

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Abonnement annuel : France et Colonies, 120 fr. — Étranger : pays à tarif postal réduit, 180 fr. ; autres pays, 240 fr. — Le numéro : 3 fr.

Administration et Rédaction : 5, rue Jules-Lefebvre, Paris (9^e).

SOMMAIRE. — Radiotechnique : Les nouvelles stations françaises de radiodiffusion, p. 603 ; Michel ADAM. — Congrès : Le VII^e Congrès international des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée. Section de Géologie appliquée, p. 609 ; F. BLONDEL. — Résistance des matériaux : Relations entre la fatigue et le tracé des organes des moteurs Diesel, p. 610. — Matériaux de construction : La perméabilité des mortiers et bétons et nouvelles recherches sur les hydrofuges (*suite et fin*), p. 614 ; Edmond MARCOTTE. — Variétés : Le barrage de Grand Coulee, sur le Colombia (Etat de Washington, E.-U.), p. 616 ; — Le chômage chronique et la

productivité, p. 617 ; — L'autoroute pour camions Gènes-Serravalle, p. 618 ; — Les gisements d'or et de platine du Ouallega (Ethiopie), p. 620.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (16 décembre 1935), p. 621 ; — Société de Statistique de Paris (20 novembre 1935), p. 622.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 622 ; — Brevets d'invention, p. 626.

ANNONCES : Informations diverses.

RADIOTECHNIQUE

LES NOUVELLES STATIONS FRANÇAISES DE RADIODIFFUSION

LA TRANSFORMATION DU RÉSEAU FRANÇAIS DE RADIODIFFUSION. — L'année 1936 verra sans doute s'achever la transformation à peu près complète du réseau de radiodiffusion français : il s'agit d'une œuvre de longue haleine, actuellement en bonne voie d'exécution. Cette refonte de notre réseau radiophonique, décidée dès

dehors de ce réseau, il existe un certain nombre de stations privées, auxquelles la Convention radioélectrique de Lucerne a attribué diverses longueurs d'onde, communes ou partagées avec des stations étrangères assez éloignées ; ce sont : le Poste Parisien, Radio-Cité et le Poste de l'Île de France, à Paris ; Radio-Normandie, à Fécamp ; Radio-Sud-Ouest à Bordeaux ; Radio-Agen ; Radio-Toulouse ; Radio-Béziers ; Radio-Nîmes ; Radio-Côte d'Azur, à Juan-les-Pins, et Radio-Lyon. Nous verrons plus loin que la plupart d'entre elles ont également apporté des modifications à leur équipement et à leur exploitation.

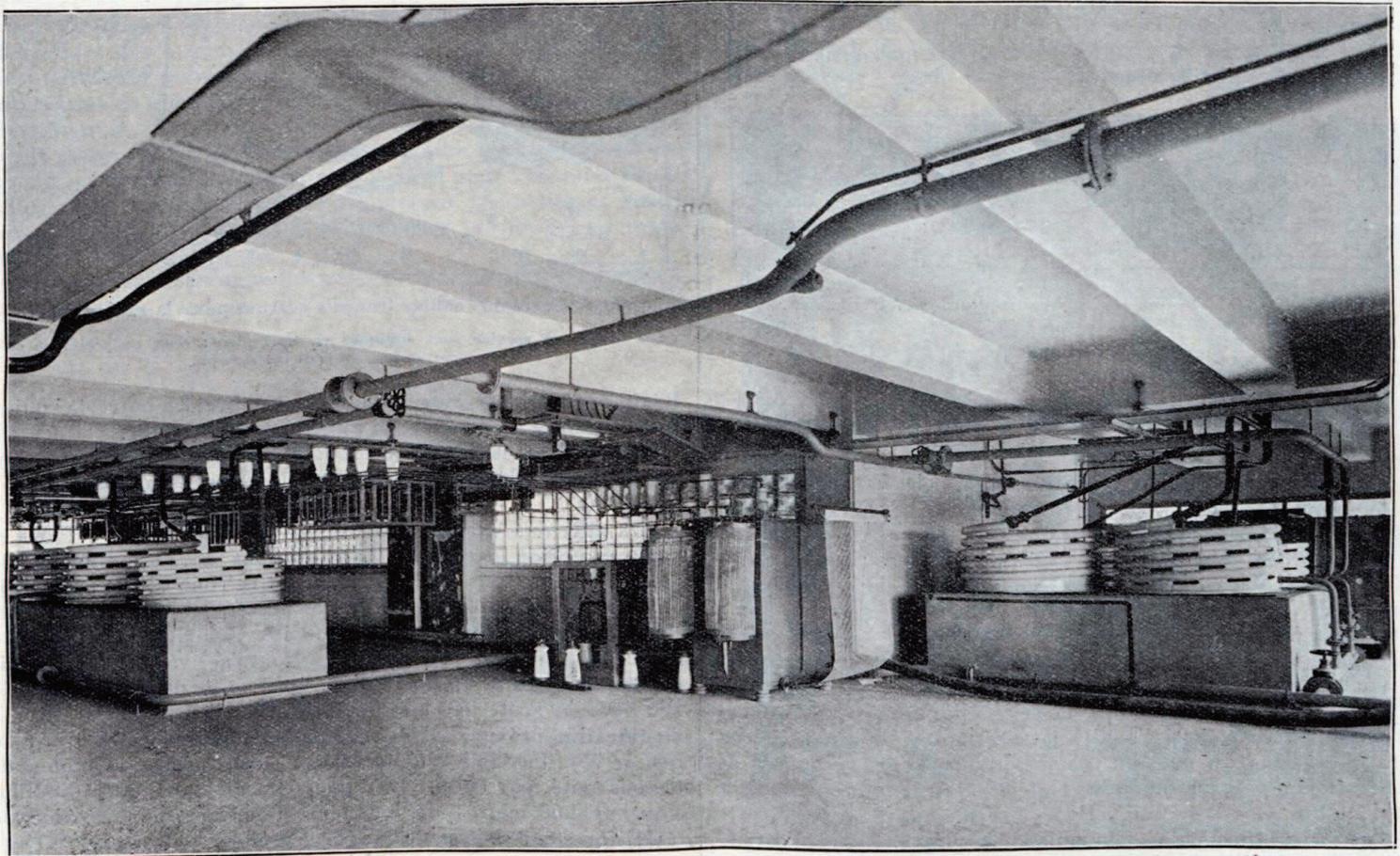


Photo S. F. R.

FIG. 1. — LA STATION DE RADIODIFFUSION DE PARIS-P. T. T., A VILLEJUST : Vue de la salle de réfrigération des lampes par circulation d'eau. Sur les socles en béton, on aperçoit les serpentins en porcelaine, formant bobines de choc et canalisation isolante ; au fond et au centre, les filtres de tension anodique.

1924, a été retardée par un certain nombre de circonstances. Les grandes lignes du nouveau réseau furent arrêtées en 1931 par une Commission que présidait le regretté général Ferrié. Le vote de la loi de finances de 1933, qui créait des ressources propres à la radiodiffusion, par l'institution de taxes radiophoniques, permit enfin de passer à la réalisation.

Le plan Ferrié se rapportait qu'au réseau national. En

D'après le plan Ferrié, le réseau national doit être constitué par : une station nationale à grande puissance, Radio-Paris, dont la puissance doit être portée de 75 à 150 kW, et par douze stations régionales : Paris-P. T. T. (120 kW), Lille (60 kW), Strasbourg (120 kW), Lyon (100 kW), Grenoble (20 kW), Marseille (100 kW), Montpellier (30 kW), Toulouse, (120 kW), Bordeaux (60 kW), Rennes (120 kW), Nice (60 kW).

Ce réseau est complété par la Tour Eiffel et par la Station radiocoloniale, qui sont, en quelque sorte, des émetteurs hors cadres. Actuellement installé à Pontoise, le Poste colonial sera transféré, l'an prochain, à Villejust, dans la banlieue sud de Paris, et doté de deux émetteurs à ondes courtes de 100 kW chacun.

Quant à la Tour Eiffel, qui pendant longtemps a continué à transmettre sur grandes ondes (1 389 mètres), en marge du plan de Lucerne, sa transformation, en avril 1935, l'a dotée d'un nouvel émetteur de 20 kW transmettant sur 206 mètres de longueur d'onde, onde réservée à la France; elle est, d'ailleurs, affectée à des émissions que ne font pas les autres stations du réseau national. En outre, depuis le 17 novembre 1935, la Tour Eiffel assure un service de télévision sur 8 mètres de longueur d'onde, comme nous l'avons expliqué dans le *Génie Civil* du 30 novembre, p. 521.

Le réseau d'Etat a été établi d'après ce principe qu'il fallait

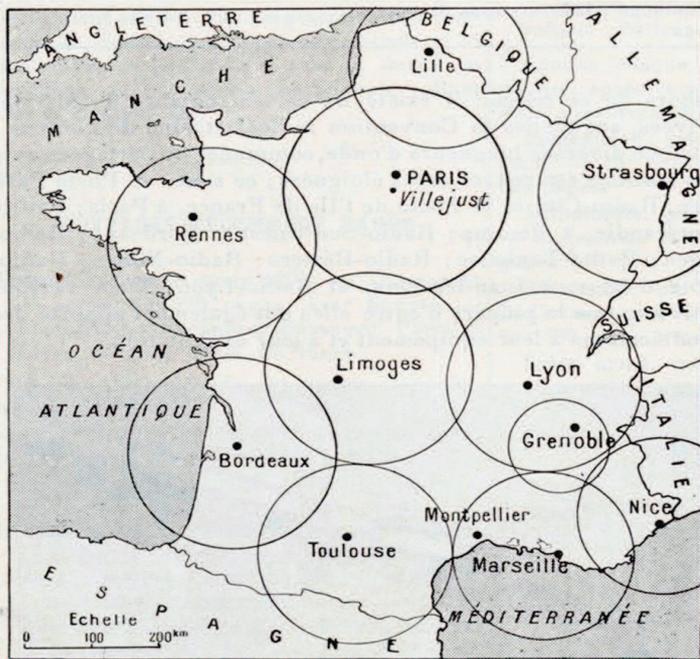


FIG. 2. — Carte des régions radiophoniques françaises, d'après le plan Ferrié, indiquant les stations correspondantes du réseau de l'Etat.

qu'en chaque point de la France, chaque auditeur pût recevoir à son choix au moins deux programmes, celui du poste national et celui du poste régional de sa contrée.

C'est pourquoi le plan Ferrié a divisé la France en onze régions (fig. 2 et 3) : du Nord (Lille), de Paris, de l'Ouest (Rennes), de l'Est (Strasbourg), du Centre (Limoges), de Lyon, des Alpes (Grenoble); de Bordeaux, de Toulouse, de Marseille (Provence : Marseille, et Languedoc : Montpellier), de Nice (et la Corse). En pratique, la puissance de chacune des stations a été calculée assez largement pour que chaque auditeur puisse entendre, non seulement sa station régionale, mais encore celles des régions contiguës.

Or, un réseau radiophonique ne se compose pas exclusivement de stations, mais aussi d'auditoria, c'est-à-dire de salles spécialement aménagées, où sont données les auditions, et aussi de câbles téléphoniques qui relient et permettent d'interconnecter ces studios et ces stations. Pour être moins apparente, cette partie du réseau n'en est pas moins importante. Les câbles téléphoniques de la radiodiffusion sont établis spécialement pour la transmission sans déformation d'une large bande de fréquences (25 à 15 000 p/s environ) : leur fréquence de coupure est donc très élevée. Ils sont, en outre, munis d'amplificateurs à lampes. Le centre de distribution du courant modulateur a été installé à Paris, au bureau central téléphonique interurbain de la rue des Archives, où aboutissent aussi les câbles de radiodiffusion qui peuvent être interconnectés avec le réseau téléphonique interurbain et avec le réseau international. Ces câbles relient actuellement (fig. 3) Paris à Boulogne (Londres); à Lille; à Nancy, Metz, Strasbourg et Colmar; à Lyon, Grenoble, Genève, Avi-

gnon, Marseille et Nice; à Tours, Angoulême, Limoges, Bordeaux, Agen et Toulouse. D'autres câbles sont prévus : entre Paris, Le Mans, Rennes, Angers et Nantes; de Bayonne à Bordeaux, Tarbes et Toulouse; de Toulouse à Avignon; de Paris à Toulouse par Limoges; de Paris à Lyon par Vichy; de Paris à Cambrai et Valenciennes.

Les nouvelles stations sont caractérisées par leur puissance, comprise entre 60 et 120 kW, qui les rendra comparables et même supérieures aux meilleures stations étrangères. En outre, elles répondent aux tout derniers progrès de la technique et sont dotées notamment d'antennes vibrant en demi-onde, qui ont pour effet de rejeter le rayonnement indirect et d'augmenter la portée agréable sans évanouissement (fading).

A l'heure actuelle, un certain nombre de ces nouvelles stations sont en exploitation ou en essais : Lyon-Tramoyes, depuis l'été dernier; Paris-P. T. T., à Villejust, depuis le 15 août; Lille-Camphin peu après, Nice-La Brague depuis octobre, Marseille-

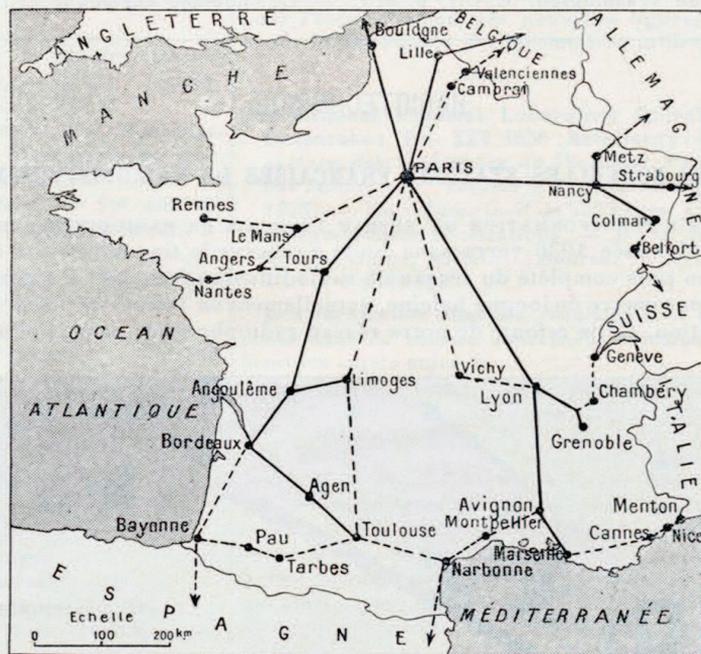


FIG. 3. — Carte des câbles français servant pour la radiodiffusion.

Les câbles en service sont indiqués en trait plein; ceux en projet ou en construction, en trait interrompu.

Réaltor et Toulouse-Muret, depuis novembre. En outre, la station de Strasbourg a augmenté sa puissance en novembre.

Nous allons maintenant étudier les caractéristiques techniques essentielles des nouvelles stations du réseau français.

LES STATIONS PARISIENNES. — On sait qu'il existe à Paris et dans la région parisienne trois stations de radiodiffusion de l'Etat : Radio-Paris, Paris-P. T. T., et la Tour Eiffel; puis, trois stations de radiodiffusion du réseau privé : le Poste Parisien, le Poste de l'Île-de-France et Radio-Cité. Comme nous venons de le dire, le Poste colonial, installé à Pontoise, va être reconstruit à Villejust, près de Paris-P. T. T., et doté de deux émetteurs de 100 kW. Le poste national Radio-Paris n'a pas encore subi la modification prévue, qui doit doubler sa puissance (150 kW au lieu de 75). La Tour Eiffel a déjà été transformée, comme nous l'avons noté, par l'addition d'un poste émetteur de radiodiffusion sur 206 mètres de longueur d'onde et d'une station de télévision sur 8 mètres de longueur d'onde.

En ce qui concerne les stations privées, aucune modification n'est prévue pour le Poste Parisien, qui est récent. Quant au Poste de l'Île-de-France, il a reçu l'autorisation de se transférer à Romainville, où il a déjà fait installer une station d'émission; en outre, il a renforcé la puissance de ses émissions parisiennes. De même, en changeant de nom, la station Radio L. L., actuellement Radio-Cité, a augmenté sa puissance et transmet sur une longueur d'onde plus grande (280^m90); elle doit incessamment quitter Paris pour Argenteuil.

La seule modification profonde dans les émissions parisiennes est donc celle qui vient d'être apportée aux émissions de Paris-

P. T. T. par la mise en service de la nouvelle station de Villejust.

De 7 kW, la puissance de cette station se trouve ainsi portée à 120 kW. Si les conditions d'écoute sont relativement peu modifiées à Paris, il n'en est pas de même en province, où la portée de cette station s'est considérablement accrue. La description que nous en donnons ci-dessous permettra de se rendre compte des progrès réalisés dans cette voie.

La nouvelle station de Paris-P. T. T. — C'est tout un centre d'émissions qui a été construit à proximité de Villejust, sur le plateau qui domine Palaiseau-Villebon, à l'entrée de la vallée de Chevreuse, soit à une vingtaine de kilomètres au sud de Paris.

Le bâtiment des services techniques, couvrant 1 000 m² environ, comporte : au sous-sol, les groupes de circulation d'eau et les câbles des machines; au rez-de-chaussée, les groupes d'alimentation, les redresseurs et le tableau général; à l'entresol, les serpentins en porcelaine où circule l'eau de refroidissement des lampes et le filtre de courant continu à haute tension; au premier étage, l'émetteur proprement dit, avec son pupitre de commande et de contrôle, ainsi qu'un meuble pour contrôler l'émission; dans l'aile, les services techniques. Un bâtiment annexe réunit les transformateurs et sectionneurs, la salle des accumulateurs et l'atelier.

Comme toutes les antennes actuelles des stations modernes de radiodiffusion, l'antenne de Villejust est du type demi-onde : cela

Le grand intérêt de ce genre d'antenne réside dans ses propriétés « antifading », c'est-à-dire propres à diminuer l'évanouissement des ondes en augmentant la portée agréable de l'émission et en reculant les effets d'interférence du rayonnement indirect.

On y parvient en surélevant le nœud de courant au-dessus de la base de l'antenne (fig. 5). Dans d'autres stations, comme celle de Radio-Lyon que nous étudierons plus loin, l'antenne demi-onde est constituée par un seul mât métallique rayonnant. En Allemagne, on a également utilisé un fil vertical tendu dans l'axe d'une tour en bois servant de support.

L'émetteur possède un maître-oscillateur stabilisé par un cristal de quartz piézoélectrique. La modulation est opérée par déphasage. Sa puissance dans l'antenne peut atteindre 120 kW, avec

une profondeur de modulation de 80 % sans distorsion. Inventée par M. Chireix, Ingénieur en chef de la Société française radioélectrique, la modulation par déphasage a été appli-

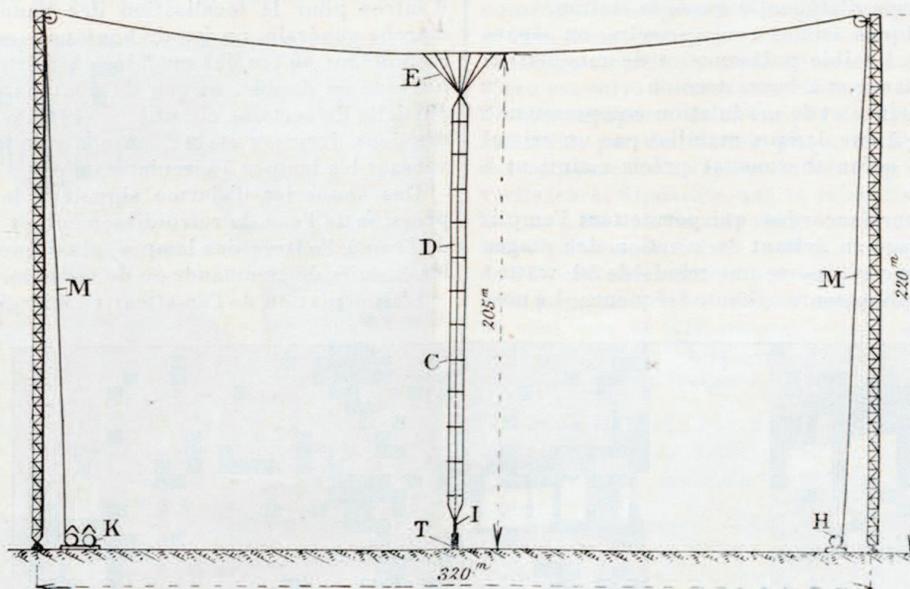


FIG. 4. — Antenne de la station de Paris-P.T.T., à Villejust.

C, cerceaux de descente; — D, descente d'antenne; — E, éventail à 6 fils; — H, treuil de 3000 kg; — I, isolateur; — K, dispositif de compensation de la variation de longueur du câble de manœuvre M; — T, tendeur.

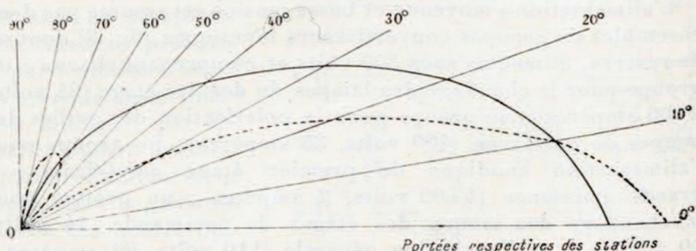


FIG. 5. — Diagramme polaire, d'après P. Bouvier (*Bulletin S. F. R.*), des portées d'une station émettant sur antenne demi-onde (trait plein), et d'une station émettant sur antenne demi-onde, avec nœud de courant surélevé du douzième de la longueur d'onde (trait ponctué).

signifie que, l'antenne vibrant sensiblement en demi-onde, sa longueur est voisine d'une demi longueur d'onde.

Ainsi, pour l'onde de Paris-P. T. T. (431m 70), on utilise une antenne verticale de 200 mètres de hauteur, constituée par un prisme vertical triangulaire, dont les arêtes sont trois câbles de 4^{mm} 7 de diamètre. Elle est reliée à un traversier horizontal de 320 mètres de longueur par un éventail à six brins formant capacité terminale; ce traversier est lui-même tendu entre deux mâts triangulaires haubanés, de 220 mètres de hauteur (fig. 4).

La descente d'antenne pénètre dans une cabine renfermant les organes de couplage de l'antenne avec une ligne aérienne de 100 mètres de longueur, qui amène le courant à haute fréquence modulé depuis le poste jusqu'à la cabine. Sous l'antenne, le sol a été métallisé au moyen d'un réseau de fils de cuivre reliés transversalement par des bandes de cuivre, qui forment une prise de terre peu résistante.

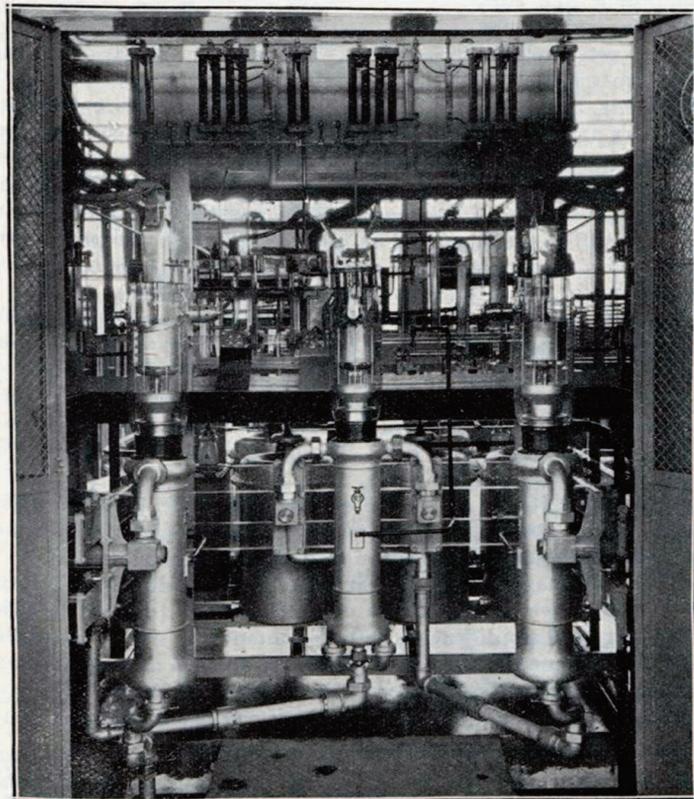


Photo S. F. R.

FIG. 6. — Cellule renfermant un des étages d'amplification finale de l'émetteur de Paris-P.T.T., à Villejust.

On aperçoit trois lampes de 140 kW, dont la partie inférieure est engagée dans les manchons de circulation d'eau.

quée à six stations de radiodiffusion à grande puissance, et en premier lieu à Radio-Paris, dès 1931. On sait que ce procédé permet de moduler complètement le courant de haute fréquence, en faisant varier son amplitude de zéro à une valeur maximum,

tout en obtenant des lampes d'émission leur rendement maximum, grâce à des courants d'excitation élevés. Ainsi, le rendement de la station passe de 30 à 33 %, avec le montage ordinaire, à 60 ou 65 % avec ce montage spécial, d'où une économie de plus de 30 % sur l'énergie d'alimentation de la station.

Pour des raisons techniques faciles à comprendre, on sépare dans l'émetteur les circuits à faible puissance et de modulation des circuits à grande puissance et à haute tension.

Les étages à faible puissance et de modulation comprennent :

- 1° Le maître-oscillateur à une lampe, stabilisé par un cristal de quartz piézoélectrique qu'un thermostat précis maintient à température constante ;

- 2° Deux étages séparateurs accordés, qui permettent l'amplification du maître-oscillateur en évitant la réaction des étages suivants. Le deuxième étage comporte une triode de 50 watts ;

- 3° Une série de cinq amplificateurs à haute fréquence. Le premier possède une lampe triode de 50 watts qui reçoit sur la grille le courant du deuxième séparateur et sur la plaque le courant modulé par les amplificateurs à basse fréquence.

Le second amplificateur à lampe de 50 watts est monté en opposition avec le premier. Le troisième amplificateur, dit « intermédiaire », possède aussi une lampe de 50 watts ; couplé aux deux autres, il ne fonctionne que lorsque la haute fréquence est modulée.

Le quatrième amplificateur, à montage symétrique, concerne l'onde non modulée. Ses deux triodes de 50 watts sont aussi alimentées par les étages séparateurs. Les circuits anodiques disposés « en pont » sont couplés à l'amplificateur intermédiaire, ce qui produit dans les branches du pont une composante porteuse et une composante modulée, déphasées d'un quart de période. Ce pont équilibré excite en opposition de phase les grilles des deux triodes de 200 watts, qui forment le cinquième amplificateur.

Quant à l'amplificateur à basse fréquence de courant modulé, il comprend trois étages d'amplification à résistances en cascade, avec des lampes de 10, 50 et 600 watts respectivement.

L'amplification à grande puissance du courant de haute fréquence modulé, issu du cinquième amplificateur, comporte trois étages symétriques. Les deux derniers possèdent des triodes refroidies par circulation d'eau.

Au premier étage, on trouve quatre triodes de 1,5 kW, dont deux restent normalement en réserve. Leur courant de plaque est nul en l'absence d'excitation (montage à impulsion).

Le second étage est équipé par quatre triodes de 25 kW, dont deux en réserve. Le troisième et dernier étage (qui est le huitième étage d'amplification totale) comporte six triodes de 140 kW chacune (fig. 6), dont quatre en service normal et deux en réserve. Débarrassé de ses harmoniques par un filtre approprié, le courant modulé issu de l'émetteur est dirigé par couplage sur la ligne d'alimentation de l'antenne.

Des meubles métalliques renferment l'émetteur, sauf le dernier étage et le couplage avec la ligne d'alimentation de l'antenne, ainsi que les étages de commande et de modulation, qui sont disposés dans des caissons blindés, formant écran pour éviter les réactions éventuelles des amplificateurs. Les seuls étages amplificateurs forment un panneau de 17 mètres de longueur (fig. 7).

Les émissions sont contrôlées en permanence par un ensemble d'appareils de mesure comprenant : un détecteur de haute fréquence, un oscillographe cathodique, un haut-parleur, un contrôleur de modulation avec tube au néon et enregistreur, et deux ondemètres.

Un vaste pupitre permet d'assurer la commande entièrement automatique de toute la station. Sur ce pupitre sont fixés : les appareils de mesure de contrôle des sources d'alimentation, des voyants lumineux pour le contrôle des manœuvres successives, d'autres pour la localisation des pannes, une clé de mise en marche générale, un jeu de boutons jumelés à deux voyants correspondant au jeu des machines à mettre en marche et qui sont prévues en double, un jeu de boutons pour la mise en marche partielle de certains circuits, un réglage de la tension anodique des deux derniers étages, un contrôle lumineux du courant traversant les lampes à circulation d'eau.

Des sonneries d'alarme signalent le manque ou l'excès de pression de l'eau de refroidissement, et la température exagérée de l'eau à l'entrée des lampes, ainsi que les dérangements dans les circuits de commande ou de sécurité.

L'alimentation de l'émetteur en énergie électrique est assurée, d'une part au moyen de redresseurs donnant 20 000 volts pour la tension de plaque des lampes de puissance, d'autre part au moyen de groupes convertisseurs, pour les autres tensions.

Le redresseur à vapeur de mercure comporte trois cellules, dont une en réserve, donnant chacune 20 ampères au maximum sous une tension de 8 000 à 12 000 volts. Le réglage de la tension anodique est obtenu au moyen de régulateurs d'induction agissant sur les grilles de commande

des ampoules à vapeur de mercure. Avant d'être appliqué aux lampes, le courant redressé est filtré.

Lorsqu'une des lampes de puissance chauffe trop, la surintensité du courant fait fondre un fusible, ce qui introduit une résistance de sécurité qui évite la disjonction du poste.

L'alimentation à moyenne et basse tension est assurée par deux ensembles de groupes convertisseurs identiques (fig. 8) dont un de réserve, alimentés sous 500 volts et comprenant chacun : un groupe pour le chauffage des lampes du dernier étage (34 volts, 2 000 ampères) ; un groupe pour la polarisation des grilles des lampes de puissance (400 volts, 35 ampères) ; un groupe pour l'alimentation anodique du premier étage amplificateur à grande puissance (5 000 volts, 2 ampères) ; un groupe pour le chauffage des lampes des étages de commande (14 volts, 60 ampères) et l'excitation générale (110 volts, 60 ampères) ; un groupe pour la tension anodique des étages de commande (1100 volts, 1 ampère, et 2 000 volts, 1 ampère) ; un redresseur pour la polarisation des grilles des étages modulés (150 volts, 0,3 ampère).

Le tableau général de distribution, qui concerne tous les groupes convertisseurs, ainsi que les filtres d'alimentation des étages de commande et les circuits d'alimentation des motopompes, possède des contacteurs qui peuvent être directement actionnés du pupitre de l'émetteur, pour réaliser le démarrage automatique à distance des groupes et redresseurs.

La circulation d'eau primaire pour la réfrigération des lampes de puissance comprend un réservoir inférieur, deux pompes débitant 50 m³/h, un réservoir supérieur de secours, les serpentins isolants (fig. 1) et les lampes, enfin un échangeur de chaleur éliminant 150 000 cal/h. L'eau de ce circuit primaire est elle-même refroidie par un circuit secondaire, traversant l'échangeur, et qui comporte un bassin extérieur, deux pompes débitant 30 m³/h, et un réfrigérant à jet au-dessus du bassin.

LES STATIONS RÉGIONALES. — Les nouvelles stations régionales du réseau d'État sont ou seront construites sensiblement sur le même plan que l'émetteur de Villejust, avec cette différence que

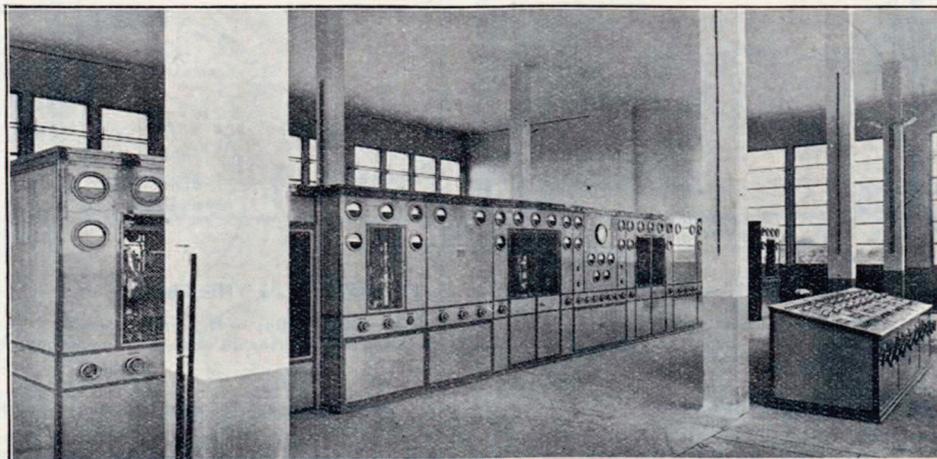


Photo S. F. R.

FIG. 7. — Salle d'émission de la station de Paris-P.T.T., à Villejust.

Au centre, le meuble d'émission de 120 kW, mesurant 17 mètres de longueur ; à droite, le pupitre de commande automatique.

leur puissance varie de 60 à 120 kW ; nous nous bornerons donc à indiquer leurs caractéristiques essentielles.

Station de Lyon. — Cette station est construite à Tramoyes (Ain), à 17 km du centre de Lyon, sur le plateau humide des



Photo S. F. R.

FIG. 8. — Salle des machines de la station de Paris-P.T.T.

A gauche, les redresseurs à vapeur de mercure sont dissimulés derrière des portes percées de voyants colorés ; au centre, les groupes convertisseurs ; à gauche, le tableau de distribution et d'alimentation. A l'entresol, on aperçoit l'étage réservé à la circulation d'eau et au filtrage.

Dombes. Son antenne en parapluie est composée de trois brins disposés symétriquement autour d'un mât de 220 mètres de hauteur.

Station de Marseille. — Edifiée au bord du bassin de Réaltor, à 15 km au nord de la ville, cette station est pourvue, comme celle de Lyon, d'une antenne en parapluie. Son émetteur présente la particularité d'avoir un système de modulation multiple, par lequel la tension modulatrice est simultanément appliquée à la grille de chacun des quatre étages amplificateurs (fig. 9). L'alimentation est faite par un seul transformateur à quatre circuits secondaires. Cette station doit également être équipée avec des lampes à grande puissance démontables.

Station de Nice-Corse.

— Cette station est dotée d'un émetteur semblable à celui de la région de Marseille, qui est installé à la Brague, à 4 km d'Antibes, sur la route de Nice. Toutefois, sa puissance n'est que de 60 kW, au lieu de 120. L'antenne est un mât rayonnant en demi-onde. Les bâtiments ont été construits sur pilotis, le terrain étant très marécageux. En raison de sa puissance et de sa position au bord de la mer, cette station sera facilement entendue en Corse, à 150 km de là.

Station de Toulouse. — Elle est construite sur le plateau de Muret, à 25 km au sud de Toulouse. La disposition du matériel

est analogue à celle de la station de Paris-P. T. T. : au rez-de-chaussée, les machines, redresseurs et transformateurs ; à l'entresol, les installations de circulation d'eau ; au premier étage, l'émetteur, le pupitre de commande automatique et le meuble de contrôle. La fréquence d'oscillation est maintenue constante à un cent-millième près par un maître-oscillateur stabilisé par quartz. Un étage amplificateur blindé avec lampes de 10 kW à circulation d'eau est suivi de deux autres étages à grande puissance, dont le dernier comporte deux lampes de 250 kW chacune, également refroidies par circulation d'eau. L'alimentation est assurée par des redresseurs à vapeur de mercure et par onze groupes convertisseurs. Signalons que le refroidissement de l'eau de circulation a été calculé très largement, en raison des grandes chaleurs qui sévissent dans le midi. Avec une température ambiante de 35°, cette circulation peut encore absorber 1 million de calories. L'antenne demi-onde en parapluie a trois brins tendus sur un seul mât de 220 mètres de hauteur, fractionné au milieu et isolé à sa base. L'énergie à haute fréquence est transmise à l'antenne par un feeder souterrain.

Station de Lille. — Installée à Camphin-en-Carembault, à 15 km au sud de Lille, cette station est semblable à celle de Paris-P. T. T., mais elle n'a qu'une puissance de 60 kW.

Station de Rennes. — Cette station est destinée à être desservie également par Rennes, Angers et Nantes : c'est pourquoi on a décidé de la construire à Thourie, entre Rennes et Château-briant. Son émetteur de 120 kW sera identique à celui de Paris-P. T. T. On prévoit cependant qu'en raison de l'étendue de la Bretagne vers l'ouest, un relais pourrait être nécessaire pour desservir le Finistère.

Station de Strasbourg. — Cette station, qui date de cinq ans seulement, a été transformée pour porter sa puissance de 35 à 120 kW. Ce travail a été effectué sans qu'on ait arrêté l'émetteur, qui avait déjà été porté, l'été dernier, de 12 à 35 kW.

La tension anodique de 20 000 volts pour les lampes de puissance est fournie par un redresseur à deux ensembles de six lampes à cathode chaude. Chaque ensemble donne 12 000 volts ; il est alimenté par un autotransformateur de 800 kW, dont la tension peut être réglée au moyen d'un régulateur de phase agissant sur les grilles des lampes de redressement. La cellule de filtrage à 20 000 volts est constituée par trois bobines d'inductance isolées à 50 000 volts par rapport au sol, et par une

batterie de condensateurs de 100 microfarads, isolés pour la même tension.

Les étages d'amplification comportent deux lampes de 5 kW à refroidissement par eau, et tension anodique de 10 000 volts ; puis quatre lampes de 30 kW alimentées sous 12 500 volts, et enfin deux lampes de 250 kW, alimentées sous 20 000 volts et fournissant à l'antenne la puissance requise de 120 kW. Bien entendu, ces lampes sont refroidies au moyen d'une circulation d'eau distillée débitant 120 l/mn. Les filaments

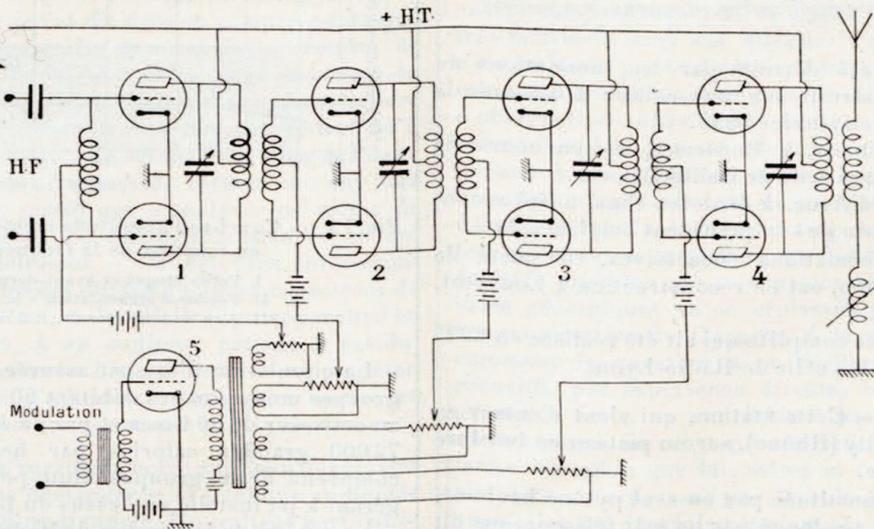


FIG. 9. — Schéma d'un dispositif de modulation multiple sur quatre étages en cascade de l'émetteur de radiodiffusion de Marseille.

de ces lampes sont chauffés, sous 35 volts, par un courant de 420 ampères. L'échauffement qui en résulte dans les connexions est si important que les joints entre le métal et le verre de l'ampoule éclateraient, si le circuit de chauffage n'était lui-même refroidi par une circulation d'eau de 3 l/mn. Des disjoncteurs ou coupe-circuits débranchent instantanément les sources de courant, si la circulation d'eau vient à s'arrêter.

Pour le contrôle de l'émission, la station dispose d'un oscillographe cathodique décelant la profondeur de modulation pour toutes les fréquences musicales, de 40 à 10 000 p/s, et d'un

distorsiomètre avec oscillateur à 400 p/s, sur le cadran duquel on lit directement la mesure de la distorsion pour chacun des étages d'amplification.

Stations de Bordeaux et de Limoges. — Ces stations, encore en cours d'études, seront construites l'année prochaine.

LES STATIONS PRIVÉES PROVINCIALES. — Un certain nombre des stations de radiodiffusion privées sont en voie de transformation.

La plus puissante est Radio-Toulouse, qui a remplacé en 1934 son émetteur de 8 kW par un émetteur de 60 kW, installé au Château Saint-Agnan. Son antenne est tendue entre deux mâts haubanés de 120 mètres de hauteur, espacés de 220 mètres. L'émetteur comporte deux lampes de 100 kW, alimentées sous 15 000 volts de tension anodique.

La station Radio-Agen, qui s'intitule « Poste départemental

feeders F_1, F_2 , couplés aux lampes par B, B_1, B_2 , et à l'antenne par B_3, B_4 . Les harmoniques sont filtrés par C_1, C_2, K_1, K_2, K , et dérivés à la terre en T et en T_3 ; en outre, les blindages des feeders sont mis à la terre en T_1 et T_2 . En E , on a installé un écran de blindage.

L'émetteur de 25 kW comporte un maître-oscillateur à quartz et un système de modulation par contrôle d'anode. La profondeur de modulation peut atteindre 80 %.

L'avant-dernier étage d'amplification utilise deux triodes de 1,5 kW, dont les grilles sont montées en parallèle. Le dernier étage comporte quatre triodes de 50 kW, dont deux en réserve.

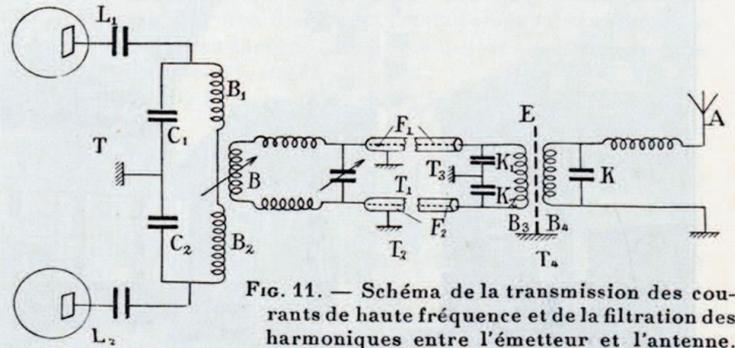


FIG. 11. — Schéma de la transmission des courants de haute fréquence et de la filtration des harmoniques entre l'émetteur et l'antenne.

La tension anodique des lampes finales est fournie par un redresseur à vapeur de mercure qui peut simultanément débiter 7,6 ampères sous 15 000 volts et 0,6 ampères sous 11 000 volts; chacune de ces tensions peut varier de plus de moitié par le réglage d'un régulateur d'induction.

Les autres tensions sont fournies par des groupes convertisseurs alimentés sous 220 volts à 50 p/s. Il existe deux jeux, dont l'un en réserve, comprenant chacun : deux groupes de chauffage et de polarisation débitant 440 ampères sous 33 volts, 90 ampères sous 18 volts et 12 ampères sous 250 volts; et deux groupes de tension anodique débitant 1,5 ampère sous 1500 volts et 0,4 ampère sous $2 \times 2\,000$ volts.

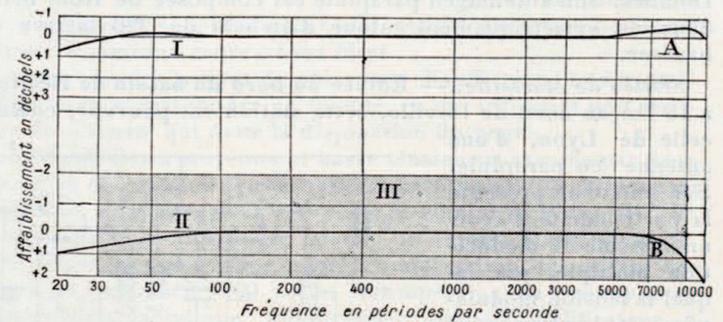


FIG. 12. — Courbes d'amplitude montrant l'affaiblissement en décibels en fonction de la fréquence de modulation.

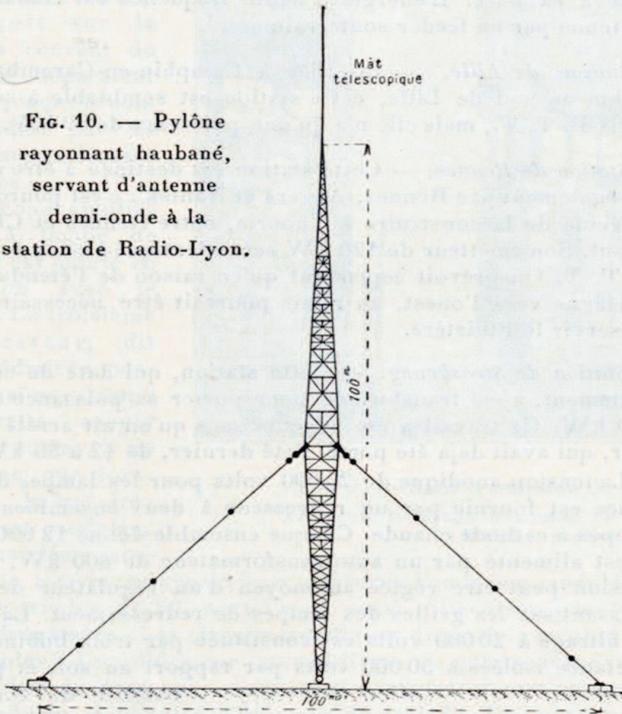
- I. Petits étages et avant-dernier étage de l'émetteur.
- II. Feeder d'alimentation à haute fréquence et antenne.
- III. Aire de tolérance de ± 2 décibels entre 30 et 10 000 p/s.

La circulation d'eau est assurée au circuit primaire par deux groupes moto-pompes débitant 20 m^3 à l'heure, par un réservoir amortisseur de 50 litres et par un échangeur de chaleur éliminant 72 000 grandes calories par heure. Le circuit secondaire comprend deux groupes moto-pompes identiques et un réfrigérant à jet installé au-dessus du bassin.

La qualité de l'émission de Radio-Lyon ressort de la figure 12, qui montre qu'entre 30 et 10 000 p/s, la transmission de la modulation reste remarquablement linéaire. Le crochet A de la courbe d'amplitude des amplificateurs de l'émetteur a été prévu pour compenser le crochet B de la courbe d'amplitude du feeder et de l'antenne. Ces prévisions graphiques ont été confirmées par les essais. L'émission est très pure et très bien reçue dans toute la France.

En résumé, notre réseau de radiodiffusion, tant national que privé, est en voie de réorganisation totale. Dans quelques mois, ce sera vraisemblablement le plus perfectionné des réseaux européens, puisque, venant le dernier, il bénéficiera des derniers

FIG. 10. — Pylône rayonnant haubané, servant d'antenne demi-onde à la station de Radio-Lyon.



du Lot-et-Garonne », a été détruite par les inondations du 3 mars 1930, puis reconstruite sur une colline à 5 km de la ville; elle a été inaugurée en janvier 1933.

La station Radio-Sud-Ouest, à Bordeaux, est en cours de transformation, de même que celle de Radio-Béziers.

La station Radio-Côte d'Azur, à Juan-les-Pins, a été reconstruite, cette année, non loin de son précédent emplacement.

Après plusieurs transformations successives, le poste de Radio-Normandie, à Fécamp, est en reconstruction à Louvetot, près de Caudebec-en-Caux.

La transformation la plus complète qui ait été réalisée en 1935 parmi les stations privées est celle de Radio-Lyon.

Station de Radio-Lyon. — Cette station, qui vient d'entrer en service, est située à Dardilly (Rhône), sur un plateau en bordure de la route de Paris à Nice.

L'antenne (fig. 10) est constituée par un seul pylône haubané, de 100 mètres de hauteur, prolongé par un mât télescopique dit « mât d'accord », qui permet de régler la hauteur de cette antenne demi-onde, en fonction de la longueur d'onde de la station. Ainsi, cette hauteur peut varier entre 100 et 115 mètres. Le pylône, qui repose sur un énorme isolateur en stéatite, a la forme d'une double pyramide triangulaire. Les quatre haubans, isolés en plusieurs points de leur longueur, partent des angles du pylône et sont ancrés dans le sol sur des massifs de béton. La terre est métallisée par des bandes de cuivre. L'alimentation de l'antenne est assurée par un feeder bifilaire, protégé par une enveloppe de cuivre. Le couplage est réglé au moyen d'un transformateur à haute fréquence installé dans une cabine au pied du pylône. La figure 11 montre comment l'antenne A est reliée aux lampes L_1 et L_2 du dernier étage de l'émetteur au moyen des

progrès techniques, notamment en ce qui concerne la modulation et la lutte contre le fading. Cet essor des stations françaises se traduira par l'accroissement incessant du nombre des auditeurs, qui est déjà en forte augmentation, et permettra, grâce à la taxe instituée sur chaque poste récepteur, de nouvelles améliorations dans les auditions radiophoniques.

Michel ADAM,
Ingénieur E. S. E.