

LE CENTRE DE CONTROLE

DE L'UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION

ET SON ROLE DANS L'ORGANISATION ACTUELLE

DE LA RADIOPHONIE EUROPEENNE (1).

PAR

Edm. DIVOIRE,

Professeur à l'Université libre de Bruxelles,

Secrétaire de la Commission Technique de l'Union Internationale de la Radiodiffusion.

SOMMAIRE

L'auteur rappelle brièvement les raisons qui ont provoqué l'organisation à Bruxelles d'un Centre de Contrôle international des stations de Radiodiffusion européennes; il décrit les appareils étudiés à cet effet et expose les résultats que ceux-ci ont permis d'obtenir.

HISTORIQUE

Lorsque, dans le courant de l'année 1925, une demi-douzaine de personnalités du monde de la radio se réunissaient à Genève et jetaient les bases de l'Union Internationale de Radiodiffusion, le moindre des problèmes qui attiraient toute leur attention n'était pas la gêne réciproque grandissante entre les émissions de radiophonie. Déjà apparaissait la nécessité d'apporter quelque peu de discipline parmi les stations à peine naissantes, malgré que leur puissance fut encore faible et leur nombre relativement restreint.

On ne tardait pas à se rendre compte de la nécessité d'un organisme permanent chargé d'étudier les problèmes techniques que faisait naître la croissance rapide du broadcasting et, dès la fin de l'année 1925, l'initiative de M. Auguste Hubert, délégué de Radio-Belgique et l'un des fondateurs de l'Union, provoquait la nomination d'une Commission Technique dont la présidence était confiée à M. Raymond Braillard et dont le siège était fixé à Bruxelles.

Le résultat du travail de cette Commission Technique fut l'élaboration d'un plan général de répartition des longueurs d'onde aux sta-

tions européennes de radiodiffusion, plan accepté en mars 1926 sous le nom de « Plan de Genève », par l'assemblée plénière de l'Union.

Mais là ne devait pas s'arrêter l'activité de la Commission Technique; il ne suffisait pas de mettre sur pied une réglementation, il fallait encore la mettre en œuvre, en surveiller l'exécution et provoquer au besoin des interventions.

Il fut décidé d'organiser au siège de la Commission Technique, à Bruxelles, un Centre de Contrôle permanent, muni de moyens modernes de mesure et d'investigation et à qui serait confiée la tâche de veiller à la garde du plan; émanation de la Commission Technique, cet organisme, placé sous la direction de M. Braillard et de l'auteur, aurait, en principe, un caractère purement consultatif et son autorité serait avant tout morale.

Ultérieurement, après différentes revisions nécessitées par l'évolution rapide de la situation, le plan de répartition était officiellement adopté par une Conférence Plénière des Administrations européennes réunies à Prague en 1929, sous le nom de « Plan de Prague ». Celui-ci régit encore, actuellement, la radiodiffusion européenne.

La Conférence de Prague, reconnaissant l'Union Internationale de Radiodiffusion comme expert dans les questions de broadcasting, conférait au Centre de Contrôle de Bruxelles, par le truchement de l'Administration belge des P. T. T., un rôle officiel qu'il n'a cessé d'assumer depuis lors.

Le présent article a pour objet d'examiner quels sont les moyens qu'il a utilisés dans le but de remplir ce mandat et quelle est l'importance des résultats qu'il a pu recueillir.

(1) Extrait du Bulletin de la Société Belge des Ingénieurs et des Industriels, tome XI, n° 9, 1931.

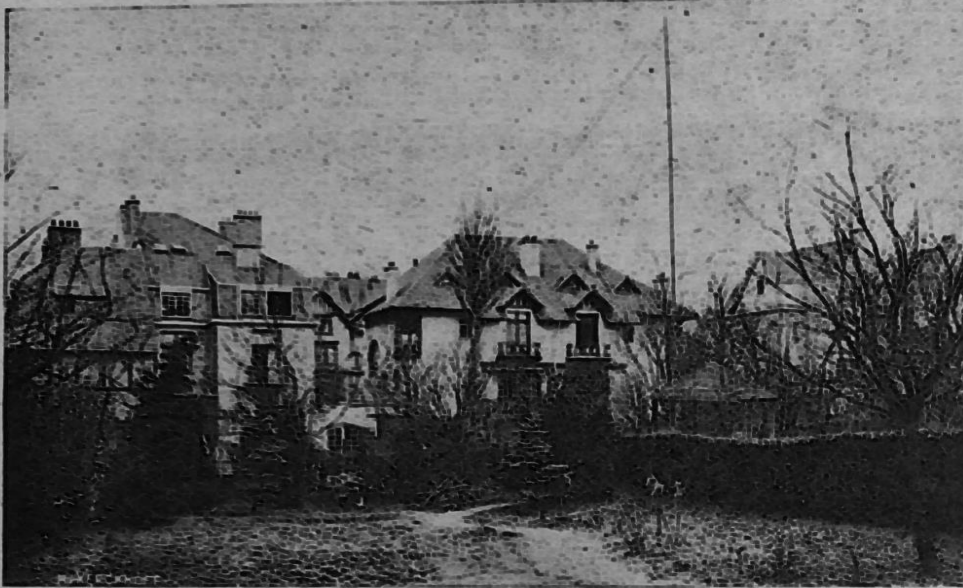


Fig. 1. — Vue de l'immeuble et de l'antenne du Centre de Contrôle.

ACTIVITE DU CENTRE DE CONTROLE

Organisme de nature internationale, le Centre de Contrôle a pour tâche principale de veiller à la bonne exécution des prescriptions résultant de la conférence de Prague; en outre, il se préoccupe de rechercher méthodiquement les causes de troubles mutuels entre stations.

A cet effet, il s'attache à l'étude qualitative et quantitative des émissions, en se tenant uniquement sur le terrain des répercussions internationales qui peuvent en résulter et en s'abstenant des questions qui ne concernent que les écouteurs nationaux.

En conséquence, les problèmes techniques qui se posent au Centre de Contrôle sont, en ordre principal :

1° La mesure à distance des fréquences des stations émettrices (de radiodiffusion ou autres intéressant les bandes de fréquence accordées à la radiodiffusion), en vue de s'assurer que les stations se tiennent bien à leur fréquence nominale;

2° La vérification de la stabilité des émissions, problème qui se différencie quelque peu du précédent, la fréquence *moyenne* d'une station pouvant être exacte et conforme aux accords internationaux, tandis que ses écarts momentanés (variations lentes ou rapides)

peuvent l'amener à gêner gravement ses voisins;

3° La mesure du champ électromagnétique produit par les stations à distance, problème d'aspect scientifique et, par suite de son étroite connexion avec celui de la propagation des ondes, problème mal connu et faisant l'objet, pour cette raison, de nombreuses études et de controverses multiples;

4° L'observation de la modulation à distance et son action sur les postes récepteurs, question extrêmement complexe, très étudiée pour le moment, et dont on reconnaît de plus en plus l'importance

au point de vue des troubles mutuels.

En outre, d'autres questions d'ordre secondaire retiennent aussi l'attention du personnel technique du Centre de Contrôle.

Les mesures se rapportant aux points ci-dessus ont été, pendant ces dernières années, l'objet d'études dans un certain nombre de laboratoires; néanmoins, celui de Bruxelles, tout en s'inspirant de méthodes déjà connues a parfois dû s'écarter des réalisations étudiées ailleurs et mettre au point de nouveaux appareils, en vue d'assurer à son service un caractère plus industriel, un rendement plus élevé qu'il n'est exigé d'ordinaire dans les laboratoires de recherches, tout en s'attachant à conserver aux mesures une précision d'ordre scientifique.

DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

Le laboratoire est installé dans la banlieue immédiate de Bruxelles de façon à se trouver à l'abri, autant que possible, de perturbations locales d'origine industrielle (fig. 1). On y reçoit sans difficulté des émissions provenant des contrées européennes les plus éloignées.

Nous décrirons brièvement ci-dessous les différents appareils utilisés :

a) Mesure des fréquences.

On ne pourrait surestimer l'importance de ces mesures de fréquence.

On sait, en effet, que la radiodiffusion ne disposant que de bandes de fréquence relativement très restreintes pour le grand nombre de stations qui se proposent de faire le bonheur de leurs écouteurs, il a bien fallu rapprocher celles-ci à l'extrême limite possible, et même quelque peu au-delà; l'étroitesse de la bande allouée à chaque station ne permet à celle-ci aucune incartade, sous peine de causer des troubles graves à ses voisins.

Quel peut être l'ordre de grandeur de l'écart admissible? Sans entrer dans des détails, signalons que des considérations d'ordre principalement électro-acoustique demandent qu'une station dispose d'une bande totale de fréquence d'environ 10 kilocycles/seconde (10.000 périodes/seconde) s'étendant de part et d'autre de la fréquence de son onde fondamentale; d'autre part, le plan de Prague a assigné aux ondes des stations de radiodiffusion des positions distantes entre elles de 9 ou de 10 kilocycles/seconde suivant leur si-

tuation dans la gamme allouée, laquelle s'étend de 500 à 1.500 kilocycles/seconde (200 à 600 mètres de longueur d'onde). Il apparaît immédiatement qu'on ne peut pas même tolérer un écart de $1/10^{\circ}$ de la séparation, soit de 1 kilocycle/seconde, ce qui correspond à moins de $1/1000^{\circ}$ de la fréquence nominale pour les stations de faible longueur d'onde.

Pour arriver à mesurer avec une complète certitude des différences d'environ $1/1000^{\circ}$ de fréquence, il est de bonne technique de pouvoir mesurer des variations de $1/10.000^{\circ}$.

Le matériel destiné à effectuer des mesures de cet ordre a été longuement étudié; les appareils ont été modifiés complètement à diverses reprises en vue d'accroître, d'une part, le degré de précision, et, d'autre part, la rapidité et la commodité des opérations.

La méthode actuellement adoptée est la suivante, dont le principe est bien connu :

On reçoit les signaux au moyen d'un récepteur puissant et sélectif, et l'on fait

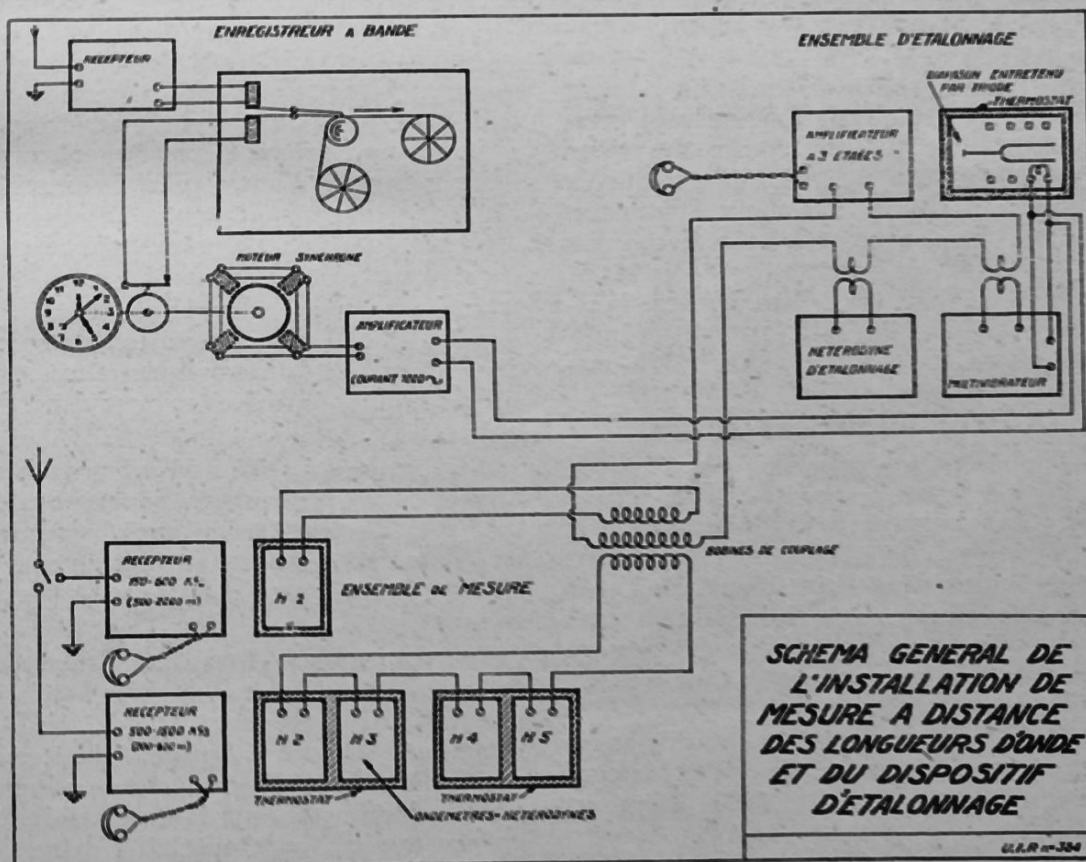


Fig. 2. — Schéma de principe de l'installation de mesure des fréquences.

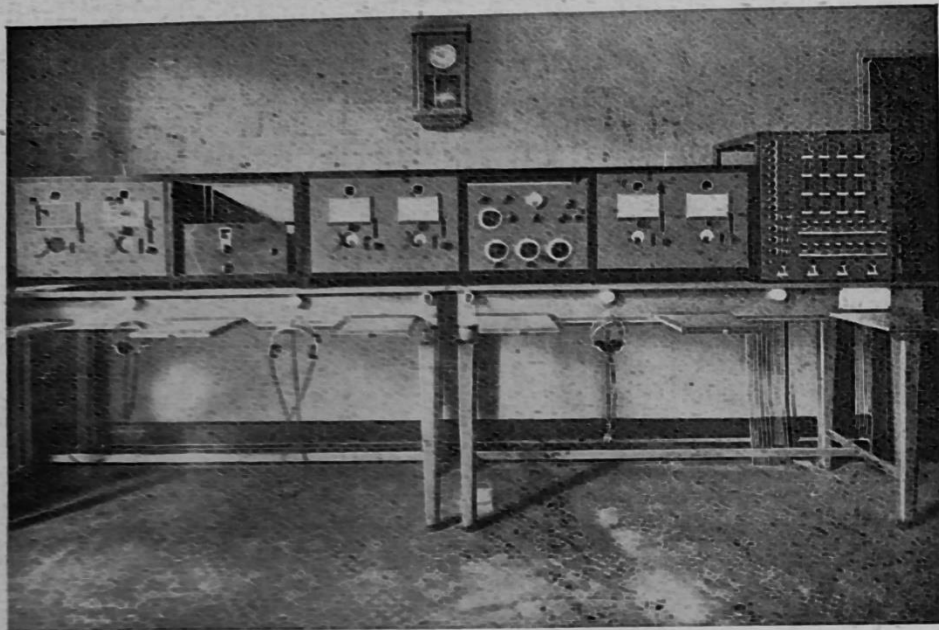


Fig. 3. — Vue de l'ensemble de mesure. — On distingue trois groupes de deux ondemètres-hétérodynes sous caisse thermostatique, deux récepteurs, le tableau de distribution des tensions.

interférer ceux-ci avec l'émission locale d'un ondemètre-hétérodyne (1) étalonné avec l'exactitude désirée. L'interférence des deux notes produit un battement dont la fréquence dépend de la différence des deux fréquences interférantes. Au moment où le battement s'annule, les deux fréquences sont égales et, par conséquent, le réglage de l'ondemètre-hétérodyne, reporté à la courbe d'étalonnage indique la longueur d'onde de l'émission à mesurer.

De nombreuses précautions doivent être prises afin d'assurer l'exactitude de pareilles mesures.

Le processus suivant a été adopté, après que l'on se fut rendu compte que les conditions posées étaient largement assurées :

1. Disposer d'ondemètres-hétérodynes suffisamment stables pour que leur étalonnage reste pratiquement invariable pendant un certain temps;

2. Vérifier l'étalonnage des ondemètres-hétérodynes aussi souvent que l'expérience prouvera qu'il est nécessaire de le faire au

(1) On sait que l'on désigne sous ce nom un petit émetteur à lampe de construction particulièrement soignée et étalonné de façon à constituer un ondemètre-générateur.

moyen d'un dispositif extrêmement précis s'appuyant sur un étalon de fréquence d'une grande constance. Celui-ci est constitué par un diapason spécial. Cette vérification s'opère une fois par jour, par surcroît de précaution;

3. Vérifier l'étalonnage de l'étalon secondaire de fréquence d'après l'étalon primaire, l'étalon de temps, lequel est constitué par la pendule astronomique de l'Observatoire Royal de Bruxelles.

Le schéma de principe de l'installation est représenté à la figure 2.

On y distingue, d'une part, l'ensemble des appareils de mesure de la fréquence :

récepteurs pour la gamme 200-600 mètres et pour la gamme 500-2000 mètres, série des ondemètres-hétérodynes couvrant ces deux gammes, d'autre part, l'ensemble d'étalonnage comprenant, outre le diapason étalon, quelques autres appareils sur lesquels nous reviendrons plus loin.

Les récepteurs n'appellent pas l'attention par des dispositifs particuliers, ils comportent deux étages de haute fréquence avec trois circuits accordés, une détectrice et deux étages de basse fréquence.

Les ondemètres-hétérodynes ont fait l'objet de recherches prolongées. Sans entrer dans les détails purement techniques, signalons que leur construction a été étudiée en vue de conserver une constance d'étalonnage aussi grande que possible.

Les constantes électriques des circuits ont été calculées de façon à assurer à ces appareils une indépendance très grande vis-à-vis des caractéristiques des lampes d'entretien des oscillations (on sait que les variations de fréquence des émetteurs à lampes résident principalement dans les lampes elles-mêmes).

En outre, une construction très soignée et l'emploi d'éléments robustes et rigides les mettent à l'abri des imperfections d'ordre mé-

canique pouvant altérer l'étalonnage : entre autres, il est fait usage de condensateurs variables à armatures cylindriques équilibrées en aluminium coulé, et d'inductances bobinées sur des tubes de pyrex filetés.

Une démultiplication de rapport $1/25$ permet de régler les condensateurs avec toute la finesse désirable. La précision de lecture de la graduation est assurée par un vernier et le cadran, placé sous une lentille grossissante, est éclairée par une petite lampe à incandescence; de la sorte, on n'éprouve aucune difficulté à lire le $1/20^{\circ}$ de degré (fig. 3).

Il en résulte que l'on peut effectuer, dans les meilleures conditions de rapidité et de commodité, les mesures avec une précision d'environ 15 cycles/seconde pour les fréquences de 160 à 300 kilocycles/seconde (1.000 à 2.000 mètres) et de 25 cycles/seconde pour les fréquences de 300 à 1.500 kilocycles/seconde (200 à 1.000 m.) soit encore, avec une précision de 0,5 à $1/10.000^{\circ}$ dans le premier cas, et de 1,5 à $8/100.000^{\circ}$ dans le deuxième cas (1).

Passons maintenant à l'ensemble d'étalonnage (fig. 4). La réalisation de la seconde des conditions énoncées plus haut exige un dispositif destiné à vérifier l'étalonnage aussi souvent qu'il est nécessaire; cette opération doit se faire rapidement et avec une grande précision.

Suivant un montage bien connu, déjà décrit auparavant (2), l'étalon secondaire est un diapason entretenu par triode, dont la fréquence est 1.000; le courant de même fréquence émis par celui-ci, après amplification en A, est amené à commander un multivibrateur

(émetteur à oscillations de relaxation, produisant de multiples harmoniques de sa fréquence fondamentale). Les harmoniques de ce multivibrateur sont sélectionnées et isolées successivement par la méthode des battements nuls à l'aide d'une hétérodyne appelée sur la figure « hétérodyne intermédiaire » (fréquences : 100.000 à 300.000). Les harmoniques successives de celle-ci, à leur tour, servent à étalonner les ondemètres-hétérodynes, également par battements nuls.

L'observation des battements nuls, dans les deux cas, se fait au moyen de l'amplificateur B.

Il est à remarquer que, avec quelque habitude, on parvient souvent à éviter le stade de mesure intermédiaire, c'est-à-dire qu'on perçoit directement les battements entre les ondemètres-hétérodynes et les harmoniques supérieures (fréquences jusqu'à 1.000.000) du multivibrateur. Une cause d'erreur est ainsi écartée.

Le diapason, dont les variations sont entretenues par une triode, est en élinvar, alliage spécial dont le coefficient d'élasticité varie extrêmement peu avec la température; il en résulte que les variations de fréquence sont aussi très faibles ($1,8/100.000$ par degré cen-

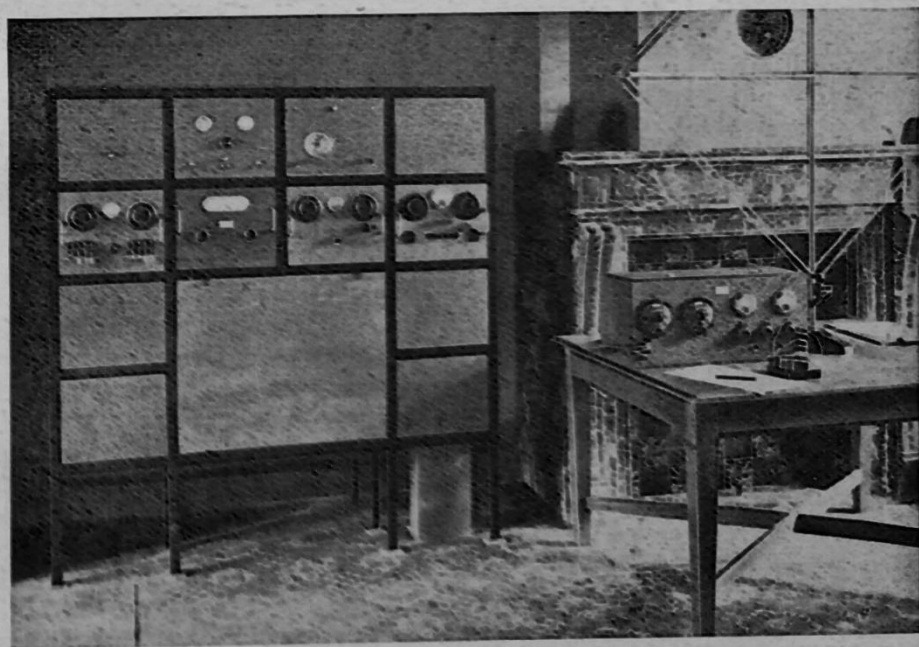


Fig. 4 — Vue de l'ensemble d'étalonnage à gauche et de l'un des récepteurs de mesure de champ avec son cadre, à droite. On aperçoit au milieu du panneau de l'un des éléments de l'ensemble d'étalonnage, le cadran mis en mouvement par le moteur synchrone, à 1.000 périodes.

(1) Une étude plus détaillée sur cet ondemètre-hétérodyne paraîtra prochainement.

(2) « La mesure exacte et précise des longueurs d'onde dans les stations de radiophonie » (*Bulletin technique de l'A. I. Br.*, 1927, n° 2). Voir aussi « Le contrôle des longueurs d'onde à distance » (*id.*, 1929).

tigrade). Pour réduire ces variations à une valeur négligeable, le diapason et son dispositif d'entretien sont enfermés dans une double caisse thermostatique.

L'étalonnage de ce diapason doit, néanmoins, être vérifié de temps à autre, ainsi qu'il est prescrit à la condition 3 plus haut. Cette vérification consiste à s'assurer de la fréquence du courant émis, en la comparant à un *étalon absolu* de fréquence.

Or, on sait que la fréquence est l'inverse

$$\text{d'un temps : } f = \frac{1}{T}.$$

L'étalon de fréquence est donc le même que l'étalon de temps. Ce dernier est le jour sidéral, étalon que les astronomes rendent plus à la portée des intéressés par l'intermédiaire des pendules. On se trouve donc amené à utiliser comme élément de comparaison une pendule astronomique dont la *marche* (1) est connue avec exactitude.

Dans le cas présent, on a installé à l'Observatoire Royal d'Uccle un poste de puissance réduite émettant à chaque seconde une impulsion très courte, commandée par un contact monté sur le balancier de la pendule.

Ces impulsions (« tops » de la seconde sidérale) sont captées au centre de contrôle au moyen d'un récepteur spécial.

L'étalon fréquence étant ainsi constitué par la seconde, ou plutôt par son inverse 1/1 seconde, il y a lieu de lui comparer la fréquence 1.000, ou supposée telle, émanant du diapason.

La différence d'ordre de grandeur étant considérable, cette comparaison s'effectue après démultiplication : le courant à fréquence 1.000, après amplification, entraîne un petit moteur synchrone (dénommé souvent « moteur phonique ») qui, par un jeu d'engrenages

(1) Les pendules n'étant pas des instruments parfaits, la période de vingt-quatre heures d'une pendule est différente du jour sidéral. Cette différence est ce que l'on appelle la *marche de la pendule*. Cette marche n'est pas constante, l'accélération du pendule est susceptible de varier ou même de changer de sens. C'est l'étude de la marche des pendules et de ses variations qui constitue le service de l'heure dans les observatoires.

La pendule de l'Observatoire d'Uccle a une marche dont l'accélération est bien déterminée et pratiquement constante; et il en résulte qu'elle permet de donner la durée de la seconde sidérale avec une précision d'environ 2/1.000.000.

démultiplicateurs, commande les aiguilles d'un cadran gradué en heures, minutes et secondes (voir fig. 4).

On pourrait donc comparer par observation visuelle directe le temps indiqué par ce cadran à celui donné par la pendule astronomique, mais cette mesure ne comporterait pas toute la précision désirable.

On procède autrement : l'engrenage démultiplicateur actionnant l'aiguille des secondes porte un contact qui, à chaque tour, donc une fois par seconde, ou plutôt une fois pour 1.000 périodes du courant engendré par le diapason, ferme un circuit et y envoie une impulsion.

D'autre part, comme nous l'indiquions plus haut, un récepteur spécial reçoit de l'Observatoire des impulsions rythmées par le battement de la seconde sidérale.

Deux circuits conduisent ces impulsions de deux provenances différentes à deux relais munis de siphons encruteurs montés sur un enregistreur à bande (voir schéma général).

Les deux fréquences s'inscrivent simultanément sous la forme de traits continus interrompus régulièrement par des dents.

Il ne reste plus qu'à évaluer la différence entre ces deux fréquences, différence que l'on apprécie par la méthode des coïncidences aisément et avec précision en enregistrant une longueur convenable de bande.

On trouvera plus loin quelques exemples numériques des résultats obtenus.

b) Mesures de champ.

Les appareils destinés à ces mesures ont été construits et mis au point au Centre de Contrôle. Ils mettent en application une méthode bien connue devenue classique :

Un récepteur à cadre mobile, du type superhétérodyne, reçoit les signaux; ceux-ci, après deuxième détection, sont enregistrés à l'aide d'un milliampermètre à bande.

L'étalonnage du récepteur se fait périodiquement au moyen d'une hétérodyne spéciale qui induit dans le cadre un signal de force électro-motrice connue.

Attirons l'attention sur les précautions particulières que nécessite cette opération :

Il importe, en effet, d'éviter que l'hétérodyne n'induisse directement dans les circuits du récepteur, ce qui altérerait complètement l'étalonnage. A cet effet, les circuits de l'hété-

rodyne se trouvent placés sous l'écran d'un double blindage de même que les conducteurs connectant celle-ci au cadre récepteur.

Deux appareils complets de mesure du champ ont été construits afin de permettre l'enregistrement simultané de deux stations différentes, mesure dont l'intérêt sera exposé plus loin.

METHODES EMPLOYEES RESULTATS OBTENUS

Nous examinerons successivement les diverses catégories de mesures effectuées :

a) Mesures des fréquences.

Ainsi que nous le relations plus haut, dès 1927, une écoute journalière des stations européennes fut organisée. Plus de deux cents mesures de longueurs d'onde sont effectuées chaque soir par un personnel de techniciens ayant acquis une grande habileté dans l'identification des stations.

Il faut considérer, en effet, que très souvent les perturbations observées sont dues à des stations très éloignées de Bruxelles et qu'il n'est pas toujours facile de les identifier si l'on tient compte du fait que les speakers parlent parfois dans une langue, ou même dans un idiome national très peu répandu; une connaissance des langues les plus usitées est, en tout cas, indispensable.

L'activité du Centre de Contrôle se traduit de deux façons :

D'une part, dès qu'un trouble est constaté, soit par Bruxelles, soit sur l'avis de l'organisme qui en souffre, le Centre de Contrôle, après avoir procédé aux mesures nécessaires, avertit immédiatement, par télégramme, ou par lettre, l'organisme en défaut.

Certaines interférences ont donné lieu à un échange de correspondance extrêmement important, mais on peut dire que, dans la grande majorité des cas, l'intervention du Centre de Contrôle a permis de supprimer les troubles constatés, le cas n'étant jamais abandonné avant qu'une solution satisfaisante n'ait été obtenue.

Nous citerons, par exemple, que pendant le courant de l'hiver 1929-1930, un cas de l'espèce n'a pas motivé l'envoi de moins de quarante-deux télégrammes et d'un nombre correspondant de lettres avant d'être résolu dans le sens favorable recherché.

Indépendamment de ces interventions journalières, le Centre de Contrôle établit chaque mois un graphique centralisant les mesures des longueurs d'onde de toutes les stations européennes. Ce graphique permet de juger dans l'ensemble et dans le détail de la situation générale au point de vue des interférences et des causes particulières qui les provoquent (1).

Ces graphiques sont expédiés au début de chaque mois à tous les organismes membres de l'Union et ils sont communiqués, en outre, aux Administrations des Télégraphes par l'intermédiaire de l'Administration belge des Télégraphes et du Bureau International de l'Union télégraphique.

Indépendamment du Centre de Contrôle de Bruxelles, divers organismes ou administrations ont procédé à l'installation d'appareils de contrôle afin de pouvoir exercer une police des ondes encore plus efficace (2). La plupart de ces laboratoires ont été munis d'appareils identiques à ceux décrits ci-dessus et qui leur ont été fournis par le Centre de Contrôle.

Ces différents organismes collaborent d'une façon très étroite avec Bruxelles à qui ils communiquent éventuellement le résultat de leurs mesures. D'autre part, en cas de brouillage mal défini, l'identification de la station perturbatrice peut être rendue plus aisée en multipliant les observations en différents points d'Europe.

Les résultats obtenus, grâce au contrôle permanent des longueurs d'onde sont extrêmement importants. Il suffit de comparer des graphiques de mesures tracés à deux ans d'intervalle pour se rendre compte, d'un seul coup d'œil, de l'amélioration considérable réalisée (voir fig. 5).

Un autre diagramme, donnant une statistique des résultats obtenus au cours de l'hiver 1929-1930, est aussi frappant (voir fig. 6).

Il n'est pas douteux que si la situation actuelle n'est pas plus défavorable malgré l'accroissement incessant du nombre et de la

(1) Ces graphiques paraissent régulièrement dans différentes publications périodiques.

(2) Citons, le Technische Reichsamt à Berlin, la British Broadcasting Corporation à Tatsfield, les Administrations des P. T. T. à Prague, Paris, Stockholm, Madrid, Mojaïsk (près de Moscou), l'Institut Radio-technique à Varsovie, etc.

puissance des stations, cela tient, pour une très large part, aux efforts répétés du Centre de Contrôle de Bruxelles.

En outre, des mesures courantes visées ci-dessus et dont la précision pratique varie de 0,5 à 2/10.000 environ, suivant la puissance et la stabilité des stations mesurées, le laboratoire se livre aussi, dans certains cas, ou sur demande, à des mesures de précision plus élevée. Celles-ci peuvent atteindre 2 à 3/100.000.

Une telle précision est recherchée, par exemple, lorsque le Centre de Contrôle désire comparer l'exactitude de ses mesures avec celle d'un ou de plusieurs laboratoires étrangers. On procède alors comme suit : on arrête, de commun accord, une liste de stations convenablement choisies, dont on convient de mesurer simultanément les émissions à dates et à heures fixées d'avance; après quoi, l'on compare les observations.

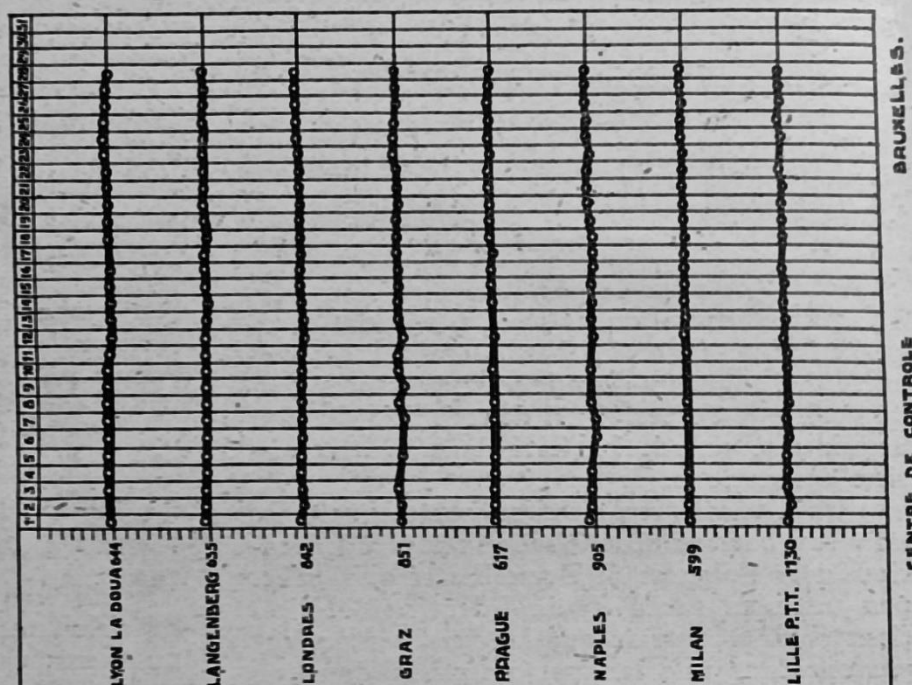
La figure 7 montre les résultats d'une telle comparaison effectuée en collaboration avec le laboratoire des P. T. T. russes à Mojaïsk (Moscou) sur un ensemble de stations distantes parfois de plus de 3.000 kilomètres.

Enfin, l'on procède encore, de temps à autre, à des mesures effectuées avec des précautions spéciales en vue de leur assurer encore plus de précision, et qui ont pour but de comparer à distance les étalons secondaires de fréquence de différents laboratoires de contrôle.

La méthode est la suivante: le diapason considéré comme étalon initial,

sert à moduler l'onde émise par une puissante station convenablement choisie. Le signal est reçu par les différents laboratoires intéressés qui comparent la fréquence de modulation à celle de leur propre étalon, et éventuellement, la mesure en valeur absolue.

EXTRAITS DES MESURES DU MOIS DE FEVRIER 1930



EXTRAITS DES MESURES DU MOIS D'OCTOBRE 1927

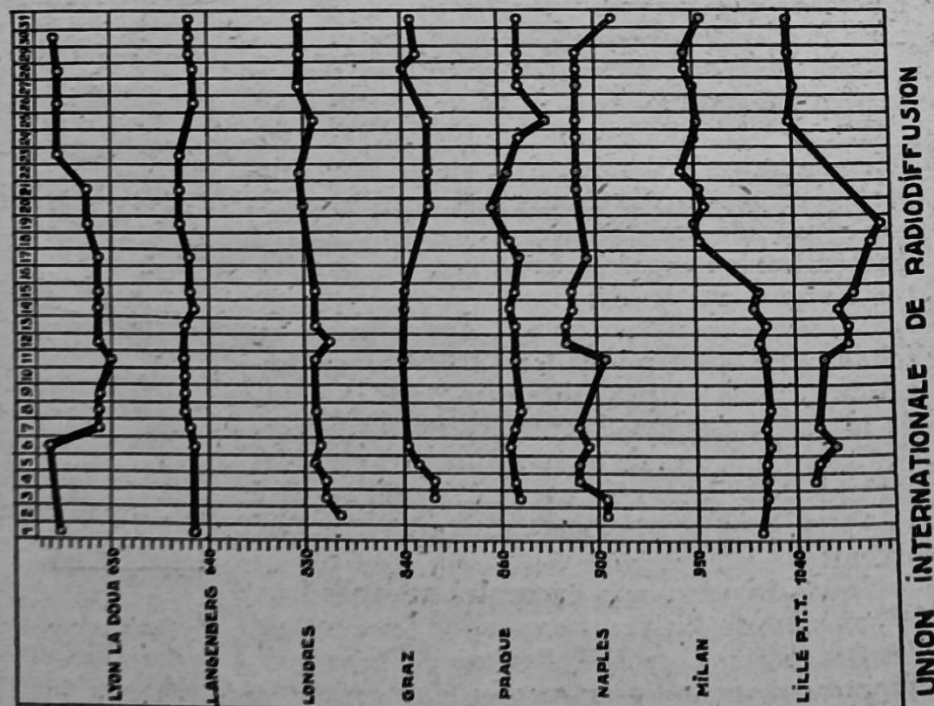


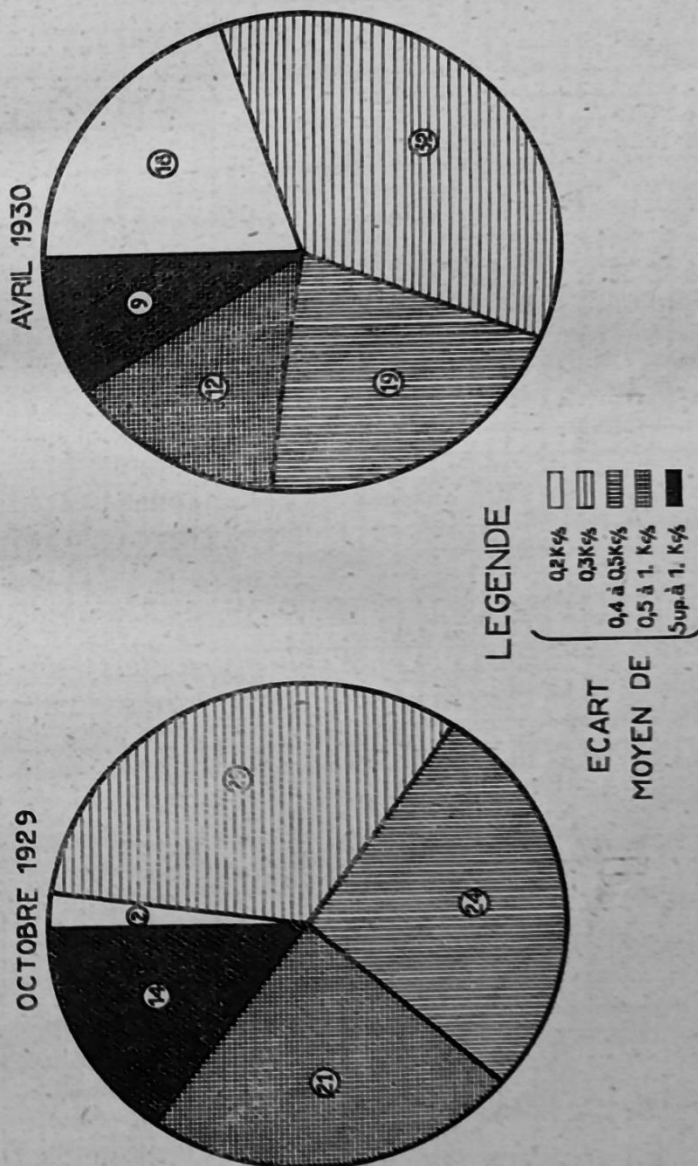
Fig. 5. — Extraits des tableaux de mesures journalières octobre 1927 et février 1930.

Signalons que, tout dernièrement (1), le National Physical Laboratory de Teddington, ayant pris l'initiative de faire émettre par la station de Daventry une onde modulée spécialement étalonnée dans ce but, les résultats des mesures effectuées à Bruxelles, ne diffèrent

que de 2 à 3/1.000.000 de ceux obtenus à Teddington, ce qui prouve à suffisance que la qualité des observations du Centre de Contrôle atteint celle des laboratoires scientifiques les mieux outillés et, en conséquence, couvre, et avec une large marge, les besoins de la technique actuelle.

GRAPHIQUE MONTRANT L'AMÉLIORATION DE LA STABILITÉ DES STATIONS EUROPEENNES DE RADIODIFFUSION ÉMETTANT SUR ONDES EXCLUSIVES

PENDANT L'HIVER 1929-1930



U.I.R. 236

b) Mesure de la stabilité des stations.

On sait que les stations de radiodiffusion présentent souvent un phénomène fâcheux et que les techniciens n'arrivent à éliminer que moyennant des précautions spéciales minutieusement étudiées : cette variation rapide et irrégulière de la fréquence consécutive à la modulation de l'onde porteuse par la parole ou la musique, que l'on pourrait comparer à une sorte de scintillation.

Le principe de la mesure est le suivant : on fait interférer dans le récepteur, l'onde de l'émission à mesurer avec celle de l'ondemètre-hétérodyne, mais, au lieu de chercher, comme auparavant, à annuler le battement résultant par un réglage approprié de l'hétérodyne, on règle celle-ci de façon que ce battement donne une note musicale de fréquence 1.000; le courant détecté de fréquence 1.000 qui en résulte, on le fait interférer à son tour avec le courant émis par le diapason entretenu par l'intermédiaire d'un circuit *ad hoc* dérivé de celui-ci (fig. 8).

On obtient ainsi un battement de très basse

Fig. 6. — Diagrammes montrant l'amélioration de la proportion des stations stables vis-à-vis des stations instables au cours de l'hiver 1929-1930.

(1) 30 septembre 1931.

fréquence: on ne l'annule pas: au contraire, on le maintient par un réglage convenable de l'hétérodyne à une valeur de quelques périodes par seconde.

La note du diapason étant constante, la fréquence de ce battement dépend de la hauteur de la note du battement entre l'hétérodyne et l'onde observée: celle-ci, à son tour, ne dépend que de la fréquence de l'onde puisque l'étalonnage de l'hétérodyne reste parfaitement constant grâce aux précautions décrites.

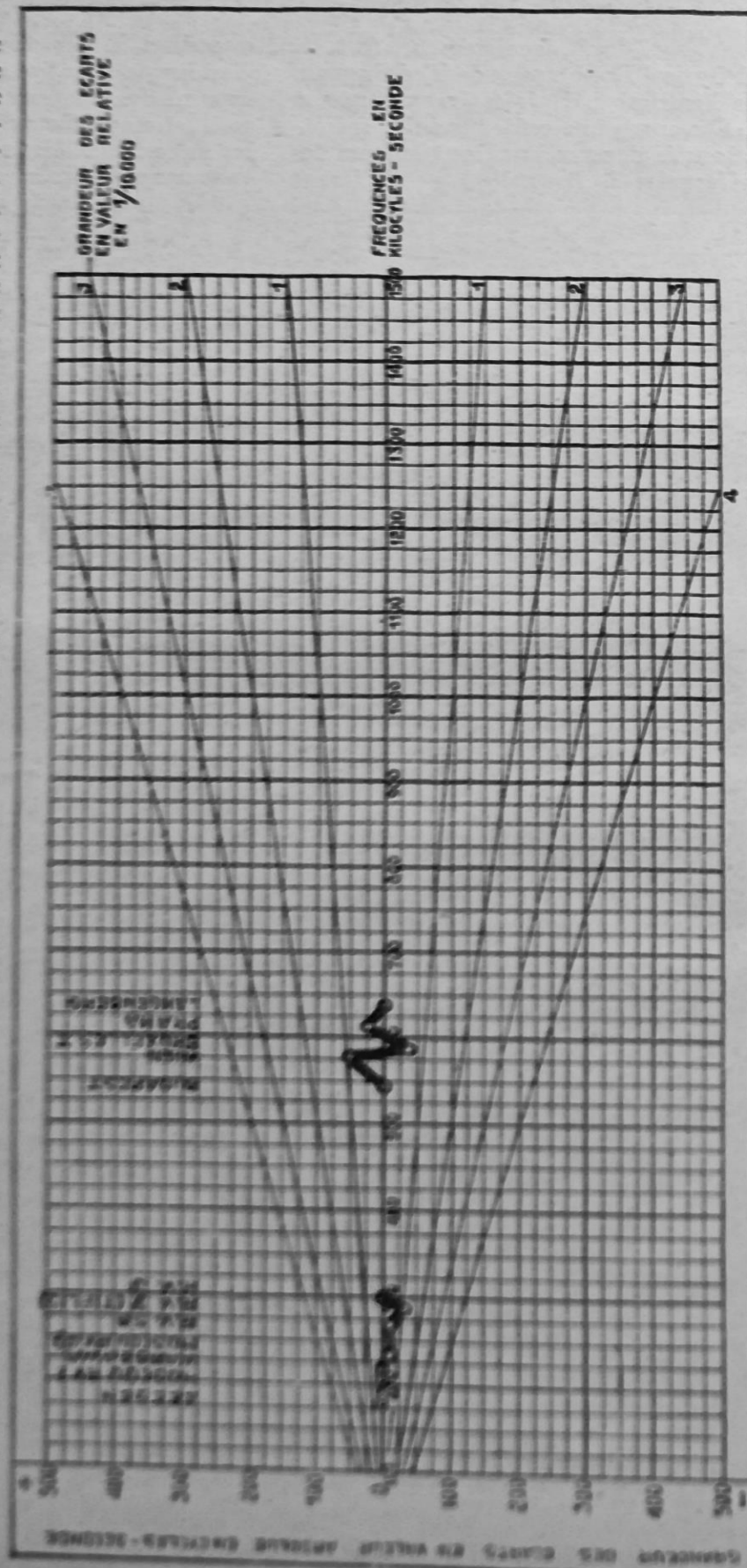
Il suffit, par conséquent, d'observer les variations du battement de basse fréquence acoustique pour déceler le phénomène de « scintillation » de la station.

Cette observation se fait le plus aisément par enregistrement du courant résultant: on enregistre simultanément, à titre d'élément de temps comparatif, le courant auxiliaire commandé par un pendule battant la seconde.

La figure 9 montre quelques exemples de courbes enregistrées au moyen de ce dispositif.

Ces graphiques montrent clairement que les moyens modernes permettent de maintenir la fréquence des stations dans des limites de tolérance très étroites.

Fig. 9. — Graphique relatif à une série de mesures effectuées simultanément avec le Centre de Contrôle de Mojsik (Mouzon).



AB LES ÉCARTS SONT INDUITS PAR RAPPORT AUX VALEURS RELEVÉES AU
CENTRE DE CONTRÔLE DE BRUXELLES

UNION INTERNATIONALE DE RADIODIFFUSION
COMMISSION TECHNIQUE ET CENTRE DE CONTRÔLE
128 AVENUE DE LA FLORIDE BRUXELLES

U.I.P. n° 360

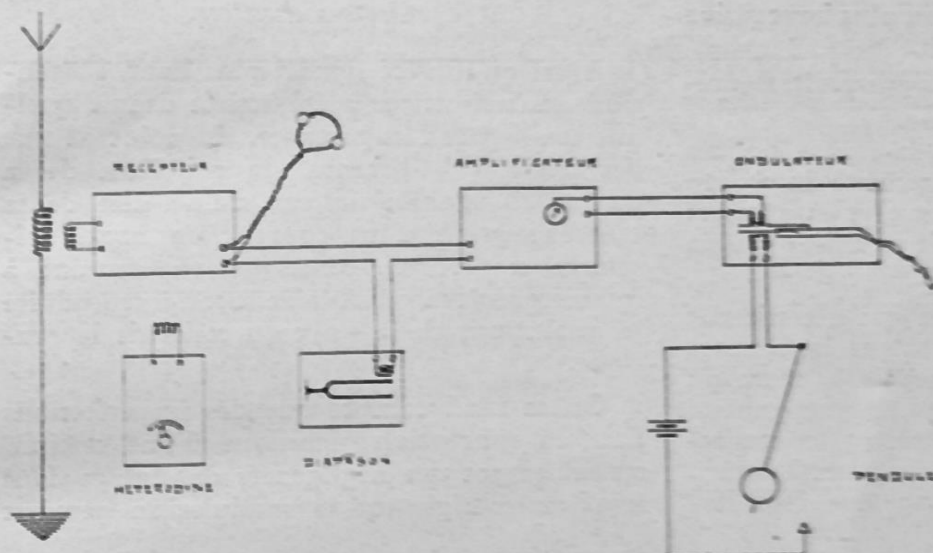


Fig. 8. — Schéma de principe de l'installation de mesure de la scintillation.

Citons, à titre d'exemple, à ce sujet, un enregistrement de la superstation de Varsovie montrant que, au cours d'une émission d'une durée de 1 h. 22, la fréquence n'a pas varié de plus de 4.5 cycles/seconde, soit $2/100.000$ environ.

En revanche, il est à signaler que de nombreuses stations, peu puissantes en général, heureusement, présentent une scintillation tellement prononcée qu'il ne peut même être question de relever une bande d'enregistrement à l'aide d'un appareil dont la période est cependant très rapide, les battements variant brutalement de 0 à quelques centaines par seconde.

Il est hors de doute que de telles stations occupent dans la bande de fréquences allouée à la radiophonie une étendue bien supérieure à celle à laquelle elles ont normalement droit, et qu'il en résulte des troubles plus sérieux qu'on ne se l'imagine communément.

c) Mesure du champ électromagnétique.

Depuis les débuts de la T. S. F., la propagation des ondes a été l'objet d'investigations tant théoriques qu'expérimentales.

On ne peut cacher qu'il n'y eut pas toujours accord entre le calcul et l'expérience et qu'au fur et à mesure que des constatations nouvelles apparaissaient, les physiciens furent plus d'une fois obligés de remanier de fond en comble leurs théories.

La découverte, il y a quelques années, des résultats surprenants auxquels l'emploi des ondes courtes donnait naissance, amena un bouleversement complet: il fallut, pour les expliquer, faire intervenir de nouveaux phénomènes, et, entre autres, imaginer l'existence, dans la haute atmosphère, d'une couche ionisée de nature spéciale, désignée par les radioélectriciens sous le nom de « couche de Kennelly-Heaviside », et provoquant des réflexions ou tout au moins, des réfractions des ondes hertziennes.

Ainsi, parvint-on aussi à expliquer ces curieux phénomènes de propagation, — à présent connus de tous les amateurs de radio, — que l'on a baptisés « fading », « zones de silence », etc.

Notre connaissance de ceux-ci est pourtant demeurée encore fortement empirique.

Leur rôle cependant est primordial et se fait sentir d'une manière particulièrement vive, pour ne pas dire pénible, en broadcasting.

C'est pourquoi les membres de la Commission Technique de l'Union Internationale de Radiodiffusion jugèrent utile de s'attaquer résolument, et avec tous les moyens techniques dont ils disposent, à l'étude des différents aspects du problème, du moins dans la mesure où ceux-ci intéressent l'organisation de la radiophonie.

En conséquence, ils organisèrent au début de cette année (mars-avril 1931) une série de mesures systématiques du champ, en faisant usage des émissions d'un certain nombre de stations spécialement choisies pour leurs qualités de stabilité et de puissance, et en enregistrant ces mesures en différents points d'Europe.

Les observations recueillies furent transmises au Centre de Contrôle de Bruxelles où elles furent dépouillées et classées.

M. Brailard les condensa et les présenta sous la forme d'une série de courbes et de

graphiques qui intéressèrent au plus haut point les spécialistes de la question.

Elles se montrèrent riches en résultats précieux.

(On trouvera ci-joint, à la figure 10, un exemplaire d'une courbe d'intensité du champ relevée, montrant l'importance et la rapidité des variations que peut subir ce champ en un temps très court.)

Sans entrer dans le détail qui nécessiterait un exposé approfondi, disons que ces courbes mirent en évidence l'existence de lois, ou du moins, de tendances bien nettes; entre autres résultats utiles, elles démontrèrent, contrairement à ce que l'on pourrait supposer à priori, qu'il n'est pas toujours indiqué que deux stations de fréquences voisines soient géographiquement aussi écartées que possible l'une de l'autre; mais qu'il peut être opportun de les placer à une distance optimum, variable avec la fréquence, la nature du sol, etc.

L'intérêt de ces résultats parut si considérable à la Commission Technique qu'elle décida de poursuivre ses recherches d'une manière tout à fait systématique. De nouvelles expériences sont en cours actuellement auxquelles le personnel du Centre de Contrôle participe très activement (1). Elles comportent, en particulier, l'enregistrement simultané de deux stations de longueurs d'onde légèrement différentes en chaque laboratoire; on compte que ces mesures éclaireront notablement certains points encore très obscurs.

d) Autres mesures.

Ainsi qu'il a été signalé plus haut, l'attention des techniciens a été attirée depuis quelque temps par l'importance, du point de vue des troubles à distance, du problème de la qualité de la modulation, c'est-à-dire de la transformation d'un courant de haute fréquence d'intensité constante en courant à intensité rendue variable de façon à reproduire les inflexions de la voix ou celles de la musique.

On se rend compte que des imperfections dans la conception technique d'une station, ou seulement des négligences de réglage dans les circuits régissant la modulation peuvent

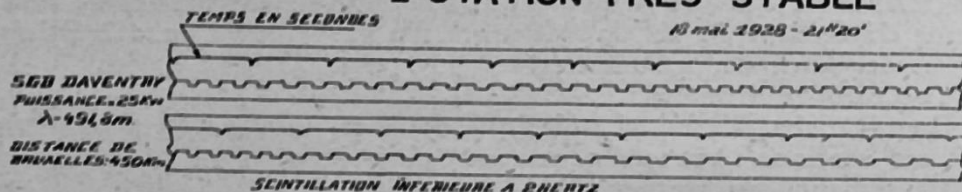
UNION INTERNATIONALE
DE RADIOPHONIE

COMMISSION TECHNIQUE
A BRUXELLES

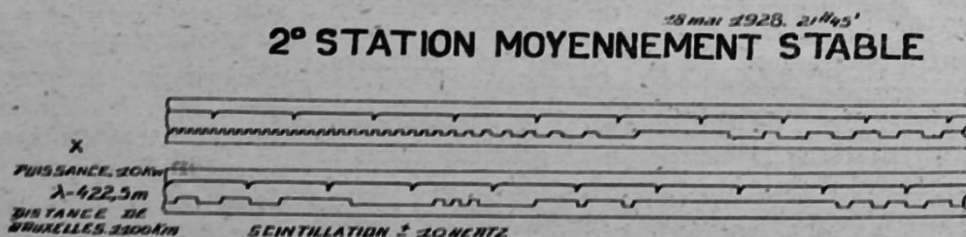
ENREGISTREMENT A DISTANCE DE LA SCINTILLATION

(frequency modulation) PAR UNE METHODE DE DOUBLES BATTEMENTS

1° STATION TRES STABLE



2° STATION MOYENNEMENT STABLE



3° STATION INSTABLE

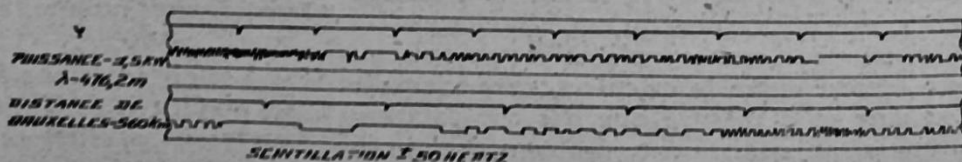


Fig. 9. — Enregistrement de la scintillation de fréquence de quelques stations européennes.

(1) Novembre 1931.

faire apparaître intempestivement des harmoniques des sons à transmettre.

La présence de ces harmoniques, nuisibles d'ailleurs à la fidélité de reproduction, a comme résultat d'élargir encore la bande de fréquences transmises et par conséquent de faire empiéter l'émission de la station sur celles de ses voisines.

Le contrôle de la modulation intéressant ainsi à un double titre les techniciens, a fait l'objet de nombreuses études et a entraîné la création d'appareils de mesure spéciaux.

CONCLUSIONS

La mise sur pied du Centre de Contrôle de Bruxelles, son organisation, furent la conséquence d'une situation de fait ayant une portée internationale; une nécessité inéluctable, le besoin de sauvegarder sa propre existence, poussa la radiodiffusion à créer cet organisme.

Les heureux résultats qu'il a obtenus sur le plan international en moins de trois années d'existence justifient amplement cette

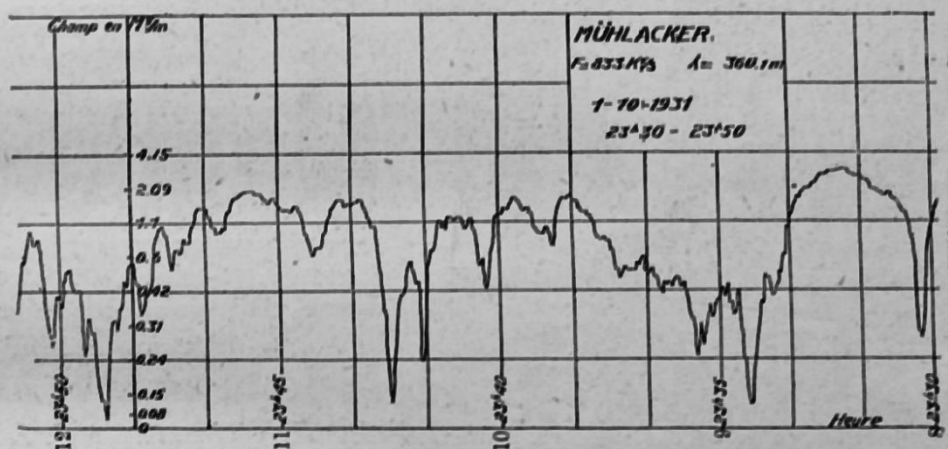


Fig. 10. — Extrait d'une bande d'enregistrement de l'intensité du champ de la station allemande de Mühlacker mesurée à Bruxelles.

À l'heure actuelle, on arrive, dans de bonnes conditions, à suivre et à corriger éventuellement la modulation d'un émetteur avec des appareils situés dans l'enceinte du poste.

Infiniment plus délicat à résoudre apparaît le problème d'un tel contrôle à grande distance.

Le centre de Bruxelles a déjà expérimenté différents dispositifs; ceux-ci ont donné des résultats intéressants sans qu'aucun d'eux cependant ne puisse être considéré comme ayant résolu la question.

De nouveaux essais seront poursuivis dans d'autres voies.

Enfin, des travaux d'ordre mineur et dont l'intérêt sortirait du cadre de cet article, retiennent aussi l'attention du personnel.

décision; il n'est guère douteux que la généralisation des méthodes utilisées à d'autres domaines de la T. S. F. peut être envisagée très sérieusement.

Le développement incessant des radiocommunications, l'envahissement progressif de toute l'étendue des fréquences possibles ne tarderont pas à mettre les différentes branches de la radio dans une situation analogue à celle de la radiodiffusion. Et les installations de contrôle telles que celle que nous venons de décrire cesseront d'apparaître aux yeux de certains comme un luxe un peu superflu, mais au contraire comme un auxiliaire indispensable à tout service bien conduit.