner.

Enfin, s'il ne semble pas qu'on puisse admettre la commande directe de la machine — surtout à vapeur — par télémechanique par suite du poids des organes à mettre en marche, il paraît, au contraire, évident qu'il est possible de donner des indications directes au mécanicien soit par un système de voyants de couleurs soit par la mise en action de relais acoustiques.

Tout ceci contribuerait beaucoup à la sûreté, car les commandes simples pourraient être mises à la disposition de surveillants fixes de la voie et même de ceux qui se promènent tout au long.

Techniquement, du point de vue radioélectrique, ceci est parfaitement du domaine de la réalité. Il ne semble pas que le prix de telles installations soit prohibitif... Et on pourrait encore songer à une liaison entre le convoi et la garde-barrière; signal d'approche lointain, n'a-t-on pas là un moyen d'augmenter la sécurité?

On a bien imposé l'avertisseur aux automobilistes!

* * *

Suggestions, petites pierres de l'édifice mondial, mais pierres servant à le consolider: voici ce que nous apportons ici.

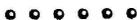
Janvier 1931.



LES PHÉNOMÈNES DE PROPAGATION

EINSTEIN et Louis de BROGLIE

par le Général CARTIER



Les théories physiques constituent en quelque sorte l'ascenseur permettant à la Science de franchir les degrés successifs devant l'amener à l'étage supérieur d'un gratte-ciel dont l'altitude augmente chaque jour. Des revues ont, autrefois, donné la hauteur correspondant à l'entassement des volumes scientifiques publiés chaque année; voilà le plafond qui nous protège de bien des méfaits.

Il nous a paru intéressant de "publier, sous la plume très autorisée du Général Cartier, une étude comparative des travaux d'Einstein et de Louis de Broglie; deux noms qui sont ceux qui, actuellement portent le flambeau du coureur de Marathon, mais qui volent vers un but qui s'éloigne tous les jours dans l'aube naissante de la vie scientifique.

Il arrive souvent qu'en comparant un texte original avec les commentaires auxquels il a donné lieu, on constate des différences telles que la véritable pensée de l'auteur n'est plus reconnaissable. « *Traduttori, traditori* » disent les Italiens, et cette phrase sévère pourrait s'appliquer à certains chroniqueurs scientifiques et à de nombreux écrivains qui ont analysé les travaux d'EINSTEIN et ceux de M. Louis de BROGLIE. J'ai commencé à connaître ces deux savants par des comptes rendus plus ou moins fantaisistes ne donnant qu'une idée incomplète, sinon tout à fait fautive, des œuvres qui leur ont valu une juste célébrité.

Sur EINSTEIN et sa théorie de la relativité, on a publié des centaines de volumes et des milliers d'articles où l'on a dépeint avec force détails, les singularités de ce monde merveilleux mais imaginaire, où les vitesses, de l'ordre de cent mille kilomètres par seconde, déforment tout; les longueurs, les masses et même le temps. Les mathématiciens dont les formules abstraites se prêtent à toutes les hypothèses, ont fait un étalage de tenseurs et de surtenseurs qui ont ébloui les naïfs et effrayé les contradicteurs. Les romanciers nous ont raconté des voyages extraordinairement rapides où l'on vieillissait avec une rapidité fantastique.

Ce déploiement de phénomènes étranges m'avait tout d'abord prévenu contre EINSTEIN dont je ne pouvais lire les

œuvres originales. Lorsque j'ai pu me procurer quelques bonnes traductions, j'ai été agréablement surpris de constater le parfait équilibre et la modeste relative de ce savant qui avait bouleversé tant de cervelles. J'ai été surtout étonné de ne plus retrouver sous la plume d'EINSTEIN certaines exagérations que lui prêtaient ses disciples.

Je ne parlerai point ici de la relativité restreinte ou généralisée. Ce sujet peut être considéré comme épuisé. Je remarquerai seulement, à ce sujet, l'importance que peut avoir l'adoption d'idées fausses quand on ne veut pas reconnaître son erreur et qu'on ne recule devant aucun moyen pour tenter de les justifier.

On supposait et on *voulait* que l'éther fût immobile et l'on niait son entraînement plus ou moins complet par la Terre et son atmosphère : le mouvement de la Terre devait donc se révéler par un vent d'éther, c'est-à-dire par un mouvement relatif de l'éther par rapport à la Terre.

Disons tout de suite que ce mouvement nous est nettement démontré par la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille aimantée : on n'y a pas songé.

On a fait l'expérience de MICHELSON qui a donné des résultats négatifs, comme on aurait dû le prévoir.

Au lieu de reconnaître qu'on s'était trompé, on a eu recours à la contraction de LORENTZ, et les imaginations ont pu continuer à vagabonder dans les do-

maines irréels. qu'EINSTEIN leur avait fait entrevoir, mais où il avait évité de s'aventurer. Nous ferons comme lui.

Il est à remarquer que l'immobilité de l'éther et la constance de la vitesse de la lumière dans toutes les directions, ne sont invoquées que par les relativistes pour l'établissement des formules de LORENTZ.

EINSTEIN reconnaît que l'éther est soumis à l'action des champs de gravitation et que les rayons lumineux ne sont pas toujours rectilignes : ses idées, à ce sujet, paraissent avoir évolué avec les progrès de la science, et il faut lui savoir gré de n'avoir pas persisté dans les erreurs évidentes de ses premières théories.

En ce qui concerne les formules de LORENTZ, trop simples pour s'appliquer fidèlement à des cas concrets, elles sont sûrement inexactes parce qu'établies d'a près des hypothèses fausses. Elles contiennent d'ailleurs un terme

$$\sqrt{1 - \frac{u^2}{U^2}}$$

qui eut dû les rendre suspectes, ce radical devenant imaginaire quand la vitesse u du mobile devient plus grande que la vitesse U de la lumière. A priori, rien ne permet d'affirmer qu'il n'y a pas de vitesse plus grande que celle de la lumière, et surtout une telle affirmation ne saurait être basée sur ce que le radical susvisé devient imaginaire quand $u > U$.

Si le grand public connaît surtout EINSTEIN par le tam-tam organisé au sujet de la relativité, le monde savant l'apprécie à cause de ses travaux sur les infiniment petits et notamment sur le mouvement brownien et la dynamique des électrons, la théorie des quanta, etc.

Il ne s'agit plus là de spéculations purement théoriques et invérifiables, mais de phénomènes que l'on peut étudier à loisir. Les théories ingénieuses d'EINSTEIN et ses formules ont toujours été en harmonie avec les faits. Aucune critique n'a été formulée à leur sujet, et c'est, je crois, la partie la plus solide et la plus féconde de l'œuvre réalisée jusqu'à ce jour par EINSTEIN qui est encore jeune et n'a pas épuisé les ressources de son génie.

M. Louis de BROGLIE est aussi un jeune, plus jeune qu'EINSTEIN, et il a déjà à son actif un bagage impressionnant. Les observations formulées plus loin m'ont été suggérées par la lecture des documents suivants, qu'il a bien voulu me communiquer :

1) Conférence faite le 17 Avril 1929 au Conservatoire des Arts et Métiers sur « La crise récente de l'optique ondulatoire » ;

2) Conférence Nobel faite le 12 Décembre 1929, à Stockholm ;

3) Etude publiée dans la Revue Générale des Sciences du 28 Février 1930, sous le titre : « Ondes et Corpuscules dans la Physique Moderne ».

Avant de commencer l'étude critique des beaux travaux de M. Louis de BROGLIE, je rappellerai sommairement quelques faits qu'il importe d'avoir constamment présents à l'esprit, si l'on veut pouvoir apprécier sainement les théories un peu déconcertantes qui ont été émises au cours des dernières années.

A

A) Les corps simples connus sont composés d'atomes dont chacun est un petit système solaire comprenant un noyau autour duquel tournent des électrons-planètes, tous semblables ;

B) Les atomes des différents corps simples sont caractérisés par la masse du noyau et par le nombre des électrons-planètes ;

C) Les rayons des orbites des électrons-planètes forment sensiblement une progression dont la raison est 2 ;

Les vitesses de translation sont inversement proportionnelles à la racine carrée des rayons des orbites ;

Les énergies de translation sont inversement proportionnelles aux rayons ;

Ces énergies de translation sont, dans chaque atome, des multiples entiers de celle de l'électron planète extérieur ;

Leurs différences sont également des multiples de cette énergie extérieure.

La relation qui relie les rayons des orbites des électrons-planètes est analogue à la loi de Bode qui s'applique au système solaire. La seule différence essentielle entre l'atome et le monde solaire, est que tous les électrons-planètes ont la même masse, tandis que les masses des planètes sont notablement différentes.

Mais il n'est pas douteux que les lois de Képler et de Newton ne soient vérifiées dans l'atome, avec toutes leurs conséquences que nous avons résumées dans le § C ci-dessus.

B

A) Les atomes se groupent en molécules suivant un processus inconnu : je crois toutefois que les molécules sont formées d'atomes accolés dont les plans sont parallèles et dont les rotations sont de même sens ;

7) Les molécules sont animées de mouvements très rapides de translation, qui forment, dans les gaz, des trajets indéfinis en zig zags successifs, et qui, au contraire, dans les solides, se réduisent à des oscillation de part et d'autre d'une positions moyenne ;

c) Entre les molécules, s'agitent des électrons libres semblables aux électrons-planètes, possédant une certaine énergie cinétique de translation analogue à celle des molécules ;

d) Entre les électrons libres des intervalles intermoléculaires, entre les atomes dans les molécules, s'agit un fluide extrêmement subtil qu'on appelle l'éther et sur lequel nous commençons à avoir quelques précisions ;

e) Enfin à travers tous ces éléments, qu'il bombarde incessamment, corpuscules d'éther, électrons, noyaux, circule un autre fluide, le fluide gravifique, sur lequel nous ne possédons encore aucune donnée, mais dont l'existence est indiscutable puisque c'est lui qui produit la pesanteur dans les bulles planétaires, et la gravitation dans les bulles solaires.

C

A) Tous les fluides, gaz divers dont nous savons mesurer la vitesse moléculaire moyenne, fluide électronique qui s'agit entre les molécules, éther, peuvent être ébranlés, périodiquement ou non ;

B) Ils propagent les ébranlements avec une vitesse u qui est proportionnelle à leur vitesse moléculaire moyenne U_m et est sensiblement égale aux $3/4$ de cette vitesse :

$$u = \frac{3}{4} U_m$$

C'est un fait qui a été vérifié pour tous

les gaz et qui est conforme d'ailleurs à la formule bien connue $u = K \sqrt{\frac{\delta}{\epsilon}}$ qui donne cette vitesse en fonction de l'élasticité ϵ et de la densité absolue δ , formule dans laquelle

$$\epsilon = \frac{1}{3} \delta U_m^2$$

U_m étant la vitesse moléculaire quadratique qui est reliée à la vitesse moléculaire moyenne par la relation

$$U_m = U_m \sqrt{\frac{3\pi}{8}}$$

On en déduit

$$K = \frac{3}{\sqrt{2\pi}}$$

Il est à remarquer que MAXWELL a établi la formule donnée plus haut,

$$u = \frac{3}{4} U_m$$

en faisant état de considérations purement théoriques. J'en ai moi-même donné une explication objective, si je puis m'exprimer ainsi. On peut donc faire état de cette formule dans tous les gaz ou fluides.

On peut, en particulier, déduire de cette observation que l'éther, qui est vraisemblablement un fluide composé, comme tous les autres fluides, de molécules dominant lieu à une agitation cinétique, et qui transmet la lumière avec une vitesse de 300.000 kilomètres par seconde, a une vitesse moléculaire moyenne d'environ 400.000 kilomètres par seconde.

Il en résulte évidemment que ces molécules d'éther ne sont pas des éléments simples et us, puisque la conservation de cette très grande vitesse de translation implique un grand coefficient d'élasticité. Nous ne possédons aucune indication sur la constitution des molécules d'éther : à cause de leur élasticité, on peut les considérer comme constitués comme les atomes. Et cette conception nous fait entrevoir, après la molécule d'éther, une série d'infiniment petits dont le dernier élément est peut-être l'élément du fluide gravifique qui serait le fluide original qui a constitué peu à peu tous les corps existants.

On remarquera que dans cette énumération sommaire nous n'avons rencontré ni fluide électrique (à moins qu'on ne donne ce nom au fluide électronique intermoléculaire), ni fluide magnétique, ni fluide électromagnétique : il en résulte que l'on doit bannir de la physique, les notions périmées d'électricité positive ou d'électricité négative, de charge positive ou de charge négative, d'électron positif ou d'électron négatif, de champ électrique ou magnétique, d'attractions ou de

répulsions surnaturelles qui sont du domaine de la métaphysique.

Les phénomènes physiques doivent pouvoir s'expliquer en ne faisant état que des éléments matériels que j'ai énumérés plus haut et c'est sur ces bases que je vais essayer d'examiner les théories nouvelles auxquelles sont attachés les noms d'EINSTEIN et de DE BROGLIE.

Remarquons que la lumière est un phénomène comme le son : c'est le résultat de l'action que les ébranlements périodiques de l'éther exercent sur notre œil. On peut en déduire que les expressions quelquefois employées de grain de lumière et de lumière pesante n'ont aucun sens. Il en résulte aussi, implicitement, que la théorie de l'émission est inadmissible. Les phrases suivantes que je relève dans l'article de M. Louis DE BROGLIE « Ondes et Corpuscules dans la Physique Moderne » (1) donnent lieu de de sérieuses réserves :

« La lumière, qui nous vient du soleil et des étoiles, arrive à notre œil après avoir traversé d'immenses espaces d'où la matière est absente.

« La lumière traverse donc le vide.

« A la différence du son, elle n'est pas liée à la matière ».

J'ai souvent signalé les malentendus qui résultaient de l'emploi d'expressions non définies comme le vide, la matière : l'éther se trouvant partout et étant matériel, les phrases précisées auraient besoin d'être amendées.

Mais il faut tout de suite faire justice de cette erreur très répandue que l'éther n'est pas matériel.

J'emprunte ma démonstration à Jean PERRIN qui écrit ce qui suit dans son bel ouvrage « Les Atomes » page 205 : « Lorsqu'un fluide emplit une enceinte, l'agitation moléculaire, d'autant plus vive que la température est plus élevée, transmet de proche en proche les actions thermiques, et le degré de cette agitation donne une mesure de la température une fois que l'équilibre s'est établi ». Cela veut dire que l'énergie cinétique par unité de volume est proportionnelle à la température.

Je continue ma citation : « Nous savons aussi qu'en l'absence de toute matière intermédiaire, la température de l'intérieur d'une enceinte close garde une signification physique déterminée; nous savons qu'un thermomètre finit toujours par donner la même indication en un point quelconque d'une enceinte opaque entourée d'eau bouillante, que cette enceinte contient un fluide quelconque ou soit rigoureusement vide ».

Par enceinte rigoureusement vide, il faut entendre naturellement enceinte ne contenant que de l'éther. C'est donc l'agitation cinétique de l'éther qui produit sur le thermomètres le même effet qu'un gaz quelconque à la même température.

$$\text{Le produit } \frac{1}{2} \delta U_0^2$$

est donc le même pour l'éther que pour l'air, par exemple, à la même température : l'éther est donc matériel. Comme nous connaissons U_0 à la température ordinaire, on peut calculer δ . Nous connaissons donc deux éléments de l'éther : sa densité absolue et sa vitesse moléculaire moyenne. Continuera-t-on à nier sa matérialité?

D'autre part, LORENTZ n'a-t-il pas montré, le premier, que les électrons et l'éther réagissaient l'un sur l'autre. que les électrons ébranlent l'éther et que l'éther peut ébranler les électrons? La T. S. F. n'est-elle pas une application directe de ces actions réciproques, les électrons libres de l'antenne émettrice ébranlant l'éther ambiant qui ébranle à son tour les électrons libres de l'antenne réceptrice?

Conclusion : l'éther est un fluide matériel composé de corpuscules dont la vitesse moyenne est très grande, possédant une énergie cinétique, exerçant une pression cinétique et pouvant exercer, quand il est en mouvement une pression dynamique.

Un ébranlement périodique, produit en un point d'un tel fluide, donnera lieu à un champ caractérisé par des surfaces de niveau où la pression cinétique et la pression dynamique sont les mêmes au même instant; les pressions dynamiques sont dirigées suivant les normales à ces surfaces, qu'on peut appeler lignes de propagation. Dans un milieu indéfini, homogène en équilibre, les surfaces de niveau sont des sphères concentriques et les lignes de propagation sont des rayons.

En chaque point du champ, les molécules d'éther sont soumises à leur agitation cinétique normale qui se compose avec les impulsions périodiques reçues du centre d'ébranlements : il en résulte un flux alternatif de corpuscules et par suite d'énergie, qui traverse chaque élément de surface de niveau suivant la normale, flux dont la période est celle de l'ébranlement central avec un décalage dépendant de la distance au centre.

S'il y a des obstacles dans le milieu ébranlé, chaque point des obstacles devient un centre secondaire d'ébranlements et donne lui-même lieu à un champ qui se compose avec le champ principal et tous les autres champs secondaires. Les surfaces de niveau ne sont plus des sphères concentriques.

Il pourra arriver qu'en certains points, les divers flux d'énergie, normaux aux surfaces de niveau, s'ajoutent et qu'en d'autres ils soient de sens contraires et se retranchent. On conçoit même qu'il y ait des points où les flux s'annulent, et qui restent obscurs quelle que soit l'intensité des ébranlements centraux : c'est le phénomène bien connu des interférences et dont l'explication est évidente.

Il est intéressant de remarquer que la composition, en un point, de deux flux égaux de sens contraires donne une énergie cinétique en ce point égale à la somme des énergies cinétiques des deux flux.

Les ébranlements périodiques de l'éther n'agissent sur notre œil que si leur fréquence est comprise entre certaines limites. Cette fréquence peut d'ailleurs s'étendre de 0 à l'infini.

Mais je veux arriver tout de suite aux phénomènes qui ont donné lieu aux belles conceptions qui ont valu à M. Louis DE BROGLIE un prix Nobel en 1929.

(1) « Quand on éclaire un morceau de matière, un métal, par exemple, avec une certaine lumière, ce métal expulse des électrons en mouvement plus ou moins rapide.

(2) « La vitesse des électrons expulsés ne dépend que de la fréquence de la radiation incidente et de la nature du métal.

(3) « Elle est indépendante de l'intensité de la radiation, mais le nombre des électrons expulsés par seconde dépend de cette intensité.

(4) « L'énergie des électrons expulsés varie en raison directe de la fréquence ».

EINSTEIN a reconnu qu'on ne pouvait expliquer ce phénomène qu'en admettant une structure corpusculaire de la lumière ou plutôt de l'éther : c'est bien la conception que j'ai exposée plus haut.

Il a admis que l'énergie (de translation) de ces corpuscules est inversement proportionnelle à la fréquence de la radiation : si ces corpuscules d'éther sont semblables, comme c'est le cas pour les électrons, cela revient à dire que le carré de leur vitesse moyenne est inversement proportionnelle à la fréquence, ou encore que le produit de la fréquence par le carré de la vitesse moyenne est constant.

Quels sont les électrons ainsi arrachés du métal : électrons libres ou électrons planètes? Je ne sais pas si cette question primordiale a été résolue. Quoiqu'il en soit étant donné la grande vitesse des électrons expulsés, il me semble évident que ce sont des électrons planètes.

Comme je l'ai rappelé plus haut (A, § c), les énergies de translation

$$\frac{1}{2} m v^2$$

de ces électrons planètes sont proportion-

(1) Revue générale des Sciences pures et appliquées (28 février 1930).

nelles à $\frac{1}{r}$ étant le rayon de leur orbite.

Comme les rayons r sont en progression géométrique de raison 2, ces énergies de translation ne varient pas d'une manière continue: elles diminuent, à partir de l'électron le plus près du noyau, de quantités qui sont en progression géométrique décroissante de raison 2.

D'autre part, si l'on se rappelle comment j'ai défini le champ oscillant d'éther correspondant à une radiation donnée, on voit que le mouvement alternatif des corpuscules d'éther qui frappent ces électrons, tendra à détacher seulement ceux dont la durée de révolution autour du noyau correspond à la période de la vibration.

Une radiation donnée choisira donc, pour les détacher des noyaux atomiques, les électrons planètes remplissant la condition ci-dessus. Comme les carrés des vitesses sont inversement proportionnels au rayon, la durée des révolutions diminue aussi avec le rayon: par conséquent la vitesse des électrons expulsés et par suite leur énergie augmente avec la fréquence.

Il ne faudrait pas en conclure comme EINSTEIN que c'est l'énergie corpusculaire qui augmente avec la fréquence.

Enfin, il est évident que le nombre des électrons expulsés par seconde est proportionnel à l'intensité de la radiation: il faut, en effet, d'autant moins de chocs pour détacher un électron que chaque choc est plus grand, c'est-à-dire que l'intensité de la radiation est plus grande. Toutes les circonstances du phénomène se trouvent ainsi naturellement expliquées.

M. DE BROGLIE critique la théorie corpusculaire d'EINSTEIN parce qu'elle fait intervenir, pour définir l'énergie du corpuscule, la notion de longueur d'onde qui, d'après lui, est étrangère à une conception purement corpusculaire. Ne fait-il pas erreur? La notion de longueur d'onde ou plutôt de fréquence n'intervient pas, en effet, pour définir l'énergie corpusculaire mais pour déterminer les électrons-planètes dont le nombre de révolutions par seconde est égal à cette fréquence.

D'ailleurs, si l'on considère les corpuscules qui produisent l'effet dit photo-électrique que nous venons d'examiner, ces corpuscules animés d'un mouvement oscillatoire sinusoïdal.

$$a = a_0 \sin 2 \pi \frac{t}{T}$$

ont une vitesse

$$\frac{da}{dt} = \frac{2\pi a_0}{T} \cos 2\pi$$

et une énergie de translation

$$\frac{1}{2} m \left(\frac{da}{dt} \right)^2$$

laquelle est proportionnelle à

$$\left(\frac{a_0}{T} \right)^2 :$$

elle dépend donc de la fréquence $\frac{1}{T}$

A l'explication que j'ai donnée plus haut et que je soumetts à M. DE BROGLIE, je ne vois pas d'objections, si l'on admet la constitution corpusculaire de l'éther, et si l'on veut bien reconnaître la matérialité de ce fluide qui me semble indiscutable.

Or voici ce qu'écrit M. Louis DE BROGLIE: « Il faut admettre que la lumière est formée d'ondes et de corpuscules si étroitement liés ensemble qu'ils constituent comme deux faces complémentaires de la réalité (1) ». Pour moi, qui considère la lumière comme un phénomène, cette phrase est tout à fait incompréhensible: a-t-on jamais songé à dire que le son était formé d'ondes et de molécules d'air?

Je constitue la citation: « Chaque fois qu'une radiation échange de l'énergie avec de la matière, cet échange peut se décrire comme étant l'absorption ou l'émission par la matière d'un photon, et quand on veut décrire le déplacement des corpuscules de de la lumière dans l'espace, il faut avoir recours à la propagation de l'onde ». Pour comprendre cette phrase, il faut considérer une radiation comme un champ alternatif de l'éther, dont les corpuscules ou photons oscillent de part et d'autre, d'une position moyenne. Ces corpuscules peuvent heurter les électrons des corps voisins ou être heurtés par eux: c'est par ces chocs que se fait l'échange d'énergie dont il est question plus haut. Quant au déplacement de corpuscules, il est limité, comme je l'ai dit, à des oscillations de très faible amplitude. Qu'est-ce que ces ondes qui seraient associées aux corpuscules d'éther? Il m'est impossible de les concevoir. Ce que je comprends bien, c'est que tout ébranlement périodique de l'éther est caractérisé par des surfaces de niveau où la densité corpusculaire est la même au même instant, mais varie dans chacune et de l'une à l'autre suivant une fonction sinusoïdale,

$$\delta \sin 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \varphi \right)$$

dans laquelle δ décroît comme l'inverse du carré de la distance au centre d'ébranlements, et où φ est le quotient de cette distance par la longueur d'onde.

Mais on n'est pas autorisé à dire: « Un photon ne peut être conçu sans une onde qui l'accompagne ». Si un photon est un simple corpuscule d'éther, cette affirmation est sûrement inexacte. Elle ne

(1) Cette expression passablement obscure est de M. BOHR.

devient admissible que si l'on réserve le nom de photon aux corpuscules d'un champ périodique d'éther: les corpuscules ne deviennent donc des photons que lorsque l'éther est ébranlé périodiquement. Dans ce cas, ils ne sont pas accompagnés d'ondes, mais eux-mêmes constituent ces ondes d'éther que nous avons objectivement définies plus haut.

Comme je l'ai expliqué au commencement de cet article, la vitesse de propagation des ébranlements de l'éther est égale aux $\frac{3}{4}$ de la vitesse moyenne du

corpuscule, la longueur d'onde est égale au produit de cette vitesse par la durée d'une oscillation du corpuscule. C'est sans doute l'explication simple de cette phrase de M. Louis DE BROGLIE: « Le corpuscule et l'onde étant intimement liés, le mouvement du corpuscule et la propagation de l'onde ne sont pas indépendants, et aux grandeurs mécaniques, vitesse et énergie S du corpuscule, on doit pouvoir relier les grandeurs caractéristiques de l'onde, longueur d'onde et vitesse de propagation ». C'est ce que j'ai fait plus haut sans calculs compliqués ni formules.

En ce qui concerne l'opinion d'EINSTEIN que « les corpuscules transportent une énergie inversement proportionnelle à la longueur d'onde », on peut remarquer que l'énergie diffusée par seconde, du centre d'ébranlements, est celle qui traverse par seconde chaque surface de niveau, et est constituée par des trains de corpuscules d'éther, trains dont le nombre est égal à la fréquence de l'ébranlement central et par suite est inversement proportionnel à la longueur d'onde. L'énergie de chaque train de corpuscules est donc proportionnelle à la longueur d'onde. Cette conclusion n'est pas d'accord avec l'opinion de EINSTEIN: je ne connais pas les arguments invoqués par EINSTEIN pour justifier son opinion et ne puis les discuter.

J'ai expliqué plus haut que les radiations corpusculaires détachent, des atomes, des électrons dont l'énergie de translation est proportionnelle à la fréquence et par suite inversement proportionnelle à la longueur d'onde: cela tient à ce que la période des radiations les plus fréquentes est synchronisée avec celle des électrons les plus rapprochés du noyau et par suite les plus rapides. Il serait faux d'en conclure que l'énergie de ces radiations les plus courtes est aussi la plus grande: de faibles chocs périodiques sur un lourd balancier parviendront à lui communiquer des ébranlements de grande amplitude, si leur période correspond à celle du balancier. Des chocs plus énergétiques mais ne remplissant pas cette condition, seraient impuissants à produire le même effet.

Revenons maintenant aux idées de M. Louis DE BROGLIE : « En s'inspirant de la liaison qui doit exister entre les photons (c'est-à-dire les corpuscules d'éther en oscillation) et les ondes (d'éther) associées, on peut établir ce parallélisme (ce lui indiqué plus haut) ». Les mots soulignés sont de moi et ils me paraissent nécessaires pour éclairer le langage un peu sybillon de M. DE BROGLIE. « Cette théorie de la liaison entre les corpuscules matériels (d'éther ou de tout autre fluide) et leurs ondes associées est connue aujourd'hui sous le nom de mécanique ondulatoire ».

Il faut retenir de ce qui précède que, pour M. DE BROGLIE comme pour EINSTEIN, la matérialité de l'éther ne fait aucun doute.

Cela n'empêche pas M. Marcel BOLL d'écrire, dans le « Mercure de France » du 15 Mars 1930 : « Il serait temps d'en finir avec l'éther qui ne figure plus que dans les écrits des vulgarisateurs incompetents ». Le physicien FABRY abonde dans son sens : « Si l'on essaie d'imaginer l'éther, on arrive à des résultats absurdes », et le savant russe FRENKEL fait chorus : « L'éther est relégué au rang des antiquités périmées, et ce n'est pas une grande perte ». Maurice SCHLICK est plus prudent : « Le mot éther doit être remplacé tout simplement par le mot vide, car l'existence de l'éther n'est nulle part constatable ».

A côté de ces opinions, extrémistes, il convient de citer celle d'Emile MEYERSON qui nous ramène dans le domaine du bon sens : « L'éther n'est qu'un prétonom du vide puisque, comme l'a constaté MAXWELL, les propriétés de l'éther sont celles du vide et que, selon W. NERNST, l'hypothèse de l'éther n'est que la théorie du vide ».

C'est bien ce que j'ai dit. Ce qu'on appelle le vide n'est pas le vide absolu : ce n'est qu'un vide relatif. Dans les ampoules où ce vide relatif est le plus poussé, il y a encore de l'éther puisque la lumière s'y propage, il y a le fluide gravifique puisque la pesanteur s'y fait sentir. Et ces deux fluides qui produisent des effets matériels ne peuvent être que matériels n'en déplaise à MM. BOLL, FABRY et FRENKEL. Il n'y a qu'en métaphysique que des effets matériels sont produits par de purs esprits : c'est un domaine où je ne m'aventure pas.

Dans l'exposé théorique de sa théorie, M. Louis DE BROGLIE fait état de la contraction de LORENTZ et notamment de la formule

$$v = \frac{v_0}{\sqrt{1-s^2}}$$

dans laquelle γ est la fréquence de l'onde correspondant à un corpuscule de vitesse $v = s \cdot c$, c étant la vitesse de la lumière.

J'ai expliqué pourquoi je considérais cette formule comme inadmissible : les conclusions de M. Louis DE BROGLIE me paraissent donc suspectes.

Il y a surtout une conception de ce savant que je ne puis comprendre malgré la clarté de son exposition : comment conçoit-il l'association d'un corpuscule et d'une onde? Il est entendu qu'il s'agit d'un corpuscule d'éther : mais de quoi est faite, pour lui, l'onde dont il est question? J'ai vainement cherché dans les publications qui m'ont été communiquées une réponse à cette question.

La théorie des quanta repose sur des bases bien définies, à savoir la progression dans l'atome des rayons des orbites électroniques planétaires, analogue à celle qui existe pour les rayons des orbites des planètes du système solaire. La raison de ces progressions n'a pas été encore donnée : je crois qu'elle est due aux mouvements de rotation des électrons dans l'atome, et des planètes dans le système solaire.

Ces rotations produisent les intervalles qui séparent les orbites.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs, cette progression existe. Dans le système solaire, elle est exprimée par la loi de Bode. Dans l'atome, elle est peut-être moins simple que celle que j'ai donnée plus haut. On sait, en effet, que BALMER a établi expérimentalement les formules suivantes qui donnent les fréquences des révolutions par seconde des électrons de l'atome d'hydrogène et celles des radiations ultra-violettes et infra-rouges :

$$f = N \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right), f' = N \lambda \left(1 - \frac{1}{n^2} \right), \\ f'' = N \lambda \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2} \right)$$

dans lesquelles N est un nombre constant, et n un nombre entier.

Les mesures de BALMER reposent sur le fait que les électrons-planètes renforcent les radiations de même période émises par les électrons libres dont l'agitation cinétique produit la couleur des corps. Ces radiations renforcées donnent des raies brillantes dans le spectre. De même, si un faisceau lumineux traverse un corps transparent, les électrons-planètes affaibliront l'énergie des radiations de même période, lesquelles donneront des raies sombres dans le spectre : c'est l'explication du phénomène du renversement des raies.

Il y a dans les exposés de M. DE BROGLIE une phrase qui rapproche singulièrement sa manière de voir de celle qui me paraît logique et conforme au bon

sens : « Si nous considérons un nuage de corpuscules associés à une même onde, l'intensité de l'onde en chaque point est proportionnelle à la densité du nuage en ce point ». N'en résulte-t-il pas implicitement que l'onde est constituée par des nuages de corpuscules? Et alors tout devient clair.

« Si l'on admet que l'énergie lumineuse est transportée par des corpuscules (d'éther), il faut bien que la densité des photons (c'est-à-dire des corpuscules en mouvement vibratoire) dans l'onde soit proportionnelle à l'intensité ».

Par exemple, il me faut présenter ici une remarque. L'énergie lumineuse ou l'intensité lumineuse n'est pas uniquement définie par la densité des photons : on sait, en effet, que les interférences qui sont produites par des courants égaux et de sens opposés, sont des points où la densité est maximum. C'est notamment le cas des nœuds dans une antenne, qui correspondent à des courants opposés d'électrons donnant une intensité nulle, mais une pression cinétique maxima.

L'intensité lumineuse en un point est proportionnelle à la densité quand les courants de corpuscules (ou de photons) y sont de même sens. C'est d'ailleurs ce qu'a bien compris M. DE BROGLIE puisqu'il fait l'hypothèse suivante que je suis heureux de signaler : « Imaginons un nuage indéfini d'électrons tous animés de la même vitesse dans la même direction ».

En résumé, le principal reproche que l'on puisse adresser à la mécanique ondulatoire, c'est qu'elle traite d'une association de matière et d'onde que l'on ne peut concevoir et dont il n'est pas possible de faire un modèle : c'est comme l'association d'électrons et de charges électriques, positives ou négatives, dont on abuse dans les ouvrages d'électricité et qui est incompréhensible parce qu'on n'y définit pas ces charges qui jouent un rôle prépondérant dans les phénomènes exposés.

En réalité, ce sont les électrons qui constituent les charges électriques, comme les photons constituent les ondes d'éther.

Je souhaite que M. Louis DE BROGLIE fasse, comme EINSTEIN, un exposé, je ne dirai pas plus clair, mais plus objectif, de ses théories : cette note aura peut-être l'utilité de lui faire connaître les points qu'il y aurait lieu de préciser davantage pour être accessible au lecteur moyen qui ne demande qu'à croire, mais qui veut en même temps comprendre.

Je donnerai pour terminer une démonstration directe de la formule de PLANCK.

La force centrifuge de chaque électron étant équilibré par la force qui le pousse vers le noyau de l'atome, on a :

$$K \frac{M m}{r^2} = \frac{m u^2}{r}$$

M et m étant les masses du noyau et de l'électron, r le rayon de l'orbite électronique, u la vitesse de l'électron. On en déduit :

$$u^2 \cdot r = K \cdot M \cdot m$$

formule analogue à celle qui exprime la constante K M du système solaire.

Si σ est la section de l'électron, δ la densité de l'éther refoulé par l'électron dans son mouvement de translation, la résistance de l'éther est égale à

$$\delta \cdot \sigma u^2 \int \left(\frac{u}{U} \right)$$

U étant la vitesse de la lumière.

Le travail de cette résistance pendant une révolution complète est égal à

$$2 \pi r \cdot \delta \sigma u^2 \int \left(\frac{u}{U} \right)$$

ou

$$2 \pi \delta \sigma \int \left(\frac{u}{U} \right) \cdot u^2 r = H$$

Le produit $u^2 r$ étant le même pour tous les électrons d'un même atome, ce travail ou l'énergie diffusée dans l'éther par chaque révolution électronique est sensible-

ment constant car $\int \left(\frac{u}{U} \right)$ l'est à peu près.

L'énergie ainsi diffusée par seconde et par électron est égal à νH si l'on appelle ν le nombre de révolutions par seconde.

La fréquence ν étant l'inverse de la période τ , le produit νH est inversement

proportionnel à la longueur d'onde correspondante.

Ainsi l'énergie diffusée par seconde, dans l'éther par les électrons-planètes d'un atome quelconque, est un multiple entier d'une énergie H que nous avons définie objectivement : est-ce le quantum de PLANCK?

Cette énergie diffusée par seconde est inversement proportionnelle à la longueur d'onde correspondant, pour chaque électron, à la fréquence de ses révolutions par minute : est-ce ce qu'a voulu dire EINSTEIN?

Remarquons que cette diffusion d'énergie doit forcément produire dans l'atome une diminution de la vitesse des électrons, de même que dans le système solaire la résistance de l'éther produit une diminution de la vitesse de translation des planètes, caractérisée, en ce qui concerne la Terre, par une très légère augmentation de l'année sidérale.

Cette diminution de l'énergie atomique n'a pu être mesurée, mais elle est indéniable : les atomes tendent donc, comme les planètes, vers l'immobilité, vers la mort!

D'autre part, nous avons bien vu que des radiations pouvaient détacher des électrons-planètes et par suite enlever de l'énergie aux atomes. Ces électrons perdent progressivement de leur vitesse par suite de la résistance de l'éther qu'ils traversent et auquel ils cèdent une partie de l'énergie qu'ils perdent.

En somme, le mécanisme suivant lequel les atomes et les électrons-planètes perdent

progressivement leur énergie au profit de l'éther ambiant, est relativement simple.

Par contre, l'éther ne peut augmenter l'énergie interne des atomes. Il peut seulement agir sur leur énergie externe, énergie de translation et non énergie de rotation. De même, il peut agir sur l'énergie de translation des électrons libres. Mais ces actions ne présentent pas les particularités intéressantes de celles étudiées plus haut et nous ne les citons que pour mémoire. Il est peut-être bon de remarquer, comme je l'ai fait plus haut, que c'est l'agitation cinétique des électrons libres qui détermine la couleur.

Les radiations d'éther donnent à cette agitation leur propre période : c'est pourquoi les corps prennent la couleur des radiations lumineuses qui les éclairent. On sait, d'autre part, que la chaleur qui augmente l'agitation cinétique moléculaire et électronique, peut changer la couleur des corps.

Mais je n'insiste pas aujourd'hui sur ces phénomènes bien connus.

Dans un prochain article, j'analyserai le volume intitulé « Introduction à l'étude de la Mécanique ondulatoire » qui vient seulement de me parvenir.



REVUE DES PICK-UP

par A. LIPOUG

• • • • •

Dans ce nouvel article, l'auteur montre l'influence exercée sur la sensibilité et le rendement par les dimensions des organes. Il étudie en particulier les conditions de symétrie des armatures, les valeurs d'entrefer et autres questions connexes.

NOUS avons vu dans notre précédent article que la condition de la sensibilité dans un pick-up était une certaine légèreté.

Par contre, la puissance ne peut être acquise qu'au prix d'un poids relativement élevé. Mais s'il est possible de faire un pick-up sensible ou puissant ou encore de faire un compromis des deux, il ne faut pas oublier que de telles réalisations ont aussi les défauts de leurs qualités. En effet, un pick-up léger a tendance à sauter hors du sillon pour les fortes amplitudes. Un pick-up lourd tendra au contraire à briser les sillons.

Toutefois le constructeur a une assez grande marge et nous citerons comme exemples extrêmes et encore très satisfaisants le *Reiss* qui pèse 80 grammes et le *Læve* qui en pèse 400.

A la suite du poids vient la question de l'armature vibrante et, consécutivement de l'entrefer.

L'armature, qui est la première à examiner, peut être ou symétrique, c'est-à-dire pivoter en son centre de gravité, ou au contraire dissymétrique.

Il y a lieu de noter ici, dans le même ordre d'idées, qu'il y a intérêt à placer le vis qui maintient l'aiguille (donc en même temps le porte-aiguille) le plus près possible du pivotage de l'armature.

La chose a bien été comprise par *Marconi* et son pick-up *Marconiphone* (fig. 1) peut être considéré comme un modèle du genre.

D'une façon plus générale on peut dire que la principale qualité d'une armature symétrique, par suite de sa symétrie même, est de ne pas donner de distorsion aux grandes amplitudes.

Cette qualité est plus ou moins absente dans les pick-up non symétriques lesquels sont par ailleurs de construction plus simple donc moins coûteux.

Nous revenons une dernière fois au *Marconiphone* pour en souligner l'élégante simplicité.

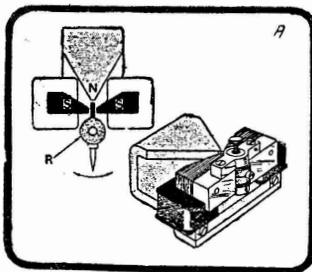


Fig. 1

L'armature est non seulement symétrique, mais constituée de part et d'autre, par le fer oscillant et par l'aiguille.

Ainsi se trouve satisfaite la seconde condition, savoir: placer le porte-aiguille le plus près possible du point de pivotage.

Ce point est noté R sur la figure 1, les pièces polaires étant notées à leur tour

La figure 2 montre la courbe de réponse de ce pick-up, l'axe horizontal étant gradué en fréquences et l'axe vertical donne les « voltsages ».

Nous aurons à revenir sur ce sujet ; aussi nous laissons cette citation pour mémoire.

La figure 3 montre la disposition d'une armature oscillante non symétrique.

C'est la disposition employée par *Grass* et *Worf* dont le pick-up porte la marque *Gravor*.

Cette asymétrie est réalisée par une fixation en bout comme le montre le dessin.

Toutefois, l'inconvénient du procédé est pratiquement réduit par la présence de *butoirs* en caoutchouc et tels que ceux-ci deviennent en quelque sorte le point de pivotage de l'armature.

Cette solution est intéressante car elle procure une pseudo-symétrie jouissant de certains effets compensateurs.

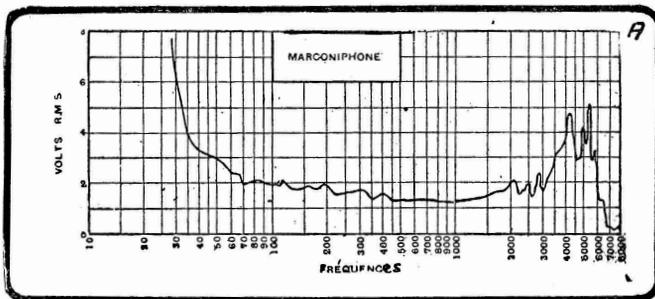


Fig. 2.

N et S.S.; cette dernière (sud) est coupée en deux, et symétrique en même temps qu'elle porte les deux bobines induites.

La partie inférieure du dessin — à droite — montre clairement les détails de la réalisation.

La figure 4, qui donne la courbe de réponse du *Gravor* renseignera mieux le lecteur que n'importe quel exposé théorique.

D'ailleurs on ne construit plus de pick-up qui soit véritablement asymétrique.

ceux-ci restant représentés par la disposition du principe de la palette de fer mobile devant un pôle d'électro-aimant.

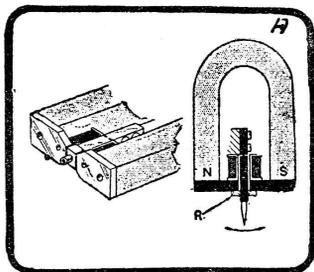


Fig 3.

Les courbes que nous donnons sont dues à *Al. M. Sowerby* et empruntées d'autre part à notre confrère *Wireless World*.

On reconnaîtra aussi qu'elles ne sont pas arrangées, mais nous pensons comme l'auteur cité que les choses gagnent à être présentées sous leur jour véritable...

D'ailleurs, une courbe en apparence défavorable n'est pas si mauvaise qu'on pourrait le croire et ceci pour différentes raisons : de prime abord, on pourrait imaginer un pick-up dont la courbe de réponse serait encore une droite, donc idéale.

Nos lecteurs ont compris, sans démonstration qu'une courbe de ce genre n'est pas désirable.

D'ailleurs elle ne peut être relevée, car un pick-up — qui est un alternateur miniature — possède naturellement de la résistance, de la self et de la capacité et il a donc toujours naturellement une période de résonance définie par les deux dernières quantités énoncées.

Quant à la résistance elle jouit de propriétés à la fois bonnes et mauvaises.

Bonne, car plus la résistance est grande plus la courbe de résonance est aplatie et le pick-up répond également sur un nombre d'autant plus grand de fréquences.

Mauvaises aussi car le gain acquis dans le sens que nous venons d'indiquer est compromis par une diminution de la tension (de forme $L\omega i$) et proportionnelle à la résistance des enroulements.

En outre, et ce n'est pas le moins important, l'oreille possède aussi une courbe de résonance (sa pointe se trouve vers 800 périodes/seconde) laquelle dépend de termes complexes encore mal connus.

On cite en particulier la *Loi de Zimmerman* suivant laquelle la sensation

serait proportionnelle au logarithme de l'excitation.

Il y a aussi la courbe de résonance — aussi amortie que possible — de l'amplificateur et du haut-parleur.

De toute manière — puisque l'on a affaire à des fonctions complexes — on trouve qu'il est avantageux de disposer de deux points de résonance et, naturellement, des résonances secondes ou pseudo résonances.

En outre, encore, il faut composer — dans le sens rectoriel du mot — ces différents effets.

L'extrême complexité des calculs nous font préférer l'essai expérimental — ou empirique — qui ne manque pas de fournir de précieux renseignements. La façon de procéder est alors simple puisqu'elle se réduit à tracer et à superposer les différentes courbes de résonance puis, finalement, de tracer une *courbe enveloppe* qui

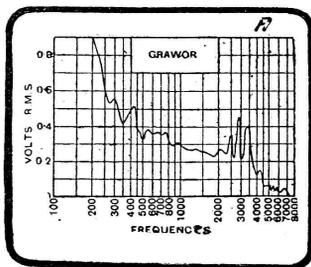


Fig 4.

peut être considérée comme la *courbe composée* que nous appellerons *réelle*.

A ce point de vue, la courbe de réponse du *Marconiphone* peut être considérée comme très bonne.

Il nous est agréable de noter ici que quelques constructeurs français ont tenu compte de la chose pour l'établissement de leurs amplificateurs.

Qu'il nous soit permis de citer au premier rang *Fullvox* auquel nous consacrerons prochainement un article de haute documentation.

Revenons au pick-up et examinons cet autre terme qui dépend du jeu de l'armature oscillante entre les pièces polaires.

On se rend compte d'abord par intuition et ensuite mathématiquement que plus ce jeu est grand, mieux le pick-up répond aux grandes amplitudes et, par suite, aux grandes intensités.

L'inverse est évidemment vrai et tel pick-up puissant répondra mal aux faibles

amplitudes. On voit une fois de plus qu'il y a partout des incompatibilités et que la sagesse consiste à garder le juste milieu.

A ce point de vue encore il faut prévoir un véritable accord entre le pick-up et l'amplificateur.

Nous ne voulons en aucune façon être tendancieux mais on comprendra que nous citons encore une fois *Fullvox* tellement il nous est agréable de voir les constructeurs de chez nous réagir contre la copie servile qui, trop longtemps, a été de règle.

Vient ensuite la question de l'aiguille qui doit se trouver le plus près possible du point de pivotage de l'armature oscillante.

Ayant traité cette question plus haut nous n'y reviendrons pas ici autrement.

Nous signalerons seulement, et nous l'avons dit dans notre précédent article, que la force électromotrice musicale débitée par le pick-up varie, comme l'usure de l'aiguille et aussi comme celle du disque.

Ceci veut dire qu'il ne faut pas trop demander ni à l'aiguille ni au disque.

Il est d'ailleurs à noter que l'amplification phonographique permet de faire travailler le disque au minimum, d'où plus longue durée de ce dernier et meilleure reproduction musicale.

Bien que notre désir soit de réduire notre étude à l'essentiel il nous est impossible de parler ici du bras de pick-up.

Les Allemands, au début, se sont efforcés de réaliser des pick-up pouvant se substituer purement et simplement au diaphragme phonographique.

Un modèle du genre est représenté par le pick-up *Strauss* et *Berliner* indiqué par notre figure 5.

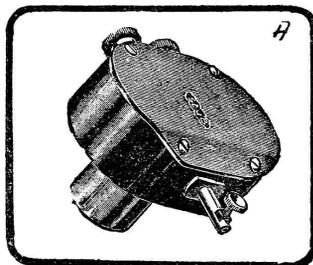


Fig 5

On ne saurait cependant se dissimuler que les meilleurs résultats ne peuvent être obtenus que par un compromis entre les

différentes caractéristiques ainsi que nous l'avons indiqué plus haut.

La solution du bras avec contrepois est particulièrement intéressante, car elle permet un dosage précis entre *sensibilité* et *puissance*.

Quoi qu'il en soit, il y a toujours intérêt à utiliser un pick-up qui réalise la condition de symétrie sus énoncée, ce qui est obtenu dans un dispositif du genre indiqué par la figure 6.

Notre dessin (figure 6) correspond à la disposition du *Lissen* dont la courbe de réponse est donnée par la figure 7. On remarque que la courbe présente deux *sommets* ou *pointes*, ce qui est conforme aux conditions que nous avons citées.

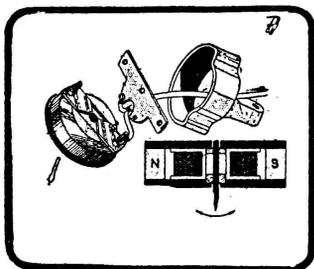


Fig 6

Pas grand'chose à dire quant aux disques, qui sont généralement inscrits à une vitesse moyenne de 1 mètre par seconde, un disque ordinaire étant prévu pour « durer » 400 secondes.

Nous terminerons le présent article par les quelques observations de principe qu'il

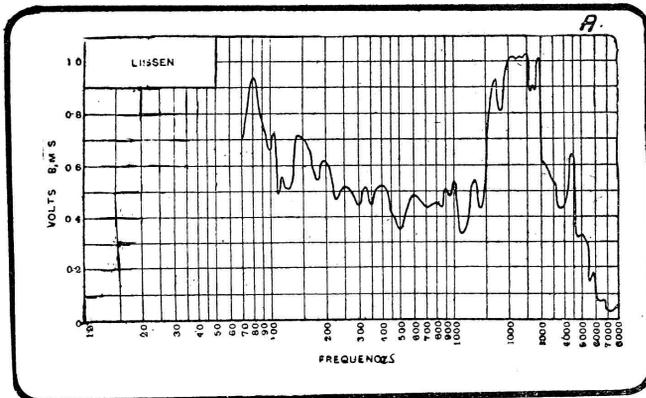


Fig 7

faut avoir présentes à la mémoire, savoir:

1° Que le pick-up est le contraire du téléphone, en ce sens, que dans le premier le déplacement de l'armature vibrante crée une force électromotrice alors que dans le second c'est précisément l'inverse;

2° Que le pick-up est le contraire du diaphragme dans lequel l'aiguille étant solidaire du diaphragme imprime à ce dernier une certaine déformation.

Enfin, dernière observation, et valable dans tous les cas, un disque est fait pour être « joué » à une vitesse égale à celle d'enregistrement.

Toute infraction à cette règle se traduit par une certaine « détonation » ou transposition des fréquences musicales.

En règle générale enfin, se rappeler que le pick-up doit être « ajusté » sur l'am-

plificateur avec ou sans transformateur, ceci en fonction de sa résistance intérieure.

D'autre part, et pour terminer, se rappeler qu'il faut demander le *moins possible* au disque et le plus possible à l'amplificateur.

Un bon moyen étant en l'espèce, l'interposition d'un *volume-contrôle*.

Un dernier mot sur le haut-parleur qui aura intérêt à être un *expotentiel* établi suivant la formule aujourd'hui bien connue, du *Lenzola*.

Lipoung



ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

L'ÉLECTRIFICATION DE LA SUISSE

par H. DEMIERRE

• • • • •

TOUTE l'économie de la production et de la distribution d'électricité en Suisse est régie par une circonstance de fait, savoir que dans ce pays, l'énergie électrique est de source exclusivement hydraulique. En effet, la source thermique peut être négligée puisque, l'année dernière, elle n'a contribué que dans la proportion de 0,3 % à l'approvisionnement de la Suisse. Nous verrons, tout à l'heure, les sujétions que cette origine purement hydraulique impose aux producteurs et les mesures qu'ils prennent pour y faire face, mais auparavant, relevons-les.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉLECTRIFICATION DE LA SUISSE

Le tableau suivant mesure le stade présent de cette électrification et le progrès qu'elle a accusé au cours des dix dernières années.

	Au 1 ^{er} Janvier 1920	Au 1 ^{er} Janvier 1930
Puissance installée en : Milliers de kw.	777	1518
Capacité de production annuelle en : Millions de kw.	4030	6280
Production effective en : Milliards de kwh., durant l'année 1929:		5,5

Les nombres relatifs au 1^{er} Janvier 1930 doivent être majorés, respectivement, de 240.000 kwh. et de 870 millions de kwh. si on incorpore à ce recensement les usines en construction à la même date.

Les capitaux engagés dans l'industrie suisse de la production et de la distribution d'électricité sont évalués à 1 1/2 milliard de francs-or.

Quant à la richesse globale de la Suisse en chutes d'eau « aménageables » — sa seule richesse « nationale » — elle correspond à une capacité de production annuelle de quelque 20 milliards de kwh.

Toujours au 1^{er} Janvier 1930, des 184 usines électriques d'une puissance supérieure à 1.000 kw :

79 fournissaient l'énergie à des tiers;
35 ne travaillaient que pour couvrir leurs propres besoins (notamment les usines pourvoyant à la traction électrique des chemins de fer de l'Etat);

6 étaient en construction;
64 étaient seulement concessionnées.

184

Il est caractéristique qu'une grande partie des entreprises suisses de production et de distribution d'électricité sont la propriété de communautés publiques (communes, cantons, groupements de cantons). Ainsi, sur les 44 entreprises dont les capitaux propres et étrangers dépassent 10 millions de francs-or ou dont la production annuelle est supérieure à 30 millions de kwh., 14 sont des propriétés privées, 9 sont à la fois propriété privée et propriété de communautés publiques, 10 sont la propriété de communes, 5 la propriété de cantons et 6 ne produisent de l'énergie que pour subvenir à leurs propres besoins.

Voici le nom des plus importants producteurs de la Suisse et leur production

durant l'année 1929, en millions de kwh. :

Chemins de fer fédéraux,	560
Forces motrices du Nord-Est de la Suisse, S. A.	454
Forces motrices Bernoises, S. A.	377
Usines électriques de la Suisse centrale, S. A., à Lucerne	100
Forces motrices grisonnes, S. A., à Klosters	130
Usines du Wägital, S.A.	138
S. A. « L'Energie de l'Ouest suisse », à Lausanne	82
Entreprises électriques fribourgeoises, S. A., à Fribourg	141

C'est non seulement pour des raisons visant la sécurité et la continuité du service que les Chemins de fer fédéraux (propriété de la Confédération suisse) produisent dans leurs propres usines la plus grande partie de l'énergie nécessaire à la traction des trains (longueur des lignes électrifiées 1.666 km.; longueur totale du réseau de l'Etat 2.942 km.), mais encore pour des motifs d'économie, car, si étrange que cela paraisse, cette « entreprise d'Etat » se fournit elle-même à meilleur marché que si elle se fournissait auprès de l'industrie privée.

La statistique suivante donne une image d'ensemble des conditions qui ont régi le marché suisse de l'énergie électrique durant les 12 mois compris entre le 1^{er} Octobre 1928 et le 30 Septembre 1929, les nombres exprimant des millions de kwh. :

Energie disponible dans les usines au fil de l'eau 3.788

Energie produite par les usines avec bassins d'accumulation saisonniers	506,6
Energie importée	21,4
Energie produite dans les installations thermiques	5,07
Energie totale disponible	4.321,17

De ce total, n'ont pas pu être utilisés	762,2
De la quantité utilisée soit :	3.559,2
Ont été exportés	1.094,2
Ont servi en Suisse :	

- | | |
|--|-------|
| a) A couvrir les besoins normaux de la clientèle | 2.208 |
| b) Pour des applications n'exigeant pas une garantie de continuité | 257 |

L'énergie utilisée en Suisse peut être répartie selon les trois destinations suivantes :

Usages généraux (lumière, force et chaleur)	1.800
Services de traction (non compris les chemins de fer de l'Etat)	204
Electrochimie, électrometallurgie, électrothermie (non compris l'énergie produite dans les propres usines génératrices de ces industries)	461

2.465

Quantité d'énergie emmagasinable dans les bassins saisonniers d'accumulation artificielle 314
Rapport de l'énergie utilisée à celle qui aurait pu être produite :

$$\frac{3559}{4321} = 82,3 \%$$

La puissance maximum constatée au cours de ces 12 mois ayant été de 633 mille kw. l'utilisation annuelle (virtuelle) de ce maximum correspond donc à

$$3559 \times 10^6 = 5620 \text{ heures}$$

633000

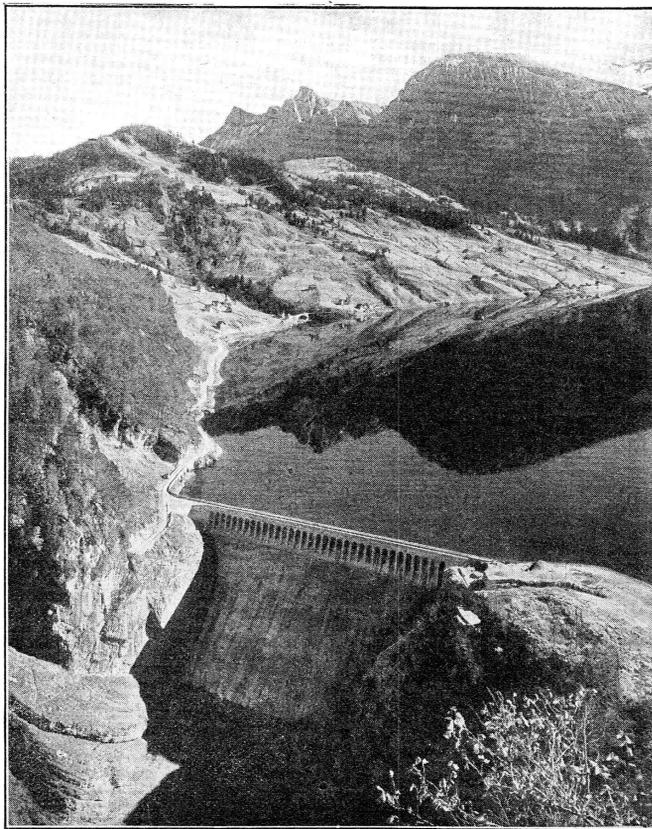
Nous avons spécifié que ces données sont relatives au marché de l'énergie électrique; c'est dire qu'elles font abstraction de la production non destinée à des tiers et qui n'est certes pas négligeable puisque l'un de ces producteurs « privés », les Chemins de fer fédéraux, a contribué, en 1929, nous l'avons vu, pour 560 millions de kwh. à la production totale, soit 5,5 milliards de kwh.

LE PROBLÈME DE L'AJUSTEMENT DE LA DEMANDE ET DE L'OFFRE D'ÉNERGIE

Le lecteur qui parcourt la statistique reproduite ci-dessus sera peut-être curieux

d'une explication de ce fait que, sur 3.559 millions de kwh. mis en œuvre, 1.094, soit plus de 30 %, ont été exportés hors de la Suisse. Eh bien! c'est une des conséquences de l'origine, déjà relevée au début de cet article, presque exclusivement hydraulique de ces kwh., car de cette exclusivité il résulte que le régime

propres à « ajuster » l'offre à la demande. L'exportation est précisément un de ces moyens puisqu'elle ouvre des débouchés à l'énergie ne trouvant pas de preneur en Suisse. Du 1^{er} Janvier au 31 Décembre de l'année dernière, elle s'est chiffrée par 990 millions de kwh. et les « autorisations d'exportation » en vigueur



Bassin d'accumulation des usines de Waeggital. Capacité utile, 147 millions de mètres cubes. Hauteur totale du barrage, 109 mètres.

de production d'énergie est assujéti au régime hydrologique de la Suisse. Cet assujettissement est fâcheux, parce que le maximum du débit des cours d'eau de la Suisse, qui se produit en été, coïncide avec le minimum de la consommation d'énergie électrique, et que le minimum de ce débit, qui se produit en hiver, coïncide avec le maximum des besoins d'énergie. D'où la recherche, objet de préoccupations incessantes des producteurs et distributeurs suisses d'électricité, de moyens

au 30 Juin 1929 visaient, notamment, la France pour 38 % de la puissance totale exportable, l'Italie pour 25 % et l'Allemagne pour 19 %. L'exportation d'énergie n'est donc pas libre et les « autorisations » évoquées ci-dessus sont de la compétence du Conseil fédéral qui les délivre seulement si les demandes satisfont à une réglementation assez stricte destinée à sauvegarder les intérêts des consommateurs et de l'industrie indigènes ainsi qu'à

prévenir des atteintes à la souveraineté politique et économique de la Suisse.

Commercialement, la surabondance d'énergie en été et la pénurie en hiver se traduisent par des différences entre les prix des trois « qualités » qu'une communication présentée à la « Conférence mondiale de l'énergie », session de Bâle, en 1926, assignait à l'énergie, savoir, dans l'ordre croissant de la valeur marchande :

- 1° L'énergie d'été proprement dite;
- 2° L'énergie constante disponible toute l'année, jour et nuit;
- 3° L'énergie d'hiver, et, tout particulièrement l'énergie d'hiver dite « de

Telle l'usine de la *Handeck*, dans la vallée supérieure de l'Aar qui dispose d'une réserve de 100 millions de m³ accumulée dans le pittoresque lac de la Grimsel (altitude : 1.990 m.), aménagé à grands frais. Puissance : 120.000 chevaux. Capacité de production annuelle : 220 millions de kwh.

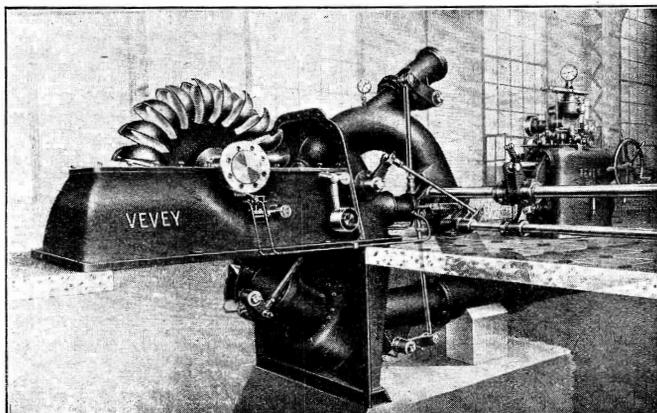
Telle, encore l'usine de la *Dixence*, en Valais, qui combinera — elle est présentement en construction — l'imposante chute de 1.800 m. avec une réserve de 48 millions de m³ accumulée dans un lac artificiel situé à l'altitude de 2.200 m. Puissance installée : 120.000 chevaux. Capacité de production annuelle : 220 mil-

réduire considérablement le nombre des pylônes et des fils qui déparent parfois si fâcheusement les sites.

Il existe, en Suisse, deux organismes d'interconnexion à longue portée, savoir :

La *Société « L'Énergie de l'Ouest suisse »*, due à l'initiative de M. J. Landry, directeur de l'École d'Ingénieurs de Lausanne, qui solidarise les grandes centrales de la Suisse romande par un réseau général à mailles très larges dans les fils duquel les usines génératrices déversent leur production qui est ensuite distribuée rationnellement aux lieux d'utilisation. Cette société possède, en propre de nombreuses et puissantes usines génératrices et construit la centrale de la Dixence à laquelle il est fait allusion ci-dessus. « Mouvement de l'énergie » durant l'année 1929 : 160 millions de kwh.

La « *Schweizerische Kraftübertragung* » (Société suisse pour le transport et la distribution d'électricité), avec siège à Berne, qui solidarise, de la même façon, mais moins intimement, les grandes centrales de la Suisse allemande.



Une des turbines système Pelton à 2 injecteurs, de la centrale automatique de Trient pour la traction des chemins de fer fédéraux suisses

pointe », mobilisable à tout instant pour faire face aux à-coups de consommation.

Usines d'hiver. — Cette « énergie d'hiver » est même si précieuse qu'en Suisse on n'hésite pas à engager des centaines de millions de francs-or pour construire des usines « à accumulation » dont la production est concentrée sur les mois d'hiver seulement, pendant lesquels elles « vivent » sur les réserves d'eau emmagasinées dans de vastes réservoirs.

Telles les deux centrales jumelées du *Wägital*, dotées d'un véritable lac artificiel capable d'emmagasiner annuellement une « tranche d'eau utilisable » de 147 millions de mètres cubes, pour parler, au moyen de 110 millions de kwh., aux pointes d'hiver, à raison de 50 heures par semaine, de Novembre à Mars. Puissance maximum : 114.000 kw. Coût : 80 millions de francs-or.

lions de kwh., dont 190 millions, soit les 91 %, seront disponibles pendant les mois d'hiver, de Novembre à Avril.

• *Interconnexion des centrales.* — Ces « usines d'hiver » sont un puissant instrument d'ajuster, l'offre à la demande d'énergie, à condition qu'on en joue avec méthode notamment, par le moyen de l'interconnexion des centrales, c'est-à-dire de liaisons propres à mettre à la disposition des usines à court d'énergie, l'énergie disponible dans d'autres usines. Ces liaisons sont constituées par des artères à grande capacité de transport dont la fonction est de solidariser le plus grand nombre possible d'usines génératrices, en un système de vases communicants dont la communication n'est pas d'ordre hydraulique, mais d'ordre électrique. Outre leur fonction de sorte de bourses communes, ces organes de liaison par artères de grande capacité de transport sont aptes à

Économie « dirigée ». — De même qu'on a cherché, avec un succès discutable — la crise actuelle en témoigne — à « diriger la monnaie » pour prévenir les fluctuations désordonnées des prix des marchandises, on s'efforce, en Suisse, mais avec un indéniable succès, à « diriger » les applications de l'électricité dans le sens de la meilleure utilisation des disponibilités d'énergie. A cet effet la plupart des grandes entreprises de production et de distribution patronnent la « Société pour la diffusion de l'énergie électrique » qui, sous l'autorité de M. A. Burri, le protagoniste de cette « économie dirigée », s'emploie efficacement à stimuler le marché des applications de l'électricité, par tous les moyens appropriés (publications périodiques servies gratuitement aux consommateurs, communications à la presse, « colloques électriques » où les intéressés se livrent à des échanges de vues, etc.)

Outre cette activité collective par l'intermédiaire de la susdite société, beaucoup de producteurs exécutent de véritables campagnes systématiquement organisées pour généraliser l'usage d'applications aptes à l'utilisation de leurs disponibilités. Œuvre coûteuse mais « productive » et d'un indiscutable intérêt social puisqu'elle tend à faire jouir le public des bienfaits de la technique moderne.

A titre d'exemples de cette économie dirigée, nous citerons deux campagnes, choisies entre beaucoup d'autres, l'une vi-

sant la préparation électrique de l'eau chaude, l'autre la préparation électrique de l'eau chaude et la cuisine électrique. La première, exécutée par le Service de l'électricité de la Ville de Bâle a abouti à ce résultat fort intéressant qu'au milieu de l'année 1929 il y avait en service 8.500 chauffe-eau électriques à accumulation de chaleur, d'une capacité totale de 1.160.000 litres, de sorte que chaque habitant de Bâle disposait quotidiennement de 7 1/2 litres d'eau à la température de 90° environ. En 1928, ces appareils, dont la puissance installée était de 11.800 kw., en moyenne, ont consommé 21,8 millions de kwh., correspondant à

une recette, au profit du service de l'électricité de la ville, de fr. 835.000, soit fr. 70 par kw installé.

La deuxième campagne, comprenant d'ailleurs plusieurs phases ou vagues de propagande à l'aide, entre autres de tournées de démonstrations et de représentations cinématographiques, valut à ses auteurs la Société des Forces motrices Bernoises, après quatre années d'efforts, le raccordement de :

4.916 cuisinières correspondant à	23.500 kw.
4.503 chauffe-eau correspondant à	4.250 kw.

771 chaudières-cuiseurs, correspondant à	1.780 kw.
	<hr/>
	29.530 kw.

Le raccordement de chacun de ces 29.530 kw. coûta à la Société fr. 18 pour la « propagande ». Chacun des cycles de démonstrations de la brigade ambulante, qui « travaillait » le pays à l'allure de 3 à 4 localités par semaine, revint à fr. 400 et chaque représentation cinématographique, à fr. 80. Il s'agit de monnaie-or, bien entendu.

H. DEMIERRE.



L'arrivée de Lalouette (droite) et Goulette (gauche) de retour de l'Indo-Chine.

L'Énergie électrique en France

par S. PHILIPPE



AL'HEURE actuelle le potentiel total d'une nation est le produit d'un grand nombre de facteurs d'importance relative différente. Il serait vain de nier que le facteur économique y occupe la place prépondérante. Ce facteur économique est lui-même assez complexe et il serait bien difficile de l'exprimer d'une manière simple en valeur absolue. Toutefois il est assez facile et commode d'établir des comparaisons entre les activités économiques de même nature des différentes nations : il est bien connu que notre pays tient une place fort honorable dans ces comparaisons, surtout lorsque l'on prend soin de tempérer la brutalité laconique des chiffres en tenant compte de l'importance relative des superficies, du peuplement au kilomètre carré et des qualités naturelles du sol. Il est également bien établi que, depuis le début du vingtième siècle et plus particulièrement, au cours des années qui ont suivi la fin du grand conflit mondial l'utilisation de l'énergie électrique joue un rôle important dans l'établissement du facteur économique de la France.

Le graphique N° 1 ci-dessous montre la progression de la consommation de l'électricité en France par habitant.

En 1926, la consommation capitative était de :

2.500 kwh. en Norvège.
1.100 kwh. au Canada.
775 kwh. en Suisse.
592 kwh. aux Etats-Unis.
579 kwh. en Suède.
377 kwh. en Autriche.
312 kwh. en Belgique.
285 kwh. en France.
206 kwh. en Allemagne.
175 kwh. en Italie.
174 kwh. en Angleterre.
129 kwh. au Japon.

Si l'on tient compte des pays très étendus et faiblement peuplés, de ceux

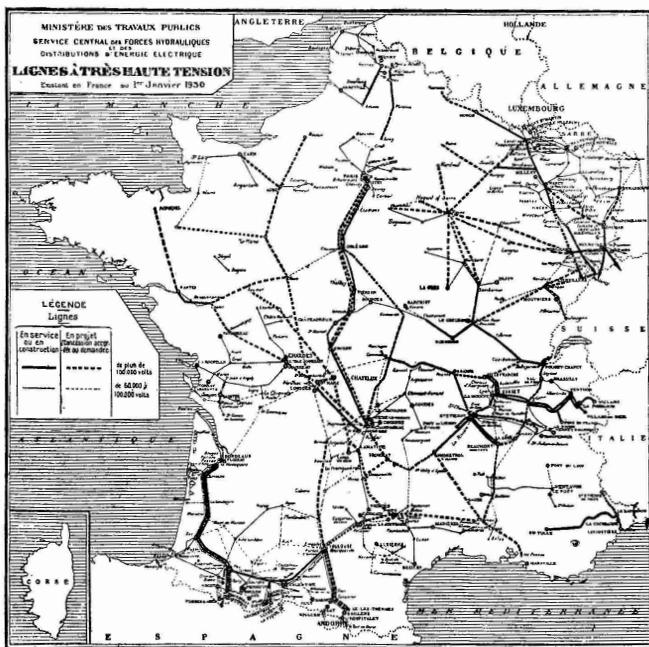
de petite superficie et très peuplés, on voit que la France vient au premier rang des grandes puissances économiques de l'Europe occidentale.

CENTRALES THERMIQUES

A l'origine l'énergie électrique était produite uniquement dans des centrales thermiques alimentées avec la houille. Aujourd'hui, il n'en est plus de même,

tous les procédés sont bons pour produire de l'énergie au prix le plus bas possible d'où les centrales thermiques où le combustible est constitué par le charbon pulvérisé, les déchets de charbon, le coke, la lignite, l'huile lourde, les gaz de hauts-fourneaux, les gaz de four à coke et même les ordures ménagères.

Le tableau ci-après indique au 1^{er} janvier 1929 la récapitulation par ré-



Progression de la consommation capitative de l'énergie électrique en France

gion, des possibilités des centrales thermiques existantes et en construction en kw.-a.

stations marémétriques comme celles de l'Aber Wrach et plus tard peut-être, l'utilisation des procédés G. Claude,

plusieurs milliards et qui sont assez lents à se rassembler.

A signaler également les usines marémétriques dont une seule est en construction et dont le total de la puissance normale disponible représente les 2/3 de la puissance normale disponible en projet dans la région du Nord et du Nord-Ouest.

Enfin, il faut ajouter que lorsque tous les projets incorporés dans le tableau ci-dessus seront réalisés, il y aura encore d'autres réservoirs d'énergie disponibles qui sont reconnus et estimés,

Régions où sont installées les usines	Puissance en K. v. A			
	Usines en état de marche		Usines en construction	
	Puissance installée	Puissance disponible		
Région de l'Est	731.027	606.407	55.850	
Région du Nord	989.790	644.450	77.500	
Bassin de la Seine	Amont de Paris	101.350	73.950	4.000
	Rég. parisienne	1.313.250	893.800	112.000
	Aval de Paris	144.170	85.200	18.750
Région de l'Ouest	222.330	146.090	11.200	
Région du Centre	280.470	230.495	500	
Région du Sud-Ouest	140.290	121.970	»	
Région de la Saône et du Jura	149.670	93.450	»	
Région du Sud-Est	479.390	361.940	30.000	
Total général	4.551.737	3.257.752	309.800	

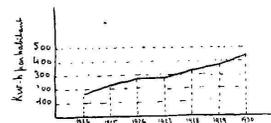
Sur 150 usines thermiques ayant une puissance installée d'au moins 1000 kw.-a.

- 4 sont chauffées par des ordures ménagères (Région Parisienne).
- 8 sont chauffées par l'huile lourde.
- 33 sont chauffées par les gaz de hauts-fourneaux et de fours à coke (30 dans la Région de l'Est, 3 dans la Région du Nord).
- 12 sont chauffées par des déchets de charbon (Régions minières du Nord, de l'Est et du Centre).
- 9 sont chauffées par du charbon pulvérisé (Bassin houiller du Nord)
- 12 usines ont une puissance installée comprise entre 50.000 et 100.000 kw.-a.
- 5 ont une puissance installée supérieure à 100.000 kw.-a. dont une de 340 et une autre de 420.000 kw.-a.

permettront à cette région de posséder à son tour des sources puissantes d'énergie à bas prix.

Le tableau ci-après donne les possibilités des centrales hydrauliques françaises existantes, en construction et en projet au 1^{er} janvier 1929.

mais non encore concédés. Les consommateurs d'énergie peuvent donc développer leurs industries, ils peuvent être assurés que d'ici longtemps ils ne seront pas privés d'énergie, le sol de France peut en produire bien plus qu'ils n'en auront jamais besoin.



Régions	Puissance intercalée en KVA	Puissance normale disponible en kilowatts		
		en état de marche	en construction	en projet
Région du Nord-Est	2.050	240	67.700	438.500
Région du Nord et du N.-Ouest	5.720	2.200	4.000	161.555
Région du Centre	316.885	113.040	31.200	366.285
Région du Sud-Ouest	462.300	240.385	126.500	920.660
Région du Jura	91.965	45.550	10.960	77.665
Région du Sud-Est	1.029.800	516.234	56.400	2.167.860
Région de la Corse	—	—	1.500	36.020
Total général	1.908.720	917.949	298.260	4.168.545

Total de la puissance normale disponible : 5.384.164 kw.

CENTRALES HYDRAULIQUES

Les centrales hydrauliques existaient avant 1914, mais à cette époque leur nombre était restreint et leur production réservée entièrement aux besoins des industries locales. Pendant la guerre des études et les constructions de ce genre d'usines reçut une impulsion très vive, la majorité de nos bassins houillers étant au mains ou sous le feu des canons ennemis et le charbon étranger revenant fort cher.

Cette impulsion a continué depuis et peu à peu nos ressources en production d'énergie électrique par le moyen des centrales hydrauliques augmentent sans cesse. Et la nature a fort bien fait les choses puisque, à de très rares exceptions près, les réservoirs naturels d'énergie hydraulique se trouvent dans des régions totalement dépourvues de gisement de houille. Seule la région de l'Ouest est un peu déshéritée pour le moment, mais un jour viendra où les

Dans ces chiffres il n'a été tenu compte que des usines dont la puissance installée est supérieure à 1.000 kw.-a.

Parmi les centrales hydrauliques, il faut signaler d'une part la construction de la centrale de Kembs sur le Rhin, qui aura une puissance disponible de 67.700 kw. et de 7 autres centrales en projet sur le même grand canal d'Alsace qui fourniront 435.000 kw. disponibles. Cet ensemble représente le 1/10^e de la puissance normale disponible des centrales hydrauliques françaises.

Les réalisations les plus importantes seront après celles-ci celles du Sud-Est dont près de la moitié sont représentées par le projet d'aménagement du Rhône, dont le principe adopté en 1921 se heurte à de grosses difficultés financières, les fonds nécessaires aux travaux d'installation représentant un capital de

PRODUCTION TOTALE DE L'ENERGIE ELECTRIQUE EN FRANCE

La production totale de l'énergie électrique en France en 1928 est donnée dans le tableau récapitulatif ci-après qui tient compte de toutes les installations existantes y compris celles qui ont une puissance installée inférieure à 1000 kw.-a.

DISTRIBUTION DE L'ENERGIE

Il est bien évident que ces quelque 13 milliards de kwh. ne sont pas utilisés sur place et qu'ils vont parfois très loin de l'usine productrice apporter leur énergie bienfaisante.

Ils sont transportés par 100.000 km. de lignes de 1^{re} catégorie, 125.000 km.

	Usines thermiques	Usines hydrauliques	Total
Puissance installée	4.936 545 kw	2 044.765 kw	6.981.310 kw
Puiss. normale disponible	3.621.678 kw	1.018.266 kw	4 639.944 kw
Energie produite	7.377.679 000 kw-h	5.598.392.000 kw-h	12.976.071.000 kw-h
Utilisation de la puissance :			
installée	1 494 heures	2 737 heures	4 231 heures
normale disponible.	2.037 heures	5.497 heures	7.534 heures

de lignes de 2^e catégorie et 11.200 km. de lignes de 3^e catégorie.

Les lignes à haute tension fournissent 5.853.966.000 kwh. pour la traction, l'électro-métallurgie et l'électrochimie et divers usages. Les lignes à basse tension fournissent 2.009.267.000 kwh. pour la lumière, les usages domestiques et la force.

Ce qui est le plus intéressant à signaler au point de vue de la distribution, c'est, l'interconnexion des réseaux de distribution entre eux dans les limites d'une même région, d'une part et l'interconnexion des réseaux des différentes régions d'autre part.

Ces systèmes permettent de réduire les frais généraux en permettant à certaines usines de pouvoir faire face aux accroissements de consommation aux heures de pointe sans pour cela mettre en œuvre des groupes de réserve en recevant le supplément nécessaire d'un réseau où les heures de pointe ne sont pas les mêmes ou bien où les disponibilités en eau par exemple permettent d'avoir toujours en réserve un excédent de puissance souvent disponible.

Pour les transports d'énergie à grande distance, réseaux d'interconnexion interrégionaux, les tensions supérieures à 100.000 volts sont courantes et on envisage à l'heure actuelle la mise sur pied d'un véritable réseau électrique national dont l'artère principale aurait une tension de 220.000 volts et les artères secondaires 150.000 volts.

La carte des réseaux à très haute tension mise à jour au 1^{er} janvier 1930 montre les lignes réalisées et celles en construction ; on se rend compte que le réseau national est bien amorcé et que d'ici quelques années ce sera chose faite et qu'alors les grandes centrales hydrauliques du Rhin et du Rhône pourront comme le fait déjà Eguzon, apporter leur énergie jusqu'à Paris.

ELECTRIFICATION DES COMMUNES

Après la guerre un plan d'électrification des campagnes fut établi ; il est

bien près d'être réalisé. L'électricité pénétrant partout apportera alors à la fois le confort et la prospérité en permettant aux petits artisans et aux cultivateurs de remplacer moteur humain ou animal par des machines fonctionnant à l'électricité. Sur 38.000 communes françaises d'une population totale de 41 millions, 28.400 étaient électrifiées au 1^{er} janvier 1930, 36.500.000 Français pouvaient bénéficier des avantages procurés par l'énergie électrique. Si la cadence d'environ 3.000 communes par an qui a été réalisée en 1928 et 1929, et il n'y a pas de raisons pour qu'elle se ralentisse, on peut admettre qu'au 1^{er} janvier 1934 l'électrification totale des communes françaises sera réalisée.

DEVELOPPEMENT DE LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE EN FRANCE

Le tableau ci-après donne une vue d'ensemble sur le développement de la

la progression de l'industrie électrique qui, en 6 ans a presque doublé ses possibilités. Tous les chiffres ci-dessous sont des millions de kwh, sauf ceux de la consommation par habitant qui sont des kwh.

Il est bon de remarquer que la progression des pertes est loin d'être proportionnelle à l'augmentation de la consommation, il faut donc en conclure que les progrès réalisés l'ont été d'une façon rationnelle puisque, au total, il y a une meilleure utilisation de la production.

LA PRODUCTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS LA FRANCE D'OUTRE-MER

Une étude sur la situation de l'industrie de l'Electricité en France ne serait pas complète si elle se cantonnait dans l'étude de la situation de la métropole, à l'heure actuelle il ne faut pas oublier que la France compte plus de 100 millions d'habitants et a une superficie considérable. Seulement outre-mer il s'agit de pays neufs dont la plus grande partie n'a encore qu'un équipement économique moderne en organisation et d'ailleurs dans bien des cas il ne peut être question à l'heure actuelle d'envoyer dans ces vastes territoires la mise sur pied d'une industrie de tous ordres analogues à celles des nations européennes.

	1923	1924	1925	1926	1927	1928
<i>Energie produite</i> — Usines thermiques	4.085	5.466	6.222	6.525	6.331	7.378
Usines hydroélectriques	3.405	3.600	4.000	4.743	5.057	5.598
TOTAL	7.490	9.066	10.222	11.268	11.388	12.976
<i>Energie importée</i>	253	280	307	396	467	510
TOTAL	7.743	9.346	10.529	11.664	11.855	13.486
<i>Energie exportée</i>	20	30	40	56	61	75
<i>Energie consommée</i> — TOTAL	7.723	9.316	10.489	11.608	11.794	13.411
par habitant	194	231	258	285	288	327
pour l'électrochimie	1.500	1.600	1.850	2.102	2.151	2.637
pour les autres usages livrés par réseaux de distribution	3.724	4.495	5.100	5.735	5.740	6.738
consommée directement aux bornes des usines génératrices	1.295	1.830	2.010	2.189	2.233	2.323
Pertes dans les conducteurs et transformateurs	1.204	1.391	1.529	1.632	1.670	1.713

production et de la consommation de l'énergie électrique en France de 1924 à 1929. Il montre d'une façon très nette

Au point de vue électrique, c'est en Afrique du Nord que les résultats sont les plus probants.

CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE EN KWH. EN 1928

	Traction	Electrochimie Electrometallurgie	Divers	Lumière et usages domestiques	Force	Total
Haute tension	807.488	2.636.769.000	6.244.830.000	1.123.188.000	886.079.000	9.689.087.000
Basse tension						2.009.267.000
Total général						11.698.354.000 kw-h

En Algérie, la quantité d'énergie distribuée est passée de 28.000.000 de kwh. en 1922 à 112.000.000 en 1929. Toutes les centrales sont thermiques, les plus importantes alimentées à la houille, celles d'importance moindre fonctionnent avec des Diesel ou des moteurs à gaz pauvre.

Voici quelques chiffres au 1^{er} janvier 1930.

Département	Puissance installée en kw	Energie distribuée en kw-h
Alger	48.947	76.634 573
Oran	29.844	24.388.074
Constantine	16.322	10.598.011
Total	95 113	111.620.658

L'énergie est employée 35 % pour l'éclairage des grandes villes, le reste sert, partie à la traction des tramways urbains, partie aux exploitations industrielles.

En Tunisie également toutes les centrales sont thermiques et se trouvent dans les villes et dans les exploitations de phosphates.

A part la centrale de la C^{ie} des Tramways de Tunis presque toutes les autres sont actionnées par des Diesel ou le gaz pauvre.

La centrale de Tunis qui est en voie de transformation pour porter sa puissance installée à 32.000 kw. alimente la ville et ses environs (éclairage, tramways, chemin de fer électrique), portera dans un avenir assez proche son énergie jusqu'à une centaine de km. de la capitale.

Un jour viendra peut-être où l'on pourra réaliser un réseau électrique tunisien reliant les divers réseaux urbains mais les difficultés financières sont grandes, il y aura de longues distances à parcourir à travers des régions peu peuplées offrant peu de consommateurs.

En 1927 l'énergie totale distribuée dépassait 10.000.000 de kwh.

Le Maroc par contre est en plein développement électrique, un plan d'ensemble établi il y a longtemps est en voie de réalisation. Le premier résultat a été la construction d'une centrale thermique de 18.000 kw. à Casablanca, en service depuis septembre 1924. Puis l'Énergie Électrique du Maroc, concessionnaire pour tout le protectorat, de la production et de la distribution de la

haute tension, a établi un réseau à 60.000 volts, qui est exploité sur 500 km. actuellement et dans un an sur 800. Les principales artères sont Casablanca, Kenitra, Sidi-Machou, Kourigha et Casablanca, Settat et désert.

A Sidi-Machou a été construite une centrale hydraulique de 22.000 kw. où l'eau est amenée par un tunnel de 6 mètres 50 de diamètre.

Un réseau de distribution à 3.000 volts assure la marche des chemins de fer dont une grande partie est électrifiée.

Meknès et Fez possèdent chacune une centrale hydro-électrique. En 1927 la consommation était de 2.200.000 kwh. ; en 1929 elle a atteint 45 millions de kwh.

En A. O. F. quelques petites usines thermiques sont réparties dans les villes de résidence. La plus importante est celle de Dakar, 3.000 kw., 3.000.000 de kw. en 1929 Bamako a une centrale de 280 kw. qui alimente le poste de T.S.F.

Une centrale hydro-électrique à Kayes a une puissance de 520 kw. Une centrale hydraulique de 1000 kw.-a. est en projet à la Côte d'Ivoire. Une centrale thermique de 3.000 kw. au Dahomey où

il existe un projet d'électrification du Bas-Dahomey.

Les autres usines génératrices ont une puissance faible et sont actionnées par des Diesel, le gaz pauvre ou les coques d'arachide.

Dans le groupe de l'Indo-Chine nous trouvons à côté de petites sources de production disséminées dans les villes de résidence alimentées par des Diesel, de grandes centrales comme celle de Saïgon-Cholon qui est mixte et a produit 20.000.000 de kwh. avec une puissance installée de 4.650 kw. ; celle d'Hanoi qui produit 7.000.000 de kwh. pour 3.000 kw. de puissance et celle d'Haiphong qui en distribue la moitié avec une puissance de 1000 kw. Un certain nombre de centrales industrielles en majorité thermiques sont installées dans les concessions minières et les usines où l'on travaille le coton.

Dans nos autres colonies on ne rencontre guère que des sources peu importantes qui se cantonnent dans l'éclairage des villes et quelques installations privées avec des moteurs Diesel ou au gaz pauvre.

D'une manière générale l'industrie de l'énergie électrique est en progression constante, il reste beaucoup à faire, mais d'une part les capitaux manquent ou plutôt ils sont d'abord employés là où les bénéfices sont les plus immédiats et les plus importants ; dans l'exploitation plus facile des ressources naturelles qui abondent dans ces pays neufs.

(Les chiffres qui figurent dans cet article ont été pour la plupart pris dans la statistique du Ministère des Travaux Publics, Service des Forces hydrauliques, édition de 1930, en ce qui concerne la France et dans les statistiques des Agences économiques des différents groupements coloniaux et protectorats, en ce qui concerne la France d'outre-mer.)

S. Philippe



L'essor de l'électricité en Europe

(France, Suisse, Belgique)

L'ÉLECTRICITÉ EN BELGIQUE

Production et distribution par Serge PHILIPPE



Il importait, à la fin de l'année 1930, de commencer par donner au lecteur un point de repère au sujet de la production électrique en France. Nous sommes heureux de pouvoir ajouter d'intéressants aperçus sur la même question relativement à la Suisse et à la Belgique.

Nous continuerons ces articles de documentation en étudiant diverses autres questions internationales.

IL est absolument inutile de chercher à expliquer ici les raisons pour lesquelles la Belgique tient dans le tableau des principales puissances une place des plus honorables ; des plumes plus autorisées que la mienne l'ont fait maintes et maintes fois et en outre j'estime que les liens de toutes sortes qui nous attachent à la nation sœur justifient largement l'intérêt que peut présenter l'étude de la production et de la distribution de l'énergie électrique en Belgique. Après quatre longues années de lutte qui avaient fait disparaître de son sol toutes les traces de son énorme activité industrielle, la Belgique s'est remise courageusement à l'ouvrage ; grâce à ses richesses naturelles, à l'énergie et au savoir de ses habitants, elle a gaillardement rattrapé le temps perdu et profitant des expériences acquises et de l'obligation de faire du neuf, c'est-à-dire ayant toutes facilités de faire mieux pour le même prix elle a repris sa place dans le peloton de tête des grandes nations industrielles.

Dans ce renouveau général la part échue à l'énergie électrique fut l'une des plus belles. Actuellement, dans ce domaine elle vient en tête des nations industrielles de l'Europe avec une consommation de 510 kwh. par habitant et par an, en 1929.

Possédant une partie fort importante des gisements houillers européens, sillonnée en tous sens par un réseau ferroviaire aux mailles très serrées et

ayant toute une série de voies fluviales navigables, la Belgique est le pays d'exception de la Centrale thermique. Celles-ci comprennent en dehors des centrales alimentées directement par la houille des installations où le combustible est constitué par le gaz résiduel de la distillation de la houille et de ses sous-produits.

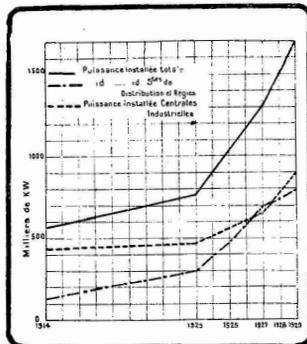


Fig. 1. — La progression de l'énergie électrique en Belgique. Puissance installée, en milliers de Kw.

Les centrales hydrauliques sont encore peu nombreuses comme sources importantes d'énergie et ne fournissent encore qu'un appoint dans le chiffre de

la production totale, mais la nécessité où s'est trouvée l'industrie belge d'augmenter encore et toujours sa production d'énergie électrique l'a conduite à envisager l'utilisation de l'énergie de la Meuse, de la Sambre, de l'Escaut et de certains ruisseaux des Ardennes.

En 1914, la puissance installée était de 562.000 kw avec une consommation annuelle de 1.500.000.000 de kwh.

En 1929 la puissance installée atteignait 1.700.000 kw. avec une consommation de 4.200.000.000 de kwh.

Les deux graphiques ci-après montrent la progression de la puissance installée et de la consommation de l'énergie de 1914 à 1929 en distinguant les sociétés de production et de distribution d'intérêt général et les centrales industrielles produisant pour leur propre consommation. Ces accroissements ont été obtenus non par l'augmentation du nombre des centrales de production, mais par l'augmentation de puissance des centrales, ce qui a permis de ne pas augmenter dans les mêmes proportions les frais d'établissement et aussi par une organisation d'ensemble des centrales de production.

Les pouvoirs publics et les initiatives privées se sont efforcés de réaliser l'interconnexion totale des réseaux de distribution dont le but final est de couvrir le sol national d'une espèce de filet de lignes à haute tension permettant une alimentation permanente et continue des différents organismes consommateurs. Ceci a permis, en dehors de

l'assurance de la continuité du courant, l'électrification des villes et des campagnes.

En 1914, 500 communes avec une population de 3.000.000 d'habitants étaient desservies par des réseaux divers. (800 km. environ)

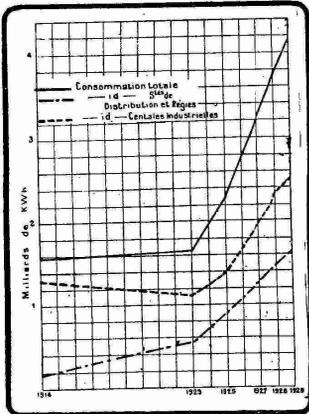


Fig. 2. — La progression de la consommation totale de l'énergie électrique en Belgique, en milliards de Kw-h.

En fin 1929, 2.400 communes, avec une population de 7.500.000 habitants étaient électrifiées. (11.000 km. environ)

Il reste 300 communes ne groupant qu'un total de 500.000 habitants pour que l'électrification de la Belgique soit chose faite.

Si la cadence de 150 communes par an est maintenue, on peut admettre que

Groupements ou Centrales	Puissance installée en kw.
A. Centrales thermiques existantes.	
Union des Centrales Electr. du Hainaut, Group. Centre....	64.350
— — — — — Group. Sambre.	167.000
— — — — — Group. du Borinage.	150.000
Union des Centrales Liège-Namur-Luxembourg (Linalux).	250.000
Société Intercommunale Belge d'Electricité.....	200.000
Groupement de l'Electrorail.	200.000
Interbrabant.	80.000
Société Générale de Distribution Electrique.....	40.000
B. En construction.	
Pour l'Interbrabant, à Bruxelles.	120.000
Pour la Société Intercommunale Belge d'Electricité.....	150.000
1) dont 40.000 kw. produits par chauffage au gaz des hauts fourneaux.	
2) dont 115.000 kw. produits par chauffage au gaz des hauts fourneaux.	
C. Centrales hydrauliques existantes.	
Union des Centrales Liège-Namur-Luxembourg (Centrale de Beverchi-Ardenes).	15.000
D. Centrales hydrauliques en construction.	
Interescaut, Centrale de Schule.....	140.000
sera portée par la suite à.....	500.000

cette grande œuvre sociale et économique sera parachevée en 1932. En même temps que le réseau de transport augmentait en longueur, la tension de l'énergie transportait, en 1914 la tension maximum transportée ne dépassait pas 17.000 volts, elle atteint aujourd'hui 50 et 70.000 volts et de puissantes lignes d'interconnexion en construction sont prévues pour 120 et 150.000 volts.

Les résultats remarquables obtenus en Belgique dans l'ordre électrique proviennent en partie de l'esprit corporatif que l'on trouve en toutes choses dans

cette nation. Les producteurs d'une part, les distributeurs d'autre part se sont groupés par province, par région industrielle et ont réalisé ou sont en voie de réaliser l'interconnexion générale de leurs groupements, ce qui a encore un autre résultat, celui d'amener une quasi-unification du prix de revient dans le sens de la diminution.

Pour terminer ce rapide exposé de la situation de l'énergie électrique en Belgique nous donnons ci-dessous un tableau des principaux producteurs.

S. PHILIPPE.



ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

Électrocardiographie

Par le Docteur COLOMBIER



Le but des articles du Docteur Colombier, parus jusqu'à ce jour dans nos colonnes, est l'étude des applications de l'électricité à l'art médical. L'électrocardiographie, que l'auteur examine aujourd'hui, est une application un peu spéciale de l'électricité, puisque, dans cette technique, le courant électrique n'est plus emprunté à une source extérieure, mais fourni par le sujet lui-même.

On lira ci-dessous des pages remarquables, illustrées de dessins intéressants, et prouvant que la faillite de la Science est bien un vain mot.

Cet article a été décrit en collaboration avec M. Dehan, ingénieur des Arts et Manufactures, Diplômé de l'Ecole Supérieure d'Electricité, ingénieur aux Etablissements Boulitte, qui nous ont aimablement fourni les figures qui illustrent ce texte. Nous remercions les Etablissements Boulitte de ce précieux apport.

UN muscle, un organe en mouvement, manifestent leur activité en produisant de l'énergie électrique, mais la tension de ce courant est extrêmement faible : elle est de l'ordre du millivolt.

Marey est le premier physiologiste qui a réussi à mettre ce fait en évidence, en étudiant les variations électriques du cœur de la grenouille.

Le jour où les électriciens ont pu réaliser des appareils de mesure et d'enregistrement extrêmement sensibles, ce jour-là, une nouvelle méthode de diagnostic est née. L'Électrocardiographie est l'utilisation médicale du galvanomètre à corde, imaginé par Eindhoven en 1903.

Aujourd'hui, après plus de vingt ans de travaux et de perfectionnements successifs, on est parvenu à mettre au point des appareils de maniement facile et dont l'emploi très sûr permet à tout médecin d'obtenir un tracé donné par le cœur même du malade.

Ainsi, plus de diagnostic cardiaque laissé à l'appréciation subjective du médecin, mais une courbe durable qui met le mal en évidence, le localise, en détermine la nature, en mesure l'importance et l'évolution d'une façon toute mathématique.

On comprend tout de suite le succès considérable que cette nouvelle méthode a rencontré dans le monde entier. On peut dire aujourd'hui qu'un examen du cœur qui ne fait pas intervenir l'é-

lectrocardiographie est toujours insuffisant, sinon erroné.

Après les expériences de Marey sur les animaux, Waller fut, en 1887, le premier qui put démontrer que la contraction du cœur, sur l'homme vivant, produisait un courant qui pouvait être recueilli à la surface du corps par deux électrodes dont le circuit passerait par le cœur. Il n'est pas nécessaire, en effet, de placer les électrodes au contact même du cœur pour dériver le courant produit par le travail cardiaque. Il suffit de mettre les mains ou les pieds du sujet en liaison avec l'électromètre, car les variations électriques du cœur se transmettent à toutes les parties du corps.

Mais, à cette époque, le monde médical n'était pas préparé à considérer sérieusement une application diagnostique aussi compliquée. Le physiologiste, lui-même, a eu de la difficulté à utiliser cette donnée, car le seul appareil valable était l'électromètre capillaire de Lippmann qui ne pouvait pas enregistrer avec exactitude les variations très rapides dues aux battements du cœur, cet instrument ayant une trop grande inertie.

L'électrocardiographie n'a pu rentrer dans le domaine de la pratique qu'avec la réalisation du *Galvanomètre à corde*, imaginé et décrit par Eindhoven en 1903. Les résultats des premières études cliniques de cet auteur furent publiées en 1906.

Cet appareil, très compliqué au début, a naturellement profité de tous les progrès de la technique électrique et mécanique, et nos lecteurs verront que son emploi est aujourd'hui extraordinairement facile.

Deux appareils répondent à tous les besoins : L'électrocardiographe à corde, grand modèle, destiné à la clinique et au cabinet médical (fig. 1) et l'électrocardiographe portatif pour le praticien qui veut consulter à domicile.

Le galvanomètre à corde d'Eindhoven est constitué par un puissant électro-aimant dont les pôles sont disposés de manière à concentrer le flux magnétique dans un entrefer très étroit (Voir fig. 2). Dans cet entrefer est placée verticalement la « corde », fil conducteur d'une extrême finesse : son diamètre est compris entre 2 et 3 millièmes de millimètre. Cette corde est en quartz argenté, ou mieux encore (c'est le cas des appareils les plus modernes), en platine ; ses deux extrémités sont reliées aux électrodes mises en contact avec le sujet. Malgré leur faible diamètre, il ne faudrait pas croire que les cordes soient fragiles et pratiquement, même pour l'appareil portatif, la durée de la corde est indéfinie pour un opérateur soigneux et attentif.

Les différences de potentiel créées en ces points par les courants électriques nés du cœur se traduisent, si faibles soient-elles, par des déplacements de la

corde dans le champ magnétique très intense du galvanomètre : la corde est déviée de sa position d'équilibre et indique par son déplacement plus ou moins considérable la valeur du courant qui la traverse. Comme le poids de la corde est extrêmement faible et que dans son mouvement elle ne rencontre d'autre résistance que celle de l'air, on comprend combien sa réponse peut être rapide et avec quelle fidélité elle peut suivre les variations électriques correspondant aux mouvements musculaires.

Ces déplacements étant en réalité très petits, l'appareil comporte un sys-

neux passent dans un tunnel percé dans les pôles de l'électro-aimant.

Entre la sortie du système optique et la bande photographique (contenue dans une chambre spéciale) se trouve une lentille cylindrique qui a pour but de projeter sur la bande suivant une ligne fine l'image de la corde. C'est le déplacement de cette image projetée sur la bande sensible en mouvement qui donnera finalement le tracé.

La chambre photographique se compose de deux compartiments : un compartiment supérieur contenant la réserve de papier sensible ou de film vierge.

Pour que l'on puisse apprécier les intervalles de temps entre les différents accidents de la courbe cardiaque, il faut que l'entraînement du film soit effectué à une vitesse constante et, mieux encore qu'un chronographe enregistreur marque des intervalles de temps sur le film, par exemple tous les 5^e, 25^e ou même 50^e de seconde. Ce chronographe est constitué par un disque rotatif (actionné par un moteur à vitesse constante) muni de rayons qui interceptent la lumière à des intervalles connus. Le temps est figuré sur les tracés par des

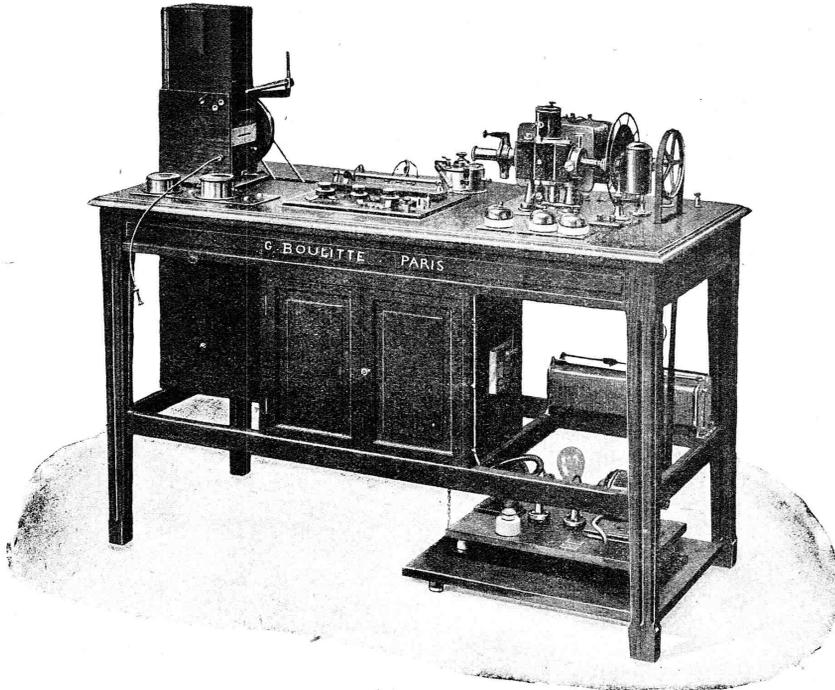


Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'Electrocardiographe grand modèle.

tème optique destiné à les amplifier et à les enregistrer par projection sur un film photographique.

Le dispositif optique se compose d'un foyer lumineux très intense (filament incandescent) muni d'un condensateur formant un faisceau lumineux qui est reçu par un objectif concentrant la lumière en un point de la corde (Voir fig. 3). L'image de la corde est alors reprise par un système composé d'un objectif et d'un oculaire, qui donne un grossissement de 5 à 600 fois pour une distance de 0 m. 75. Les rayons lumi-

l'autre, situé au-dessous, servant de boîte réceptrice. Entre ces deux compartiments se trouve l'appareil enregistreur proprement dit qui contient le mécanisme d'entraînement de la bande sensible. Celle-ci se déroule derrière un écran muni d'une fente horizontale réglable et séparée de lui par la lentille cylindrique dont il est question plus haut. Le déroulement de la bande se fait à une vitesse variable à volonté : les vitesses de 5 cm. et 2 cm. 1/2 par seconde sont les plus communément utilisées pour l'analyse médicale des courbes.

traits fins traversant toute la largeur de la bande sensible.

Les bandes sensibles, qui peuvent être en papier ou en pellicule, ont une largeur de 60 millimètres et sont fournies sous forme de rouleaux contenant une longueur d'environ 60 mètres. Certains constructeurs utilisent la pellicule perforée de cinéma, mais il semble qu'alors la largeur soit insuffisante.

**

Le schéma électrique de l'appareillage est indiqué par la figure 4, ci-des-

sous. On voit qu'il y a d'abord un circuit principal allant des électrodes à la corde. Entre les deux branches de ce circuit s'intercale l'interrupteur shunt qui, lorsqu'il est sur la position de repos coupe le circuit, puis, au fur et à mesure que l'on le tourne met la corde en circuit en la shuntant progressivement par une résistance allant de zéro à l'infini. Lorsque la résistance du shunt est nulle aucun courant ne passe dans la corde ; au fur et à mesure que la résistance du shunt augmente, il passe de plus en plus de courant dans la corde jusqu'au moment où la résistance étant infinie, la corde reçoit la totalité du courant. Ce shunt a donc pour but de préserver la corde et de permettre d'en régler la tension.

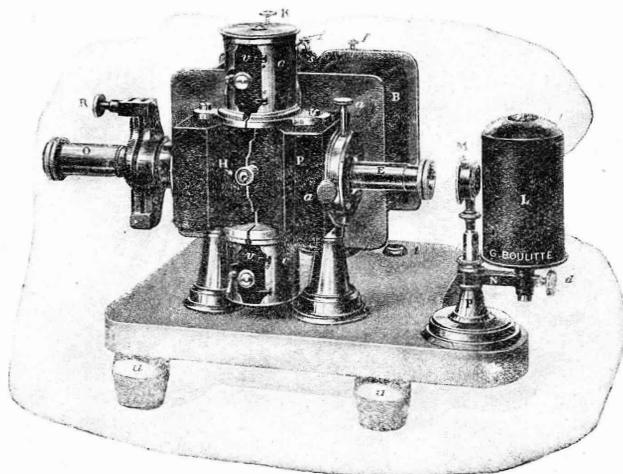


Fig. 2. — GALVANOMÈTRE A CORDE.

a, a : vis micrométriques de centrage du tube de microscope E ; B : bobines de l'électro-aimant ; c, c : carters d'éprouvette des extrémités du cadre qui porte la corde ; E : Tube de microscope portant l'objectif condensateur ; H : lentille grossissante permettant de voir la corde ; L : lanterne contenant l'ampoule à incandescence de 50 bougies ; M : lentille de champ (condensateur) ; O : tube de microscope portant l'oculaire de grossissement ; P (lettre blanche) : Pôles de fer doux de l'électro-aimant ; P (lettre noire) : pied support du système d'éclairage ; R : vis micrométrique de mise au point du microscope ; v, v : portes des carters de protection avec vis de réglage pour le centrage de la corde.

En effet, en raison de la grande finesse de la corde, sa tension peut varier légèrement avec la température ambiante ou l'état hygrométrique de l'air. De plus sa sensibilité varie avec la résistance du sujet. Lors de la prise de chaque tracé, il sera donc nécessaire au préalable, d'étalonner la tension de la corde afin de pouvoir rapporter à une unité de mesure la valeur de ses déviations et afin de pouvoir comparer entre eux les divers tracés. A la suite des travaux d'Eindhoven, il a été adop-

té universellement pour l'étalonnage du galvanomètre une tension de la corde telle que son image se déplace de un centimètre pour une différence de potentiel de Un millivolt. On fait ce réglage à l'aide d'une pile étalon (en l'espèce un élément Latimer Clark de 1,4 volt). C'est ce que l'on appelle effectuer la standardisation.

On sait aussi qu'en outre des variations électriques dues aux contractions du myocarde il existe chez tous les sujets un courant permanent dû aux glandes de la peau et que l'on dénomme « courant de peau ». Il sera donc nécessaire d'avoir un dispositif permettant d'annuler exactement ce courant pour qu'il n'ait aucune influence sur la corde.

d'étalonnage dont les connexions sont figurées sur le schéma de la figure 4. On voit sur une des branches du circuit le potentiomètre qui comprend une pile avec inverseur de courant, une résistance de 5 ohms avec clé de court-cir-

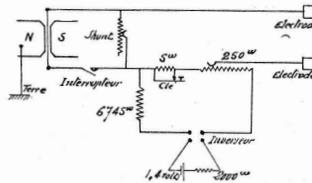


Fig. 4. — Schéma électrique.

cuit, un rhéostat à curseur ayant 250 ohms de résistance et enfin une résistance fixe de 6.745 ohms.

On voit donc, tout d'abord que, grâce à l'inverseur, le courant peut circuler dans un sens ou dans l'autre et que, à l'aide du rhéostat à curseur, on peut graduer la différence de potentiel intro-

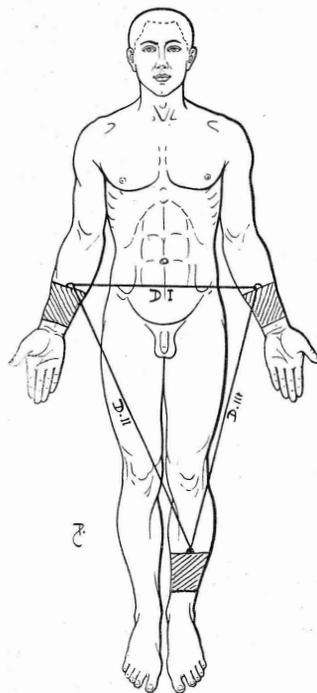


Fig. 5.

Les 3 dérivations actuellement utilisées. Dériv. I (D I) : bras droit-bras gauche. Dériv. II (D II) : bras droit-jambe gauche. Dériv. III (D-III) : bras gauche-jambe g.

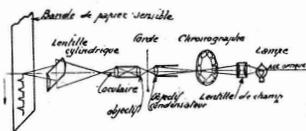


Fig. 3.

Schéma de marche des rayons lumineux.

Le dispositif qui permet toutes ces opérations est contenu dans une boîte

duite dans le circuit de la corde. On peut donc, de cette façon, créer un courant égal et de sens contraire au courant permanent du sujet afin de l'annuler parfaitement, ce qui permettra de centrer exactement la corde dans le milieu de l'écran. D'autre part on pourra, la résistance totale du potentiomètre étant de 7.000 ohms et le voltage de la pile étalon étant de 1,4 volt, obtenir une tension de Un millivolt pour étalonner la déviation selon la convention universelle.

On voit enfin sur le schéma que la masse du galvanomètre est reliée à la terre afin d'éviter les effets d'induction.

il suffit de mettre à nu les régions où se placent les électrodes. Ces régions sont actuellement réduites à trois : les deux poignets et le cou-de-pied gauche. On a en effet reconnu, après avoir étudié diverses combinaisons de dérivations, que les trois dérivations suivantes permettaient de répondre à tous les besoins de l'examen (Voir fig. 5) :

Dérivation I : Bras droit-bras gauche.

Dérivation II : Bras droit-jambe gauche.

Dérivation III : Bras gauche-jambe gauche.

Le malade peut être à volonté assis ou couché. Le plus simple est de l'asseoir sur une chaise aussi éloignée que possible de l'appareil, en prenant soin de l'isoler du sol, soit par une feuille de caoutchouc, soit par des isolateurs en verre. Pour obtenir de beaux tracés, il est indispensable que le sujet soit dans un état de relâchement musculaire absolu. On veillera à ce que les bras pendent naturellement et que les jambes soient verticales. On obtiendra ainsi des résultats aussi bons que dans la position couchée.

Le tracé électrocardiographique obtenu par développement du film ou de la bande de papier sensible impression-

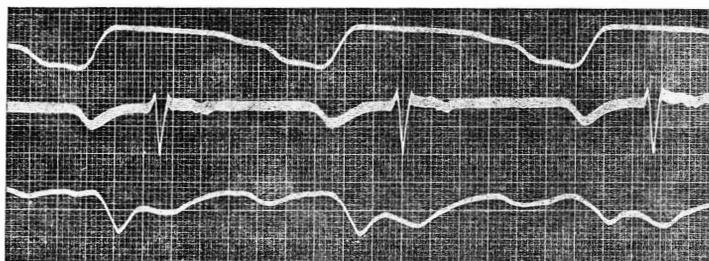


Fig. 6.
Trois tracés obtenus simultanément: en haut, pouls jugulaire; au centre, électrocardiogramme; en bas, pouls huméral pris avec la capsule oscillographique Pachon-Boulitte. Vitesse 5 cm. par seconde. Chronographe indiquant le 1/10^e et le 1/50^e de seconde. Ces tracés sont obtenus directement sur papier négatif.

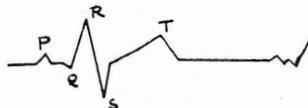


Fig. 6 bis.

Il n'est pas utile d'insister ici sur les diverses manœuvres de réglage du galvanomètre, de la corde, du système optique, de la bande sensible et de son développement : ce sont de simples détails de pratique. Voyons seulement comment on obtient un tracé et comment on peut l'interpréter.

Il n'est pas du tout nécessaire que le sujet dont on veut prendre l'électrocardiogramme soit placé dans la même pièce que l'appareil de mesure. Dans bien des hôpitaux parisiens, l'instrument et le malade se trouvent dans des salles distinctes, souvent assez éloignées l'une de l'autre. A Leyde, le galvanomètre d'Eindhoven était, ces dernières années, installé à plus d'un kilomètre de la salle où se tenaient les sujets en observation.

Il n'est pas indispensable non plus de déshabiller complètement les malades ;

Les électrodes sont de deux sortes : les bacs en grès contenant de l'eau salée dans laquelle on immerge les mains ou les pieds (analogues aux cellules du bain électrique de Schnée) et les électrodes à bandes. Ces dernières sont le plus communément employées : elles sont formées d'une lame d'étain renfermée dans une enveloppe de tissu spongieux que l'on imbibé d'eau salée à saturation. Ces électrodes sont serrées par des bandes autour des deux poignets et du cou-de-pied gauche, et elles sont reliées à l'électrocardiographe par un câble à trois directions qui peut avoir, on l'a vu, une très grande longueur. Ce câble est relié aux bornes du tableau de bord où un jeu de clefs permet d'envoyer dans la corde du galvanomètre la tension X électrique captée au choix sur celle des trois dérivations

qu'on désire étudier. Des tracés de 1 m. 50 à 2 mètres à la vitesse de cinq centimètres par seconde sont généralement suffisants.

Pour chaque révolution cardiaque, chez le sujet normal, l'électrocardiogramme (que l'on appelle alors électrocardiogramme élémentaire) présente un groupe de trois sommets de hauteur inégale et de forme différente.

Le premier sommet, qu'Eindhoven désigne par la lettre P, est petit et de

courte durée ; il correspond à un soulèvement d'origine auriculaire (Voir fig. 6). Le second, R, plus élevé, est rapide et aigu ; il est séparé du premier par une petite dépression S, située au-dessous de la ligne iso-électrique (ligne horizontale tracée par l'image de la corde à l'état de repos). Le troisième sommet T figure une courbe plus étalée, sans angles vifs et de hauteur moyenne.

comparant la courbe au tracé des bruits du cœur, on constate que R et T de l'électrocardiogramme viennent immédiatement avant le premier et le deuxième bruits.

Le tracé électrocardiographique varie légèrement suivant la dérivation que l'on a utilisée, mais ces différences portent surtout sur la hauteur des sommets, le complexus ventriculaire reste le même.

Nous ne pouvons pas entrer ici dans

espaces séparant les complexes ventriculaires. La bande porte des divisions au cinquantième de seconde et il est facile de voir sur ce tracé que le temps de P R est égal à vingt centièmes de seconde. Sur ce même tracé on a ajouté au-dessous de l'électrocardiogramme proprement dit le tracé respiratoire dans lequel l'inspiration est représentée par l'ascension de la courbe et l'expiration par la descente.

Le tracé de la figure 8 concerne un cas d'arythmie complète (fibrillation auriculaire et arythmie ventriculaire). Il se caractérise par l'absence des accidents P. C'est dans l'étude des arythmies que l'électrocardiographie trouve une de ses principales indications : elle permet non seulement de préciser la nature des troubles du rythme, mais encore d'en localiser l'origine, donnant même dans certains cas la possibilité de savoir si l'extra-systole est due au ventricule droit ou au ventricule gauche.

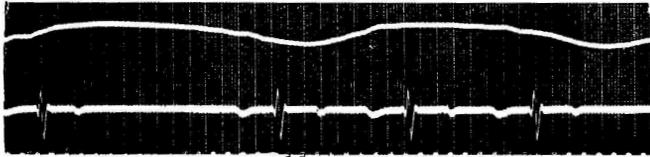


Fig. 7.

Arythmie sinusale. Tracé pris en dérivation D II, division: 1/50^e de seconde. En haut tracé électrocardiographique, en bas tracé respiratoire.

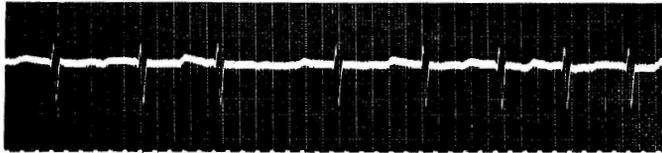


Fig. 8.

Fibrillation auriculaire et arythmie ventriculaire. (Arythmie complète).

Le sommet P apparaît à l'occasion de la contraction des oreillettes ; les accidents Q, R, S, T, qui se manifestent lors de la contraction des ventricules, forment ce que l'on appelle le « complexe ventriculaire. »

Les divisions marquées par le chronographe sur la bande permettent d'apprécier la durée de ces phénomènes. C'est ainsi que l'on a pu constater que, à l'état normal, la contraction des oreillettes précède celles des ventricules de 18 centièmes de seconde environ. En

le détail des modifications pathologiques du tracé électrocardiographique dans les diverses affections du cœur ; c'est l'affaire des traités médicaux auxquels nous renvoyons le lecteur mais pour montrer la valeur de cette méthode de diagnostic, nous reproduirons deux tracés, choisis parmi les cas les plus typiques.

La figure 7 reproduit un cardiogramme pris en dérivation II dans un cas d'arythmie sinusale ; la caractéristique de ce tracé est l'allongement des

En résumé, nous avons vu que l'appareillage complet nécessaire à l'électrocardiographie se composait des éléments suivants : un galvanomètre à corde extra sensible un tableau de bord pour la standardisation et la prise des dérivations, un système optique à grossissement élevé, un chronographe et une chambre photographique.

Nous avons décrit intentionnellement un modèle français : l'électrocardiographie des Etablissements Boultte, qui domine le marché mondial par la qualité et le fini de sa fabrication et la facilité de son emploi. Nous devons citer également les appareils des maisons étrangères Siemens et Cambridge, mais le galvanomètre du premier est à cadre, et par conséquent plein d'inertie ; le maniement du second est extrêmement délicat.



La sélectivité et les filtres moyenne fréquence

L'AMPLIFICATEUR MF

par Jean DUSAILLY, ingénieur E. E. M. I.

• • • • •

Les changeurs de fréquence restent, malgré l'avènement des lampes à écran, les solutions les plus élégantes de l'amplification moderne. On trouvera ci-dessous une étude complète de la question de l'amplification à moyenne fréquence ainsi qu'un modèle de transformateur et de tesla qui ont fait leurs preuves.

DANS un précédent article, nous avons vu les conditions, quelque peu contradictoires, que doit réaliser un bon filtre moyenne fréquence pour donner à la sélectivité recherchée une amplification à peu près rectiligne de la bande de modulation.

Divers systèmes de « filtre » moyenne fréquence ont été imaginés. Nous allons examiner les principaux et même pour certains examiner au point de vue pratique certaines possibilités originales de réalisation.

Le système le plus classique (celui utilisé dans tous les « super » commerciaux) comporte 2 enroulements accordés chacun par un condensateur.

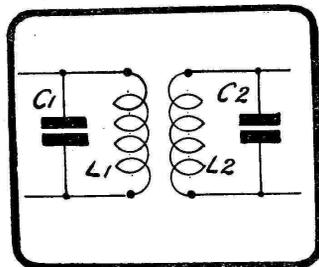


FIG. 1

Quand il est bien réalisé, ce dispositif est en général suffisant pour les appareils moyens pour lesquels des considérations de prix de revient excluent la possibilité d'utiliser des filtres à plusieurs cellules dont le réglage est délicat. La courbe en M (ou en « dos de chameau ») peut d'ailleurs être obtenue par divers autres procédés.

Il suffit en effet d'utiliser 2 systèmes amplificateurs sensibles chacun à une fréquence déterminée par exemple et d'additionner les courants amplifiés. Voici schématiquement la représentation d'un tel dispositif. La fréquence sur laquelle est accordée le circuit d'entrée est F_1 inférieur (onde porteuse) les circuits plaque sont accordés respectivement sur F_1 et F_2 tels que $F_1 - F_2 = F$ corresponde à la bande de modulation.

Il est évident que l'ensemble du système présentera une courbe de résonance de la forme indiquée à la fig. 3.

Si l'on fait varier les fréquences f_1 et f_2 de part et d'autre de F_1 , on fera varier également la sélectivité du système.

Il suffira pour cela d'utiliser pour C_1 et C_2 des condensateurs variables.

Dans le schéma de la fig. 4 par exemple, la bande passante s'élargira quand C_2 augmente de valeur en même temps que C_1 diminue.

Si les selfs L_1 et L_2 sont identiques, il suffira d'utiliser 2 condensateurs C_1 et C_2 montés sur le même axe et dispo-

sés de manière que l'une des capacités augmente quand l'autre diminue, pour réaliser très simplement un système de filtre de bande réglable. Théoriquement les condensateurs variables devraient être du profil « straight line », mais la variation de sélectivité recherchée étant nécessairement faible, un profil « squar law » conviendra.

On remarquera en passant que les 2 condensateurs C_1 et C_2 ont chacun une armature au même potentiel. On pourra donc utiliser pour le montage un condensateur (fig. 5).

L'utilisation d'une lampe à une grille mais à 2 plaques permettrait de réaliser avec une seule lampe le système proposé (fig. 6).

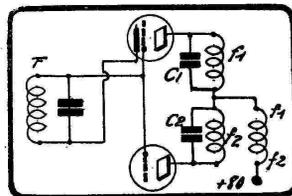


FIG. 2

M. Blanchard a indiqué (1) 2 dispositifs simples permettant une amplification rationnelle d'une bande de fréquence.

(1) Onde Electrique n° 62.

La figure 7 représente le premier de ces montages. Le circuit $L_0 C_0$ est accordé sur la pulsation ω_0 des courants à amplifier. La réactance de l'ensemble

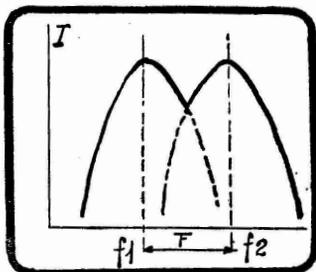


FIG. 3

$L_1 C_1$ est également nulle pour la pulsation, c'est-à-dire que l'on a :

$$L_1 C_1 = \frac{1}{\omega_0^2}$$

On montre que, dans ces conditions, le pouvoir amplificateur de la lampe a la forme de la fig. 8 sur laquelle on a représenté également la courbe du montage habituel à résonance (tuned anode) dans les mêmes conditions de fonctionnement.

On voit que l'amplification fournie par le dispositif de la fig. 4 pour les pulsations ω_0 , ω_1 et ω_2 est la même que dans le montage à résonance mais que pour les autres pulsations comprises entre ω_1 et ω_2 elle est supérieure, tandis qu'elle est inférieure en dehors de la bande $\omega_1 \omega_2$. L'amplification et l'écartement des maxima latéraux dépendent des valeurs des rapports

$$\frac{L_0}{C_0} \quad \text{et} \quad \frac{L_1}{C_1}$$

et peuvent être déterminés suivant les conditions de sélectivité que l'on s'impose. Il est encore possible de régler la sélectivité en conjuguant la commande des condensateurs variables comme je l'ai indiqué pour le dispositif précédent.

M. Blanchard a indiqué également un autre montage représenté fig. 9. Dans ce montage, $L_0 C_0$ est accordé sur la

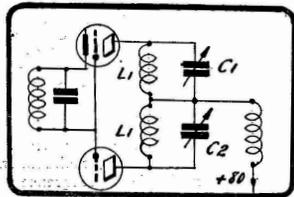


FIG. 4

pulsation ω_0 à recevoir. Les circuits LC et $L^2 C^2$ sont accordés sur les 2 pulsations ω et ω^1 respectivement plus petite et plus grande que ω_0 .

Sans entrer dans les détails du calcul indiquons seulement que la courbe de l'amplification obtenue est analogue à celle de la fig. 8.

Utilisation de filtres passe-bande

Il y a un très grand nombre de montages possibles pouvant se ramener dans l'ensemble aux dispositions des éléments en T ou en Ω .

On se reportera pour l'étude théorique de ces filtres à l'ouvrage si complet de M. David.

M. Hénon a donné dans le Q. S. T. numéro 37 diverses caractéristiques de filtres en T et en Ω étudiés spéciale-

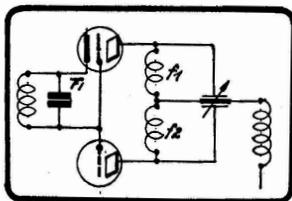


FIG. 5

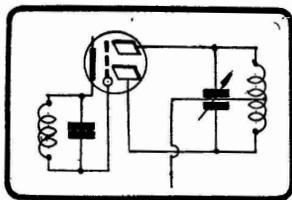


FIG. 6

ment pour la moyenne fréquence, qui permettent d'obtenir des résultats parfaits.

Nous reviendrons sur cette question pour donner au lecteur des abaques simplifiant les calculs (N. D. L. R.).

L'AMPLIFICATEUR M. F.

Nous avons étudié les conditions que doivent réaliser les filtres moyenne fréquence pour donner à l'amplificateur M. F. la sélectivité nécessaire.

Nous allons maintenant étudier les amplificateurs M. F. eux-mêmes.

Nous rejetterons tout d'abord l'amplificateur à résistance qui, dans la plupart des cas n'est pas assez sélectif, son emploi oblige à exagérer la sélectivité demandée au filtre et on ne peut le

faire qu'au détriment de la sensibilité (et de la pureté).

De plus le contrôle de la réaction

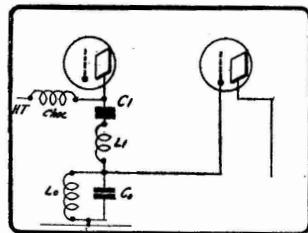


FIG. 7

dans un amplificateur M. F. manque de souplesse.

L'amplificateur M. F. à liaison par transformateurs accordés est pour ainsi dire le seul utilisé. Il permet en effet avec des transformateurs judicieusement établis d'utiliser en moyenne fréquence les excellentes lampes actuelles et même les lampes à écran que l'on disait à l'origine ne devoir pas convenir en M. F. Les splendides résultats obtenus avec les divers types de B. G. P. décrits par M. Berché montrent bien ce que l'on peut tirer de bonnes lampes associées à de bons transformateurs.

Transformateurs pour lampes ordinaires

J'appelle ici lampes ordinaires, des triodes à filaments toriés ou à oxydes, par opposition aux lampes à écran. L'amortissement du transformateur devrait théoriquement varier avec le nombre d'étages M. F. la tendance aux accrochages internes étant naturellement plus grande lorsqu'il y a 3 étages M. F. que lorsqu'il n'y en a que deux.

En pratique le contrôle de l'accrochage se fait par potentiomètre, c'est-à-dire par variation du potentiel des grilles amplificatrices (ce qui en somme revient à contrôler l'amortissement). Quoique l'on ait dit, il n'y a donc pas grand inconvénient à utiliser un type unique de transformateur qu'il y ait 2 ou 3 étages M. F., l'amortissement né-

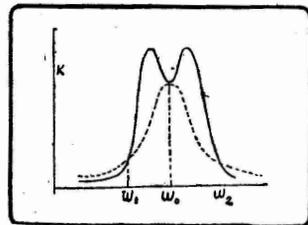


FIG. 8

cessaire devant obligatoirement être introduit d'une façon ou d'une autre pour empêcher l'amplificateur d'osciller.

Si, avec 3 étages M. F. il n'était pas possible de décrocher, il faudrait utiliser des lampes à plus faible coefficient d'amplification, ou à la rigueur aug-

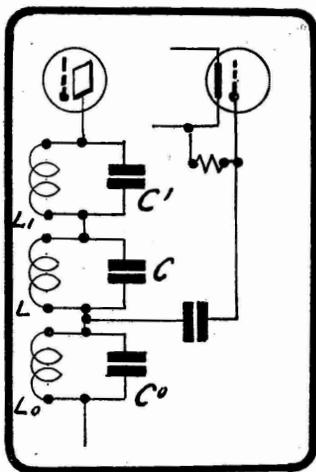


Fig. 9

menter l'amortissement d'un des étages (par exemple par le « truc du chapeau d'aluminium » indiqué ailleurs par M. Berché). Dans le cas où il faudrait amortir beaucoup un bobinage (chapeau très couplé) il est à craindre que l'étage en question ne soit sérieusement désaccordé d'où perte de sensibilité (dans le cas de transformateurs M. F. du type tout accordé). C'est pourquoi il vaut mieux utiliser des transformateurs également amortis à chaque étage ou, ce qui est à mon avis préférable sur le poste, avec contrôle de l'amortissement par potentiomètre.

Je vais maintenant décrire un type de transformateur M. F. qui convient parfaitement dans le cas de 2 ou 3 étages M. F. Son amortissement est tel qu'il permet de fonctionner avec 2 ou 3 étages M. F. sans inconvénient, le contrôle de l'accrochage étant fait par potentiomètre.

Ce transformateur est bobiné en fil 12/100 isolement émail et soie sur mandrin ébonite. L'isolement à la soie seule sans émailage du fil est à rejeter, car certaines ébonites trop chargées en soufre émettent des vapeurs sulfureu-

ses qui, au contact du fil de cuivre donnent du sulfure de cuivre; ce sulfure de cuivre imprègne la soie et la rend conductrice; il en résulte une infinité de défauts d'isolement entre spires, d'où augmentation formidable de l'amortissement. J'ai eu l'occasion de constater ce défaut sur un type de transformateur par ailleurs assez bien étudié, malheureusement au bout de quelques semaines ces transformateurs devenaient inutilisables par sulfuration.

Pour éviter cet inconvénient on peut utiliser un mandrin de porcelaine spéciale, ne donnant pas plus de pertes en haute fréquence que l'ébonite, ou en quartz. Il faut naturellement rejeter les carcasses en « matière moulée » ou en carton bakélinisé.

Les mandrins utilisés auront les dimensions indiquées au croquis ci-dessous (fig. 10). Ce mandrin comporte 3 gorges, celle du centre recevra l'enroulement primaire, les 2 autres l'enroulement secondaire.

On bobinera d'abord le primaire, 600 tours (fil 12/100 isolement émail et soie).

L'enroulement secondaire comprend 2 fois 700 tours du même fil.

On bobine d'abord 700 tours dans la première gorge puis, sans couper le fil on passe à la 3^e gorge en isolant soigneusement, avec un petit morceau de papier de soie paraffinée le passage du

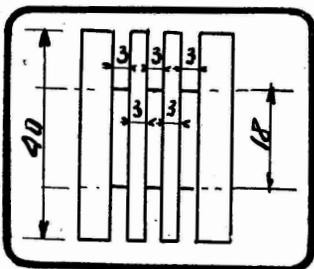


Fig. 10

fil secondaire sur la 2^e gorge occupée par l'enroulement primaire. Le secondaire sera accordé par un petit condensateur ajustable. La valeur de la capacité pour l'accord sur 6000 m. (50 kilocycles) est d'environ 0,40 millième de microfarad.

On utilisera donc pour l'accord un petit ajustable de 0,5. Il en existe divers modèles dans le commerce dont certains sont très bons. Une précaution essentielle est le montage correct de

l'amplificateur en observant les sens relatifs des enroulements.

On réunira, par exemple, les entrées des enroulements avec les électrodes des lampes, les sorties étant du côté batteries. De cette façon l'accrochage sera toujours très doux et réversible,

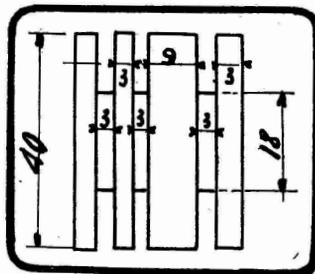


Fig. 11

les conditions de phases entre étages successifs étant réalisés. L'inversion d'un enroulement ne compromet pas toujours le fonctionnement, mais peut nuire à la stabilité.

Le transformateur peut être blindé par un petit carter d'aluminium repoussé qui laissera passer le bouton de commande du condensateur ajustable. Ce carter sera utilement mis au potentiel d'une des batteries afin d'éviter l'effet électrostatique dû à l'approche de la main au moment du réglage.

Le transformateur tel que je viens de le décrire donnera s'il est réalisé correctement, des résultats absolument parfaits. Il peut être réalisé aisément par l'amateur soigneux, mais peut également être trouvé dans le commerce. Il permet facilement la réception et séparation des stations européennes séparées par un minimum de 10 kilocycles.

Le filtre devant être utilisé avec ce transformateur comporte un primaire de 900 tours (fil 12/100) et un secondaire de 2 fois 600 tours sur un mandrin dont les dimensions sont données fig. 11.

Il pourra être blindé avec un petit carter d'aluminium comme le transformateur.

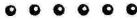
Il permet de réaliser avec les transformateurs décrits plus haut un amplificateur M. F. extrêmement sensible, stable et très pur tout en ayant une très bonne sélectivité. A mon avis il doit satisfaire les plus difficiles.

Jean DUSAILLY,
Ingénieur E. E. M. I.



Théorie des mouvements de l'éther au 19^e siècle

par Louis LA PORTE



Sous la plume si autorisée du Général Alvin, nos lecteurs ont apprécié les évocations des vies et travaux des savants qui ont construit la maison de l'électricité. On a pu se rendre compte ainsi de la forme déjà ancienne des Etats unis scientifiques du monde entier nés des échanges entre les cerveaux qui servent d'étoile polaire, de guide aux foules.

- On trouvera ci-dessous une analyse comparée des travaux sur le mouvement de l'éther au 19^e siècle. Maxwell, Newton et bien d'autres ont contribué à l'analyse des expériences successives et à leur interprétation donnant naissance aux exposés d'Einstein et de Broglie qu'on lira d'autre part.

Il y a trente ans le monde des savants se passionnait pour l'étude des ébranlements de l'éther. La méthode expérimentale faisait son apparition et remplaçait celle de l'observation pure et simple dont la précision laissait à désirer. Cette dernière méthode donnait naissance à un grand nombre de formules qui la plupart du temps ne permettaient pas l'établissement de lois générales. A l'heure actuelle nous sommes en pleine hypothèse, le fluide électrique qui n'était commode que pour donner une idée concrète et expliquer des phénomènes n'est plus de mode. L'explication de cette force qui nous apparaît si souvent et que nous utilisons à l'infini n'est pas encore donnée, car plus l'on avance dans l'étude de la matière et plus la complication des choses matérielles nous apparaît.

En étudiant, les recherches de G. Lebon, la « Vie des Atomes » de A. Boutaric, etc... on est étonné de se trouver à chaque instant en face d'un mouvement perpétuel de l'infiniment petit qu'accompagnent des phénomènes électriques.

Le chemin parcouru depuis lors est basé en majeure partie sur des hypothèses (1).

Les unes ont été reconnues justes, les autres fausses au fur et à mesure que l'on avançait. L'expérience arrivait souvent à point pour atténuer certains flottements ou redresser des erreurs d'interprétation. Pendant longtemps la propagation du fameux fluide électrique semblait se faire instantanément, il a fallu près de cinquante ans pour se rendre à l'évidence qu'il atteint à peu de chose près la vitesse de la lumière. L'imperfection des expériences permettait-elle d'inférer qu'il y avait égalité absolue de ces 2 vitesses ? L'on était bien près d'ad-

mettre que la vitesse de propagation était fonction de la longueur d'onde et l'on en déduisait que des différents rayons lumineux composant le spectre solaire, le rayon violet n'avait pas la même vitesse que le rouge. Pendant toutes ces discussions sur la lumière une découverte capitale eut lieu pour l'électricité, grâce au résonateur l'on arriva à produire et à déceler des oscillations électriques d'une fréquence de plusieurs centaines de millions.

L'ébranlement de ces oscillations se propage comme les ondes lumineuses et donne lieu à des phénomènes analogues à ceux de l'optique. Le radio-conducteur fait son apparition et décèle l'action de ces ondes. Les ondes hertziennes parcourent le monde elles franchissent la Manche, la tour Eiffel devient alors un véritable centre d'émission.

L'étude de plus en plus approfondie des ondes électriques commence à faire admettre l'éther. La théorie moléculaire seconde l'effort de nos physiciens. L'on admet que la force vive jadis considérée comme s'évanouissant, se retrouve sous une forme quelconque. Les explications du siècle précédent sur la chaleur, la lumière, l'électricité ne nous suffisent plus. La théorie des fluides disparaît, et l'on commence à s'apercevoir que les divers phénomènes observés semblent provenir d'une même cause, quelle que soit la source qui leur donne naissance. Toutes les actions mécaniques donnent en plus de la chaleur, de l'électricité. La chimie est elle-même étudiée de plus près et l'on remarque que les réactions, en plus des phénomènes d'endothermie ou d'exothermie, sont accompagnées de production d'électricité. Les actions chimiques intermoleculaires permettent de construire de puissantes sources d'électricité que l'on utilisera désormais sous le nom de piles. L'on obtient alors de l'énergie mécanique par l'électricité et réciproquement de l'électricité par de l'énergie mécanique. La substance conduisant la lumière, l'élec-

tricité, la chaleur était à imaginer, il la fallait exister dans tous les corps et dans les espaces célestes. Cette substance fut appelée éther. Les mouvements vibratoires sont admis comme étant transmis avec rapidité et à des distances immenses. Ce milieu hypothétique fut longtemps discuté. Ce support des phénomènes calorifiques et lumineux fut reconnu seulement comme servant de véhicule des ondes hertziennes lorsque Maxwell eut trouvé la relation existant entre le système électrostatique et le système magnétique. L'éther fut donc admis successivement par l'étude des trois phénomènes : la lumière, la chaleur et l'électricité.

Les anciens Aristote, Démocrite, Epicure, Lucrèce jusqu'à Newton ont cru que la lumière était une sorte de bombardement matériel, composée de corpuscules infiniment petits. La théorie de l'émission changea avec Malebranche qui proposa le système ondulatoire. Huyghens posa les principes fondamentaux de ce milieu hypothétique. Selon lui, les vibrations lumineuses transmises par un milieu infiniment subtil impressionnaient nos nerfs optiques. Ces expériences lui permirent d'expliquer les phénomènes de réflexion, de réfraction et de double réfraction.

Les mathématiques font faire un pas en avant à Young qui déduit des mouvements ondulatoires, la théorie des franges et des anneaux colorés grâce aux interférences.

Fresnel, physicien des 18^e et 19^e siècles, secondé par les découvertes antérieures établit les lois de la polarisation rotatoire, elliptique... La théorie de l'émission était fortement ébranlée et les expériences de Foucault dans la 1^{re} partie du 19^e siècle firent adopter définitivement la transmission ondulatoire. De toutes ces recherches il faut retenir surtout les différences de fréquences reconnues entre les rayons colorés du spectre solaire.

De même que la lumière, la chaleur fut longtemps regardée comme une émission de

(1) Se reporter à l'éditorial d'octobre sur le rôle de la théorie et de l'hypothèse dans l'évolution de la Science (N.D.L.R.)

substance projetée par les corps chauds; c'était donc la généralisation de la théorie de l'émission. Archimède, illustre géomètre de l'antiquité, découvrit la possibilité, à l'aide de miroirs « ardents », de réfléchir et de concentrer la lumière solaire et sa chaleur en un point déterminé. L'émission pouvait donc être réfléchie et réfractée comme la lumière. Melloni, physicien italien, au commencement du 19^e siècle étudia la dispersion des rayons calorifiques à travers un prisme de verre et mieux à travers un prisme de sel gemme. Dès ce moment on est en possession du spectre calorifique qui va de l'infrarouge à l'ultra-violet en passant par spectre visible lumineux. L'analogie des dispersions lumineuses et calorifiques s'établit de plus en plus.

Un peu plus tard Masson et Jamain éclaircissent un point intéressant: les rayons lumineux et calorifiques. La partie de la gamme du spectre calorifique qui correspond au spectre lumineux est profondément étudiée et ces deux derniers physiciens s'aperçoivent: 1) que les longueurs d'onde calorifiques et lumineuses sont les mêmes; 2) que la région visible du spectre absorbe la même proportion de chaleur et de lumière. On en déduit qu'il n'y a pas deux vibrations superposées, mais une seule de période déterminée. La dernière partie du spectre vibratoire, celle qui comprend l'ultra-violet, va nous ouvrir un horizon des plus intéressants. Les vibrations comprises dans cette gamme de fréquences sont nommées rayons chimiques. Ces rayons proviennent de la dissociation chimique des molécules. Les rayons considérés comme tout à fait distincts des rayons lumineux et calorifiques de ces dernières expériences vont être admis comme étant des vibrations de même nature mais de fréquences différentes.

L'analogie de toutes ces vibrations est définitivement prouvée par les expériences de Fizeau et de Foucault qui réussissent à obtenir avec les rayons calorifiques, par interférences, des régions alternativement froides et chaudes, par diffraction des anneaux semblables aux anneaux lumineux colorés. Les polarisations calorifiques rotatoires sont enfin prouvées expérimentalement.

En face de telles découvertes, la propagation de toutes ces ondes impose la présence d'un milieu spécial existant dans les espaces célestes et dans toutes les molécules composant la matière.

Jusqu'en 1845 aucune liaison n'avait lieu entre la lumière et l'électricité. Faraday soumet un rayon lumineux à l'action d'un puissant champ magnétique et réalise la rotation du plan de polarisation de la lumière. Cette polarisation désignait le phénomène qui consiste à transformer les vibrations orientées dans toutes les directions autour de l'axe de direction du rayon lumineux et de les grouper sur un même plan, le plan de polarisation étant perpendiculaire à celui des vibrations.

La polarisation est produite de la façon suivante: Si un rayon lumineux traversant un milieu transparent est soumis à un faisceau de lignes de force magnétique parallèle au premier rayon, le plan polarisation tourne d'un angle fonction de l'intensité du champ magnétique.

L'influence du champ magnétique sur la lumière démontrait qu'il existait une relation étroite entre le magnétisme et la lumière.

Il existe deux systèmes principaux pour évaluer les grandeurs électriques et magnétiques, si l'on considère l'unité magnétique comme dérivant de l'unité électrique, le système adopté est le système électrostatique. Si l'on considère l'unité électrique comme

dérivant de l'unité magnétique, le système adopté est le système électromagnétique. Le rapport de ces deux valeurs numériques donne un nombre constant, celui de 300.000; celui-ci représente la vitesse de la lumière. Soit par exemple le volt, dans le système électromagnétique C G S 1 volt égale 10⁸ et dans le système électrostatique

$$1/300 \text{ ou } \frac{10^8}{1/300} = 3 \cdot 10^{10}$$

Maxwell admit que les vitesses de l'onde électromagnétique et de la lumière étaient égales. L'éther était donc le même milieu servant à transmettre l'électricité, le magnétisme, la lumière et la chaleur. Poussant plus loin sa théorie Maxwell réussit à démontrer que la lumière n'était pas autre chose qu'un phénomène électromagnétique.

Ce ne fut qu'avec Hertz, vingt-cinq ans plus tard, que l'on put grâce à des expériences établir la vérité de cette dernière théorie.

Dans un article paru une des années précédentes, nous avons posé la suite des calculs nous amenant aux conditions obtenues par Thomson pour la production des oscillations.

Cette condition est

$$R < 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Cette dernière étant réalisée, tout condensateur se déchargeant à travers un conducteur de résistance R, voit ses 2 charges de noms contraires redevenir à l'état neutre. Cette combinaison n'a lieu que partiellement à chaque oscillation et il en faut un grand nombre avant que ces deux électricités s'annulent complètement. Le nombre de ces oscillations amorties est lié à

$$(A' \sin \alpha' t + B' \cos \alpha' t) e^{-\frac{Rt}{2L}}$$

l'amplitude de ces oscillations va donc en décroissant en progression géométrique. Le conducteur qui relie les 2 armatures du condensateur est parcouru par un courant alternatif de très haute fréquence. Il se forme autour du circuit un champ magnétique de même fréquence. Les deux armatures chargées périodiquement engendrent un champ électrostatique alternatif. Il y a donc à chaque instant un champ électrostatique et un champ magnétique oscillants décalés d'une demi-période l'un par rapport à l'autre et constituant un champ électromagnétique.

C'est grâce au miroir tournant de Feddersen que l'on put vérifier la théorie des oscillations électriques. Le point essentiel sur lequel était basée cette expérience est le suivant: Dans une étincelle qui éclate les parties métalliques arrachées au pôle positif sont généralement lumineuses, celles échappées au pôle négatif ne le sont jamais. A l'aide d'un miroir tournant, on projette sur un écran les rayons lumineux, par dilatation de l'image lumineuse on obtient une série de bandes alternativement brillantes et obscures. L'expérience était concluante; dans ces expériences Feddersen étudia des oscillations d'une durée de 0,00003 à 0,000025 seconde.

Perfectionnant l'appareil émetteur d'ondes, Hertz, Lodge et Blouidot obtinrent des oscillations beaucoup plus rapides. L'excitateur de Hertz était composé d'une bobine de Ruhmkorff aux bornes de laquelle étaient fixées deux boules de bois à couvertures métalliques, l'étincelle jaillissait entre ces deux dernières.

L'excitateur de Lodge était à peu près du même type; il avait l'inconvénient de

produire des étincelles dont l'amortissement était considérable.

Celui de Blouidot se composait d'un condensateur et de deux petites boules entre lesquelles jaillissaient des étincelles peu amorties. Ces oscillations étaient recueillies par induction sur un fil placé très près de l'éclateur.

L'étude des oscillations hertziennes fut considérablement facilitée grâce au résonateur. Cet appareil se compose simplement d'une spire métallique offrant une toute petite solution de continuité. Placé près d'un excitateur, ce dernier appareil donne naissance à une série d'étincelles; il est donc influencé par les ondes électromagnétiques émises par l'excitateur. Son orientation permet suivant le cas d'éliminer soit l'action électrostatique, soit l'action magnétique.

L'utilisation du résonateur permit par interposition de différentes matières entre l'émetteur et le récepteur, d'étudier la transparence électromagnétique des substances employées. Le bois, la brique, le ciment, etc. se révélèrent comme transparents, au contraire les métaux jouèrent le rôle d'écran. Ces écrans réfléchissaient les ondes comme un miroir les rayons lumineux. En interposant des prismes transparents l'onde électromagnétique fut réfractée.....

La proposition de Maxwell définissant la lumière comme étant un phénomène électromagnétique était vérifiée.

Une découverte importante permit de réaliser l'étude des antennes. Les expériences ci-dessus des interférences à travers l'espace et le long des fils conducteurs firent reconnaître l'existence de nœuds et de ventres révélés par le résonateur. On fit réfléchir sur elle-même à l'aide d'une plaque métallique une onde électromagnétique, il se produisit des battements, les maxima d'intensité de fonctionnement du résonateur avaient lieu aux ventres et les minima aux nœuds. Le long des fils métalliques induits à distance par un excitateur les mêmes battements se reproduisirent, l'extrémité du fil jouant le rôle de miroir. L'onde électromagnétique a donc sensiblement la même vitesse dans l'espace et sur un fil métallique.

Les ondes électromagnétiques sont toujours polarisées, leur plan de vibrations étant parallèle à l'axe de l'étincelle. On peut se rendre compte de cette particularité en plaçant entre le résonateur un réseau de fils métalliques parallèles à l'axe de l'étincelle, ce réseau jouera le rôle d'écran. Si ces fils étaient perpendiculaires à l'étincelle ils n'auraient aucune influence sur le résonateur. Dès 1900 la télégraphie sans fil grâce à M. Branly pouvait permettre des communications à des distances un peu supérieures à 50 kilomètres. M. Branly avait adopté comme radioconducteur un tube de limaille, de fer très légèrement tassée. Le principe du radioconducteur était le suivant: un tube de limaille de fer a une résistance variable suivant qu'il est ou non soumis à un champ électromagnétique.

Newton fit aussi une étude approfondie sur la vitesse des ébranlements dans l'éther, nous allons brièvement en exposer les parties essentielles. L'éther était donc devenu indispensable pour expliquer les différents phénomènes des oscillations. Le célèbre physicien partit des deux hypothèses suivantes: L'éther est élastique et doué d'une propriété identique à la masse. Si l'on considère un centre de vibrations pris dans un milieu isotrope, les vibrations qui parcourent ce milieu sont animées d'une vitesse V constante. Au bout d'un certain temps t à une distance Vt ou a une sphère dont les molé-

cules sont toutes animées d'une même vibration. Les vibrations comme nous l'avons vu plus haut sont perpendiculaires à l'axe de propagation et par conséquent situées dans un plan tangent en chaque point de la sphère de rayon Vt . Ces ondes sont dites planes. Considérons une molécule comprise dans un de ces plans, et animée d'un mouvement de vibration telle une balle élastique. Les déplacements infiniment petits de cette molécule agissent sur une molécule voisine de la première et située dans un plan parallèle au premier et à une distance infiniment petite. Le problème consiste à déterminer quelle sera la vitesse V de la transmission de cette réaction. Soit e la force élastique entre les surfaces unités pris dans les deux plans infiniment rapprochés en α la base unité du parallépipède rectangle dont les arêtes sont dirigées suivant l'axe de propagation du mouvement. La molécule considérée subit comme une translation de vitesse V dont la quantité de mouvement est $Vd\alpha$. L'impulsion à laquelle est soumise la molécule est $e dt$, d'où $e dt = Vd\alpha$. Faisons varier t de 0 à 1 unité de temps et intégrons, l'on obtient : $e = Vd$. Qu'est-ce qu' α ? α est la masse de l'éther sur laquelle e a agi pendant une seconde. Si d est la densité de l'éther on peut poser $\alpha = Vd$ et $e = V^2 d$, d'où

$$V = \sqrt{\frac{e}{d}}$$

C'est la formule de Newton. La théorie du physicien ne s'arrête pas là. La molécule sur laquelle nous avons résonné est animée d'un mouvement vibratoire dans toutes les directions du plan tangent à la sphère de rayon vt avec la vitesse V définie plus haut. Ces réactions se transmettent d'une molécule à l'autre dans tous les plans tangents à la sphère et par conséquent sur toute la sphère. L'énergie vibratoire émise d'un centre quelconque se transmet sur un nombre de molécules qui augmente proportionnellement avec le carré de la distance. La vitesse de l'élasticité étant considérable on en déduit que v l'élasticité de l'éther est très grande tandis que sa densité est très faible.

Nous avons supposé tout à l'heure que toutes les ondes émises se propageaient dans un milieu isotrope. Les expériences sur la vitesse de la lumière ont démontré que celle-ci variait suivant les milieux qu'elle traversait, or la lumière est une onde électrique, si V varie, e et d peuvent varier toutes les deux ensemble ou l'une d'elles seulement. Fresnel s'est basé sur l'hypothèse que d seul pouvait augmenter par la présence de molécules matérielles. La densité du milieu augmenterait ainsi dans la matière. Neumann et Mac-Cullagh considèrent que d est constant et e l'élasticité doit diminuer par la seule présence de la matière. La seconde hypothèse explique le phénomène de la diffraction des ondes, ainsi que celui de la dispersion. Ainsi la lumière solaire composée d'ondes de différentes périodes se réduit à un véritable éventail de pinces colorées quand il émerge d'un prisme. Ceci est plausible si l'on suppose que l'élasticité e de l'éther dans le bloc matériel traversé est fonction de la vitesse des vibrations qui le frappent, la réaction des molécules matérielles sur celles de l'éther serait d'autant plus considérable que ce dernier a un mouvement plus rapide. Newton pour établir sa formule s'était basé sur des phénomènes électriques, or, si la lumière obéit à ces déductions, cette théorie est bien applicable aux ondes électromagnétiques. e représen-

terait alors le pouvoir inducteur spécifique et d la perméabilité magnétique. Qu'est-ce que le pouvoir inducteur spécifique? Deux charges électriques placées dans un milieu ont des attractions proportionnelles à l'élasticité du milieu, si le milieu change, l'attraction change. Si nous considérons deux milieux, l'un matériel, l'autre l'éther leur rapport K sera inverse de l'élasticité de l'éther. Qu'est-ce que la perméabilité magnétique? C'est le flux de force magnétique qui traverse un milieu soumis à une induction. Le flux est fonction du nombre de molécules de l'éther comprises dans le milieu ou à la densité de l'éther. La première formule de Newton devient :

$$V = \frac{1}{\sqrt{K\mu}}$$

M. Bloulot fut le premier qui réussit d'une façon expérimentale à trouver la vitesse de l'onde électromagnétique. Son principe était défini par :

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

c'est-à-dire la vitesse de l'onde est proportionnelle à la longueur d'onde et fonction inverse du temps exigé pour une période. Si l'on place un résonateur dans un champ électromagnétique, cet appareil est soumis au phénomène de résonance multiple. Le résonateur a une onde propre définie par la formule :

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

et il faut introduire dans

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

la période du résonateur. Bloulot sur une douzaine d'expériences obtint une vitesse voisine de 303.000 km. à la seconde.

La méthode de mesure directe de Federsen à l'aide du miroir tournant n'est pas commode à réaliser à cause de la vitesse considérable que l'on doit fournir au miroir.

Les diverses expériences de Fizeau, Foucault, Cornu, Michelson, Young et Newcomb donnèrent d'une part 300.000 km. pour la lumière et celles de Bloulot, Duane et Saunelers 299 à 300.000 km. pour l'onde électromagnétique et ceci dans l'air. On peut donc se rendre compte que la vitesse de propagation de l'onde électromagnétique est très voisine de celle de la lumière. Revenons maintenant au nombre V de Maxwell. Nous avons vu plus haut que les grandeurs électriques et magnétiques pouvaient s'exprimer soit en fonction du système électrostatique, soit en fonction du système électromagnétique.

Le nombre V obtenu peut être considéré comme le quotient de l'espace par le temps et correspond à une réalité physique. Kirchoff montra mathématiquement que V représentait la vitesse de l'onde électromagnétique sur un conducteur. Le nombre V fut calculé de trois façons différentes. On compara entre elles les valeurs électrostatique et électromagnétique d'une quantité d'électricité, d'une capacité et d'une force électromotrice.

Weber basa ses expériences sur la valeur d'une quantité d'électricité et Maltley sur

celle des capacités. Sans indiquer la démonstration mathématique et expérimentale, nous en donnerons le résultat. $T = \pi CR$. T est la période de l'oscillation de l'onde, C la capacité du condensateur employé et R la résistance. Le principe était le suivant : Si nous prenons deux dérivations, la première composée de C et de R en série, la seconde d'un électromètre dont la feuille oscillante est reliée au point de contact de C et de R . La feuille de l'électromètre n'éprouvera aucune déviation si la condition donnée plus haut est réalisée. C dans cette relation est donnée en unités électromagnétiques. En définissant ensuite C en unités électrostatiques, le rapport de ces deux évaluations donne V . Toutes ces expériences permettent de conclure que la vitesse de l'onde électromagnétique est sensiblement égale à celle de l'onde lumineuse. Cependant il n'est pas possible d'affirmer que la vitesse de propagation d'ondes de différentes périodes dans l'éther soit indépendante de leur période, car la période de vibration d'un milieu élastique est fonction de l'élasticité de ce milieu. S'il en est ainsi la vitesse de propagation fonction de l'élasticité variera avec la période propre de la vibration transmise, or, plus le milieu est élastique, plus la période de vibration sera courte et plus la propagation sera rapide. On peut en conclure que les vibrations très rapides se transmettront plus vite que d'autres plus lentes. Cette déduction nous amènerait à dire que les vibrations ultra-violettes plus rapides que celles des ondes électromagnétiques se transmettront à des vitesses différentes. Les expériences de Young et de Forbes appuient fortement cette hypothèse.

L'expérience de la route dentée produisant une image lumineuse, dont la coloration tendait vers le bleu à mesure que la vitesse de rotation augmentait et devenait de plus en plus rouge quand la vitesse décroissait.

Avant de terminer cet article il est peut être intéressant d'exposer parmi les nombreuses hypothèses que l'on fit sur la composition de l'éther, celle de Maxwell qui est à retenir. Maxwell considérait l'éther comme constitué d'un nombre infiniment grand de petites sphères tournant sur elles-mêmes très rapidement et se transmettant leur mouvement de l'une à l'autre. Deux catégories de sphères devaient exister. Dans la première étaient classées les cellules qui par leur rotation produisaient des tourbillons moléculaires. La force magnétique était formée par ces derniers tourbillons. La deuxième catégorie comprenait des particules dont le but était de transmettre le mouvement de rotation sans changer le sens des premières. Ces particules étaient l'électricité proprement dite. Considérons une courbe servant d'axe à une série de cellules. Ces cellules tournant sur elles-mêmes s'aplatissent suivant leur axe et s'élargissent perpendiculairement à la courbe qui leur sert d'axe. Il y a donc une tension tangente à la courbe, cette tension est la force magnétique, et des pressions latérales provoquant des répulsions que l'on trouve entre deux lignes de force du spectre magnétique. Les particules d'électricité donnent un même sens rotation aux tourbillons moléculaires constituant les autres courbes voisines. Dans un diélectrique les particules ont des déplacements tous de même sens plus petits que dans l'éther libre. Ces déplacements donnent lieu sur les cellules de deux courbes voisines, des efforts tangentiels contrebalançant leurs actions aux deux extrémités d'une même cellule. La force électrique est constituée par ce déplacement des particules qui tendent constamment

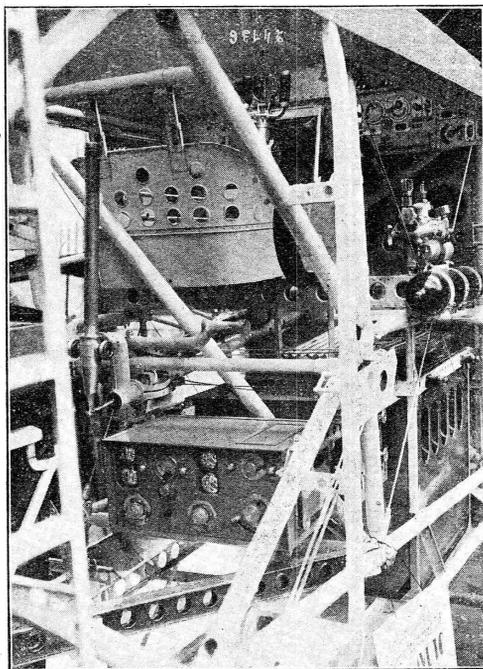
à reprendre leur position initiale, tel un élastique bandé. La théorie de Maxwell s'applique aussi aux phénomènes qui se passent dans un conducteur parcouru par un courant électrique. Une source continue d'électricité ayant ses bornes reliées par un conducteur métallique donne naissance à un courant de particules électriques. La friction de ces particules sur les cellules donne une production de chaleur et une rotation des cellules. Les particules qui se trouvent au centre du conducteur en se déplaçant donnent un mouvement de rotation aux cellules qui se trouvent suivant un cercle ayant pour centre l'axe du courant. La seconde couche des cellules tourne dans le même sens que la première mais plus vite. S'il y avait égalité de vitesses angulaires entre les différentes couches de cellules les particules resteraient sur place. Enfin si la première couche tournait plus vite que la seconde, les particules reculeraient par rapport à celles du courant

central. Le courant des particules donne lieu à une rotation moléculaire faisant vis à droite par rapport à la force magnétique.

Le mouvement de rotation se transmet aux couches concentriques à des vitesses de plus en plus grandes passant du conducteur à l'espace ambiant. Quand il y a un second conducteur dans cet espace, les cellules de celui-ci sont impressionnées, les particules sont alors chassées en sens contraire de celui du premier fil. Il y a donc explication du phénomène d'induction. Ce courant d'induction n'est que momentanément car la rotation des cellules du fil induit se propageant dans toute la masse de ce dernier chasse les particules en sens inverse et le mouvement de ces dernières est arrêté bien que le mouvement de rotation des cellules continue. Ces cellules, grâce à leur élasticité, subissent une certaine déformation. Le mouvement de transmission ne se fera pas instantanément et cette propagation sera fonction de l'élas-

ticités. D'après la théorie de Maxwell les particules ne subissent que des déplacements très petits dans un milieu diélectrique. Ces déplacements tendent à s'annuler dès que la cause qui les a provoqués a cessé. Si des déplacements sont alternatifs les cellules éprouvent un mouvement alternatif. Les vibrations des particules lorsqu'elles sont suffisamment rapides donnent de la lumière, mais lorsqu'elles sont mille fois moins rapides il y a émission d'ondes hertziennes. Le mécanisme est donc le même pour les ondes hertziennes et les ondes électromagnétiques lumineuses. Si une cellule est soumise à deux mouvements rotatoires alternatifs décalés d'une 1/2 période la dite cellule restera au repos. C'est ce qui explique encore les phénomènes d'interférences.

Louis LA PORTE.



Poste de T. S. F. du Bréguet.



Intérieur du Farman 301 trimoteur. Vue du poste de T. S. F.

TELEVISION

LES "NOUVEAUTÉS" DE LA TÉLÉVISION

Télévision en Duplex et Radio-Cinéma

par R. TABARD

• • • • •

Jusqu'à présent, la Télévision a eu une très faible place dans nos colonnes ; nous avons cru indispensable de commencer à combler cette lacune. Nous n'avons pas d'ailleurs l'intention, jusqu'à ce que notre laboratoire puisse mettre à la disposition du lecteur un récepteur complètement au point, de passer aux réalisations.

Nous aurions plaisir à recevoir de nos lecteurs, comme cela a lieu pour les pick-up, toutes suggestions sur ce sujet.

N. D. L. R.

LA Radiovision ne fait pas qu'exciter la curiosité des foules ; elle a déjà des applications nombreuses et grandes et des possibilités plus grandes encore.

Il faut citer d'abord la Radiovision en Duplex dans laquelle deux opérateurs peuvent se voir et se parler à distance.

Vient ensuite le Radio-cinéma dont les débuts sont pour le moins encourageants.

D'ailleurs on paraît moins disposé à lui demander l'image sur l'écran des événements qui se passent à distance que de fournir des ensembles purement artistiques.

L'un il est vrai, n'exclut pas l'autre, mais cela sera, suivant la formule consacrée, l'œuvre de demain.

Quant à la Radiovision en Duplex ne viendra-t-elle pas compléter un jour prochain notre système de liaisons téléphoniques ?

Tout cela n'est pas de l'hypothèse et nos dires sont ici étayés sur des expériences récentes ; quelques-unes même ayant été présentées au public

Ces distinctions étant faites, nous

croions pouvoir traiter ici ces deux sujets séparément.

Nous commencerons par la Radiovision en Duplex.

I. — RADIOVISION EN DUPLEX

Les techniciens qui nous lisent ont compris à ce seul énoncé qu'il s'agit de stations doubles (émettrice et réceptrice)

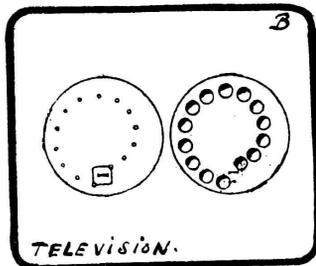


Fig 1

autant des paroles que d'images, le tout fonctionnant sous des contrôles appropriés.

Maïs ce qui peut être intéressant pour tout le monde, hors ce principe qui est connu, est la description des moyens mis en œuvre pour atteindre l'objectif proposé.

Les premiers essais, très récents, ont été faits en Amérique, à New-York avec transmission des images animées par fil — exactement par câbles sous-terrains — et sur une distance de deux kilomètres environ.

L'initiative de ces expériences revient à la Bell Telephone dont la réputation dans le monde de l'électricité et de la radioélectricité n'est plus à faire.

Cette société qui envisage sérieusement un service public procède de la façon suivante :

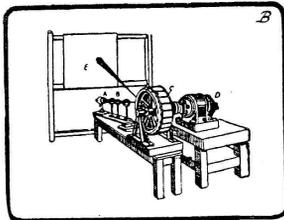
A chaque extrémité de la ligne se trouve une cabine émission-réception tant, comme nous l'avons dit, pour la téléphonie que pour la radiovision.

On conçoit donc que l'ensemble étant en ordre de marche les deux opérateurs se voient et s'entendent à travers la ligne.

Au point de vue équipement des cabines, chaque opérateur dispose d'un microphone électro-statique et d'un haut-parleur électro-dynamique.

Deux systèmes de radiovision: Emission et réception complètent l'installation.

Dans les deux cas, on utilise le disque analyseur de Nipkow représenté par la figure 1, la réception se faisant de la façon habituelle sur une lentille condensateur.



Notre figure 1 montre un disque de Nipkow, lequel porte simplement des trous disposés en spirale d'Archimède.

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que ce disque serait sans doute encore dans l'armoire des cabinets de physique si la radiovision ne l'en avait fait sortir. (Il fut en effet imaginé en 1884 pour l'analyse des phénomènes optiques.)

D'une façon générale, il faut prévoir entre deux trous successifs une distance égale au côté d'un des « points » formant la trame de reproduction (ou de visualité) laquelle est fixée d'avance par le constructeur.

Il n'y a guère de variante à cette disposition sauf le cas où les trous sont « bouchés » par des lentilles ce qui est le procédé Brillouin.

Voici maintenant quelques renseignements sur les « disques » utilisés par la Bell Telephone:

Chaque disque porte 72 trous, ce qui correspond pour chaque image émise ou reçue à sa décomposition en $72 \times 72 = 5.144$ éléments distincts, le courant qui y correspond est alternatif et de l'ordre de 10 à 40.000 périodes par seconde.

L'emploi du disque de Nipkow correspond à l'émission, à l'exploration de l'image (animée) à transmettre.

Il existe d'autres procédés, mais partant tous d'un principe similaire.

C'est par exemple le cas de la Roue de Weiller qui est utilisée dans le systè-

me Karolus usité chez Telefunken et dans le procédé d'Alexanderson.

Cette dernière est représentée par la figure 2.

On remarque en AB un rayon lumineux qui vient frapper les miroirs C portés à la périphérie de la roue.

Celle-ci, entraînée par un moteur D, est montée de telle façon que le rayon réfléchi (ou pinceau) puisse explorer un écran E par une suite de raies parallèles se succédant sans cesse.

La qualité de l'exploration est, bien entendu, d'autant meilleure que ces raies sont plus rapprochées les unes des autres.

Nous n'insisterons pas plus sur ce sujet; le disque de Nipkow étant lui-même d'une idéale simplicité.

Disons à titre indicatif qu'il est utilisé actuellement par la C^e des Compteurs, par Jenfins et par la Bell Telephone.

Chaque transmetteur d'images animées possède un disque émetteur de 21 pouces de diamètre et qui, par interposition d'une

ter avec des effets de capacité gênants et les constantes de temps des circuits.

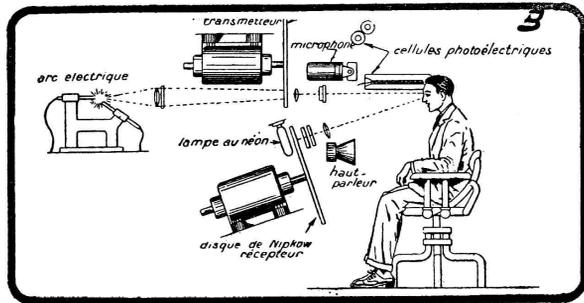
Il y a encore la question de la synchronisation entre les quatre disques d'émission et de réception.

Celle-ci est obtenue en faisant entraîner chacun d'eux par un moteur indépendant tournant à une vitesse égale à 18 tours par seconde.

Ceci revient à utiliser quatre moteurs établis à raison de deux par cabine et synchronisés entre eux au moyen d'un oscillateur à lampes fournissant une fréquence de 1.275 périodes par seconde et qui alimente sous faible intensité et faible tension une ligne spéciale dite de synchronisation.

Des dérivations faites sur cette ligne, attaquant des amplificateurs puissants dont les courants de sortie synchronisés contrôlent les champs inducteurs des moteurs utilisés.

La lumière alimentant le disque transmetteur est rendue bleue afin de ne pas fatiguer la vue de l'opérateur.



source lumineuse explore le visage de l'opérateur. Chaque disque commande un jeu de 12 cellules lesquelles font apparaître à leur suite un courant qui reproduit la modulation optique.

Ce courant est extrêmement faible (de l'ordre de dix mille millièmes d'ampère, c'est-à-dire de 10-11 ampère).

C'est pourquoi on l'amplifie à l'aide d'appareils ayant autant de distorsion que possible. Les amplis à liaison par résistance-capacité sont ici indiqués et encore faut-il utiliser des blindages et des isolements très poussés.

D'autre part, comme la transmission se fait par câbles sous-terrains, il faut comp-

Elle forme contraste avec la lumière rosée donnée par la lampe au néon.

II. — LE RADIO-CINEMA

Il s'agit du procédé Baird qui a été présenté très récemment au Coliseum et à l'Olympia.

C'est un cas particulier de la radiovision et dans lequel la principale difficulté est le grossissement démesuré de la trame.

Notre figure 4 montre un exemple d'image obtenue par ce procédé.

Il est curieux d'observer le contraste qui existe entre la trame grossière du dessin et une certaine continuité des traits

qui apparaît dès que l'on prend un recul relatif (à partir de cinq mètres).

Cette difficulté tient au fait que l'on doit travailler sur un écran assez grand, qui peut être considéré comme un analyseur alors que la lentille condensateur des appareils normaux de radiovision est plutôt un synthétiseur.

Dans le procédé actuel qui donne des résultats, dont la figure 4 permet de se faire une idée, on procède de la façon suivante :

L'écran de projection est réalisé au moyen d'un verre dépoli, derrière lequel on place un tableau portant 2.100 lampes à incandescence (genre lampe de poche), réparties dans un nombre égal de cellules carrées.

Ecran et tableau occupent une surface de 65×1 mètre 60.

La formation de l'image s'effectue de la façon suivante :

Les 2.100 lampes sont mises successivement en circuit par un commutateur tournant, dont le frotteur peut porter sur 2.100 segments ou plots correspondant chacun à un circuit de lampe.

Le frotteur tourne à une vitesse de 12 tours par seconde et par suite le temps d'allumage d'une lampe est de $1/12^e$ de seconde.

Toutefois la « brillance » n'a pas cette durée, car les filaments ont tous une constante de temps assez importante.

Le balai du commutateur est en liaison avec la plaque de la dernière lampe d'un amplificateur, de sorte qu'au moment de l'émission d'un point « vu » par le téléviseur de départ, il y a un courant plaque-balai-segment-lampe et masse qui fait briller la lampe.

On voit — et c'est la conclusion — qu'il est à peine utile de formuler — que toutes ces réalisations, purement merveil-

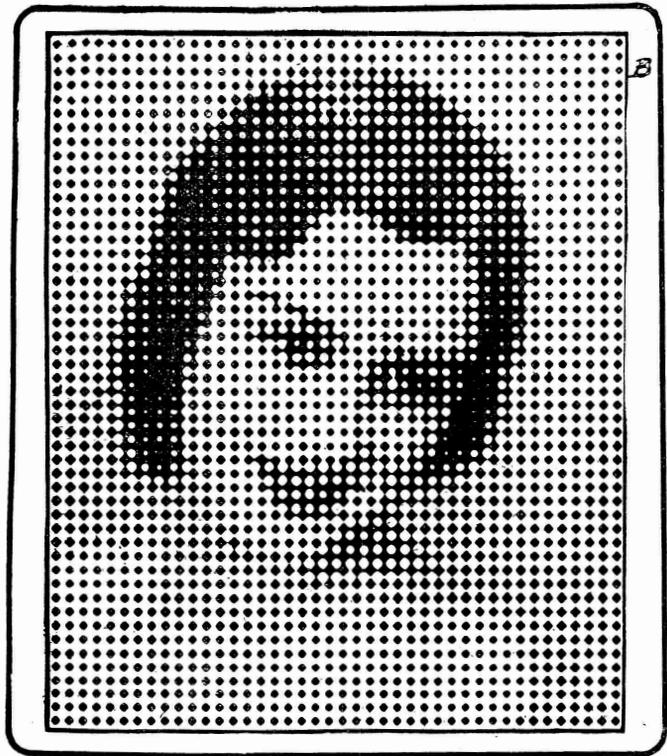


Fig 4

leuses, brillent surtout par leur extrême simplicité.

On a, par contre, affaire à des mécanismes délicats, donc coûteux et longs à mettre au point, ce qui retarde d'autant la mise de la radiovision au service du public...

Quoi qu'il en soit, les succès enregistrés jusqu'à ce jour sont les gages d'une réussite certaine.

Nous nous en félicitons pour notre industrie radioélectrique qui trouvera et trouve déjà dans la radiovision un champ nouveau où pourra s'exercer son activité.

R. Labaref



LA HOUILLE BLANCHE

par Jean BARRÉ



LES récentes expériences de M. Georges Claude dans la mer des Antilles ont attiré l'attention du grand public sur un nouveau mode de production de l'énergie électrique, dont les possibilités semblent devoir être très étendues; mais en attendant le fonctionnement régulier d'une puissante centrale à vapeur d'océan, il ne faut pas perdre de vue les moyens classiques de production de l'électricité : les usines thermiques et les usines hydroélectriques. Ce sont ces dernières qui semblent surtout devoir prendre une importance considérable dans un avenir assez rapproché; les estimations les plus optimistes s'accordent pour prédire l'épuisement des mines de charbon dans cinquante ans environ; il faudra donc, avant cette date, disposer d'une autre source d'énergie capable de suffire à elle seule à tous les besoins industriels et domestiques. A ce point de vue nos pays sont moins favorisés que d'autres pays, tels que les pays scandinaves, dont la configuration et le climat permet l'utilisation à grande échelle de la force du vent : on y rencontre en effet de nombreuses stations à ailes de moulin ou, surtout, à rotors, produisant 50 ou 100 kilowatts, puissance suffisant à l'alimentation d'un village de moyenne importance. Puisqu'une telle organisation ne semble pas devoir être réalisée en France, tout au moins pour l'instant, il semble qu'il n'y ait qu'à intensifier l'exploitation de la houille blanche. En effet, on évalue à un million de kilowatts la puissance moyenne des usines hydroélectriques déjà installées en France, et on estime que quatre millions de kilowatts pourraient encore être produits par l'aménagement des ressources hydrauliques non encore exploitées. Malgré cette marge importante, l'installation d'usines hydroélectriques qui avait connu une grande activité au lendemain de la guerre, est actuellement en période de ralentissement nettement marqué. Les causes de ce phénomène sont extrêmement simples, et d'ailleurs parfaitement connues; nous en dirons quelques

mots plus loin. Auparavant nous nous proposons de montrer à nos lecteurs comment on installe, aujourd'hui, une usine hydroélectrique vraiment moderne, d'après les données techniques les plus récentes.

GENERALITES

L'utilisation de l'énergie d'un cours d'eau ou d'une chute est un problème d'espèce, dont la solution dépend d'une quantité de données particulières touchant la situation géographique, la nature du sol, la régularité du débit, etc... Cependant toutes les usines hydroélectriques peuvent être réparties en trois grands groupes bien distincts, se différenciant par le mode d'alimentation en eau.

En effet le but de l'aménagement d'un cours d'eau est de créer une dénivellation assez importante pour alimenter les turbines. Tantôt cette dénivellation sera créée en utilisant la pente naturelle du cours d'eau; on établit alors à une certaine distance en amont de l'usine, distance pouvant d'ailleurs atteindre plusieurs kilomètres, une prise d'eau suivie d'un canal d'aménée à faible pente, qui se termine à une chambre de mise en charge, d'où partent les conduites forcées aboutissant à l'usine. Dans d'autres cas, un barrage établi en travers du fleuve à un endroit bien choisi formera une retenue importante, un lac artificiel suivant l'expression courante; l'usine sera construite au pied du barrage, parfois même dans le barrage (usine-barrage). Enfin il peut se présenter le cas où l'on dispose de lacs de montagne naturels dont le niveau est constamment maintenu par la fonte des neiges et les torrents, dans ce cas, ou bien on supprime les déversoirs naturels par des barrages, ou bien on perce les parois par un canal en charge pouvant atteindre une longueur impressionnante.

Il est curieux de constater que ces trois solutions s'appliquent à trois régions de la France. La première comportant un canal d'aménée et une chambre de mise en charge et hautes chutes, est surtout

localisée dans les Alpes; la deuxième, avec des barrages importants et des usines barrages se rencontre surtout dans le Massif Central; enfin la troisième solution, l'utilisation des lacs de montagne, est en faveur dans les Pyrénées. Nous laissons volontairement de côté pour l'instant l'aménagement des fleuves et des rivières importants en plaine, car il pose des problèmes de nature un peu particulière. Nous y reviendrons un peu plus loin.

Quel que soit le type de l'installation, le but de l'ingénieur est de réaliser le maximum de rendement, combiné avec le minimum de dépenses. Un cours d'eau qui, par ses multiples et imposantes cascades, semble devoir fournir une puissance considérable et facile à capter, pourra n'être qu'un médiocre fournisseur de houille blanche, parce que son débit est très irrégulier, et que son minimum pourra ne pas coïncider avec le minimum de consommation. Un autre exigera, pour être convenablement aménagé, des dépenses excessives qui ne seront pas couvertes par le prix de vente de l'énergie produite.

Ce n'est donc qu'après une étude très sérieuse du débit du cours d'eau, faite au moyen d'appareils appropriés, et des conditions générales d'aménagement, que l'on pourra établir un avant-projet. D'ailleurs le mode d'utilisation de l'énergie produite entre également en ligne de compte. Un réseau de traction, par exemple, a une consommation à peu près constante et ne peut s'accommoder d'une alimentation variable dans de larges limites. Un réseau d'éclairage doit conserver une tension constante avec une demande et une fourniture d'énergie ne variant pas forcément dans le même sens. Par contre une usine électrometallurgique peut fort bien s'accommoder d'une source d'énergie variable. Toutes ces considérations que nous ne faisons qu'effleurer montrent l'importance de l'intercommunication des différentes usines soumises à des régimes différents.

Cette question de la régularité pose parfois des problèmes très compliqués. Nous ne voulons pas quitter ce sujet sans

donner un exemple assez intéressant. Il est fourni par l'aménagement du lac de la Girotte situé à 1.725 mètres d'altitude, sur les contreforts du massif montagneux auquel appartient le Mont Blanc, dont il n'est éloigné que d'une vingtaine de kilomètres. Ce lac, comme tous les lacs de montagne, n'est pas alimenté pendant l'hiver, car la montagne glacée lui refuse tout concours; au contraire au printemps et en été la fonte des neiges produit un excédent d'énergie dont les usines sont embarrassées. On a pensé à l'utiliser à remplir le lac qui s'était vidé pendant l'hiver; à cet effet les alternateurs peuvent être accouplés chacun avec une pompe centrifuge de grande puissance, dont le débit atteint 1.600 mètres cubes à l'heure. En 2.500 heures de travail l'usine de Belleville, située au pied du lac de la Girotte fournit autant d'eau au lac que ne le faisait précédemment la montagne. Cela représente un travail effectif de 120 millions de kilowatts-heure, qui ne seront récupérés qu'à moitié dans l'écoulement de l'eau à travers l'escalier d'usines génératrices disposées le long de la vallée. Peu importe aux ingénieurs, la houille blanche ainsi mise en réserve est assez précieuse pour justifier le prix d'établissement et de fonctionnement d'une telle installation.

Ayant ainsi donné quelques indications d'ordre général sur l'installation d'une usine hydroélectrique, nous allons entrer maintenant plus en détail dans la description des organes et des aménagements intérieurs. Pour faire cette étude il nous a semblé logique de suivre le trajet de l'eau depuis la chambre de mise en charge jusqu'au canal de fuite. Mais comme d'autre part l'aménagement est différent suivant l'importance de la dénivellation, nous distinguerons les usines de haute chute, les usines de basse chute avec barrage formant lac artificiel, et enfin les usines-barrages établies sur des cours d'eau de plaine.

USINES DE HAUTE CHUTE

Que l'eau provienne d'un canal d'aménagé à faible pente, comme dans les Alpes, ou d'un lac d'altitude, comme dans les Pyrénées, le premier ouvrage qu'elle rencontre est la *chambre de décantation*, destinée à recueillir les sables et graviers entraînés, qui pourraient causer de graves dégâts dans l'installation, ou tout au moins en accélérer l'usure. Des grilles assez serrées empêchent l'entrée des débris assez volumineux tels que des branches d'arbres. Le sable déposé est évacué périodiquement par le jeu de *vannes de chasse*.

Au sortir de la chambre de décantation, l'eau arrive soit directement, soit par un canal d'aménagé à la *chambre de mise en charge*. Cet ouvrage est installé autant que possible au-dessus de l'usine, en général à flanc de coteau, de façon à réduire au minimum la longueur des conduites forcées. La chambre de mise en charge est un ouvrage en maçonnerie précédé de grilles serrées pour empêcher les corps étrangers de pénétrer dans les conduites; en général ces grilles sont établies en double jeu, de façon à permettre les nettoyages sans empêcher la bonne marche de l'installation; cependant, dans certains cas particuliers, elles sont fixes,

bles. Les conduites forcées sont la partie de l'installation soumise aux plus grands efforts, et aussi celle qui exige le plus de soins, car une avarie aux conduites immobilise pour une longue durée.

Constamment remplis d'eau — d'où leur nom — ces conduites sont soumises, surtout à la base, à des pressions considérables: par exemple, pour une chute de 800 mètres, valeur courante, la pression à la base est d'environ 80 kilogrammes par centimètre carré; si l'on admet un diamètre de un mètre, on voit à quels efforts peuvent se trouver soumis les joints.

Mais les pressions intérieures ne sont

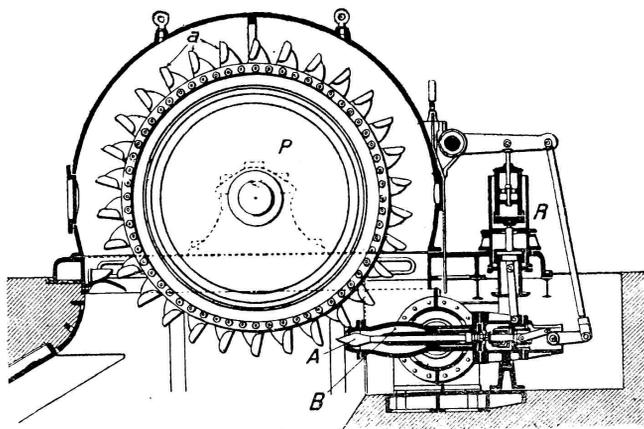


Fig. 1. — Coupe d'une roue Pelton. — L'eau arrive par la buse B et frappe les augets A de la roue P. Le vanage est obtenu au moyen de l'aiguille A commandé par le régulateur R.

et décolmatées mécaniquement par une sorte de râteau combiné avec une benne basculante: les corps étrangers détachés par le râteau tombent dans la benne ajourée pour l'évacuation de l'eau, et sont ensuite déversées dans un wagonnet. La benne est montée sur un portique roulant qui se déplace sur toute la largeur des grilles. Ces opérations s'effectuent soit à bras, soit automatiquement.

La chambre de mise en charge comporte encore des vannes mues mécaniquement ou à la main ne servant d'ailleurs que pour les réparations à faire aux conduites ou aux collecteurs.

Du côté opposé nous trouvons les *conduites forcées* amenant l'eau au collecteur et aux turbines. Ces conduites sont formées de sections soigneusement assemblées par rivetage, opérées fort longue et délicate, car elle s'effectue sur place, dans des conditions souvent peu favora-

bles. Les seuls efforts auxquels soient soumises les conduites forcées: il peut se produire par exemple que l'entrée de l'eau à la partie supérieure soit empêchée par un obstacle imprévu. L'eau qu'elles renferment continuant à s'écouler, le vide se crée à l'intérieur et les conduites s'aplatissent dans leur partie haute. Il en est de même en cas de vidange brusque. Pour éviter cet accident, on dispose toujours un reniflard permettant à l'air de pénétrer à l'intérieur. Ce reniflard est simplement une ouverture pratiquée dans la paroi à un niveau un peu inférieur à celui de la chambre de mise en charge. Pour éviter le jaillissement de l'eau, on dispose au-dessus de cette ouverture une cheminée d'une hauteur telle qu'elle dépasse le niveau d'alimentation le plus élevé, et débouchant à l'air libre. On voit facilement qu'une telle disposition rétablit automatiquement la pression atmosphérique en cas d'incident ou d'accident.

Pendant l'opération du remplissage, le poids de l'eau tend à produire une déformation permanente de la conduite qui s'ajoute à la flexion longitudinale. On évite ces flexions par une forme convenable et un espacement bien déterminé des massifs d'ancrage fixant les conduites à flanc de montagne.

Enfin, les conduites étant à l'air libre, sont soumises à toutes les variations de température du climat; tant qu'elles sont pleines d'eau, le mal n'est pas grand, car l'eau est toujours à une température à peu près constante. Mais lorsqu'elles sont maintenues vides pendant un certain temps, les alternations de dilatation diurne et de contraction nocturne pourraient désagréger les massifs d'ancrage, ou tout au moins les faire travailler de façon anormale. On remédie à cela, autant que possible, en peignant les conduites de couleurs claires.

Mais tous ces risques d'avaries ne sont pas très graves comparativement au danger des coups de bélier. C'est là le plus grand danger que peuvent courir les con-

d'équilibre, conduite reliée aux conduites forcées, et dont l'extrémité supérieure débouche à l'air libre au-dessus du niveau de l'eau. Si une surpression brusque vient à se produire, la colonne liquide contenue dans la cheminée d'équilibre est projetée à l'extérieur, sans que la pression atteigne une valeur dangereuse.

D'ailleurs il vaut mieux agir sur les sources du mal, c'est-à-dire sur les vannes réglant le débit de l'eau à la partie inférieure. Ces vannes sont commandées par les régulateurs des turbines; si ceux-ci agissent trop brutalement le coup de bélier est inévitable. Il faut donc employer des régulateurs à action très progressive minutieusement étudiés et qui, par suite, coûtent presque aussi cher que la turbine elle-même, mais aucune dépense ne semblera trop élevée quand il s'agit d'une question vitale pour le fonctionnement de l'usine.

Avant d'entrer à l'usine, les conduites forcées sont reliées entre elles par un collecteur général répartissant l'eau entre les turbines. Le rôle de ce collecteur est

formateurs qui l'élèvent à la tension voulue pour le transport, soit 60.000 ou 120.000 ou même 150.000 volts. Ces installations n'étant pas particulières aux usines hydroélectriques, nous n'en parlerons pas; nous bornant à signaler leur existence.

Au contraire les turbines sont la partie vitale de l'usine, et nous allons nous y arrêter un peu plus longuement.

Lors des premières tentatives d'utilisation des hautes chutes, on fut considérablement gêné par leurs caractéristiques: grande vitesse de l'eau à l'arrivée et faible débit; en effet les turbines classiques exigent, pour leur meilleur rendement, un rapport bien déterminé entre la vitesse des molécules liquides et la vitesse des aubes mobiles, c'est-à-dire la vitesse de rotation. Or, les turbines à réaction, qui furent les premières construites, ont par nature une assez faible vitesse de rotation; leur rendement était donc désastreux. Tous les essais tentés pour augmenter leur vitesse n'ayant pas été très heureux, ce genre de turbines a été abandonné pour les hautes chutes, et remplacées par des turbines d'impulsion, dont le type est la roue Pelton.

Le principe de la roue Pelton est extrêmement simple: l'eau sous pression est dirigée par une ou plusieurs buses sur des augets fixés à la périphérie d'une roue dont l'axe est généralement horizontal. De la forme de la buse et des augets ainsi que de la répartition de ceux-ci sur la roue dépendra le bon rendement de la turbine d'impulsion.

Les augets furent d'abord constitués par deux demi-cylindres accolés, de sorte que leur section présentait la forme d'un ω (ω). Ils étaient alors limités par deux fonds sur lesquels l'eau formait des tourbillons, ce qui est une cause de diminution de rendement.

Actuellement, les augets présentent une forme plus appropriée; tout d'abord la forme cylindrique a été remplacée par une forme ellipsoïdale, chaque auget étant formé de deux demi-ellipsoïdes accolés, l'arête médiane restant rectiligne. L'absence de toute variation brusque dans la courbure évite la formation de tourbillons, donc améliore le rendement. Toujours dans ce but, la surface intérieure est soigneusement travaillée à la meule pour enlever toutes les irrégularités de fonderie, puis polie; de même l'arête médiane est exactement dressée et rendue aiguë comme une lame de couteau. De cette façon le jet d'eau, dont le diamètre est environ le tiers de la longueur de l'arête, se divise en deux en frappant sur cette dernière, réagit sur les deux demi-ellipsoïdes et s'échappe par les bords.

Il faut bien voir que cette disposition

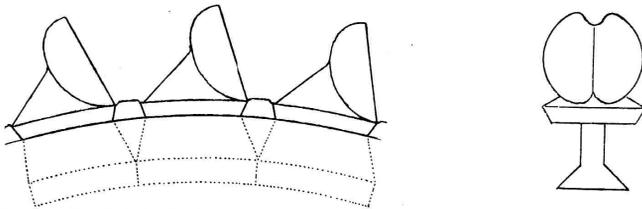


Fig. 2. — Détail de la fixation des augets par queue d'aronde. — Les augets A portent une queue d'aronde B qui vient se placer dans une rainure pratiquée sur le pourtour de la roue. Les cales C servent à assurer la fixation des augets.

duites forcées, aussi n'est-il pas inutile d'y insister un peu plus longuement.

Lorsque les turbines fonctionnent, l'eau parcourt les conduites avec une certaine vitesse, quelquefois assez grande. Supposons que l'on ferme brusquement le débit de l'eau, toute l'énergie de la colonne liquide en mouvement tend à la comprimer; l'eau étant incompressible, ou presque, la pression devient formidable et dépasse de beaucoup la limite de résistance du métal: les conduites ne peuvent qu'éclater. De plus, si le débit n'a pas été supprimé à la partie supérieure, l'eau continuant à se précipiter dans les conduites, peut raviner le terrain au alentours de l'usine ou même emporter celle-ci si, comme il est fréquent, elle se trouve à l'aplomb des conduites.

Ce risque explique les précautions qu'il est nécessaire de prendre contre les coups de bélier. Il faut en somme empêcher la pression d'atteindre une valeur considérable. Si la hauteur de chute n'est pas trop élevée on dispose une cheminée

facile à concevoir; en effet toute installation hydroélectrique comprend une puissance installée, supérieure à la puissance prévue pour la consommation, et de plus toutes les machines installées ne fonctionnent pas sans interruption; si l'intercommunication des turbines n'était pas réalisée, il serait très difficile d'alimenter le groupe de réserve et d'autre part la conduite forcée correspondant à une machine arrêtée ou en réparation ne couvrirait pas à l'utilisation de la puissance hydraulique. Un autre avantage de l'emploi de ce collecteur réside dans le fait que, même en cas de marche à charge très réduite, toutes les conduites sont en service; même par les temps les plus froids, tout risque de gel est écarté, toute l'eau exposée étant en mouvement.

Pénétrons maintenant dans l'usine proprement dite. Nous y trouvons des turbines hydrauliques accouplées directement à des alternateurs; le courant de ceux-ci généralement sous la tension de 10.000 volts, est envoyé à un groupe de trans-

n'est pas un effet du hasard, mais a été déterminé par le souci constant d'éviter les tourbillons; l'eau vive est complètement séparée de l'eau ayant perdu sa force vive, puisque cette dernière s'échappe par les bords parallèlement à sa direction d'arrivée; le même résultat aurait été obtenu avec un seul auget, mais alors celui-ci aurait été soumis à des efforts de torsion extrêmement énergiques, qui sont annulés avec la disposition symétrique. La répartition des augets sur la roue est telle, que leur nombre soit minimum, tout en remplissant la condition d'utiliser complètement le jet d'eau sans en laisser perdre une seule goutte. Cette condition a amené une nouvelle modification, légère celle-ci, dans sa forme. On avait constaté en effet qu'avec des augets formés de deux demi-ellipsoïdes enbers, le jet rencontrait la face postérieure produisant ainsi un effet de recul au moment où l'auget allait entrer en action. Le remède était heureusement simple à trouver: il suffit d'en échancre la partie supérieure, de façon à ménager un passage au jet qui n'a pas encore fini d'agir sur l'auget précédent.

Le mode de fixation des augets est particulièrement important, car ils doivent résister, non seulement à la pression de l'eau et aux vibrations du mécanisme pendant la marche, mais encore à la force centrifuge, souvent considérable puisque ces turbines sont destinées à tourner à grande vitesse (plus de 500 tours par minute). Ils sont généralement coulés en acier moulé, et fixés à la roue soit par des boulons, soit par un assemblage en queue d'aronde et maintenus par des cales. Quelquefois aussi, ils forment une couronne entière solidement fixée au disque par des boulons exactement ajustés. Pour les machines d'assez grand diamètre, c'est la fixation par queue d'aronde qui est la plus généralement employée, car il joint à une grande précision et une grande solidité, une assez grande facilité de démontage pour les réparations (fig. 2).

Le vannage, particulièrement simple et effectué par un dispositif rappelant le robinet à pouteau: au centre de la buse se trouve une aiguille dont la pointe, conique ou mieux ayant une méridienne étudiée pour réduire progressivement le jet d'eau, est de diamètre supérieur à celui de l'orifice de la buse. Cette aiguille se déplace suivant l'axe sous l'action d'une tige commandée par le régulateur.

Il semble à première vue que la présence de cette aiguille au centre de la buse d'arrivée d'eau soit pour la veine liquide une source de frottements susceptibles de diminuer le rendement. L'expérience a prouvé qu'il n'en était rien, et qu'au contraire ces frottements supplé-

mentaires amènent une amélioration du fonctionnement. On sait en effet que lorsqu'un jet sort sous pression d'un orifice à section circulaire, il ne conserve la forme cylindrique que sur une assez faible longueur, et devient rapidement divergent. Ceci provient du frottement qu'ont subi les molécules liquides périphériques, qui a diminué leur vitesse, d'où projection de gouttelettes vers l'extérieur. L'aiguille produit le même effet sur les molécules centrales, ce qui contrebalance cette première action. En définitive le jet présente l'apparence d'une véritable barre liquide, cylindrique et homogène sur une assez grande longueur.

Le mode d'action du régulateur est intéressant à examiner. Nous avons signalé précédemment à quels accidents on s'exposait avec un régulateur trop rapide. Et cependant il faut qu'il le soit, en cas de diminution brusque de la charge, sous peine d'un emballement presque aussi dangereux que le coup de bélier. C'est pour concilier ces deux exigences en apparence opposées qu'a été imaginé le *déflexeur*. C'est une lame métallique, commandée en premier lieu et d'une manière rapide par le régulateur, qui vient se placer dans le jet liquide et en dévie une

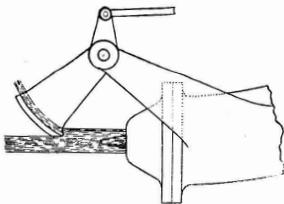


Fig. 3. — Schéma du fonctionnement du déflexeur. La lame d'acier D commandée par le régulateur au moyen de la tige T dévie une fraction plus ou moins importante du jet sortant de la buse B.

partie, de telle sorte que la vitesse de la roue Pelton diminue sans que l'aiguille soit déplaçée (fig. 3). On évite ainsi, par une manœuvre très lente, tous les risques de coups de bélier.

Quoique d'un fonctionnement presque primitif, les roues Pelton accusent des rendements dépassant 85 % même pour les très hautes chutes, et peuvent atteindre des puissances considérables. Ainsi à l'usine de Fully (Suisse) fonctionne une roue Pelton de 30.000 chevaux sous 1.650 mètres de chute et tournant à 500 tours par minute.

On construit également des roues Pelton à plusieurs roues et plusieurs injecteurs par roue; c'est ainsi qu'à l'usine de Saheim (Suède) est installée une Pelton double, munie de deux injecteurs par roue et donnant une puissance de 16.400 chevaux sur l'arbre. A vrai dire,

ces deux exemples sont exceptionnels: la puissance moyenne des turbines Pelton installées est de l'ordre de 3 à 4.000 chevaux.

Les turbines d'impulsion ont depuis quelque temps de sérieuses concurrentes pour les chutes atteignant 300 mètres avec des turbines Francis perfectionnées, mais elles sont sans rivales pour les chutes dépassant cette valeur. C'est grâce à elles que l'on a pu aménager les lacs d'altitude des Pyrénées et les hauts torrents des Alpes; sans elles, ils ne présenteraient encore qu'un intérêt touristique.

Mais toutes les régions ne sont pas également favorisées au point de vue des hautes chutes; il en est qui en sont totalement dépourvues, mais qui en compensation sont riches en cours d'eau très encaissés, favorables à l'établissement de barrages très sûrs; si la configuration du terrain ne se prête pas à ce mode d'utilisation, on peut encore essayer de capter directement un cours d'eau à fort débit, mais de pente moyenne assez faible; dans ce cas il faut prévoir des conduites imposantes, telles que celle établie entre le Saut-du-Moine et le Pont-de-Claix, alimentant l'usine du Drac-Romanche près de Grenoble, et qui mesure 6 mètres de diamètre, 1.500 mètres de long, ayant un débit de 90 mètres cubes à la seconde sous 15 mètres d'eau de pression.

Ces dispositions conduisent à concevoir une usine d'une manière différente de celle que nous avons indiquée précédemment: c'est un nouveau type, l'usine de moyenne chute, présentant des caractères propres, dont nous allons dire quelques mots.

USINE DE MOYENNE CHUTE

Ainsi que nous venons de le dire il faut d'abord établir un barrage, tout au moins dans la grande majorité des cas. La construction de ce barrage est toujours une opération délicate, soit par suite de ses dimensions, soit par suite de la nature du sol. Tout d'abord il faut commencer par assécher la vallée; pour cela, on détourne le cours d'eau de son lit au moyen d'un premier barrage provisoire, complété par un canal de dérivation, souvent souterrain. Ceci fait, on entreprend la construction du barrage proprement dit.

Les barrages sont généralement construits en ciment armé et solidement assis sur la roche. Il est indispensable en effet que, d'une part le terrain soit imperméable, et d'autre part qu'il présente une résistance suffisante pour résister aux efforts énormes que lui transmettra la maçonnerie. Cette condition conduit souvent à des travaux de terrassement importants, dans le cas où, par exemple, le fond de la vallée est sableux.

La section transversale du barrage présente la forme lui permettant de résister au mieux à la pression : elle présente une partie inférieure très large, afin de ne transmettre au sol qu'une pression bien inférieure à sa limite de résistance. Le profil affecte une forme parabolique, et l'épaisseur au sommet est en général suffisante pour établir un chemin de 1 m. 50 à 2 mètres de large.

En plan, le barrage forme une voûte solidement arc-boutée aux parois de la vallée, et dont la convexité est tournée vers l'amont. Sa résistance propre est ainsi fortement augmentée.

Bien que les barrages soient autant que possible construits en matériaux imperméables, on ne peut guère éviter les infiltrations, surtout à la base, où la pression a la plus forte valeur. Ces infiltrations, si on les laissait se produire dans toute la masse, finiraient par désagréger la maçonnerie, ou tout au moins diminueraient fortement sa résistance. Il est de toute nécessité d'établir des conduites de drainage courant sur toute la longueur du barrage, et collectant l'eau infiltrée pour la rejeter en aval.

Illustrons ces indications d'une généralité trop abstraite par deux exemples. Le premier est fourni par la puissante centrale d'Eguzon, sur la Creuse. Le barrage a une hauteur de 60 mètres pour un développement de 300 mètres à la partie supérieure. Sa base, très large, mesure 55 mètres, presque égale à sa hauteur. Le lac de retenue a une contenance de 54 millions de mètres cubes. Aux deux extrémités du barrage se trouvent les deux prises d'eau, formées chacune par une conduite forcée de 4 m. 25 de diamètre; l'eau est filtrée et débarrassée de tous les corps étrangers volumineux qu'elle peut renfermer par un système de grilles de grosseurs différentes. Enfin une vanne permet de modifier ou de supprimer le débit de l'eau. Immédiatement à côté de la cabine de manœuvre des grilles et desatardeaux se trouve un reniflard, sorte de puits creusé dans l'épaisseur même du barrage, et dont nous avons déjà indiqué le rôle protecteur. En dehors de tous les dispositifs de réglage et de vannage, deux déversoirs, un sur chaque rive sont susceptibles d'évacuer chacun 2.000 mètres cubes. Ils ont été prévus très largement, car il faut éviter que, en cas de crue extraordinaire, l'eau passe par-dessus le barrage proprement dit, car l'usine est construite au pied même de la construction.

Un autre exemple est fourni par le barrage projeté sur le Haut-Drac, en aval du Pont-du-Sautet. A cet endroit, le Drac s'enfonce dans un cañon remar-

quement encaissé, d'environ 1.000 m. de longueur. Ce cañon se prête donc tout à fait à la construction d'un barrage très sûr, qui aura 125 mètres de haut, 7 mètres de largeur seulement à 50 mètres au-dessus du fond, 35 mètres de largeur à 100 mètres et 65 mètres à la crête. La particularité la plus intéressante de ce barrage est qu'il est double. Il comporte en effet une voûte amont de 125 mètres de haut, calculée pour résister à la pression totale des eaux, et une voûte aval, située à une soixantaine de mètres du barrage principal, de 45 mètres de haut, et destinée à diminuer la pression de l'eau sur la base du premier barrage, en relevant le plan d'eau à son aval. Bien entendu la prise d'eau est faite sur la première voûte. C'est, croyons-nous, la première fois qu'une telle disposition est employée en France. Le lac artificiel formé

plai n'est d'ailleurs pas absolument nécessaire. Dans certains cas, en effet, l'usine est construite à l'intérieur même du barrage (us ne-barrage); les conduites forcées deviennent inutiles, l'eau arrivant directement aux turbines par des canaux pratiqués à la partie inférieure du barrage. Cette disposition est fort utilisée en Amérique, mais assez peu chez nous; elle a l'avantage d'améliorer le rendement de l'usine en supprimant les pertes de charge dans les conduites forcées, mais la construction est plus onéreuse.

Les turbines employées dans ces installations sont essentiellement différentes de celles que nous avons décrites précédemment. Elles sont toutes du type centripète, c'est-à-dire que l'eau pénètre par l'extérieur, traverse les aubes de la roue mobile et sort par le centre. Elle n'agit plus par sa vitesse, mais par sa pression sur

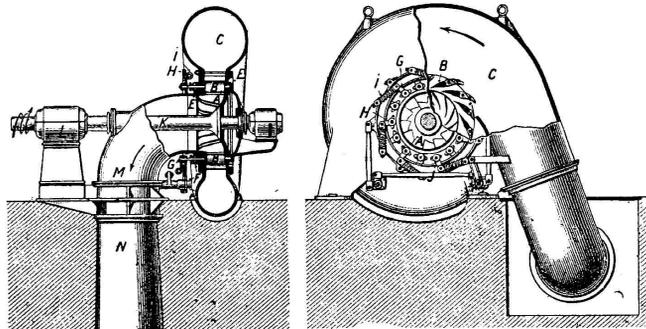


Fig. 4. — Turbine centripète à directrices mobiles à axe horizontal. Coupes par un plan vertical passant par l'axe et par un plan perpendiculaire à l'axe. — L'eau arrive par la conduite forcée dans la bêche spiraloïdale C puis pénètre dans le distributeur entre les directrices mobiles B montées entre deux couronnes E boulonnées sur la bêche. Chaque directrice est calée sur un axe F pivotant dans des logements précis dans les couronnes; l'un des tourillons traverse la couronne correspondante et porte une manivelle G. Toutes les manivelles sont reliées par l'intermédiaire de ressorts à boudin I, à un cercle de manœuvre H commandé lui-même par le régulateur par l'intermédiaire des bielles J.

par ce barrage aura une superficie de 350 hectares et une contenance de 130 millions de mètres cubes; il sera formé de deux branches, l'une de 8 kilomètres dans la vallée du Drac, l'autre de 5 kilomètres dans la vallée de la Souloise. Ces deux exemples choisis parmi les plus caractéristiques, montrent la hardiesse de ces réalisations et font pressentir les multiples problèmes que pose leur exécution. Il faut reconnaître que nos ingénieurs les ont résolus d'une manière qui leur fait le plus grand honneur.

Des prises d'eau, l'eau se rend aux turbines par des conduites forcées en tout point semblables à celles des usines de haute chute, sauf toutefois que leur diamètre est beaucoup plus grand. Leur em-

des aubes soigneusement profilées — d'où le nom de turbines à réaction sous lequel on désigne ce genre d'appareils. La figure 4 représente la coupe axiale d'une turbine à réaction à axe horizontal, la figure 5 celle d'une turbine à axe vertical.

L'eau arrive par une bêche spiraloïde et passe à travers les aubes du distributeur, dont le rôle est de donner aux filets liquides une direction et une vitesse convenables. L'eau réagit ensuite sur les aubes mobiles, et s'échappe par une conduite conique dénommée tuyau d'aspiration.

Le vannage mérite une description spéciale. Dans les premières turbines, celle de Fontaine par exemple, le vannage s'effectuait en empêchant l'arrivée de l'eau

dans un certain nombre de compartiments du distributeur il en résultait une diminution considérable du rendement aux faibles charges, les relations entre la vitesse de l'eau et celle de la turbine n'étant plus satisfaites. De nos jours le débit variable est obtenu en changeant la section des canaux du distributeur, variation obtenue très simplement par la rotation des aubes du distributeur autour d'axes commandés synchroniquement (système Finck). Cette rotation est commandée par une couronne mobile actionnée soit à la main, soit par le régulateur de la turbine. Cette disposition était un progrès considérable, car elle permettait d'obtenir des variations de rendement ne dépassant pas 5 % entre la pleine charge et la demi-charge. Mais, sous sa forme primitive, il présentait un très grave inconvénient, dû à la commande rigide des directrices. En effet quelque soigné que soit le filtrage de l'eau, on ne peut éviter complètement l'entraînement de sable et de cailloux jusque dans les organes intérieurs des turbines. Or, si un corps dur est coincé entre deux directrices à l'instant précis où le régulateur fonctionne, deux cas sont à envisager : ou bien le régulateur est impuissant à fermer le vannage malgré cet obstacle, et un emballement se produit, ou bien la directrice se casse et l'on peut craindre une « salade d'aubes », c'est-à-dire que les morceaux de cette directrice, entraînés par la violence du courant d'eau peuvent venir briser les aubes de la roue mobile. Pour éviter cet inconvénient on a rendu élastique la commande du mouvement des directrices en intercalant des ressorts à boudin dans la transmission. De cette façon si une directrice rencontre un obstacle, elle s'arrête, et les autres continuent leur mouvement de fermeture suivant les indications du régulateur, la directrice immobilisée ne risque pas d'être détériorée, car elle n'est soumise qu'à la pression du ressort, beaucoup plus faible que la force qui correspondrait à une commande rigide.

Ces turbines ont des dimensions importantes, beaucoup plus grandes, surtout dans le cas de faibles chutes, que celles des roues Pelton de puissance équivalente. Des diamètres de 5 mètres ne sont pas rares, et comme, dans le cas de turbines à axe vertical, toute la partie tournante est suspendue en un seul point à sa partie supérieure, cela conduit à des installations encombrantes et coûteuses, coûteuses comme frais de premier établissement, et coûteuses comme entretien. Or, toute immobilisation d'un groupe peut amener des perturbations graves dans le réseau; il est donc tout indiqué de prévoir un groupe supplémentaire qui ne sera mis en service que lors des réparations, ou en cas de

pointe de consommation exceptionnelle. Ceci augmente encore les frais d'installation déjà fort élevés, mais donne une plus grande sécurité dans l'exploitation. Nous ne pouvons, sous peine d'allonger démesurément cet article, donner de plus amples détails sur les usines hydroélectriques modernes, et d'ailleurs le caractère général même de cette étude ne nous le permet pas. Ce que nous voudrions faire sentir à nos lecteurs, c'est l'énorme complexité du problème de l'aménagement d'une chute d'eau, et les conséquences très graves que peut avoir une négligence ou un événement imprévu. Dans l'installation d'une telle usine, il faut tout prévoir, même l'imprévisible : crues subites et dévastatrices, sécheresses anormales et persistantes, hivers exceptionnels, etc...

Et maintenant une question se pose : toutes ces installations sont évidemment très belles et font grand honneur aux ingénieurs qui les ont réalisées, mais quelle est leur utilisation pratique ? Sont-elles d'une exploitation très rémunératrice, et

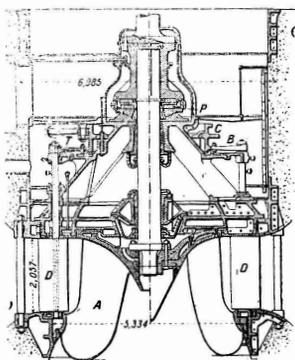


Fig. 5. — Coupe d'une turbine Francis à directrices mobiles à axe vertical. — A : aubes de la roue mobile; P : pivot à rouleaux supportant l'axe; D : directrices mobiles; B : biellettes de commande des directrices mobiles, manœuvrées par la couronne C; T : ligne de manœuvre, par le régulateur, de la couronne C.

posent-elles en concurrentes dangereuses des usines thermiques, ou au contraire travaillent-elles en union étroite avec ces dernières ? Autant de questions auxquelles nous allons essayer de répondre.

Tout d'abord il est un fait nettement établi : dans les conditions économiques actuelles, la houille blanche coûte plus cher que la houille noire. Ce fait qui peut sembler étonnant à première vue, puisque l'eau ne coûte rien, alors que le combustible revient à un prix fort élevé, devient au contraire évident quand on l'étudie à la lumière de considérations économiques.

En effet dans une usine génératrice, deux facteurs interviennent, d'une part la puissance installée, d'autre part la quantité d'énergie vendue. Il est bien évident en effet que le tout n'est pas d'installer des machines susceptibles d'alimenter toute la terre : si on ne fournit d'énergie à aucun client, l'exploitation de l'installation est nettement déficitaire. Or, pour une usine hydroélectrique l'intérêt du capital investi représente souvent 90 % des frais : les frais d'exploitation proprement dits sont très réduits puisque quelques hommes suffisent à assurer l'utilisation de l'énergie fournie par la nature.

Dans une usine thermoélectrique au contraire, l'intérêt du capital engagé représente une partie beaucoup plus faible, n'atteignant guère que 20 ou 30 % des frais; le reste est représenté pour la plus grande part par l'approvisionnement en combustible, c'est-à-dire est fonction de la consommation elle-même, et est compensé si l'on peut dire au moment même où il est dépensé. Il ne reste à rembourser que les frais fixes (intérêt du capital, etc.) qui ne sont pas très élevés proportionnellement; l'us ne pourra donc ne fournir que très peu d'énergie. Dans le premier cas au contraire, l'usine hydroélectrique devra vendre beaucoup pour payer ces mêmes frais fixes. Des économistes industriels ont calculé qu'une usine hydraulique ne pouvait vendre à un prix égal à ceux des usines thermiques que si elle avait une utilisation de 5.000 heures c'est-à-dire si l'énergie qu'elle a fourni représente sa marche à pleine puissance pendant 5.000 heures. Or actuellement, la moyenne des usines n'a qu'une utilisation oscillant entre 2.000 et 3.500 heures, c'est-à-dire bien inférieure à celle qui a été déterminée pour la parité.

Dans ces conditions il semble difficile que la houille blanche se pose d'une manière absolue en concurrente de la houille noire. Son rôle actuel semble plutôt être un rôle de complément. Ceci est d'ailleurs conforme aux tendances modernes de réaliser l'interconnexion de toutes les sources productives d'énergie, quelle que soit leur origine. Sauf pour les usines du Midi de la France, où les besoins actuels sont bien définis, toutes les interconnexions passent ou doivent passer par Paris (Gennevilliers) : ainsi par exemple, si la centrale d'Eguzon était immobilisée, les lignes électrifiées de Paris à Orléans pourraient être alimentées par les usines thermiques du Nord.

Il est possible d'ailleurs que cette intercommunication de tous les grands réseaux de distribution prépare le remplacement futur des usines thermiques. Il faut en effet prévoir le moment où l'épuise ment des usines de houille rendra impossible

l'exploitation rémunératrice d'usines thermiques, et où la houille blanche reviendra meilleur marché. A ce moment les positions seront renversées et ce sera la houille noire qui servira de complément à la houille blanche.

Mais nous n'en sommes pas encore là. Nos prétentions doivent se borner à économiser une certaine quantité de houille, qui pourra être mieux utilisée ailleurs. A ce sujet nous ne pouvons faire mieux que de citer des chiffres. Les centrales thermiques absorbent à elles seules 75 millions de tonnes de houille sur lesquelles nous devons acheter à l'étranger plus de 36 millions de tonnes.

La production actuelle des centrales thermiques est de 4.100 millions de kilowatts-heure par an; celle des centrales hydroélectriques installées est de 3.500 millions. Un calcul très simple montre que les 36.000.000 de tonnes de charbon importées produisent à peu près 2.000 millions de kilowatts-heure par an, c'est-à-dire une puissance de 1.500.000 kilowatts; or d'après les estimations officielles, les énergies hydrauliques de la France comportent une puissance d'environ 10 millions de kilowatts, c'est dire plus qu'il

n'en faudrait pour réaliser l'électrification intégrale. La portion déjà installée permet l'économie de près de 50 millions de tonnes de houille par an. Ainsi, en particulier les stations d'Eguzon et de Coindre ont permis à la Compagnie des Chemins

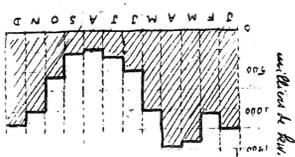


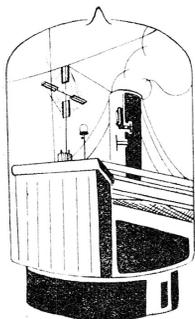
Fig. 6. — Régime du Massif Central (Barrages).

de fer d'Orléans de réaliser une économie de près de 200.000 tonnes de houille par an. Il faut d'ailleurs reconnaître que ces usines sont insuffisantes à répondre aux demandes; ce sont les usines thermiques de la région parisienne, en particulier celles de Gennevilliers et Ivry, qui font l'appoint, par l'intermédiaire du grand poste d'intercommunication de Chevilly près de Paris.

Non pas que la puissance installée soit nettement insuffisante, mais le régime des eaux est très irrégulier. Si l'on se reporte à la figure 6 représentant les variations de la puissance fournie par le bassin du Massif Central, on voit que la puissance fournie pendant les trois mois de juillet, août et septembre n'est que le quart de la puissance moyenne de l'année; il faut donc de toute nécessité que des usines complémentaires viennent combler ce déficit. Ces usines ne peuvent être hydroélectriques, car aucun bassin n'accuse de maximum durant ces trois mois: les Pyrénées ont leur minimum en août et septembre, et les Alpes décroissent rapidement à partir de juin. Il est donc indispensable de faire appel à des usines thermiques.

C'est par cette indication d'entraide des deux formes d'énergie que nous terminons cette étude sommaire.

Jean Sarré



L'Équipement électrique et radioélectrique du « ? »

par Gilbert ÉTIENNE

• • • • •

Le survol de l'Atlantique d'Est en Ouest est sûrement un remarquable succès de nos ailes qui ne sont pas encore celles des pingouins comme le souhaiteraient certains.

Le rôle de la T. S. F. dans le raid magnifique de Costes et Bellonte est plus important qu'on ne le pense. On trouvera ci-dessous un exposé intéressant de cette question qui ne peut être qu'un réconfort pour nous. Patrie des généreux, de ceux à qui le sacrifice ne fait pas peur, nous devons savoir gré à ceux qui continuent les glorieuses traditions de nos trois couleurs.

NOUS avons déjà vu, dans les grandes lignes, comment était réalisée une installation électrique et radioélectrique type, à bord d'un avion. Cet équipement qui répond aux besoins des avions destinés à effectuer un service normal ne convient pas exactement aux conditions tout à fait particulières que doit réaliser un avion de grand raid.

Il va de soi que dans ce cas, les règles de normalisation établies pour des avions de série, ne jouent plus de la même façon. Ici, les questions de poids, d'encombrement et de résistance à l'avancement, prennent une importance considérable, et si la sécurité de fonctionnement doit être assurée d'une façon absolue elle ne doit l'être que pendant un temps relativement court.

Le « Point d'Interrogation » qui permit à Costes et Bellonte de relier pour la première fois Paris à New-York en un merveilleux voyage, d'un seul coup d'aile, comporte un équipement électrique et radio-électrique tout à fait remarquable. Il a été spécialement étudié dans les moindres détails, en vue de la traversée de l'Atlantique et a donné lieu à une mise au point méticuleuse à bord même de l'avion.

L'équipement électrique a été réalisé par la Société Générale d'Equipements

qui est spécialisée depuis de longues années dans les installations électriques de toute nature à bord des aéronefs.

La source d'électricité en vue de l'éclairage est constituée par deux batteries d'accumulateurs de 4 volts 20 ampères-heures. Chacune de ces batteries est branchée séparément sur le circuit d'utilisation par le jeu d'un inverseur. Il n'a pas été prévu de source spéciale pour recharger les batteries.

Cette installation a donc permis de supprimer: la génératrice de courant continu, son dispositif d'entraînement, le régulateur de tension, le conjoncteur-disjoncteur et le câblage reliant la génératrice aux accumulateurs.

Le circuit d'utilisation est constitué par: six feux de bord destinés à assurer l'éclairage des planches de bord du pilote et du navigateur, une lampe pour le thermomètre placé sur un mât, trois feux de

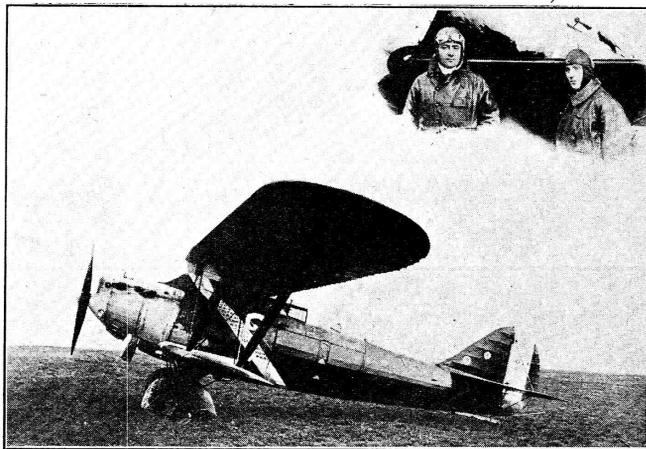


Fig. 1. — L'avion Bréguet « Super Bidon » : « Point d'Interrogation ».

(1) Q.S.T. n° 76 et 77 de Juillet et d'Août 1930.

position, six prises de courant pour les trois compas, le sextant et la T. S. F., et une lampe balladeuse.

De plus un circuit spécial alimenté par une pile de 4 volts assure par l'intermédiaire de deux petites lampes l'éclairage du dérivomètre.

Le tableau de commande est à la disposition du navigateur, sauf pour le circuit du dérivomètre qui est commandé par un bouton fixé sur le « manche à balai » du pilote.

Le fait d'avoir adopté la tension de 4 volts permet l'emploi d'une batterie d'accumulateurs beaucoup plus réduite que la batterie Standard de 24 volts, et des lampes plus petites et plus résistantes. Ceci est rendu possible grâce à la faible énergie dont on a besoin à bord. Il n'est en effet prévu, ni chauffage, ni convertisseur, ni projecteurs d'atterrissage, qui sont autant de gros consommateurs de courant.

L'ensemble de cette installation pèse très exactement 11 kg. 850. Le schéma ci-joint, montre les connexions de cet équipement.

L'équipement radioélectrique du « ? » est constitué par un poste de la Société

Française Radioélectrique, analogue à celui qui était monté à bord de « L'oiseau Canari » d'Assolant, Lefèvre et Lotti lors du raid Etats-Unis-Europe au mois de juin 1929.

Cet ensemble émetteur-récepteur permet aux aviateurs de se tenir en liaison à grande distance, d'une part avec les stations côtières, d'autres part avec les bateaux.

L'émetteur utilise deux lampes de 50 watts du type E. 302 de la Radiotechnique, montées en parallèle.

Il permet de réaliser seulement les deux ondes de 600 et de 800 mètres avec possibilité de variation de 50 mètres de part et d'autre de chacune d'elles. 600 mètres est l'onde des bateaux et des stations côtières d'Europe, 800 mètres est l'onde de la radiogoniométrie et des stations côtières aux Etats-Unis.

Un ondemètre renfermé à l'intérieur du poste et comportant une petite lampe au néon permet un réglage précis et facile de la longueur d'onde choisie.

L'émission peut se faire soit en télégraphie entretenue, soit en télégraphie modulée grâce à un tikker rotatif monté en bout d'arbre de la génératrice. L'em-

ploi de la téléphonie n'ayant pas été jugé nécessaire les organes de modulation téléphonique ont été supprimés.

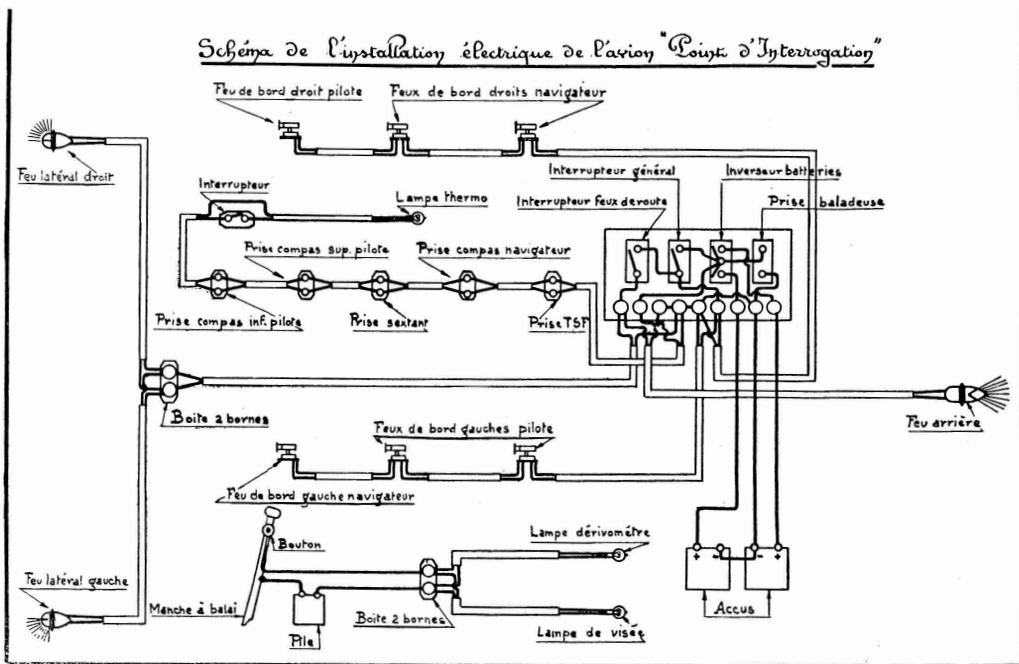
Le poste d'émission est alimenté par une génératrice à deux collecteurs, l'une fournissant la tension anodique, l'autre la tension nécessaire au chauffage des filaments. Cette génératrice qui est entraînée par un moulinet autorégulateur Sauter-Harlé, est montée sur un support mobile permettant de la rentrer à l'intérieur de l'avion lorsqu'on n'utilise pas la T.S.F. Un frein porté par le flasque avant bloque alors le moulinet.

Le récepteur comporte quatre lampes, son montage est du type classique: Une H.F., une détectrice à réaction et deux B.F. (le C 119 ?).

L'émetteur et le récepteur sont réunis dans un même coffret de 410x270x450 mm de dimensions. Il est suspendu élastiquement à l'aide de Sandows dans l'habitacle de l'observateur et face à celui-ci.

L'antenne est du type normal, pendante sous l'avion avec un rouet à freinage automatique permettant de dérouler 100 à 120 mètres de fil.

Les essais de mise au point en vol de ce poste ont été exécutés à Villacoublay



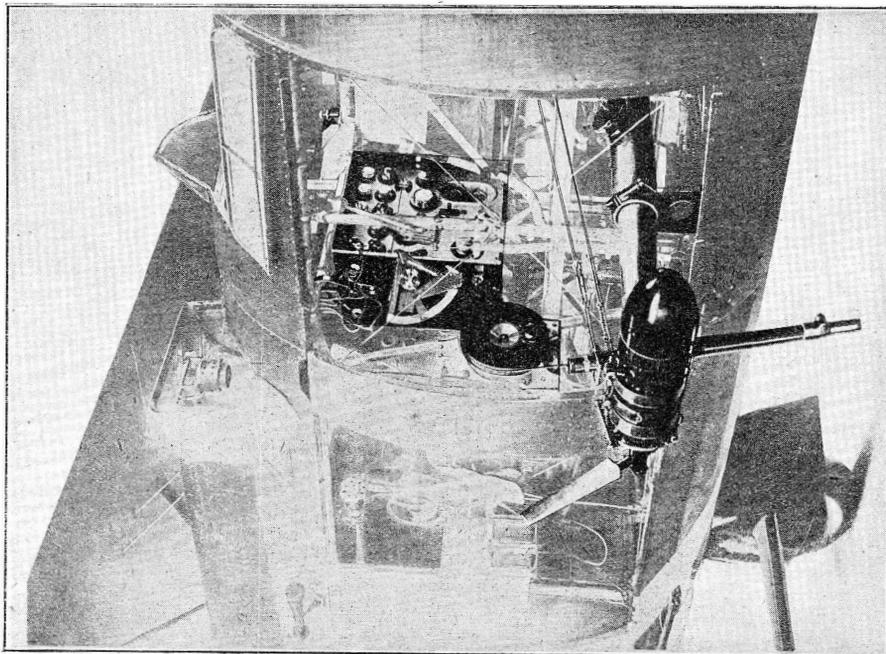


Fig. 4. — Installation radioélectrique du « Point d'Interrogation ». La génératrice est sortie à l'extérieur.

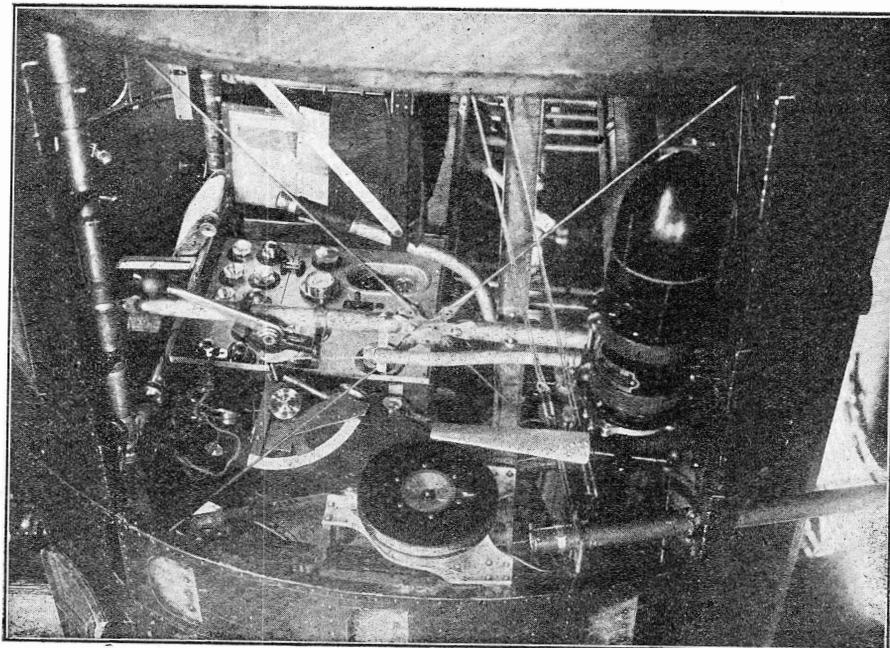


Fig. 3. — Installation radioélectrique du « Point d'Interrogation ». La génératrice est à la position de repos, rentrée à l'intérieur du fuselage.

les 17, 18 et 23 juillet. Le fonctionnement du poste fut minutieusement contrôlé et de nombreuses liaisons bilatérales ont été établies avec les postes de Viry-Châtillon, Le Bourget, Nancy et Croydon.

En vue de la traversée de l'Atlantique, tous les opérateurs de la Compagnie Radio-Maritime en service sur des bateaux se trouvant dans l'Atlantique Nord, ainsi que ceux de la Station de Saint-Pierre et Miquelon avaient été prévenus d'avoir à assurer la veille sur 600 m., et de faciliter toutes les transmissions à l'avion, en particulier les trois émissions de 10 heures, 18 heures 30 et 24 heures. (T M G) des prévisions de l'Office National Météorologique pour la protection du raid.

Une note détaillée avait été établie et remise à Bellone pour lui indiquer les stations à appeler de préférence pendant le parcours sur la Manche et sur l'Océan avec leurs indicatifs et leurs caractéristiques. En outre, au moment du départ, une carte lui a été fournie avec l'indication de la plupart des navires faisant route à l'Ouest ou route à l'Est sur l'Atlantique, avec également leurs indicatifs d'appel.

Le « ? » ayant quitté Le Bourget le 1^{er} Septembre à 9 heures 54 a signalé pour la première fois sa position à 10 h. 48 alors qu'il se trouvait à environ mi-chemin entre les côtes de France et d'Angleterre.

Voici quelques télégrammes reçus ou transmis au cours du raid :

— 1^{er} Septembre 15 h. 10. Avion FRANS à tous : à 15 heures b m t Cape Loop.

— 1^{er} Septembre 19 h. 10. *Rochambeau* à FRANS : 19 b m t 49.31 N et 20.35 W.

Nous relevons au Nord 43 Est. Commandant *Rochambeau*.

— 1^{er} Septembre 19 h. 40 de *Rochambeau* pour Air-Paris: Avion Costes signale qu'il se trouve entre deux couches de nuages et qu'il va obliquer vers le Nord.

— 1^{er} Septembre 21 h. 40. *Rochambeau* à Le Havre: Sommes en communication avec FRANS qui se trouvait à 18 h. b m t par 51.20 N et 16 W. Vitesse 100 milles. Vent Est force 4. Brumeux.

— 1^{er} Septembre 22 h. *Jacques-Cartier* à tour Eiffel: Position Costes 22 heures b m t: 50.10 N. 30.40 W.

— 2 Septembre 0 h. 30.

La station de Louisbourg (Nouvelle-Ecosse) entre en communication avec Costes

(Le « ? » se trouvait à ce moment à environ 1.700 km. de Louisbourg).

— 2 Septembre 7 h. 05. De *L'Île de France*: *Jacques-Cartier* signale que avion FRANS était à 05 h. b m t 43 N et 41.15 W.

— 2 Septembre. De *Jacques-Cartier*: Position FRANS à 3 h. 10 b m t. 1.280

Position FRANS à 12 h. b m t 50.30 Ouest.

Fait route sur *Causo* (Nouvelle-Ecosse). Communique avec *France* et *Roussillon*.

— 2 Septembre de New-York. Avion FRANS. 13 h. 48 b m t au-dessus Cap *Causo* en communication avec Saint-Pierre et Miquelon.

A cette heure, le *Point-d'Interrogation* survolait déjà le continent américain, un

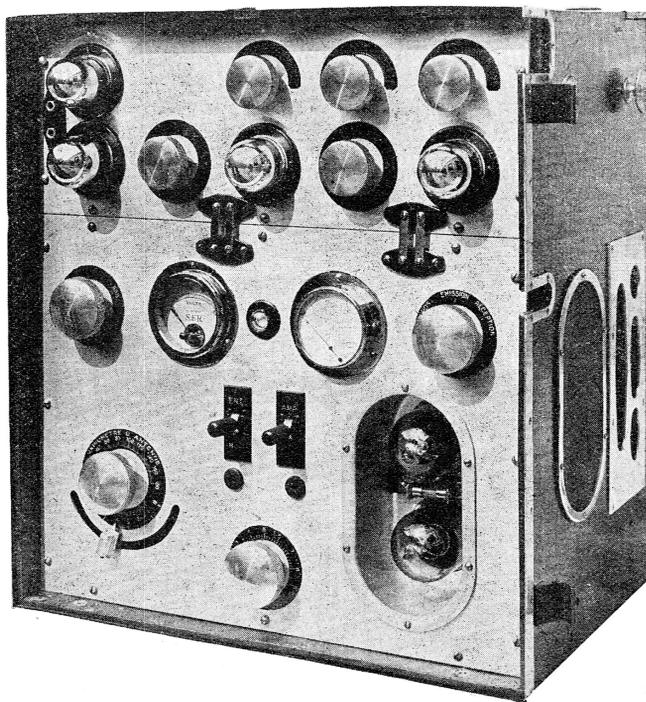


Fig. 5. — Coffret contenant les organes d'émission et de réception du poste de T. S. F. La partie supérieure constitue le récepteur, la partie inférieure l'émetteur.

km. Est Halifax. 540 Sud-Est Cap-Race. 1.600 kms Sud-Ouest Cap-Farewell.

— 2 Septembre.

Roussillon en communication avec FRANS. 11 h. 25 b m t. Même heure: FRANS en communication avec station Saint-Pierre et Miquelon.

— 2 Septembre.

léger incident de machine rendit le poste inutilisable, mais le rôle de la T. S. F. en ce qui concerne la protection de l'avion au cours de son raid transatlantique était terminé.

Gilbert Zaimme

L'ALUMINIUM

L'Oxydabilité de l'Aluminium

SES APPLICATIONS



On lira ci-dessous un très intéressant article sur les conditions de l'oxydation de l'aluminium et un certain nombre d'applications de cet état de choses.

On y relèvera certaines notions connues du lecteur ; nous le prions, en particulier, de bien vouloir rapprocher le phénomène d'augmentation de la couche d'aluminium produite par la température de l'agitation moléculaire qui permet aux électrons du filament de la lampe à trois électrodes de prendre leur essor vers la plaque. C'est grâce à une dilatation physique analogue, dans le domaine des trois dimensions, que l'oxygène parvient à l'aluminium sous-jacent.

L'ALUMINIUM possède, parmi ses propriétés caractéristiques, ment. Cette affinité, quelquefois celle de s'oxyder très facilement, a reçu de nombreuses applications, en particulier en électricité et en radio. Nous nous proposons de passer en revue les principales d'entre elles.

Chaleur de formation des oxydes.

L'aluminium est un des corps les plus avides d'oxygène que l'on connaisse, il est de tous les métaux usuels celui dont la chaleur de formation d'oxyde est la plus grande, qu'elle soit rapportée à l'unité de volume ou à l'unité de poids, comme le montre le tableau ci-dessous :

	Aluminium	Magnésium	Chrome	Fer	Zinc	Nickel	Cuivre	Etain	Plomb
Calories par gr.	7, 0	6, 0	2, 5	1, 8	1, 3	1, 0	0, 6	0, 6	0, 2
Calories par cm ³	19, 0	8, 4	16, 8	13, 8	4, 4	8, 9	5, 3	4, 4	2, 2

La valeur de l'affinité n'est donnée que d'une manière approximative par la chaleur de formation des oxydes ; il faut tenir compte du travail mécanique effectué qui dépend de l'état des corps et on ne peut comparer entre elles deux réactions que si les produits sont sous le même état : solide, liquide ou gazeux. En ré-

sumé, c'est le travail maximum produit par la réaction considérée qui détermine et mesure l'affinité.

Facteurs divers qui influencent l'oxydation.

L'allure de l'oxydation dépend de la température du temps et surtout de l'état du métal. Abandonné à la température ordinaire dans une atmosphère normale, l'aluminium se recouvre d'une couche mince et transparente d'alumine (Al₂O₃).

L'épaisseur de cette pellicule a été mesurée par des méthodes optiques et on a observé qu'elle augmentait très rapidement d'abord pour cesser de croître au bout de quelques jours ; sa valeur est de

La température influe peu sur l'oxydation jusqu'à 500°, mais au-dessus elle l'active considérablement et suivant une loi exponentielle. La température a pour effet de permettre la diffusion de l'oxygène à travers la couche d'alumine dont l'action protectrice se trouve diminuée.

Plus encore que par la température, l'oxydation de l'aluminium est activée par l'état de division dans lequel se trouve le métal. Comparons deux cubes dont les côtés sont respectivement *l* et *l'*. On a pour le premier :

$$\text{Volume} = V_1 = l^3$$

$$\text{Surface totale} : S_1 = 6 l^2$$

$$\text{Rapport } \frac{S_1}{V_1} = \frac{6}{l}$$

pour le second :

$$\frac{S_2}{V_2} = \frac{6}{l'}$$

$$\frac{S_2}{V_2} = \frac{1}{l'}$$

$$\frac{S_1}{V_1} = \frac{1}{l}$$

Supposons que le premier cube ait 10 mm. de côté et le second $\frac{1}{1000}$ mm. le dernier rapport prend la valeur

$$\frac{10}{\frac{1}{1000}} = 10.000$$

l'ordre de 0,01 M. Grâce à la résistance, à l'adhérence et au peu de perméabilité de cette couche d'alumine, l'oxygène ne pénètre plus que très difficilement jusqu'au métal et l'oxydation cesse. Abrisé par cette pellicule, l'aluminium garde très longtemps son aspect initial et se conserve indéfiniment.

Toutes choses égales d'ailleurs, le deuxième cube est 10.000 fois plus oxydable que le premier. Pour que l'état de division très grand accélère l'oxydation, il faut de plus que l'action de l'oxygène puisse s'exercer sur toute la surface des grains, ce qui est réalisé lorsque l'aluminium est à l'état de poussière en suspension dans l'atmosphère.

C'est seulement à l'état très divisé que l'aluminium est combustible, sous forme massive il ne brûle pas. A l'état de poussière très fine il constitue un explosif très puissant, il dégage, en effet, en brûlant plus de 7.000 calories par kilog, soit presque autant qu'un kilog de charbon (7.850 cal.)

Inconvénients de l'oxydabilité de l'aluminium.

Cette affinité pour l'oxygène oblige à prendre des précautions dans la fabrication et la manutention de la poudre d'aluminium. Elle s'enflamme à 925° et une concentration de 7 mg. par litre d'air suffit. Des explosions se sont produites à plusieurs reprises dans des ateliers de polissage d'aluminium.

Malgré sa faible épaisseur, la pellicule d'alumine est très isolante (nous verrons comment on tire parti de cette propriété), ce qui oblige à des précautions spéciales dans l'établissement des contacts électriques. Il faut préparer les surfaces de contact en les nettoyant avec de la toile émeri enduite de vaseline et les prévoir suffisantes pour ne pas dépasser une densité de courant de 10 ampères par cm².

Lorsqu'on veut souder l'aluminium à lui-même ou à un autre métal la pellicule d'alumine s'oppose à un contact intime. Il est nécessaire de chasser cette pellicule. On le fait mécaniquement par pression quand les objets sont de petite dimension, par exemple les fils; en général on a recours à des flux qui abaissent le point de fusion de l'alumine et permettent son élimination.

L'oxydabilité de l'aluminium a été longtemps la cause de l'impossibilité d'obtenir sur ce métal des dépôts métalliques chimiques ou électrolytiques satisfaisants. La couche d'alumine gêne l'adhérence du recouvrement et il a fallu mettre au point des méthodes spéciales pour résoudre le problème.

Si l'oxydation de l'aluminium s'effectue avec un fort dégagement de chaleur, inversement la réduction de l'oxyde, qui est à la base de la fabrication de l'aluminium, exige une importante quantité d'énergie. Cet inconvénient gêne surtout les

producteurs, mais il a naturellement sa répercussion sur le prix du métal.

Applications pratiques de l'oxydabilité.

Nous venons de passer en revue les principaux inconvénients de la « sympathie » très vive qu'éprouve l'aluminium pour l'oxygène. Nous allons voir, devant le nombre d'applications pratiques découlant de cette affinité, que les inconvénients, auxquels on remédie d'ailleurs assez facilement, sont peu de chose vis-à-vis des avantages.

Autoprotection.

L'effet protecteur de la pellicule d'alumine assure la conservation du métal et maintient très longtemps son aspect brillant, lorsqu'il a été poli. C'est là certes un avantage sérieux grâce auquel l'aluminium a reçu des applications extrêmement nombreuses en architecture et en décoration.

Pyrotechnie.

L'inflammabilité de la poudre d'aluminium est utilisée en pyrotechnie pour les feux d'artifice et les explosifs. C'est dans tous les cas une application de la chaleur de combustion très élevée de l'aluminium : 7.000 calories par kilo. Il faut bien se pénétrer du fait que l'aluminium n'est combustible qu'à l'état très divisé : poudre ou paillettes; à l'état massif, c'est-à-dire sous les formes courantes d'application : barres, tubes, fil, pièces de forge ou de fonderie, il est aussi incombustible que le fer. En cas d'incendie très violent, il pourrait entrer partiellement en fusion, mais même à cet état il est incombustible; il ne constitue donc, en aucune façon, un danger d'incendie.

La combustion de l'aluminium a la particularité de ne donner lieu à aucun dégagement de gaz, l'alumine formée est à l'état liquide; l'effet destructeur de l'explosion est dû au dégagement instantané de chaleur produisant une dilatation énorme et brutale de l'air.

L'ammonal est le principal explosif à l'aluminium; il a un effet brisant très grand. Il est composé de nitrate d'ammoniac, de poudre ou de fins copeaux d'aluminium, de trinitro-toluol et d'un peu de charbon.

Les cartouches Weber, utilisées dans les explosifs à air liquide, ont comme matière absorbante de la poudre d'aluminium mélangée à de la cellulose.

Les cartouches éclairantes utilisées pendant la guerre contenaient une forte proportion de poudre d'aluminium. Les pé-

tards de chemin de fer en renferment également.

Si les feux d'artifice sont d'invention très ancienne, c'est seulement depuis une quarantaine d'années que la poudre d'aluminium a remplacé, dans les diverses compositions, la limaille de fer à laquelle elle est infiniment supérieure. On l'emploie généralement sous forme de mélange avec le nitrate de baryte. On augmente la durée de l'effet lumineux en ajoutant à la poudre de la grenaille d'aluminium. Les bombes éclairantes portées par les avions pour leurs atterrissages nocturnes ont une composition analogue.

Aluminothermie.

Le D^r Hans Goldschmidt inventa en 1897 le procédé utilisant l'affinité de l'aluminium pour l'oxygène à la réduction des oxydes métalliques.

L'aluminium et l'alumine n'ont, à la température de réaction, 2.500° environ, qu'une faible tension de vapeur, d'où la possibilité d'obtenir des réactions non explosives en réduisant leur vitesse par l'emploi de grenaille d'aluminium (grains de 1 mm. et plus). On mélange en proportion convenable l'aluminium avec l'oxyde à réduire broyé en poudre et on allume en un point au moyen de peroxyde de baryum. Comme il n'y a pas de produits gazeux, la grande quantité de chaleur dégagée est presque intégralement utilisée. On obtient d'une part un laitier d'alumine, de l'autre le métal correspondant à l'oxyde.

L'aluminothermie a diverses applications. Elle permet en métallurgie de fabriquer des métaux ou alliages fondant à haute température ou exempts de carbone: chrome, manganèse, titane, ferro-alliages.

Elle est utilisée pour la soudure sur place des rails de tramways et la réparation de grosses pièces. On emploie dans ce cas de la « thermité », c'est-à-dire un mélange de grenaille d'aluminium et d'oxyde de fer.

Réduction en métallurgie.

On utilise en métallurgie les propriétés réductrices de l'aluminium pour absorber l'oxygène dissous et réduire les oxydes qui peuvent se trouver dans les bains de métaux en fusion : acier, nickel, cuivre, etc.

Conclusion.

Cet exposé succinct de quelques applications pratiques de l'oxydabilité de l'aluminium donne déjà une idée des avantages énormes de cette propriété particulière; nous examinerons prochainement d'autres domaines d'applications plus familiers aux sans-filistes: l'électricité et la radio.

VOYAGES ET T. S. F.

VIA T. S. F.

Extraits de « Notes et images d'un Tour du Monde »

par Jean VIVIE, Ingénieur civil des Mines

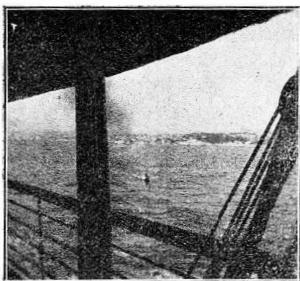
• • • • •

Notre collaborateur a pensé intéresser les lecteurs de « Q. S. T. Français et Radioélectricité » en essayant de faire revivre à leurs yeux un voyage autour du monde par l'Inde, la Chine, le Japon, et les États-Unis... Itinéraire le plus passionnant que puisse souhaiter de réaliser un homme du XX^e siècle. Il a donc extrait de ses notes de voyage certaines pages, où de temps à autre, on entendra parler de la grande voie du monde qui aujourd'hui relie les pays et les peuples... « via T. S. F. »

Midi : gare de Lyon.

Auréolée des jets de vapeur s'échappant des pistons, une *Pacific 231* démarre lentement, le rapide Midi-Minuit de Paris-Marseille...

Sur le quai des silhouettes qui s'éloignent et diminuent : aux fenêtres des wagons, des mains lancent les derniers adieux. Le rythme des roues sur les rails a pris sa cadence précipitée...



Le s/s Général Metzinger quitte Marseille.

«Wagon-restaurant, premier service!» : parmi ces voyageurs qui se pressent il en est pour qui Marseille ne sera qu'un point de départ : tout à l'heure, sur les bagages, j'ai aperçu les étiquettes à coins rouges marquées aux initiales des « Messageries Maritimes ». Des affiches décorent le

«dinning car»... invitations aux voyages : l'affiche tricolore de la *French Line* et son paquebot à cheminées rouges vu d'avion... l'étrave synthétique d'un *dampfer* de la *Hapag*... des cocotiers laissent entrevoir un *liner* de la *Dollar*... un crayon moderne a projeté sur l'affiche de la *Cosulich* une statue de la Liberté blanche, une gratte-ciel brun...

La fumée rabattue le long du train accentue encore la grisaille de cette journée d'Avril : les grès pylônes de Sainte-Assise se sont un instant profilés sur le ciel, puis s'estompèrent.

A travers la vitre, les paysages se succèdent, régulièrement zébrés par les poteaux télégraphiques de la voie. Après Dijon une teinte violette envahit l'horizon où se profilent les Monts du Morvan.

Lyon : les lumières d'une ville se reflètent sur les eaux du Rhône.

Minuit : Marseille Saint-Charles.

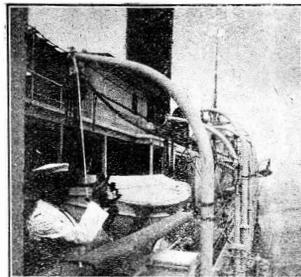
**

Pluie et vent : un temps froid et maussade.

«Ne pas voir Marseille sous le soleil... crois-moi, c'est exceptionnel!» Mon vieil ami de Gemenos se sent presque atteint dans son honneur méridional par la bouderie du ciel : cela ne nous empêchera pas de nous promener.

Une visite au Vieux-Port où une forêt de mâts diversement orientés vont se piquer en plein ciel sur la carcasse du transbordeur.

Cannebière... des cafés où la légende place des Marius, réclamant au garçon à tablier blanc, le fusil de démonstration qu'un Olive manie à la terrasse : si pour celui qui part, Marseille est la première escale du voyage, la Cannebière en est



A 20 nœuds.

bien la première désillusion : tramways, taxis, disques rouges de « sens interdit », agents à bâton blanc... tout à l'instar!

La gare et son escalier monumental : quatre-vingt-dix marches qui ne mènent nulle part...

Place d'Aix : un arc de triomphe vu sur un fond de Naples ou d'Ajaccio; de petites rues où des guirlandes de linge à sécher sont tendues entre des maisons borgnes en pisé jaune...

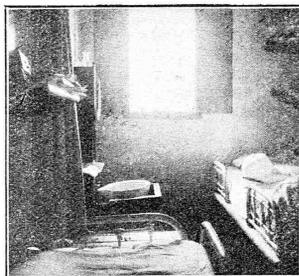
Notre-Dame-de-la-Garde : un beau rocher; je note pour une autre fois « par temps clair, très jolie vue »...

Avant le déjeuner — ce 4 avril est un vendredi et la bouillabaisse dans un restaurant du Vieux-Port s'impose — un tour en auto éveillera l'appétit.

La Corniche, une route accidentée dans un désert de maigres maquis, voici Cassis: délicieuse petite calande : un vent de tempête, des nuages bas mangent la moitié de la falaise, et pourtant les teintes vives de la Méditerranée: une eau d'un bleu profond que les bulles d'écume parviennent à peine à moucher de taches « turquoises ».

**

« Chauffeur! quai 8... Messageries Maritimes ».



Cabine à bord.

Une course errante à travers le Port de la Joliette où règnent la saleté et le désordre : en l'absence d'indications, nous cherchons des cheminées noires : en voici plusieurs, celles du Champollion et de l'André Lebon; en avant du quai, le « Général-Metzinger » entouré de passerelles et d'un grouillement humain : on embarque les bagages : un détachement de « coloniaux » monte à bord.

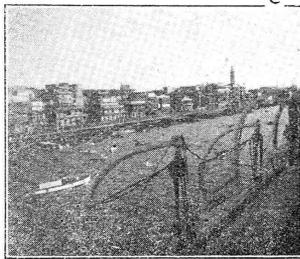
Je croyais passer à un bureau, présenter mon billet... nous monterons beaucoup plus simplement à l'escalier du bord sans autre formalité : en haut, un jeune *midship* regarde d'un œil amusé ce va et vient incessant...

Cabine 46... elle est à tribord sur ce pont C où nous venons d'entrer et d'apercevoir la grande salle dont les tables sont déjà dressées pour le dîner.

Un tableau: « Le Général-Metzinger » partira ce soir, 4 avril, à 16 heures pour Port-Saïd »... dans une heure.

Pont D : le grand escalier nous y conduit, débouchant sur le salon où trois musiciens attaquent sans désenchaner les

morceaux les plus entraînants... ils n'arriveront pas à dominer l'immense tristesse d'un vrai départ, celui d'un bateau.



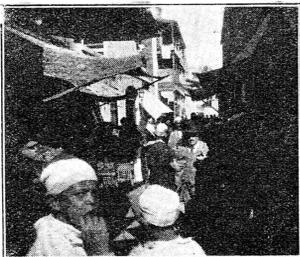
Port-Saïd.

« Le cafard, ça se noie! » et cette énergique déclaration de mon camarade nous conduit au bar : là, des familles sont attablées devant des bocks, tous les regards convergeant sur le partant... des officiers sablent le champagne... nous dégusterons le porto de l'amitié!

On circule à grand-peine sur le pont-promenade: des fenêtres du salon, s'échappent toujours les accents de l'orchestre, mais une note grêle vient s'y ajouter; devant nous débouche un fantôme blanc: un *boy* chinois au rictus grimaçant et revêtu de sa large blouse ag'ite une cloche: le bateau va appareiller.

Parents et amis quittent le pont : on s'embrasse et bien vite les têtes se détournent pour cacher les larmes; maintenant sur l'escalier de bord des mères, des fiancées, des amis descendent à regret... les visages sont tristes... en haut, surveillant les préparatifs pour le relèvement de la passerelle, le jeune *midship* sourit toujours.

Derniers moments : les passagers sont massés aux rambardes : des palans crisent : les cabestans à vapeur mêlent le



Marché arabe.

halètement de leurs pistons au grincement des chaînes.

A la cheminée, un long panache blanc à jailli du sifflet... et très lentement la coque s'est éloignée du quai.

Soleil... notre « 16.000 tonnes » repasse devant Marseille laissant à tribord le Château d'If.

Premier contact avec le bateau, ses escaliers, ses ponts : une passerelle avec une plaque où une flèche et des lettres vertes (nous sommes à tribord) indiquent la direction du poste de T. S. F.

Au-dessus de la passerelle de commandement, le *sun-deck* : deux jeunes gens viennent d'y arriver, de se regarder d'un air étonné... tous deux avec un synchronisme parfait de se reconnaître: « Eh bien, mon vieux, qu'est-ce que tu fiches ici? » La suite de leur conversation me l'apprend: « On ne s'était pas revu depuis la sortie de l'école »... « Je vais à Pnompenh, diriger une banque »... « Je vais au comptoir de la Shell à Saïgon »... et souvent la même pensée revient sur le même ton de stupéfaction: celle de se retrouver en ces circonstances.

Pendant ce temps, des crépitements scandés se font entendre dans la cabine toute proche : des lueurs violettes jaillies



Marché arabe.

des éclateurs jettent leur reflet sur la figure du « radio » qui, casque sur tête et manipulateur en main, commence l'échange des premiers télégrammes.

Les dernières côtes de France défilent à bâbord : à l'arrière un vol de mouettes accompagne notre sillage.

Du poste de radio, le « toubib » du bord — trois ficelles d'or sur bandeau grenat — est sorti, tenant en main du fil, des isolateurs, un petit palan : et gravement la Faculté a hissé au grand mât son antenne d'amateur.

Il y a de l'espoir : j'ai dans ma malle un récepteur ondes courtes qui trouvera ici une antenne et des accumulateurs, voire un amateur...

Premier dîner : le gong du *deckman* vient de l'annoncer : il est de coutume de ne pas s'habiller le soir du départ, et c'est en costume de voyage que nous nous trouvons à table, quatre jeunes passagers rassemblés par la haute compétence du maître d'hôtel. Présentation : deux de

mes compagnons sont les deux anciens camarades d'école entrevus sur le *sun-deck*, le troisième est un jeune agent de la Compagnie qui rejoint son poste à Colombo.

Le soir, les lieutenants du bord, parmi eux le jeune *midship*, eurent vite lié connaissance avec notre petit groupe. « Et le toubib? » leur demandai-je.



Passager de marque.

« Un brave homme qui ne veut pas s'habiller le soir et, au lieu d'aller à la table du commandant, vient « à la nôtre » « Il fait de la T. S. F. ? »

« Vous verrez sa collection de postes! Demain soir descendez dîner au *carré*, vous ferez connaissance : on ne s'ennuie pas chez nous... »

A bâbord, le premier lieutenant désignait les derniers phares de la côte française.

**

Grosse mer, temps froid : la première journée de vie à bord s'annonce mal. La Corse et la Sardaigne ne montrent que des côtes abruptes et grisâtres...

Pour combattre les premières atteintes du mal de mer, certains passagers ont cru bon d'avaler un « Manhattan » ou un « Rose »... A midi, peu de monde dans la salle à manger : nous nous communiquons les renseignements de nos enquêtes sur l'identité des passagers : il s'agit de trouver les têtes correspondant aux noms qui ont été imprimés dans de petits carnets que chacun a trouvés à sa place.

Table voisine : un Japonais bouffi, diplomate retour de Genève, déjeune avec un journaliste : sourcils épais, front bas, c'est L. Roubaud qui va enquêter sur les incidents de Yen-Bay.

Un capitaine de frégate va prendre à Shanghai le commandement de sa canon-

nière : un chef de service radio retourne à Saïgon où il dirige le trafic ondes courtes. L'Hon. S. Obeyesekere, magistrat cinghalais fume de gros cigares... tout seul.

Le soir, dans la cabine du radio, le docteur a déjà reçu Toulouse, Budapest, Kattowice, au milieu du ronflement des moteurs du bord.

« Docteur... je mets en marche! » : l'opérateur a tourné le commutateur de son groupe et les étincelles crépitent : nous avons éteint notre poste.

Bientôt après : 21 heures G. M. T. ; on rebranche les accus sur le 4 lampes des télégrammes de presse, et sous le crayon du « radio » les barbarismes et les néologismes s'accumulèrent...

« Président Conseil solutionna problème assurances. — Ministre Colonies discours affirme prochaineté liaison téléphonique Paris-Saïgon. — Marché « New-York fa'ble. — Piastre 8,40; « Livre 124,75; Dollar 24,92. »

Chaque jour le télégramme arrivera un peu plus tard : chaque jour les parasites se feront plus nombreux, et quand il fera chaud...

Pour l'instant nous avons endossé des chandails : et il ne faut pas tarder à se coucher, car à 7 heures du matin, nous passerons en vue du Stromboli.

« En ce moment, on pourrait chercher à accrocher Eindhoven... »

« — Bonssoir docteur! je préfère le Stromboli ».

**

Grisaille d'une matinée brumeuse. A travers le hublot apparaissent les



Passager de marque.

premiers récifs des îles Lipari : sur le pont, les mousses, pieds nus, procèdent à grands seaux d'eau au nettoyage quotidien du pont. Nous ne sommes guère plus de trois ou quatre à avoir bravé le froid sec de l'aube, et le footing à vive allure sur le deck s'impose.

Rencontre : « Bonjour Docteur ».

« — Ah mon ami! vous « ratez » tout, splendide concert hier soir à Eindhoven... et ce matin, voyez votre volcan, un cône grisâtre sans fumée au sommet ».

Quelques heures plus tard, le cap Faro, moderne Charybde, tout blanc entre les bleus vifs du ciel et de l'eau, annonçait Scylla sur la rive opposée de Calabre.



Passager de marque.

Mais où sont les gouffres d'antan? les traditions se perdent...

Messine : un grand viaduc, de petits villages siciliens enfouis au fond de hautes vallées, et très loin les pentes neigeuses de l'Etna.

Reggio, des rues neuves aux maisons standards alignées perpendiculairement au rivage : on reconstruit encore... de longues traînées grisâtres, des fleuves qui coulent à sec!

Le cap del Armi, dernier épisode de la traversée du détroit offre toute la gamme des vives couleurs méditerranéennes, « le voyageur — dit un guide — jetera un coup d'œil sur ce promontoir où Cicéron débarqua après la mort de César ».

Au soir, le feu de Garko aperçu à bâbord situe notre route au large de l'antique Chios.

**

Première journée de traversée où nulle terre à l'horizon ne viendra divertir les passagers.

Il faut organiser les distractions : le commandant, qui tel une honnête direction, ne recule devant aucun sacrifice... nous offre une répétition de naufrage avec rassemblement sur le pont, la ceinture de sauvetage autour de la poitrine. Pour cette fois, les canots resteront accrochés aux palans!...

Deck-tennis, phono, apéritif-concert, à 11 heures, en attendant le coup de sirène

qui annonce le passage du soleil au Méridien.

Malgré le tapage du gong, chacun ne descend déjeuner qu'après avoir consulté « le point du jour ».

Dans le cadre de la carte marine, nous lisons :

Longitude : 27.58 E.

Latitude : 33.15 N.

Milles parcourus : 339.

Distance à couvrir jusqu'à la première escale : 251.

Une note imprimée: MM. les passagers sont avertis qu'en exécution des accords internationaux, le bureau postal du bord sera fermé pendant l'escale : les lettres à destination de la France devront être mises à la boîte avant minuit ».

Ce soir, à toutes les tables du salon, les plumes courent sur le papier.

**

Canal de Suez, Km 0... au bout d'une longue digue, la statue de Ferdinand de Lesseps.

Un canot automobile où s'agitent des fez rouges accoste : la police... Bientôt après, c'est une ruée d'embarcations qui forment grappe autour de notre bateau maintenant à l'ancre près du quai à mazout.

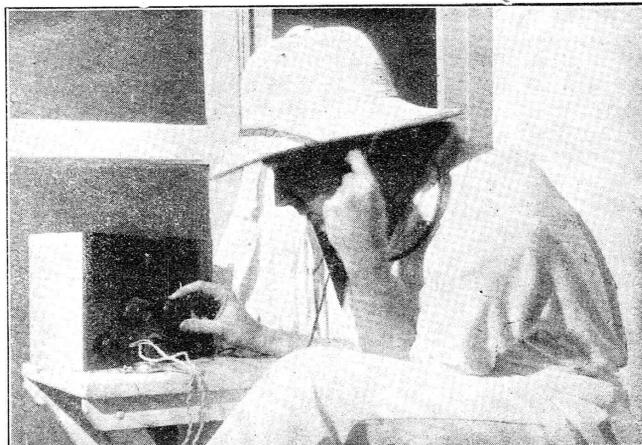
Port-Saïd, bazar de l'Orient... escale qui amuse le voyageur venu de Marseille.

Sur le pont défilent les spécimens les plus divers de la faune du pays: ce Levantin bedonnant en complet veston, courte moustache noire sur visage gris, vient recueillir des clients pour le « Grand Hôtel de la Poste »... cet Arabe à peau brune, ridée et desséchée agite sa longue moustache pour clamer les mérites de l'« Hôtel de la Plage »... ce métèque habillé en marin porte sur son chandail le nom de l'« Hôtel du Lion d'Or » écrit en six langues dont le russe et le grec!... il n'est pas jusqu'à un splendide nègre dont les lèvres mêmes sont noires et qui se contente de distribuer des cartes pour la succursale des Grands Magasins du « Printemps ».

Une offensive en règle nous attend à notre arrivée à terre : tandis que les « arabis » bien connus des terrasses de nos cafés nous harcèlent, les racoleurs des magasins nous prennent de flanc!

N'oublions pas la réserve... de petits vieux qui restent à l'écart pendant la lutte : lorsque enfin repoussés par des refus énergiques ou de non moins vigoureux « Bara Balck »... les premières troupes d'assaut fléchissent, le petit vieux s'infiltrer près de vous, ne tenant à la main que quelques enveloppes :

« Missié Français... cartes absentes! » et furtivement il découvre quelques vues de ces séries dites « montmartoises » qui



A l'écoute en Mer Rouge.

portent en quelque coin « Made in Germany ».

La lutte continue : après l'attaque des éléments mobiles, il nous faut essuyer le feu des postes fixes : une fabrique de cigarettes « Selim el Morad Mansour »... un bureau de tabacs de luxe « Kardouche et fils Issa »... un magasin « La Confection de Paris : N. Canakis et C. Porphyropoulo et C^{ie} »... chacun dispose d'un aboyeur qui se précipite sur notre petit groupe :

« Madame Parisienne... di jolis colliers! »

Je m'occupe à collectionner les noms écrits sur les enseignes : ce n'est pas facile, il faut chasser à tout instant les « biscuits »... des mouches par temps d'orage!

Voici le Liverpool Bar : « Ici chez M. el Nochoukati, la bouteille demi-fraîche pour 5 francs! »... Admirons enfin la plus belle... « Select Bazar : Athanasoulis Frères et Andreas J. Mastrendreas ».

Au milieu de la foule, des petits arabes trotinant sur leurs ânonns, des tramways à traction... animale, nous avons réussi à frayer notre chemin vers le marché indigène : étalages regorgeant de fruits sous de mauvaises toiles trouées que supportent des bambous. Nous nous laissons guider par un passager, un Saïgonnais qui n'en est pas à sa première traversée...

« Un bon rahkian, nous ne l'avons pas volé! »...

Et l'on se dirige vers les terrasses des cafés de la rue Mohamed Ali : deux grands établissements se font face, chacun orné d'un magnifique maître d'hôtel qui, à grands gestes de serviette, engage les clients à venir chez lui plutôt qu'en face!

Nous voici atablés sous les arcades qui préservent du soleil... mais non des marchands dont l'offensive reprend :

« Missié d'z'allumettes? Ti veux pas d'cigarettes, ji di bons rahout-lokkoum! Ti veux pas di l'ambre, ji di belles cannes!... »

Un chatouillement à mes pieds... : un petit gosse en haillons a déjà déballé cirage, brosse et chiffons : chassé, il nous adresse une grimace qui fait froncer son nez de la façon la plus comique :

« Gali-Gala! ti vois un, ti vois deux, ti vois trois, ti vois rien! »... de petites mains brunes et potelées manient des gobelets... des poussiens en sortent, se multiplient, disparaissent... les pièces d'argent aussi!

En haut des arcades du « Cotinental Corner » un électrodynamique déverse les accents de Broadway Melody, de la valse de Faust...

**

Nous sommes rentrés les bras encombrés des articles que ces damnés mercantis ont réussi à nous vendre au prix cher, malgré des rabais impressionnants.

Le soleil darde... la tête est lourde de tout le brouhaha, de tout le mouvement, de toutes les couleurs de cette première escale... lentement le bateau s'engage entre les rives désertes d'Afrique et d'Asie.

Sur les traces de l'antique canal des Pharaons, les mêmes coques à l'avant triangulaire relevé et plat, les mêmes voiles attachées à la grande vergue oblique, transportent depuis des siècles, les sacs de grains de la fertile vallée sacrée. Accoudé au bastingage, je vois revivre un bas relief du tombeau de Ramsès II... les premières sauterelles s'abattent sur le pont.

(A suivre.)

Jean VIVIE.

Photos A. Mondadori. (Milano).

UN DRAME

où la T. S. F. joua le premier rôle

par LÉON DE LA FORGE

• • • • •

Dans un récent éditorial, on insistait sur le rôle pratique de la T. S. F., soit en montagne, soit sur la mer.

Les récentes tempêtes qui ont endeuillé récemment la Bretagne n'ont que trop confirmé ces lignes prophétiques.

Le lecteur ne pourra pas se défendre d'un sentiment d'admiration envers le héros de l'expédition Nobile, le sous-officier radiotélégraphiste Biagi qui renoua la liaison avec le monde après la chute sur la banquise. Quelles heures d'angoisse ont été évitées aux explorateurs par le fonctionnement des quelques lampes du récepteur ! Le sort d'Andrée et de ses compagnons, que des notes récentes viennent d'évoquer à nouveau, ne lui fut épargné que grâce à la T. S. F.

Saluons Biagi et admettons que la Science permet de sauver de nombreuses vies humaines ! Quel but plus élevé pourrait-on lui assigner ?

Ce n'est pas un roman, ni une nouvelle, c'est la réalité !

LA télégraphie sans fil est l'organe de liaison idéal, lorsqu'on se déplace ; aussi, n'est-il pas étonnant qu'elle ait progressé d'abord dans la marine, aussi bien de guerre que marchande, où elle a pris d'emblée une place de première importance.

Les conférences internationales, soit consacrées spécialement à la télégraphie sans fil, comme celle de Washington (1927) par exemple, soit chargées de s'occuper des questions d'ordre général telles que la sécurité de la vie en mer, n'ont pas manqué, tout en établissant des règlements de plus en plus précis pour son utilisation, de prévoir chaque fois une application plus développée des moyens merveilleux que la T. S. F. offre aujourd'hui au navigateur pour faire le point, pour se diriger, pour lancer des appels de secours, et aussi pour se tenir en relation avec le monde entier.

L'aéronautique de son côté, ne devait pas tarder à en faire un usage encore plus étendu. Tandis que le navigateur ma-



Giuseppe Biagi.

ritime a pour lui l'avantage de méthodes de navigation astronomique, éprouvées certaines par plusieurs siècles de pratique, la rapidité du déplacement d'un aéronef, avion ou dirigeable, est telle que le temps nécessaire à calculer un seul lieu géométrique de position par observation du soleil ou d'une étoile (20 minutes) est trop long pour que le résultat en garde une pleine utilité ; la T. S. F. permet, au contraire, de faire un point quasi instantané ; les calculs de correction des observations pour tracer sur la carte les lieux géométriques sont en effet extrêmement rapides, et considérablement facilités par des tables très simples, aussi bien la T. S. F. est-elle l'aide immédiate du navigateur aérien.

Parmi les exemples récents de cet emploi de la T. S. F. à la navigation aérienne, je pourrais citer l'expérience du *Southern Cross*, de cet avion qui, parti d'Irlande a traversé de l'Est à l'Ouest l'Atlantique ; ce ne fut que grâce à la T. S. F. qu'il réussit le raid qu'il avait

entrepris; car au dernier moment, alors qu'il se savait au-dessus de Terre-Neuve, il errait, dans le brouillard, son compas s'était affolé; ce fut la radiogoniométrie qui le sauva et qui le conduisit au-dessus du champ d'aviation d'Harbour Grace, où il put atterrir à la faveur d'une dissipation passagère de la brume. A peine débarqué de cet avion, le major Kingsford Smith déclara que la cause de la perte d'un si grand nombre de ceux, qui, avant lui, avaient tenté le raid, était à son avis l'absence de T. S. F. à bord; l'avion qui a des troubles de compas — et Terre-Neuve est un centre de troubles magnétiques connu — est livré totalement au hasard s'il ne peut se repérer par T.S.F.

Le voyage du R 100 d'Angleterre au Canada et retour est un autre exemple de l'application de la T.S.F. à la navigation aérienne.

construit pour une expédition polaire que le général Nobile avait conçue. Celui-ci avait déjà conduit le dirigeable *Norge* portant le fameux explorateur norvégien Amundsen, le premier et l'un des rares hommes qui aient eu le privilège d'accès aux deux pôles. Il avait fait école, mais il pensait devoir réserver la fois suivante la gloire à son pays, et y attacher son nom.

Les journaux quotidiens ont raconté avec détails les préparatifs de l'expédition, la traversée du dirigeable d'Italie au Spitzberg, l'établissement d'une base provisoire dans cet archipel, puis son départ pour le pôle; déjà les radiotélégrammes nous avaient appris l'heureux succès de la dernière randonnée au pôle même, déjà l'*Italia* annonçait son retour, lorsque sa T. S. F. se tut, et l'on attendit vainement à bord du navire d'escorte la *Citta di*

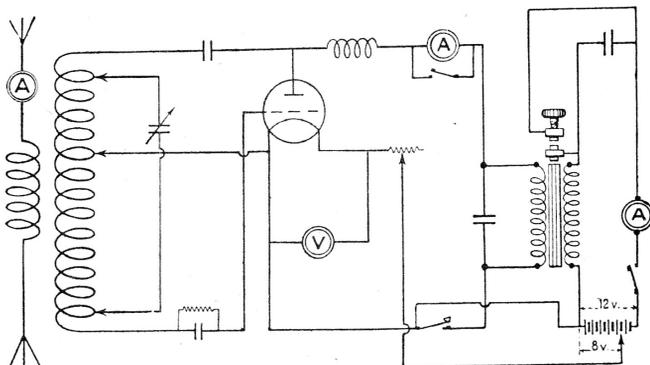
expédier quelques-uns de privés, car tous les membres de l'équipage tenaient à adresser à leur famille un message qui aurait quelque caractère historique.

L'*Italia* ayant survolé le pôle, vira de bord et prit le chemin du retour vers sa base. Mais à peine sur sa nouvelle route, le dirigeable éprouva un vent contraire qui ne devait plus diminuer pendant vingt et une heures, et qui se transforma en véritable tempête. Il se peut que ce vent se soit mis à souffler bien avant, mais qu'il ait jusqu'alors poussé le navire aérien vers le pôle. Nous manquons de données suffisamment précises à ce sujet.

Ce qui est certain, c'est que l'*Italia* fut aux prises avec des circonstances atmosphériques très défavorables, et que le vent atteignit 40 kilomètres à l'heure à certains moments.

Puis, il se mit à perdre l'assiette, et à

TRASMETTITORE ONDINA CAMPALE VIBRATORE — TIPO S —



Et le *Point d'Interrogation*, s'il a trouvé New-York si facilement, n'est-ce pas à la T. S. F. qu'il le doit?

Mais en dehors de ces usages courants de navigation, je veux rappeler aussi le rôle que la T. S. F. a pu jouer dans un naufrage dramatique, celui de l'*Italia*.

La Chute.

Il ne m'appartient pas de tirer au clair ici le drame même de la perte de l'*Italia*, ni d'en rechercher les causes ou les responsabilités. Ceux à qui plaisent ces discussions juridiques trouveront matière à méditation aussi bien dans le rapport de la Commission d'enquête que le gouvernement italien a publié, ou dans le plaidoyer *pro domo* que contient le livre écrit par le général Nobile.

Il nous faut toutefois rappeler que le dirigeable *Italia* avait été spécialement

Milano une réponse aux appels lancés. La nouvelle se répandit bientôt dans le monde entier que le dirigeable n'avait pas rallié son mât d'amarrage à l'heure prévue, et que depuis quelque temps on était sans nouvelles de lui; malgré les optimistes à tous crins, on pressentit immédiatement une catastrophe.

Que s'était-il passé?

Si le voyage d'aller au pôle s'était bien passé, il n'allait pas en être de même du voyage de retour.

Puisque nous nous intéressons surtout à l'usage de la T. S. F. dans ce drame, qu'il me soit permis de noter en passant, que pour la première fois elle avait été utilisée au pôle même, sur l'axe de notre planète, que les ondes émises avaient ensermé la terre suivant ses méridiens.

D'ailleurs à côté des radiotélégrammes officiels, le radiotélégraphiste de l'*Italia*, Giuseppe Biagi n'avait pas manqué d'en

descendre. Bien entendu, le général Nobile essaya de manoeuvrer; il fit vérifier les plans stabilisateurs, le gouvernail de profondeur, et l'enveloppe, pour essayer de trouver la cause de cette chute si elle était imputable au ballon lui-même. Peut-être aussi la glace qui se formait et se déposait partout était-elle un poids trop lourd nouvellement et en fraude embarqué à bord.

Après avoir réussi un moment à rétablir l'équilibre, le général Nobile dut prendre la barre des mains de Malingreen pour tenter de lutter efficacement contre la descente qui reprenait plus vive. Ce fut en vain que les passagers de la cabine de navigation — c'est-à-dire le général Nobile et ses compagnons, le commandant Mariani, les lieutenants Zappi, Viglière, Cecioni, Troiani, les professeurs Behonnelk et Malingreen, le radiotélégraphiste Biagi — lancèrent par-dessus bord tous

La radio sull' Italia

les objets les moins utiles, la descente continua. La Commission d'enquête n'a pu d'ailleurs élucider la succession des dernières manœuvres; il semble bien que certains points en restent inexplicables, le jet de l'ancre pour atterrir en même temps que la mise des moteurs à toute vitesse, pour essayer le rétablissement dynamique; je renvoie au rapport de cette Commission le lecteur qui désirera se faire une idée personnelle.

Quoi qu'il en soit, la collision avec la glace ne put être évitée, la nacelle motrice de poupe frappa la première, puis la nacelle de commandement déversa tout le personnel qu'elle transportait sur la banquise, tandis que le dirigeable rebondissait et allait s'abîmer plus loin, dans l'Est-Sud-Est, hors d'atteinte en cas de secours. en un point que marqua aussitôt l'ascension de la fumée d'incendie.

Les naufragés étaient pour la plupart blessés ou fortement contusionnés, le mécanicien de la nacelle de poupe qui s'était jeté dans le vide s'était tué, mais le radiotélégraphiste Biagi tenait entre ses bras un poste transportable de T. S. F. lorsqu'il se releva de son étourdissement; on pourra peut-être s'étonner que les lampes de ce poste aient résisté à un choc si violent; je ne tenterai pas d'expliquer ce mystère, mais il y a un fait, c'est que la T.S.F. devait sauver ceux qui survécurent.

L'équipement radiotélégraphique de l'Italia.

L'équipement radiotélégraphique de l'Italia avait été tout particulièrement soigné. Il avait été prévu pour satisfaire aux conditions de navigation du dirigeable, en particulier, il devait assurer les relations en tout temps de jour comme de nuit avec les postes rapprochés ou éloignés, les recevoir et leur transmettre des nouvelles. Nous aurons donc à examiner successivement les appareils d'émission et ceux de réception.

Enfin, il ne pas oublier, que si à bord d'un navire on installe toujours des postes de secours, qui doivent fonctionner même lorsque le courant du bord n'existe plus, la plus grande fragilité des dirigeables impose encore plus justement cette précaution; et nous verrons que son respect fut la cause du salut d'une partie des naufragés.

Les appareils d'émission.

Si importante que soit la place à bord d'un dirigeable, si faible que soit le poids dont on puisse disposer, on avait tout de même pu installer un panneau de transmission, comprenant deux lampes d'émission T.250 Ostram-Marconi, et les circuits nécessaires.

L'émission était prévue sur trois longueurs d'onde; 900, 600 et 33 mètres.

Les antennes et contrepoids.

Deux systèmes d'antenne avaient été installés.

Une première antenne était du type ordinaire employé dans les avions, c'est-à-dire qu'elle pouvait, à volonté, être filée du dirigeable, ou rentrée à bord, elle était enroulée sur un tambour, et pouvait descendre d'une centaine de mètres.

Cette antenne était employée pour les ondes de 900 et de 600 mètres, c'est l'onde de 900 mètres d'ailleurs, qui donna les meilleurs résultats.

Un point particulièrement délicat fut la surveillance de cette antenne au cours des vols polaires; la glace, en effet, se for-

reels, les communications réalisées avaient confirmé les expériences; par exemple sur l'onde de 900 mètres, il put communiquer du pôle avec la *Citta di Milano*, le navire spécialement désigné pour assister l'expédition du général Nobile.

L'onde courte de 33 mètres prévue pour les communications à grande distance permit aussi le contact radiotélégraphique entre le dirigeable au-dessus de la Nouvelle-Zemble et la station de San Paolo à Rome.

Les appareils récepteurs.

Le poste récepteur de l'Italia était triple; plus exactement, il comprenait deux systèmes récepteurs d'usage général et un radiogoniomètre.

Les systèmes récepteurs étaient :



La radio parla.

maît sur elle, l'alourdissait, et rendait même le fil plus cassant, tandis qu'elle venait recouvrir l'hélice qui actionnait la dynamo d'alimentation; l'opérateur fut obligé de remonter l'antenne, de la nettoyer et de la laisser retomber ensuite dans sa position de fonctionnement.

La seconde antenne était du type fixe à contre-poids; elle était réservée à l'onde de 33 mètres, et comprenait une antenne proprement dite de 21 m. 60 de longueur tendue vers l'arrière et une antenne de contre-poids de 7 m. 60 dirigée en sens inverse.

Essais et expériences de fonctionnement.

Les essais des appareils émetteurs avaient donné de bons résultats; c'est ainsi que l'opérateur Biagi, dans son livre sur l'expédition de l'Italia a déclaré que de Milan il avait pu communiquer avec Pékin. Il a ajouté que dans les vols

a) Un poste récepteur italien du type E. 266, lampes du type S. 11, couvrant la gamme de longueur d'onde de 300 à 20.000 mètres;

b) Un poste récepteur Burndept, anglais, lampe Midlord (détectrice), et S. 525, pour la gamme de longueur d'onde 10 à 100 mètres.

Le radiogoniomètre comprenait un poste français type R 4, à lampes françaises, dans lequel une bobine exploratrice avait été installée, qui, avec l'aide de deux aériens fixes, disposés à 90° l'un de l'autre permettait de relever les émissions intérieures et de faire le point.

L'appareil de fortune.

C'est cet appareil qui devait, en réalité, sauver l'expédition; et nous pouvons partager avec l'opérateur Biagi l'opinion que le choix du type d'appareil de fortune fut décisif dans ce sens. En effet, on pouvait, comme d'ailleurs on y avait songé

cepteur; il s'assure que les piles et accumulateurs fonctionnent bien, et maintenant, permettez-moi de le citer :

« Je ne puis dire avec quelle anxiété et quelle émotion je pris le casque et avec quelle joie subite je m'aperçus que l'appareil récepteur était en pleine condition de fonctionnement.

« Trois heures environ s'étaient écoulées depuis la chute. D'après l'horaire établi à de précédents accords, chaque 55^e minute de chaque heure, la *Citta di Milano* devait m'appeler sur ondes courtes. La montre à la main, le cœur accompagnant son tic tac, j'attendis que cette minute sonnât, et accroupi sur la glace près de ma station si rudimentaire, je me mis à l'écoute. Voici le moment! Parlera-t-elle? Ne parlera-t-elle pas? Pourrais-je la saisir? Oui, voici, qu'à l'heure prévue, le son clair de la *Citta di Milano*, me disait: « Que t'est-il arrivé? Pourquoi ne réponds-tu plus? Si tu as une avarie à l'appareil de transmission, mets le poste de secours sur l'antenne pour ondes courtes. Je t'écoute sans interruption. K (en avant) ». (*Biagi raconta...*, A. Mondatori, Milan).

Ainsi, comme le fait justement remarquer l'opérateur Biagi, la liaison, unilatérale c'est vrai, était réalisée trois heures après la catastrophe.

Etablissement d'un poste d'émission.

Mais évidemment ce qui importait c'était de pouvoir faire connaître à l'extérieur le point où les rescapés du dirigeable se trouvaient pour qu'on pût leur porter secours. Pour cela il était indispensable qu'un poste d'émission fût réalisé, et c'est aussitôt ce qu'entreprit Biagi.

Il chercha à fabriquer un mât en liant ensemble quelques-uns des montants de passerelle, qu'il retrouva parmi les débris épars; il les soutint au moyen d'un hauban de fortune, comme il le put, car la glace était secouée de frémissements, de craquements, qui rendaient encore l'architecture d'une station d'émission réellement délicate; cependant il put ainsi réussir à ériger une antenne de 7 mètres de hauteur, qui lui permettrait de communiquer sur 33 mètres de longueur d'onde.

Réglage du poste.

Pour régler ce poste Biagi employa deux méthodes.

La station de Rome-San Paolo émettait sur 32 mètres. Biagi pouvait donc régler sur cette longueur d'onde son poste récepteur, il faisait ensuite émettre son poste émetteur par le lieutenant Viglieri, écoutait sur le réglage obtenu pour San Paolo à son poste récepteur, puis allait modifier les valeurs de l'inductance

du poste émetteur, et recommençait l'opération, jusqu'à obtenir ainsi par tâtonnement un réglage de son poste d'émission sur 32 mètres; il extrapolait alors légèrement.

Après deux jours de ce travail, la station de T. S. F. comprenait poste émetteur et poste récepteur.

Le premier S. O. S.

A peine le poste de fortune avait-il été en état d'émettre, que sans attendre un réglage plus précis Biagi avait lancé un S. O. S. et signalant la position où le dirigeable avait abandonné ses naufragés 81° 50' N, 26° 30' Longitude.



Le Krassin.

Personne n'accusa réception.

Mais Biagi put recevoir encore les conseils de la *Citta di Milano*, il put aussi apprendre que des secours étaient immédiatement organisés, que l'on allait envoyer immédiatement des expéditions à la recherche des naufragés.

La T. S. F. ainsi apportait immédiatement un soutien moral; et ceux qui avaient confiance en elle ne devaient pas être déçus, malgré l'attente.

L'opérateur Biagi reçut aussi des signaux qui ne devaient pas lui causer très grande joie; les communiqués de presse faisaient l'hypothèse que si l'on ne recevait pas de signaux de l'*Italia*, c'était parce que son opérateur était mort, et il savait bien que sa femme qui habitait Rome avec son jeune fils aurait connaissance de ces nouvelles. Situation doublement tragique que celle de cet homme, et qui rappelle celle du léthargique que l'on enterre vivant, sans qu'il puisse appeler au secours.

Biagi ne manqua pas cependant d'imagination; il eut l'idée de lancer des S.O.S. au moment de l'émission des signaux horaires de la Tour Eiffel, et sur la même longueur d'onde courte, espérant qu'un observateur qui chercherait alors à régler ses chronomètres s'apercevrait des signaux polaires.

Cependant les signaux lancés par la *Citta di Milano* se précisaient, et prenaient un caractère plus intime; le navire attaquait les naufragés en émettant en Morse le nom même de Biagi.

La vie sur la banquise.

Biagi va continuer à émettre régulièrement, sans se laisser un instant décourager, et cependant la vie sur la banquise n'est pas des plus joyeuses.

Incidents sur incidents vont se succéder, les uns apportant des moyens matériels d'espoir, les autres frappant le moral.

Certes, l'ours abattu le 28 Mai par Malingreen apporta un sérieux appoint aux approvisionnements; aux conserves on va pouvoir mélanger une nourriture fraîche.

Mais le départ de la patrouille de Zappi, Mariano et Malingreen qui allait demander du secours et signaler le point de chute, fut tout de même une petite attaque contre la radio, dont elle enregistrerait la faillite jusqu'à ce moment.

Et cependant, voici qu'à ce moment même la radio fait entendre un nouveau murmure d'espoir. un avion est parti vers les naufragés.

La radio est entendue.

Elle ne devait pas tarder à rendre ce dont elle était capable.

Dès le 29 Mai la *Citta di Milano* avait cru entendre, et en fait, vraiment entendu l'appel de Biagi. Elle répondit le lendemain par un signal que Biagi ne prit qu'en partie, et qui lui disait de répondre via San Paolo, sur 32 mètres, mais qu'il crut adressé par une station autre. Une station de la colonie des Tomali.

Le 3 Juin, au soir, alors qu'il écoutait la presse de Rome, Biagi prit cette information: « Un amateur russe affirme avoir saisi un signal de l'*Italia* lancé de la terre François-Joseph. Les stations russes ont reçu ordre d'écouter attentivement. »

Ce fut la première lueur d'espoir réel sur la banquise; la communication bilatérale avait été établie.

Le radiogramme était erroné, et François-Joseph remplaçait un autre nom. Ce ne fut que le 6 Juin cependant que Biagi prit ce télégramme de la *Citta di Milano* en réponse aux siens :

« Nous avons reçu votre note. Veuillez donner encore une fois vos coordonnées. Le lendemain, le 7 Juin, San Paolo à la 55^e minute de l'heure prévue transmettait :

« *Italia Biagi*. — *La Citta di Milano* a reçu votre position. Pour être sûr, il faut que tu signales ton matricule Biagi. »

Le numéro matricule, c'est ce chiffre que tout marin, dans toutes les marines du monde, reçoit quand il entre au service. Si les signaux en réponse à l'enquête de San Paolo, l'émettait, il n'y avait pas de doute que l'émission reçue proviendrait bien de Biagi, détenteur du secret de son numéro matricule.

Et ce fut le cœur plein d'émotion que Biagi lança en l'air ces cinq chiffres :

0. 6. 8. 9. 1.

qui constituaient sa signature authentique.

Et après.

Et maintenant le contact est établi entre les isolés et le monde civilisé, entre

ceux qui se trouvent sans pouvoir et ceux qui vont partir à leur secours. Je n'insisterai plus sur la fin du drame.

La T. S. F. va encore servir cependant; c'est elle qui permettra aux naufragés qui écoutent la presse, de vivre de la vie spirituelle du monde.

C'est encore elle qui permettra de signaler que les avions suédois ou italiens qui n'ont pas vu la « tente rouge » en passant au-dessus, n'ont pas fait erreur dans leur direction; c'est elle qui permettra d'établir un code d'atterrissage.

Conclusion.

On a pu discuter sur l'aventure de l'*Italia*, mais je ne crois pas qu'il y ait au monde quelqu'un qui puisse refuser au sous-officier Biagi l'estime que son intelligence, que son art, que son dévouement ont méritée. C'est celui qui a sauvé les naufragés d'une perte totale.

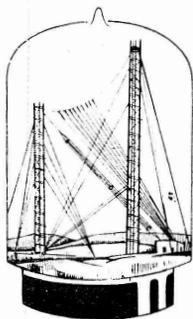
Reportons-nous par la pensée à l'aventure d'Andrée et de ses compagnons, que nous venons d'apprendre, après 33 ans de silence. Eux aussi, s'ils avaient

eu la T. S. F. eussent été sauvés; ils étaient arrivés sur la terre d'une île, et ils y avaient attendu le secours avec moins d'angoisse que l'équipage de l'*Italia*, s'ils avaient pu signaler leur position.

Et Scott! Scott dont vous pourrez lire le tragique carnet de route si vous visitez le British Museum, Scott arrêté à 8 milles du dépôt de vivres qui pouvait le sauver, si on pouvait entrer en contact avec lui par T. S. F.

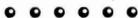
Quel progrès considérable représente la T.S.F. non pas seulement pour charmer nos soirées, mais pour faciliter nos recherches scientifiques! Elle a sauvé des hommes, elle encouragera de nouvelles expéditions.

Léon de la Forge



LA SIGNALISATION

par PAGÈS



PARMI les nombreux problèmes posés par les circulations ferroviaire et routière qui deviennent de plus en plus actives, l'un des plus importants est celui de la signalisation. Comme nous l'avons vu précédemment, nos ancêtres s'étaient déjà préoccupés de cette question mais uniquement au point de vue maritime. Leurs véhicules allaient trop lentement et étaient trop peu nombreux pour qu'il fût nécessaire de signaler à distance les virages, croisements, etc... Une diligence, même très chargée, pouvait s'arrêter en une dizaine de mètres. Il n'en est plus de même actuellement où des trains pesant plusieurs centaines de tonnes vont à plus de 100 km. à l'heure. Malgré les freins de plus en plus puissants dont ils sont pourvus il leur faut près d'un kilomètre pour absorber cette énorme force vive. Les automobiles, quoique allant encore plus vite mais étant plus légères, parviennent à s'arrêter en une centaine de mètres au maximum.

Nous allons examiner rapidement quels sont les systèmes de signaux actuellement utilisés dans les chemins de fer, dans les villes et sur les routes.

SIGNALISATION FERROVIAIRE

Jusqu'au début du **xx^e** siècle, les Compagnies de chemins de fer en France utilisaient uniquement la signalisation par sémaphores et par carrés commandés à distance au moyen d'un levier réuni au signal par un fil de fer. La nuit, ce signal était remplacé par un signal lumineux obtenu au moyen d'une lampe à pétrole munie d'un verre de couleur. Ce dispositif, un peu primitif, avait été amélioré pendant ces toutes dernières années, en remplaçant la manœuvre à main par une manœuvre mécanique obtenue au moyen d'un électro-aimant à longue course. La force nécessaire étant considérable, on était obligé de disposer d'un courant assez intense et par suite de canalisations électriques coûteuses.

Actuellement, sur tous les réseaux, on tend à remplacer ces vieux systèmes par des signaux lumineux qui n'avaient jusqu'à présent été utilisés que pour les lignes souterraines (métros) et dans les tunnels.

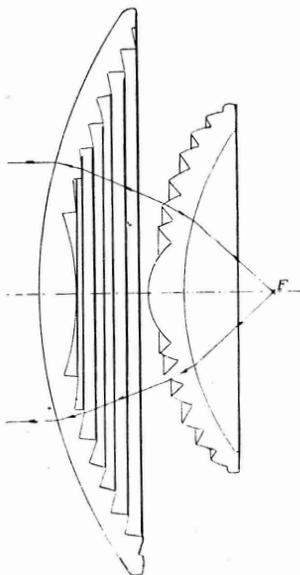


Fig. 1. a) — Système Thomson.

La réalisation de ces appareils n'a été rendue possible que par les progrès faits dans la fabrication des optiques en verre moulé et dans celles des lampes à filaments concentrés. Actuellement, quelques verriers ont presque monopolisé dans le monde la fabrication de ces lentilles; ce sont la Corning Glass aux Etats-Unis, qui a créé les premiers modèles lors de l'étude de cette question par les chemins de fer américains vers 1904: Chance en Angleterre et Holophane en France.

Le grand avantage du nouveau disposi-

tif est de présenter le même aspect de jour et de nuit.

Avec l'ancien système, il y avait, au lever et au coucher du soleil ou encore par temps brumeux et pluvieux, si nombreux dans nos régions, des moments où la clarté n'était pas suffisante pour pouvoir distinguer nettement le sémaphore, mais cependant encore trop considérable pour permettre de voir à bonne distance une lampe à pétrole.

Dans les signaux lumineux modernes les ennuis que nous venons de signaler disparaissent. On est parvenu à en fabriquer qui, fonctionnant avec une lampe de 12 ou 16 watts, ont en plein soleil une portée de mille à quinze cents mètres.

Un autre avantage est leur grande facilité de manipulation. Les commutateurs remplacent dans les postes d'aiguillage les leviers d'autrefois, et il est inutile d'insister sur l'avantage qu'ils présentent pour la réalisation du bloc-système actuellement en usage sur tous les réseaux.

On fait de gros efforts pour uniformiser dans tous les pays les teintes utilisées qui sont le rouge, le jaune, le vert et beaucoup moins souvent le bleu, le bleu lunaire et le pourpre.

Dans la future réglementation internationale :

Le rouge indiquerait l'arrêt;

Le jaune indiquerait attention, vitesse réduite;

Le vert indiquerait voie libre;

Le bleu, le bleu lunaire et le pourpre seraient uniquement employés pour l'entrée des gares, les voies de triage, etc... mais jamais comme signaux de grande communication.

Les trois teintes principales ont été choisies soigneusement de façon qu'il ne puisse y avoir confusion entre elles. Le rouge très pur, ne laisse pas du tout passer de jaune, par exemple il ne doit pas transmettre la lumière émise par la flamme jaune d'un bec Bunsen contenant du chlorure de sodium. Le coefficient de transmission total pour cette teinte et pour une

lampe demi-watt, est en moyenne de 9,5 %.

Une couleur moins pure, présenterait de grands dangers pour le trafic car on pourrait la confondre avec le jaune, c'est-à-dire la prendre comme indication de ralentissement au lieu d'arrêt. Le jaune ne peut être obtenu malheureusement que

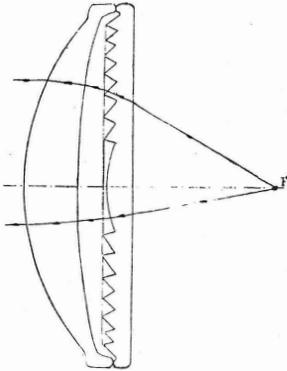


Fig. 1. b) — Système C* des Signaux et Entreprises Electriques.

moins pur. Il contient, en plus du jaune, du rouge et de l'orangé ce qui tend par temps de brouillard à le faire confondre avec le rouge, donc provoquer l'arrêt d'un train, accident peu grave. On limite soi-

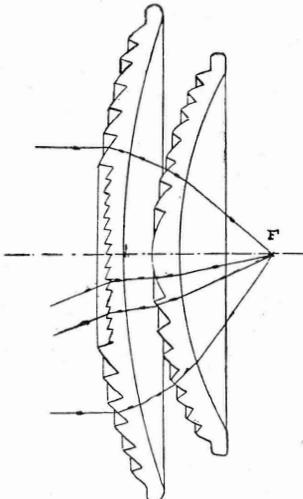


Fig. 1. c) — Système Mars.

gnement la transmission du côté des petites longueurs d'onde pour éviter toute confusion possible avec le vert. Le coefficient de transmission dans les mêmes con-

ditions que pour le rouge est de 32 %.

La teinte choisie pour le vert est un vert bleuté ne laissant passer ni rouge, ni jaune, une partie du vert mais principalement du bleu. Employé avec une lampe demi-watt qui émet peu de radiations bleues, ce verre prend une teinte nettement verte. Par temps de brouillard, ces signaux deviennent peu visibles, mais le seul ennui qui puisse en résulter est un ralentissement du trafic. Le coefficient total de transmission est en moyenne de 18 %.

DISPOSITIFS UTILISES

Ils sont de deux types :

- 1° Ceux à lentilles multiples;
- 2° Ceux à simples lentilles.

Comme on le voit, on n'utilise pour ces appareils que des systèmes dioptriques. On n'emploie pas de réflecteurs paraboli-

ques pourvus à l'avant d'une glace de couleur, appareil ayant cependant un bon rendement parce que la réflexion sur eux du soleil à l'horizon pourrait les faire paraître allumés et produire des accidents en donnant ce que l'on appelle des feux fantômes.

a) Signaux à lentilles multiples. — Ils sont formés d'un doublet, c'est-à-dire d'une première lentille à échelons commençant à concentrer le faisceau émis par la lampe et d'une deuxième achevant de le rendre parallèle.

Les lampes employées sont des lampes à bas voltage, en général 12 volts, construites avec autant de soin que les lampes pour projecteurs d'autos dont elles possèdent d'ailleurs la forme et le culot à 3 ergots. Le filament est ordinairement rectiligne, ce qui permet d'obtenir une petite

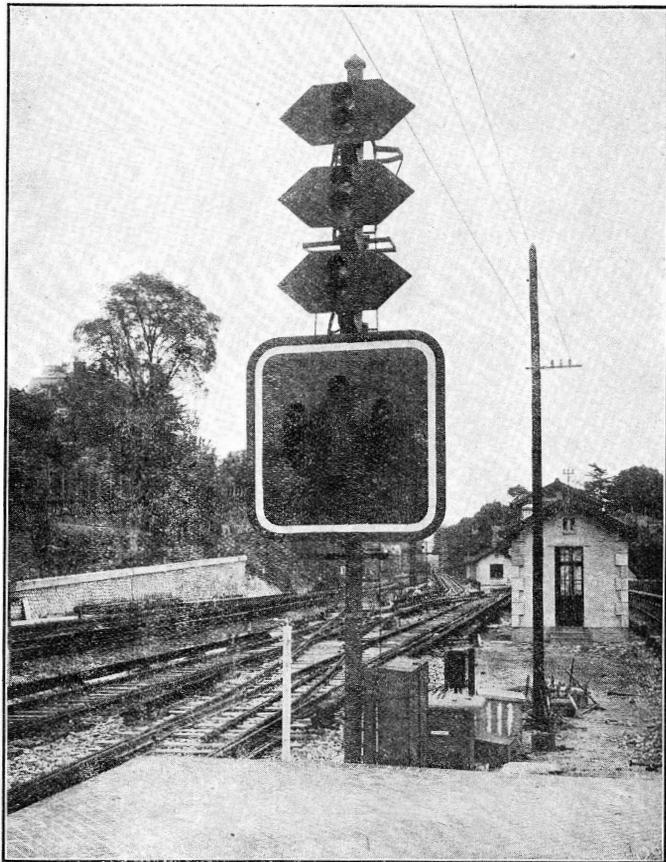


Fig. 2. — Signal lumineux d'indication de direction, de la C* des Signaux et Entreprises Electriques (Lentille fabrication Olophane)

divergence dans le plan horizontal, environ 6° . Quelquefois, elles ont un 2^e filament monté en parallèle avec le premier pour éviter en cas de rupture du filament principal l'extinction du signal. Elles ont également quelquefois deux filaments indépendants de puissance différente, le moins puissant étant utilisé pour le service de nuit. On arrive, par ce procédé, à égaliser presque les portées de jour et de nuit.

Dans les doublets, la lentille intérieure est seule teintée, ceci pour éviter la formation de feux fantômes de couleur sur le

avec la lentille extérieure et sont vus en coupe sur la fig. 1. Les autres constructeurs emploient une petite pastille déflectrice qu'ils collent au baume du Canada; la Compagnie des Signaux, au centre de sa lentille intérieure, Thomson au centre de sa lentille extérieure.

Dans certains cas, par exemple pour les signaux placés dans les courbes, il faut une grande divergence horizontale. On l'obtient en disposant des cannelures verticales sur la lentille extérieure. En choisissant convenablement leur profil, on peut avoir toutes les répartitions nécessaires.

SIGNAUX

A UNE SEULE LENTILLE

Il n'y en a guère actuellement en service en France, mais ils sont très répandus aux Etats-Unis et au Canada.

Ceux utilisés actuellement sont formés d'un réflecteur elliptique au foyer duquel se trouve la lampe employée. Le faisceau réfléchi converge au second foyer de l'ellipse qui est également le foyer d'une lentille à échelons en verre blanc. Au moyen de ce dispositif, on arrive à utiliser un flux considérable tout en évitant

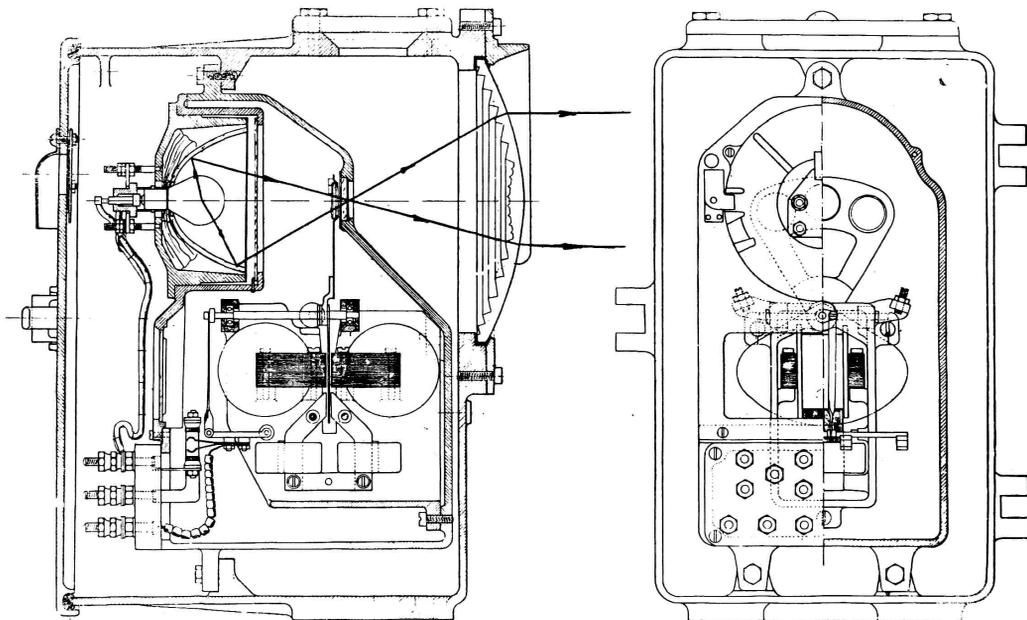


Fig. 3. — Signal lumineux coloré à réflecteur elliptique, fabrication Thomson.

signal. Il peut se produire cependant des réflexions gênantes sur les faces, non réfractantes des échelons de la lentille extérieure. On évite cet ennui, en les peignant en noir.

Nous avons représenté (figure 1) les systèmes de lentille les plus souvent employés en France (Thomson, C^o des Signaux Mors).

A cause de la faible divergence de ces signaux, ils ne sont pas visibles de près; on y remédie en disposant au centre d'une des lentilles des prismes horizontaux ramenant une partie des rayons vers le bas. Dans le système employé par la Société Mors, ces prismes viennent de moulage

Ces lentilles sont réunies, en général, par groupes de 8 dans des panneaux en tôle peints noir. Ils comprennent ordinairement :

3 lentilles rouges placées à la partie inférieure;

2 lentilles vertes placées au milieu;

3 lentilles jaunes placées en haut.

Il y a donc toujours quel que soit l'état de la voie, un certain nombre de lentilles allumées. Sur la fig. 2 nous avons représenté un de ces panneaux, mais employé comme indicateur de direction. La répartition des feux y est un peu différente de celle adoptée pour les signaux de grandes communications.

tant les dangers de formation de feux fantômes gênants. En effet, un rayon parallèle à l'axe vient après réflexion sur la lentille converger au second foyer de l'ellipse en traversant un verre coloré puis il vient frapper le réflecteur et il est réfléchi en passant par la lampe. Il va ressortir parallèlement à l'axe en donnant un feu fantôme mais de même teinte que le signal donc non dangereux.

L'indication de la couleur est donnée par des petites rondelles de verre ayant environ 1 pouce de diamètre et montées sur un châssis pouvant se déplacer au moyen d'un moteur électromagnétique polarisé dans le plan focal de la lentille. Le tout est disposé de façon que, lors-

que aucun courant ne passe dans le circuit de commande le verre rouge est au foyer. Les verres de couleur étant placés en un point où passe un flux considérable chauffent beaucoup et risquent de se casser. Aussi a-t-il fallu étudier des verres spéciaux résistant aux variations de température.

Ce type de signal présente un certain

nombre d'avantages. Tout d'abord étant tout le temps allumé on connaît exactement le nombre d'heures pendant lequel les lampes ont brûlé, ce qui permet de les changer méthodiquement. Ensuite, travaillant sur un flux très grand, on peut avec une lampe, de faible puissance avoir une très grande portée. Par exemple, avec une lampe de 10 w. ce signal est visible à

1.500 mètres en plein soleil. Il permet de remplacer 3 signaux de verre coloré par un seul. Enfin, et surtout il permet une protection très efficace du trafic puisqu'en cas de dérèglement ou de rupture du fil de commande, il se met automatiquement au rouge, c'est-à-dire l'arrêt. Sur la figure 3, nous avons représenté un de ces appareils où est figurée la marche des rayons lumineux.

Signalons encore un système de signaux utilisé quelquefois en France et à l'étranger et consistant en un certain nombre de feux montés sur un châssis et disposés comme il est indiqué sur la fig. 4 qui représente un signal de ce type en service actuellement sur les chemins de fer français.

Pour donner l'indication, on allume simultanément un certain nombre de ces feux. Lorsque la lampe centrale et les deux autres situés sur l'horizontale sont en service, le signal signifie « arrêt ». 3 lampes disposées sur une verticale « voie libre » et 3 lampes disposées suivant une diagonale « attention ».

Pour que le système de protection par signalisation lumineuses puisse donner toute la sécurité nécessaire pour la pratique, il faut qu'à chaque instant du postal central d'aiguillage, on puisse vérifier dans quel état se trouve le signal. Parmi les nombreux dispositifs de contrôle utilisés, citons le suivant : la lampe du signal est alimentée au moyen d'un petit transformateur sur le primaire duquel on dispose en série une résistance sur laquelle on monte en parallèle une petite lampe de 3 w. disposée dans un petit signal auxiliaire placé à l'intérieur du poste d'aiguillage. Si le signal est en service, le courant passant dans la résistance augmente; il en est de même de la différence de potentiel aux bornes de cette résistance et la lampe s'allume. Nous avons vu que par mesure de sécurité, on employait dans certains appareils des lampes à plusieurs filaments. Si le filament principal vient à se briser, le courant utilisé diminue, il en est de même pour la différence de potentiel aux bornes de la lampe témoin, son éclat baisse. En choisissant convenablement la résistance utilisée, les variations de brillance de la lampe auxiliaire peuvent être telles qu'elles appellent immédiatement l'attention sur toutes modifications de la lampe du signal.

Pour les signaux placés en pleine campagne on ne dispose pas de courants continus; on emploie le courant continu fourni par des batteries d'accumulateurs. Là encore, dans le poste de commande une lampe témoin s'allumant en même temps que le signal sert à vérifier à tout instant son état.

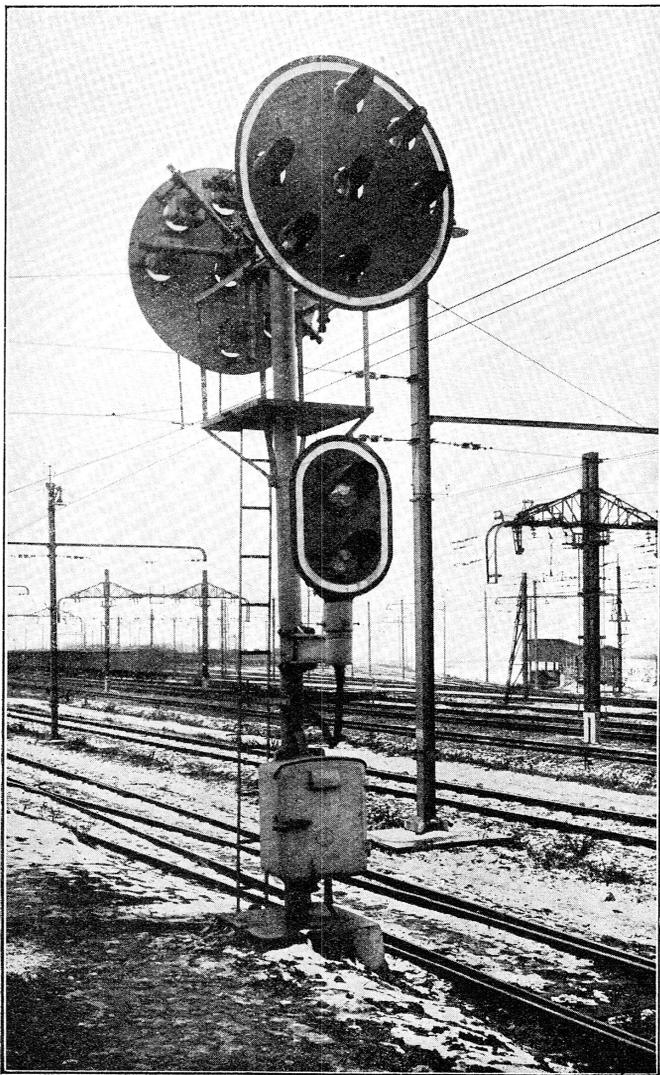


Fig. 4. — Signal à feu de position, type B, combiné avec un signal à feu coloré, système Thomson, optique Olophane.

SIGNALISATION URBAINE

Ce problème est d'origine beaucoup plus récente que celui de la signalisation ferroviaire. Si ce dernier ne date que d'un siècle, l'autre ne se pose que depuis une dizaine d'années, c'est-à-dire à partir du moment où la circulation des automobiles est devenue très intense. Jusqu'à présent, on utilisait pour réglementer le trafic des agents de police qui, au fond, jouaient le rôle de sémaphores.

Dans les pays à salaires élevés, la dépense ainsi produite est devenue vite prohibitive et il a fallu y remédier en utilisant divers systèmes de signaux automatiques pour diriger la circulation. On peut diviser les dispositifs utilisés actuellement en 5 groupes :

1° Commande à la main. — On emploie cette méthode pour les places lorsque la circulation est très complexe. Un agent placé dans un endroit tel qu'il aperçoive toutes les issues du carrefour, par exemple dans une tour, dispose d'un tableau où sont placés les interrupteurs commandant les différents signaux. Actuellement en France c'est ce dispositif qui est uniquement employé; il a notamment été en service place de l'Opéra.

2° Contrôle indépendant ou local. — Il est semblable à celui du numéro 1; il s'applique encore à un carrefour mais dans ce cas, la commande se fait automatiquement. On a installé à Paris quelques systèmes de ce genre, par exemple au Pont des Arts. Malheureusement l'éducation des chauffeurs français n'est pas encore faite. Il est très difficile de leur faire admettre que lorsque le signal indique l'arrêt, ils doivent s'arrêter même lorsqu'il n'y a pas de voitures venant dans l'autre sens ?

3° Contrôle synchronisé. — Le cas le plus simple est celui où une artère principale est coupée par toute une série de rues perpendiculaires. Les signaux sont synchronisés, c'est-à-dire, qu'ils sont tous de la même couleur, donc donnant la même indication dans la même direction. Cette synchronisation peut se faire soit au moyen de contrôleurs automatiques placés à chaque intersection, soit au moyen d'un poste central. Cette disposition présente l'inconvénient de produire des pertes de temps lorsqu'on l'applique à un croisement où le trafic est restreint et aussi d'inciter les conducteurs à aller à une vitesse excessive lorsque la voie est libre.

4° Contrôle alterné. — Comme dans la méthode précédente, tous les signaux changent en même temps mais dans une même direction; ils ne donnent pas tous la même indication, au contraire, ils indiquent alternativement à chaque croise-

ment « arrêt » et « voie libre ». Les voitures progressent donc entre chaque changement de signaux d'une longueur égale à celle d'un pâté de maisons. La période de changement étant choisie égale au temps nécessaire pour un conducteur allant à une vitesse normale pour parcourir la distance séparant deux signaux. Ce dispositif est excellent dans certaines villes neuves des Etats-Unis construites sur des plans géométriques et où tous les îlots de maisons et d'immeubles ont la même dimension.

Les opérations de commande des si-

gnaux à chaque intersection sont commandés par des contrôleurs locaux qui le sont eux-mêmes par un contrôleur général. L'alimentation des signaux est locale et on a comme seule canalisation les 2 fils reliant chaque contrôleur particulier au contrôleur général.

Signaux utilisés. — Les conditions que doivent remplir ces appareils ne sont pas du tout les mêmes que pour ceux servant pour les chemins de fer. Alors que pour ces derniers, il faut avoir une bonne visibilité de loin, pour les signaux de rues on

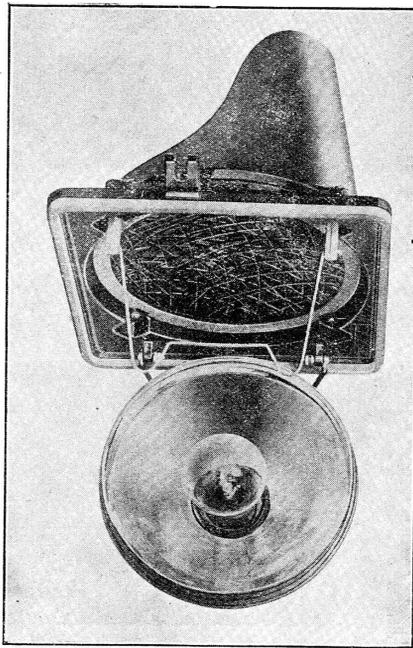


Fig. 5. — Signal de rue, type Novalux, Fabrication Thomson-Houston. Verrerie Olophane.

gnaux s'effectuent de la même façon que dans le cas du contrôle synchronisé.

5° Contrôle progressif. — C'est de beaucoup le système le plus souple et le plus pratique; il s'applique au cas où les pâtés de maisons sont de longueur différente; la période du changement de signaux est calculée comme précédemment de façon à permettre aux voitures de parcourir la longueur de l'îlot d'immeubles à une vitesse moyenne.

Les changements d'indication ne se font donc pas simultanément, la période du cycle de changement des signaux étant différente à chaque carrefour. Les si-

gnaux peuvent se contenter d'une portée de 150 à 200 mètres, mais il faut de plus avoir une bonne visibilité à faible distance et sur les côtés. Le système qui est actuellement le plus utilisé aux Etats-Unis et au Canada est celui de la General Electric Company dont la partie optique est fabriquée par l'Holophane. Il consiste soit en une lentille à échelons au foyer de laquelle est placé le point lumineux (une lampe 1/2 watt de 60 watts) et d'une glace bombée donnant la divergence nécessaire au moyen de cannelures verticales et de prismes diversement inclinés, soit d'un miroir parabolique muni de la même glace. Dans ce dernier

cas, pour éviter la formation de feux fantômes moins dangereux évidemment que pour les chemins de fer, le miroir parabolique est limité au plan perpendiculaire à l'axe passant par le foyer. Sur la fig. 5 nous voyons la photographie d'un tel élément. Les teintes utilisées sont les mêmes que pour les chemins de fer avec les mêmes significations.

L'expérience a montré que l'on a intérêt à utiliser une quatrième indication que l'on représente par le rouge plus le jaune. Pratiquement, les signaux se succèdent dans l'ordre suivant :

Rouge: arrêt.

Rouge plus jaune : on doit se préparer à partir lorsqu'on verra le vert.

Vert : voie libre.

Jaune : on doit être prêt à s'arrêter à l'apparition du signal rouge.

A Paris, on n'utilise que le rouge et le vert. On remplace le signal jaune par une sonnerie destinée à attirer l'attention des chauffeurs sur le changement de teinte qui va se produire.

La durée d'un cycle complet de signaux est très difficile à déterminer. Comme nous l'avons vu, il doit pratiquement dépendre de la distance des carrefours, de la vitesse moyenne des véhicules, etc... Il semble que l'on ait intérêt à prendre autant que possible des cycles courts, par exemple, choisir des périodes de 40 à 80 secondes. Les intervalles de temps plus grands inciteraient les conducteurs à ne pas obéir aux indications des signaux.

Sur la fig. 6, nous voyons un signal à 4 directions disposé de façon à pouvoir être suspendu à l'angle d'un carrefour.

On utilise beaucoup à Paris, pour les sens interdits, des verrières prismatiques dont l'enveloppe extérieure est en verre rouge. Ils sont équipés avec des lampes de 75 watts commandées par des clignoteurs. On emploie également des lentilles de Fresnel. Dans ce dernier cas, le faisceau émis serait trop concentrant; on l'élargit dans le sens horizontal au moyen d'une glace bombée portant des prismes verticaux.

Pour se rendre compte de l'économie apportée par l'utilisation des signaux automatiques, nous pouvons citer l'exemple de New-York où il y a actuellement 3.000 carrefours d'équipés. Le prix total de l'installation a été de 1 million de dollars et il faut de plus 500 policemen pour assurer la surveillance du trafic. Pour obtenir des résultats semblables il faudrait 6.000 hommes coûtant par an 15 millions de dollars. L'installation complète est amortie en quelques mois.

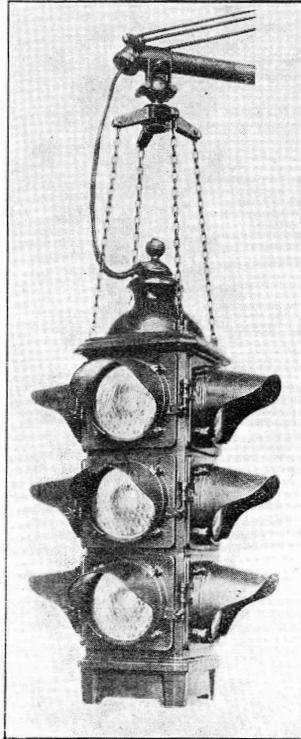


Fig. 6.— Signal Novalux Thomson-Houston à 4 directions.

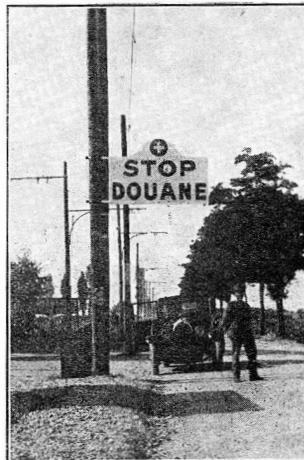


Fig. 6. a) — Plaque de signalisation munie de cataphotes. Vue de jour.

SIGNALISATION SUR ROUTES

Le problème est dans ce cas tout à fait différent des deux précédents.

Quoiqu'ils seraient bien souvent d'une grande utilité, il ne peut être question d'employer des signaux lumineux qui nécessiteraient pour leur alimentation des canalisations électriques dont la pose et l'entretien entraîneraient des frais prohibitifs. Ils ne peuvent être utilisés que dans quelques cas particuliers, comme par exemple pour la signalisation des passages à niveau où très souvent on dispose de courant. Aux Etats-Unis, ceux-ci même dans des villes importantes ne sont pas gardés; on place de chaque côté deux signaux du même type que ceux employés pour la signalisation urbaine, à 30 pouces l'un de l'autre et s'allumant alternativement à une cadence de 35 à 40 éclaircs par minute lorsque le train arrive à un kilomètre du passage à niveau; ils sont commandés par un relais mis en action automatiquement lorsque le convoi est à la distance voulue. La portée de ces feux est environ en plein jour de 300 mètres.

Pour la signalisation des endroits dangereux, sur les routes, croisements, tournants, descentes, etc., on emploie de jour un panneau en tôle parkerisée peinte, portant un signe conventionnel et rendu visible de nuit par un système optique réfléchissant la lumière des projecteurs des automobiles.

Ces dispositifs sont des systèmes auto-collimateurs; ils doivent présenter un certain nombre de propriétés:

1° Renvoyer suffisamment de flux dans la direction de la lumière incidente pour pouvoir être vu de loin même éclairés par un projecteur de puissance moyenne;

2° Avoir un champ suffisant, c'est-à-dire pouvoir être perçu par l'automobiliste ne se présentant pas perpendiculairement au signal. Ce champ, dans la plupart des cas, doit être au moins égal ou supérieur à 100°;

3° Avoir une bonne divergence, c'est-à-dire qu'il doit pouvoir être vu par une personne non située à côté de la source lumineuse, par exemple, par le conducteur de la voiture.

Les conditions 1 et 3 sont un peu contradictoires, car la divergence ne peut être obtenue que par l'ouverture du faisceau réfléchi, donc aux dépens de la brillance et de la portée.

Les dispositifs utilisés actuellement sont assez nombreux, mais sont de qualités très différentes. Nous allons les passer très rapidement en revue.

L'appareil le plus simple serait évidemment formé d'un miroir plan; malheureusement, il ne pourrait fonctionner que dans

le cas où le faisceau incident lui serait perpendiculaire. Il ne présenterait donc ni champ ni divergence. On a cherché à remédier à ces défauts soit en gaufrant une plaque métallique chromée ou nickelée ce qui s'obtient en l'appliquant à force sur un réseau de fils de fer, soit en prenant un verre genre cathédrale que l'on argente. Dans tous les cas, pour ne pas trop diminuer l'éclat on a dû se contenter d'une divergence et surtout d'un champ très réduit. Quelques appareils basés sur ce principe ont été utilisés en Suisse.

Un autre dispositif, déjà plus perfectionné, est constitué par un cône de révolution dont l'angle au sommet est égal à 90° et dont l'axe est horizontal.

Dans le cas où le faisceau incident est parallèle à l'axe il sera évidemment renvoyé sur lui-même. Supposons, au contraire, qu'il ne soit pas parallèle à l'axe et considérons le plan déterminé par une parallèle à la direction du faisceau incident mené par le sommet du cône et par l'axe. Tout rayon contenu dans ce plan sera renvoyé sur lui-même mais il n'en sera pas de même pour ceux situés dans d'autres plans, une génératrice du cône apparaîtra donc seule brillante quelle que soit l'incidence à condition, toutefois que celle-ci soit inférieure à 45° . L'angle de champ ne dépasse donc pas 90° et encore pour cet angle limite la brillance devient très faible. (Fig. 7.)

Remarquons que dans le cas de l'incidence normale et pour de petits angles de champ, le cône n'a pas besoin d'être argenté et peut fonctionner par réflexion totale.

La divergence obtenue est très faible. Pour remédier un peu à cet inconvénient, on a remplacé la surface plane d'entrée des cônes de verres par un ménisque convexe. Malheureusement, l'éclat de l'appareil diminue beaucoup. Le cône en métal embouti puis nickelé ou chromé a été très employé aux Etats-Unis.

Un autre dispositif utilise une propriété géométrique du tétraèdre à arêtes octogonales et qui consiste dans ce fait qu'un rayon incident tombant sur une des faces est après réflexion sur les deux autres, réfléchi dans la direction primitive. On réalise ces appareils soit au moyen de 3 petits miroirs que l'on taille très facilement puisque ce sont des triangles rectangles isocèles et que l'on assemble ensuite dans une monture métallique, soit en verre moulé. Dans ce dernier cas à partir d'une certaine direction du faisceau lumineux, l'angle d'incidence devient inférieur à l'angle limite et le rayon est réfracté au

lieu d'être réfléchi. Le champ se trouve ainsi pratiquement limité aux environs de 60 à 70° , alors que lorsque le tétraèdre est constitué par des petits miroirs il est supérieur à 90° . Remarquons que la brillance diminue avec l'incidence, la sur-

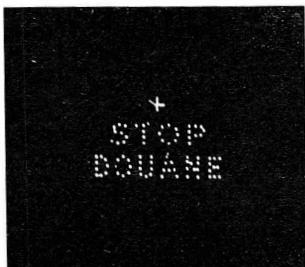


Fig. 6. b) — Plaque de signalisation munie de cataphotes. Vue de nuit.

face utile du tétraèdre allant en diminuant. Pour augmenter la divergence, qui est en général assez faible, on remplace souvent pour ceux fabriqués en verre

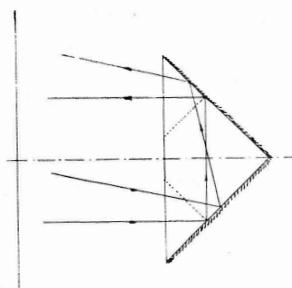


Fig. 7. — Cône en métal.

moulé la face d'entrée plane par une surface convexe.

Sauf dans le cas où la route monte ou descend, le champ vertical est peu utile, le faisceau des projecteurs étant ordinaire-

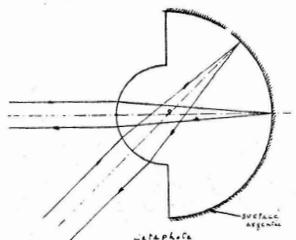


Fig. 8. — Cataphote.

ment normal à la plaque autocollimatrice. Certaines plaques auto-réfléctrices employées surtout aux Etats-Unis tiennent compte de ce que nous venons de dire et présentent la particularité d'avoir un champ horizontal beaucoup plus considérable que le champ vertical. Elles sont fabriquées en verre moulé pressé et sont formées de prismes à 90° dont les faces sont recouvertes d'autres prismes à 90° dont les arêtes sont perpendiculaires à celles des premiers. On évite ainsi d'argenter la plaque et on obtient un peu plus de divergence par suite de la diffusion légère des surfaces que si l'on employait deux miroirs inclinés à 90° .

Le dernier genre d'appareil autocollimateur que nous allons examiner est de beaucoup le meilleur. Les différents ennuis que nous avons signalés avec les systèmes précédents : peu de champ, faible divergence, éclat médiocre, disparaissent.

Ils utilisent le vieux principe d'autocollimation employé si souvent en optique comme dans les expériences pour la mesure de la vitesse de la lumière, etc... Si l'on place un miroir dans le plan focal d'une lentille, un faisceau parallèle à l'axe tombant sur cette lentille sera renvoyé dans sa direction primitive. Si, au lieu d'un miroir plan, on dispose un miroir sphérique ayant pour centre le centre optique de la lentille et pour rayon la distance focale, un faisceau incident faisant un angle α avec l'axe sera encore réfléchi parallèlement à lui-même, mais avec ce dispositif on est très rapidement limité par l'aberration de sphéricité de la lentille. Si on désire obtenir pour le faisceau réfléchi un faisceau non parallèle, mais au contraire légèrement divergent, il suffit de disposer le miroir non dans le plan focal mais légèrement en avant.

Pratiquement, ces appareils qui portent le nom de cataphotes (brevet Garbarùn appartenant pour la France à la Société Cataphotes et Soléclair) sont disposés ainsi : un premier dioptré sphérique servant d'objectif à son centre confondu avec celui d'une deuxième dioptré dont la face extérieure est argentée. La somme des rayons des deux dioptrés est égale à la distance focale du premier. Sur la fig. 8 nous avons représenté un des premiers cataphotes fabriqués où les deux dioptrés sont formés de deux hémisphères. Dans ce cas, le champ est égal à 180° . Au début, ces deux hémisphères étaient taillés et collés au baume de Canada. Actuellement, ils sont moulés; les surfaces sont un peu moins lisses mais ceci n'est d'ailleurs pas mauvais car cela permet d'obtenir un peu de divergence. Dans certains cas, celle-ci n'est même pas suffisante et on est obligé

de l'augmenter en décalant les centres des deux sphères sur l'axe l'une par rapport à l'autre. Pratiquement, on règle ce décalage de façon que le signal cesse d'être visible à 25 mètres, ce qui correspond

et on obtient par ce procédé, une augmentation de brillance considérable.

Pour rendre un cataphote visible dans l'obscurité, il suffit d'allumer une allumette à 15 mètres. Sur la route on les

aperçoit avec des projecteurs très moyens à 500 mètres.

On a réalisé avec des dispositifs des plaques indicatrices donnant le nom et la distance des villes, les numéros des routes, des réclames, etc. Ils servent également aux Compagnies de chemins de fer pour la signalisation des passages à niveau, etc...

La fig. 10 montre les deux aspects de jour et de nuit d'une plaque de ce genre placée à la frontière de Suisse.

Tous ces systèmes autocollimateurs ont été employés comme moyen de signalisation sur les véhicules eux-mêmes. Pendant longtemps on a autorisé les cyclistes à se contenter comme feu rouge d'un appareil de ce genre. Il n'en est pas de même pour les automobilistes dont les voitures doivent être pourvues d'une lanterne rouge éclairant également la plaque portant le numéro. Il arrive très souvent que la petite ampoule utilisée se casse sans que le conducteur s'en aperçoive et le moindre accident qui puisse en résulter est une contravention pour défaut d'éclairage. On a cherché à remédier à cet inconvénient en employant des lanternes arrières ou une lentille centrale est entourée de cataphotes qui les rendent lumineuses même sans être allumées, simplement en réfléchissant la lumière des candélabres des projecteurs. Ce même dispositif a été employé par les feux d'ailes.

PAGES

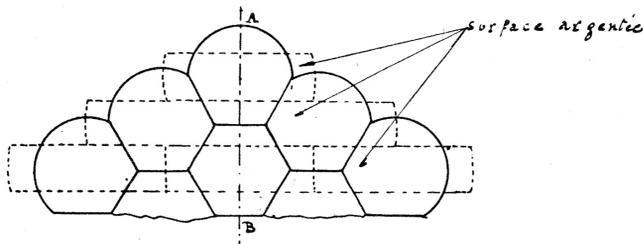


Fig. 9 a) — Cataphote à grande brillance.

pour un conducteur d'automobile dont l'œil est placé à 1 mètre de ses projecteurs à une divergence de $2^{\circ} 18'$.

Pour augmenter la surface utile et par suite de leur brillance, on les réunit en plaques dont certaines atteignent 20 cm. de côté. Tout dernièrement, on en a réalisé certaines où les hémisphères formant objectif étaient imbriqués les uns dans les autres, les surfaces réfléchissantes correspondantes étant disposées comme il est représenté sur la fig. 9. On diminue ainsi le champ vertical tout en laissant constant le champ horizontal; or nous avons vu que ce dernier est, en général, seul utile

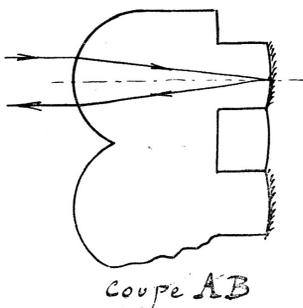


Fig. 9. b) — Cataphote à grande brillance.



CHEZ LES CONSTRUCTEURS

Les Lampes-bâtonnets Telefunken

UNE NOUVEAUTÉ DANS LA TECHNIQUE DES LAMPES

par Serge PHILIPPE



D'après des documents des Etablissements TELEFUNKEN.

Depuis la naissance de la lampe à écran, nous sommes un peu privés de nouveautés commerciales. On trouvera ci-dessous une étude intéressante sur un nouveau système de triode à électrode d'excitation interne, lampe dont l'emploi pourra donner lieu, grâce à sa particularité de ne fonctionner qu'en courant alternatif, à de nouveaux schémas de montage.

DANS un numéro nous avons donné la traduction d'un article sur les « lampes froides » réalisées par M. von Ardennes. Ces lampes ne sont pas encore sorties du domaine du laboratoire. Les Etablissements Telefunken, par contre, viennent de lancer dans le commerce des appareils récepteurs, munis

froides, concourent au même but : c'est-à-dire modifier l'influence parfois gênante du chauffage tel qu'il est réalisé dans les lampes du modèle utilisé couramment à l'heure actuelle.

Les lampes-bâtonnets sont des lampes où le champ d'excitation est influencé de l'extérieur. L'idée en elle-même n'est pas nouvelle, de Forest en 1906, Round en 1914 et Weagant en 1915 ont étudié de telles lampes, mais ils ne sont point arrivés à des résultats utilisables dans la pratique, l'électrode extérieure n'exerçant pas une influence suffisante sur le champ de charge avec les lampes de forme cylindriques qu'ils employaient pour leurs travaux.

En modifiant d'une façon radicale la forme des lampes, Telefunken a obtenu des lampes d'une construction possible et possédant tous les avantages des lampes à influence intérieure.

Les lampes-bâtonnets sont plates et entièrement recouvertes d'un enduit métallique. Les figures I et II montrent schématiquement leur constitution.

Cette construction permet à l'électrode extérieure d'exercer pleinement son action sur la cathode et par suite sur la zone du champ de charge.

Au point de vue de leur fonctionnement, ces lampes diffèrent entièrement des lampes du type normal en ce sens que le courant d'anode n'est influencé

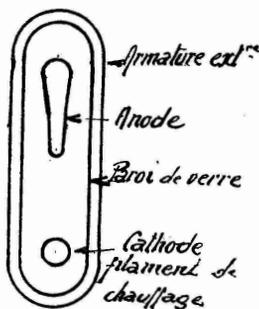


Fig. 1. — Coupe transversale schématique d'une lampe-bâtonnet. Forme caractéristique de l'anode.

de « lampes-bâtonnets », qui, quoique construites sur des principes tout à fait différents de ceux qui ont déterminé M. von Ardennes à établir ses lampes

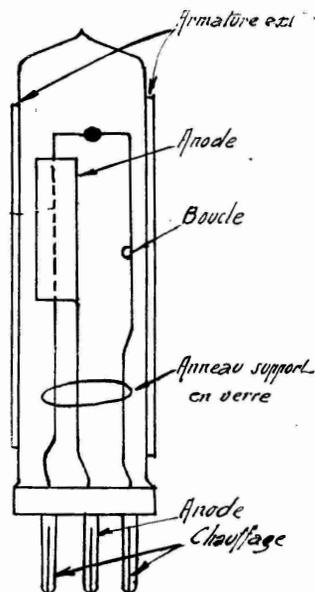


Fig. 2. — Coupe longitudinale schématique d'une lampe-bâtonnet. La boucle du filament de chauffage a pour but de réduire au minimum la tendance de sonorité de la lampe.

que lorsque la tension de la grille extérieure est alternative. Il n'est donc pas possible d'obtenir des caractéristiques statiques de ces lampes. (ni aucun fonctionnement en courant continu. N. D. L.R.)

Les lampes-bâtonnets sont établies suivant deux modèles :

L'*Arcotron 201* employé pour l'amplification basse fréquence et qui est à vide presque rigoureux ;

L'*Arcotron 301* employé pour la réception des hautes fréquences modulées et qui est rempli de gaz.

pour éviter les bruits provenant des canalisations du secteur. Ceci provient de ce que l'*Arcotron 301* est insensible aux variations de tension lentes à basse fréquence, ce qui n'influe en rien sa fidélité de réception des sons musicaux de basse tonalité. Ce chauffage direct a l'autre avantage de mettre l'appareil en état de fonctionner dès que le commutateur est tourné sans que l'on ait besoin d'attendre le chauffage progressif normal avec les lampes à chauffage indirect. (Constante calorifique grille)

La figure V montre un schéma de montage. On remarque que l'emploi des

lampes-bâtonnets simplifie le montage, en ce qu'il n'est plus besoin de condensateur de couplage ni de résistance de grille entre la détectrice et l'amplificatrice basse fréquence.

L'emploi des lampes-bâtonnets crée donc une possibilité de simplification des appareils récepteurs, par suite une diminution du prix de revient.

De nombreuses démonstrations d'appareils construits dans ces conditions ont eu lieu pendant la durée des expositions de T. S. F. de Berlin et de Vienne.

S. PHILIPPE.

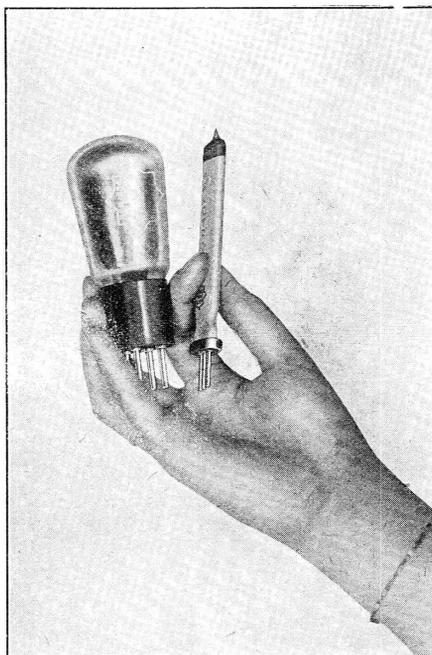


Fig. 3. — Lampe de modèle courant et lampe-bâtonnet.

La figure IV montre les deux types de lampes-bâtonnets, l'armature extérieure enlevée, à côté d'une lampe telle qu'on la voit normalement.

Les lampes-bâtonnets sont chauffées directement par le courant alternatif sans que cela amène des perturbations dans la réception, ce qui a l'avantage de réduire au minimum les accessoires

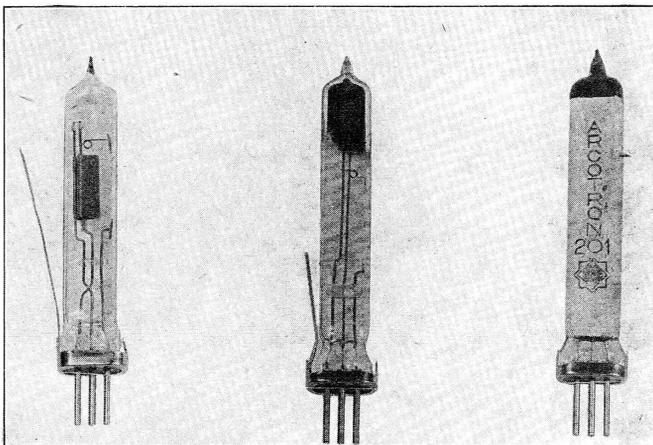


Fig. 4. — Les lampes-bâtonnets. — à gauche : *Arcotron 301* (remplie de gaz, armature enlevée) ; au centre : *Arcotron 201* (à vide, armature enlevée) ; à droite : aspect extérieur d'une lampe-bâtonnet.

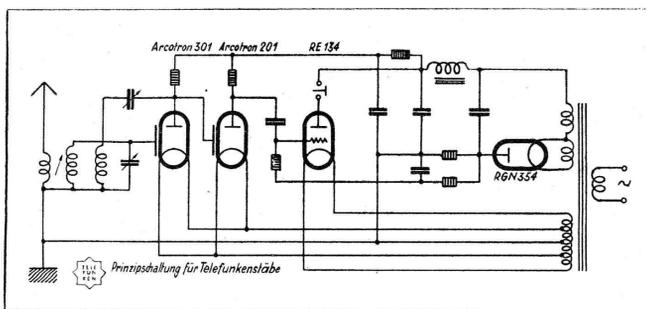


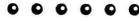
Fig. 5. — Schéma de principe pour utilisation de lampes-bâtonnets.



Une grande évolution dans le haut-parleur

Le cinéma parlant et les machines parlantes

L'OSCILLOPLANE : haut-parleur ÉLECTROSTATIQUE, de Hans Vogt
La nouvelle cellule photo électrique : CELLULE P, du D^r Gruetzmacher



Deux nouvelles inventions appelées à bouleverser les méthodes actuelles de production des sons vont être assez prochainement mises à la disposition du public français.

Ayant été aimablement invité à assister à une démonstration, l'*Antenne* se fait un plaisir de présenter à ses lecteurs ces deux sensationnelles inventions.

Toute la presse française a passé sous silence le succès sans précédent rencontré par les postes « Oscillophanes », qui ont été présentés à l'Exposition de T. S. F. de Berlin. Le professeur Einstein lui-même a rendu au stand du professeur Hans Vogt un hommage scientifique aux 10 années d'étude du grand professeur Vogt, qui était enfin arrivé à mettre sur le marché un haut-parleur d'une qualité de reproduction telle que le meilleur actuel, l'électrodynamique ne présente plus qu'un intérêt secondaire.

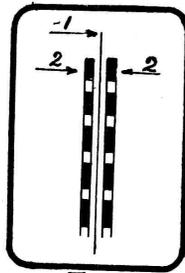
Ce qui frappe dans une audition avec l'électrostatique, c'est la richesse des sons, toutes les nuances sont reproduites ; on a vraiment l'impression d'un orchestre présent.

Si l'on passe un disque sur le meilleur dynamique existant, l'« Héragréant », par exemple, la reproduction semble bonne — jusqu'à ce jour on ne pouvait avoir mieux — sur l'électrostatique alors, c'est tout autre chose ; les aiguës sont ici reproduits très fidèlement et dans un ensemble on détache nettement les basses et les aiguës à leur valeur réelle, lorsque le dynamique ne donne qu'un son fondu de basses et d'aiguës.

Quant à la reproduction de la parole, sa supériorité est écrasante, et ce nouveau haut-parleur connaîtra un succès sans précédent.

Outre « l'arc lumineux sonore », l'effet maximum, le termophone, il y a les changements du champ magnétique et du champ électrique qui servent à produire des sons. Seul le principe électromagnétique qui sert de base à toutes les constructions de haut-parleurs a trouvé une application pratique. Les premières

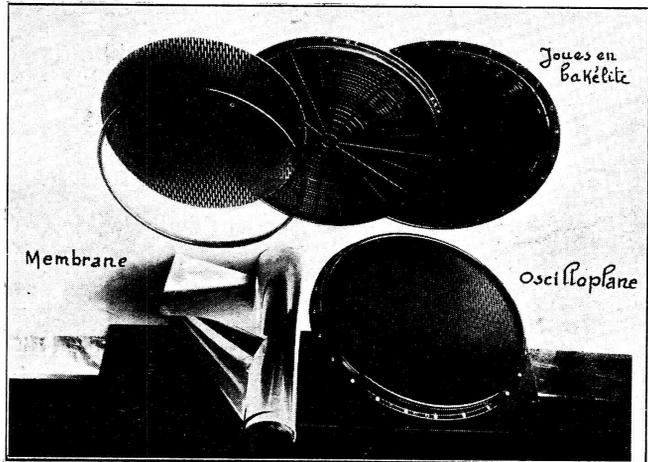
propositions d'utiliser le champ électrique en vue de la production de sons datent de l'époque 1870-1880. Le premier



essai ayant donné des résultats pratiques satisfaisants est le « Statophone » du groupe des inventeurs « Tri-Ergon »

on fit entendre un concert transmis à distance par l'électricité avec le Statophone. Mais cet appareil, comme plusieurs autres constructions, n'était pas sûr de fonctionnement étant donné l'insuffisance du matériel des membranes, et il présentait, en outre, le défaut de distorsion fréquentes d'amplitude.

Le nouveau radiateur acoustique inventé par Hans Vogt et appelé « Oscilloplane » se compose (figure 1) principalement d'une membrane métallique (épaisseur 0,015 mm., diamètre 400 millim.) formé avec un alliage nouveau aluminium-magnésium de haute résistance à l'usure et à la rupture (44 kilos par mm.). Elle oscille en tension entre deux pièces de serrage en bakélite courbées sphériquement et trouées d'une façon spéciale et dont la face intérieure, celle tournée vers la membrane, est conductrice d'électricité et isolée par rapport à la membrane. Pour éviter le dé-



fondé par Hans Vogt en 1919. Le 17 septembre 1922, on projeta dans la salle de l'Alhambra, à Berlin, les premiers films sonores et, le 5 mai 1923, dans la grande salle de l'Académie de Musique,

doublément des fréquences et pour augmenter le degré d'efficacité, le dispositif comporte un voltage de polarisation en ce sens que l'un des pôles est conduit à la membrane, l'autre aux électro-

des au repos. La production de la tension de polarisation a lieu très simplement au moyen d'une bobine supplémentaire disposée sur le transformateur du réseau et par une troisième anode supplémentaire dans une lampe rectificatrice normale. Par un transformateur spécial, les tensions de l'alternatif sont portées au-dessus ou au-dessous des potentiels des électrodes. Cela change les champs (densité de champ 20-50 kw, par cm). Les écarts entre la membrane et surfaces de capacité varient d'après

simple et le prix modique sont de nature à assurer à l'Oscillophane une supériorité par rapport aux autres haut-parleurs de qualité de tous genres.

Il nous a été donné d'entendre un poste en meuble Oscillophane T. S. F. et pick-up (fig. n° 2), d'une présentation élégante, jointe à une reproduction musicale extraordinaire de sonorité et finesse.

Pour les techniciens désirant apprécier la supériorité de ce nouveau reproducteur, nous donnons ci-dessous un

quence inscrite dans l'abscisse. Comme on a donné à ces valeurs des tensions alternatives constantes pour toutes les évaluations et fréquences, les courbes permettent d'établir outre la comparaison qualitative, la comparaison quantitative entre les divers diffuseurs de sons. Les mesurages ont établi que l'Oscillophane possède les propriétés suivantes :

1° La reproduction des sons élevés est, comme il fallait s'y attendre, meilleur

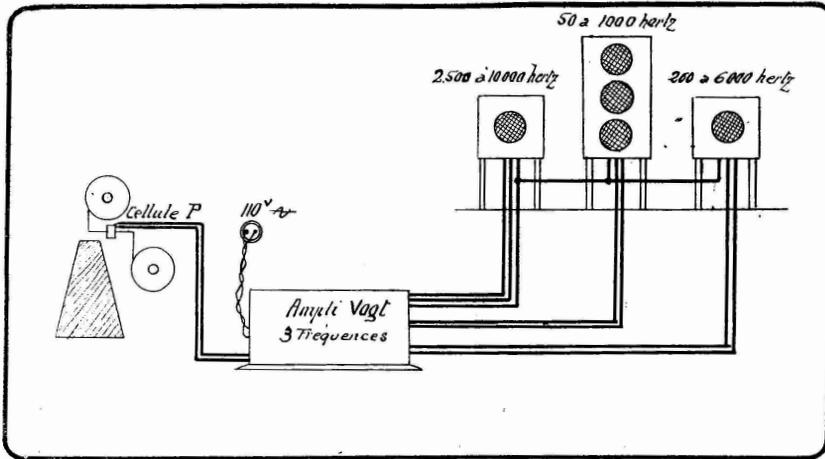


Fig. 2

la force et comportent pour l'Oscillophane de 3 watts environ 0,4 mm. au bord et environ 1,0 mm. au centre. L'isolation consiste en une laque spéciale qui présente des propriétés particulièrement avantageuses en ce qui concerne la résistance à l'essai du choc électrique, les constantes di-électriques et l'ouvrage de la matière. L'amortissement des résonances de la membrane a lieu par la conformation spéciale des électrodes au repos. Les distorsions non linéaires sont très minimes par suite de la simplicité de la formation des oscillations et de l'excitation de deux côtés; le volume des fréquences est plus grand que celui du meilleur haut-parleur dynamique. La courbe des pressions du son offre moins de points extrêmes que celle du système dynamique, ce qui fait un effet subjectif agréable à l'audition. Des postes de T. S. F. combinés avec une machine parlante modèles Oscillophane ont été créés par Hans Vogt pour démontrer la reproduction des sons avec l'Oscillophane tant pour la radio tant pour disque de phonographe.

Les propriétés acoustiques supérieures, la tension de polarisation obtenue avec des moyens très simples, comptant très peu le poids réduit, la construction

diagramme des diverses courbes relevées des différents haut-parleurs sur le marché.

Un diagramme sur lequel l'ordonnée est constituée par l'enregistrement d'après la méthode des microphones à condensateur de Meyer-Grützmaier des valeurs de pression de son de l'Oscillophane mesurées dans la salle de résonance, ainsi que celles de divers haut-parleurs en usage dans le commerce et servant de comparaison. Cette reproduction est faite en valeur relative de division logarithmique d'après la fré-

leure que pour le haut-parleur de comparaison ;

2° Incorporé dans un écran acoustique de dimensions suffisantes (coffre), la reproduction des sons bas est meilleure que celle des appareils sur le marché ;

3° La courbe de pression acoustique est essentiellement plus uniforme et présente moins de points extrêmes (pointes de résonances et minima) ;

4° Le degré d'efficacité électro-acoustique est pris en moyenne, égal à celui des haut-parleurs électro-dynamiques.

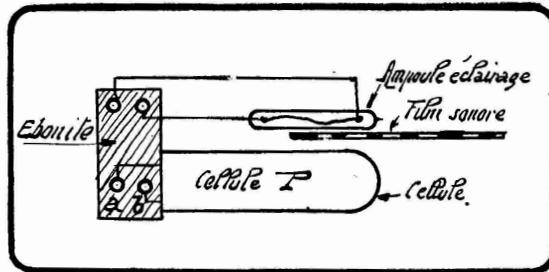
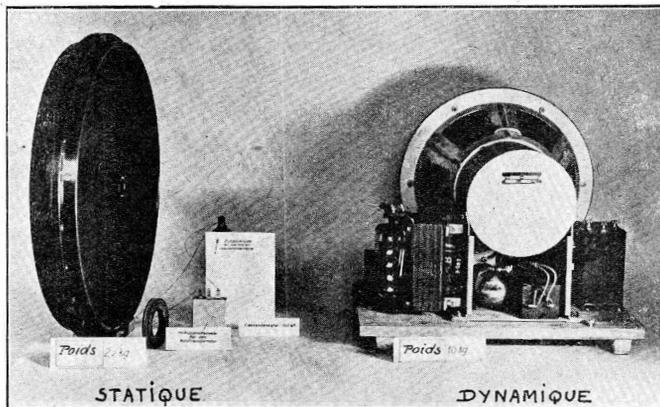


Fig. 3.



Il nous a été donné d'entendre une installation de films sonores avec Oscillophane ; là il nous faut ouvrir une parenthèse. Le professeur Vogt a réalisé un ensemble donnant un rendement acoustique merveilleux.

Quand on partage les domaines de fréquences, cela est possible en utilisant des Oscillophanes à commande différentielle. La clarté de reproduction ne pourra guère être surpassée par d'autres circuits. Outre les sons bas, on sait que ce sont les tons élevés qui sont les plus essentiels, lesquels ne peuvent être produits avec d'autres haut-parleurs au même maximum, et ce sont ces fréquences hautes qui rendent la reproduction électrique nettement fidèle aux sons naturels.

Dans le domaine cinéma parlant, cet ensemble avec cinq Oscillophanes apporte une véritable révolution dans la reproduction, et il faut prévoir que le public exigera de lui-même le remplacement des dispositifs actuels par celui-ci.

Le groupe de trois Oscillophanes donne les fréquences de 50 à 1000 hertz. A droite, un Oscillophane donne les fréquences de 200 à 6.000 hertz. A gauche, les fréquences de 2.500 à 10.000 hertz. L'ensemble assure une vérité absolue donnant toutes les finesses de l'orchestre et de la voix dont nous sommes loin avec le dynamique.

Disons pour terminer, que l'excitation *sans watt* de l'Oscillophane est des plus économiques et des plus simplifiées ; un enroulement de plus au transformateur d'alimentation et une borne supplémentaire à la valve de redressement usuelle.

La figure ci-contre montre un dynamique avec son excitation, poids 16 kilos, à côté un Oscillophane avec, aussi, son excitation, poids 2 kilos 200.

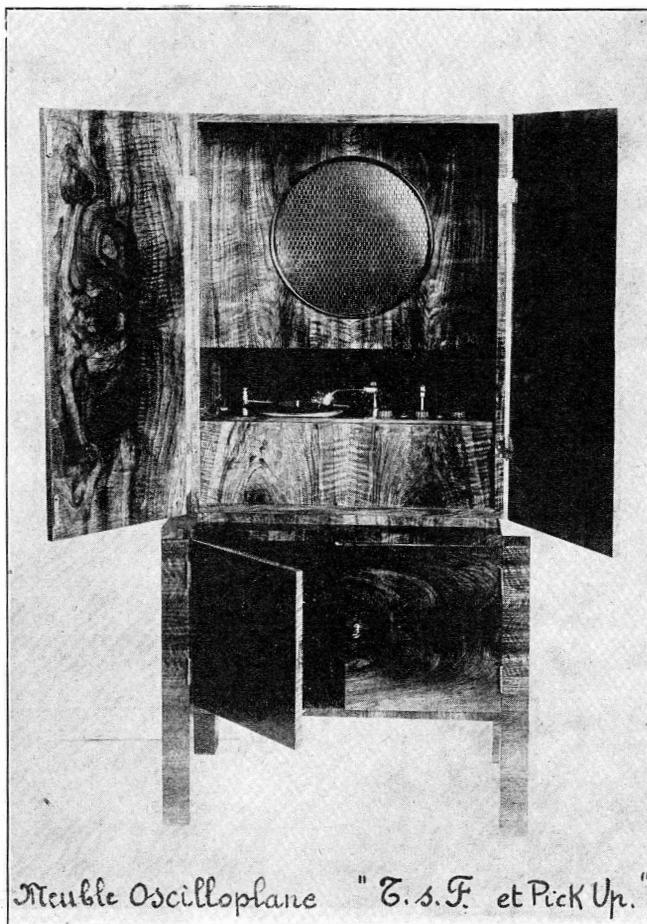
La figure ci-dessus représente : (en haut), un Oscillophane démonté ; en

peut voir les différentes parties constituant ce haut-parleur ; en-dessous (à droite), un haut-parleur Oscillophane tout monté ; (à gauche), un rouleau de métal spécial, employé comme membrane.

Cellule P ou cellule Gruma

La cellule P du docteur Martin Gruetz-macher (cellule Gruma), encore plus que l'Oscillophane électrostatique, apporte un bouleversement complet en télévision, au cinéma parlant et surtout au phonographe.

Cette nouvelle cellule, en effet, ne nécessite aucune excitation, aucun préampli, un simple ampli fonctionnant sur le secteur, et, avantage sans précédent, elle supprime tout dispositif optique coûteux, plus de fente, véritable cauchemar de la cellule actuelle au sélénium ou potassium.



Le lecteur est ici d'un prix dérisoire; la cellule P est contenue dans un tube de verre de un centimètre de diamètre, longueur 80 mm., sur lequel passe le film sonore, au-dessus une petite ampoule électrique. C'est tout.

La sortie *a* et *b* de la cellule se relie directement à un ampli; on éclaire l'ampoule et on a réalisé ainsi le lecteur le plus stable et le plus perfectionné qu'il soit, que l'on peut placer entre toutes les mains, aucune surveillance n'étant à assurer du fait de ne nécessiter aucun réglage.

Son prix modique fera que cette cellule sera utilisée dans le plus modeste cinéma et ses qualités la placeront dans les cinémas les plus modernes.

Elle transmet toutes les fréquences de 0 à 30.000 hertz, sans inertie (contrairement aux cellules actuelles). On peut passer tous les enregistrements actuels.

La cellule P assure un vaste champ d'exploitation dans le « home ton film », musique enregistrée sur film; dans quelques mois les disques et le pick-up auront un concurrent avec la cellule P; on trouvera sur le marché des enregistrements sonores sur film (remplaçant

le disque), sous forme de bandes de celophane non perforées, inusables, dont le lecteur sera la cellule P (remplaçant le pick-up), suivi d'un ampli modeste ou d'un Oscilloplane Vogt.

Plus de bruits d'aiguilles, une reproduction inconnue encore actuellement du public, des auditions pourront durer des heures et le tout presque le prix d'un bon phono.

Il nous faudrait beaucoup de place pour développer le domaine de la télévision; disons qu'ici la cellule P a apporté un changement complet des méthodes actuelles; de 20.000 points explorés précédemment, on est passé à 100.000, ceci assure une reproduction cinq fois plus nette. Les transmissions en Allemagne sont assurées avec la cellule P.

Ces deux inventions, qu'il nous a été donné de voir en fonctionnement à Paris, semblent apporter une modification entière dans les postes de T. S. F. — amplis pick-up, cinéma parlant, phonographe.

L'Antenne est particulièrement heureuse de présenter la première ces nouveautés à ses fidèles lecteurs, nouveau-

tés qui marquent un pas de géant dans la reproduction électrique des sons.

YRREF,

Oscilloplane Holding S. A.

SOCIÉTÉ L'OSCILLOPLANE

59, rue de l'Aqueduc, Paris.

Une bonne nouvelle

La Compagnie des Lampes, 29, rue de Lisbonne, à Paris, nous prie d'informer nos lecteurs qu'elle tient à leur disposition et leur enverra franco sur demande, une plaquette de luxe renfermant le calendrier des 171 radio-concerts de gala que les Lampes Métal-Mazda-Radio offriront aux amateurs de T. S. F. au cours de la saison 1930-1931.

Ces concerts seront radio-diffusés par les stations de: *Radio-Paris, Radio-Toulouse, Nice-Juan-les-Pins, Petit-Parisien, Radio-L. L., Radio-Lyon, Alger-P. T. T., Paris-P. T. T., Bordeaux-Lafayette, Lille-P. T. T., Lyon-P.T.T., Marseille-P. T. T., Rennes-P. T. T., Strasbourg-P. T. T., Toulouse-P. T. T.*

Pour l'emploi rationnel des lampes à écran

LE BLOC-ECRAN - M. P. 30 - "LE GABION"

permettant la réalisation du montage M. P. 30, avec lampes à écran sans le secours d'aucune autre self ou système d'accord

Le MP 30 est un récepteur moderne utilisant les nouvelles lampes à écran. Cet appareil a donné lieu à une étude minutieuse dans son ensemble et dans ses détails. Sa réalisation est rendue très simple par l'emploi judicieux de tout un système d'accord et de réaction permettant de tirer le maximum de rendement de la part de n'importe quel collecteur d'ondes. LE BLOC ECRAN MP 30 est réalisé avec des bobines « LE GABION », nouveau modèle à faible capacité résiduelle et à rayonnement très minime. Les selfs de grandes dimensions ont été écartées, car elles seraient, dans ce montage, une cause de pertes par rayonnement.

Accordé avec un condensateur variable de 0,5/1000, le bloc couvre une longueur d'onde comprise entre 190 m. et 600 m. pour les P. O., 400 à 1000 m.

pour les M. O. et 800 à 2.000 m. pour les G. O.

L'ensemble des deux blocs d'accord et de résonance, du « renforcer » et du combinatoire spécial, étant monté sur une seule plaque de bakélite peut se fixer instantanément sur n'importe quel panneau.

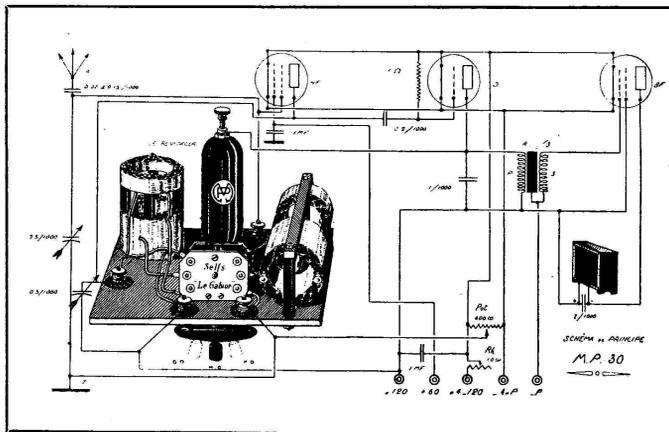
La sélectivité se règle en diminuant la capacité du condensateur de liaison entre antenne et poste. La tension plaque sera de 100 à 150 volts. Cependant une tension de 80 volts donne déjà d'excellents résultats. Il faudra prendre quelques précautions indispensables au cours du montage, éloigner en particulier les connexions plaque de la lampe H. F. de ses connexions grille principale. L'isolement de l'antenne sera très soigné.

Par sa puissance et sa sensibilité, le

Poste M. P. 30 est le meilleur montage actuel à 3 lampes. Il permet, sur petite antenne, la réception, en haut-parleur, de nombreux postes éloignés.

La réalisation du M. P. 30 est simplifiée par l'emploi du Bloc-Ecran M. P. 30. Celui-ci comprend à la fois le groupe de selfs d'accord d'antenne, le groupe de selfs de liaison entre la plaque de la H. F. et la grille de la Détectrice; enfin, il comporte un dispositif très pratique de réaction. L'ensemble étant étudié de façon à donner le résultat optimum, il n'y a donc aucune mise au point à réaliser. L'obtention des P. O., M. O., G. O., s'opère au moyen d'un seul inverseur.

Suivant les antennes utilisées, on réglerà une fois pour toutes la réaction au moyen du « Renforcer ». Ce petit appareil se règle par le bouton qu'ac-



tionne la tige axiale. A cet effet, disposer le potentiomètre sur le — 4, puis chercher une audition sur P.O., au maximum de capacité du condensateur de résonance. S'il y a hurlements de réaction, tourner le bouton de réglage, comme pour le dévisser, jusqu'à la suppression de ceux-ci. Dans le cas contraire, chercher les hurlements, en visant le bouton. L'appareil étant sur ce point, à la limite d'accrochage, pourra réagir sur tous les autres points de P.O., M.O., G.O., par la seule manœuvre du potentiomètre.

Schémas franco sur demande

Etablissements M. PARDESSUS
Constructeurs

56, rue Monge, Paris (5^e)

Téléphone : Odéon 07-98 ; Chèques
Postaux : 612-73 ; Métro : Place
Monge, Arènes de Lutèce ; R. C. Seine
228-697.

L'Amplificateur d'abord

Un lieu commun, qui est un truisme, apprend qu'il est tout à fait inutile d'avoir pick-up et haut-parleur perfectionnés, si l'amplificateur introduit dans l'audition des déformations plus ou moins importantes.

Cela n'empêche pas d'ailleurs que l'on continue à faire des appareils amplificateurs en série sans se préoccuper d'une façon véritablement effective de ce qui se passera quand on aura réuni pick-up, ampli et haut-parleur.

C'est ce qui a fait dire : fait dire encore à de nombreux usagers, qui ne sont pas techniciens, que l'amplification « n'est pas au point. »

C'est pourquoi nous applaudissons ici à l'initiative d'un constructeur : FULL-VOX (7, rue de Tracy, à Paris), qui a compris ces nécessités et en a tenu compte.

Nous dirons dans une prochaine chronique, par quels moyens spéciaux il réunit la *qualité* et la *quantité*.

Pour l'instant, nous resterons dans le domaine strictement pratique et signalerons qu'il a réussi à supprimer les valves de redressement, les remplaçant par des rectificateurs à oxyde de cuivre.

Et de nombreuses autres choses que nous réservons pour des chroniques où la place nous sera moins comptée.

R. T.

ÉTABLI DE MÉNAGE

Tout le monde est d'accord pour constater que les réparations les plus minimes que nécessitent les objets d'usage courant deviennent très onéreuses et sont souvent mal faites.

Jusqu'à présent, rien ne permettait de les faire soi-même d'une façon pratique et rapide tout en ne demandant qu'une faible dépense.

Nous sommes heureux de signaler à nos lecteurs le nouveau dispositif breveté par lequel M. A. Onigkett résout ce difficile problème.

Tous les petits travaux concernant le bois (rabotage à plat et de champ, découpage, collage, etc.), tous les petits travaux concernant les métaux (aiguillage, limage, etc.), peuvent être faits avec cet appareil ; il remplace à la fois l'étau et le banc du menuisier ; il emploie tous les outils et s'adresse ainsi à tous les corps de métier, aux pères de famille soucieux de leur intérieur, aux bricoleurs, apiculteurs, jardiniers, aviculteurs, amateurs de T. S. F., colporteurs et surtout dans les missions, les instituts, classes, écoles, etc., pour l'apprentissage et l'exécution de presque tous les métiers manuels : en un mot, il est universel.

Très simple, cet appareil s'adapte immédiatement sur une table à plateau débordant (plateau, marche-pieds de camion, etc.), caisse, cantine dans n'importe quelle position ou inclinaison et, démonté, son encombrement se réduit à celui d'une planche ordinaire. Un enfant peut le transporter, et l'apprentissage n'est pas nécessaire pour s'en servir.

En quelques mots, il consiste en une planche de bois formant appui pour la pièce à travailler, cette dernière étant assujettie à cet appui par des dispositifs formant butée d'une part et serrage à vis d'autre part. Chaque pièce de l'appareil se monte et se démonte instantanément et l'ensemble est d'un prix de revient minime : 60 francs franco gare, France (métropole).

L'étau est constitué par la pièce de serrage dans son mouvement en arrière.

Tout le monde voudra posséder une planche établi de ménage.

S'adresser à M. Onigkett, fabricant, à Romans (Drôme), qui réserve une remise de 20 % aux lecteurs de *L'Audience* (ou *QST*), contre justification, par envoi d'une annonce découpée.

ÉTABLI DU SANS-FILISTE

Indispensable à tous - Très pratique

Remplace établi et étau pour tous travaux, menuiserie, serrurerie, etc. S'adapte et se case partout. Remplace tous les outils.

Notice : A. ONICKETT, fabricant, à ROMANS (Drôme).

Changeur de fréquence moderne à alimentation directe sur alternatif

Les « postes recteur » ont fait l'objet de nombreuses discussions non seulement durant les derniers mois, mais depuis de longues années déjà. Combien de laboratoires se sont attachés à ce délicat problème qui, dans les débuts, paraissait insurmontable.

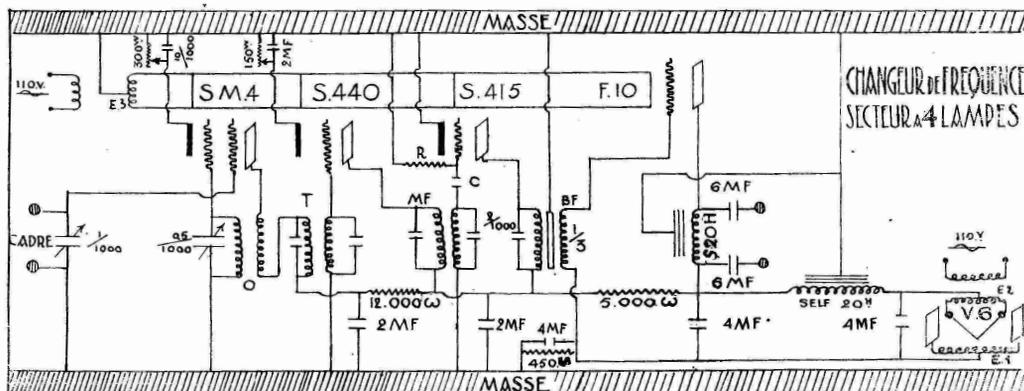
A l'heure actuelle, le problème est ré-

fréquence, détectrice, basse fréquence); le changeur de fréquence à 4 ou 5 lampes (un ou deux étages moyenne fréquence) utilisant les nouvelles lampes secteur donnent des résultats parfaitement concluants.

Le récepteur dont nous reproduisons la maquette est un changeur de fréquence à

et une basse fréquence de puissance, cette dernière étant à chauffage direct.

Tout de suite, et ainsi que l'on peut s'en rendre compte d'après le schéma de principe publié, le montage de ce récepteur est simplifié à l'extrême, tous les retours se faisant à la masse. On peut d'une part effectuer le câblage beaucoup



solu. Sans doute y aura-t-il encore quelques évolutions; mais on peut dire d'ores et déjà que la solution adoptée présentement est bonne et donne satisfaction aux plus difficiles.

Depuis le début de l'année, les constructeurs un à un se sont mis à l'étude de la réalisation pratique de ces nouveaux récepteurs et au dernier salon de Paris la presque totalité des exposants présentait leur dernier né: le « poste secteur » s'alimentant de lui-même sur le courant alternatif.

Les « amateurs constructeurs » hésitent encore un peu à se lancer dans un essai de ce genre; le secteur les faisant reculer comme un obstacle fastidieux. Nous devons dire cependant que la mise au point d'un récepteur tel que celui que nous décrivons dans cet article ne présente aucune réelle difficulté pour un amateur quelque peu initié aux montages de T.S.F.

Le poste secteur à 2 lampes (détectrice et basse fréquence), à 3 lampes (haute

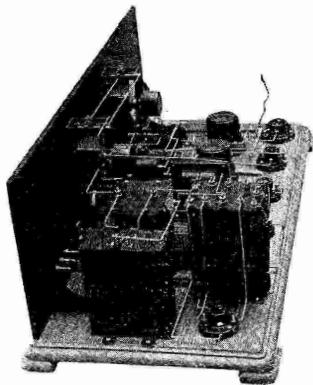
4 lampes empruntant toute son alimentation au secteur alternatif. Il comprend une bigrille oscillatrice à chauffage indirect, une moyenne fréquence à chauffage indirect, une détectrice à chauffage indirect

plus rapidement et d'autre part supprimer diverses capacités, ce qui procure une économie notable.

On pourra utiliser soit des panneaux isolants, soit des panneaux métalliques. Dans le cas des panneaux isolants, tous les retours et toutes les masses des transformateurs et self de filtre sont réunies en un point commun et si par hasard, le contre-poids ainsi formé ne suffisait pas à annihiler tous bruits de secteur, on relierait ce point commun à une terre.

Il y a peu à dire sur les bobinages employés. Nous en avons essayé de différentes marques et tous donnent sensiblement les mêmes résultats. —O représente l'oscillateur; celui-ci peut être à bobines interchangeables pour petites et grandes ondes ou monté sur un bloc avec inverseur. —T est le tesla de liaison; —M.F. est le transformateur moyenne fréquence.

Au cas où l'on voudrait faire des bobinages spéciaux (pour le tesla et le bloc moyenne fréquence seulement), on choisira du fil assez gros — 2 à 3 dixiè-



mes — et une capacité répartie faible. On bobinera, en outre, le bloc moyenne fréquence de la même manière que le tesla.

—R représente la résistance de détection et C la capacité; —B.F. le trans-

tensions anodiques nécessaires aux lampes, nous conseillons l'emploi d'une résistance unique, réglable, à prises multiples. Ceci permet de régler exactement les valeurs des résistances et d'obtenir la tension propre qui convient le mieux.

risation négative de grille de la basse fréquence, il est à recommander d'employer des résistances réglables permettant d'adopter la valeur *ad hoc* pour le meilleur rendement.

Les lampes utilisées sont:

Pour le changement de fréquence, la bigrille Radiofotos S.M.4 à chauffage indirect; pour l'étage moyenne fréquence la Radiofotos S.440 N; pour la détection les Radiofotos S.415 N ou T.425.

Pour la basse fréquence, nous préconisons la Radiofotos F.10, triode basse fréquence de puissance. Cette lampe permet d'obtenir en un seul étage, une amplification basse fréquence considérable.

Les caractéristiques de la F.10 sont remarquables, coefficient d'amplification 10; résistance interne faible, 1800 ohms; pente atteignant la valeur inconnue à ce jour de 5,5 mA par volt.

Les lampes F.10 sont essayées une à une en laboratoire, ce qui donne les meilleures garanties possibles aux amateurs. Un papillon manuscrit joint à chaque lampe indique les tensions de grille exactes relevées aux essais pour différentes tensions plaque. Il est bien entendu qu'il y a lieu de tenir compte dans l'emploi sur le récepteur d'un facteur qu'on ne peut envisager aux essais: la chute de tension occasionnée par la résistance de haut-parleur.

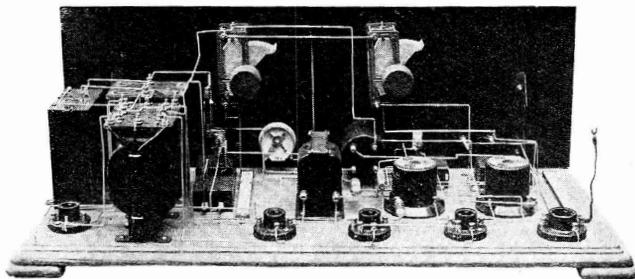
En se basant sur les valeurs des résistances mentionnées sur le schéma et des caractéristiques du transformateur d'alimentation, on applique les tensions suivantes sur la plaque des lampes:

200 volts pour la F.10 (polarisation négative 18 volts); 120 volts pour la S.415 et S.440; 60 volts pour la S.M.4.

Les essais fournissent les meilleurs résultats possibles d'un changeur de fréquence à 4 lampes, avec sélection, pureté et grande puissance.

X...

Ingénieur à la Société
des Lampes Fotos.



formateur basse fréquence. Nous pensons qu'il n'est pas nécessaire d'insister sur la nécessité absolue d'employer pour cet usage un transformateur d'excellentes qualités, si l'on veut éviter toutes les déformations possibles, en basse fréquence; ne pas oublier que cet étage est destiné à être équipé par une lampe de puissance.

Enfin, pour le circuit de haut-parleur, nous avons mentionné sur le schéma une self à fer de 20 henrys dont les sorties sont protégées par 2 capacités de 6 microfarads, ceci dans le but d'écartier tout danger dans le cas où l'on viendrait à toucher les bornes du haut-parleur. Il est évident que l'on peut employer d'autre dispositif: un transformateur de sortie judicieusement calculé par exemple.

Toutes les valeurs indiquées pour les résistances d'alimentation sont établies sur la base du secteur alternatif 110 volts et d'un transformateur d'alimentation à 3 enroulements secondaires dont les caractéristiques sont les suivantes.

Enroulement E.1: 2×250 volts; 50 milliampères.

Enroulement E.2: $2 \times 1,9$ volts; 1 ampère.

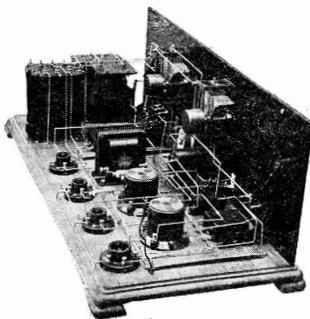
Enroulement E.3: $2 \times 1,9$ volts; 4 ampères.

L'enroulement E.1 est utilisé pour fournir la tension des plaques de la valve de redressement; E.2 pour le filament de cette même valve; E.3 pour les filaments des 4 lampes du poste.

Notons que la self de filtre est une self à fer de 20 henrys du commerce, et laissant passer 50 mA.

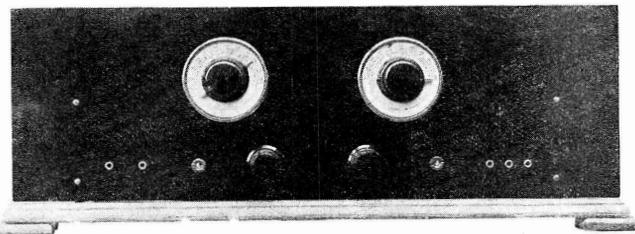
Pour les résistances de 12.000 ohms et de 5.000 ohms répartissant les diverses

Pour les diverses capacités de fuite, il est prudent d'adopter des capacités éprouvées sous 1.000 volts c.c.; tout au moins pour celles indiquées sur le schéma



par 4 M.F. et appliquées aux sorties de la self de filtre.

Enfin, pour les résistances de 300 ohms, 150 ohms et en particulier de 450 ohms, cette dernière fournissant la pola-



Quelques essais sur les Redresseurs à oxyde de cuivre

Nous examinerons les caractéristiques statiques de redresseurs simples à oxyde de cuivre, et quelques propriétés qui leur sont inhérentes. Nous considérerons ensuite les caractéristiques de fonctionnement à courant alternatif d'un redresseur simple et d'un système de redresseurs en pont de Wheatstone en comparant quelques résultats obtenus expérimentalement à ceux tirés d'un calcul développé dans une étude précédente.

I

Le but de la présente étude est d'examiner les caractéristiques de fonctionnement des redresseurs à oxyde de cuivre, et de voir jusqu'à

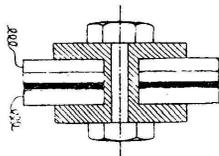


Fig. 1. — Élément d'un redresseur à oxyde de cuivre.

quel point les résultats obtenus par les essais sont conformes aux prévisions du calcul.

Les redresseurs à oxyde de cuivre utilisent le phénomène observé en premier lieu par Branley, c'est-à-dire : en mettant l'oxyde de cuivre en contact étroit avec le cuivre, le courant électrique passe plus facilement de l'oxyde vers le cuivre que vice-versa.

L'absence d'effets électrolytiques, la légèreté et la maniabilité des appareils, leur longue durée et leur rendement remarquable, en font d'excellents redresseurs pour petite puissance et ils ont déjà été utilisés pour de nombreuses applications industrielles.

Les redresseurs sont généralement composés de plusieurs éléments simples disposés convenablement en série ou en parallèle : un élément est constitué par une rondelle de cuivre oxydée sur l'une de ses faces, enfermée entre deux électrodes métalliques, adhérant à la rondelle au moyen d'un boulon à

vis qui traverse les électrodes et la rondelle (fig. 1). Pour établir un bon contact entre l'électrode et l'oxyde de cuivre.

Grondhall et Geiger mettent une ou plusieurs rondelles de plomb.

Les redresseurs composés de plusieurs éléments et traversés par des courants dépassent 100 milles ont des ailettes de refroidissement, tandis que pour des puissances plus grandes ils sont plongés dans des bains à circulation d'huile.

II

Ayant déterminé tout d'abord les caractéristiques statiques de quelques éléments redresseurs, nous avons remarqué des divergences inattendues obtenues pour les divers échantillons.

Répétant ensuite les déterminations sur le même élément, nous avons remarqué des divergences insignifiantes entre une mesure et l'autre, ces différences étant attribuées aux diverses conditions du milieu : température, humidité, etc.

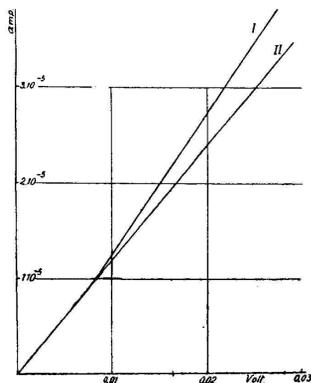


Fig. 2. — Caractéristiques statiques d'un redresseur.

De plus, il est à noter que tous les corps conducteurs variables (sels, oxydes, sulfures) conservent difficilement leurs propriétés électriques sans subir une altérabilité avec le temps; pour ce qui est de l'oxyde de cuivre, comparativement

à ces substances, il se comporte d'une manière nettement définie et très stable.

Les caractéristiques relevées ont mis en évidence la courbure et l'asymétrie par rapport à l'origine du diagramme (i, v) et c'est précisément cette propriété que l'on utilise

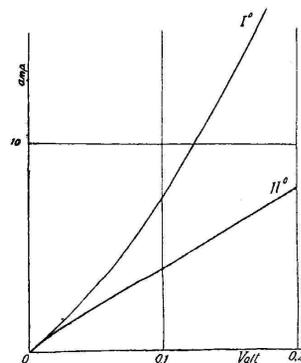


Fig. 3. — Caractéristiques statiques d'un redresseur.

dans le phénomène du redressement. On rend à diverses échelles les diagrammes caractéristiques obtenus pour un élément jusqu'à des tensions d'environ un volt; nous appellerons désormais positives les tensions pour lesquelles l'oxyde de cuivre est positif (fig. 2, 3). La courbe I se réfère au cas où l'oxyde est positif par rapport au cuivre, la courbe II s'applique au cas contraire. Comme on voit, en ce qui concerne l'origine, la caractéristique est sensiblement rectiligne et l'on constate, seulement pour des tensions positives de quelques dixièmes de volt, un coude prononcé. Pour des tensions négatives, la caractéristique se maintient sensiblement rectiligne.

De ces diagrammes on peut déduire la variation de la résistance avec celle de la tension appliquée (fig. 4). Pour des tensions négatives la résistance se maintient aux environs d'un millier de ohms; pour les tensions positives elle décroît rapidement, jusqu'aux environs de 6,5 ohms.

Pour obtenir le redressement du courant alternatif, il conviendrait de porter l'élément à une tension positive moyenne (ou de polarisation) d'environ 0,2 V, mais en pratique il est préférable de se contenter d'un rendement inférieur plutôt

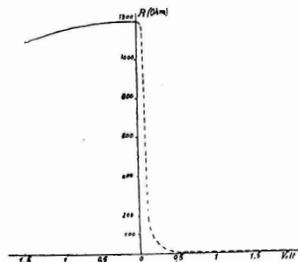


Fig. 4. — Résistance d'un redresseur en fonction de la tension appliquée.

que d'être obligé d'employer des piles ou des accumulateurs pour fournir la force électro-motrice auxiliaire.

III

Si l'on maintient un élément sous tension négative pour un certain temps, et le décharge ensuite sur un galvanomètre balistique, on ne remarque aucune déviation ; ou bien la force électro-motrice de polarisation ou l'accumulation de charges ne se développent pas, comme il arrive dans les redresseurs électrolytiques à aluminium. Si, au contraire, on soumet un élément à des tensions positives, on remarque à la suite de l'opération de décharge sur un galvanomètre rhéométrique, une déviation qui diminue alors lentement.

Pour obtenir de plus sérieux résultats, on a exécuté les mesures sur douze éléments, réunis en deux séries de 6 chacune, les deux séries étant connectées en parallèle. En maintenant d'une façon constante la tension positive appliquée, on observe l'intensité de courant, et puis

on ferme la cellule en court circuit sur un galvanomètre. On a ainsi obtenu, en fonction du temps, les diagrammes de l'intensité de courant et de la déviation galvanométrique en fonction du temps (fig. 5). On avait une déviation maximum correspondant à environ 80 milli-volts de force contre électro-motrice ou de l'ordre des forces électro-motrices thermo-électriques. On observe que si l'on trace le diagramme intensité — force contre électro-motrice en supprimant le temps, on obtient une ligne droite. Au contraire, en fermant la batterie sur un galvanomètre, la déviation de celui-ci diminue graduellement avec le temps (fig. 6).

Aux environs de 70° l'oxyde de cuivre subit une transformation réversible avec la température : avant d'atteindre ce point la résistance diminue à mesure que la température augmente ; tandis qu'au-delà de 70°.

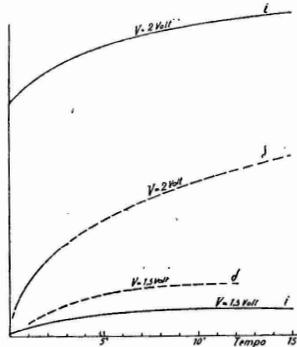


Fig. 5. — Variations avec le temps de la force contre électro-motrice et de l'intensité de courant pour une batterie de redresseurs à oxyde cuivre, alimentation : à tension constante.

l'oxyde se comporte d'une façon contraire ; sa résistance augmente avec la température, comme dans les corps à conductibilité métallique.

En étudiant un redresseur, il est utile de pouvoir déterminer le temps maximum pendant lequel celui-ci peut supporter une surcharge donnée sans atteindre la température de 70°, laquelle, si elle est dépassée, en diminue le rendement et la sta-

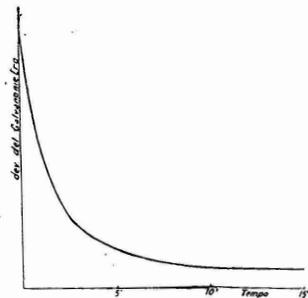


Fig. 6. — Variations en fonction du temps du courant de décharge dans une batterie de redresseurs.

bilité, et si elle est maintenue pour un certain temps, peut endommager ou détériorer le redresseur d'une façon permanente.

Dans ce but on a procédé à diverses déterminations sur quelques éléments en les maintenant sous tension constante, et en notant l'intensité de courant que traverse l'élément suivant les variations de temps. On a ainsi obtenu divers types de diagrammes : pour de très basses tensions, il y a simplement une légère augmentation d'intensité avec le temps, du fait de la variation de résistance dû à l'échauffement produit par l'effet Joule. D'un autre côté, si l'on opère à une tension plus élevée, il est à noter qu'après un certain temps, la courbe présente un creux et à partir de ce point l'intensité augmente rapidement jusqu'à ce qu'elle atteigne un maximum le courant diminue d'abord rapidement et puis de plus en plus lentement, pour s'arrêter après un certain temps (fig. 6).



Un Amplificateur pour Phonographe

par A. TAILLIEZ



On lira ci-dessous une très intéressante réalisation d'un amplificateur phonographique.

Tout le monde ne peut se permettre la dépense d'un « ampli » du modèle courant. L'auteur donne toutes directives utiles pour résoudre le problème le plus économiquement possible.

LES nombreuses descriptions publiées d'amplificateurs pour phonographe répondent à des buts très différents, et l'amateur, voire le constructeur en quête d'un montage intéressant, a de la peine à s'y reconnaître tant qu'il n'est pas passé par le coûteux enseignement de l'expérience.

Dans le choix d'un montage, il suffit d'avoir bien en vue le but poursuivi pour voir se lever rapidement toutes les hésitations. Il est évident qu'un amplificateur de salon ne saurait convenir à un café ou un cinéma. La réciproque n'est pas aussi exacte. Un amplificateur puissant peut fournir une audition très douce, cela lui est facile, et dans ces conditions on aura le grand avantage de ne pas voir apparaître de distorsion par surcharge des étages amplificateurs.

La plupart des appareils présentés sur le marché s'inspirent de ce principe ; munis à la sortie d'un équipement push-pull de deux lampes de 10 à 15 watts, alimentés sous quelque 400 volts de tension plaque, ils peuvent délivrer une puissance vingt fois supérieure aux simples besoins du *home*.

Pratiquement la bienséance le plus souvent oblige à dompter leur fougue au moyen du contrôle de volume, mais l'insertion de cette résistance étouffe beaucoup la reproduction qui devient mate et sans relief.

Mais le plus grave inconvénient est sans doute celui du gaspillage. La consommation de courant est secondaire par contre le prix d'achat est souvent prohibitif. Au delà de 200 volts le coût des transformateurs et des condensateurs d'alimentation croît avec le carré de la tension requise. Les qualités de

reproduction ne s'élèvent pas dans les mêmes proportions.

En Angleterre, où l'on n'utilise guère que des lampes à oxydes, on ignore pratiquement les tensions-plaque supérieures à 200 volts. Les amplis de salon établis sur ces bases n'en sont pas moins excellents bien qu'un peu moins puissants que nos petites sous-stations musicales.

Récemment, un ecclésiastique, qui dirige un important patronage dans une populeuse paroisse de banlieue, nous consultait sur l'établissement d'un amplificateur aussi efficace, mais aussi économique que possible.

Il s'agissait d'agrémenter des séances de cinéma devant un auditoire de cinq cents enfants, et l'on sait si ce petit monde est remuant. La qualité ne devait pas être sacrifiée à la puissance, car il fallait pouvoir retenir les auditeurs d'âge mur.

Le prix de revient d'un classique ampli à haute tension était trop élevé pour le budget de cette bonne œuvre.

Par force nous nous sommes rejétés sur un équipement moins puissant. Après quelques modifications nous avons eu le plaisir de constater qu'un petit équipement de salon pouvait parfaitement tenir le rôle.

A titre de comparaison, la reproduction d'un enregistrement de piano, sur disque Columbia, surpassait largement le jeu de l'instrument sur lequel le haut-parleur avait été placé à dessin.

Pour obtenir un semblable résultat, il faut évidemment employer tant à la sortie qu'à l'entrée un matériel bien adapté. Le rendement dépend avant tout du pick-up et du haut-parleur.

Quant à l'amplificateur proprement dit, du matériel de réception classique

de bonne marque donne toute satisfaction.

Un montage qui peut donner d'aussi bons résultats en grande salle, sera un merveilleux reproducteur de salon à condition de l'assagir un peu.

Nous en donnons ci-joint la version pour le *home*.

On remarquera l'insertion d'une résistance dans le circuit plaque de la première triode, et la liaison par capacité avec le transformateur.

Au prix d'une légère réduction de puissance, cette disposition présente le double avantage de réduire la tension appliquée à la plaque de la première lampe et d'éliminer la composante continue du courant anodique. Le transformateur travaille dans les meilleures conditions et de plus sans risque de claquage. Un modèle de dimensions moyennes convient donc parfaitement.

A l'entrée et à la sortie de l'ampli, nous avons utilisé des selfs identiques ; en l'espèce le modèle AS4 de Ferris à 8 prises, en deux enroulements qui permet de réaliser de nombreuses combinaisons. Il est notamment possible d'utiliser pour le pick-up des rapports d'entrée allant de 2 à 6.

Les lampes utilisées comportent en première position une triode à chauffage indirect, telle qu'une MHL4 Gevalve, E 415 Philips, ou tout modèle équivalent. On note un gain de puissance avec des tubes à coefficient plus élevé, notamment la AR4100 Tungram ou la Philips E424.

En sortie nous avons utilisé indifféremment des B 405, des P 425, R 77 ou Fotos. Nous pensons que la DW 702 de Métal conviendrait particulièrement.

La valve redresseuse est une U9 Gevalve.

Nous l'avons dit, un tel montage ne saurait donner satisfaction avec un pick-up ou un haut-parleur quelconque. Après comparaison entre plusieurs modèles, nous avons retenu les pick-up Paillard.

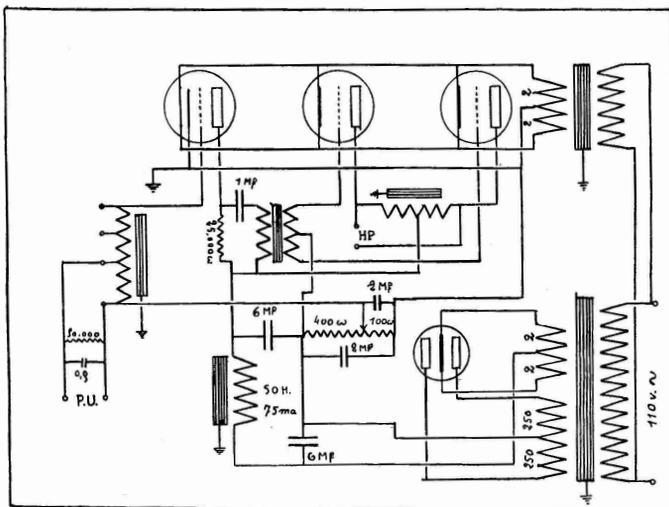
Le super-pick-up de cette marque, malgré son prix raisonnable est un vrai modèle de luxe, d'ailleurs très employé dans les cinémas publics. A l'avantage d'une grande puissance, il joint celui d'une parfaite constance dans la reproduction de toutes les notes.

Le petit pick-up, modèle B de Paillard présente également pour son prix une supériorité marquée. Il supporte très bien un rapport d'entrée de 3 ou 6 qui accroît considérablement le volume de son final.

Un haut-parleur électrodynamique complète parfaitement l'installation. Mais on a intérêt à réaliser à la fois une simplification et une économie en utilisant un *Magnétodynamique* Farrand, qui possède les mêmes qualités avec une sensibilité accrue et ne nécessite pas d'excitation séparée.

Le moteur... Vous permettrez-vous d'en parler ? Tout modèle électrique ou mécanique, à commencer par celui d'une simple valise peut convenir *a priori*. Mais n'est-ce pas assez de devoir changer disques et aiguilles sans avoir encore à remonter le mouvement ? Alors, utilisez un moteur électrique, mais choisissez-le bien. Un moteur de phono ne doit pas être une source d'ennuis pour son propriétaire et de parasites... pour les voisins.

Alors, voyez donc cette merveille qui s'appelle le moteur Paillard, à induction, donc sans balais ni collecteur, ni



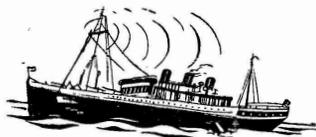
étincelles, ni parasites, et à attaque directe, donc sans engrenages, ni graissage.

Un seul reproche, il est tellement silencieux qu'il pourrait vous arriver de le laisser tourner tout un jour sans vous en apercevoir.

Son fonctionnement sur l'appareil de T. S. F. même ne sera pour ce dernier d'aucune gêne. Ainsi vous n'aurez pas à redouter d'être traîné devant les juges pour trouble de jouissance, comme cette tenancière de café à Arras, dû-

ment condamnée pour les troubles que les parasites engendrés par son phono apportaient dans son voisinage.

a Paillard



LE FROID : sa production

Vue d'ensemble sur le fonctionnement de la machine frigorifique à compression

par A. MICHEL, Ingénieur-Frigoriste



Jusqu'à présent, nous ne nous sommes occupés que de l'utilisation du froid pour la conservation d'un grand nombre de denrées périssables.

Aujourd'hui, nous commençons l'étude des appareils destinés à la production de ce froid ; on trouvera ci-dessous l'exposé du fonctionnement des machines à compression, base de cette industrie.

Dans toutes les machines modernes, que l'on trouve employées actuellement dans l'industrie, on produit le froid par la détente d'un gaz que l'on a préalablement comprimé, même parfois jusqu'à la liquéfaction.

La détente du gaz, en effet, se fait avec emprunt au milieu dans lequel se fait la détente, de la chaleur nécessaire à cette détente et cet emprunt de chaleur constitue la production de froid.

Rappelons une expérience extrêmement simple qui met en évidence le phénomène en question. Chacun connaît les bouteilles à gaz carbonique, ces bouteilles en métal qui renferment du gaz carbonique comprimé et qui utilisent les brasseurs pour tirer la bière sous pression. Ces bouteilles sont fermées par un robinet qui laisse échapper le gaz. Le robinet étant légèrement ouvert le gaz se détend : nous avons donc le phénomène de la détente d'un gaz. Cette détente rendue possible par le passage laissé libre du robinet se fait avec emprunt au milieu extérieur, donc au métal du robinet de la chaleur nécessaire à cette détente. Et l'on constate en effet que le robinet se refroidit. On s'en rend compte en y mettant la main : il paraît glacé. D'ailleurs, si on laisse l'expérience se continuer un temps suffisant, il est effectivement glacé : le robinet se couvre de vapeur d'eau d'abord puis cette vapeur gèle tellement le refroidissement est grand et le robinet apparaît bientôt

couvert de givre. Supposons que nous puissions fournir au robinet de la chaleur empruntée à un milieu où elle est gênante, le milieu privé de sa chaleur se refroidira, le milieu deviendra une chambre froide. Nous avons construit un frigorifique, mais notre frigorifique est bien éphémère. En effet, aussitôt la bouteille à gaz carbonique vidée, la détente s'arrêtera. Le besoin de chaleur disparaîtra en même temps que cesse la détente. Et l'emprunt au milieu extérieur de la chaleur gênante, cessant, les phénomènes qui constituent notre frigorifique ne se produiront plus, notre frigorifique cessera d'exister.

L'industrie a trouvé le moyen de permettre que ce phénomène éphémère devienne continu. Elle a même trouvé pour cela plusieurs moyens. Deux surtout ont reçu une réalisation pratique, chacun constitue un système de machines frigorifiques. Nous nous proposons d'exposer succinctement l'un de ces deux procédés réservant pour l'instant l'exposé du deuxième.

*
**

La première idée qui vient à l'esprit quand on se propose de rendre continue la détente du gaz carbonique de l'expérience précédente, c'est d'alimenter cette bouteille en gaz carbonique comprimé, à mesure qu'elle se vide. Il n'y a pour cela qu'à reprendre le gaz détendu sortant de la bouteille, le comprimer et le chasser

dans la bouteille. Le phénomène à réaliser est la compression du gaz : il suffit pour y arriver d'utiliser une pompe, un compresseur. Les machines frigorifiques mettant en œuvre la compression d'un gaz forment le type des machines à compression. Un de leurs organes essentiels va donc être le compresseur.

La compression d'un gaz est un phénomène physique qui nous est bien connu. Pour opérer cette compression, il faut fournir au gaz, un certain travail. D'autre part, cette compression se fait avec élévation de température. Le gaz s'échauffe par la compression. Quand on gonfle un pneu de bicyclette avec une pompe à main, on s'aperçoit que l'extrémité de la pompe dans laquelle le gaz est comprimé s'échauffe. Nous avons donc, avec la compression un phénomène inverse de celui de la détente se faisant suivant des liens absolument parallèles mais en sens inverse.

Le fonctionnement d'une machine frigorifique est exactement l'inverse de celui d'une machine thermique, la machine à vapeur par exemple. Dans la machine à vapeur, l'eau reçoit dans la chaudière de la chaleur qui lui est fournie par le foyer. En se détendant, la vapeur produit sur le piston de la machine, du travail qui est recueilli sur la tige du piston, et en même temps la vapeur se refroidit. Elle est rejetée dans le condenseur de la machine à vapeur sous forme d'eau relativement froide qui pourrait, à la rigueur, servir à

nouveau pour l'alimentation de la chaudière. Dans la machine frigorifique, au contraire, le fluide frigorigène parcourt le circuit inverse. Il est froid et détendu à l'origine. Il est aspiré dans le compresseur et y est comprimé, opération qui demande une dépense de travail, tandis que dans la machine à vapeur il y avait production de travail. Le fluide est refoulé chaud et comprimé vers la source chaude où nous avons la possibilité pour que le parallélisme soit complet, de lui prendre sa chaleur ainsi accumulée, au lieu que dans la chaudière de la machine à vapeur il lui était fourni de la chaleur.

Ces considérations nous amènent à conclure que la loi générale de rendement d'une machine frigorifique sera la même que celle du rendement de la machine à vapeur, c'est-à-dire que son cycle de rendement maximum sera aussi celui de Carnot, mais avec cette différence essentielle que ce rendement diminue au lieu d'augmenter avec la chute de température. Si donc on désigne par T_1 et T_2 les températures absolues du fluide frigorigène au moment de la compression et au moment de la détente, le travail minimum théoriquement nécessaire T_r pour produire une calorie négative ou frigorifique, sera donné par la formule :

$$T_r = 425 \frac{T_1 - T_2}{T_2}$$

Plus perfectionnée en cela que la machine à vapeur, la machine frigorifique peut utiliser le fluide frigorigène détendu à alimenter le compresseur, et ce même fluide comprimé passera ensuite dans l'appareil où se fait la détente. Dans la machine à vapeur, au contraire, la vapeur détendue est abandonnée à l'égout, au moins généralement ; il y a des mouvements à l'utiliser, à alimenter la chaudière.

Mais il en résulte la conséquence suivante : il nous faut pour que le même fluide passe par les alternatives de compression et de détente que nous ayons, de toute nécessité, un robinet qui nous permette de régler à volonté le passage du gaz après que la différence de pression nécessaire pour que l'ensemble fonctionne soit toujours réalisée.

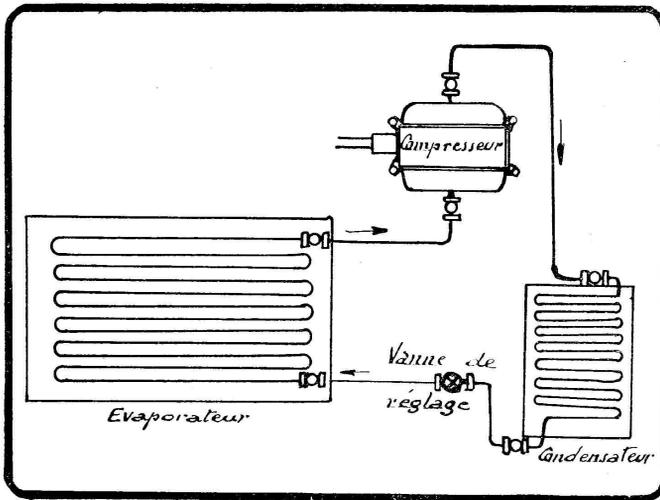
Le robinet qui jouera ce rôle s'appelle la *vanne de réglage*.

La partie de l'appareil où se trouve le gaz comprimé s'appelle le *condenseur* ou *liquéfacteur* pour des raisons que l'on exposera plus loin.

La partie de l'appareil où se trouve le gaz détendu s'appelle le *détendeur* ou *réfrigérant*.

Enfin l'appareil qui aspire le gaz détendu pour lui donner la compression nécessaire au fonctionnement de l'ensemble s'appelle le *compresseur*.

Leur ensemble peut se représenter schématiquement ainsi :



Dans la figure ci-contre les flèches indiquent le sens du parcours suivi par le fluide frigorigène. Il part du compresseur en passant par les soupapes de refoulement qui ferment au fluide comprimé le retour au compresseur et lui imposent le cheminement dans la direction de la flèche. Le fluide s'accumule dans le condenseur où règne une pression élevée. La vanne de réglage permet d'ouvrir au fluide une atmosphère à faible pression, celle qui règne dans l'évaporateur. Le fluide s'y détend, cette détente s'accompagne d'une absorption de chaleur, donc d'une production de froid. C'est l'évaporateur qui est la pièce de cet ensemble où se produit l'effet utile (effet frigorifique). C'est là que l'on apportera à la machine la chaleur gênante dont il faut qu'elle nous débarrasse. Mais le fluide passant par la vanne de réglage arriverait à atteindre dans l'évaporation une pression trop élevée pour que la détente continue à rester possible. L'action du compresseur pendant l'une de ces marches agit comme aspirateur, le fluide ne peut s'accumuler et l'effet utile devient continu.

Le fluide frigorigène est aussi dans un circuit continu et fermé. C'est la même quantité de fluide qui sera utilisée. Il n'y a donc pas ce raison d'employer un fluide sans valeur commerciale, l'air par exemple ; ou la vapeur d'eau. Grâce à cette particularité de travailler en créant, alors on peut envisager l'usage d'un fluide ayant une valeur commerciale, car le fluide employé pourra servir indéfiniment, s'il se trouve quelque fluide offrant des avantages particuliers. Or, il s'en trouve.

Dans le circuit qu'il parcourt, le fluide frigorigène passe périodiquement par les

mêmes phases qui se succèdent dans un ordre rigoureux. Il en résulte que tous les échanges qui s'opèrent entre le fluide frigorigène et l'extérieur doivent s'équilibrer. Or l'un de ces échanges est l'élément utile de la machine frigorifique, l'effet recherché : c'est l'absorption de chaleur qui s'opère dans l'évaporateur. Soit q cet effet. Dans le compresseur, le fluide frigorigène emmagasine de l'énergie, celle nécessaire au travail de compression T_r . Le fluide frigorigène se trouve ainsi recevoir d'une part de la chaleur au condenseur ; d'autre part, de travail mécanique — et donc encore de la chaleur, car travail mécanique et chaleur sont deux formes différentes de l'énergie. Il est nécessaire que cette accumulation d'énergie qui deviendra rapidement gênante soit abandonnée. Ce phénomène est obtenu dans le condenseur. Dans cet appareil, le fluide frigorigène abandonne une quantité d'énergie, q'

$$q' = T_r + q$$

Mais dans le condenseur, nous avons la possibilité, étant donnée la température, à laquelle est porté le fluide frigorigène par la compression, de pouvoir lui faire abandonner l'énergie en excédent, sous forme de chaleur ; il nous suffit pour cela de mettre le fluide frigorigène en contact pour des échanges thermiques avec de l'eau, par exemple, moins chaude que le fluide frigorigène de l'eau à la température extérieure.

Seulement les échanges de chaleur entre un gaz, le fluide frigorigène et l'eau sont mauvais ; les échanges entre deux liquides seraient bien plus rapides et donc plus économiques d'eau. Il y aurait donc intérêt à utiliser comme fluide frigorigène, autre chose que l'air qui demande pour

Caractéristiques des vapeurs saturées d'ammoniaque : Az H³

(d'après Mollier)

Température critique : 131°

Températures absolues T	Températures centigrades t	Tension de vapeur saturée en kg par cm ² P (1)	Volume spécifique du liquide en m ³ /k ^g σ (2)	Volume spécifique de la vapeur en m ³ /k ^g S	Chaleur de vaporisation en calories par k ^g r	Chaleur du liquide en calories par k ^g q	Entropie du liquide bouillant S'	$\frac{r}{T}$
233°	-40°	0,720		1,607	332,7	-33,36	-0,132	1,428
238°	-35°	0,930		1,257	331,8	-29,48	-0,116	1,394
243°	-30°	1,190	0,0016	0,998	330,6	-25,51	-0,099	1,361
248°	-25°	1,510	»	0,800	329,1	-21,47	-0,083	1,327
253°	-20°	1,900	»	0,646	327,2	-17,34	-0,066	1,293
258°	-15°	2,370	»	0,525	324,9	-13,13	-0,050	1,259
263°	-10°	2,920	»	0,432	322,3	-8,83	-0,033	1,226
268°	-5°	3,580	»	0,358	319,4	-4,47	-0,017	1,192
273°	0	4,350	»	0,298	316,1	0	0	1,158
278°	+5°	5,240	»	0,250	312,5	+4,54	+0,017	1,124
283°	+10°	6,270	»	0,211	308,6	+9,17	+0,033	1,090
288°	+15°	7,450	»	0,180	304,4	+13,87	+0,050	1,057
293°	+20°	8,790	»	0,154	299,9	+18,66	+0,066	1,023
298°	+25°	10,310	»	0,132	295,0	+23,53	+0,083	0,989
303°	+30°	12,010	»	0,114	289,7	+28,49	+0,099	0,956
308°	+35°	13,910	»	0,099	284,0	+33,52	+0,116	0,922
313°	+40°	16,010	»	0,087	278,0	+38,64	+0,132	0,888

(1) Pressions réelles, c'est-à-dire pressions effectives indiquées par les manomètres, augmentées d'une atmosphère.

(2) Supposé constant à partir de -30°.

devenir liquide des conditions de température et de pression très difficilement réalisables. On recherchera comme fluides frigorigènes des corps qui, gazeux aux températures et pression qui sont obtenus dans l'évaporateur, deviennent liquides aux températures et pressions qui règnent dans le compresseur, lesquelles sont liées, la température à la température de l'eau extérieure, la pression à la pression réalisable industriellement. Ces fluides existent : trois sont surtout utilisés par l'industrie frigorifique : ce sont le gaz ammoniaque, le gaz carbonique ou acide carbonique, l'anhydride sulfureux. Il en existe d'autres mais, pour une raison ou pour une autre (propriétés corrosives, difficultés de se les procurer, etc.) leur emploi est restreint (c'est le cas du chlorure de méthyle) ou même complètement rejeté.

Il nous faut connaître leur force respective de se comporter dans les diverses situations où ils peuvent se trouver en parcourant le circuit de la machine frigorifique, ceci dépend de la température et de la pression.

Les physiciens ont dressé, à cet effet, des tableaux indiquant pour le gaz ammoniaque Az H³, l'acide carbonique CO², l'anhydride sulfureux H²S, le tableau des caractéristiques des vapeurs saturées de ces divers corps aux diverses températures. Les machines les plus employées fonctionnent à l'ammoniac. Ce sont donc ces machines que nous décrirons de préférence. Aussi nous donnons ci-contre le tableau des caractéristiques des vapeurs saturées de gaz ammoniaque Az H³.

A. Michel



BOURSE DE PARIS du 10 Novembre au 5 Décembre

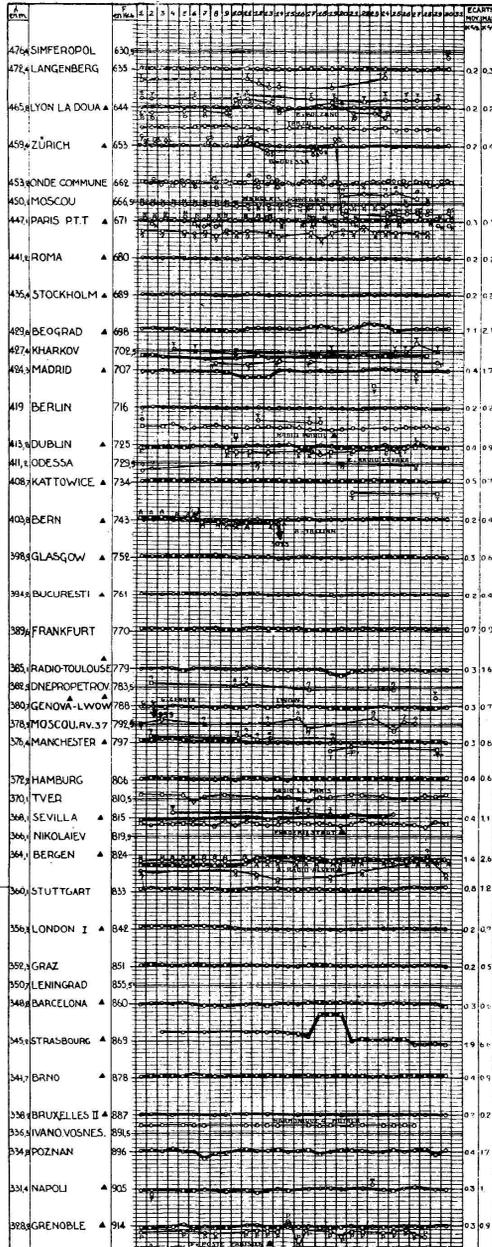
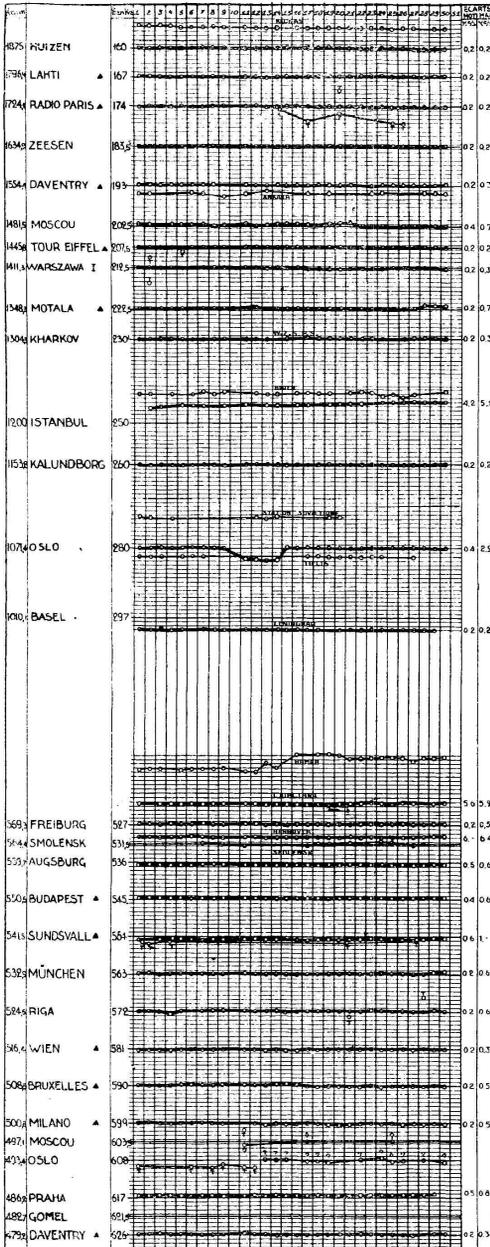
COURS DES MERCREDI ET VENDREDI

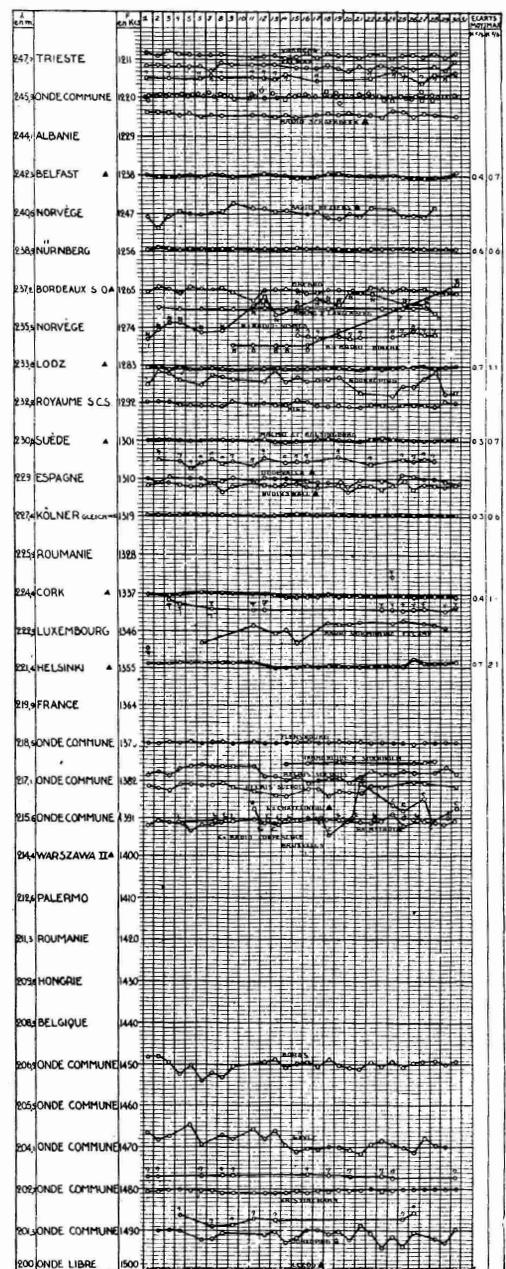
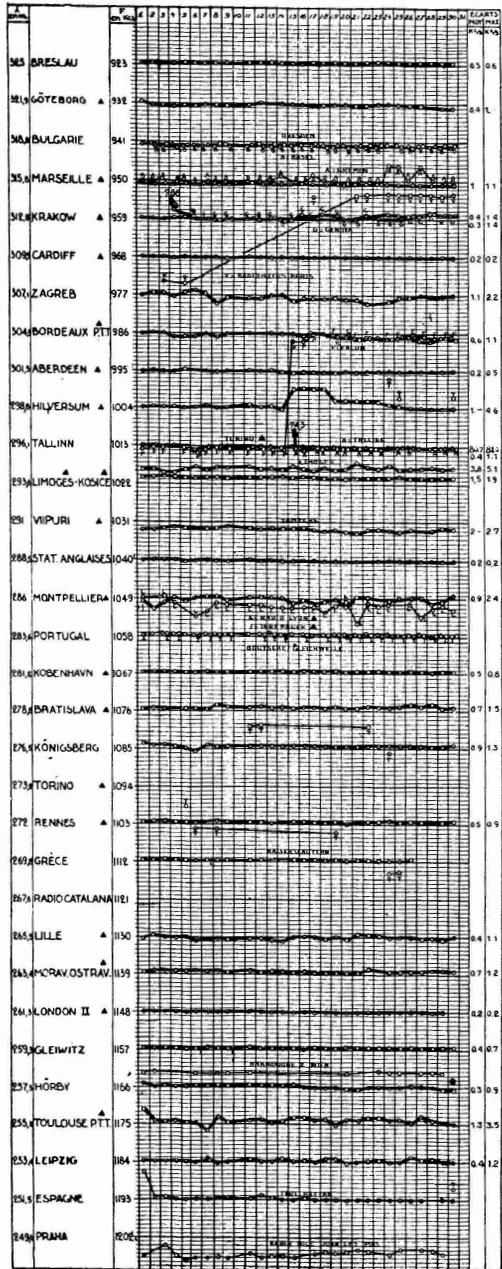
DESIGNATION DES VALEURS	12	14	19	21	26	28	3	5
Accumul. électr. Dinin. ex-c. 33	370	370	366	"	359	359	370	375
Alsthom (const. élec. et méc.)... c. 1 att.	1060	1050	1070	1025	1020	1010	1025	1020
Applications industrielles. ex-c. 25	595	606	649	620	633	645	675	648
Bretonne d'électricité (Sté). ... ex-c. 7	530	533	555	531	528	530	555	574
Câbles télégraphiques. ex-c. 20	340	343	349	330	326	327	330	335
Centre électr. act. 500 fr. ex-c. 16	1431	1465	1495	1494	1470	1494	1490	1570
Distrib. électr. de l'Ouest. ex-c. 10	"	1032	1074	1030	1075	1077	1073	1078
Eclair. force électr. (250 fr.)... ex-c. 10	1390	1414	1485	1475	1500	1555	1565	1515
Edison (C ^o Continentale) B. ex-c. 66	1215	1221	1240	1220	1210	1200	1220	1220
— parts de fondateur. ex-c. 43	1395	1398	1377	1381	1305	1280	1375	1385
Electricité de Caen. ex-c. 32	572	572	601	570	584	580	581	575
Elec. et gaz de la B. Moselle. ... c.10 att.	480	514	492	492	440	471	480	470
Elect. de Limoges. ex-c. 38	470	465	"	440	"	419	412	427
Elect. de Paris. c.24 att.	1350	1357	1885	1335	1301	1300	1345	1325
— parts. c.24 att.	16600	17140	17395	16810	17000	17250	17455	17125
Elect. de la Seine, parts. ex-c. 1	7900	8015	8600	8200	8245	8245	8350	8200
Elect. du Nord (C ^o)... ex-c. 24	880	890	866	865	"	935	894	865
Energ. Elect. (C ^o Cent. d')... c.19 att.	1148	1149	1165	1130	1100	1100	1160	1145
— Basse Loire R. ex-c. 10	"	800	800	770	780	750	785	775
— Haute-Garonne. c. 1 att.	520	515	524	520	520	525	525	530
— Sud-Ouest ord. ex-c. 17	1470	1453	1500	1480	1485	1495	1500	1495
— — prior. ex-c. 10	1465	1470	1500	1480	1477	1495	1499	1495
Est électr. ord. ex-c. 11	955	1090	1060	1017	1002	1035	1050	1120
Force et Lumière. ex-c. 21	435	438	438	435	435	430	416	430
Générale Electr. (Nancy) A. ... c. 5 att.	182	180	170	170	171	170	162	160
— — B. ex-c. 3	258	"	250	248	245	"	232	235
Hydro électr. d'Auvergne. ex-c. 20	1400	1435	1479	1460	1425	1475	1465	1499
Ind. Electr. (Sté Générale)... c.22 att.	1055	1055	1100	1056	1020	1060	1080	1100
Lorraine d'électr. (C ^o). ex-c. 14	460	470	470	450	430	448	450	459
Nantaise d'écl. et force. ex-c. 26	553	570	501	480	"	470	468	500
— priorité. ex-c. 10	"	570	495	"	443	"	460	"
— parts. ex-c. 11	1850	1800	1415	1415	1350	1325	1430	1440
Radio électrique. ex-c. 17	200	209	209	203	201	201	204	203
Radio France, act. B. ex-c. 6	503	503	504	505	485	475	484	483
— parts. ex-c. 4	72	72	71.25	70	66	66	62	70
Société Gramme. ex-c. 33	1940	1940	1940	1940	1945	1950	1975	1950

N. B. — Nous nous contentons de reproduire les cours donnés par les Cotes quotidiennes. Aussi nous déclinons toute responsabilité quant aux cours mentionnés que nous publions sous toute réserve et sans garantie.

Contrôle à distance des fréquences des ondes porteuses des stations d'émission

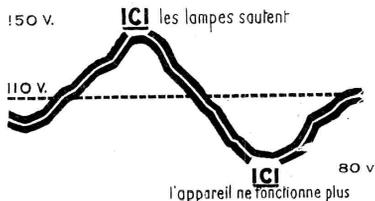
Rapport N° 43 -- Novembre 1930





Bruxelles, le 5 Décembre 1930.

Le Président de la Commission Technique, Directeur du Centre de Contrôle.
Raymond BRAILLARD.



En intercalant le nouveau
RÉGULATEUR DE TENSION

RECTRON

d'un fonctionnement rigou-
reusement automatique, la
tension d'alimentation reste
absolument constante, mal-
gré les variations du réseau

RECTRON, fabricant spécialiste de
valves redresseuses renommées

AGENCES EN FRANCE :

Ultra-Radio Manufacturing Co, 143, r. d'Alésia, Paris-14^e
Fabriques d'Appareillage et de Câbles Electriques du
Nord, 1 et 3, rue Sans-Pavé, Lille (Nord) et 22, rue
Saint-Laurent, Nancy (M.-et-M.).
Tardy (Claudius) 6, quai Saint-Clair, Lyon (Rhône).
Pourrié (Félix) 37, rue Saint-Jérôme, Toulouse (H.-G.).
Calvet, 8, boulevard Marentié, Marseille (B.-du-R.).
Castillon (P.) 9, rue Dauphine, Bordeaux (Gironde).
Ortais (H.) et Bougouin (R.) 33, rue Saint-André,
Nantes (L.-Inf.)

Envoi gracieux des notices,
renseignements, prix

ACRM

L'OSCILLATRICE OXL

A CONTACTS PLATINES
A ACTION RAPIDE

S'adapte à toutes les lampes



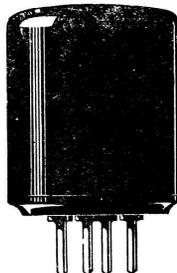
Elle permet sans trou et avec un large recouvrement les gammes
comprises entre 200 et 1900 mètres. Elle permet la commutation
simultanée d'un cadre ou d'un circuit d'accord appropriés avec une
seule connexion supplémentaire, elle est peu encombrante, sans
rayonnement et ne coûte que

50 francs

LES FILTRES & TRANSFORMATEURS
moyenne fréquence accordés

MXL

s'imposent sur tous montages à grand rendement



Sensibilité - Sélectivité - Pureté

A broches : **45** francs — A bornes : **50** francs

Exigez-les exclusivement

ACRM, 31, rue Marcelin, Berthelot, Montrouge (Seine)

Téléphone : Alésia 00.76

BELGIQUE : J. DUCOBU, 69, Rue Ambiorix, Liège.

"LE PLAN DU SUPERMODULÉGRAN," 12 bis. EST PARU

VOICI L'HIVER



... et ses longues veillées. Pour passer de bonnes soirées et obtenir des auditions très pures, équipez votre récepteur avec des lampes

METAL MAZDA RADIO

Notre service de renseignements techniques est à votre disposition pour vous donner tous les renseignements dont vous pourriez avoir besoin sur le choix ou la fonctionnement de vos lampes de

T.S.F

ER - 38

LA SELF de CHOC
POUR
**ondes
courtes**
DE 10 A 100 MÈTRES.

OCÉDYNE

est l'accessoire
de qualité
indispensable
pour les ondes
ultra-courtes

Demandez schéma
de montage du poste

OCÉDYNE
PRIX : 5 FR.

Catalogue g^o franco

Adr. CHABOT
43, Rue Richer
PARIS

DÉRI-RADIO

3 modèles de
*Tension
anodique
parfaits*

179-181
Boul^e Lefebvre
PARIS XV^e

L'ALUMINIUM FRANÇAIS

Société anonyme au Capital de 15.000.000 de Francs

Siège Social : 23 bis, Rue de Balzac — PARIS (8°)

Télégrammes :
ALUMIFRANC.T.T..PARIS



Téléphone Carnot : 54-72
Inter : Carnot 95

Demandez sans engagement ni frais
nos brochures techniques déjà parues :

“ L'Aluminium et ses Alliages ”

“ L'Aluminium en Électricité ”

1^{re} Fascicule : “ Emploi des alliages d'aluminium dans la construction de postes extérieurs à haute tension.

2^e Fascicule : “ Câbles armés en aluminium ”.

3^e Fascicule : “ Calcul mécanique des lignes aériennes ”.

4^e Fascicule : “ Comparaison entre les métaux employés dans la construction des lignes électriques ”.

” Le Travail de l'Aluminium ”

1^{re} Fascicule : “ Soudure-Rivetage ”.

2^e Fascicule : “ La Fonderie ”.

“ La Peinture à l'Aluminium ”

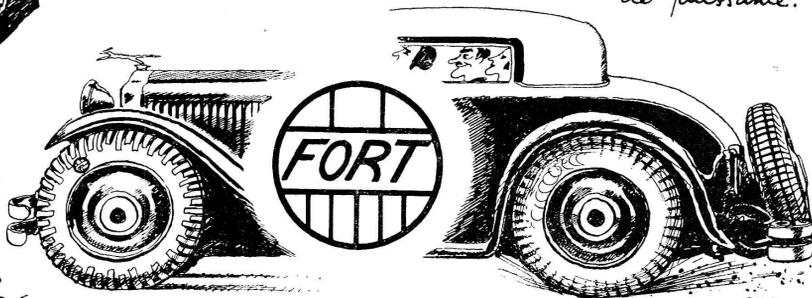


vive le **FORT**
le type
à grande réserve
de puissance.



vive le **FORT**
l'abri tutélaire
à grande réserve
de puissance.

vive le **FORT**,
le portefaix
à grande réserve
de puissance.



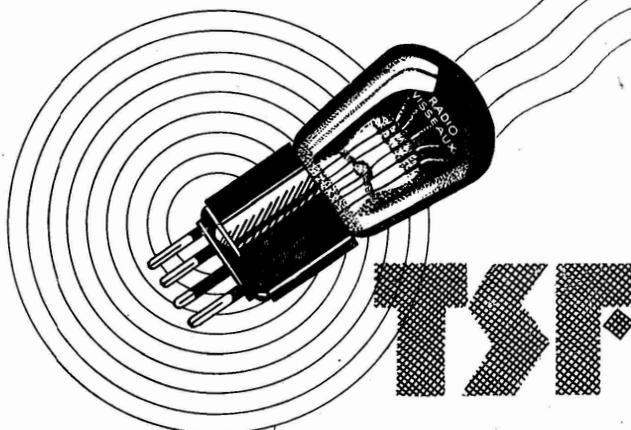
DE LARUE-
NOUVELLIÈRE

206

vive le **FORT DUNLOP**

le pneu à grande réserve de puissance.

LA LAMPE **VISSEAUX-RADIO**



EST MONTÉE AVEC PRÉCISION
"A LA FRANÇAISE"

P.A.L.

FABER

ING. CONSEIL E.C.P.

11^{bis} RUE BLANCHE

PARIS (9^e)

TRINITE 22-74

BREVETS
D INVENTION

MARQUES
MODELES
TOUS PAYS

CONSULTATIONS
GRATUITES



*Pour supprimer les piles
Pour recharger ou remplacer les accus
Pour régulariser la tension du secteur
il faut un transformateur*

Qui dit **TRANSFORMATEURS**

dit : **FERRIX
LEFÉBURE**

toujours en stock chez

qui vous indiquera
dans

**SOLOR-REVUE
(ANCIEN FERRIX-REVUE)
SOLOR**

le montage ou l'accessoire à utiliser.

Gratuitement tous renseignements contre enveloppe timbrée

Ets. LEFÉBURE 5, rue Mazet

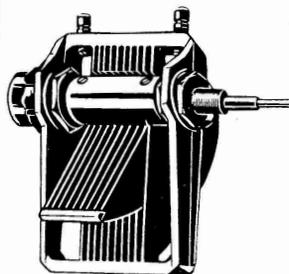
(Métro Odéon) PARIS 6^e arr.



VARDEX

Présente pour la première fois sur le marché son CONDENSATEUR moulé métallique équivalant à une pièce prise dans la masse.

Prix : 42.50



Modèle Breveté

Chaque pièce
VARDEX est
garantie et es-
sayée à sa sor-
tie de l'usine.

ET VARDEX

36, Boul. de la Bastille
PARIS

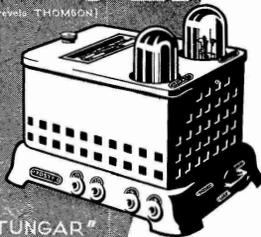
SANS-FILISTES..

l'entretien des accumulateurs
est pratiquement supprimé
grâce à la

RECHARGE SIMULTANÉE
des batteries de 4 et 120 volts
au moyen du redresseur

Tungar
BIVOLT

(Breveté THOMSON)



service des
redresseurs TUNGAR
14, RUE VASCO DE GAMA, PARIS 15

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 450.000.000

ALS-THOM

LENZOLA

Haut-Parleur
le plus musical

4, r. Camille-Tahan, PARIS (18^e)

Téléphone : MARCADET 40-60

TROIS NOUVELLES ÉTUDES
DE PAUL BERCHÉ

● **Le Cadre
Le Supradyne B G P
Le Bloc d'alimentation totale
sur alternatif**

Chaque brochure
2 fr. (Port en plus)

permettant de réaliser l'ensemble récepteur moderne le plus simple,
le plus pur, le plus sensible qui soit.

Publications et Éditions Françaises de T.S.F. et Radiovision, 53, r. Réaumur, Paris-2°

LES LOIS

Ribot-Loucheur

sur les
Habitations à bon marché
et les
Logements à Loyers modérés

par
M. CABIROL
Avocat à la Cour d'Appel

Prix: **7 fr. 50**
FRANCE, COLONIES
Franco recommandé - 8 fr. 55

Publications et Éditions Françaises
de T. S. F. et Radiovision
53, RUE RÉAUMUR PARIS (2°)

Super C-119

par
P BERCHÉ

Le volume 7 fr.

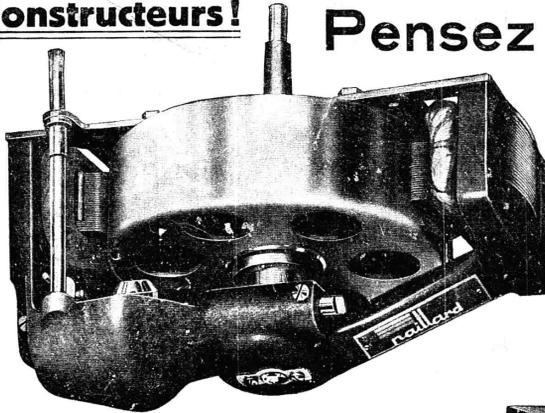
FRANCE, COLONIES :
Franco recommandé .. 8 fr. 05
É T R A N G E R :
Franco recommandé .. 9 fr. 40.

Publications et Éditions Françaises
de T. S. F. et Radiovision
53, RUE RÉAUMUR PARIS (2°)

Constructeurs!

Pensez à l'avenir

**Jamais d'ennui
avec :**



LE MOTEUR | A INDUCTION

Type | 120

paillard

Le seul qui tourne "rond"

**La nouvelle plaque de
montage, mise en marche et arrêt
entièrement automatique**

Les **AMPLIFICATEURS**

4.71 Watts

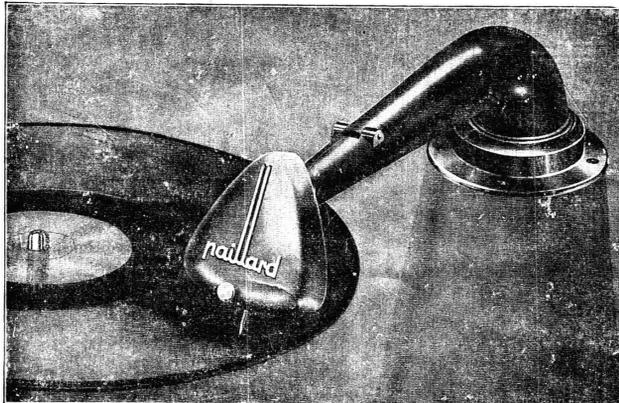
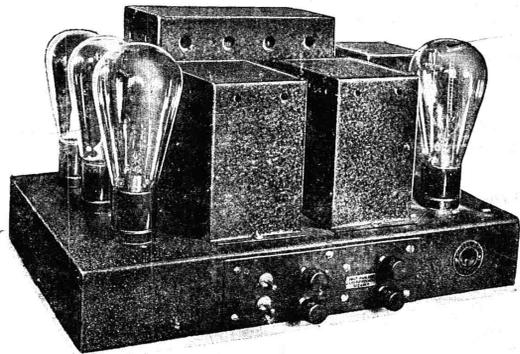
7 modulés

12

Sans

Rivaux

paillard



Les **PICK-UP**

Petit
Modèle
1.500 et
2.500
ohms

Super
1.200 et
2.000
ohms

paillard

livrables avec ou sans marque
"Paillard" et sur demande
avec votre marque

Demandez nos nouveaux tarifs

Société Anonyme des Etablissements SAMOK

6, rue MARC-SEGUIN, PARIS (18^e) — Téléphone : Nord 56-09 et Nord 10-13

AGENTS
DÉPOSITAIRES

H. BEUVE, 155, rue Dom-Pedro Cherbourg; DELOCHE, Bd. d'Haussonville, Nancy; FLOURON, 6, rue Louis-Faure, Lille; LAMBLAIN, 87, Cours Gambetta Lyon; LESPINE, 35, rue Benjamin-Fillon, Fontenay-le-Comte; ROSSIN, Bd. Gambetta, Soissons. Radio-Phénix, 1, rue Eugène-Robt, Alger; SABATHÉ, 229, rue Mouneyss, Bordeaux; VEILLARD, 18, rue Léon Bourgeois, Marseille; VEDRI, 30, rue St-Dominique, Clermont-Ferrand; ZERNIN, 3, rue Sidi-el-Bouti, Tunis.

LES PRESSES MODERNES
Ateliers à Reims et à Arras

Publications et Éditions françaises
— de T.S.F. et Radiovision —
55, Rue Réaumur, PARIS
— Le Gérant : Oscar GEAY —