

L'ONDE ÉLECTRIQUE

34^e ANNÉE. N° 332

NOVEMBRE 1954

PRIX: 250 FRANCS

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS
ÉDITIONS CHIRON, 40, RUE DE SEINE, PARIS - 6^e

Library
Boulder Laboratories
National Bureau of Standards
Boulder, Colorado



APPLICATION
DE LA TÉLÉVISION
SPIRALE DERVEAUX
La caméra sous marine
de poids et format très réduits
(Brevets tous pays)

TÉLÉVISION
PREMIER NUMÉRO
Spécial



TÉLÉVISION *Spirale* DERVEAUX



RECONNAISSANCE
AÉRIENNE

•

CONTRÔLE DES
AÉRODROMES

•

NOMBREUSES
APPLICATIONS
CIVILES & MILITAIRES

•



LABORATOIRES R. DERVEAUX

DIRECTION TECHNIQUE ET LABORATOIRES

6, RUE JULES SIMON - BOULOGNE-S/SEINE - TÉL. +MOL. 37-00

USINES ET LABORATOIRES - BEZONS - BOULOGNE - VILLACOUBLAY - PARIS.

L'ONDE ÉLECTRIQUE

Revue Mensuelle publiée par la Société des Radioélectriciens
avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique

ABONNEMENT D'UN AN

FRANCE 2500 F

ÉTRANGER 2800 »

ÉDITIONS CHIRON

40, Rue de Seine — PARIS (6^e)

C. C. P. PARIS 53-35

Prix du

Numéro :

250 francs

Vol. XXXIV

NOVEMBRE 1954

Numéro 332

NUMÉRO SPÉCIAL CONSACRÉ A LA TÉLÉVISION (1^{ÈRE} PARTIE)

SOMMAIRE

	Pages
Hommage à René Barthélemy	823
Le comportement de l'œil et la transmission rationnelle d'images simultanées.	
I. — L'œil et le spectacle de télévision	G.A. BOUTRY. P. BILLARD. L. LE BLAN 824
Nouveau procédé de télévision avec analyse en spirale	R. DERVEAUX. 838
Organisation générale de la station de télévision de Strasbourg	J. LAMARCHE. 842
Équipement de télécinéma de la station de télévision de Strasbourg	P. MANDEL. 853
L'équipement de prise de vue de l'émetteur de télévision de Strasbourg	M. BARTHON. 858
L'émetteur de télévision de Strasbourg	J. POLONSKY. 866
Le faisceau hertzien P.T.T. G.D. H. 101	J. VERRÉE. P. MAGNE. 876
Un nouveau type d'aérien et son application à la transmission de télévision à grande distance	J. C. SIMON. V. BIGGI. 883
Les systèmes de transmission de télévision à bandes latérales asymétriques	L. BOURASSIN. 897
Echanges européens de programmes télévisés	F. TAILLAN. 914
Les démonstrations de télévision à l'occasion du soixantenaire de l'E.S.E et échanges internationaux de l'Eurovision	P. B. et P. C. 923
La caméra, élément commun des cars de reportage et des studios	B. DE THIEULLOY. 926
Le nouveau car de reportage C.F.T.H. de la R.T.F.	M. FAVREAU. 930
Équipement léger de relais hertziens sur ondes centimétriques	J. POLONSKY. 932
Projection de télévision sur grand écran	M. ALLARD. 940
L'équipement de télécinéma de la C.F.T.H.	M. TAFFLET. 943
Vie de la Société	946

A paraître dans le prochain numéro (Décembre 1954) :

Considérations sur le fonctionnement des vidigraphes	Y. ANGEL.
Le centre de télévision de Milan	A. MAGELLI.
L'enregistrement des images de télévision et des images similaires	Y. L. DELBORD.
Recherches des règles permettant l'exploitation économique rationnelle des standards de télévision actuels	G. BOUTRY. P. BILLARD. L. LE BLAN A. LAURENS. M. FREJAVILLE. M. ALLARD. R. MAUGE L. BOURASSIN.
Faisceau hertzien de télévision en ondes centimétriques	
Relais décimétrique de télévision	
Équipement de base pour télévision industrielle	
Étude du pouvoir résolvant des émulsions photographiques	
Les systèmes de transmission de télévision à bandes latérales asymétriques (suite)	

Les opinions émises dans les articles ou comptes rendus publiés dans L'Onde Électrique n'engagent que leurs auteurs.

SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS

PRÉSIDENTS D'HONNEUR

† R. MESNY (1947) — † H. ABRAHAM (1947)

ANCIENS PRÉSIDENTS DE LA SOCIÉTÉ

MM.

- 1922 M. de BROGLIE, Membre de l'Institut.
- 1923 † H. BOUSQUET, Prés. du Cons. d'Adm. de la Cie Gle de T.S.F.
- 1924 † R. de VALBREUZE, Ingénieur.
- 1925 † J.-B. POMEY, Inspecteur Général des P.T.T.
- 1926 E. BRYLINSKI, Ingénieur.
- 1927 † Ch. LALLEMAND, Membre de l'Institut.
- 1928 Ch. MAURAIN, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris.
- 1929 † L. LUMIÈRE, Membre de l'Institut.
- 1930 Ed. BELIN, Ingénieur.
- 1931 C. GUTTON, Membre de l'Institut.
- 1932 P. CAILLAUX, Conseiller d'Etat.
- 1933 L. BRÉGUET, Ingénieur.
- 1934 Ed. PICAULT, Directeur du Service de la T.S.F.
- 1935 † R. MESNY, Professeur à l'Ecole Supérieure d'Electricité.
- 1936 † R. JOUAUST, Directeur du Laboratoire Central d'Electricité
- 1937 † F. BEDEAU, Agrégé de l'Université, Docteur es-Sciences.
- 1938 P. FRANCK, Ingénieur général de l'Air.
- 1939 † J. BETHENOD, Membre de l'Institut.
- 1940 † H. ABRAHAM, Professeur à la Sorbonne.
- 1945 L. BOUTHILLON, Ingénieur en Chef des Télégraphes.
- 1946 R.P. P. LEJAY, Membre de l'Institut.
- 1947 R. BUREAU, Directeur du Laboratoire National de Radio-électricité.
- 1948 Le Prince Louis de BROGLIE, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
- 1949 M. PONTE, Directeur Général Adjoint de la Cie Gle de T.S.F.
- 1950 P. BESSON, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.
- 1951 Général LESCHI, Directeur des Services Techniques de la Radiodiffusion — Télévision Française.
- 1952 J. de MARE, Ingénieur Conseil.
- 1953 P. DAVID, Ingénieur en chef à la Marine.

BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

Président (1954)

MM. G. RABUTEAU, Directeur Général de la Sté « Le Matériel Téléphonique ».

Président désigné pour 1955 :

M.H. PARODI, Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Vice-Présidents :

MM. R. AUHERT, Directeur Général adjoint de la S.F.R.
 E. FROMY, Directeur de la Division Radioélectricité du L.C.I.E.
 A. ANGOT, Ingénieur militaire en Chef, Directeur de la Section d'Etudes et de Fabrications des Télécommunications.

Secrétaire Général :

M.J. MATRAS, Ingénieur Général des Télécommunications.

Trésorier :

M.R. CABESSA, Ingénieur à la Société L.M.T.

Secrétaires :

MM. G. ESCULIER, Ingénieur Conseil.
 R. CHARLET, Ingénieur des Télécommunications.
 J.M. MOULON, Ingénieur des Télécommunications.

SECTIONS D'ÉTUDES

N°	Dénomination	Présidents	Secrétaires
1	Etudes générales.	Colonel ANGOT	M. TOUTAN
2	Matériel radioélectr.	M. LIZON	M. ADAM
3	Electro-acoustique.	M. CHAVASSE.	M. POINCELOT
4	Télévision.	M. MALLEIN	M. ANGEL
5	Hyperfréquences.	M. WARNECKE	M. GUÉNARD
6	Electronique.	M. CAZALAS.	M. PICQUENDAR
7	Documentation.	M. CAHEN.	Mme ANGEL.
8	Electronique appliq.	M. RAYMOND.	M. LARGUIER.

GROUPE DE GRENOBLE

Président. — M.-J. BENOIT, Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, Directeur de la Section de Haute Fréquence à l'Institut Polytechnique de Grenoble.

Secrétaire. — M. J. MOUSSEIGT, Chef de Travaux à la Faculté des Sciences de Grenoble.

GROUPE D'ALGER

Président. — M. A. BLANC-LAPIERRE, Professeur à la Faculté des Sciences d'Alger.

Secrétaire. — M. J. SAVORNIN, Professeur à la Faculté des Sciences d'Alger.

Les adhésions pour participation aux travaux des sections doivent être adressées au Secrétariat de la Société des Radioélectriciens, 10, Avenue Pierre-Larousse, à Malakoff (Seine).

SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS

FONDATEURS

† Général FERRIÉ, Membre de l'Institut.

- † H. ABRAHAM, Professeur à la Sorbonne.
 † A. BLONDEL, Membre de l'Institut.
 P. BRENOT, Directeur à la Cie Générale de T.S.F.
 J. CORNU, Chef de bataillon du Génie e. r.

- † A. PÉROT, Professeur à l'Ecole Polytechnique.
 † J. PARAF, Directeur de la Sté des Forces Motrices de la Vienne
 La Société des Ingénieurs Coloniaux.

SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS

10, Avenue Pierre-Larousse, Malakoff (Seine)

Tél. ALÉSIA 04-16 — Compte de chèques postaux Paris 697-38

CHANGEMENTS D'ADRESSE : Joindre 20 francs à toute demande

HOMMAGE A RENÉ BARTHÉLEMY

Membre de l'Institut

Au mois de février dernier, les membres de la Société des Radioélectriciens ont été douloureusement surpris d'apprendre la mort de Monsieur R. Barthélemy, survenue dans sa propriété d'Antibes, après une longue et douloureuse maladie.

Son esprit inventif, remarqué lors de son passage à l'Ecole Supérieure d'Electricité, s'est manifesté dès le début de sa carrière commerciale dans le domaine des appareils de mesure.

En 1911-1913, il crée les phasemètres et fréquencemètres à champ tournant. Le principe de fonctionnement de ces derniers appareils est encore à la base des systèmes actuels et permet une sensibilité considérable; on lui doit aussi le « compoundage » des transformateurs d'intensité, méthodes devenue classique pour les transformateurs de haute-précision.

En 1921, il crée un Henrymètre et un capacimètre à lecture directe; cette conception se perfectionne encore en 1945 et aboutit à un appareil à lampes, utilisable dans le domaine des hautes fréquences.

Ses recherches l'avaient conduit à réfléchir sur les mesures de phase; il en déduit deux dispositifs de haute précision, permettant la répétition des angles et leur addition instantanée.

La détection électromagnétique, plus connue sous son nom de code « radar », a posé dès son début, le problème de la mesure des temps courts et de leur présentation sous une forme suggestive, d'où l'invention de la représentation en coordonnées polaires (P.P.I.) et de la « loupe électronique » : amplification sélective du balayage concernant une zone limitée.

Malgré le risque, certains de ces appareils ont été étudiés et réalisés clandestinement sous l'occupation ennemie; ils purent, par la suite, être installés à bord des bateaux auxquels ils étaient destinés.

Radiotélégraphiste de la première heure, Monsieur BARTHELEMY a apporté sa contribution au lancement de cette technique.

Il participe en 1910-1912, sous les ordres du Général FERRIE, à l'installation et à l'exploitation du poste de la Tour Eiffel; il étudie en particulier l'alternateur à fréquence musicale de Monsieur BETHENOD.

En Août 1914, sur les lignes avancées de Lorraine, il monte de toutes pièces un poste émetteur, et crée les convertisseurs portatifs. Puis, il préconise le retour des connexions anodiques à un potentiel égal à celui du milieu des filaments, disposition universellement adoptée par la suite.

La paix revenue, ses études aboutissent à la suppression des piles et accumulateurs dans les postes récepteurs de radiodiffusion; le « radio-secteur » est alimenté directement par la ligne de distribution d'énergie.

Immédiatement après, il publie la théorie du changement de fréquence par battement, puis met au point un nouveau montage d'amplification appelé « neutrodyne », utilisant les lampes bigrilles. Ce dispositif élimine totalement la réaction et permet la construction d'amplificateurs à résonance à plusieurs étages et stables.

Commencée en 1928, l'étude de la télévision a progressivement occupé toute l'activité de Monsieur BARTHELEMY.

Les premières expériences sont basées sur les disques tournants; leur asservissement est difficile et suggère l'idée de la synchronisation par impulsion décrite dans un brevet de base complété par plusieurs additions qui en étendent l'emploi aux différents types d'oscillateurs électroniques à relaxation.

Peu après, la nécessité de transmettre sur une seule voie les signaux de vision et de synchronisation conduit à appliquer ces signaux en sens opposé à partir d'une valeur moyenne qui sera le « niveau du noir », autre conception fondamentale qui nous paraît maintenant si simple et d'emploi universel.

Puis, le 14 avril 1931, c'est la fameuse démonstration de Radiovision-Radiophonie à l'Ecole Supérieure d'Electricité. Le programme comportait des images de prise de vue directe et de télévision; la réception se faisait sur un écran en verre dépoli de 30 x 40 cm.

Le travail des années suivantes est consacré à l'amélioration de la finesse des images, qui passe de 30 à 180 lignes. A ce stade, qui correspond aux possibilités limites des analyseurs à disques, une exploitation est possible, et un émetteur puissant est installé à la Tour Eiffel.

La Compagnie des Compteurs, qui soutient ces travaux, décide alors la création d'un nouveau et vaste laboratoire entièrement consacré à la télévision : tubes analyseurs, tubes récepteurs, circuits.

L'importance des moyens mis à la disposition de Monsieur BARTHELEMY lui permet de maintenir ses études au niveau international. En 1939, les équipements à iconoscopes fournissent des images à 450 lignes; en 1945 à 1 015 lignes.

Ces réalisations comportent des dispositifs originaux; le plus célèbre est l'« entrelacé à déphasage interne ».

Du côté récepteurs, on arrive à projeter des images à 450 lignes sur des écrans de plus de 3 mètres de côté.

Malgré les responsabilités de la conduite d'une importante équipe d'ingénieurs, Monsieur BARTHELEMY n'a jamais abandonné ses recherches personnelles consacrées, ces dernières années, aux tubes analyseurs. L'isoscopes est le premier analyseur à électrons lents à balayage purement magnétique; il fournit une onde porteuse directement et entièrement modulée par la brillance du point image.

En même temps, s'élabore la difficile théorie du fonctionnement de l'iconoscope, du super-iconoscope et des analyseurs à électrons rapides. Ces travaux originaux permettent d'évaluer la polarisation de la cible sous l'action du faisceau normal d'analyse ou sous l'action conjuguée d'électrons lents supplémentaires.

Tous ces tubes utilisent la formation d'un relief électrique sur une cible isolante; le même phénomène permet, en principe, l'enregistrement et la restitution d'un signal électrique, sources d'inventions nouvelles...

L'élection de Monsieur BARTHELEMY à l'Académie des Sciences, sa promotion au grade de Commandeur de la Légion d'Honneur, sont venues consacrer et récompenser un travail poursuivi avec passion.

Par la puissance de sa volonté, il dominait les douleurs qui l'ont tenaillé toute sa vie; son courage dans cette lutte forçait l'admiration.

Il avait atteint une complète indépendance des contingences matérielles pour se consacrer au développement de la télévision sous toutes ses formes. Il entretenait des relations amicales avec ceux qui, comme lui, y consacraient leur activité, et modestement, y voyait la cause de ses succès. Il fut ainsi l'un des Membres Fondateurs du Comité International de Télévision destiné à développer cette technique en dehors de toute compétition; c'est un signe de son désintéressement personnel, caractéristique de sa carrière industrielle.

Sa mauvaise santé n'altérât jamais l'affabilité de son accueil, et tous ceux qui l'ont approché gardent le souvenir ému d'une intelligence perçante et d'une sensible délicatesse.

A. C.

LE COMPORTEMENT DE L'ŒIL ET LA TRANSMISSION RATIONNELLE D'IMAGES SIMULTANÉES

PAR

MM. G.-A. BOUTRY, P. BILLARD, L. LE BLAN

*Laboratoires d'Electronique
et de Physique Appliquées*

I. — L'ŒIL ET LE SPECTACLE DE TÉLÉVISION

I. — Introduction

1. — Le texte qu'on va lire rassemble des recherches expérimentales conduites dans notre Laboratoire pendant les années 1950-1953. Il s'agissait seulement de tenter de formuler quelques règles pratiques, vagues si on ne pouvait faire mieux, mais simples, qui permissent de décrire sans trop d'interprétations abusives, les réactions d'un observateur doté d'yeux sains devant le spectacle de Télévision en couleurs qu'il observe. Dans de nombreux mémoires publiés à l'étranger pour décrire des procédés de Télévision en Couleurs, on pouvait constater que les auteurs trouvaient leurs points de départ dans des propositions relatives au comportement de l'œil humain, propositions qu'on ne pouvait pas toujours établir de façon solide en se référant aux travaux publiés d'Optique Physiologique, soit parce que les phénomènes visés n'avaient pas fait l'objet d'études systématiques, soit parce que les conditions expérimentales adoptées dans de telles études n'étaient pas celles qui prévalent en Télévision.

On voudra bien comprendre que les recherches ainsi entreprises n'ont pas la prétention d'avoir épuisé un vaste sujet, ni celle de l'avoir traité d'une manière vraiment scientifique. Le temps, les ressources en hommes et en argent, des conditions de rentabilité qu'on ne saurait perdre de vue dans l'étude d'un sujet qui ressortit à l'art de l'ingénieur, ont imposé des limites bien définies. On les a précisées dans cet exposé partout où cela était nécessaire. Au début des travaux, on avait le sentiment que les recherches antérieurement faites par de nombreux auteurs sur le comportement de l'œil examinant un spectacle monochrome de cinématographie ou de télévision, avaient suffisamment précisé les phénomènes pour qu'il soit inutile d'y revenir : on en a adopté les conclusions, qui sont rappelées brièvement dans la suite. Chemin faisant, le développement logique des recherches a conduit à compléter ces conclusions sur deux points : le

premier (diaphotie) est examiné rapidement dans la troisième partie de ce travail ; le second (visibilité de certaines structures dont la superposition reproduit une image) trouvera sa place logique dans un deuxième exposé (1) actuellement en préparation.

2. — L'exposé actuel ne prétend être qu'un résumé. Les dispositifs expérimentaux employés y sont décrits avec une extrême brièveté, quelquefois même réduits à leur principe. Des ensembles de résultats obtenus, on n'a retenu que l'essentiel : en agissant autrement, on aurait été amené à établir un texte diffus et peu lisible. Des mémoires exposant séparément d'une façon plus complète chacun des sujets ayant fait l'objet de travaux expérimentaux dans le cadre de cet ensemble sont en cours de préparation ou de publication. On en trouvera la liste à la fin du présent exposé. Enfin, pour rendre l'exposé aisément compréhensible à la fois au physicien et à l'ingénieur, on a partout évité de faire appel à un vocabulaire colorimétrique ou radioélectrique trop spécialisé.

II. — Télévision en Couleurs par Synthèse Trichrome Additive. — Choix des Primaires Choix de la Luminance Maximale Relation entre luminance et couleur

3. — Dans tout ce qui va suivre, on considère seulement un spectacle coloré (2) restitué sur un écran par synthèse trichrome additive. Trois matières luminescentes convenablement choisies et dont l'émission est modifiée par des filtres adéquats fournissent les composantes primaires R, V, B, de ces images. (Dans certaines expériences, ces composantes étaient obtenues à partir de lumière blanche filtrée de façon à restituer trois primaires très voisines de R, V, B). Dans tous les exemples numériques cités, dans toutes les expériences décrites, les trois primaires utilisées étaient définies par les données figurant au Tableau I ;

(1) « Quelques règles permettant l'exploitation économique rationnelle des « Standards de Télévision » actuels ».

(2) Pour des raisons exposées plus loin, on évite de nommer « images » la restitution animée fournie par les procédés actuels de la Télévision.

TABLEAU I. — Primaires utilisées

	V ₀ vert	R ₀ rouge	B ₀ bleu
Longueur d'onde dominante λD microns	0,532	0,613	0,467
Pureté d'excitation (par rapport au Blanc C)	69 %	100 %	95 %
Coordonnées colorimétriques (C.I.E.) x =	0,217	0,676	0,142
y =	0,644	0,324	0,061

La figure 1 montre la position des primaires en question sur le diagramme colorimétrique (coordonnées *x* et *y* de la C.I.E.). L'examen de cette figure et du tableau permet de constater immédiatement que la primaire rouge utilisée se trouve être un point du *spectrum locus* et que la primaire bleue est également très près d'être saturée. Par contre, la primaire verte est largement lavée de blanc.

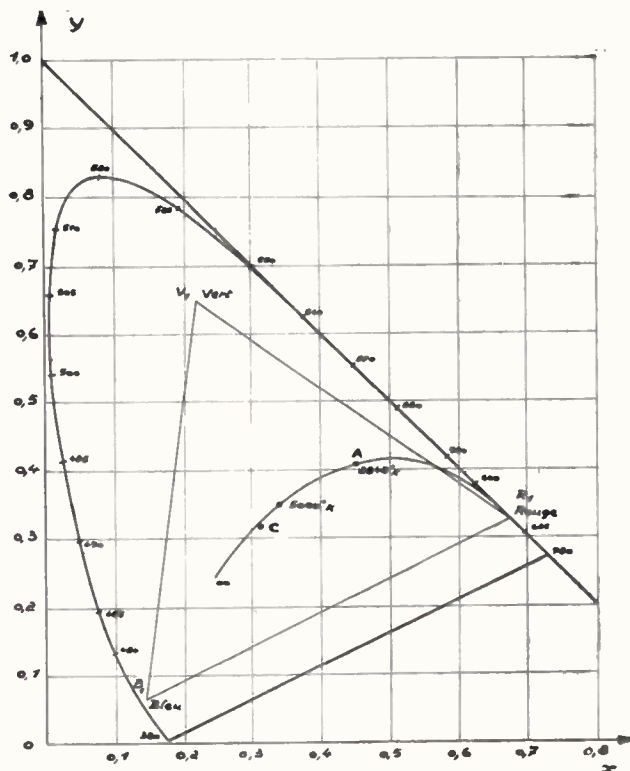


FIG. 1

On remarquera ici que le choix des primaires était essentiellement déterminé par les propriétés des matières lumineuses utilisables dans la construction des oscillographes cathodiques : ces matières sont peu nombreuses actuellement. Aussi n'est-on pas surpris de constater que les primaires indiquées ci-dessus diffèrent dans l'ensemble assez peu de celles avec lesquelles divers auteurs américains paraissent avoir travaillé et dont on trouve la spécification dans un mémoire de M. WINTRINGHAM (1) et que le tableau II reproduit :

(1) W.T. WINTRINGHAM. — Colour Television and colorimetry. — *Proceed I.R.E.* 39, p. 1157, 1951.

TABLEAU II. — Primaires recommandées pour la restitution par M. Wintringham (Primaires RMA, 1946)

	Vert	Rouge	Bleu
Longueur d'onde dominante λD (microns)	0,541	0,613	0,461
Pureté par rapport au blanc « C ».	86 %	~ 100 %	~ 95 %
Coordonnées C.I.E. x =	0,2500	0,6805	0,1477
y =	0,6885	0,3193	0,0412

La figure 2, en partie empruntée au mémoire déjà cité reproduit sur le diagramme de la C.I.E. les deux triangles dont les sommets sont formés respectivement par les deux groupes de primaires décrites par les tableaux I et II. On y a fait figurer, et même temps, la zone (limitée par un trait continu épais sur la figure) qui d'après M. Wintringham forme le lieu de toutes les teintes industrielles (pigments, étoffes, peintures) qu'on peut se procurer aux U. S. A.

Toutes les teintes dont les coordonnées colorimétriques représentent des points situés à l'intérieur du triangle dont les sommets sont formés par les coordonnées des primaires utilisées peuvent être

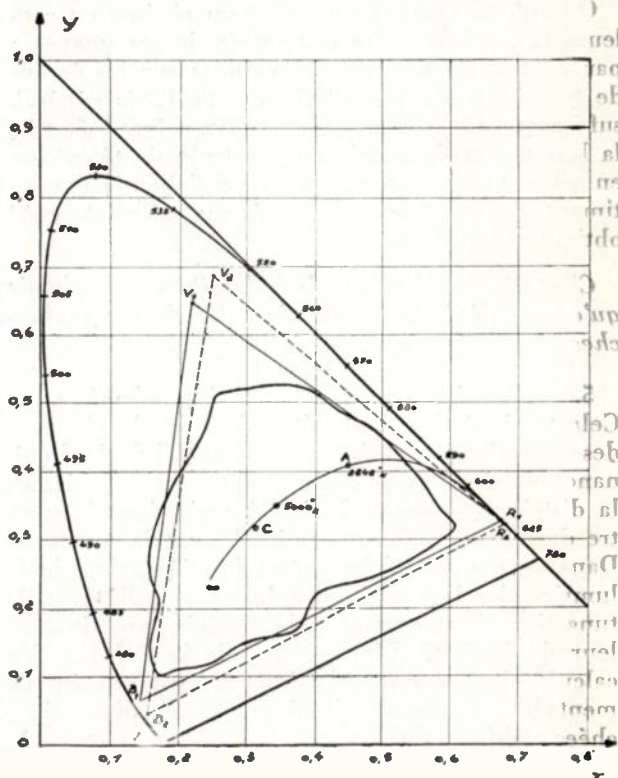


FIG. 2

reproduites correctement par des oscillographes utilisant ces primaires, ce qui ne veut pas dire que cela sera toujours le cas : cela dépendra des propriétés de l'appareillage de prises de vue et de l'ensemble des circuits qui se succèdent entre cette caméra et les oscillographes de reproduction. Sur ce sujet, qui ne rentre pas dans le cadre du présent exposé, on pourra consulter, entre autres, le mémoire de Wintringham déjà cité.

4. — Luminance maximale du blanc.

Tout ce qui suit suppose qu'on ne télévisé pas d'objets lumineux par eux-mêmes. Le spectacle à reproduire se compose uniquement de diffuseurs plus ou moins sélectifs, plus ou moins parfaits. Cela posé, plaçons devant l'appareil de prises de vue un diffuseur blanc parfait recevant l'éclairement maximal disponible. Réglons l'appareillage de façon que la chromaticité de la reproduction soit correcte. Soit L la luminance de l'écran reproducteur à ce moment : cette luminance est la *luminance maximale* de la reproduction qui ne pourra être dépassée à aucun moment du spectacle.

Quelle est la valeur de cette luminance dans un spectacle reproduit actuellement par télévision monochrome ? Bien que, dans des cas rares, elle puisse atteindre 100 nits, les valeurs qu'on trouve le plus fréquemment réalisées sur l'écran des appareils en service chez des particuliers se situent à peu près toujours entre 20 et 35 nits. Si l'on en croit P. C. GOLDMARK (1) la luminance d'un écran de projection cinématographique dans le cas d'un spectacle monochrome fourni par un film de 16 mm. serait de l'ordre de 27 nits ; cette valeur tomberait aux environs de 13 nits dans le cas d'un film en couleurs.

On entend souvent reprocher au cinéma en couleurs la luminance un peu faible de ses images ; par contre, les luminances réalisées sur les écrans de télévision d'aujourd'hui sont, de l'avis général, suffisantes. En fixant dans ce qui va suivre à 30 nits la luminance maximale du spectacle de télévision en couleurs on a donc l'assurance d'obtenir l'assentiment du spectateur habitué aux résultats qu'il obtient aujourd'hui.

C'est avec cette valeur de la luminance maximale qu'on a opéré dans toute la suite de ces recherches.

5. — *Luminances maximales des primaires.* — Cela posé, si l'on veut déterminer les luminances des primaires dont la somme reproduit la luminance maximale de l'écran, il convient de spécifier la distribution spectrale de l'énergie dans le spectre de la ou des sources qui éclairent le spectacle. Dans l'exemple qu'on va prendre, il s'agira de la lumière des lampes à incandescence à filament de tungstène fonctionnant à la température de couleur de 2848° K (Blanc « A » de la C. I. E.). Un calcul colorimétrique classique fournit immédiatement les valeurs des luminances primaires cherchées (tableau III).

TABLEAU III. — Source : blanc « A » de la C. I. E.

	V_0	R_0	B_0
Luminance maximale blanche :			
30 nits = L_A	17 nits	12,44 nits	0,53 nit
Valeur des luminances primaires	(17,03)		
Valeur des luminances relatives $\frac{L_x}{L_A}$	56,7 %	41,5 %	1,8 %

(1) Cité par G. E. ANNER. — Elements of Television Systems (page 28). — Prentice Hall, New York, 1951.

On voit que les luminances maximales des primaires verte et rouge sont du même ordre de grandeur (rapport 1,4/1) ; celle de la primaire bleue est 30 fois plus petite.

6. — *Luminance maximale d'une teinte quelconque.* — Ce réglage fait, toute région colorée du spectacle apparaîtra sur l'écran avec une luminance dont la valeur maximale, toujours inférieure à L , sera fonction des coordonnées colorimétriques x et y de chaque teinte reproduite. La figure 3 représente la surface des luminances maximales (en valeurs relatives) dans le cas où le réglage est fait de façon à donner au blanc 2848° K la luminance maximale. On remarque, en examinant cette figure que l'aire occupée à l'intérieur du triangle $V_0 R_0$

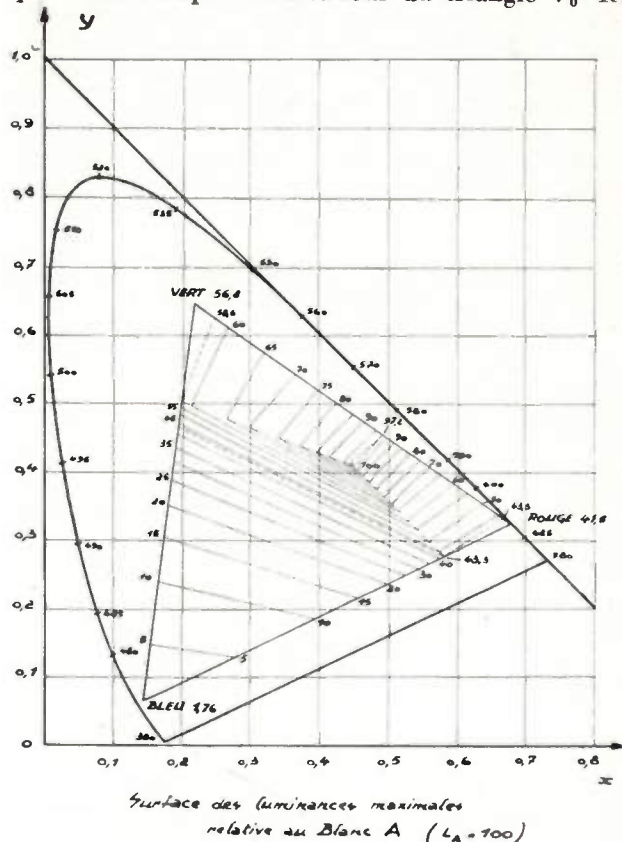


Fig. 3

B_0 par les teintes qui pourront atteindre une luminance égale à la moitié de la luminance maximale du blanc va des orangés aux verts purs, en occupant tout au plus le tiers de l'étendue totale de ce triangle. Cela n'est pas un défaut de la reproduction : le fait existe dans le spectacle réel à reproduire. En s'exprimant très grossièrement, on peut dire que la luminance qu'une teinte peut atteindre dans le spectacle est d'autant plus faible que les coordonnées colorimétriques de cette teinte sont simultanément plus voisines de 0. Il n'y a rien dans tout ceci qui soit particulier à la télévision.

Nous avons choisi, dans ce qui précède, l'exemple d'un spectacle éclairé par des sources dont la couleur correspond à celle de l'étalon « A », le moins riche en bleu des trois étalons de la C. I. E. parce que, pour de nombreuses raisons techniques il est permis de penser que, lors des débuts, les spectacles de Télévision en couleurs seront sou-

vent transmis de studios ou de théâtres munis principalement d'un éclairage naturel de ce genre. Un calcul analogue, exécuté pour un réglage donnant la luminance maximale blanche de 30 nits au blanc correspondant à une température de couleur de 5.000° K, fournit les valeurs suivantes des luminances maximales des primaires :

$L_{V0} = 19,2$ nits $L_{R0} = 9,15$ nits $L_{B0} = 1,65$ nits

on voit que le rapport $\frac{L_{V0}}{L_{B0}}$ est encore supérieur à

10 (11,65 environ) alors que $\frac{L_{V0}}{L_{R0}}$ ne dépasse guère

l'ordre de 2. Dans tous les spectacles de télévision en couleurs, la luminance maximale de la primaire bleue choisie reste petite devant les deux autres.

Cette conclusion, qui joue un rôle important dans la suite des travaux résumés n'est correcte que pour un choix convenable des coordonnées colorimétriques des primaires, notamment de la primaire bleue. Le tableau IV résume ce qui se passe dans le cas des primaires que M. P. C. GOLDMARK et al. (*Proceedings of the I. R. E.*, 39, p. 1288-1290, 1951) avait délibérément choisies, dans l'étude du système de télévision en couleurs C. B. S., de façon à donner à la primaire bleue une luminance maximale importante :

TABLEAU IV. — Primaires préconisées en 1951
par M. M. P. C. Goldmark et al

	Vert	Rouge	Bleu
Longueur d'onde dominante λ_D (microns)	0,537	0,613	0,479
Pureté	83 %	100 %	88 %
Coordonnées C.I.E.			
$x =$	0,227	0,674	0,122
$y =$	0,694	0,326	0,142
Luminance maximale de l'écran $L_c = 30$ nits (blanc C)			
Valeur des luminances primaires	17,65 nits	7,40 nits	4,95 nits
Valeur des luminances relatives $L_x/L_c =$	~ 59 %	$\sim 24,7$ %	$\sim 16,5$ %

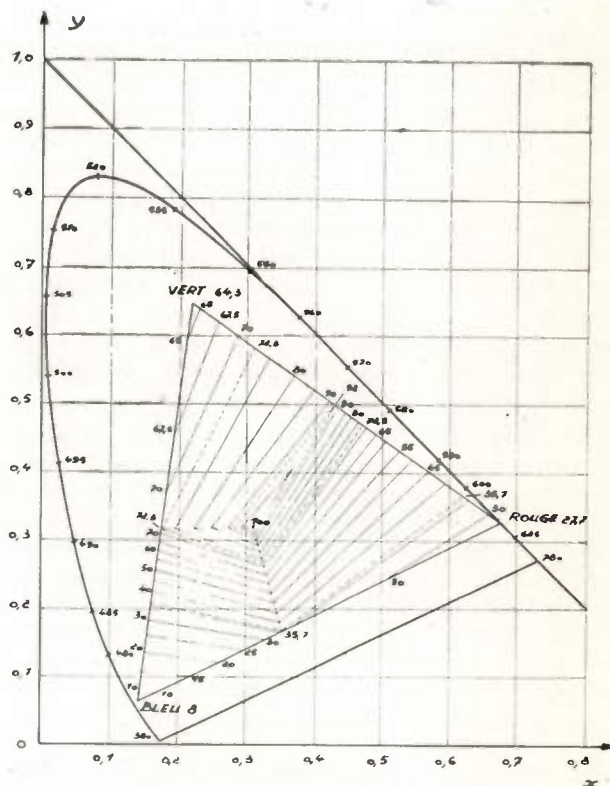
III. — Pollution et « Diaphotie »

7. — Le « bruit de fond » dans le spectacle monochrome. — On rappellera ici que, dans la pratique de l'exploitation des réseaux de Télévision aux Etats-Unis et en France, on considère comme non pollué pour l'observateur un spectacle dont la reproduction est assurée par un signal entaché d'un « bruit de fond » d'origine thermique situé à 30 décibels au-dessous du niveau maximal de ce signal. En Angleterre, on peut déduire d'un mémoire de M. FAULKNER (1) des tolérances du même ordre.

Il convient ici de traduire en termes photométriques une définition faite en un vocabulaire radioélectrique de caractère fortement conventionnel. Le « bruit de fond » présent dans le signal est ici défini (en volts), comme égal à 7 fois la

valeur de la moyenne quadratique de la tension de bruit $\overline{\Delta v}$ pendant que le niveau maximal du signal est mesuré, en volts, par l'amplitude v qui sépare le niveau correspondant à la luminance maximale de l'écran du niveau correspondant au noir (blanking). Le « rapport signal/bruit de fond exprimé en décibels », r , est alors exprimé par :

$$(1) \quad r = 20 \log \frac{7 \cdot \overline{\Delta v}}{v}$$



Surface des luminances maximales
relative au Blanc C ($L_c = 100$)
FIG. 4

équation qui donne, si on pose $r = 30$:

$$(2) \quad \frac{\Delta v}{v} = \frac{1}{221} \text{ environ } \simeq 4,5/1.000$$

Admettons que la luminance d'un point de l'écran est proportionnelle à l'amplitude du signal à l'instant considéré ; on sait en photométrie que, pourvu qu'on dispose d'une plage de luminance fixe pour la comparaison, des variations ou des fluctuations à très basse fréquence de la luminance d'environ 3/1.000 sont discernables quand l'œil est placé dans les conditions de sensibilité les meilleures possibles.

Lorsque la relation (2) est satisfaite, et en tenant compte des conditions où le spectateur est habituellement placé, celui-ci ne discernera pas la perte de contraste due au voile de fond provoqué par le bruit, ce qui ne l'empêchera pas de percevoir des fluctuations de luminance locale 7 fois plus fortes — soit de l'ordre de 3 % — quand de telles impulsions sont assez rapides pour se traduire par un point ou une traînée superposée au spectacle : la sensibilité de l'observateur à la pollution du spectacle par un « bruit » d'origine thermique pro-

(1) H. FAULKNER. — Permanent point-to-point links for relaying television. — British Contribution to Television I.E.E. London 1952.

vient donc du fait que ce « bruit » introduit dans l'image une structure, une granulation visible et mouvante.

8. — Quelques expériences grossières nous ont montré que les observateurs, qui la discernaient très bien, restaient indifférents dans une large mesure à la pollution d'un spectacle monochrome par un voile de fond continu, tant que ce voile n'atteint pas une intensité de nature à diminuer le pouvoir séparateur de l'œil dans les conditions d'examen où il est placé (baisse du contraste maximum de 1 à 0,85 facilement tolérée par tous). En fait, l'introduction ou la suppression d'un voile de l'image par déplacement de la tension de polarisation de l'électrode de contrôle de l'oscillographe est un moyen dont le spectateur dispose pour faire varier le contraste du spectacle qu'il examine : il en use d'ordinaire pour augmenter ce contraste.

Par analogie avec le vocable « diaphonie » utilisé dans les publications relatives à la téléphonie, on nommera « diaphotie » la pollution d'une image par une autre image qu'on lui superpose. On résumera ici les résultats essentiels qu'on a obtenus dans des expériences purement optiques :

a) *Diaphotie tolérable dans le cas d'images fixes.* — On projetait sur un écran à l'aide d'une lanterne une image fixe; les blancs purs atteignaient la luminance de 30 nits = L_0 . On superposait à cette image une autre image projetée, sans en prévenir les spectateurs. Ceux-ci étaient toujours des visiteurs occasionnels qui se prêtaient bénévolement à des expériences d'une durée de quelques minutes (une trentaine de personnes). Voici les opinions qu'ils ont exprimées :

— Luminance maximale des blancs de l'image parasite : $\frac{L_0}{100} = l_0$ (40 dB) : aucun observateur ne décèle l'apparition ou la disparition de la pollution.

— $l_0 = \frac{L_0}{30}$ (~ 30 dB) : quelques observateurs, pourvu qu'on répète l'expérience, parvenaient à signaler l'apparition de la pollution sans pouvoir la décrire.

— $l_0 = \frac{L_0}{20}$ (~ 25 dB) : tous les observateurs, après quelques expériences, signalent régulièrement l'apparition d'un voile de fond.

— $l_0 = \frac{L_0}{10}$ (-20 dB) : la très grande majorité

des observateurs commencent à discerner dans les noirs de l'image principale la structure de l'image parasite... *Aucun observateur ne perçoit d'altération dans les blancs.*

Le fait essentiel à retenir ici est que la tolérance d'un spectateur non averti, considérable dans les noirs de l'image, est si large dans les régions de luminance maximale que nous n'avons pas cherché à en déterminer la limite.

b) *Diaphotie tolérable dans le cas d'images animées.* — On projetait sur un écran deux films monochromes du format de 16 mm. La luminance maximale L_0 dans le cas du premier (image prin-

cipale) était de 30 nits. Les observateurs étaient consultés comme on l'indiquait ci-dessus. Voici les opinions exprimées :

— $l_0 = \frac{L_0}{100}$ (-40 dB) : pour tous les observateurs, pollution visible dans les noirs purs, peu gênante.

— $l_0 \approx \frac{L_0}{30}$ (~ 30 dB) : pour tous les observateurs, pollution très visible et gênante dans les noirs.

— $l_0 \approx \frac{L_0}{20}$ (~ 25 dB) : pour tous les observateurs, la pollution envahit les demi-teintes.

— $l_0 = \frac{L_0}{10}$ (20 dB) : la pollution n'est in-

discernable que dans les régions de luminance maximale de l'image principale.

9. — Malgré la forme vague qu'on est contraint d'employer pour les expériences, les résultats sont instructifs; ils montrent bien le rôle joué ici par l'attention : le mouvement de la structure ou de l'image polluante attire l'attention sur un contraste ou une variation de luminance qui, depuis longtemps perceptibles, n'avaient pas encore été perçus.

Nous avons voulu compléter ces essais par quelques mesures faites par des observateurs entraînés et avertis, dans des conditions plus sévères. Cette fois, la luminance maximale du spectacle pollué variait. Dans une première série de mesures, ce spectacle ne se composait que de l'écran uniformément éclairé. On déterminait, en formant sur lui l'image d'un quadrillage noir et blanc mobile, la luminance polluante juste visible. Dans une seconde série le même quadrillage était projeté sur un spectacle formé de grandes plages très contrastées (photographie monochrome d'un tableau de Henri Matisse : *La Conversation*) : on examinait seulement les plages correspondant à la luminance la plus élevée et l'on déterminait le moment où la luminance polluante gênait l'observateur, dont l'œil commençait à suivre le quadrillage dans son mouvement à travers le spectacle fixe.

Voici les résultats moyens donnés par 4 observa-

1^{re} série : Structure mobile de contraste 1 sur champ uniformément éclairé : seuil de visibilité

Luminance du champ L_0 , nits	30	3,2	0,32	10^{-4}
Luminance parasite l_0 , nits	$165 \cdot 10^{-3}$	$21,5 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$
Rapport $\frac{l_0}{L_0}$	0,55 %	0,67 %	1,12 %	—
r , décibels	45,2	43,5	39,0	—

2^e série : Spectacle varié pollué par une structure mobile de contraste 1

Critère	discernable	génant	disc.	génant	disc.	génant
Luminance de la région observée L_0 , nits.	30	3,2	0,32	10^{-4}	30	3,2
Luminance parasite l_0 , nits	0,285	0,060	0,0363	0,017	0,0065	0,0228
Rapport $\frac{l_0}{L_0}$	1,23 %	3,1 %	1,13 %	4,4 %	2,4 %	8,4 %
r , décibels	38,2	20,2	38,0	27,1	32,4	21,5

On voit que, dans l'étendue du domaine de la vision diurne étudié, le taux de diaphotie juste visible ne varie que lentement; il paraît croître plus rapidement dans le domaine de la vision crépusculaire. Le taux de diaphotie gênante dans l'examen du spectacle était, dans le domaine étudié, trois ou quatre fois supérieur au taux juste discernable. Ce dernier était toujours plus grand dans le cas d'un spectacle varié que dans celui où l'on examinait un écran uniforme : c'est une mesure de l'attention. La reproductibilité de la plupart de ces déterminations n'est guère assurée à mieux que 15 %, pour un observateur déterminé.

10. — *Pollution du spectacle en couleurs.* — Par souci de simplicité, on supposera que les courbes de réponse de l'appareil reproducteur soient, pour les trois primaires, des droites passant par l'origine (fig. 5). Soit OM l'une de celles-ci. Elle est limitée au point M de coordonnées So, Lo, correspondant à la reproduction du blanc choisi dans le réglage décrit précédemment. Ce réglage effec-

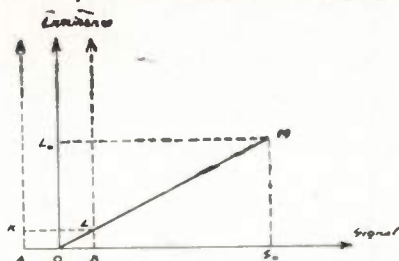


FIG. 5

tué, supposons qu'on l'altère, d'une façon qui équivaut, sur la figure 5, à une faible translation positive ou négative, $\overline{OA}$ ou $\overline{OB}$ de l'origine des abscisses : tout se passe désormais comme si on avait ajouté ou retranché à la valeur des luminances correspondant à chaque signal une quantité constante représentée par les segments $\overline{AK} = \overline{BL}$. Dans ces conditions, toutes les teintes reproduites subissent un virage coloré par rapport à la reproduction qu'on aurait obtenue si on n'avait pas dérangé le réglage : il y a pollution; la présence d'un bruit de fond équivalant à un voile discernable sur l'une des images primaires est un cas particulier du phénomène.

Au sujet des réactions de l'observateur examinant ces pollutions colorées, on peut se poser de nombreuses questions. Beaucoup d'entre elles, comme l'exploitation du cinéma en couleurs l'a montré, ont un intérêt psychologique et commercial considérable, sans être pour cela faciles à étudier scientifiquement. A condition qu'il possède un moyen de comparaison, plage ou objet témoin, l'œil humain est fort sensible à la pollution du spectacle introduite par un excès ou un défaut systématique de l'une des primaires dans la reproduction. Il est au contraire extrêmement tolérant d'un tel virage général si les moyens de comparaison lui manquent; mieux, on peut soutenir que, dans

certains cas il réclame un tel virage; ce besoin paraît se manifester chaque fois que la luminance de la reproduction est d'un ordre de grandeur très différent de la luminance du spectacle à reproduire.

L'exemple bien connu des mises en scène de théâtre où un éclairage bleu saturé, abondant, réalise une « ambiance » de clair de lune — alors que la reproduction fidèle de ce dernier, qui ferait appel à un éclairage de dominante jaune plusieurs centaines de fois moindre, ne serait acceptée par personne, — est un cas particulier dans l'explication duquel on fait intervenir le phénomène de Purkinje. On sait moins couramment qu'au théâtre encore, quand on cherche à donner l'illusion d'une journée méditerranéenne de plein soleil (100 000 lux, température de couleur voisine de 5 400 °K), avec des éclairages qu'on doit tenir au-dessous de 3 000 lux pour ne pas gêner les acteurs, la température de couleur adoptée descend à l'ordre de 2 200 à 2 400 °K : le virage coloré est énorme. Lorsque la naissance des « tubes fluorescents » a donné soudain la possibilité de réaliser dans les intérieurs des éclairages de composition voisine de la « lumière du jour » (mais bien moins intenses), on s'aperçut que le public refusait ce qui avait d'abord paru un progrès : « l'ambiance » produite suggérait la fraîcheur d'un cellier. Toutes ces constatations, assorties de variantes suggérées par des questions de commerce et de mode sont connues et exploitées par les industries photographiques et cinématographiques. Les spécialistes de l'Optique physiologique se sont contenté d'étudier, dans des cas bien définis, la variation de la saturation apparente d'une teinte avec sa luminance et le phénomène de BEZOLD-BRUCKE (1).

11. — Sans poursuivre cette voie, on doit se souvenir que divers physiciens, en particulier WRIGHT et MAC ADAM (2) ont cherché, sur le triangle des couleurs, pour des conditions bien définies d'éclairage rétinien de quelles quantités on peut modifier les coordonnées colorimétriques de chaque teinte pour produire un virage juste discernable. Nous utiliserons les résultats de Mac Adam pour déterminer, pour des teintes de colorimétrie et de luminance données, l'importance relative de la pollution produite par dérèglement de chacune des luminances primaires.

Voici les conditions dans lesquelles nous nous placerons pour faire ce calcul : le réglage reproduit le blanc « A » à la brillance de 30 nits. Les installations actuelles de télévision monochromes fournissent au récepteur des signaux qu'on considère comme suffisamment purs quand le « niveau de voile » qui les accompagne se situe à 30 dB au-dessous de l'amplitude correspondant à la luminance maximale de l'écran. Considérons la primaire verte choisie, dont la luminance est ici 17.03 nits (Cf Tableau III). Appelons ΔV la variation de cette luminance telle que :

$$20 \log. \frac{V}{\Delta V} = 30. \text{ On aura : } \frac{\Delta V}{V} = 0,0316.$$

et $\Delta V = 0,538$ nits environ.

Les déterminations de MAC ADAM ont été faites

(1) Cf. Y. LE GRAND. — *Optique physiologique*, t. II Ch. 9 — Paris, 1948.

(2) W.D. WRIGHT. — *Proc. Phys. Soc* 53, 93, 1941.

D.L. MC ADAM. — *J.O.S.A.* 32, 247, 1942.

avec des éclairagements rétinien (200 trolands) qui correspondent à des conditions d'examen probablement pas trop éloignées de celles avec lesquelles on travaille dans cet exemple. Une pollution du blanc « A » par la primaire verte correspondant à un dérèglement de 3,16 % représente environ 2,8 écarts type, soit moins d'une « chromaticité juste discernable » en admettant comme juste distincts deux stimuli écartés de 3 fois la valeur de l'écart-type : en langue vulgaire le virage coloré ainsi provoqué serait à peine décelable par un observateur entraîné au moment où il se produit dans le spectacle restitué; il ne gênerait certainement personne.

Cela posé, on a cherché, à partir des « ellipses de MAC ADAM », pour quelques teintes éparpillées sur notre triangle des couleurs reproductibles, quelles sont les variations du réglage de chaque primaire qui produiront un virage égal à 3 chromaticités discernables (9 écarts-type). Les calculs, assez fastidieux, ne présentent pas de difficultés. Ils ont été faits pour 7 teintes et les résultats obtenus sont groupés dans le tableau V, qui les présente de deux façons :

Chaque teinte étudiée est supposée avoir la luminance maximale compatible avec la reproduction du blanc « A » à la luminance de 30 nits. Dans une

première colonne, destinée à l'opticien, on donne, en nits, la luminance du voile de fond ou du dérèglement qui crée le virage accepté ($\Delta R, \Delta V, \Delta B$) et le rapport de cette luminance à la luminance maximale de la teinte polluée (r exprimé en %). Dans la seconde colonne, qui intéressera surtout l'ingénieur de télécommunications, on donne en % le rapport ρ de la luminance polluante ($\Delta R, \Delta V, \Delta B$) à la luminance maximale de la même primaire dans la reproduction du blanc, et l'on traduit ce rapport en décibels ($\bar{\omega}$) suivant la convention déjà utilisée. Les résultats obtenus demandent quelques commentaires :

1°) Comme on l'a déjà dit, l'amplitude du virage coloré accepté ayant été fixée de façon arbitraire (et d'ailleurs sévère) seule la comparaison des valeurs numériques inscrites au tableau, et non ces valeurs numériques isolées présente de l'intérêt.

2°) On est d'abord frappé de constater que la primaire rouge et la primaire verte se comportent ici de façon très analogue : les luminances polluantes tolérables, les rapports r et ρ , les niveaux sont en général du même ordre de grandeur; alors que la primaire rouge possède une luminance maximale inférieure à celle de la primaire verte, ses exigences en matière de pollution sont dans

TABEAU V

Pollution produisant un virage de 3 chromaticités discernables (9 écarts-type d'après Mac-Adam)

Luminance maximale du spectacle réglée pour le blanc « A » et égale à 30 nits

Pollutions exprimées : 1° en nit (valeur de la luminance polluante admissible (ΔP)) ; 2° en % de la luminance max de la teinte polluée (r) ; 3° en % de la luminance maximale de la primaire polluante ρ ; 4° en décibels (convention $\bar{\omega} = 20 \log \rho$).

Teinte polluée		Pollution par la primaire Rouge			Pollution par la primaire Verte			Pollution par la primaire Bleue		
Coordonnées colorimétriques	Lumin. max nits	ΔR (nits)	ρ (%)	$\bar{\omega}$ (dB)	ΔV (nits)	ρ (%)	$\bar{\omega}$ (dB)	ΔB (nits)	ρ (%)	$\bar{\omega}$ (dB)
		r (%)			r (%)			r (%)		
Blanc A $x = 0,448$ $y = 0,408$	30	1,281 4,26 %	10,3 %	19,7	1,728 5,76 %	10,1 %	19,9	0,231 0,78 %	43,2 %	7,3
Jaune $x = 0,489$ $y = 0,455$	29,49	1,047 3,54 %	8,4 %	21,5	1,434 4,87 %	8,43 %	21,5	0,154 0,522 %	29,2 %	10,7
Vert $x = 0,217$ $y = 0,644$	17,03	0,441 2,58 %	3,54 %	29,0	— —	— —	—	0,154 0,90 %	29,1 %	10,7
Rouge $x = 0,676$ $y = 0,324$	12,46	— —	— —	—	0,525 4,20 %	3,09 %	30,2	0,117 % 0,936 %	22,1 %	13,1
Bleu Vert $x = 0,179$ $y = 0,346$	5,85	0,174 2,97 %	1,41 %	37,0	0,978 17,2 %	5,91 %	24,6	0,100 1,71 %	18,9 %	14,5
Pourpre $x = 0,376$ $y = 0,176$	2,73	0,235 8,64 %	1,89 %	34,5	0,184 6,75 %	1,08 %	39,3	0,0567 2,07 %	10,7 %	19,4
Bleu $x = 0,142$ $y = 0,061$	0,53	0,0228 4,32 %	0,183 %	54,5	0,0534 10,1 %	0,315 %	50,0	— —	— —	—

l'ensemble au moins égales : cela provient du fait qu'une chromaticité discernable représente, comme on le sait, dans l'angle vert du triangle VRB une amplitude de translation notablement supérieure à ce qu'elle est dans l'angle rouge.

3°) *La tolérance de toutes les teintes à examiner à la pollution $\bar{\omega}$ par le bleu est toujours grande devant la tolérance à la pollution par le rouge ou le vert : les niveaux admissibles de voile bleu sont, pour chaque teinte, de 10 à 20 dB plus élevés que les niveaux correspondants des voiles rouge et vert.*

4°) Ainsi qu'on pouvait s'y attendre la tolérance d'une teinte à la pollution est en général d'autant plus grande que la pollution est produite par une primaire de coordonnées colorimétriques plus proche des coordonnées de la teinte en question. D'autre part, le tableau montre que la tolérance à la pollution est la plus grande pour les teintes de luminance maximale élevée : le niveau de pollution tolérable par le vert ou le rouge varie de plus de 30 dB quand on passe du blanc ou du jaune au bleu pur.

Cette dernière proposition doit être accueillie avec réserves. Expliquons pourquoi. L'amplitude des translations correspondant sur le triangle des couleurs à une « chromaticité discernable » a été mesurée par Mc Adam dans des conditions d'examen où l'éclairement rétinien de l'observateur était maintenu aux environs de 200 trolands. Si l'on admet que le diamètre pupillaire de l'observateur de télévision subit, avec la luminance de l'écran examiné, des variations moyennes normales, on peut, en utilisant le calcul développé par exemple par Y. LE GRAND (1) conclure que les résultats de MAC ADAM sont certainement valables pour des teintes dont les brillances se situent entre 20 et 30 nits.

Malheureusement, pour une teinte donnée, l'amplitude du virage correspondant à une chromaticité discernable ainsi définie augmente quand la luminance diminue, suivant des lois qui paraissent n'avoir encore été étudiées complètement par personne. Un mémoire de W.R.J. BROWN (2) donne quelques exemples de ces variations. La lecture suggère que les variations, lentes dans le domaine 5-30 nits, deviennent plus rapides au-dessous, pour atteindre des valeurs considérables lorsque les luminances examinées correspondent à des éclairissements rétiens de quelques trolands : c'est le cas, en télévision, pour les teintes qui se trouvent situées près de l'extrémité bleue du triangle des couleurs reproductibles : les valeurs trouvées pour les pollutions de ces teintes correspondent donc, avec la méthode de calcul adoptée, à des sensations beaucoup moins discernables que dans le cas des autres teintes : du travail cité ci-dessus, on peut inférer que ces valeurs devraient être diminuées d'environ 6 dB pour les pourpres ($L = 2.7$ nits) et de 15 dB au moins pour le bleu pur : des expériences sont en cours dans notre laboratoire pour préciser cette question.

Pour des raisons de caractère surtout commercial, on prétend souvent observer les spectacles de la télévision monochrome d'aujourd'hui dans des salles assez abondamment éclairées ; la luminance de l'écran, en l'absence de tout signal, peut atteindre une fraction de nit. De telles conditions d'observation, combinées avec la luminance maximale du spectacle que nous avons choisie conduiraient à des désaturations peu agréables de la gamme des bleus et des pourpres : le spectacle de télévision en couleurs devra s'observer dans une obscurité relative, comme c'est déjà le cas pour le cinéma en couleurs d'aujourd'hui.

Encore une fois, toutes ces remarques ne sont valables que dans les conditions de luminance spécifiées. Dans le cas d'images de luminances très élevées (300 nits par exemple), les exigences de l'œil, en ce qui concerne la gamme des bleus et des pourpres, deviendraient très grandes, pendant que d'autres phénomènes qui n'intervenaient pas jusqu'ici (BEZOLD-BRUCKE, etc...) commenceraient à provoquer des désaturations et des virages dans les teintes de haute luminance.

IV. — Limite de résolution de l'œil examinant le spectacle en couleurs

12. — La perception des formes et des structures par l'œil qui examine un spectacle coloré dépend, d'une part, de facteurs qui caractérisent l'observateur et les conditions physiologiques où il se trouve au moment où il observe, d'autre part de paramètres qui caractérisent le spectacle observé. Des domaines du spectacle paraissent limités par des contours plus ou moins bien définis ; ces contours sont des régions de largeur angulaire variable, souvent petite, à l'intérieur de laquelle le contraste de luminance et (ou) le contraste coloré subissent des variations rapides, en général concomitantes. La figure 6 rappelle la définition très simple du contraste de luminance monochrome qui s'exprime par :

$$\gamma = \frac{L_1 - L_2}{L_1}$$

variable de 0 à 1 où L_1 est la plus forte des deux luminances supposées constantes que sépare la

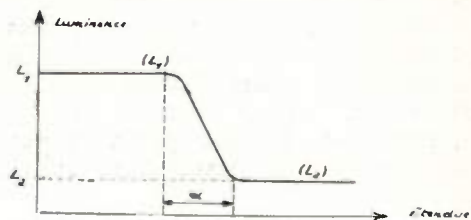


FIG. 6

région de contour. La définition du « contraste coloré », fait d'expérience universelle, est moins familière ; elle est en général absente des mémoires relatifs à la vision des objets colorés. Pour la formuler, supposons que le contraste de luminance est nul dans le domaine observé. Soit, sur le trian-

(1) Y. LE GRAND. — *Optique physiologique*, t. II, p. 106-107.

(2) W.R.J. BROWN. — *J.O.S.A.* 41, p. 684 1951.

gle des couleurs, A et B les points représentatifs des couleurs uniformes séparées par le contour. Exprimons le « chemin colorimétrique » $\overline{A, B}$ par le nombre minimum de chromaticités discernables qu'il faut franchir pour aller de A en B, dans les conditions de luminance constante où l'on se trouve; soit ΔN ce nombre. Soient, sur le même diagramme, K_1 et K_2 deux teintes réelles telles que le chemin colorimétrique minimum $\overline{K_1, K_2}$ contienne le plus grand nombre possible de chromaticités discernables (1), N_0 .

L'un de nous a proposé d'exprimer le contraste de couleur pur par :

$$\Gamma = \frac{\Delta N}{N_0}$$

fraction variable de 0 à 1 comme le contraste de luminance (2).

Dans toutes les mesures de la limite de résolution de l'œil, définie à la façon classique, dans un champ monochrome, on réalise *un* ou *des* contours d'étendue angulaire donnée de chaque côté duquel la luminance garde la même valeur. A l'intérieur de ce domaine angulaire, la luminance passe par un minimum. La figure 7 résume l'état des choses dans de telles expériences; on détermine, pour un contraste γ donné et une valeur donnée de la luminance L_1 la plus petite étendue angulaire α qu'on peut encore distinguer; les résultats, dont la valeur numérique pour un observateur donné, à un moment donné, dépendent un peu de la forme des « mires » et de la loi de variation de la luminance dans le domaine α ; les ordres de grandeur ne dépendent que de γ et de L_1 ; très peu variables dans le domaine des luminances et des contrastes élevés, les valeurs de α augmentent très vite quand l'un ou l'autre de ces paramètres devient faible (3).

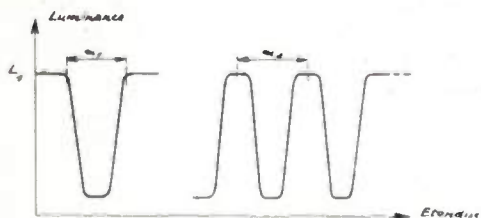


FIG. 7.

13. — Considérons de telles mires dans un champ monochrome dont la couleur varie. Comment varie, toutes choses égales d'ailleurs, la limite de résolution trouvée? Nous donnerons ici les résultats qui concernent les trois primaires que nous avons utilisées. Dans les mesures, on utilisait des

(1) Dans les conditions d'observation réalisées par Mac Adam (loc. cit.), il s'agit du couple rouge extrême — bleu extrême situé sur le spectrum locus.

(2) Cf. P. BILLARD. — La limite de résolution de l'œil pour des lumières colorées (en préparation).

(3) Il n'est ni possible ni désirable de résumer ici des résultats aujourd'hui classiques. Le lecteur se reportera aux ouvrages spéciaux, (par exemple BOUTRY, — Optique Instrumentale, Paris 1946) ou aux mémoires originaux parmi lesquels ceux de M. ARNULF et de ses collaborateurs de l'Institut d'Optique.

mires périodiques du type Foucault, que les observateurs, malheureusement en très petit nombre (4 à 6), entraînés, doués d'une vision chromatique normale, sans astigmatisme résiduel important, examinaient soit dans l'obscurité, soit en présence d'un champ périphérique. Voici d'abord quelques remarques valables pour l'ensemble des résultats obtenus :

1°) La présence d'éclairage ambiant correspondant à des luminances comprises entre 0 et 0,2 nit environ ne produit aucune variation importante de l'ordre de grandeur des limites de résolution.

2°) Les limites de résolution obtenues, toutes choses égales d'ailleurs, pour la primaire rouge et la primaire verte, sont indépendantes de la distance de l'observateur à l'écran sur lequel on projette les mires examinées.

3°) Les mêmes limites, pour les luminances correspondant à coup sûr à la vision diurne, ne dépendent pratiquement pas du temps alloué pour chaque observation, quand ce temps est égal ou supérieur à 0,5 seconde.

4°) Ces deux dernières règles sont en défaut dans le cas de la primaire bleue. Toutes choses égales d'ailleurs, la limite de résolution trouvée avec elle est, entre 0,60 cm et 2 m. (valeurs extrêmes que nous avons utilisées) *fonction de la distance de l'observateur*; la myopie de l'œil normal pour l'extrémité bleue du spectre paraît la cause unique de ce phénomène. Quand les luminances bleues utilisées restent égales ou inférieures à la luminance maximale définie au titre II (0,53 nit), la limite de résolution trouvée cesse d'être indépendante du temps alloué pour chaque observation : l'examen prolongé l'améliore un peu. Cela signifie sans doute que, pour cette primaire et dans ce registre de luminance, l'observateur se trouve placé dans un domaine d'éclairements rétiniens crépusculaires.

Le tableau VI et la figure 8 résument les résultats principaux de ces expériences, dans le cas de mires de contrastes γ égal à l'unité (moyenne pour 4 observateurs).

TABLEAU VI. — Limites de résolution pour les primaires de télévision en couleurs

Luminances, nits.	0,21	0,36	0,53	1	9	30
Primaire Rouge.	—	—	—	1'42"	1'18"	1'10"
Primaire Verte	—	—	—	1'42"	1'20"	1'12"
Primaire bleue, durée d'observation illimitée; distance d'examen 0,6 m	Cas non réalisé en télévision dans les hypothèses faites au titre II			1'57"	1'31"	1'21"
Primaire bleue, durée d'observation 0,5 sec. distance d'examen 1,72 m.	6' à 7'	5'20" à 6'	3'40" à 4'	Cas réalisé en Télévision, avec les hypothèses faites au titre II.		

On voit que, à luminance et contraste égaux, pour des niveaux d'éclairement rétinien élevés, la

myopie de l'œil pour le bleu étant corrigée, la limite de résolution est du même ordre de grandeur pour les trois primaires utilisées. On constate aussi que, dans les conditions de reproduction et d'observation du spectacle de télévision en cou-

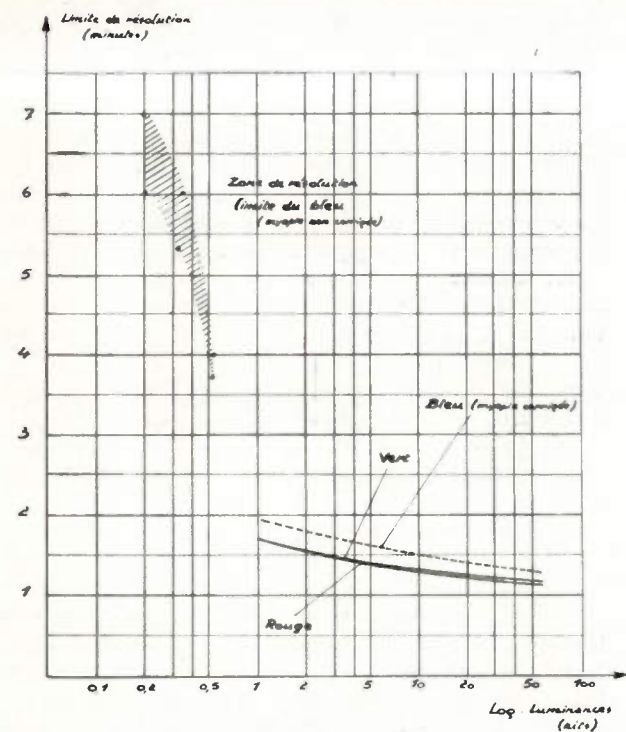


FIG. 8.

leurs telles qu'elles ont été formulées dans ce mémoire, la limite de résolution pour la primaire bleue pure est toujours au moins trois à quatre fois plus mauvaise.

Quelques expériences plus complètes ont été faites à proximité immédiate du spectrum locus, à l'aide de filtres interférentiels; on en rend compte ailleurs (1). Il suffira ici de signaler qu'elles confirment les résultats annoncés ci-dessus. On a procédé également à quelques mesures de la limite de résolution à luminance donnée, en fonction du contraste de luminance pour chaque primaire. Aux niveaux de 9 à 30 nits, pour les primaires verte et rouge, les résultats trouvés sont très peu différents de ceux qu'on obtient en lumière blanche et qui sont classiques. Le tableau VII et la figure 9 résument les résultats obtenus pour la primaire bleue.

TABEAU VII. — Limite de résolution pour la primaire bleue — (moyenne de 6 observateurs)
Luminance 0,53 nit. Distance d'observation 1,72 m.
Observations répétées de durée 0,5 seconde.

Contraste	0,1	0,28	0,56	0,75	1
Résolution :	11'	6'40"	4'42"	3'50"	3'45"

14. — Quelques mesures de la limite de résolution en présence de contraste coloré pur, sans aucun contraste de luminance ont été exécutées:

(1) P. Billard, loc. cit.

on utilisait pour les faire un projecteur triple avec lequel on superposait sur un écran des images de mires géométriquement égales avec une précision de 20 microns, l'écartement des traits étant égal ou supérieur à 1 mm dans la plupart des cas. Le contraste de luminance pour chaque mire projetée seule ne dépassait pas, avec cette méthode, la valeur 0,90. On a réalisé de cette manière des tests bicolores; le tableau VIII résume les résultats obtenus (moyenne pour 4 observateurs).

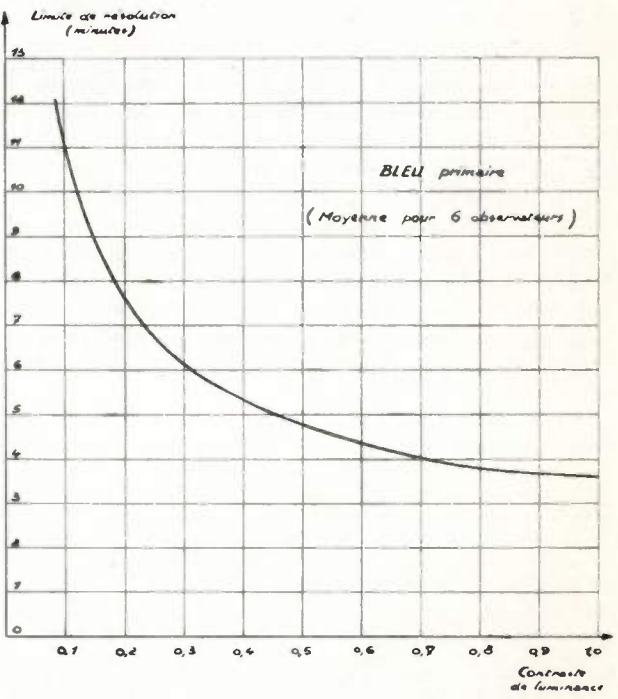


FIG. 9.

En l'absence d'une définition généralement acceptée, nous avons exprimé le contraste coloré pur comme le rapport $\frac{\Delta N}{N}$ défini au § 12; N était ici arbitrairement, le nombre de chromaticités distinctes au niveau de 200 trolands, qui séparent la primaire rouge et la primaire bleue que nous avons utilisées.

TABEAU VIII. — Observations de durée illimitée.
Distance de l'observateur au test 3 m

Brillances nits	Blanc A vert primaire	Blanc A rouge primaire	Blanc A bleu primaire	Rougepr. vert primaire	Vert pri. bleu primaire	Rougepr. bleu primaire
1	2'9"	2'6"	1'52"	1'45"	1'44"	1'42"
9	1'39"	1'34"	1'29"	1'21"	1'20"	1'19"
30	1'29"	1'22"	1'18"	1'12"	1'12"	1'11"
Γ	$\sim 0,46$	$\sim 0,46$	$\sim 0,69$	$\sim 0,85$	$\sim 0,77$	~ 1

Tous les cas examinés dans le tableau VIII concernent des contrastes colorés accusés ($\Gamma > 0,4$); quand il en est ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, on obtient une limite de séparation du même ordre de grandeur qu'en présence d'un grand contraste de luminance.

Quand la primaire bleue intervient il semble qu'on ne se trouve pas placé ici dans les conditions précisées au titre II; on comprend que cela est sans importance : une diminution de la luminance bleue, toutes choses égales d'ailleurs, dans une comparaison rouge/bleu par exemple ajouterait au contraste coloré un contraste de luminance supplémentaire : or, les limites de résolution trouvées dans ces cas sont déjà du même ordre que celles que nous avons obtenues avec un contraste de luminance élevé, en l'absence de contraste coloré.

15. — On comprend que les résultats résumés par les tableaux VI et VII représentent l'ordre de grandeur des meilleures limites de séparation que l'œil peut espérer atteindre dans la reproduction du spectacle en couleurs réalisée avec les niveaux de luminance maximale que nous avons adoptés. Pour les domaines du spectacle où se trouvent des structures ou des détails reproduits avec des contrastes (de luminance ou de couleur) faibles, la séparation sera toujours plus mauvaise. Cette remarque évidente nous amène à considérer le comportement particulier de la primaire bleue dans

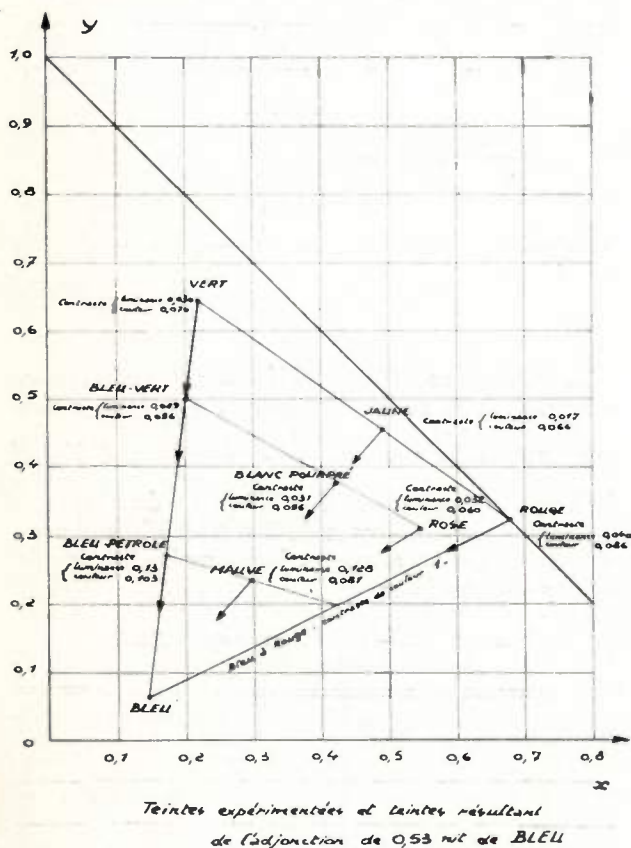


FIG. 10.

la reproduction du spectacle : cherchons ce qui se passe lorsque la structure ou le détail examinés sont reproduits grâce à des variations de la seule luminance bleue, les luminances verte et rouge restant constantes dans le domaine examiné.

Etant donné la faible luminance maximale relative du bleu dans la reproduction, on devine que le contraste coloré et le contraste de luminance qu'on

peut obtenir en projetant sur une teinte plate formée de proportions quelconques de vert et de rouge une « structure bleue » quelle qu'elle soit ne pourrait atteindre des valeurs élevées que si la luminance totale reste basse. Dans les parties brillantes de la reproduction ces contrastes seront faibles et la limite de séparation obtenue dans l'examen de telles structures devra être mauvaise.

Pour préciser cela, on a fait des expériences pour 8 teintes réparties sur le triangle des couleurs conformément aux indications données par la figure 10. Sur cette figure, nous avons représenté par des vecteurs et par des nombres l'amplitude des virages colorés que l'on obtient en ajoutant à la teinte plate considérée supposée réalisée avec sa luminance maximale la luminance maximale de la primaire bleue. Chaque vecteur réunit le point figuratif de la teinte primitive et le point figuratif de la teinte altérée par addition de 0,53 nit de bleu. Le nombre en italique qui l'accompagne représente le contraste de luminance γ le plus élevé qu'on puisse obtenir quand on superpose dans ces conditions une mire type Foucault de contraste 1 projetée en bleu à la teinte plate considérée ; le nombre en caractère gras représente, en utilisant la définition déjà donnée, le contraste coloré maximum l'ainsi obtenu.

Les observateurs étaient placés, comme précédemment, à 1 m. 72 de l'écran qu'ils observaient ; ils effectuaient des examens répétés à volonté, la durée de chaque examen étant limitée à 1/2 seconde. Le tableau IX donne, exprimées en minutes, les moyennes des limites de résolution fournies par 4 observateurs entraînés pour les huit teintes examinées ; on y a joint de nouvelles déterminations de la limite de séparation pour la primaire bleue seule ; ces déterminations, recoupant celles que donne d'autre part le tableau VI, donnent une idée des variations rencontrées dans ces mesures difficiles, et établissent la continuité des résultats.

TABLEAU IX.

Fond : Teinte	Lumin. (nit)	Limite de séparation obtenue en minute d'arc quand la mire bleue de contraste 1 est projetée avec une luminance de :			
		0,53 nit	0,36 nit	0,30 nit	0,20 nit
Bleu vert	17,5	12,8	15,6	17,3	22
Jaune	29,5	13,3	15,3	16,7	20,5
Vert	17,0	13,1	15,2	16,4	20
Blanc pourpre	16,2	11,8	14,3	15,8	19,8
Rose	16,0	12,2	14,4	16,0	19,6
Rouge	12,5	10,3	12,3	13,5	16,9
Bleu pétrole	3,5	8,7	10,3	11,6	14,6
Cyclamen	3,6	7,6	9,1	10,2	13
Bleu primaire (pas de fond)	0	4,8	5,8	6,4	7,7

On s'attendait certes à trouver des séparations mauvaises. Le lecteur sera peut-être surpris pourtant de constater que dans tout le domaine du triangle où les luminances maximales des teintes reproduites dépasse 10 nits, une structure indiquée par la seule primaire bleue n'est en moyenne juste perceptible qu'autant que ses éléments sont vus sous un diamètre apparent toujours supérieur à 10 minutes ; encore s'agit-il ici de limites et d'observa-

teurs avertis par une longue expérience de ce qu'ils allaient voir. Même pour les teintes bleues et pourpres brillantes (*circa* 3 nits) les limites ne descendent pas encore au-dessous de l'ordre de 8 minutes. C'est seulement pour les bleus très sombres qu'on s'approche d'un optimum de l'ordre de 5 minutes. Par contre, dans tous les cas examinés, le virage coloré provoqué par l'addition de bleu était toujours très bien perçu. Que conclure de cet ensemble ? On pourrait en discuter longuement ; dans un spectacle coloré d'une durée limitée, la probabilité d'existence d'une teinte donnée dans un domaine d'étendue donnée est variable et d'évaluation difficile. Sans tenter une telle évaluation, on peut se souvenir que l'attention de l'observateur est toujours normalement attirée vers les régions de luminance élevée ; dans les effets de nuit, le spectateur s'attend à une mauvaise perception des détails ; non seulement l'agencement du spectacle en tient compte, mais encore l'impression d'éclairage nocturne n'est atteinte qu'autant que cette séparation reste mauvaise. C'est pourquoi nous dirons, sans avoir la prétention de formuler ici une règle fixe que, *la géométrie et la reproduction des détails et des structures fines étant supposées correctement assurées par les primaires verte et rouge, il est superfétatoire de chercher à reproduire en bleu primaire autrement que par des teintes plates tous les éléments qui seront vus sous des diamètres apparents inférieurs à une dizaine de minutes*. Nous montrerons par d'autres expériences dans la seconde partie de cet exposé qu'on peut faire des concessions plus larges encore à la nécessité dans laquelle se trouve la Télévision d'économiser la largeur des bandes de fréquences qui lui sont allouées.

16. — Revenons à la notion de chromaticité discernable introduite par Mac Adam. Le nombre minimum de ces chromaticités qui séparent deux points déterminés A et B du triangle des couleurs ne dépend pas seulement des niveaux de luminance considérés, mais encore du diamètre apparent du champ coloré qu'on examine. Ce phénomène, dont l'existence paraît universellement admise est encore fort mal connu. M. Y. LE GRAND (1) en signale l'existence, et rapporte à ce propos quelques essais isolés de MAC ADAM et d'AUBERT ; il est certain qu'en règle générale, et toutes choses égales d'ailleurs, le nombre de chromaticités discernables séparant A et B diminue vite quand le diamètre apparent du champ considéré décroît. Nous poursuivons actuellement des expériences destinées à préciser cet effet dans le cas particulier où nous nous sommes placés. D'importants travaux américains sur la Télévision en couleurs (artifice des mixed highs) partent de là et admettent, dans leur développement, qu'il suffit pour obtenir la restitution correcte d'un spectacle coloré de se borner à reproduire les contrastes de luminance des structures et des détails de faible diamètre apparent, sans se préoccuper d'en restituer les teintes. L'un de nous a soumis cet artifice à une étude

systématique dont les conclusions essentielles sont rapportées dans un autre mémoire (2).

V. — Le Papillotage et la Reproduction du Mouvement

17. — Le phénomène de papillotage a été très soigneusement étudié dans le cas de la télévision

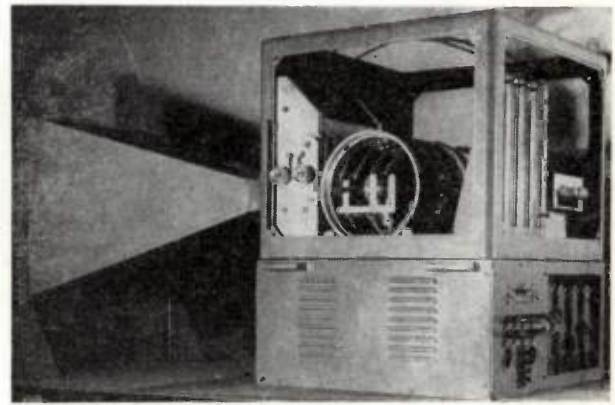


FIG. 11.

monochrome (3). Nous avons voulu étendre cette étude à quelques-uns des cas susceptibles de se présenter en Télévision en couleurs. L'appareil qui fut construit dans ce but est représenté par la photographie (fig. 11) et le schéma (fig. 12) ci-contre. Dans cet appareil quatre ensembles optiques identiques pouvaient projeter sur un écran unique des éclaircissements uniformes. Des filtres colorés convenables placés sur chacun des trajets optiques permettaient de reproduire sur chacune de ces

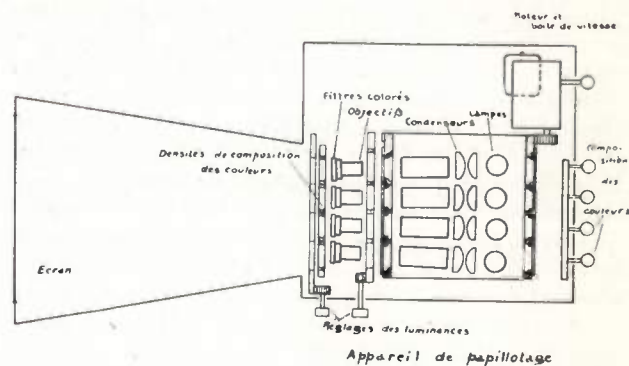


FIG. 12.

« voies » les caractéristiques spectrophotométriques des primaires choisies (§ 11). Les luminances fournies par chaque voie pouvaient être atténuées soit toutes ensemble, soit séparément, grâce à des jeux de filtres neutres préalablement étalonnés. Le papillotage était produit par la rotation du tambour T, formé de l'association de quatre cylindres de plexiglass creux soigneusement polis. Sur cha-

(1) Optique physiologique, tome II, p. 294.

(2) Cf. — Règles rationnelles permettant l'exploitation économique rationnelle des « standards » de télévision actuels. — Onde Electrique, décembre 1954.

(3) Voir par exemple : ENGSTROM. — *Proc. I.R.E.*, 21, p. 1631, (1933) et 23, p. 295, (1935).

[HAANTJES ET DE VRIJER. — *Rev. Tech. Philips*, 13, p. , (1951).

que cylindre était disposé un film sans fin sur lequel on avait exécuté des copies photographiques équidistantes d'un coin photométrique convenable (fig. 13). Quand le tambour tournait à vitesse uniforme l'écran était illuminé par une, deux, trois ou quatre séries d'éclairs périodiques, la luminance de chaque éclair en chaque point de l'écran étant une fonction exponentielle du temps dont l'exposant correspondait à la constante de temps de la

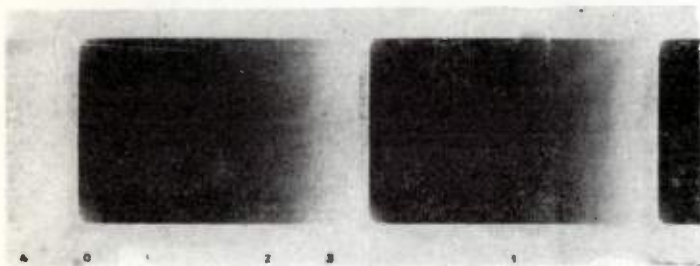


FIG. 13.

matière phosphorescente dont on voulait reproduire les propriétés photométriques. Une description plus complète de cet appareillage sera publiée ailleurs (1).

18. — On a, de cette manière, étudié le phénomène du papillotage pour des teintes correspondant à une dizaine de points du triangle des couleurs, dans le cas où ces teintes étaient reproduites par séquences ternaires, c'est-à-dire par des éclairs successifs et équidistants dans le temps, chaque éclair envoyant sur l'écran un flux lumineux de l'une seulement des lumières colorées primaires utilisées. Voici l'essentiel des résultats obtenus :

1°) Les résultats variant beaucoup d'une observation à l'autre, des expériences ont été faites, dans le cas de la reproduction du blanc par séquence ternaire, sur 86 observateurs non daltoniens; les résultats ont été analysés et l'on a défini de cette façon les relations $L_0 = f(N)$ entre la fréquence des éclairs et les luminances au-dessous desquelles la probabilité que le papillotage ne sera pas perçu atteint une certaine valeur p_0 (dans les exemples que nous donnons, $p_0 = 84\%$). Les expériences furent continuées avec un petit nombre d'observateurs et les résultats qu'elles fournissaient furent ajustés aux valeurs absolues des brillances obtenues dans le cas précédent.

2°) La loi de Ferry-Porter, d'abord formulée pour des éclairs « rectangulaires », (cas du cinéma) reconnue ensuite valable pour des éclairs exponentiels (télévision monochrome) reste valable pour les séquences ternaires colorées, dans un domaine de fréquences qui s'étend des fréquences les plus basses que nous avions utilisées à une limite voisine de $N_0 = \frac{125}{3}$ (~ 42 éclairs par seconde pour

chaque primaire). Dans tout ce domaine, pour un observateur donné, le logarithme de la luminance au-dessus de laquelle la sensation de papillotage

(1) P. BILLARD. — Le papillotage des séquences ternaires en télévision (en cours de publication).

s'établit est une fonction linéaire de la fréquence des éclairs.

3°) La pente et l'ordonnée à l'origine de ces fonctions dépendent de la teinte choisie. La figure 14 montre ce qui se passe pour neuf teintes dont les coordonnées colorimétriques sont respectivement :

1. — Vert pâle	($x = 0,340$ $y = 0,491$)	5. — Vert primaire	(Cf. § II)
2. — Jaune pur (sans bleu)	($x = 0,489$ $y = 0,455$)	6. — Vert-bleu	($x = 0,189$ $y = 0,421$)
3. — Blanc A	($x = 0,340$ $y = 0,491$)	7. — Rouge-pourpre	($x = 0,518$ $y = 0,246$)
4. — Bleu ciel	($x = 0,294$ $y = 0,234$)	8. — Rouge primaire	(Cf. § II)
		9. — Bleu primaire	(Cf. § II)

L'une des deux courbes représentées sur la figure se distingue par des fréquences de papillotage bien différente et une pente partout beaucoup plus faible toutes choses égales d'ailleurs, que pour toutes les autres : elle correspond à la primaire bleue.

4°) La loi de Ferry Porter est en défaut, dans tous les cas, aux fréquences élevées, comme on le voit bien sur la figure 14; elle est aussi en défaut pour la primaire bleue dans tout le domaine de nos expériences. Nous retrouvons là de nous au le comportement spécial de cette primaire.

5°) On sait que, d'ordinaire, le papillotage est perceptible avant de devenir gênant; nos expériences

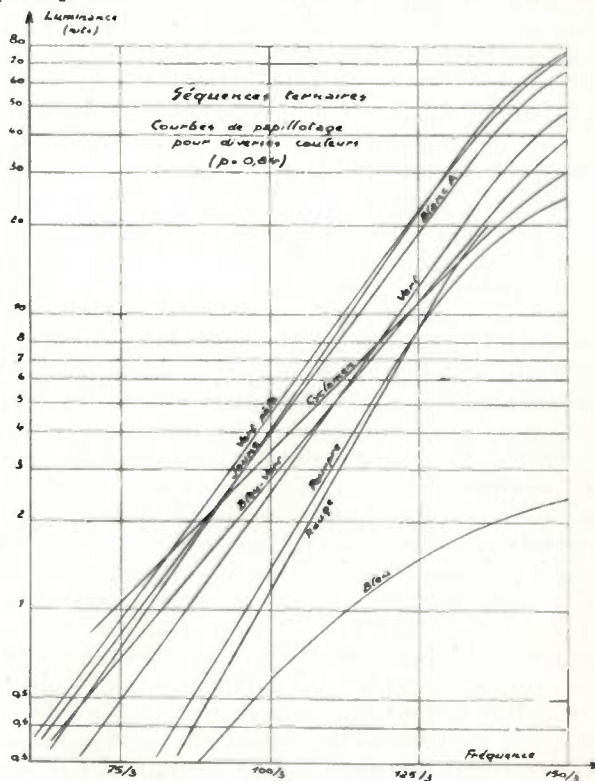


FIG. 14

ces montrent que, dans le domaine où la loi de Ferry-Porter commence à être en défaut, le papillotage ne prend en aucun cas le caractère de gêne

intolérable : dans cette région, tous les observateurs semblent changer de critère de jugement.

6°) Supposons le reproducteur réglé de façon à ce que la luminance maximale de l'écran corresponde au blanc 2848° K, par exemple. Compte tenu des résultats donnés § 11 de ce mémoire, la figure 15 donne, dans le cas d'une séquence ternaire de fréquence $\frac{150}{3}$ les valeurs des probabilités de papillotage en divers points du triangle des couleurs (calcul conduit en donnant au blanc A une brillance de 60 nits correspondant à une probabilité de non-papillotage de 84 %). Il faut

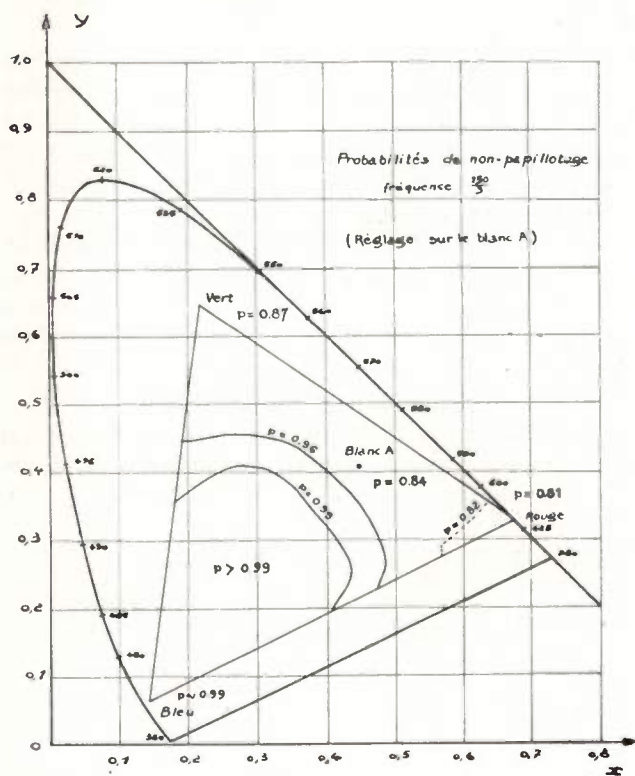


FIG. 15.

attirer l'attention sur les erreurs successives dont se trouvent inévitablement entaché le tracé des domaines de la figure 15; malgré cela, on peut conclure aisément que le papillotage ne sera jamais perçu pour aucune teinte reproduite s'il ne l'est pas pour le rouge primaire à luminance maximale. La différence entre la probabilité de non-papillotage du rouge et du blanc à la luminance maximale reste assez faible pour qu'on puisse admettre que, le papillotage dans la reproduction du blanc étant juste perceptible, il ne sera nulle part gênant.

7°) Les variations de la brillance au-dessus de laquelle le papillotage apparaît, pour une fréquence donnée, quand on fait croître l'angle sous lequel l'observateur examine l'écran sont très semblables à celles qui ont été antérieurement décrites par Haantjes et de Vrijer (1). Tous les résultats donnés ci-dessus se rapportaient à un

(1) HAANTJES ET DE VRIJER. — *Rev. Tech. Philips*, 13, 1951.

angle de champ horizontal de 12° (rapport de la largeur à la hauteur de l'écran : 4/3). La figure 16 donne les variations de la luminance correspondant au papillotage juste perceptible, dans le cas du blanc A, quand cet angle varie de 1° à 20° environ.

19. — On peut évidemment reproduire une teinte donnée par synthèse trichrome additive en télévision d'un grand nombre de manières. Pour ne pas alourdir exagérément cet exposé, nous nous contenterons de signaler le résultat obtenu par la comparaison de trois procédés simples :

A l'aide de l'appareil déjà décrit, on reproduisait sur un écran la même teinte composée (blanc A ou jaune pur par exemple) avec sa luminance maximale soit en *séquence ternaire* (3 éclairs successifs fournissant les primaires), soit en *séquence binaire* (deux éclairs successifs, Vert + Bleu, Rouge + Bleu respectivement), soit par *séquence monochrome* (tous les éclairs identiques en intensité ont les coordonnées colorimétriques de la teinte à reproduire); dans chaque cas, pour un observateur donné, on notait la fréquence au-dessous de laquelle le papillotage devenait perceptible. Les résultats ont été d'une régularité remarquable. Une vingtaine d'observateurs, soit rompus à ce genre d'expériences, soit visiteurs occasionnels ont toujours trouvé que ces fréquences étaient entre elles comme les nombres 3, 2, 1, pour le domaine des luminances indiqué au début du mémoire. Des fréquences souvent mesurées, dans le cas du blanc A dans ces conditions ont été respectivement : 144, 97 et 48. Remarquons encore que, dans ces dernières expériences, la présence ou l'absence de la primaire bleue est sans influence sur les résultats obtenus, ce qui était facilement

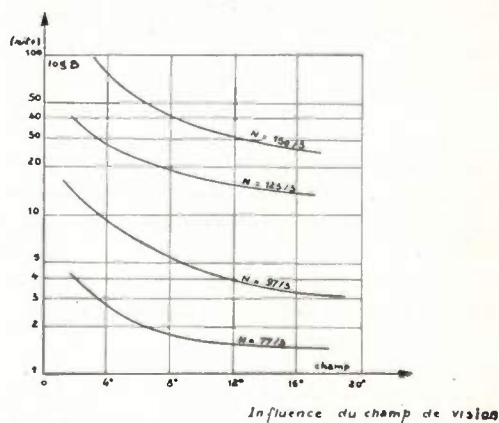


FIG. 16.

prévisible à partir des résultats résumés figure 14.

Terminons en rappelant que la technique cinématographique a établi depuis longtemps que l'illusion du mouvement est déjà suffisamment assurée sur l'écran d'une salle de spectacle, par une cadence de prise de vues et de projection des images atteignant 12 par seconde : la comparaison de cette valeur avec les fréquences critiques de papillotage que nous avons données ci-dessus est suggestive et sera l'un des points de départ de la deuxième partie de ce travail.

NOUVEAU PROCÉDÉ DE TÉLÉVISION AVEC ANALYSE EN SPIRALE

PAR

René DERVEAUX

Ingénieur E.C.P.

Directeur Général des Laboratoires Derveaux

INTRODUCTION.

L'étude qui va suivre est consacrée à la description d'un système de télévision, dont la caractéristique essentielle est l'analyse en spirale.

Le point analyseur, partant du centre de l'image, décrit une spirale régulière jusqu'aux bords extérieurs. Après quoi, il revient au centre, d'une manière pratiquement instantanée. Ce procédé original présente des avantages considérables pour les applications industrielles de la Télévision.

Ce système a été mis au point dans les Laboratoires R. DERVEAUX, par une équipe de techniciens au premier rang desquels nous devons citer Monsieur CROVELLA qui est à l'origine des développements.

Notre propos est, d'abord, de décrire sommairement les moyens utilisés pour arriver aux résultats annoncés. Après quoi, nous nous efforcerons de montrer, par comparaison, les avantages présentés par ce procédé original. Enfin, la description détaillée des différentes installations et la justification mathématique des solutions employées feront l'objet d'une étude plus étendue, dans un numéro prochain.

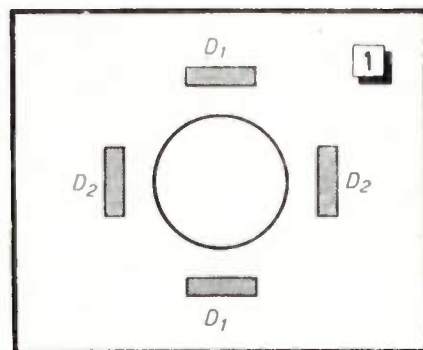
PRINCIPE DU BALAYAGE EN SPIRALE.

Le balayage en spirale est obtenu en appliquant deux tensions sinusoïdales déphasées de 90° d'amplitude croissant depuis zéro jusqu'à un certain maximum, sur deux déflecteurs placés à angle droit (fig. 1). On peut, tout aussi bien, utiliser la

déviations électromagnétique que la déviation électrostatique. A la fin de l'exploration, l'amplitude s'annule brusquement : les signaux de balayage sont donc des ondes sinusoïdales modulées en dent de scie à la fréquence des trames (fig. 2).

On peut, d'ailleurs, procéder en sens inverse : spirale décroissante jusqu'au centre, suivie d'un brusque retour vers la périphérie.

Enfin, on peut réaliser l'équivalent d'un entrelacement d'ordre quelconque.



On remarque immédiatement qu'avec un tel procédé d'analyse, la vitesse d'exploration croît linéairement depuis le centre jusqu'à la périphérie.

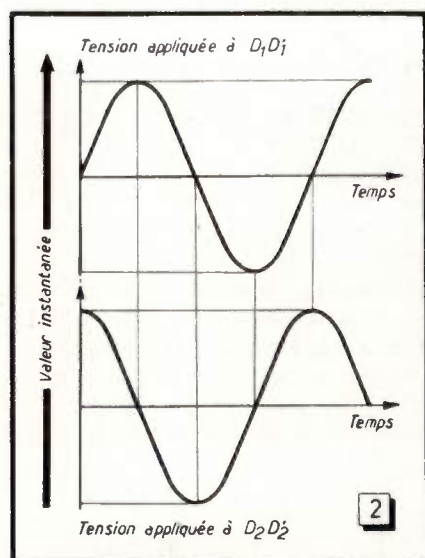
A. Camera photicon infra-rouge.

A4. Camera photicon à circuit imprimé interchangeable.

A3. Camera vidicon à très grande sensibilité.



rie. La définition radiale est constante, mais la définition par unité de surface tend théoriquement vers l'infini au centre de l'image et décroît vers les bords. C'est un résultat avantageux en pratique, car le plus souvent, l'image présente un centre d'intérêt.



La variation de vitesse n'entraîne aucune trahison des valeurs relatives de luminance entre les diverses régions de l'image puisqu'elle se manifeste d'une manière homologue sur la cible du tube de prise de vue et sur l'écran du tube reproducteur. Toutefois, la luminance absolue du point reproducteur est fonction de sa vitesse. Mais il est facile d'éviter l'assombrissement des bords de l'image au moyen d'une correction automatique du tube reproducteur.

En résumé, le verrouillage absolu entre les trames d'analyse, à l'émission et à la réception, est exclusivement assuré par une tension sinusoïdale d'amplitude variable. En dehors de cette tension dite de « pilotage », il n'y a aucun signal de synchronisation ; du moins, si l'on donne à ce terme sa signification habituelle.

La tension de pilotage peut être incorporée à la même onde porteuse que les signaux à video fréquence. On peut aussi, naturellement, utiliser une onde porteuse auxiliaire transmise intégralement, atténuée, ou entièrement éliminée.

Enfin, les fronts raides de fin de trames peuvent, à l'émission, être remplacés par une fréquence pilote secondaire occupant une bande beaucoup plus réduite dans le spectre. Les dents de scie sont facilement reconstituées dans les circuits récepteurs.

UTILISATION DU SPECTRE.

Le spectre d'une émission de télévision utilisant le système classique est constitué par des « raies » occupant des repères spectraux multiples exacts de la fréquence d'analyse horizontale. Pour une image

« normale », ou « moyenne », on a estimé que près de la moitié du spectre total était inutilisé (exactement 46 % d'après les travaux de DOME).

Or, avec l'analyse en spirale, le spectre est pratiquement continu, puisque la seule fréquence de récurrence est celle des trames, soit 50 hertz. Les paquets d'énergie sont alors tellement voisins, qu'on peut considérer la bande de fréquences, comme totalement employée.

D'autre part, dans le procédé classique, la transmission des signaux de synchronisation occupe nécessairement une partie non négligeable du spectre. Il est difficile de chiffrer la bande ainsi occupée. Elle est d'autant plus importante que les impulsions de synchronisation ont une durée plus réduite.

UTILISATION DU TEMPS.

C'est un autre aspect de la question examinée dans le précédent paragraphe. Dans l'analyse en spirale, la totalité du temps disponible est utilisée pour la transmission des informations de luminance. Le temps perdu pendant les périodes d'effacement n'est nullement négligeable dans les systèmes classiques. Pour nous en rendre compte, il suffit de considérer, par exemple, les normes C.C.I.R.

Pendant la durée d'une ligne, c'est-à-dire 64 microsecondes, les informations de luminance sont supprimées pendant 11,52 microsecondes, soit plus de 18 %. Les « paliers » d'effacement pour les trames représentent 10 % de l'intervalle qui sépare deux trames. La perte totale atteint donc 28 %.

Dans le système d'analyse en spirale le « temps mort » est totalement supprimé si l'on adopte le principe d'une spirale alternativement croissante



Récepteur d'image spirale à écran plat, rond et aluminé en modèle de table à inclinaison réglable. Les commandes de la caméra se font à partir du récepteur.

et décroissante. Avec l'analyse simple : spirale croissante suivie d'un brusque retour, la perte de temps est inférieure à 2 %.

UTILISATION DE LA PUISSANCE A L'ÉMISSION.

Avec les systèmes classiques, la séparation des informations de luminance et de synchronisation s'effectue en fixant un niveau de « noir ». Dans les normes actuellement en exploitation, aussi bien en Europe qu'en Amérique, ce niveau représente 25 % de l'amplitude maximum. Il en résulte que 25 % de la puissance rayonnée est exclusivement consacrée aux informations de synchronisation.

Le système d'exploration en spirale permet d'abaisser très notablement le niveau des informations de synchronisation et, en conséquence, de mieux utiliser la puissance de l'émetteur.

LES CAMÉRAS DE PRISE DE VUE.

Notons d'abord que tous les tubes de prise de vue : supericonoscope, photicon, vidicon, image-orthicon sont équipés de surfaces photo-sensibles circulaires. L'analyse en spirale permet l'utilisation totale de ces surfaces.



Ci-dessus : « L'œil sous-marin », autrement dit une caméra sous-marine.

Ci-contre : « L'œil de vision diurne » ou caméra industrielle commune.



Le problème de la correction des taches de certains tubes de prise de vue se présente sous une forme tellement simple qu'il est possible de supprimer les générateurs spéciaux de signaux correcteurs.

Les générateurs de signaux d'effacement sont ici supprimés.

Les bobines de déflexion sont très légères et la puissance électrique nécessaire est beaucoup plus faible que pour un balayage discontinu. (Cette question sera examinée plus loin, à propos du récepteur).

De tout cela, il résulte qu'il est possible de construire des caméras légères et peu encombrantes, comportant simplement le tube de prise de vue, le déflecteur et l'amplificateur de video-fréquences. Pour la réalisation que nous décrirons dans un prochain article, on a utilisé la technique des « circuits imprimés ».

La caméra normale n'est pas plus encombrante

qu'un appareil cinématographique d'amateur. Elle ne pèse que 1,5 kilogramme. Un équipement de Télévision industrielle doit pouvoir être mis entre toutes les mains. Les réglages doivent être aussi peu nombreux que possible. Ils sont ici réduits à un réglage de mise au point optique, à un réglage de concentration et d'intensité du spot d'analyse et à un réglage d'amplitude de balayage.

LE RÉCEPTEUR.

Le récepteur utilise des tubes à rayons cathodiques à écran circulaire, ce qui est évidemment la forme la plus industrielle. Il est beaucoup plus simple que dans les systèmes classiques, puisque tous les circuits de relaxation et de synchronisation sont éliminés.

Avec le balayage linéaire, l'unique information de synchronisation est constituée par les impulsions de fin d'exploration. En somme, on fixe le moment de départ de chaque ligne, mais la position précise du point reproducteur entre deux informations est déterminée par la variation de

courant du tube de balayage horizontal. Il est, en effet, très difficile d'obtenir que la vitesse du spot soit rigoureusement uniforme le long de la ligne (c'est également vrai à l'émission). Il en résulte des distorsions géométriques.

Avec le balayage en spirale, le pilotage du spot est absolument continu. Une variation de fréquence instantanée à l'émission est sans importance, puisqu'on la retrouve identique à elle-même dans le circuit récepteur. Il n'en résulte aucune distorsion géométrique.

Dans le récepteur classique, on trouve généralement :

- Un tube séparateur de signaux de synchronisation ;
- 2^e tube séparateur pour les signaux de synchronisation verticale ;

- Relaxateur synchronisé pour la déviation verticale ;
- Tube amplificateur de balayage ;
- Relaxateur synchronisé pour la déviation horizontale ;
- Tube amplificateur de balayage avec circuit de récupération.

Si l'on utilise l'analyse en spirale, tous ces circuits sont remplacés par un simple amplificateur

et d'intensité). Il est difficile d'éviter complètement les oscillations parasites. D'ailleurs, malgré l'emploi de la « récupération », il faut nécessairement faire appel à des tubes de grande puissance PL 81 — 6 BG 6).

Par comparaison, on peut obtenir le balayage en spirale au moyen de simples tubes de réception du modèle courant — (ECL 80) et il n'y a production d'aucune surtension.

QUELQUES PARTICULARITÉS.

— Le départ de la spirale d'analyse peut, à volonté, être rendu visible ou non. Il définit avec une extrême précision l'axe optique de la caméra. Dans de nombreuses applications, cette particularité est extrêmement intéressante : elle permet d'éviter le montage d'un réticule dans le système optique.

— Si la caméra est portée par un engin en mouvement rapide (fusée, avion à réaction), l'effet Doppler qui se manifeste sur l'image se traduit par une rotation. La vitesse angulaire permet de connaître, avec précision, la vitesse de l'engin.

— Si l'engin porteur de caméra est en rotation rapide (projectile), il est facile de compenser ce mouvement dans les circuits récepteurs et d'obtenir une image fixe.

De la même manière, si la caméra est fixe alors que le sujet est soumis à un mouvement de rotation, on peut obtenir une image fixe. On peut, à volonté, agrandir ou diminuer l'image sans la déformer géométriquement, ou la faire tourner d'un angle quelconque. Ces modifications, souvent fort utiles sont commandées par simples potentiomètres et à la réception, si on le désire.

CONCLUSION.

L'examen théorique auquel nous venons de nous livrer dans le présent article montre tout l'intérêt que présente l'analyse en spirale pour la télévision industrielle.

Un prochain article viendra justifier ces prévisions en donnant les caractéristiques précises de divers équipements destinés à des applications particulières.

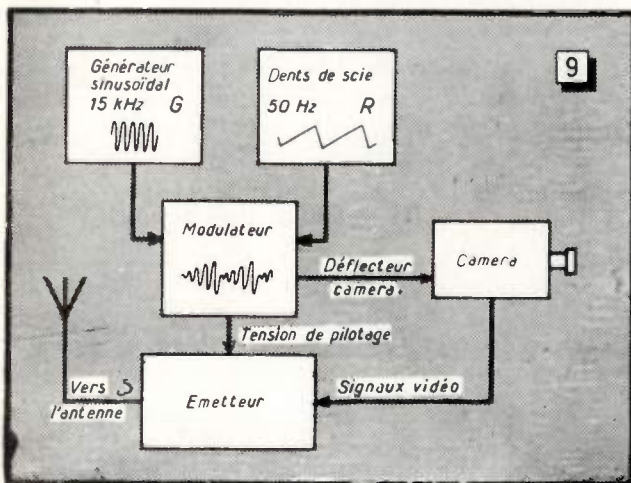


Schéma synoptique simplifié montrant le fonctionnement du système de télévision à analyse spirale, en ce qui concerne l'émission.

de la tension de pilotage, précédé du circuit séparateur. Après amplification, les signaux sont écretés pour éliminer toutes les impulsions parasites et les fronts raides de fin d'exploration sont reconstitués sous forme de dent de scie.

Les discontinuités de l'analyse linéaire ont d'autres conséquences. Dans un téléviseur classique, équipé d'un tube de dimensions normales, l'intensité de crête dans les bobines de déviation horizontale ; est de l'ordre de 1 ampère. La brusque coupure des circuits inductifs du déflecteur entraîne une surtension qui est généralement de l'ordre de 3 000 à 4 000 volts. L'efficacité énergétique du système serait déplorable si l'on avait recours à des artifices assez compliqués (récupération de tension

LA STATION DE TÉLÉVISION DE STRASBOURG

Le 30 Septembre 1953, l'éther strasbourgeois était ébranlé pour la première fois sous l'impulsion d'un émetteur français de télévision et le 15 Octobre la station de STRASBOURG commençait ses émissions expérimentales.

Elle inaugurerait sa mise en service régulier le 25 Décembre par la retransmission, à partir de PARIS, du programme de Noël.

Il a donc paru opportun de présenter aux lecteurs de l'Onde Electrique la plus récente des réalisations de l'Administration de la Radiodiffusion et Télévision Françaises, réalisation dont nous sommes assurés maintenant qu'elle sera rapidement suivie de beaucoup d'autres.

Cette présentation est d'autant plus opportune que la conception du matériel installé à STRASBOURG est tout à fait nouvelle par rapport à celle des équipements des stations de PARIS et de LILLE, mises en service en 1950 et 1951.

L'Administration et les constructeurs ont, en effet, mis à profit la période des vaches maigres qui a suivi le timide démarrage de 1950 pour mettre au point d'une manière précise et originale les spécifications des types de matériel devant équiper le réseau français de télévision. Le Centre de STRASBOURG peut donc être considéré, à ce titre, comme un prototype.

I. — ORGANISATION GÉNÉRALE DE LA STATION DE TÉLÉVISION DE STRASBOURG ⁽¹⁾

PAR

J. LAMARCHE

Ingénieur en Chef des Télécommunications

1. — PRÉSENTATION.

La station de télévision de STRASBOURG est destinée essentiellement à diffuser aux téléspectateurs de la région comprise dans un cercle d'une quarantaine de kilomètres autour de STRASBOURG le programme national acheminé depuis PARIS par le réseau hertzien des P. T. T.

Elle comporte néanmoins des moyens permettant la réalisation de productions régionales qui pourront être incorporées au programme national dès que le réseau hertzien comportera une voie de retour vers PARIS.

Les éléments principaux de la station sont :

- un centre « video » comprenant un studio de prises de vues directes de 100 m², un télécinéma et une installation de transit ;
- un équipement mobile de reportage avec son relais de transmission hertzienne ;
- un équipement de production de films cinématographiques de 16 mm ;

— un ensemble d'émission émettant dans la bande des 200 Mc/s et comprenant un émetteur image 3 kW crête et un émetteur son 800 W porteuse dont les rayonnements sont assurés par une antenne directive commune supportée par un pylône de 100 mètres de hauteur. Le pylône sert également de tour de réception pour les reportages. Le gain de l'antenne est tel que la puissance apparente rayonnée est de l'ordre de 20 kW, sauf dans la direction de l'Est où elle est pratiquement nulle.

2. — IMPLANTATIONS.

Les centres video et émetteur sont logés dans un même bâtiment édifié sur le terrain de la R. T. F. situé place de Bordeaux.

Les figures 1, 2 et 3 montrent les détails de disposition de ce bâtiment qui comprend un sous-sol et un rez-de-chaussée.

La figure 4 donne une vue du bâtiment avec en arrière-plan le pylône provisoire.

Les figures 5, 6, 7 et 8 représentent respectivement les implantations du matériel dans la salle d'émission et la salle d'énergie, la salle des équi-

⁽¹⁾ Conférence faite à la Société des Radioélectriciens le 13 mars 1954.



pements video, la salle des télécinémas et la régie.

La salle d'émission pourra recevoir, en outre, d'une part, deux ou trois émetteurs 250 watts F. M.



FIG. 4.

et, d'autre part, les équipements de départ du relais hertzien régional STRASBOURG-MULHOUSE.

3. — DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DU CENTRE VIDEO.

3.1. — Video.

Les images sont fournies à partir, soit de PARIS par l'intermédiaire du réseau des P. T. T., soit des deux caméras de prise de vue directe situées dans le studio, soit des télécinémas, soit de l'équipement mobile de reportage par l'intermédiaire du relais hertzien léger, soit encore d'une mire électronique.

Le matériel est réparti dans 4 salles : studio, télécinéma, régie et équipement. La figure 9 indique l'articulation de la mise en œuvre de ce matériel.

Dans le *studio*, on trouve deux caméras de prise de vue directe à supericonoscope (type *Photicon*) et un récepteur video de contrôle qui reproduit l'image finale telle qu'elle sort du pupitre de la régie.

Dans la salle du *télécinéma*, on trouve, d'une part un groupe de deux dérouleurs de 35 mm avec son système d'analyse et le récepteur video de contrôle qui reproduit l'image issue de la voie correspondante (cette voie se trouve dans la salle des équipements), d'autre part, un groupe de dérouleurs 16 mm avec son système d'analyse et le récepteur de contrôle. Un troisième récepteur reproduit l'image finale et permet à l'opérateur de suivre le déroulement du programme.

Dans la salle des *équipements*, se trouvent d'abord, deux générateurs de signaux de synchro (dont un de secours) avec les distributeurs chargés d'aiguiller les signaux vers les voies et le mélan-

geur de la régie. Ces appareils sont contenus dans la baie de synchro (figure 10). On y trouve ensuite les deux voies des caméras de prise de vue directe et les deux du télécinéma. Ces 4 voies sont installées dans des meubles à pupitre escamotable (figure 11). Les opérateurs disposent, pour la surveillance de l'exploitation, d'un récepteur de contrôle par voie, d'un récepteur fournissant l'image finale en provenance de la régie et d'un récepteur fournissant l'image H. F. donnée par un démodulateur H. F.

Les images sans synchro issues des voies sont renvoyées à l'entrée du mélangeur de la régie.

Les images avec synchro (1^{re} sortie) des voies de caméra de prise de vue directe sont renvoyées directement aux récepteurs de la régie. Celles des voies télécinéma sont renvoyées au télécinéma.

Les images avec synchro (2^e sortie) des 4 voies sont renvoyées sur le panneau général de répartition. (Les récepteurs de la régie ne peuvent donc recevoir les images des voies télécinéma qu'à travers ce répartiteur.)

Sur ce répartiteur arrivent :

- la sortie du mélangeur de régie ;
- l'arrivée des reportages ;
- l'arrivée du réseau P. T. T. ;
- les images avec synchro des voies (2^e sortie) ;
- l'image du monoscope (éventuel) ;
- le signal de mire ;
- les signaux des générateurs de maintenance (générateur de signaux type et wobblateur video).

En partent les images vers :

- l'émetteur local ;
- le réseau hertzien P. T. T. ;
- le réseau hertzien régional R. T. F. (éventuellement) ;
- les récepteurs de régie (en ce qui concerne les images en provenance du télécinéma, du monoscope, des reportages et du réseau P. T. T.).

L'image en provenance du réseau P. T. T. arrive de la Tour de l'Hôtel des Postes de STRASBOURG, point terminal du faisceau hertzien, par l'intermédiaire de deux coaxiaux terminés dans le centre video par des amplis d'arrivée, chargés d'amplifier les signaux, de les corriger et de rétablir l'allure des signaux de synchro. Un récepteur de contrôle intermédiaire permet de contrôler la qualité de la modulation.

L'image à destination du réseau P. T. T. est amplifiée avant d'être délivrée au câble par un amplificateur de départ.

Les amplis d'arrivée et de départ sont logés dans la baie de liaison au réseau P. T. T. (figure 10).

Les images à destination de l'extérieur du centre video, qu'elles soient dirigées vers le réseau P. T. T. ou vers l'émetteur local sont contrôlées par un récepteur de contrôle intermédiaire.

Le répartiteur général, les récepteurs de contrôle intermédiaire et les distributeurs de modulation video sont logés dans la baie de répartition (figure

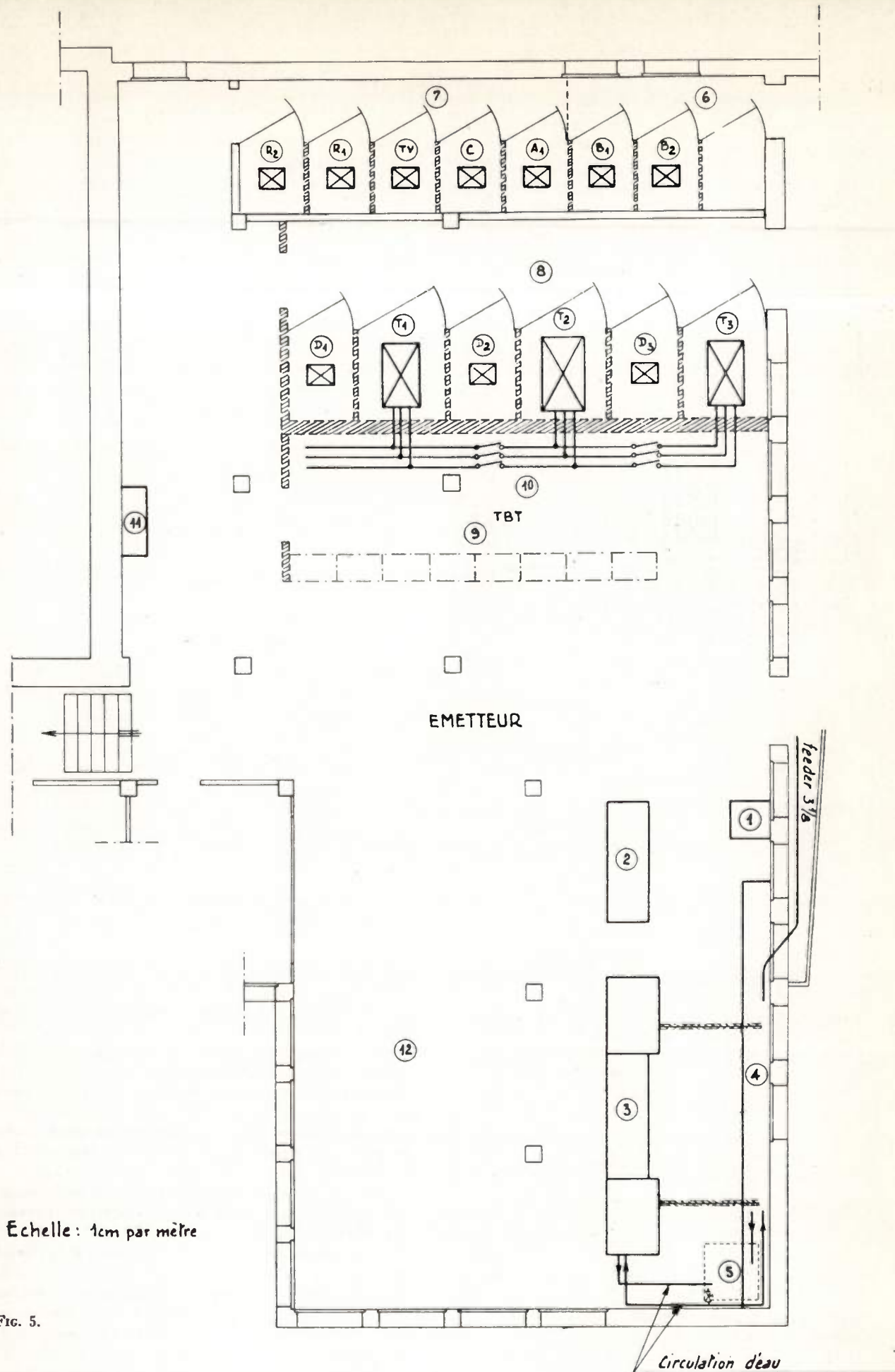
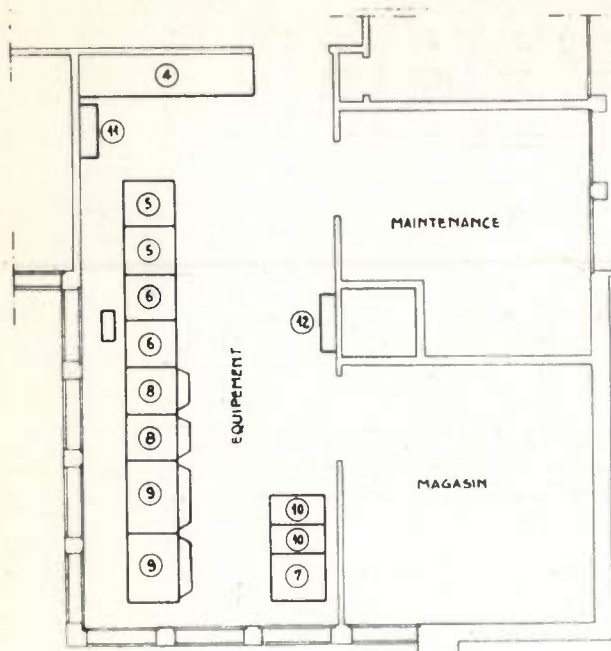


FIG. 5.

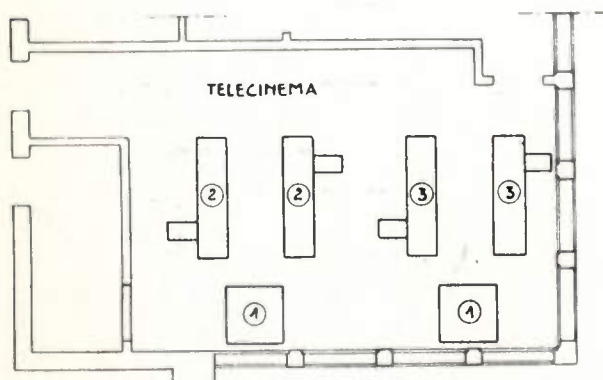
- (1) Meuble de distribution
- (2) Baie de maintenance
- (3) Emetteurs
- (4) Filtre
- (5) Regard
- (6) Cabine HT. ES.
- (7) Cabine arrivée RTF
- (8) Cabine transformateurs TV
- (9) Tableau de commande BT

- (10) Tableau des contacteurs généraux
- (11) « « « studio
- (12) Emplacement émetteurs FM
- (D₁) (D₂) (D₃) Disjoncteurs
- (T₁) (T₂) (T₃) Transformateurs
- (R₁) (R₂) (T_v) Sectionneurs départ
- (C) Comptage
- (A₁) Arrivée
- (B₁) (B₂) Sectionneurs de bouclage (ES)



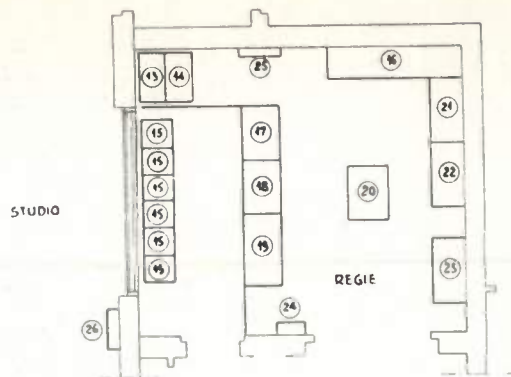
- ④ Meuble distribution générale
- ⑤ Commutation son
- ⑥ " video
- ⑦ Voie synchro
- ⑧ " directe
- ⑨ " télécinéma
- ⑩ Relais
- ⑪ Tableau téléphonique BL
- ⑫ " d'énergie

FIG. 6.

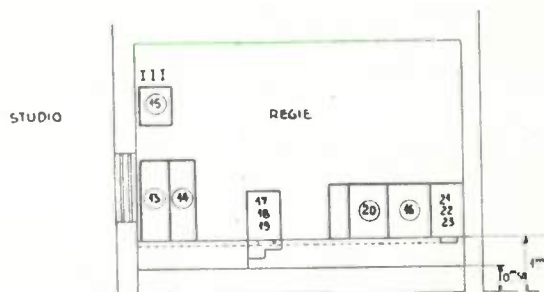


- ① Meuble de contrôle
- ② Appareil de projection 35 mm.
- ③ " " " 16 mm.

FIG. 7.



COUPE



- ⑬ Distributeur video
- ⑭ Alimentation BF
- ⑮ Récepteur
- ⑯ Table de décharge
- ⑰ Pupitre mélange
- ⑱ " script-girl
- ⑲ " son
- ⑳ Pupitre chef d'émission
- ㉑ Graveur
- ㉒ Lecteur
- ㉓ Magnéphone
- ㉔ Tableau d'énergie
- ㉕ Répartiteur son
- ㉖ Tableau d'éclairage du studio

FIG. 8.

10) qui contient également le démodulateur H. F. et deux générateurs de mesure dont il sera question plus loin (générateur de signaux types et wobblateur video).

On remarquera que les images issues du télécinéma ou de l'extérieur (réseau P. T. T., reportages) peuvent être renvoyées directement sur les sorties, sans passer par la régie, ce qui permet en particulier de libérer celle-ci pour une répétition. Pour le relais de PARIS, cette attaque directe de l'émetteur est la règle ; elle permet d'économiser le personnel de la régie. De toute façon, la régie dans un tel cas, peut suivre le déroulement de l'émission au moyen du récepteur d'image H. F.

L'opérateur de la régie dispose d'un pupitre mélangeur à 6 entrées : 4 sans synchro, 2 avec synchro. Les entrées sans synchro amènent directement les images des voies directes et des voies de télécinéma. Les entrées avec synchro amènent les images du programme national, de l'équipement de reportage (ou du monoscope) à partir du répartiteur général de la salle d'équipements. L'opérateur de régie peut commuter les images sans synchro en

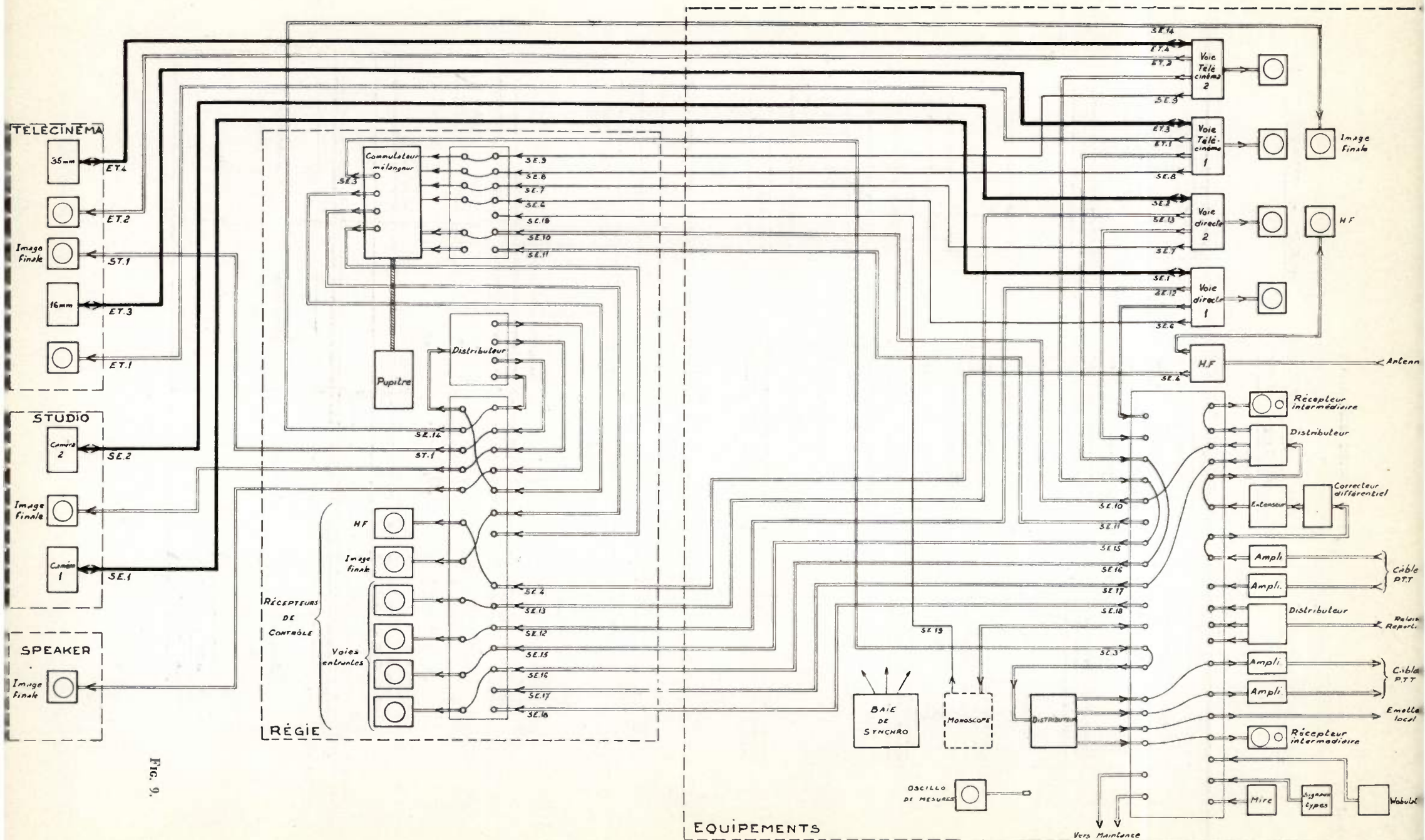


Fig. 9.

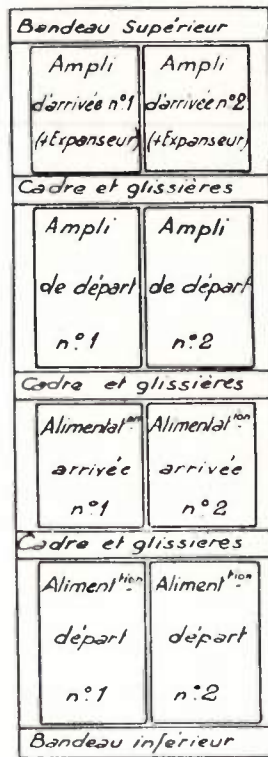
BAIE DE SYNCHROBAIE DE LIAISON
AU RESEAU P.T.T.BAIE DE REPARTITION

FIG. 10.

Voies Télécinéma

Voies de prise de vue directe

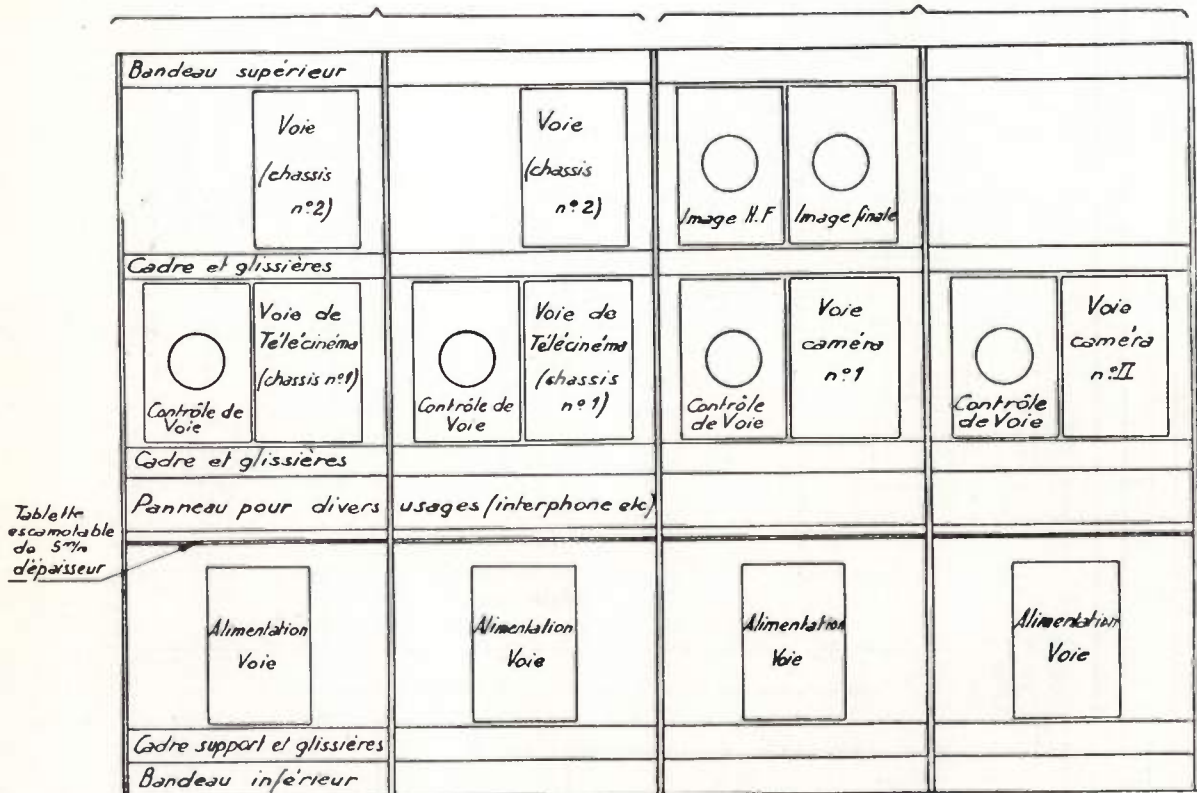


FIG. 11.

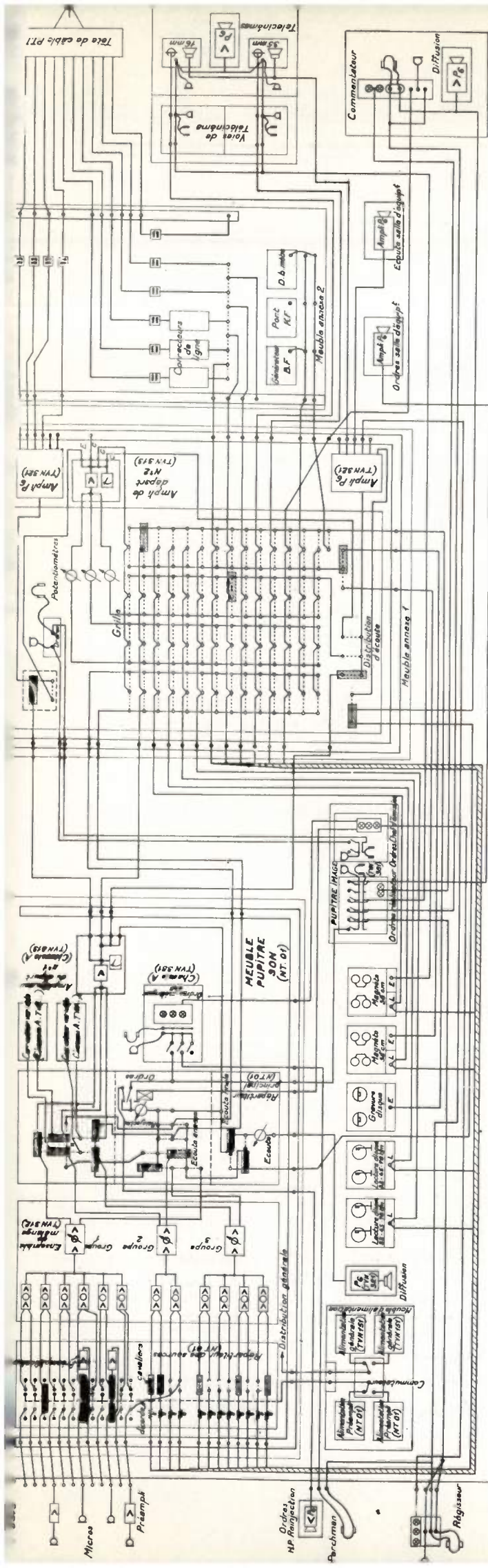


FIG. 12.

fondue ou brutalement, mais il ne peut commuter les images avec synchro que brutalement.

La sortie du mélangeur alimente l'extérieur du centre video, notamment l'émetteur local, à travers la salle d'équipements et directement les récepteurs d'image finale de la régie, des équipements, du télécinéma, du studio et de la cabine du commentateur.

L'opérateur dispose aussi de 6 récepteurs de contrôle : 4 donnent les images entrantes (par exemple 2 voies directes et 2 télécinémas, ou bien encore le relais de PARIS, 2 voies directes et 1 télécinéma), le 5^e donne l'image finale et le 6^e l'image H. F. provenant du démodulateur de la salle des équipements.

Le mélangeur et le répartiteur des récepteurs sont contenus dans un meuble, dit baie de mélange, situé dans la régie.

Le centre dispose encore d'un matériel de maintenance de qualité, comprenant :

- 1 générateur de signaux type,
- 1 générateur video fréquence avec wobblateur,
- 1 oscillographe de mesure.

Les deux premiers sont en baie. Le dernier, sur chariot, peut être amené au point où l'on désire étudier la transmission du signal.

Le matériel video (à l'exception des télécinémas), c'est-à-dire notamment les 2 caméras de prise de vue directe et leurs voies, le générateur de signaux de synchro, le mélangeur et les récepteurs de contrôle ont été fournis et installés par la *Compagnie Française Thomson-Houston*.

Les télécinémas 35 mm et 16 mm, du type flying spot, ont été fournis et installés par la *Société Radio-Industrie*.

Le générateur de signaux types, le wobblateur video et l'oscillographe de mesure ont été fournis par la *Compagnie Générale de T. S. F.*

Le matériel de liaison avec le réseau des P. T. T. a été conçu et réalisé par le *Service des Etudes de la R. T. F.*

3.2. — Son.

Le son est fourni à partir soit de l'extérieur comme complément de l'image acheminée jusqu'au centre par le réseau P. T. T. ou par le relais de reportage, soit des microphones du studio de prise de vue directe ou du studio du speaker, soit des lecteurs (disques ou magnétophone) de la régie, soit du télécinéma.

Les modulations provenant de ces sources sont normalement renvoyées sur le pupitre son de la régie où elles sont mélangées et transmises aux points d'utilisation par l'intermédiaire d'un répartiteur situé dans la salle des équipements.

Cependant, comme pour l'image, les modulations son issues du télécinéma ou arrivant de l'extérieur peuvent être directement renvoyées sur les émetteurs et les relais.

Des appareils de mesure situés dans la salle d'équipement complètent l'installation.

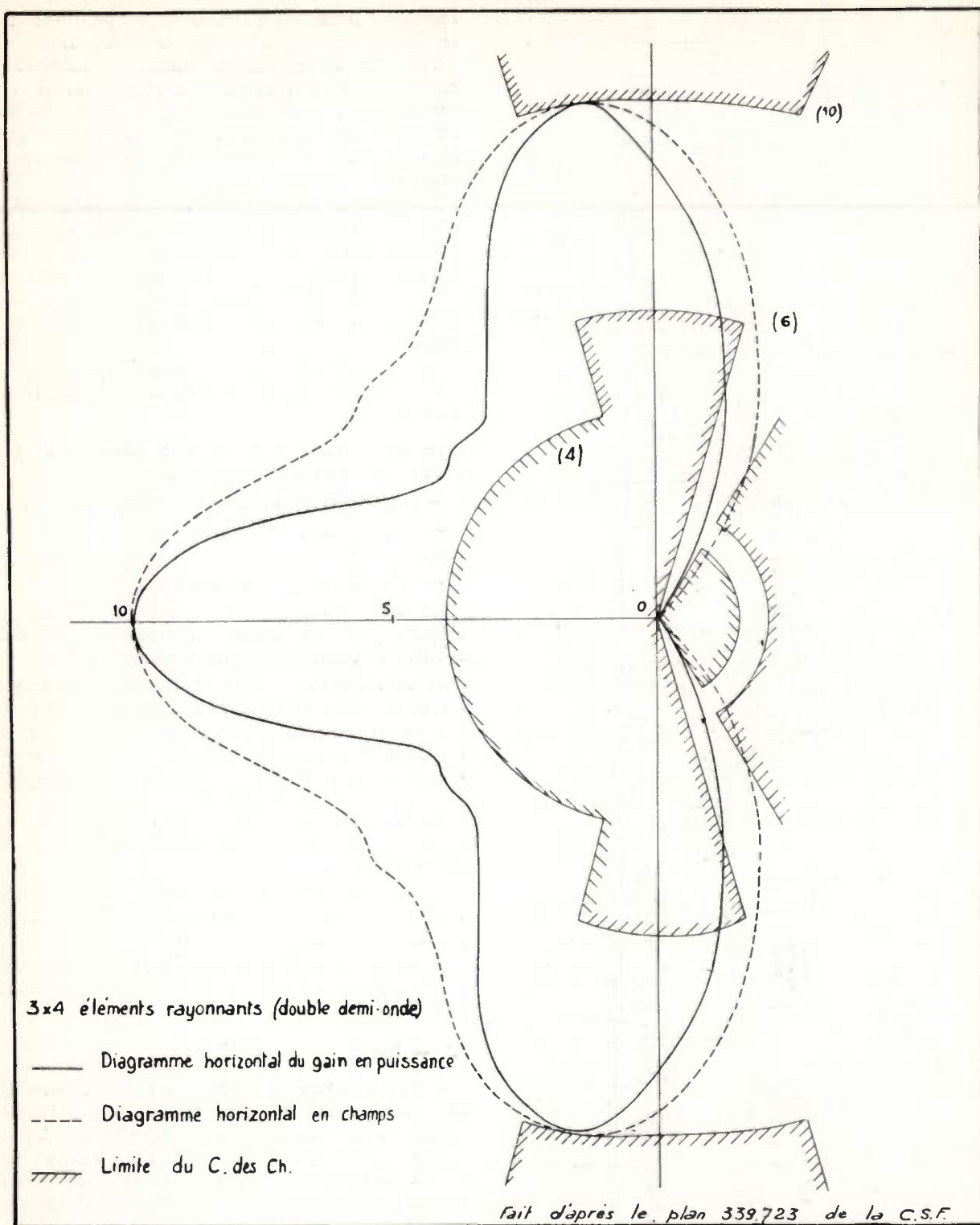


FIG. 13.

Le schéma de celle-ci est, en principe, conforme à celui de la figure 12.

Le matériel est logé, pour la régie, dans un pupitre et une baie dite baie d'alimentation. La régie comporte également deux magnétophones 38 cm/s et deux plateaux de lecture de disques.

Le matériel son de la salle d'équipements est

contenu dans deux baies, l'une dite baie de répartition, l'autre baie de mesures.

Le matériel son est fourni et installé par la *Compagnie Industrielle des Téléphones*.

3.3. — Ordres.

Le réseau interphone figuré sur le même schéma que le son permet aux responsables des différents

éléments de la chaîne : régie, équipements, télécinéma, speaker, de pouvoir communiquer rapidement entre eux.

A ce réseau peuvent être rattachés l'émetteur local et le car de reportage.

3.4. — Eclairage du studio de prise de vue directe.

L'éclairage de ce studio est réalisé partie en lumière chaude, partie en lumière froide. Celle-ci est obtenue au moyen de tubes fluorescents. Cette disposition permet une économie importante d'énergie électrique et une climatisation plus facile.

3.5. — Énergie.

L'énergie est fournie à partir de la centrale d'énergie, située au sous-sol, qui sera décrite en même temps que les émetteurs.

On notera ici, cependant, que l'énergie nécessaire au fonctionnement du centre video est fournie par deux transformateurs différents, l'un qui alimente les équipements video et l'éclairage du studio, l'autre les ventilateurs et la distribution force. Cette disposition a été adoptée pour éviter les à-coups sur les tensions des appareils video.

3.6. — Matériel cinématographique.

La station est dotée d'un matériel de prise de vue cinématographique de développement, de montage et de projection 16 mm.

La cabine de projection est équipée en outre d'un appareil 35 mm qui permet de visionner les films 35 mm.

A la salle de projection, traitée en studio de parole, est adjointe une petite cabine de prise de son et de montage sonore de manière à pouvoir réaliser des enregistrements synchrones de commentaires ou de sonorisation des films.

4. — DESCRIPTION DE L'INSTALLATION D'EMISSION.

4. 1. — Emetteurs.

L'émetteur image d'une puissance crête de 3,5 kW et l'émetteur son d'une puissance porteuse de 800 W émettent respectivement sur les fréquences de 164,00 Mc/s et 175,15 Mc/s (canal 5 du standard français).

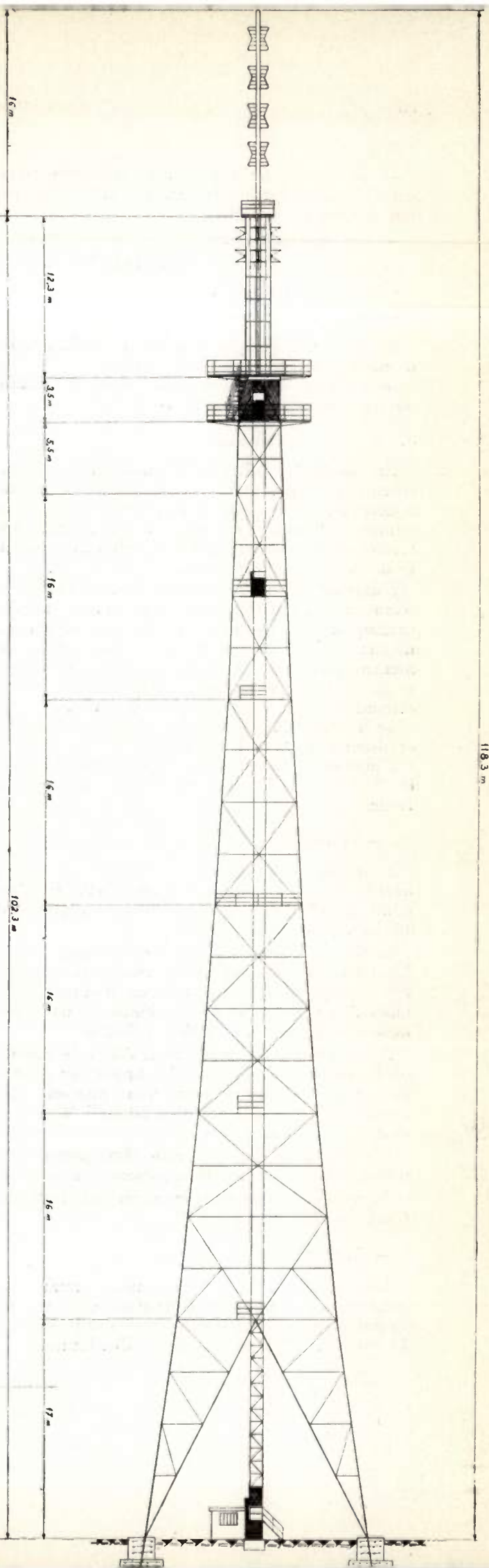
Les deux émetteurs attaquent simultanément le même feeder au moyen d'un diplexeur.

A ces émetteurs, est adjointe une baie dite baie de contrôle comprenant notamment :

Pour la vision :

- deux récepteurs video de contrôle avec oscillographe pour l'examen de l'image entrante et de l'image sortante obtenue par un démodulateur,
- un démodulateur vision,
- un oscillographe de contrôle H. F.,
- un analyseur de bande,
- un générateur de signaux types,
- un wobulateur video,
- une mire électronique.

Fig. 14.



Pour le son :

- un amplificateur B. F. avec un haut-parleur pour l'audition soit du son entrant, soit du son sortant obtenu par détection,
- un vumètre d'entrée,
- un oscillographe de contrôle H. F.,
- un générateur B. F.,
- un distorsiomètre.

L'équipement comprend encore un oscillographe de mesure à large bande sur chariot.

Le matériel d'émission a été fourni et installé par la *Compagnie Générale de T. S. F.*

4.2. — Feeder et antenne.

En raison des difficultés administratives rencontrées, le pylône définitif n'a pas encore été monté. L'exploitation se fait actuellement grâce à un pylône de 40 mètres qui supporte une antenne provisoire supertournequet à 4 baies alimentée par un feeder également provisoire.

L'antenne définitive sera une antenne du type à panneaux réflecteurs conçue pour obtenir un diagramme de rayonnement conforme aux obligations du plan de STOCKHOLM et dont l'allure sera sensiblement semblable à celle du diagramme de la figure 13. On voit que le gain de cette antenne pourra atteindre 10 dB dans certaines directions.

Le feeder définitif sera du type 3 pouces 1/8 semi-souple FELTEN GUILLAUME.

L'antenne est fournie par la *Compagnie Générale de T. S. F.* qui l'installe également ainsi que le feeder.

4.3. — Pylône.

Le pylône définitif qui sera élevé à 50 mètres derrière la station aura une hauteur telle que l'antenne de télévision se trouvera aux environs de 100 mètres au-dessus du sol.

La figure 14 en donne un croquis assez précis. Ce pylône qui est une tour à trois pieds comportera à la cote 90 m une plate-forme destinée à l'installation du récepteur de retransmission des reportages. Un ascenseur en facilitera l'accès.

Au-dessus de cette plate-forme, s'élève le support de l'antenne de Télévision. Ce support est calculé de manière à pouvoir servir à la mise en place ultérieure d'une antenne d'émission F. M. supertournequet à 4 baies.

L'aérien de départ du relais STRASBOURG-MULHOUSE pourra être installé également à la cote 90.

Le pylône sera construit et monté par la *Société Générale d'Entreprises*.

5. — ENERGIE.

La centrale d'énergie de la station, commune au centre video et au centre d'émission, comporte une cabine d'arrivée 13.500 volts, trois transformateurs 13.500/220.127 et un tableau de distribution.

Normalement, les trois transformateurs alimentent respectivement les émetteurs, les équipements video et l'éclairage de travail du studio, les services généraux. Néanmoins, en cas de mise hors service d'une cellule de transformation, l'exploitation peut continuer à être assurée au moyen des deux seuls autres.

L'éclairage de secours est assuré au moyen d'une batterie.

La *Société Trindel* a fourni et installé le matériel d'énergie.

6. — EQUIPEMENT DE REPORTAGE.

L'équipement de reportage, prévu pour la station, comprendra un car de prise de vue et un relais hertzien de retransmission.

Le car comportera le matériel video nécessaire à la mise en œuvre de 3 caméras à image-orthicon et le matériel son correspondant, soit :

Pour la partie video :

- 3 caméras avec leurs voies,
- 2 générateurs de synchro,
- 1 mélangeur,
- 6 récepteurs de contrôle,
- 1 démodulateur H. F.,
- 1 mire électronique,
- etc...

Pour la partie son :

- 12 préamplis microphoniques,
- 2 machines de lecture de disques à 3 vitesses,
- 1 magnétophone 38 cm/s,
- 1 groupe de mélange,
- etc...

Le matériel video sera fourni et installé par la *Compagnie Française Thomson-Houston*, le matériel son par le *Laboratoire Industriel d'Electricité*. Le car carrossé en fonction de sa destination est fourni par la Régie Renault.

6.2. — Relais de retransmission.

La transmission des images du car de reportage sera assurée par un relais hertzien sur ondes centimétriques commandé à la *Compagnie Générale de T. S. F.*

L'émetteur sera transporté dans une camionnette aménagée à cet effet. Lors de l'utilisation du relais, la partie commande et alimentation reste à poste fixe dans la voiture et la partie H. F. ainsi que la parabole d'émission sont installées sur un point haut à proximité du lieu de reportage de manière à pouvoir atteindre la parabole de réception qui sera installée à poste fixe au sommet du pylône de la station ainsi que la partie H. F. du récepteur.

Les coffrets de commande et d'alimentation du récepteur seront installés dans la salle des équipements du centre video.

II. — ÉQUIPEMENT DE TÉLÉCINÉMA DE LA STATION DE TÉLÉVISION DE STRASBOURG ⁽¹⁾

PAR

M. Paul MANDEL

Ingénieur en Chef à la « Radio-Industrie »

INTRODUCTION.

Bien que le but fondamental de la télévision soit la prise et la transmission instantanées des images, l'exploitation quotidienne est amenée, pour des raisons évidentes, à disposer de moyens d'introduire un retard entre la prise de vue et entre la transmission des images.

Il devient nécessaire d'enregistrer l'image sous une forme quelconque afin de pouvoir assurer son émission au moment voulu.

Dans l'état actuel du développement de la technique, l'enregistrement peut être exécuté par deux moyens différents :

- l'enregistrement photographique,
- l'enregistrement magnétique.

Tandis que l'enregistrement photographique, grâce au développement de la technique cinématographique est arrivé à un très haut degré de perfectionnement, l'enregistrement magnétique est à ses débuts.

Pour cette raison, la transmission retardée des images télévisées en exploitation quotidienne ne peut être envisagée que par l'enregistrement sur films cinématographiques.

Bien que les moyens mis en œuvre soient plus complexes que ceux utilisés pour la prise de vue directe, il est admis comme indispensable que la qualité des images obtenues par l'analyse des bandes cinématographiques soit équivalente à celle que l'on puisse obtenir avec de meilleurs équipements de prise de vues directes ; le pouvoir de résolution, l'étendue des contrastes, la fidélité de la gradation et le rapport signal-souffle doivent être excellents. L'absence de toute tache parasite, l'existence du niveau noir correspondant à la transparence zéro du film et la possibilité de la reproduction des bandes négatives sont en plus considérées comme indispensables.

Il est également désirable que la gradation de l'image télévisée puisse être variée électriquement, tous les soins ne pouvant pas être apportés au traitement photographique des films de reportage destinés à l'émission quelques heures après la prise de vues.

Du point de vue économique, on souhaite que la durée de vie des éléments coûteux utilisés pour l'analyse des images soit la plus longue possible.

Tenant compte de ces considérations, il nous semblait que le procédé qui pourrait satisfaire simultanément les conditions mentionnées, est l'analyse connue sous le nom de « Flying spot ».

C'est le procédé « flying spot » qui est utilisé dans les équipements destinés à la station de télévision de Strasbourg.

DESCRIPTION.

1^{re} Généralités.

Les caractéristiques essentielles de l'analyse « Flying spot », sont les suivantes (fig. 1) : le film destiné à être analysé parcourt à vitesse cons-

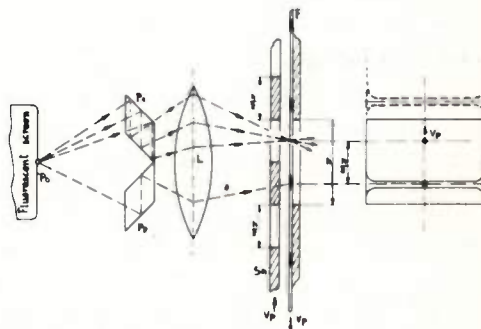


FIG. 1. — Schéma d'analyse du « Flying Spot ».

tante la fenêtre d'un dérouleur spécial de haut en bas à la cadence de 25 images par seconde. Un point lumineux traçant sur l'écran d'un tube cathodique, une trame entrelacée, sert comme source de lumière. L'image de ce point lumineux en mouvement, d'où le nom « Flying spot », est reproduite à l'aide d'un système optique à dédoublement d'image en forme de deux points lumineux sur le film, la distance verticale de deux points étant égale à la moitié de la hauteur de l'image. Un obturateur synchrone libère alternativement l'image supérieure ou inférieure du point lumineux, le sens des mouvements des points et celui du film étant conjugués de telle façon que grâce à l'obtura-

(1) Conférence faite à la Société des Radioélectriciens le 13 mars 1954.

teur synchrone, chaque image photographique est analysée deux fois de suite à l'aide d'une trame entrelacée au bout de $1/25$ de seconde. Le flux lumineux est donc modulé point par point par la transparence du film. Il est recueilli ensuite par un deuxième système optique et concentré sur une photo-cathode suivie d'un multiplicateur d'électrons en plusieurs étages. Le signal issu du multiplicateur est amplifié par la suite par des amplificateurs à large bande.

Afin que le procédé puisse donner les résultats désirés, un certain nombre de perfectionnements ont dû être incorporés dans l'équipement.

2° Résolution.

Le diamètre du spot d'analyse, compte tenu des limitations de nature électrooptique d'une part et purement optique d'autre part, n'est pas infiniment petit. Le résultat en est que les fréquences croissantes du spectre du signal video sont atténuées; par conséquent une correction électrique doit être apportée pour pallier cette limitation, dans la mesure du possible.

Il convient de souligner que cette correction électrique ne doit apporter qu'une distorsion de phase négligeable, la distorsion d'ouverture elle-même agissant seulement sur l'amplitude du spectre, et non sur les phases des composantes. La correction est évidemment limitée par la diminution correspondante du rapport signal-souffle, mais le procédé « Flying spot » fournit par sa nature un signal très peu perturbé par le souffle grâce à l'utilisation d'un multiplicateur électronique disposé en tête de la chaîne de l'amplificateur. Le rapport signal-souffle est de l'ordre de 40 dB en cas d'analyse d'une image dont la densité varie de 0,2 à 2,2.

3° Correction de traînage.

Tandis que le début de l'émission de la lumière de l'écran du tube analyseur est instantanée, l'extinction due à l'inertie de la luminescence de l'écran suit avec un certain retard la fin de l'excitation. Ce phénomène équivaut à l'analyse du film par un spot lumineux d'une forme allongée ayant une luminosité décroissante, masquant de ce fait les détails d'image.

La décroissance de la lumière le long d'une ligne d'analyse est de forme exponentielle. Elle est compensée dans l'amplificateur video à l'aide de réseaux passifs dont la réponse est déterminée par la forme et par la durée de la décroissance de la lumière issue de l'écran analyseur.

Malgré la complexité des phénomènes physiques mis en jeu, il est remarquable de constater que cette correction puisse être faite à très grande précision et que le traînage horizontal puisse être compensé jusqu'au point de devenir imperceptible.

Il va de soi que le tube analyseur doit avoir un écran prévu pour l'usage en question, et que la courbe de la décroissance de la luminosité doit être stable dans le temps. Ceci est le cas des tubes analyseurs modernes développés pour les analyseurs de ce genre.

4° Correction de gamma.

Le signal issu du multiplicateur d'électrons étant proportionnel à la transparence du film, la gradation de l'image reproduite se trouve fortement altérée par la réponse essentiellement non linéaire des tubes cathodiques de vision dont les caractéristiques de réponse : lumière-tension d'excitation ont une forme parabolique, avec un exposant de l'ordre de 2,5.

Afin que la gradation de l'image corresponde à la gradation du film, il s'avère nécessaire de rendre l'amplificateur du signal video intentionnellement non linéaire pour tenir compte de cette propriété des tubes de vision.

Le dispositif de correction utilisé est connu sous le nom emprunté à la terminologie de la technique photographique, « correcteur de gamma ». C'est un amplificateur non linéaire à niveau noir fixe, dont la réponse peut être représentée par une parabole dont l'exposant est de l'ordre de 0,4 à 0,5. De cette façon le gamma total de l'ensemble est compris entre 1 et 1,25, la reproduction fidèle de toute la gradation de l'image étant par conséquent assurée. La reproduction des films sous-exposés, peut être assurée dans des conditions satisfaisantes par la diminution correspondante de la correction du gamma électrique.

5° Reproduction des films négatifs.

L'absence de toute tache parasite du procédé d'analyse permet la reproduction des images en négatif. Il convient de mentionner que la reproduction des négatifs ne peut être obtenue d'une façon générale par la simple inversion de la polarité du signal. Compte tenu du fait que la transparence des négatifs est inversement proportionnelle à l'illumination de l'objet photographié, un étage d'inversion à réponse non linéaire doit être inséré dans l'amplificateur video en cas de reproduction des négatifs.

En dehors de ce fait, le gamma des films négatifs couramment utilisés est plus faible que l'unité, ce qui nous a amenés à incorporer une correction de gamma correspondante dans la chaîne d'amplification.

6° Réglage automatique du niveau de sortie.

Tandis que les chaînes de prise de vues directes délivrent un signal de niveau pratiquement constant, voisin de l'amplitude maxima admise, des analyseurs de cinéma peuvent fournir un signal de niveau fortement variable suivant la densité des films, surtout s'il s'agit de bobines composées de bandes de différentes provenances ou de bandes d'actualités, prises dans des conditions souvent difficiles. Il apparaissait par conséquent très désirable de joindre aux analyseurs de télécinéma un dispositif de réglage automatique de niveau de sortie.

Ce dispositif fonctionne de la façon suivante (fig. 2) :

Le signal video prélevé de la chaîne d'amplification à un niveau convenable est détecté et filtré. La tension ainsi obtenue correspond en quelque sorte à la transparence moyenne du film. Elle est amenée ensuite à l'électrode de modulation du tube d'analyse, avec une polarité telle que la luminosité du tube analyseur tende à croître quand la

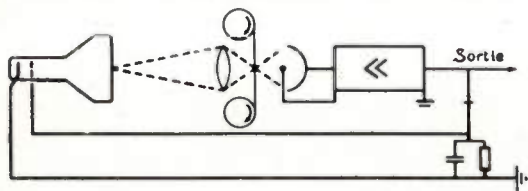


FIG. 2. — Réglage automatique du niveau de sortie.

transparence du film décroît, et que par conséquent le signal de sortie tende à décroître, et vice-versa. Grâce à ce dispositif à contre-réaction, le niveau de sortie du signal video reste entre de larges limites indépendant de la densité moyenne des films. La durée de vie du tube analyseur se trouve en plus prolongée du fait que le courant du faisceau du tube analyseur est réduit chaque fois que la transparence du film le permet.

Il va de soi que le traînage de l'écran fluorescent ne doit pas varier avec l'intensité de l'excitation électronique, sans quoi la correction de traînage deviendrait dépendante de la transparence du film. Il est heureux que l'on puisse constater que les tubes modernes analyseurs ne se prêtent à aucune critique sous cet angle, n'apportant pas de limitation quant à l'efficacité de ce dispositif.

7° Problème mécanique.

En dehors des problèmes de nature électrique qui viennent d'être énumérés, un certain nombre de questions de nature mécanique se posaient également.

En particulier, le problème du rétrécissement du film et de sa compensation, ainsi que celui de l'uniformité de la vitesse du défilement joints à la rapidité du démarrage, étaient à résoudre.

a) Rétrécissement du film et sa compensation.

L'une des conditions fondamentales du procédé est que la distance entre les deux images du point lumineux dans le plan de la fenêtre, doit être égale à la moitié de la hauteur de l'image photographique.

L'émulsion photographique étant déposée sur un support en celluloïd ou en acétate, les variations de la longueur de ce support peuvent avoir une influence défavorable sur la qualité d'analyse si les précautions nécessaires ne sont pas prises pour tenir l'écartement des deux points d'analyse égal à la demi-hauteur d'image.

L'effet de rétrécissement du film qui est une fonction de son âge et de son état hygroscopique est loin d'être négligeable. Il peut aisément atteindre 4 à 6 %, et l'on rencontre quelquefois des rétrécissements de l'ordre de 1 %.

L'expérience de l'exploitation montre que la servitude du réglage du système optique, surtout quand il s'agit d'un programme composé de films de différentes provenances, est difficilement acceptable.

Pour cette raison, la compensation optique du rétrécissement du film a été rendue dans les dérouleurs de format 35 m/m, automatique.

Il n'a pas été jugé nécessaire d'incorporer le même réglage automatique dans les dérouleurs de format 16 m/m parce que le support acétate dont le rétrécissement est faible et constant dans le temps, est le seul utilisé.

Quant au dispositif, notre choix s'est arrêté, après un certain nombre d'expériences, sur un système purement mécanique, les systèmes électriques ou électro-mécaniques étant notablement plus compliqués, sans présenter d'avantages appréciables sur un système mécanique bien conçu.

Le dispositif utilisé pour la compensation du rétrécissement du film est le suivant : (fig. 3)

Le rétrécissement est mesuré sur une longueur de film déterminée (82 perforations), la bande étant entraînée en forme de boucle par deux tambours dentés synchrones.

Les variations de la longueur de la boucle correspondant au rétrécissement sont transmises par un jeu de leviers à une plaque plane-parallèle, disposée dans le trajet optique du faisceau formant

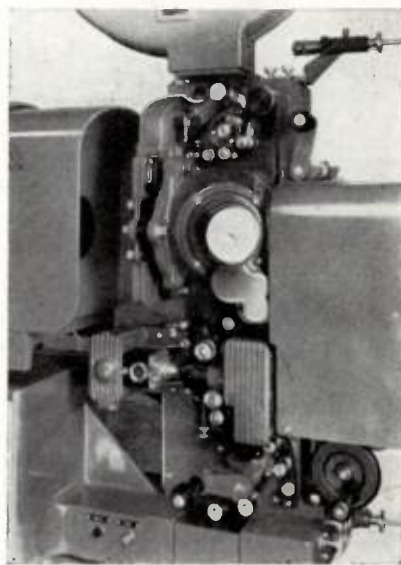


FIG. 3. — Tête du dérouleur 35 m/m avec compensateur du rétrécissement.

l'image du point analyseur sur le film, de telle façon qu'un rétrécissement ou un allongement du film provoque une rotation correspondante de la plaque plane-parallèle.

Le déplacement résultant de l'image du spot dans la fenêtre étant proportionnel à l'angle de rotation, la distance entre les deux points d'analyse est maintenue en permanence à sa valeur théorique.

Tout le système mécanique a dû être exécuté avec beaucoup de soin et pratiquement sans jeu.

Un dispositif d'amortissement hydraulique donne la tension mécanique nécessaire pour éliminer le jeu restant, et apporte un amortissement suffisant, afin que des vibrations rapides ne soient pas transmises au système de compensation.

Afin de faciliter le travail de l'opérateur, un cadran gradué en % de rétrécissement, indique le pas de film en permanence et facilite le chargement du dérouleur, le nombre total des perforations entre lesquelles la mesure s'effectue étant choisi de telle façon qu'une erreur de perforation soit indiquée sur le cadran par un rétrécissement hors limite, avertissant ainsi l'opérateur d'une erreur de chargement toujours possible. (fig. 4)

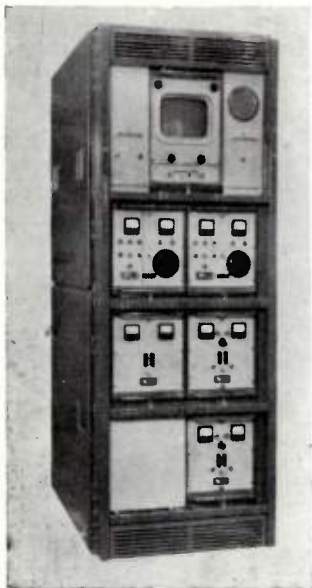


FIG. 4. — Bâti de commande jumelé de deux dérouleurs.

b) Uniformité de la vitesse de défilement et temps de démarrage.

Il est désirable que la vitesse du défilement soit uniforme à 1 % près, si l'on désire éviter une perte du pouvoir de résolution pouvant provenir en cas contraire du manque de coïncidence des points d'image correspondants.

Les engrenages du dérouleur doivent être usinés et rodés avec le plus grand soin; bien que la puissance transmise soit extrêmement faible, ils tournent arrosés d'huile en permanence. Les tambours d'entraînement sont vérifiés avant le montage par microscope et les chemins de roulement sont rectifiés une fois montés sur les arbres d'entraînement.

Afin de réduire au minimum les variations de vitesse pouvant provenir des irrégularités de la tension d'alimentation du moteur, l'inertie de l'ensemble doit être suffisamment élevée pour absorber les fluctuations correspondantes.

La distribution judicieuse des masses en rotation est indispensable si l'on désire le temps de démarrage de l'ensemble à un minimum compatible avec la résistance mécanique des pellicules et si l'on veut éviter que des oscillations amorties à fréquence lente se produisent dans le système

formé par les masses mécaniques en rotation et par le moteur synchrone.

Le premier modèle du dérouleur a eu un temps de démarrage de l'ordre de 4 à 5 secondes, les dérouleurs actuels sont en synchronisme au bout d'une seconde. Il serait possible de réduire encore ce temps en cas de besoin, ce qui n'a pas été tenté en raison de la possibilité toujours existante de la rupture d'un collage au moment du démarrage.

Le cadrage de l'image est automatique. Les écarts de phase entre le secteur électrique d'entraînement et entre le générateur de synchronisation peuvent être compensés par une rotation correspondante du stator du moteur d'entraînement.

Il n'a pas été jugé nécessaire de dériver la puissance électrique nécessaire pour le moteur du dérouleur en partant des signaux de synchronisation, la grande stabilité des générateurs de synchronisation modernes rendant ce dispositif assez onéreux, superflu, sauf dans quelques cas extrêmement rares lorsque la synchronisation de tout un programme provient de l'extérieur au lieu d'être fournie par le générateur de synchronisation de la station, dans laquelle l'équipement de télécinéma est installé.

8° Reproduction du son.

Chaque dérouleur est muni d'un lecteur standard de son photographique prévu pour l'utilisation de bandes sonores habituelles.

Afin de pouvoir utiliser des bandes muettes en postsynchronisées, chaque dérouleur est muni d'un lecteur synchrone permettant l'utilisation de bandes magnétiques perforées de 35 m/m, 17 m/m, 5 ou 16 m/m.

La vitesse du défilement des bandes magnétiques est, pour faciliter le montage de la pellicule sonore, identique à celle du défilement de l'image; par conséquent les chargements se font à l'aide d'un simple repère au début.

Dans le but d'obtenir un parfait synchronisme, même en cas de plusieurs démarrages et d'arrêts successifs, le lecteur magnétique est entraîné mécaniquement par le moteur du dérouleur. La capacité des dérouleurs est fixée d'une façon uniforme à 900 mètres.

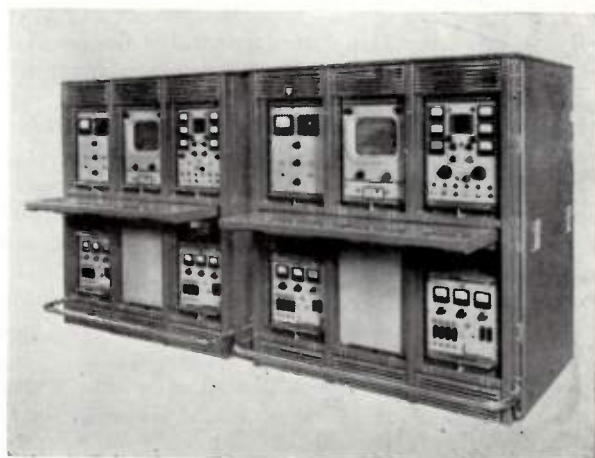


FIG. 5. — Voie d'amplification jumelée.

9° Description mécanique des voies.

Les divers éléments formant la chaîne d'amplification des voies video et des voies de son, ainsi que tous les organes de commande sont contenus dans des caissons individuels standard de la *Radiodiffusion Télévision Française*.

Ces coffrets, d'une grande rigidité mécanique sont entièrement fermés, la ventilation de chaque coffret est assurée individuellement par deux ventilateurs jumelés rejetant l'air chaud à l'arrière, l'accès de l'air frais à l'intérieur des valises étant prévu à travers des ouïes de ventilation, disposés de telle façon qu'aucune accumulation d'air chaud ne soit possible à l'intérieur et que les éléments dégageant le plus grand nombre de calories soient en contact autant que possible immédiatement avec de l'air frais. (fig. 5)

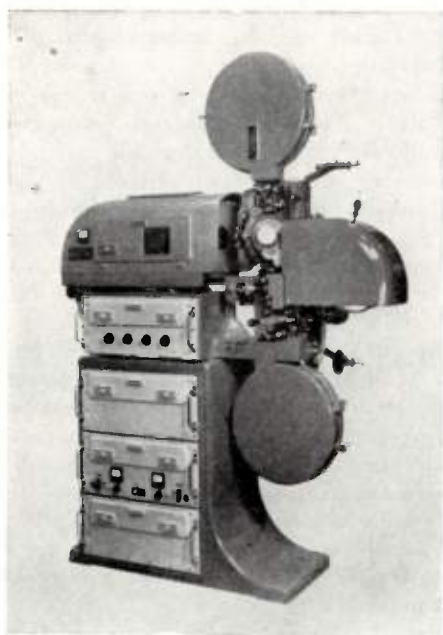


FIG. 6. — Dérouleur de télécinéma 35 mm.

Les caissons sont disposés en deux meubles de forme normalisée, l'un des bâtis comportant tous les éléments de commande et de contrôle nécessaires à la préparation, à la mise en route et à l'arrêt des dérouleurs, le deuxième enfermant les amplificateurs et les organes de commande et de contrôle nécessaires au fonctionnement correct de cette partie de l'appareillage. (fig. 6)

La distance entre les dérouleurs et la voie d'amplification est facultative, elle peut être au maximum de 300 mètres.

De cette façon, la salle des dérouleurs soumise à des réglementations relatives à l'utilisation des pellicules peut être entièrement séparée de la salle des voies d'amplification.

Les dérouleurs ont été conçus pour faciliter le chargement et le déchargement, à l'aide d'un chariot coulissant, qui libère la fenêtre du dérouleur.

Un bâti unique servant en même temps de support de l'ensemble, contient les organes électriques nécessaires au fonctionnement du tube analyseur, et supporte en même temps le berceau du tube analyseur.

Cette partie de l'appareillage est entièrement blindée en raison de la présence de la haute tension et en raison des rayons X mous excités par la tension d'accélération élevée du tube d'analyse.

L'équipement prévu pour la station de Strasbourg se compose de deux unités, l'une pour le format 35 m/m, l'autre pour le format 16 m/m. Les dérouleurs peuvent être commutés instantanément sur la voie de sortie afin de permettre la transmission des programmes de n'importe quelle durée par enchaînement instantané.

La commutation des voies image et son est simultanée. L'opérateur est libre de choisir entre le lecteur photographique et le lecteur magnétique en ce qui concerne la voie sonore.

Caractéristiques électriques.

Les performances essentielles de l'ensemble sont les suivantes :

- pouvoir de résolution ≥ 700 points
- rapport signal-souffle pour les films dont la densité est comprise entre 0,2 et 1,8.. $\left. \begin{array}{l} \geq 40 \text{ dB} \end{array} \right\}$
- scintillement à 25 pps à n'importe quel endroit de l'image $\left. \begin{array}{l} < 5 \% \end{array} \right\}$
- gamma de la voie video... = 0.5
- linéarité géométrique de l'analyse $\left. \begin{array}{l} 5 \% \end{array} \right\}$

L'équipement fournit à travers plusieurs sorties à basse impédance le signal électrique de modulation avec ou sans signaux de synchronisation.

Des récepteurs témoins sont à la disposition de chacun des deux opérateurs pour le contrôle permanent de l'image.

III. — L'ÉQUIPEMENT DE PRISE DE VUE DE L'ÉMETTEUR DE TÉLÉVISION DE STRASBOURG

PAR

M. BARTHON

*Ingénieur à la Division Télévision
du Groupe Electrique
de la Compagnie Française Thomson-Houston*

I. — HISTORIQUE.

Riche de l'expérience acquise au cours de nombreuses années d'exploitation, la Direction Technique de la R.T.F. s'est rendu compte au début de 1952 que, dans l'intérêt de sa propre exploitation ainsi que dans l'intérêt général, une normalisation du matériel composant les futurs centres de Télévision s'imposait. S'il nous semble inutile de justifier cette décision, il nous semble au contraire indispensable de déterminer en quoi consistait le travail qui restait à accomplir :

— 1°) Définir la composition des centres de Télévision à partir d'éléments simples permettant aussi bien de constituer des centres très complexes comme Paris que des centres plus modestes destinés à équiper les stations de Province.

— 2°) Définir les caractéristiques mécaniques et électriques de chacun de ces éléments.

— 3°) Faire la synthèse de tout ceci en tenant compte le plus largement possible des avis autorisés, mais souvent contradictoires de tous les intéressés.

C'est dans ces conditions que le travail de normalisation a commencé. Au début de 1952 après la parution de l'ensemble des premiers cahiers des charges édités par la R.T.F., ces projets furent discutés point par point par les constructeurs et l'Administration pour aboutir finalement à un premier document de travail sur lequel le point final fut mis en Octobre 1952.

L'entente ayant été ainsi réalisée entre la R.T.F. et les différents constructeurs, il ne restait plus à ceux-ci qu'à passer à la réalisation.

Celle-ci fut rapide puisque juste 10 mois après la signature des marchés, en avance d'un mois sur la date fixée pour la livraison, la première image était émise à STRASBOURG avec un matériel conforme aux nouvelles spécifications, ceci, malgré les conditions imposées par le cahier des charges obligeant les uns et les autres à modifier leurs conceptions personnelles et leurs fabrications propres.

Pour notre part, l'efficacité de la formule adoptée se trouvait confirmée par le fait que, 5 jours après l'arrivée du matériel sur place, une image était disponible.

Les mois qui ont suivi, ont montré la souplesse d'exploitation d'un tel matériel puisqu'au cours des émissions expérimentales du premier mois aucune panne ne fut enregistrée, les quelques défauts subsistant pouvant être éliminés entre temps.

Cette collaboration étroite entre la R.T.F. et les différents constructeurs a donc permis la réalisation de la 3^e station de T.V. française (par ordre chronologique) sous une forme qui ne le cède en rien aux réalisations étrangères les plus modernes.

Compte tenu des enseignements qu'on peut tirer de l'équipement de STRASBOURG, il est certain que cette nouvelle forme de matériel contribuera au développement rapide du réseau de télévision française à haute définition.

Nous allons voir maintenant en quoi consiste l'idée maîtresse qui a présidé à la conception du nouveau matériel.

Au cours des années qui ont précédé la parution des cahiers de normalisation de la R.T.F., les constructeurs français avaient réalisé des équipements de leur propre conception, qui, une fois rassemblés dans un même centre, soulevaient de nombreux problèmes dus à leur disparité mécanique et électrique.

C'est pour pallier ces difficultés que le travail de normalisation s'est attaché à préciser plus spécialement les questions des performances et de la présentation.

Performances de qualité.

Le standard français étant celui susceptible de donner les meilleures images, il importait de codifier les performances très sévères permettant d'atteindre cette qualité.

Cette codification s'est donc centrée plus particulièrement sur les conditions à remplir au point de vue :

- bande passante;
- distorsion de linéarité;

(1) Conférence faite à la Société des Radioélectriciens le 13 mars 1954.

- stabilité des niveaux video;
- stabilité du niveau du noir etc...

Ces conditions ont été rendues très sévères en raison du fait que le réseau français, une fois en place, doit comprendre un grand nombre d'organes en série et que les performances totales ne doivent pas en être affectées.

Tous les éléments composant l'équipement video sont contenus dans des caissons appartenant à l'un de ces modèles; en général, ce sont les types B et D qui sont les plus utilisés.

Dans les locaux d'utilisation, ils sont insérés dans des meubles à alvéoles munies de rails sur lesquels ils peuvent glisser.

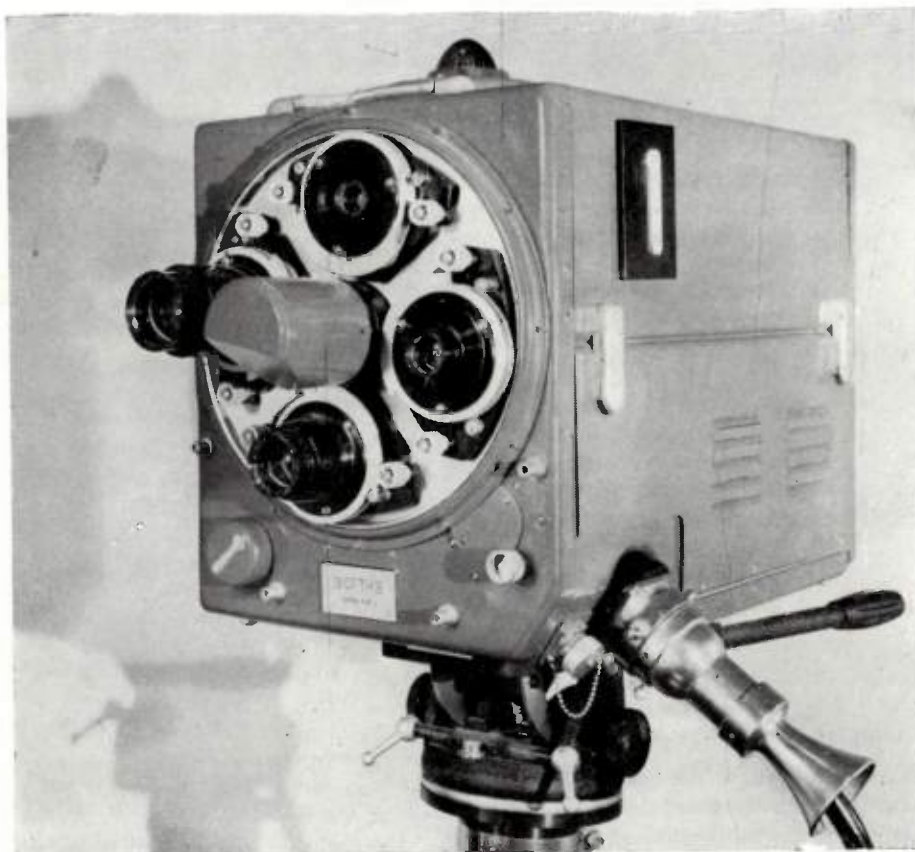


Fig. 1. — Caméra à tourelles télécommandée

De plus, et ceci constitue vraisemblablement le point le plus important de ce travail d'unification, une normalisation des formes et des amplitudes des signaux a été imposée aux points de jonction pour permettre l'interconnexion des équipements provenant de constructeurs différents.

II. — PRÉSENTATION DU MATÉRIEL

Contrairement aux réalisations précédentes où les équipements se présentaient sous forme de grandes baies implantées à demeure dans le local d'exploitation, les nouveaux éléments constitutifs se présentent sous forme de caissons normalisés de quatre types :

- type A : largeur = 15 cm hauteur = 25 cm
- type B : « = 30 cm « = 35 cm
- type C : « = 45 cm « = 45 cm
- type D : « = 30 cm « = 45 cm

la profondeur pouvant être au gré du constructeur comprise entre 45 cm et 60 cm.

On peut tout de suite se rendre compte des avantages que comporte une telle solution à tous les points de vue.

D'abord facilité de dépannage, le caisson défectueux pouvant être remplacé rapidement par un élément identique et transporté au laboratoire de dépannage pour vérification. Le travail sur baie toujours fastidieux en raison du manque de place et des difficultés d'éclairage est donc éliminé et remplacé par un travail sur table où l'opérateur dispose de toutes ses aises avec outils et instruments de dépannage à portée de main.

Deuxième avantage, en cas d'urgence, une ou plusieurs voies peuvent être expédiées d'un centre de T.V. important vers un centre secondaire, soit dans le cas d'une panne grave de l'équipement de ce dernier, soit à l'occasion d'un événement régional nécessitant un matériel plus important.

Enfin, troisième avantage, tous les éléments constituant un centre de T.V. se présentent sous le même aspect quel que soit le constructeur; de ce fait, l'harmonie de l'ensemble est préservée.

II — 1. Présentation des caissons.

Mécaniquement, les caissons sont réalisés de la façon suivante :

Deux cadres en fonderie reliés par deux poutrelles à la partie supérieure et à la partie inférieure forment l'ossature.

Les côtés sont fermés par des portes amovibles en tôle perforée et les ouvertures des cadres par des panneaux pleins constituant la face avant et la face arrière des caissons.



FIG. 2. — De la régie : Vue du studio.
Dans la régie : pupitre de commande et meuble mélangeur.

A l'intérieur, sont disposées les platines de câblage comportant les éléments électriques. Deux solutions ont été adoptées suivant les appareils :

— soit une platine centrale fixe pour les appareils simples comme les distributeurs de signaux à 4 directions et les mires électroniques.

— soit deux platines pivotant sur charnière et s'ouvrant de chaque côté vers l'extérieur une fois ouvertes les portes latérales. Cette solution a été adoptée sur la majorité des appareils et permet une maintenance aisée en raison de la grande accessibilité de tous les organes.

Les cadres en fonderie ainsi que les châssis sont réalisés en alliage léger d'aluminium.

Les parties extérieures sont peintes dans les deux couleurs normalisées par la R.T.F. et les platines intérieures sont protégées par un traitement anodique coloré.

A l'arrière de chaque caisson, se trouve un ventilateur permettant l'évacuation de la chaleur dissipée intérieurement par l'appareil.

III. — DESCRIPTION DE L'ÉQUIPEMENT VIDEO.

L'équipement video se compose essentiellement des éléments suivants :

- un groupe de synchronisation;
- deux voies de prises de vues en studio;
- un équipement de mélange d'image pour la régie;

— un équipement de télécinéma, fourni par la Société Radio-Industrie et dont M. MANDEL vous parlera tout à l'heure plus en détail.

III — 1. Groupe de synchronisation.

Le groupe de synchronisation comprend deux générateurs de synchronisation.

Un générateur sur deux fonctionne pendant



FIG. 3. — Ensemble du studio. — Caméras télécommandées I et II.

l'émission, l'autre étant en préchauffage. En cas de panne sur le premier appareil, un commutateur permet la mise en marche rapide du second.

Sous le panneau de commutation se trouvent quatre distributeurs de signaux à quatre sorties chacun, destinés à envoyer vers les voies de prises de vues directes, vers l'équipement de télécinéma et vers le mélangeur final, les impulsions nécessaires au fonctionnement de ces organes.

Ces signaux sont de trois types :

- impulsions de suppression de ligne;
- impulsions de suppression de trame;
- signaux de synchronisation.

et sont envoyés à destination par un réseau de câbles coaxiaux de 75 ohms d'impédance.

Chacun des générateurs de synchronisation se présente sous la forme d'un caisson normalisé du type D. Il comporte 37 lampes du type miniature et noval et pèse 35 kg.

La division de fréquence s'effectue à l'aide de compteurs binaires. Ce système qui a fait ses preuves, assure une sécurité totale en exploitation.

D'autre part, toutes les formations de signaux à fréquence ligne s'effectuent à l'aide de basculeurs déclenchés par des impulsions en provenance d'une ligne à retard, les signaux à fréquence de trame étant formés à partir d'impulsions produites par les compteurs binaires. Cette solution permet d'obtenir des signaux dont la durée est constante et sans variation de phase relative.

III — 2. Distributeurs.

Les distributeurs à quatre sorties se présentent sous la forme de caissons normalisés du type A, c'est-à-dire sous un volume réduit. Ils peuvent également servir à distribuer un signal video complet vers différentes utilisations comme nous le verrons plus loin et sont conçus de façon à respecter le signal qu'on leur envoie. Ils apportent de ce fait une solution pratique à tous les problèmes de distribution de signaux qui se posent dans un centre de T.V.

L'alimentation de ces distributeurs incorporée au caisson est stabilisée et permet d'éviter les variations éventuelles de tension du réseau.

Chaque distributeur comprend 13 lampes du type miniature et Noval.

Le poids de chaque appareil est de 13 kg environ.

III — 3. Équipement de prises de vues en studio.

Cet équipement se compose de deux voies de prises de vues directes.

Chaque voie comprend :

- une caméra;
- un caisson contrôle de voie;
- un caisson alimentation de voie;
- un caisson récepteur video de contrôle.

III. — 3 — 1. La caméra.

L'élément le plus important de la voie est, on s'en doute, la caméra, et c'est par elle que nous allons commencer.

Les caractéristiques et les performances demandées par le cahier des charges de la R.T.F. pour cet élément étaient une synthèse des meilleures réalisations étrangères actuellement en service dans le monde. Il n'est pas inutile de procéder à l'historique de nos recherches pour arriver au but final, recherches qui devaient obligatoirement aboutir à une décision rapide en raison du délai relativement court imparti pour la réalisation de l'équipement.

Toute la conception de la caméra découlait d'une condition apparemment simple du cahier des charges demandant que la mise au point optique depuis l'infini jusqu'aux premiers plans s'effectue pour un même déplacement du levier de mise au

point, quelle que soit la distance focale de l'objectif utilisé.

Tout naturellement, nous sommes partis d'abord en examinant les solutions mécaniques. Pour répondre à la condition imposée, il fallait que le levier de mise au point soit couplé à une boîte de vitesse de n rapports, n étant le nombre des différents objectifs utilisables. De plus, il fallait que la sélection du rapport s'effectue automatiquement lors du changement d'objectifs.

Les solutions mécaniques de ce problème sont infiniment encombrantes et délicates de sorte que nous fûmes amenés à envisager les solutions électro-mécaniques.

La boîte de vitesse à n rapports fut maintenue, mais la sélection dans cette solution devait s'effectuer à l'aide de relais eux-mêmes actionnés par un contact préférentiel disposé sur chacun des objec-



FIG. 4. — Salle des équipements. — Récepteur video de contrôle 25cm
Contrôle de voie.

tifs. Cette solution était déjà moins encombrante, mais demandait un compromis délicat entre la robustesse et le poids.

Finalement, c'est une solution purement électrique qui a été adoptée, solution déjà connue et utilisée sur les caméras anglaises PYE.

La mise au point s'effectue par déplacement du tube de prise de vues par rapport à l'objectif. Le tube est fixé à cet effet sur un chariot mobile actionné par un servo moteur. Celui-ci est couplé d'autre part à un potentiomètre de référence. Ce potentiomètre constitue un des éléments d'un pont dont une des autres branches est constituée par un

autre potentiomètre, celui-ci couplé au levier de mise au point. Chacun des objectifs porte à l'intérieur de son socle une résistance constituant la troisième branche du pont et dont la valeur varie selon la distance focale de l'objectif. Cette résistance est insérée dans le pont à l'aide de contacts mobiles situés sur la tourelle lorsque l'objectif désiré est en place.

Le rapport du pont déterminé par cette résistance est tel que pour la course complète du potentiomètre de mise au point, la course correspondante du chariot est celle nécessaire pour effectuer la mise au point avec l'objectif utilisé depuis l'infini jusqu'aux avant-plans.

Le servo moteur est alimenté à partir d'un amplificateur 50 c/s attaqué par la tension de déséquilibre apparaissant sur le pont.

Lorsque le pont est équilibré, le moteur s'arrête ainsi que le chariot supportant le tube de prise de vue.

A chaque nouvelle position du levier de mise au point, une tension de déséquilibre apparaît qui,

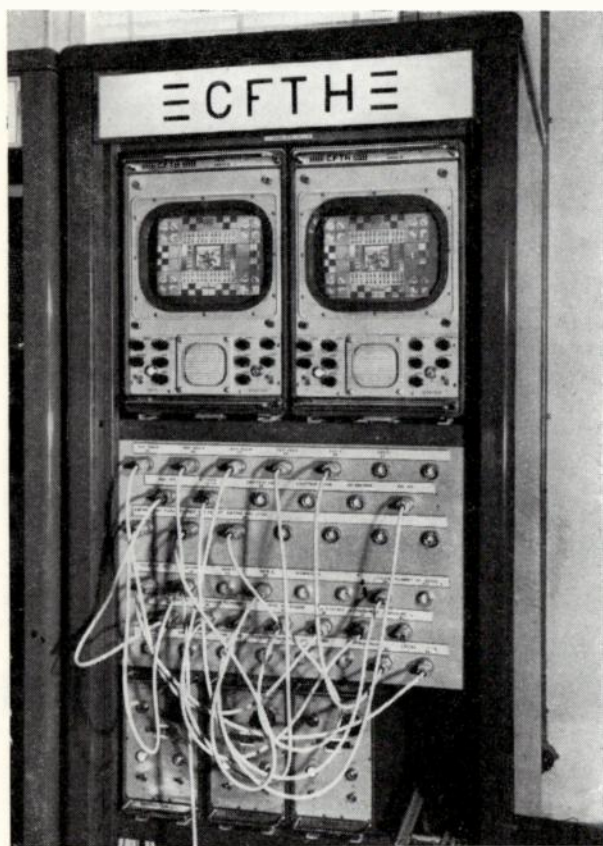


FIG. 5.

amplifiée, fait tourner le moteur jusqu'à ce que le potentiomètre couplé à celui-ci atteigne une valeur pour laquelle l'équilibre du pont est retrouvé.

Des commandes électriques furent également adoptées pour le réglage de l'iris et pour la rotation de la tourelle.

Le réglage de l'ouverture ou de la fermeture des iris s'effectue à l'aide de deux boutons poussoirs

situés au voisinage du levier de mise au point. Ces boutons poussoirs commandent le démarrage du moteur d'iris dans un sens ou dans l'autre.

Sur chaque objectif, une couronne dentée solidaire de la bague de commande de diaphragme et concentrique à celle-ci est entraînée par le moteur qui se trouve sur l'axe de la tourelle, entre les objectifs. Seul l'objectif utilisé est couplé à ce moteur. Lors du passage d'un objectif à un autre, le couplage au moteur est automatiquement débrayé puis réembrayé sur le nouvel objectif.

A l'arrière de la caméra, se trouve un appareil de mesure gradué en ouvertures relatives permettant au caméraman de contrôler en permanence l'ouverture de l'objectif en service.

La face avant de la caméra comporte une tourelle à 4 logements pouvant recevoir des objectifs compris entre 35 mm et 500 mm de distance focale.

La sélection des objectifs s'effectue par un groupe de 4 boutons poussoirs situés sur la face arrière de la caméra. Par action sur l'un de ces boutons, le moteur entraînant la tourelle démarre pour s'arrêter automatiquement lorsque l'objectif choisi est en position ; la tourelle est alors bloquée par un verrouillage approprié.

Afin de réduire au minimum le temps de passage d'un objectif à un autre, un système de contacts préférentiels choisit le trajet le plus court.

Le temps requis pour passer d'un objectif à celui diamétralement opposé est de 3 secondes environ.

Construite en alliage léger, cette caméra se présente sous la forme d'un caisson parallélépipédique dans les dimensions suivantes : hauteur = 44 cm — largeur = 36 cm — longueur = 58 cm. Son poids est de 50 kg environ.

Le tube utilisé pour la prise de vues est le P. E. S. Photicon qui est un supérioriconoscope d'un type perfectionné. Le signal qu'il produit comprend un niveau de référence au noir et les taches dues à l'émission secondaire sont pratiquement négligeables.

Ce tube présente de plus une réponse tonale particulièrement satisfaisante permettant la reproduction d'images avec une grande gamme de demi-teintes.

Le caméraman effectue les opérations de cadrage et de mise au point de l'image à l'aide d'un *viseur électronique* situé sur la partie supérieure de la caméra.

On appelle viseur électronique un petit récepteur de *T. V.* muni d'un tube de diamètre réduit (12 cm) mais d'une grande finesse. Le viseur ne contient pas tous les éléments d'un récepteur habituel, car intimement lié à la caméra, il peut disposer de certains signaux nécessaires à son fonctionnement en provenance de celle-ci, mais il dispose de son propre amplificateur et montre ainsi au caméraman l'image telle que celle-ci parvient à l'amplificateur de voie. Le viseur réalise donc à la fois le contrôle du système électrique de la caméra.

Une lentille grossissante en matière plastique incorporée au tunnel de visée permet d'agrandir

l'image du tube cathodique de contrôle et d'éviter la fatigue oculaire de l'opérateur due à l'accommodation.

Le viseur peut être détaché de la caméra pour fonctionner à une certaine distance de celle-ci. Il devient alors possible d'installer la caméra sur une grue tout en conservant le viseur au sol.



FIG. 6.

C'est en vue de cette opération que les organes de réglage et de contrôle optiques de la caméra ont été groupés sur le viseur.

Le caméraman dispose d'un combiné casque-microphone lui permettant d'entrer en liaison bilatérale avec le metteur en scène qui se trouve à la régie et avec l'opérateur de voie.



FIG. 7.

Une signalisation a été prévue constituée par un ensemble de voyants lumineux ; elle permet de prévenir le caméraman d'une part, les acteurs d'autre part, lorsque l'image de la caméra est envoyée à l'émetteur.

En exploitation normale de studio la caméra repose sur un pied cinématographique Eclair.

III. — 3 — 2. Caisson de contrôle de voie.

Le caisson contrôle de voie se présente sous la forme d'un caisson normalisé du type D. Il remplit deux fonctions principales :

1°) Il envoie vers la caméra les tensions et signaux nécessaires au fonctionnement de celle-ci.

2°) Il amplifie et corrige le signal video produit par la caméra pour le transformer en un signal video directement utilisable par le mélangeur d'images.

Les circuits électriques se décomposent de la manière suivante :

- amplificateur de voie,
- générateurs de balayage, de blocage et de corrections de taches,
- alimentation du tube analyseur,
- oscilloscope de contrôle du signal video,
- amplificateur d'intercommunication.

La liaison avec la caméra s'effectue à l'aide d'un câble spécial d'une grande souplesse malgré un diamètre extérieur de 20 mm. Ce câble, normalisé par la R. T. F. comporte 24 conducteurs simples et 4 coaxiaux.

A l'intérieur du caisson, se trouve un commutateur qui permet de compenser l'atténuation des fréquences élevées du signal video lorsqu'on utilise de grandes longueurs de câble.

Cette compensation se fait par plots correspondant chacun à une longueur de 50 m jusqu'à une valeur maximum de 300 m.

La face avant du caisson de voie comporte tous les réglages susceptibles d'être manœuvrés ou retouchés en cours d'exploitation, corrections de taches, concentration et focalisation du tube de prise de vue, réglage de diaphragme etc...

L'oscilloscope incorporé permet de contrôler le profil des signaux électriques constituant le signal video.

En plus des différents boutons de réglage se trouvent deux appareils de mesure dont l'un sert à contrôler en permanence la valeur de la haute tension alimentant le tube de prise de vue et l'autre l'ouverture de l'objectif utilisé. Ce dernier est branché en parallèle avec celui mis à la disposition du caméraman à l'arrière de la caméra.

Un voyant de signalisation permet de signaler à l'opérateur le moment où l'image produite par sa voie est envoyée sur l'antenne de l'émetteur.

Un combiné micro-casque lui permet d'entrer en liaison téléphonique avec le caméraman.

Dans le cas où l'on désire télécommander la caméra depuis la salle d'équipements, un coffret de télécommande est relié au caisson contrôle de voie par une fiche prévue à cet effet à l'arrière de celui-ci. En cas de besoin, ce coffret permet à l'opérateur de voie de se substituer au caméraman pour les opérations de changement d'objectif et de mise au point.

Le coffret peut être posé sur le pupitre devant l'opérateur de voie ou accroché à la poignée inférieure du caisson.

Les lampes utilisées dans le caisson contrôle de voie du type Noval et miniature sont au nombre de 47.

Son poids est de 40 kg environ.

III. — 3 — 3. Alimentation de voie.

L'alimentation des deux précédents éléments, caméra et contrôle de voie s'effectue à partir d'un troisième caisson appelé alimentation de voie.

Comme pour le précédent, le caisson utilisé est du type D.

Cet élément a pour but de fournir à la caméra et au contrôle de voie toutes les tensions alternatives et continues nécessaires à leur fonctionnement.

Les hautes tensions continues sont stabilisées vis-à-vis des variations éventuelles de la tension du réseau et en fonction des variations de charge. Les redresseurs utilisés sont des éléments au sélénium sur métal léger.

Sur la face avant se trouvent deux appareils de



Fig. 8

mesure : un milliampermètre et un voltmètre. Chacun d'eux est associé à un contacteur permettant le contrôle rapide des courants et tensions fournis et des débits individuels des régulatrices de tension.

Deux compteurs horaires permettent de totaliser, l'un, le nombre d'heures de fonctionnement de l'équipement, l'autre, le nombre d'heures de fonctionnement du tube de prises de vues.

L'alimentation de voie comporte au total 16 lampes du type miniature et Noval et son poids total est de 56 kg environ.

III. — 3 — 4. Le récepteur de contrôle permettant à l'opérateur de contrôler son image est du type 25 cm. Nous avons groupé à la fin la description des différents types de récepteurs de contrôle de façon à mieux différencier leurs caractéristiques.

III — 4 Groupe de mélange d'images.

Le groupe de mélange d'images situé à la régie finale comprend :

- un commutateur mélangeur,
- un pupitre de mélange,

— un distributeur video destiné à envoyer la video finale vers les différents points d'utilisation, émetteur, récepteur de contrôle, etc...,

— six récepteurs video de contrôle du type 36 cm.

Le but de cet ensemble est d'envoyer à l'émetteur la modulation d'image choisie par le metteur en scène parmi celles des différentes sources, prises de vues directes, télécinéma, équipement de reportage, relais hertzien, etc...

L'image de chacune de ces sources est affichée sur l'un des récepteurs placés devant le metteur en scène, ainsi que l'image envoyée après mélange vers l'émetteur. Sur le récepteur situé à l'extrême droite, s'effectue le contrôle de l'image réelle transmise obtenue par démodulation de la haute fréquence de l'émetteur.

III. — 4 — 1. Commutateur mélangeur.

Le commutateur mélangeur qui est contenu dans un caisson D est situé dans un meuble à alvéole au-dessus d'un petit répartiteur local destiné à envoyer les signaux video en provenance des différentes sources vers le mélangeur d'une part et vers les récepteurs de contrôle d'autre part.

III. — 4 — 2. Pupitre de mélange.

Toutes les commandes susceptibles d'être manœuvrées en exploitation sont renvoyées sur une platine fixée sur le pupitre de mélange.

Sur celle-ci, se trouvent groupés les boutons poussoirs permettant la commutation rapide des images. Pour les opérations de mélange progressif, fondus, fondus enchaînés, superpositions, etc..., deux leviers munis de poignées ont été prévus. Dans ce dernier cas, les boutons poussoirs servent à présélectionner les deux images qu'on désire mélanger.

Une autre série de boutons poussoirs permet au metteur en scène d'entrer en liaison téléphonique, soit simultanément avec tous les opérateurs des différentes sources d'image, caméra, télécinéma, soit individuellement avec chacun d'eux.

A chaque bouton poussoir appartenant soit au mélange d'image, soit au réseau d'ordres correspond un voyant lumineux de signalisation. Le micro d'ordres est fixé sur la platine ainsi que la prise du casque d'écoute.

Le pupitre n'étant qu'une commande à distance, toutes les opérations de mélange s'effectuent à

l'intérieur du caisson mélangeur par polarisation progressive ou blocage de lampes.

Le mélangeur ne recevant que des signaux d'image sans signaux de synchronisation, l'incorporation de ceux-ci se fait sur le signal video choisi par le réalisateur juste avant le départ vers l'émetteur.

Le caisson mélangeur comporte 37 lampes y compris l'alimentation incorporée qui est stabilisée. Son poids est de 38 kg environ.

III — 5 — RÉCEPTEURS DE CONTROLE.

Les récepteurs de contrôle video utilisés dans le matériel normalisé sont de trois types :

- récepteurs video de 25 cm;
- récepteur video de 36 cm;
- récepteurs intermédiaires.

Les récepteurs 25 cm et intermédiaires utilisent des tubes cathodiques de 25 cm de diamètre et sont contenus dans des caissons du type D.

Les récepteurs du type 36 cm utilisent des tubes cathodiques rectangulaires de 36 cm de diagonale. En raison des dimensions de ce tube, le caisson utilisé est du type C.

Tous ces récepteurs peuvent fonctionner normalement sur un signal video avec ou sans signaux de synchronisation. Dans ce dernier cas, il est possible de les synchroniser séparément, une entrée supplémentaire de synchronisation étant prévue à cet effet.

III — 5-1 Récepteur de 25 cm.

Le récepteur de 25 cm est le récepteur normalement utilisé pour le contrôle du signal à la sortie d'un générateur d'image, voie de prise de vue directe ou télécinéma.

Quatre de ces récepteurs se trouvent dans la salle d'équipements, associés chacun à une voie de prises de vue directe ou de télécinéma. Dans la salle du télécinéma où se trouvent les dérouleurs deux d'entre eux contrôlent les images du 16 mm et du 35 mm. Un troisième récepteur permet aux opérateurs de contrôler l'image finale transmise après mélange.

Un autre de ces récepteurs est placé dans le studio du speaker et permet à celui-ci de voir le spectacle qu'il commente; un autre enfin est placé dans le studio même, permettant au régisseur de plateau de suivre le déroulement du spectacle.

Ces récepteurs ont été étudiés avec un soin particulier pour que, malgré les dimensions réduites de l'écran, la qualité de l'image corresponde réellement à l'image à haute définition produite par la caméra.

Le tube cathodique est alimenté par une très haute tension stabilisée de 10 000 volts.

Le signal video attaquant l'appareil peut être compris entre 0,5 v et 1,5 v crête à crête sans que l'image décroche.

L'appareil comporte au total 20 lampes et pèse 43 kg.

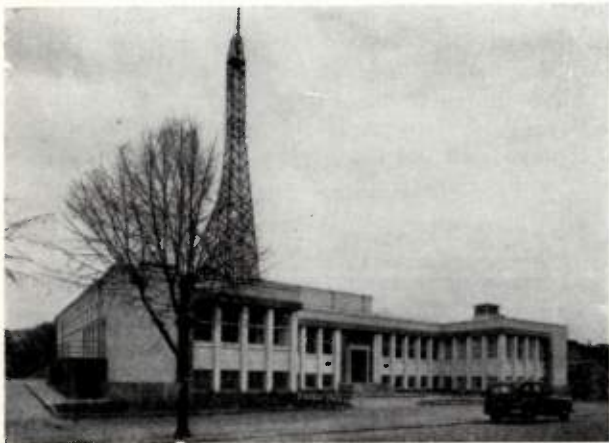
III. — 5-2. Récepteur 36 cm.

Les récepteurs de 36 cm sont ceux utilisés normalement pour équiper les régies de mélange d'image.

Etant situés à une certaine distance du pupitre de mélange et devant être vus par plusieurs personnes simultanément, les dimensions de leur écran devaient nécessairement être plus importantes. Le tube cathodique employé est le 36 M 64 Mazda correspondant au 14 BP 4 américain.

Electriquement, les circuits de ce type de récepteur sont les mêmes que ceux du récepteur de 25 cm, exception faite pour la très haute tension alimentant le tube cathodique qui est portée à 14 000 V et pour les circuits de balayage qui sont plus puissants.

L'appareil comporte au total 22 lampes et pèse 53 kg.



IV. — L'ÉMETTEUR DE TÉLÉVISION DE STRASBOURG ⁽¹⁾

PAR

J. POLONSKY

*Directeur Technique du Département Etudes Télévision,
Compagnie Générale de T. S. F.*

I — INTRODUCTION

La part de la Compagnie Générale de T.S.F. dans l'équipement de la station de télévision de Strasbourg comprend :

1° — Les émetteurs vision et son, le feeder et l'aérien communs aux deux émetteurs;

2° — Les appareils de contrôle et de maintenance;

3° — Un relais mobile sur ondes centimétriques, destiné à assurer la transmission de l'image et du son entre le car de reportage et la station émettrice.

II — ÉMETTEUR

II. 1. — Généralités :

L'émetteur de Strasbourg, installé fin Septembre et mis en exploitation le 15 Octobre 1953, est le premier d'une série d'émetteurs C.S.F. de 3 à 20 kilowatts, dont la mise en service s'est effectuée dans le courant de l'année 1954, en France, métropole et outre-mer et à l'Etranger.

Dans la conception de ces émetteurs, nous avons à tenir compte d'un certain nombre de facteurs d'ordre technique et d'ordre industriel :

1° — Satisfaire aux nouvelles clauses, relativement serrées, des Cahiers des Charges établis par les Services techniques de la Radiodiffusion Télévision française. L'émetteur de Strasbourg était le premier à subir cette épreuve.

2° — Assurer le maximum de sécurité et de commodité d'exploitation de ces équipements.

3° — Aboutir au plus grand nombre possible de parties communes pour les divers émetteurs de télévision à construire, malgré la grande gamme de puissances et de fréquences et la diversité des standards existants.

Nous nous sommes donc, avant tout, attachés aux principes suivants :

a. A l'élimination des tubes complexes ou de tout montage électrique n'offrant pas une garantie suffisante de stabilité dans le temps, quels que soient leur facteur de mérite ou leurs performances.

b. A la généralisation du montage dit de contre-réaction, aussi bien dans les chaînes haute fréquence, video et basse fréquence, que dans les alimentations.

Cela a permis d'améliorer sensiblement les performances techniques et d'assurer leur stabilité.

c. Au neutrodynage quasi-apériodique des étages en exploitation.

d. A une marge de sécurité relativement importante dans le choix du régime des tubes et des pièces détachées.

Le montage et le câblage général devaient permettre l'accessibilité facile des divers organes, le remplacement des tubes en particulier devant pouvoir se faire très rapidement.

e. A l'aménagement de nombreux contrôles, permettant, en cas de panne, une localisation rapide de l'organe défectueux.

f. A la répartition du matériel dans des baies, pour faciliter une éventuelle extension de puissance.

Le choix du niveau de modulation (nombre d'étages amplificateurs de H.F. modulée) était le résultat d'un compromis entre un grand nombre de facteurs. Citons, en particulier :

— La qualité et la stabilité dans le temps des caractéristiques techniques;

— Le prix de revient industriel;

— Le maximum de parties communes pour les émetteurs vision et son, compte tenu de la diversité de puissance, de canaux et de standards;

— La possibilité d'extension ultérieure de la puissance, réalisable dans des conditions économiques et sans entraîner un arrêt prolongé des émissions;

(1) Conférence faite à la Société des Radioélectriciens le 15 mars 1954.

— La facilité de maintenance de l'émetteur contrôlés aisés et non ambigus — réglages simples, susceptibles d'être effectués par le personnel exploitant).

Ces diverses considérations nous ont amenés à moduler par contrôle de grille, pour la vision comme pour le son, sur un étage relativement puissant (500 W. ou 3 kW, suivant la puissance demandée).

Les figures 1 et 2 illustrent la façon dont on peut passer d'un émetteur vision et son de 0,5 kW à un émetteur 4 kW ou même 20 kW, en ajoutant chaque fois un certain nombre de baies à droite et à gauche des baies constituant l'émetteur primitif. Sur chacune de ces figures, les trois baies centrales constituent un émetteur quasi-complet, vision et son, de 500 watts à 1 kW, suivant le standard employé.

En ajoutant une double baie à droite et une double baie à gauche, on aboutit à l'émetteur de 3 à 4 kW (fig. 1). Deux autres baies supplémentaires, placées à droite et à gauche, permettent d'obtenir un émetteur de 20 kW crête, vision et son (fig. 2).

II. 2. — L'émetteur vision :

II. 2. 1 — Implantation :

La figure 1 montre l'émetteur de Strasbourg (vue de la face avant), portes fermées et la figure 3 le même émetteur, portes enlevées. De gauche à droite, on trouve :

- 4 châssis pour l'émetteur vision :
- La commande automatique et le redresseur haute tension;
- L'étage 4 kW vision;
- Le châssis video avec ses alimentations et régulations;
- Les petits étages H.F. (jusqu'à 500 watts environ).

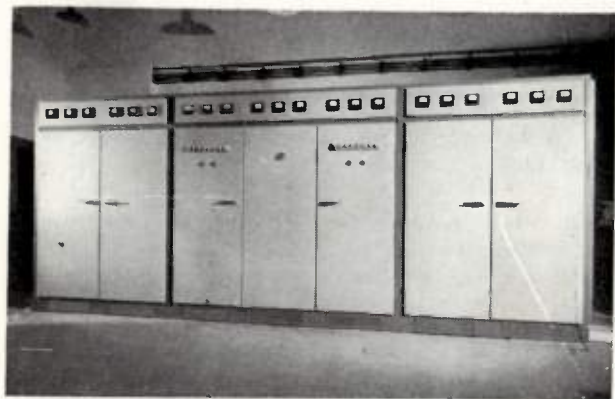


FIG. 1. — Émetteur 4 kW face avant, portes fermées.

— Les 3 châssis de droite forment l'émetteur son :

- Les petits étages H.F. et la partie basse fréquence;
- L'étage final son 3 kW crête;

— L'alimentation haute tension et la commande automatique son.

Il est à remarquer que les chaînes H.F., la commande automatique et un certain nombre d'organes annexes sont identiques pour les deux émetteurs.

II. 2. 2 — Conception de l'émetteur vision :

La figure 4 montre le schéma de principe de l'émetteur vision.

Celui-ci comprend trois parties distinctes : la partie H.F. non modulée — la partie synchro-video et l'étage final H.F. modulé.

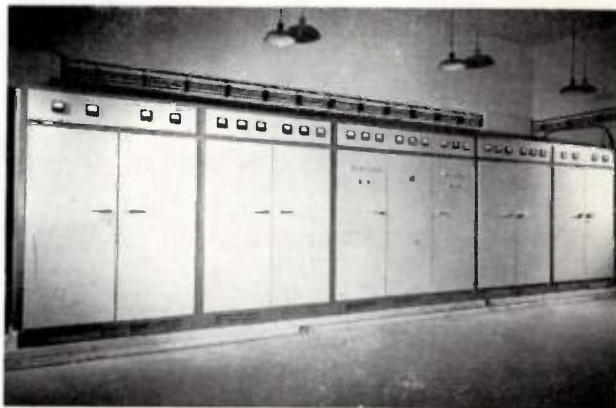


FIG. 2. — Émetteur 20 kW, face avant, portes fermées.

La partie H.F. fournit une puissance suffisante aux grilles de l'étage final, à partir d'un quartz stabilisé et d'une série de multiplicateurs de fréquence. Cette chaîne fonctionne en régime surexcité classe C et présente à la sortie une impédance

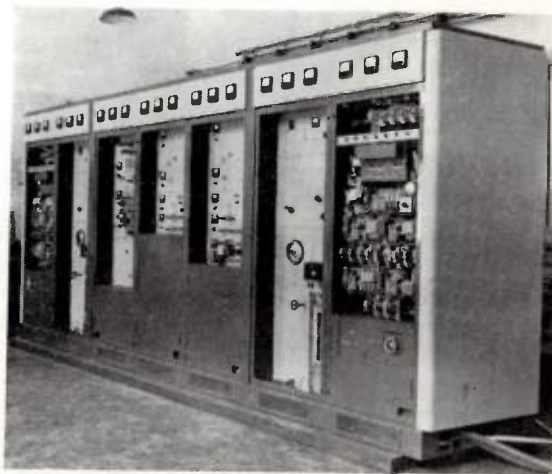


FIG. 3. — Émetteur 4 kW, face avant, portes ouvertes.

relativement basse, afin de ne pas perturber le fonctionnement de l'étage final.

Le rôle de la partie video consiste :

- a. A amplifier le niveau du signal d'entrée (1 volt crête à crête) ;
- b. A suramplifier le niveau de tops de synchronisation ;

c. A permettre le réglage manuel du niveau du noir et à stabiliser celui-ci à la sortie de l'émetteur, malgré les variations de la teinte moyenne de l'image et celles de la tension du secteur.

Pour rendre les signaux aussi stables que possible en fonction du temps, trois types de contre-réaction ont été employés; notamment :

- 1° — Une contre-réaction locale par étage;
- 2° — Des boucles de contre-réaction protégeant la chaîne contre des signaux parasites dus aux sources d'alimentation;
- 3° — Enfin, une contre-réaction globale, étage H.F. compris, combinée avec des signaux de clamping pour stabiliser le niveau du noir à la sortie de l'émetteur.

Un problème relativement ardu était de construire un modulateur économique, capable de fournir une amplitude de 250 volts crête à crête aux bornes d'une capacité de 130 pF environ. Ce pro-

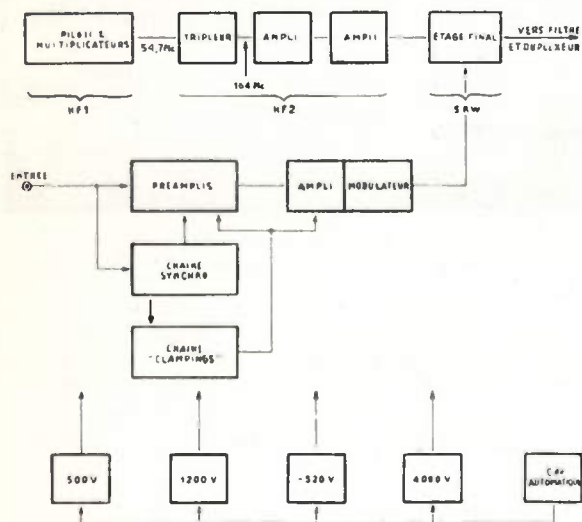


FIG. 4. — Schéma de principe de l'émetteur vision.

blème a été résolu par la mise au point d'un modulateur classe B équipé avec des tubes du type réception, munis d'un fort taux de contre-réaction. La résistance interne du modulateur n'est que de quelques ohms; il est capable de fournir un courant instantané relativement élevé à 10 mégacycles, le courant moyen débité par le modulateur, en régime d'exploitation, étant très réduit (15 % environ de la valeur de crête).

L'étage modulé comprend deux tétrodes, type QBW 5/3 500, Philips, montées en symétrique.

Deux points sont à signaler en ce qui concerne l'étage final :

1° — Le refroidissement d'anodes s'effectue par une circulation d'eau brute (non distillée), ce qui permet d'économiser des pompes et des échangeurs, organes bruyants et nécessitant de l'entretien.

L'expérience a confirmé que ce mode de refroidissement n'offre aucun inconvénient tant que la température de l'eau reste relativement basse. La consommation d'eau est faible : moins de 1 mètre cube-heure pour les deux émetteurs vision et son.

2° — Le neutrodynage de l'étage est quasi-apériodique; le changement d'un tube ou, éventuellement, du canal HF ne nécessite pas de retouche dans ce domaine particulièrement délicat.

II. 3. — Caractéristiques techniques de l'émetteur vision :

Rappelons brièvement que le rôle de l'émetteur vision est de moduler l'amplitude d'une onde porteuse à la cadence du signal composite envoyé par le

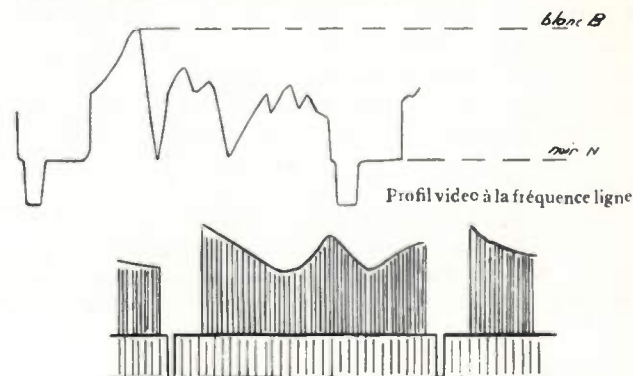


FIG. 5. — Formes de signaux. Profil video à la fréquence image.

studio. Ce signal comprend l'information video et les signaux de synchronisation de ligne et d'image.

La partie du signal entre N et B correspond à l'information video; celle-ci doit être transmise fidèlement par l'émetteur, c'est-à-dire que l'enveloppe de l'onde porteuse doit reproduire aussi fidèlement que possible le profil du signal d'entrée. Toute différence entre ces deux profils correspond à une distorsion de l'image; nous verrons plus loin quelles sont les tolérances admises.

Quant à la partie correspondant aux signaux de synchronisation, le rôle de l'émetteur ne se borne pas à les reproduire fidèlement, mais très souvent il doit améliorer leur qualité. En particulier, l'émetteur doit assurer la stabilité des paliers du noir N et celle du niveau de synchronisation, malgré les variations de la teinte moyenne de l'image et malgré une instabilité éventuelle du niveau de signaux de synchronisation à l'entrée.

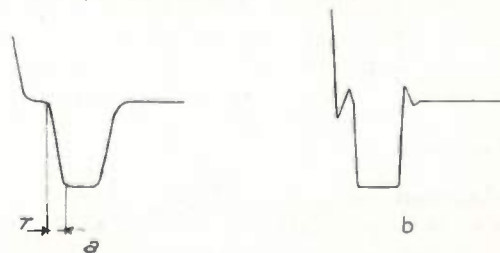


FIG. 6. — Formes de signaux. Profil video à la fréquence ligne.

Il doit en outre supprimer ou atténuer certains défauts accidentels apparaissant à l'entrée (ronflements, intégration ou différentiation des paliers).

La raideur des fronts doit être maintenue entre certaines limites : une raideur insuffisante (a) (fig. 6) peut provoquer un déchiquetage des lignes en raison de l'indétermination du moment de

déclenchement des bases de temps à la réception, si τ est trop long.

Une raideur trop grande de ces fronts peut également provoquer des troubles de synchronisation. En effet, la bande passante vidéo étant limitée, des fronts trop raides provoquent des suroscillations (b) susceptibles de déclencher intempestivement les bases de temps. Le système de transmission d'une bande latérale unique adopté en télévision tend à aggraver ce défaut.

Les tolérances admises par les cahiers des charges de la R.T.F. concernant la qualité des signaux de synchronisation sont les suivantes :

1. Le niveau du noir et l'amplitude des signaux de synchro doivent être stables à $\pm 1,5\%$ quelle

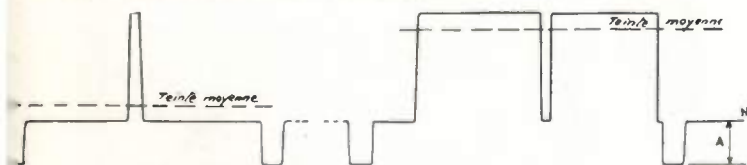


FIG. 7. — Formes de signaux. Profil vidéo à la fréquence ligne.

que soit la teinte moyenne de l'image et pour des niveaux de synchro à l'entrée A variant dans le rapport de 1 à 2.

Cette condition impose une expansion préalable des signaux de synchro par rapport à ceux de vidéo, leur écrêtage et un alignement efficace du niveau de noir obtenu par une contre-réaction combinée avec un système de clamping.

2. La raideur des fronts étant comprise entre 80 et 100 $m\mu s$ à l'entrée, elle doit être comprise entre 100 et 140 $m\mu s$ à la sortie, l'amplitude des suroscillations étant inférieure à 5 %.

3. Le résidu du fond de tops de synchro ne doit pas dépasser 2,5 % de l'amplitude totale du signal.

Le neutrodynage de l'étage final H.F. doit être particulièrement soigné.

Les tolérances essentielles admises en ce qui concerne les signaux vidéo sont les suivantes :

1. La pente de la courbe amplitude-amplitude entre les niveaux du noir et du blanc ne doit pas s'écarter d'une droite de plus de 5 %.

Il est essentiel que l'émetteur ne soit pas une cause supplémentaire d'écrasement des demi-teintes, provoqué d'autre part, en particulier, par les tubes de prise de vue à l'émission et par le tube cathodique à la réception.

2. La bande passante de l'émetteur (de la chaîne vidéo et de la bande H.F. transmise intégralement) doit être constante à 1 dB près de 50 c/s à 7 Mc/s, avec une atténuation tolérée de 4 dB à 10 Mc/s.

La distorsion de phase doit être inférieure à une valeur telle que des signaux rectangulaires à fronts raides ($80 > \tau > 50 m\mu s$), ayant des paliers horizontaux à l'entrée ne doivent présenter à la sortie ni des suroscillations dont l'amplitude dépasse 3 %, ni des déclivités de paliers supérieures à 3 %.

On assure ainsi à l'image la finesse maximum compatible avec le standard français, et l'on évite

des traînages et des zones alternativement claires et sombres au voisinage des transitions rapides de lumière.

La transmission correcte de teintes moyennes (signaux rectangulaires à 50 c/s) est assurée par les dispositifs d'alignement du niveau de noir à la cadence de ligne.

3. Des signaux parasites apparaissant sur l'écran d'un récepteur sont particulièrement gênants quand ils ne sont pas distribués au hasard (souffle d'un récepteur) et d'autant plus qu'ils ne sont pas synchrones avec la fréquence d'image.

Ces parasites à fréquence basse provoquent un défilement des barres horizontales alternativement sombres et claires; à fréquence élevée, ils apparaissent comme des moirures à défilement vertical ou oblique, ou comme un scintillement.

Les signaux parasites à l'émission sont dus soit aux résidus de filtrage des alimentations électriques (synchrones avec la fréquence image), soit à l'intermodulation du son dans l'image (signaux non synchrones) en raison de la présence d'organes communs aux émetteurs vision et son (aérien et feeder). Ces parasites peuvent également prendre naissance intempestivement dans l'émetteur, soit par des oscillations parasites des sources réglées ou des tubes amplificateurs, soit encore par des vibrations mécaniques dues aux organes mobiles insuffisamment amortis (ventilateurs ou turbines) et transformées en modulation électrique.

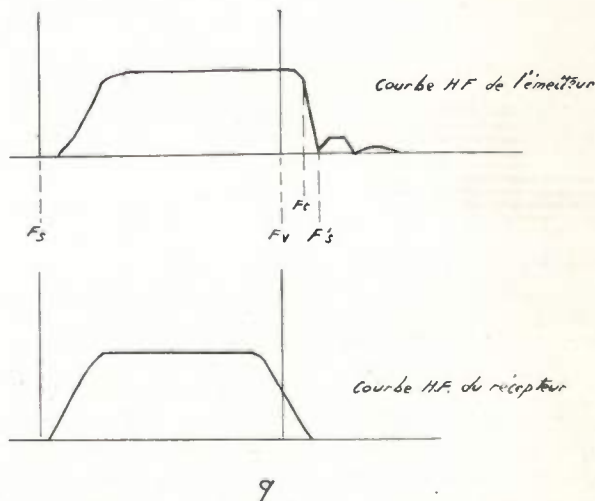


FIG. 8. — Formes de signaux. Profil vidéo à la fréquence ligne.

F_v = fréquence porteuse vision.
 F_s = fréquence porteuse son.
 F_s' = fréquence porteuse son du canal voisin.
 F_t = fréquence maximum du $\frac{1}{2}$ talon.

La valeur crête admissible pour ces parasites est de 40 dB inférieure au niveau du blanc. Il est à noter que ces parasites sont particulièrement gênants sur un fond sombre, comme c'est le cas en radiophonie lorsque le bruit indésirable se manifeste pendant les silences.

4. La transmission à bande latérale quasi-unique nécessite à l'émission, après le processus de modulation, l'atténuation d'une bande latérale.

La courbe complémentaire du récepteur a été définie pour une courbe idéale à l'émission, qui aurait un talon horizontal entre F_l et F_v et tomberait après brutalement à zéro.

Il est pratiquement impossible d'obtenir une telle courbe à l'émission. On admet donc une zone de transition entre les fréquences F_A et F_B . Cette zone doit être aussi réduite que possible et doit posséder des caractéristiques d'amplitude et de phase telles que la distorsion de phase provoquée par cette courbe dans la zone entre F_v et F_l soit aussi faible que possible.

La figure 8 représente la courbe amplitude-fréquence imposée à l'émetteur.

Cette courbe peut être obtenue soit par un émetteur passant pratiquement les deux bandes latérale (en atténuant légèrement l'une d'elles) associé à un filtre H.F. ayant des caractéristiques convenables, soit encore en modulant à bas niveau et en amplifiant la H.F. modulée, tout en prenant soin d'atténuer progressivement la bande à éliminer.

Si la deuxième solution est utilisée, il faut veiller particulièrement à ce que la stabilité des réglages soit conservée en exploitation, car les tubes amplificateurs H.F., aussi bien que les circuits extérieurs, font partie du réseau complexe formant le filtre de bande.

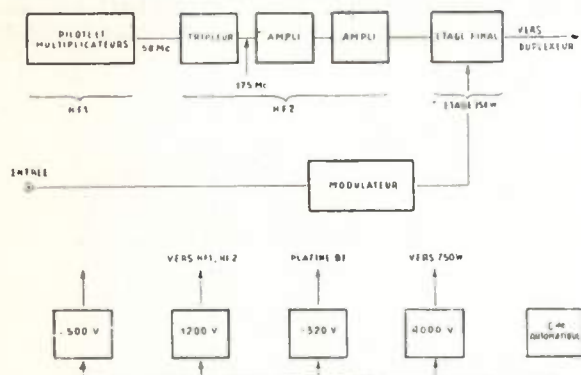


FIG. 9. — Schéma de principe de l'émetteur son.

Dans l'émetteur de Strasbourg, la première solution est employée. Ce choix était d'autant plus justifié que les caractéristiques de la bande atténuée n'étaient encore, au moment de l'installation, que provisoires, et qu'il est incontestablement plus facile de les modifier par un filtre entièrement passif qu'en jouant sur les réglages de plusieurs étages H.F.

Le filtre employé est combiné avec un duplexeur permettant l'emploi d'un feeder et d'un aérien communs aux émetteurs vision et son.

II. 4. — Émetteur son :

La chaîne haute fréquence de l'émetteur son est identique, à tous les points de vue, à celle de l'émetteur vision (schéma de principe fig. 9). La modulation s'effectue sur les grilles du dernier étage. Le taux de contre-réaction globale dépasse 20 décibels sans que la chaîne se mette à osciller.

Les performances de l'émetteur sonore sont les suivantes : distorsion harmonique inférieure à 1,5 %, bande passante constante de 30 c/s à 15 kc/s à 1 dB près, avec une capacité de modulation voisine de 100 % pour toutes les fréquences.

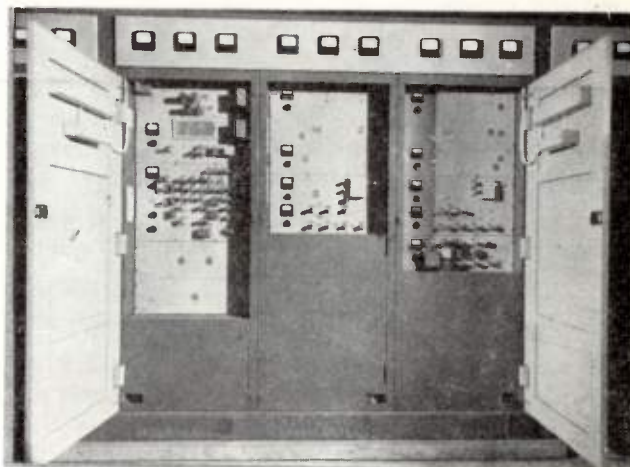


FIG. 10. — Les trois baies centrales, face avant.

D'autre part, le fait de moduler sur les grilles de l'étage final et non pas sur les anodes permet à l'émetteur de supporter des surmodulations importantes sans mettre en danger les tubes ou les circuits.

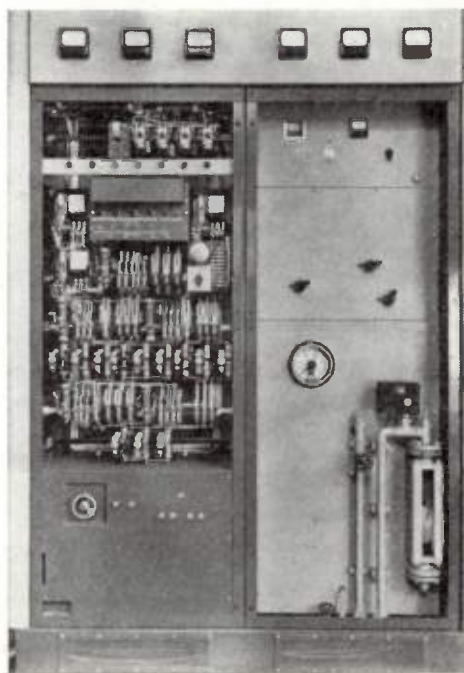


FIG. 11. — Commande automatique et étage 3 kW, vision ou son.

Afin d'illustrer l'accessibilité des organes, les figures 10 à 14 montrent respectivement :

- les trois baies centrales, face avant;
- la commande automatique et l'étage 3 kW, son ou vision;
- les petits étages haute fréquence, vue arrière;

- la baie video, vue arrière;
- l'étage final 3 kW, vision ou son, vue arrière.

III — ORGANES DE LIAISON ET AÉRIEN.

La figure 15 montre le schéma des organes intermédiaires entre les émetteurs vision et son d'une part et le feeder d'autre part.

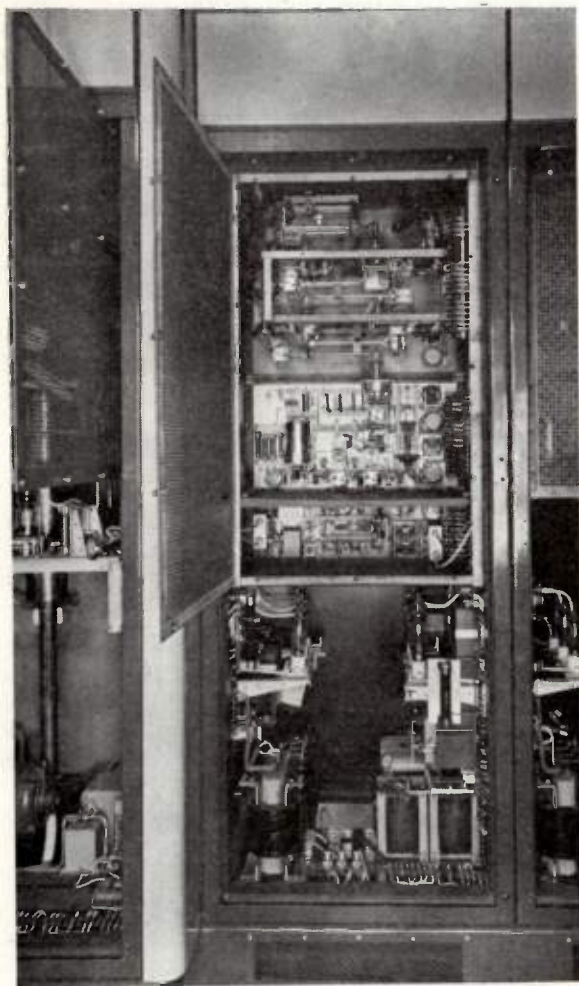


FIG. 12. — Les petits étages haute fréquence, vue arrière.

On peut y distinguer : le filtre de bande et le duplexeur (4), les antennes fictives pour l'émetteur vision (3) et son (7) avec les commutateurs (2) et (6) permettant de brancher chaque émetteur soit sur son antenne fictive, soit sur le feeder et sur l'aérien communs.

Trois réflectomètres destinés aux mesures des taux d'ondes stationnaires à l'entrée de l'émetteur vision (1), à l'entrée de l'émetteur son (5) et au départ du feeder général (8).

(9) et (10) représentent respectivement une section destinée aux mesures et un dispositif de sécurité d'ondes stationnaires.

La partie du filtre combinée avec le duplexeur correspond à un montage à double pont. Il comprend deux dispositifs de passage symétrique-dissymétrique avec les adaptations d'impédance, ainsi

que six cavités résonnantes, dont deux sont réglées sur la fréquence de l'émetteur son et les quatre autres sur des fréquences choisies dans la bande à atténuer.

Le rôle de la résistance R est d'absorber les courants de déséquilibre du pont des émetteurs vision et son, afin d'éviter toute intermodulation. Cette résistance absorbe également la puissance de la

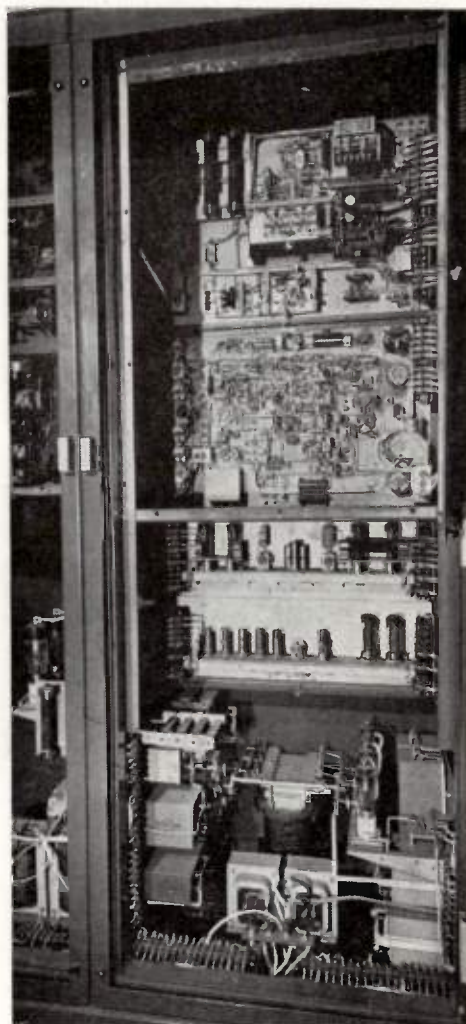


FIG. 13. — La baie video, vue arrière.

bande à atténuer pour empêcher que celle-ci n'aille vers l'antenne, ou qu'elle ne retourne vers l'émetteur.

La construction de ce filtre et du duplexeur nécessite des soins très particuliers, en raison des courants et des tensions élevés qui s'y développent et en raison de la stabilité exigée de ces organes en fonction d'échauffements possibles.

Dans le cas d'émetteurs radiophoniques, on s'attache à adapter correctement l'aérien à son feeder pour éviter des pertes supplémentaires, un échauffement excessif et des surtensions dans le feeder. Un taux d'ondes stationnaires de 1,3 à 1,4 est considéré comme assez normal.

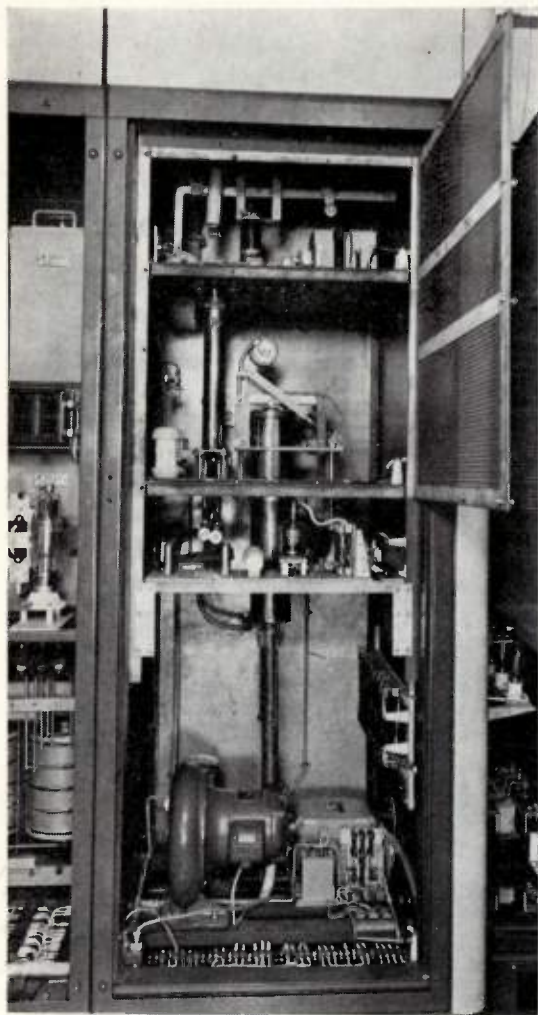


FIG. 14. — L'étage final 3 kW, vision ou son, vue arrière.

Pour un émetteur de télévision, on ne peut pas tolérer des ondes stationnaires dont le taux dépasserait 1,1 à 1,15 sous peine d'observer des échos gênants sur l'image.

Il est en général difficile de s'affranchir totalement de ce défaut (et en particulier dans le cas de feeders longs) en prenant uniquement soin de l'adaptation de l'aérien au feeder, sans faire appel à des dispositifs électriques spéciaux.

Le feeder et l'aérien actuels sont provisoires. Le feeder attaque une antenne constituée par quatre baies de supertournequets montées au sommet d'un pylône de 40 mètres environ.

Dès que le pylône définitif de 100 mètres de hauteur sera prêt (courant Octobre 1954), l'antenne et le feeder définitifs seront montés; l'antenne sera constituée par trois panneaux rayonnants disposés de manière à assurer un diagramme de rayonnement dans le plan horizontal spécifié par la R.T.F.

Les figures 16 et 16a représentent respectivement l'aérien provisoire de Strasbourg et un aérien analogue en cours de réglage à l'usine.

IV — BAIE DE CONTRÔLE ET DE MAINTENANCE

L'une des plus grandes difficultés que nous ayons rencontrées au cours des études, au stade du laboratoire, était l'absence quasi-complète d'appareils de mesure idoines.

Nous tenons à remercier particulièrement les Services techniques de la Radiodiffusion Télévision française qui nous ont apporté, pour la solution de ces problèmes, l'appui de leur grande expérience et de leurs connaissances approfondies dans le domaine de la télévision.

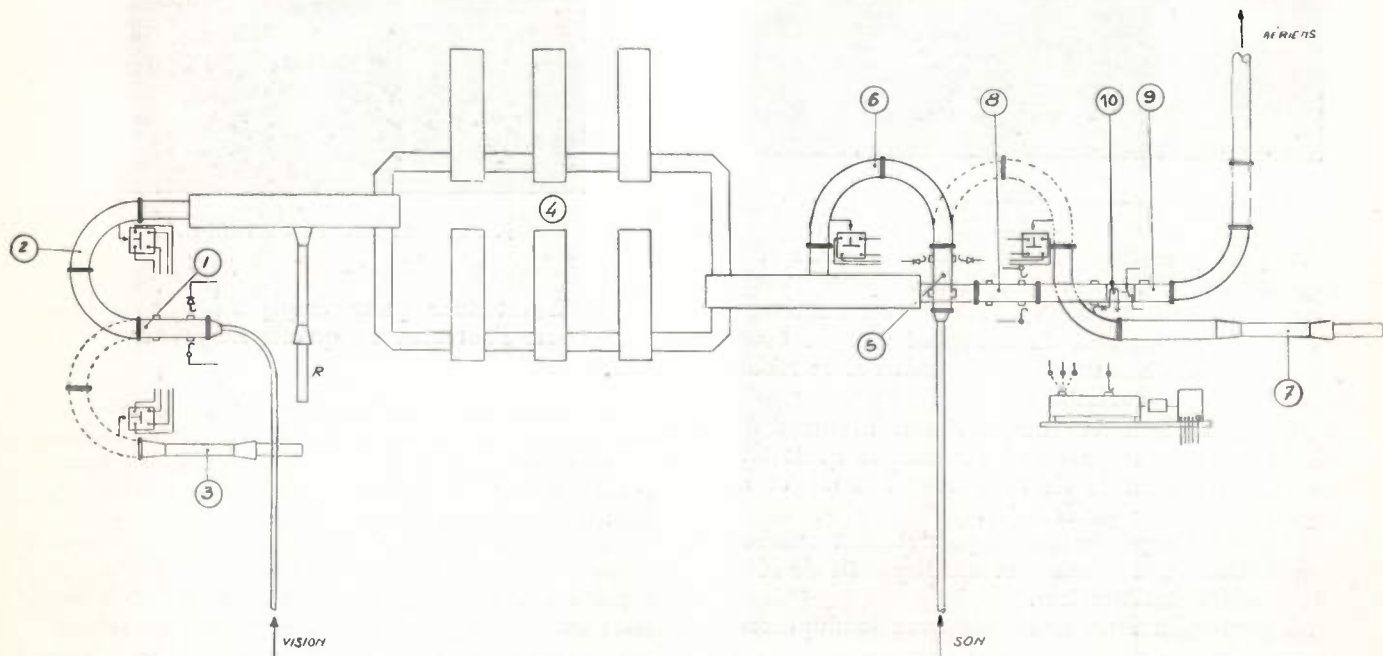


FIG. 15. — Schéma des organes de liaison émetteur-aérien.



FIG. 16. — L'aérien provisoire de Strasbourg.

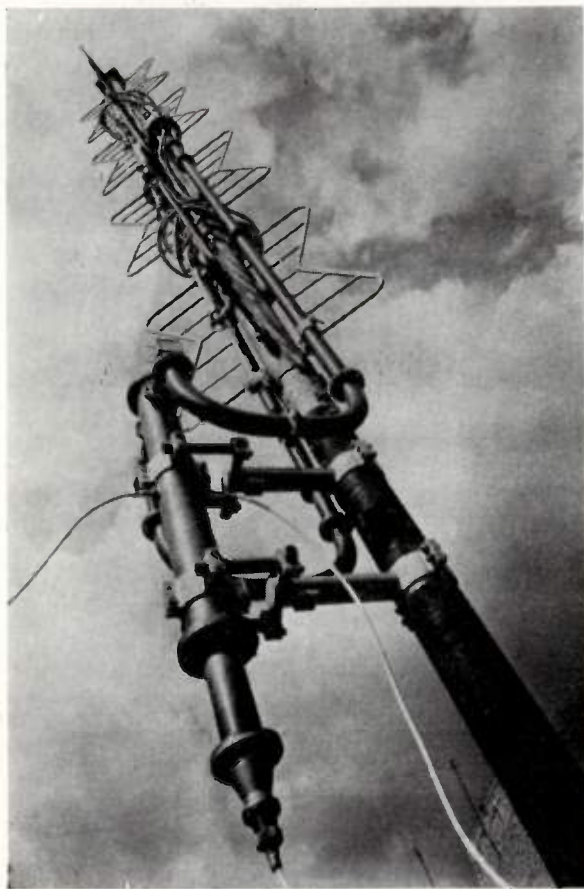


FIG. 16 a. — Un aérien analogue à celui de Strasbourg, en cours de réglage à l'usine.

Nous avons à bâtir un matériel industriel devant répondre à des clauses techniques précises, mais pour lequel les appareils et les méthodes de mesure étaient entièrement à créer. C'est à travers des confrontations d'idées entre les Services techniques de l'Administration, d'une part, et nos Ingénieurs de Laboratoire, d'autre part, que les appareils de mesure de télévision en France, dénommés à présent matériel de maintenance, ont vu le jour.

La baie de maintenance a trois rôles à remplir :

— avant la mise en service quotidienne :

Permettre le contrôle rapide des performances essentielles de l'émetteur.

— au cours de l'émission :

Contrôler l'image et les signaux à la sortie de l'émetteur pour les comparer à ceux à l'entrée.

— en cas de panne ou de baisse de qualité :

Pouvoir localiser l'étage défectueux et définir l'organe à remplacer.

A cet effet, la baie comporte, d'une part, des générateurs fournissant des signaux analogues à ceux existant dans une image réelle et, d'autre part, des appareils de contrôle et de mesure permettant d'évaluer ou de mesurer les défauts éventuels introduits par l'émetteur.

La figure 17 représente la baie de maintenance.

Parmi les appareils, citons en particulier : le générateur de signaux types télévision — le wobulateur video — la mire électronique, qui constituent les générateurs;

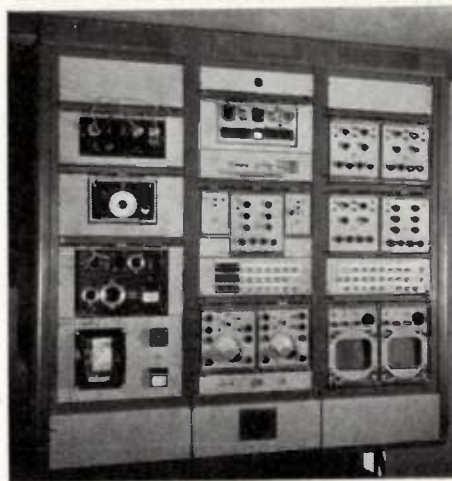


FIG. 17. — Baie de maintenance.

Tandis que, pour le contrôle, citons : l'oscillographe à large bande — l'oscillographe haute fréquence à 200 Mc/s — le démodulateur vision — l'analyseur de spectre HF — les récepteurs video — etc.,

D'autres appareils entrant dans la baie sont destinés au contrôle de qualité de l'émission sonore.

La plupart des appareils faisant partie de la baie sont réalisés sous forme de caissons normalisés par la R.T.F.

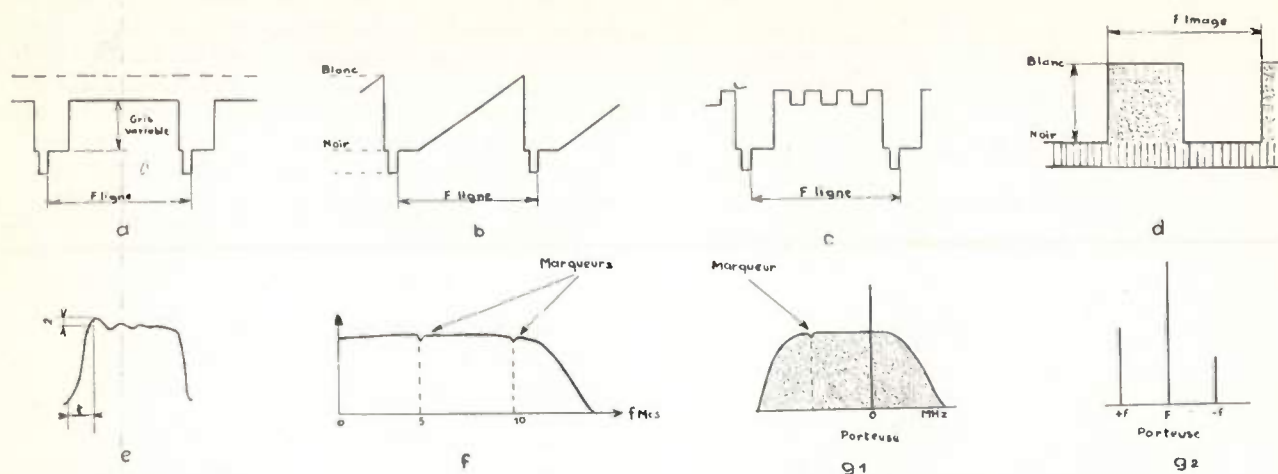


FIG. 18. — Signaux des appareils de maintenance.

La figure 18 représente quelques signaux fournis par le générateur de signaux types et par le wobblateur, tels qu'ils apparaissent sur un écran d'oscilloscope.

Le générateur, destiné au contrôle des signaux transitoires, fournit des tops de synchronisation et de suppression ligne et image, combinés avec divers signaux video, par exemple : une dent de scie à fréquence ligne, des signaux rectangulaires à fréquence variable entre 50 c/s et 400 kc/s.

Le wobblateur, destiné au relevé de la bande passante, fournit à la sortie un signal allant de 250 kc/s à 17 Mc/s, soit en régime sinusoïdal, soit en régime wobblé.

L'analyseur de spectre haute fréquence est très



FIG. 19. — Générateur de signaux, vue de face.

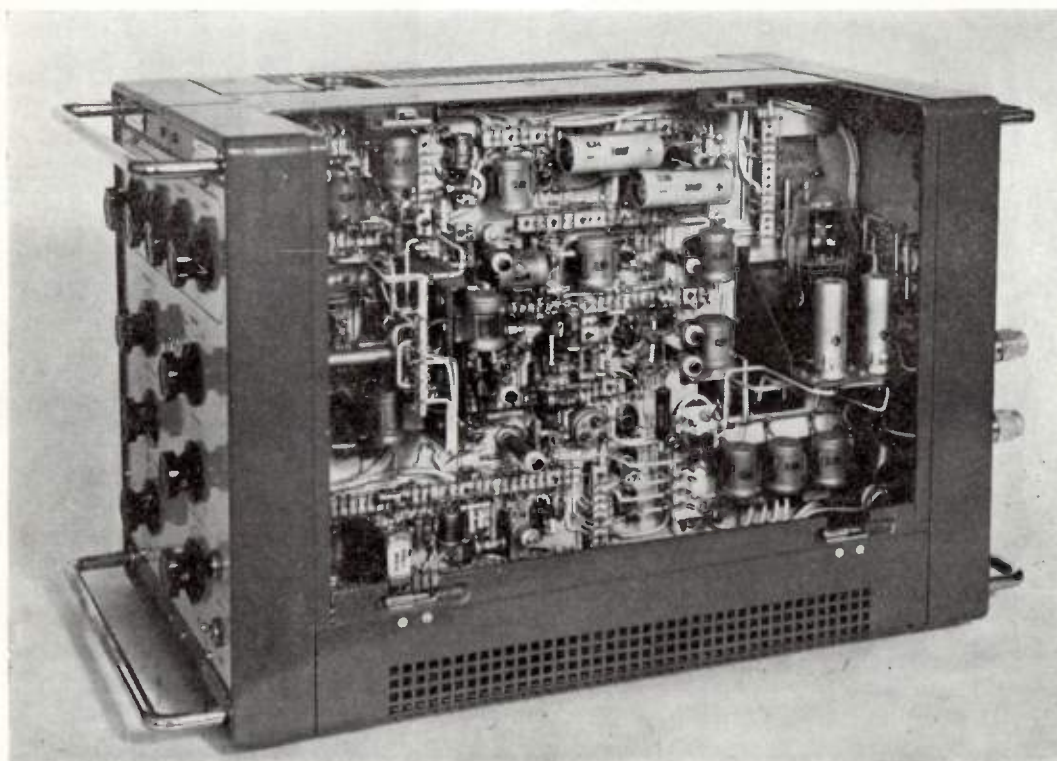


FIG. 20. — Générateur de signaux, côté câblage.

utile pour l'analyse des bandes latérales à la sortie de l'émetteur. Ces bandes étant dissymétriques par définition, une détection aperiodique seule n'est pas capable de donner une indication sur le rapport des bandes latérales.

Si l'émetteur est modulé par une tension sinusoïdale, l'analyseur relié à un oscilloscope présente trois impulsions séparées : celle du milieu correspond à la porteuse, les deux extrêmes aux bandes latérales. La mesure de celles-ci est immédiate. En modulant l'émetteur en régime wobblé (par le wobulateur video), il se forme sur l'écran de l'oscilloscope un brouillard d'impulsions autour de la porteuse, dont les sommets forment la trace de la bande passante H.F.

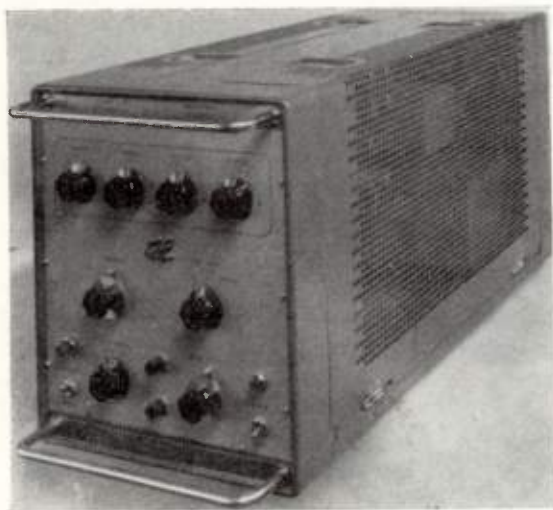


FIG. 21. — Wobulateur.

L'oscilloscope H.F. vision donne directement la courbe enveloppe de modulation de l'émetteur vision, analogue au trapèze pour les émetteurs sonores. Cet appareil sert de modulomètre vision et permet la mesure directe du résidu haute fréquence pour le fond de tops de synchronisation.

Les figures 19 et 20 donnent une vue d'ensemble et une vue du câblage du générateur de signaux.

V — CONCLUSIONS

Au premier abord, on est tenté de croire que les caractéristiques techniques exigées des émetteurs de télévision sont trop sévères en regard de la qualité réelle des récepteurs.

Or, en admettant des tolérances limites pour l'ensemble de la chaîne de transmission (émetteur et récepteur compris) et en tenant compte du nombre d'appareils d'émission mis en cascade entre l'appareil de prise de vues et le récepteur (caméra ou télécinéma, mélangeur, distributeurs, relais hertiens et émetteur de diffusion), il devient évident que la qualité des appareils d'émission doit être quasi-parfaite.

Cela est d'autant plus vrai que le prix de l'ensemble des organes d'émission devient vite négligeable devant celui de l'ensemble des récepteurs qu'il dessert.

*
**

Avant de terminer, nous tenons à exprimer notre reconnaissance aux Services techniques de la Radiodiffusion Télévision française, pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu porter aux études théoriques et expérimentales qui ont été effectuées dans nos laboratoires de télévision pendant plusieurs années.

Je voudrais également rappeler que, le cadre de la Compagnie Générale de T.S.F., cette œuvre collective est d'abord le résultat d'efforts soutenus d'une équipe d'ingénieurs et de techniciens qui ont travaillé avec foi et dans un esprit de parfaite camaraderie. Sans pouvoir les nommer tous, je veux citer en particulier le rôle éminent joué par M. Paris, grâce à sa grande expérience industrielle et son sens aigu des réalisations.

M. AMSTER a mené à bien des études difficiles dans le domaines des aériens, duplexeurs, filtres de bande et appareils analogues. MM. MELCHIOR et BABILLON ont apporté des solutions originales dans le domaine des émetteurs, MM. CAHEN et MELCHIOR, dans l'étude des appareils de mesure et de maintenance.

LE FAISCEAU HERTZIEN P.T.T. GDH 101 COMME ARTÈRE DE DISTRIBUTION DE TÉLÉVISION A HAUTE DÉFINITION

PAR

J. VERRÉE

Ingénieur des Télécommunications

et

P. MAGNE

Ingénieur au centre de Recherches Techniques de la Compagnie Générale de T.S.F.

L'évolution des télécommunications par micro ondes a permis la réalisation de faisceaux hertziens capables de transmettre des informations à grande largeur de bande.

Le GDH 101 est l'aboutissement de plusieurs années d'études dans le domaine des hyperfréquences et constitue le premier faisceau français de la gamme des 8 cm de longueur d'onde. Ce matériel a été surtout conçu pour écouler à grande distance un important trafic téléphonique.

Les performances imposées au canal de transmission pour satisfaire les recommandations usuelles concernant le bruit de fond et la diaphonie des voies téléphoniques ont nécessité l'adoption d'une largeur de bande de 22 Mc/s, particulièrement bien utilisable pour transmettre les signaux de télévision à haute définition. Les artères réalisées en GDH 101 peuvent donc véhiculer la téléphonie multiplex et la télévision.

Dans le but d'utiliser au mieux l'infrastructure (tour relais, alimentations, etc...) plusieurs canaux hyperfréquences sont simultanément transmis.

L'équipement du GDH 101 est actuellement prévu pour 3 canaux mais des extensions sont possibles. Les 3 canaux peuvent être indifféremment exploités en télévision (819 lignes) ou en téléphonie (240 voies). Les distances parcourues peuvent atteindre 1 000 km. L'artère GDH 101 apporte une solution appréciable au problème de la distribution du programme de télévision et des échanges internationaux. Son exploitation à la fois télévisuelle et téléphonique correspond à une très bonne utilisation de l'infrastructure.

I. — RAPPEL DES CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU MATÉRIEL.

Une description de la station relais type GDH 101 a déjà été donnée dans l'Onde Électrique du mois d'avril 1952 : « Les équipements du faisceau hertzien Paris — Lille ».

Rappelons que la transmission se fait sur deux groupes de trois fréquences utilisées alternativement

à l'émission et à la réception dans la succession des relais. Les fréquences allouées sont les suivantes :

pour le premier groupe : 3 570 Mc/s, 3 640 Mc/s, 3 710 Mc/s et pour le second groupe : 3 850 Mc/s, 3 920 Mc/s, 3 990 Mc/s.

Les aériens utilisés sont du type « Lentilles électromagnétiques » dont le gain par rapport à la source isotropique atteint 37 dB. Il est connu que le transfert d'énergie en espace libre de l'aérien d'émission à l'aérien de réception est donné par le rapport :

$$\frac{P_r}{P_e} = \frac{G_1 G_2}{16 \pi^2} \left(\frac{\lambda}{d} \right)^2$$

ou P_r est la puissance reçue

P_e la puissance d'émission

$G_1 G_2$ les gains des aériens à l'émission et à la réception

λ la longueur d'onde

d la distance

Pour $d = 50$ km. $\lambda = 8$ cm. $G_1 = 5 000$,
 $\frac{P_r}{P_e} = 4.10^{-7}$ soit un affaiblissement de 64 dB.

L'affaiblissement mesuré est, en moyenne de 70 dB en raison de la propagation dans l'atmosphère et au voisinage du sol.

L'amplification des relais qui régénère la puissance du signal en compensant cet affaiblissement se fait : en moyenne fréquence à 105 Mc/s pour les faibles niveaux (jusqu'à 10 mW) et en hyperfréquence (TPO 851 de la C.S.F.) pour les niveaux forts (jusqu'à 1 Watt). Le chemin d'amplification comporte donc deux changements de fréquence par mélangeurs à cristaux (silicium et germanium) et hétérodynes locales hyperfréquences.

La moyenne fréquence constitue ainsi une fréquence omnibus d'amplification qui permet, si on le désire, d'injecter des signaux de modulation M. F. à chaque relais.

Le système de modulation adopté est la modulation de fréquence en raison de ses nombreux avantages : gain sur le rapport signal à bruit, équivalent de transmission constant et indépendant de la propagation, faible distorsion de non linéarité.

L'excursion de fréquence ($\Delta F = \pm 4$ Mc/s) est obtenue par application du signal vidéo à l'électrode réflex d'un klystron auto oscillateur du type KR 63. La composante continue du signal de télévision n'est pas transmise; l'alignement du niveau du noir est effectué, s'il y a lieu, par des équipements indépendants du faisceau hertzien.

En résumé, la liaison type GD H 101 est définie par les paramètres suivants :

- Longueur d'onde 8 cm.
- Puissance d'émission : de l'ordre de 1 Watt.
- Affaiblissement entre relais : 70 dB.
- Modulation de fréquence : $\Delta F = \pm 4$ Mc/s.
- Facteur de bruit des récepteurs : $F_0 = 15$ dB au maximum.
- Fréquence modulante maximum : 10 Mc/s.
- Largeur de bande du canal hyperfréquence : ± 10 Mc/s.

II. — CALCUL DU RAPPORT SIGNAL A BRUIT.

Pour évaluer le rapport signal à bruit, on supposera d'abord la liaison en modulation d'amplitude puis on ajoutera le gain procuré par la modulation de fréquence.

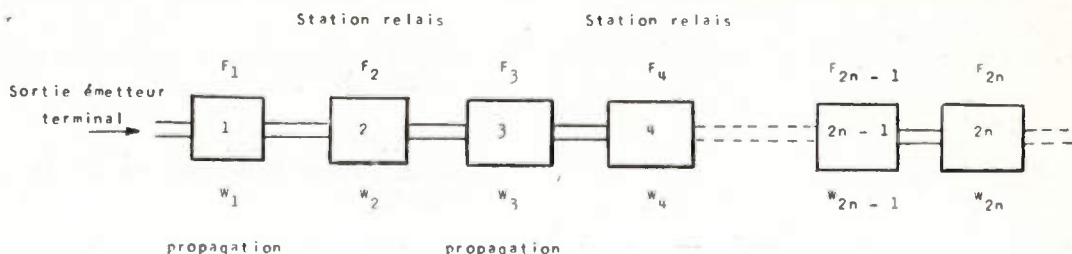


FIG. 1.

A la sortie de l'émetteur terminal, si la puissance délivrée est P_e , et si l'on suppose que le facteur de bruit de l'émetteur est égal à l'unité, le rapport signal

à bruit est $\frac{P_e}{kTB}$

k : constante de Boltzman

T : température absolue

B : bande passante du canal de transmission.

La perte de rapport signal à bruit introduite par l'ensemble des relais est par définition le facteur de bruit de la liaison.

Cette perte peut se calculer à partir des données suivantes :

affaiblissement entre émetteur et récepteur relais, gain du relais, facteur de bruit des récepteurs. On peut, en effet, schématiser la liaison par une succession de quadripôles, les uns représentant les stations

relais à gain positif, les autres la propagation, à gain négatif.

Sur la figure 1 nous avons représenté par les quadripôles pairs les stations relais et par les quadripôles impairs des atténuateurs ayant un affaiblissement égal à l'affaiblissement de propagation réel entre stations relais.

$F_1, F_2, F_3 \dots$ etc... facteurs de bruit individuels

$W_1, W_2, W_3 \dots$ etc ... gain en puissance utilisable

Le facteur de bruit d'un tel ensemble s'écrit — (d'après M.I.T. 18 page : 622) :

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{W_1} + \frac{F_3 - 1}{W_1 W_2} + \frac{F_4 - 1}{W_1 W_2 W_3} + \frac{F_5 - 1}{W_1 W_2 W_3 W_4} \dots + \frac{F_{2n} - 1}{W_1 W_2 \dots W_{2n-1}}$$

Si les quadripôles 1, 3, 5, 7 ... sont purement dissipatifs (atténuateurs) il est connu que si $W_1, W_3, W_5 \dots$ représentent leur gain négatif, c'est-à-dire leur atténuation, on a $F_1 = \frac{1}{W_1}, F_3 = \frac{1}{W_3} \dots$ etc...

D'autre part si la puissance d'émission est la même à tous les relais (par suite de l'action des antifadings et autres régulateurs) nous avons : $W_1 W_2 = 1, W_3 W_4 = 1, W_5 W_6 = 1 \dots$ etc ...

Enfin, en appelant F_0 le facteur de bruit de tous

les récepteurs supposés identiques on a $F_2 = F_4 = F_6 = \dots F_{2n} = F_0$

Par suite :

$$F = \frac{1}{W_1} + \frac{F_0 - 1}{W_1} + \frac{1}{W_3} - 1 + \frac{F_0 - 1}{W_3} + \frac{1}{W_5} - 1 + \dots$$

En négligeant l'unité devant les termes $\frac{1}{W_3}, \frac{1}{W_5}$ très grands (de l'ordre de 10^3)

$$F = F_0 \left(\frac{1}{W_1} + \frac{1}{W_3} + \frac{1}{W_5} + \frac{1}{W_7} + \dots \right)$$

D'où l'on déduit le rapport signal à bruit à la sortie du récepteur terminal :

un canal télévision Paris — Lille est donc exploité régulièrement pour la R.T.F. depuis la fin du mois de Mars 1954.

Les échanges internationaux de télévision qui ont eu lieu du 24 mai au 4 juillet 1954 entre la Suisse, l'Italie, la Grande Bretagne, les Pays-Bas, l'Allemagne, le Danemark, la Belgique et la France ont emprunté la liaison Paris — Lille ; à cette occasion deux canaux bilatéraux de cette liaison ont été mis à la disposition de la R.T.F. Le troisième canal ayant été spécialisé pour la téléphonie, le réglage d'un canal téléphonique de réserve a été entrepris à partir du 25 juillet.

L'utilisation définitive de la liaison est donc la suivante :

— deux canaux téléphoniques bilatéraux, dont un de réserve,

— un canal bilatéral de télévision, utilisé le plus souvent par la R.T.F. dans le sens Paris — Lille pour l'alimentation de son émetteur de Lille. Le canal téléphonique de réserve peut être utilisé rapidement en télévision en cas d'avarie grave sur le canal normal TV.

La liaison Paris — Strasbourg comprend un canal bilatéral de téléphonie avec démodulations intermédiaires et un canal de télévision sans démodulation de Paris vers Strasbourg. Les travaux de construction des tours hertziennes, la fabrication du matériel, son installation et la mise en service de la liaison furent accélérés pour permettre l'alimentation de l'émetteur R.T.F. de Strasbourg pour Noël 1953. L'exploitation de cette liaison est permanente depuis cette date.

La liaison Paris — Lyon est équipée de matériel pour assurer un canal bilatéral téléphonique avec démodulations intermédiaires et un canal télévision sans démodulation de Paris vers Lyon ; ce dernier alimente depuis octobre 1954 l'émetteur R.T.F. de Lyon.

Les liaisons Paris — Strasbourg et Paris — Lyon seront complétées par un canal de télévision sans démodulation pour assurer le retour éventuel d'images vers la capitale.

IV. — QUALITÉ DE TRANSMISSION OBTENUE SUR CES LIAISONS.

1 - Rapport Signal à Bruit

Les liaisons Paris — Lille et Paris — Strasbourg comprennent respectivement 5 et 10 sections. La liaison Paris — Lille est donc la liaison type pour laquelle a été fait le calcul du rapport signal à bruit qui précède.

Les mesures effectuées sur le canal utilisé quotidiennement par la R.T.F. comparent la valeur efficace d'un signal sinusoïdal à 100 kc/s envoyé avec l'excursion maximum soit ± 4 Mc/s et la valeur efficace du bruit mesurée dans toute la bande video. Dans ces conditions on mesure un rapport de 29 dB ; si l'on considère la valeur crête à crête du signal video et la valeur efficace du bruit, le rapport signal à bruit est de 38 dB.

Une liaison constituée de deux tronçons identiques perd 3 db pour le S/B. C'est le cas des aller et retour Paris — Lille — Paris qui sont effectués après bouclage en video à Lille, sur lesquels on mesure un S/B de 35 dB. De même sur Paris — Strasbourg (10 sections au lieu de 5) le rapport signal à bruit mesuré est de 34 à 35 dB.

Si l'on compare la valeur du S/B évaluée théoriquement précédemment (43 dB) et la valeur effectivement mesurée (38 dB) on peut considérer que l'accord du calcul et de la mesure est satisfaisant compte tenu des hypothèses simplificatrices du calcul et de l'imperfection de la limitation vers les fréquences les plus élevées.

Ce dernier point est mis en évidence par la mesure de la tension de bruit recueillie dans la bande $0 - f$, f étant une fréquence variable de 0 à 10 Mc/s. On sait qu'en modulation de fréquence le bruit est dit « triangulaire » c'est-à-dire que la tension de bruit dans une bande de largeur df autour de la fréquence f est proportionnelle à f ; la puissance dans cette bande est proportionnelle à $f^2 df$, ce qui donne dans une bande $0 - f$ une croissance comme f^3 pour la puissance et $f^{3/2}$ pour la tension de bruit. Or les mesures effectuées montrent que la tension de bruit croît sensiblement comme f^2 lorsque f dépasse 5 Mc/s.

Le bruit se trouve donc concentré dans les hautes fréquences video ; la gêne apportée par ce bruit est beaucoup moins grande que si la même puissance de bruit était répartie uniformément dans toute la bande ; cette propriété de la modulation de fréquence rend ce genre de modulation bien adaptée à la transmission de signaux d'images.

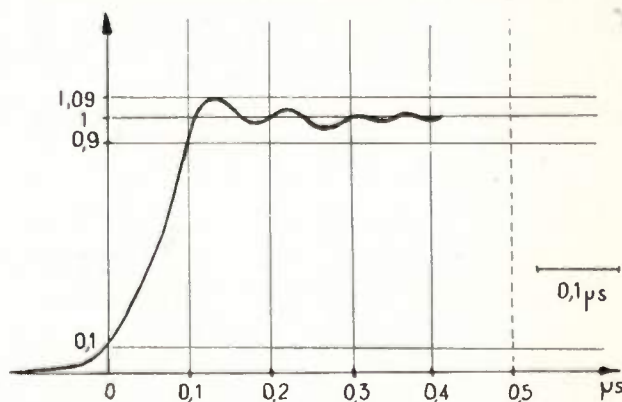


FIG. 3. — Impulsion après bouclage Paris — Lille — Paris.

D'autre part du fait de cette concentration du bruit en haute fréquence, une diminution assez faible de la largeur de bande permettrait un gain relativement important sur le bruit. Par exemple une diminution de la bande transmise de 10 Mc/s à 8 Mc/s permettrait un gain de 6 dB sur le rapport signal à bruit. Le bruit est donc la rançon payée pour la largeur de bande fournie.

Un dispositif simple d'accentuation des hautes fréquences video permettrait de gagner 6 dB sur le rapport S/B sans diminution de la largeur de bande. Un tel dispositif sera mis en œuvre prochainement sur Paris — Strasbourg.

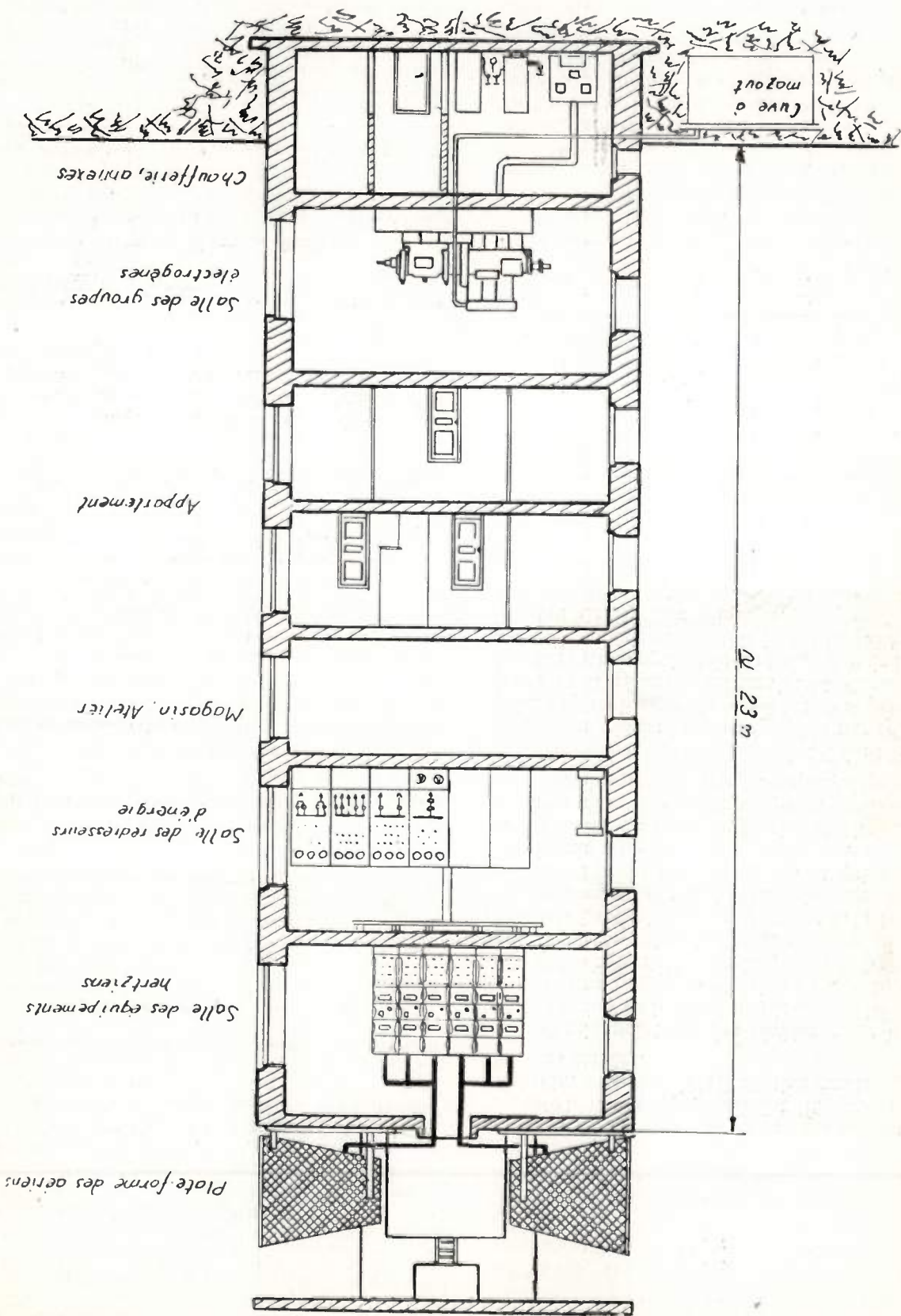


Fig. 4. — Coupe de tour hertzienne type.

2. Essai en régime transitoire.

Des essais en régime transitoire ont été effectués sur Paris — Strasbourg et sur l'aller et retour Paris — Lille — Paris après bouclage en video à Lille. Ces dernières mesures ont l'avantage de se faire en un seul point, l'appareillage délicat de mesure étant à la station de Meudon.

L'appareillage utilisé (générateur d'impulsions, oscilloscope à large bande) permet d'obtenir en bouclage local des impulsions dont le temps d'établissement est de $0,03 \mu\text{sec}$ environ, sans suroscillation. Après aller et retour Paris — Lille — Paris soit après 500 km de parcours les impulsions ont les caractéristiques suivantes : (fig. 3).

Temps d'établissement de 0,1 à 0,9 de l'amplitude $< 0,1 \mu\text{sec}$.

Suroscillation maximum : 9 % (amortie en 2 ou 3 périodes).

Fréquence des suroscillations : $\approx 10 \text{ Mc/s}$.

Pas de fréquence parasite, ni d'échos.

Ce comportement très satisfaisant en régime transitoire se retrouve sur la liaison Paris — Strasbourg qui est équivalente au bouclage Paris — Lille — Paris.

3. Linéarité de modulation.

Un signal type comprenant une dent de scie observé à l'oscilloscope est identique après l'aller et retour Paris — Lille — Paris au signal de départ.

Une surcharge de 35 % à partir du signal video maximum de 1 volt crête à crête (augmentation du niveau de 3 dN à l'émission) se traduit par une augmentation de l'équivalent de la liaison de 2 cN seulement (augmentation du niveau reçu de 0,28 N).

Cette bonne linéarité, conséquence de l'étude du matériel pour la téléphonie multiplex, est surabondante pour les transmissions d'images ; elle permet d'avoir une grande marge de sécurité et en particulier d'être assuré qu'en aucun cas les signaux de synchronisation seront écrêtés, ce qui est capital pour la télévision.

4. Transmission des basses fréquences.

Les signaux carrés à 50 c/s sont transmis avec une dénivellation inférieure à 5 % de l'amplitude crête à crête du signal carré. L'emploi d'alimentations stabilisées à taux de régulation élevé et de klystrons hétérodynes soumis à une régulation de fréquence à partir d'oscillateurs à quartz permet d'avoir une modulation résiduelle à 50 c/s pratiquement négligeable à l'extrémité de la liaison (tension de 50 c/s inférieure à 10 mV pour un signal utile de 1 V crête à crête).

On peut remarquer enfin qu'aucun dispositif (clamping, etc...) particulier au standard français à 819 lignes n'est utilisé ; une liaison équipée de ce matériel peut donc transmettre tous signaux d'images nécessitant une bande inférieure ou égale à 10 Mc/s.

V. — INFRASTRUCTURE DES LIAISONS EN MATÉRIEL GDH 101.

C'est une infrastructure lourde par opposition à l'infrastructure légère des liaisons de reportage par exemple ; elle est justifiée par l'importance des points relais sur une transmission à grande distance de nombreuses voies téléphoniques ou d'un ou plusieurs programmes de télévision.

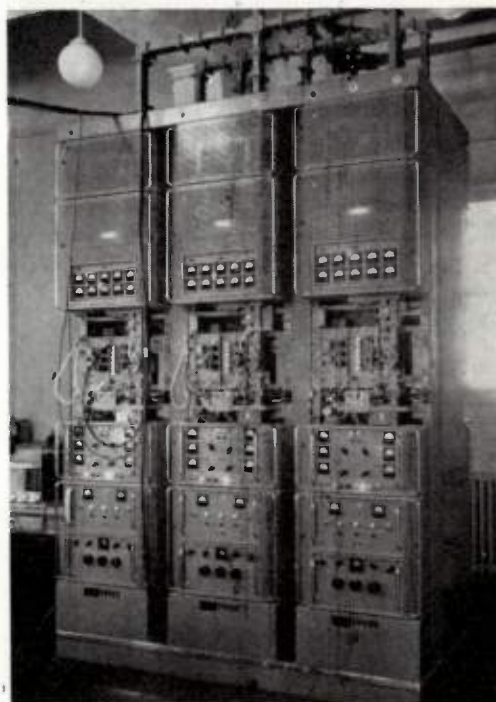


Fig. 5. — Intérieur de station. (Meudon).

La coupe ci-contre (fig. 4) permet de se rendre compte de l'utilisation des différents étages des tours hertziennes. Les tours en béton armé ont une hauteur standard de 25 m. La hauteur peut être supérieure à 25 m lorsque la présence d'obstacles et le dégagement insuffisant du faisceau le nécessitent.

Certaines stations ont des plateformes d'aériens multiples ; c'est le cas de la station terminale de Meudon, point de départ des trois faisceaux hertziens.

Certains points de bifurcation ont des stations à deux plateformes ; c'est le cas de Bouvigny et Lille, de Dabo sur le faisceau Paris — Strasbourg et de la station du Mt. Afrique à Dijon.

Dans chaque station relais 1 ou 2 groupes de secours à démarrage automatique se substituent à l'alimentation par le secteur électrique, lorsque celui-ci est défaillant. Cette disposition est nécessitée par l'importance de la sécurité de la transmission, de même que la présence d'un agent logé pour assurer l'entretien du matériel.

VI. — LES FACILITÉS APPORTÉES PAR LE FAISCEAU HERTZIEN AUX TRANSMISSIONS DE TÉLÉVISION.

La difficulté majeure des transmissions de télévision à haute définition réside dans la large bande



FIG. 6. — Tour de Meudon.



FIG. 7. — Tour de Dabo.

video à transmettre ; corrélativement des difficultés surgissent lorsqu'il s'agit du bruit.

L'utilisation des ondes centimétriques résoud le problème de la largeur de bande de façon satisfaisante ; l'emploi de la modulation de fréquence permet de concentrer le bruit en haute fréquence ce qui est favorable, comme nous l'avons vu.

A la qualité de transmission qu'assure le faisceau hertzien s'ajoute la souplesse d'exploitation. D'une part le signal video peut être dérivé dans chaque station intermédiaire sans rien changer à la transmission à grande distance ; d'où la possibilité de dérivation soit vers des émetteurs TV locaux soit vers d'autres liaisons.

D'autre part la possibilité d'injecter un signal M. F. modulé en fréquence dans les stations relais permet l'utilisation des artères à grande distance pour la transmission de reportage.

Enfin le délai de mise en service est assez réduit, comme l'a montré la mise en service de la liaison Paris — Strasbourg pour Noël 1953.

Toutes ces qualités justifient l'importance très grande qu'a prise le faisceau hertzien dans les transmissions de télévision.



FIG. 8. — Tour standard (Mortefontaine).

UN NOUVEAU TYPE D'AÉRIEN ET SON APPLICATION A LA TRANSMISSION DE TÉLÉVISION A GRANDE DISTANCE

PAR

MM. J.C. SIMON et V. BIGGI

Ingénieurs au Centre de Recherches de la Compagnie Générale de T.S.F.

INTRODUCTION.

Une transmission du programme de télévision de Paris à Tours et Angers a été provisoirement effectuée durant les foires-expositions du printemps 1954.

A cette occasion la Compagnie Générale de T.S.F. a installé à Fontaine Raoul près de Cloyes un centre expérimental destiné à permettre l'étude de la propagation à grande distance de signaux de télévision.

En fait, bien que la distance de la Tour Eiffel au centre expérimental soit de 130 km, il a été possible de capter le signal de télévision de Paris avec un rapport signal à bruit supérieur à 30 décibels pendant 98,8 % du temps.

Ce signal était ensuite convoyé à Tours ou Angers par des relais hertziens mobiles (5 cm de longueur d'onde).

Le dispositif de réception directe a permis d'économiser les trois relais hertziens qui eussent été nécessaires pour transmettre le signal de Paris à Fontaine Raoul. Ces trois relais sont ainsi remplacés par un matériel simple, localisé en un seul point, beaucoup plus économique, tout en conservant une grande sécurité de fonctionnement.

Dans un tel essai l'aérien de réception est une pièce essentielle. Un nouveau type de projecteur d'onde baptisé l'« Antenne Cigare » a été développé pour cet usage.

Nous allons donc, d'une part exposer la théorie et les caractéristiques pratiques de cet aérien, d'autre part décrire différents essais de propagation effectués, en particulier les essais récents de Fontaine Raoul.

L'ANTENNE CIGARE.

Pour capter un signal de télévision à grande distance, un aérien à grand gain est indispensable. Il est nécessaire, d'un côté, d'avoir le signal de plus élevé possible de façon à avoir un bon rapport signal à bruit d'entrée du récepteur ou signal à parasite, mais également d'avoir un pinceau fin. En effet, un diagramme à directivité élevée permet d'éliminer des échos parasites de l'émetteur à recevoir, et également de ne pas recevoir des émetteurs lointains situés dans des directions différentes.

Mais un aérien à grand gain suppose un ensemble de grandes dimensions par rapport à la longueur d'onde. En bande III, habituellement utilisée en télévision à haute définition, la longueur d'onde est voisine de 1,70 m ; on est amené rapidement à des structures très importantes. C'est ainsi par exemple que pour obtenir un gain de 23 décibels (1) d'un réflecteur parabolique, il serait nécessaire de lui donner une surface voisine de 50 mètres carrés.

La solution projecteur d'onde à deux dimensions telle que le réflecteur parabolique n'est pas la seule qui permette d'obtenir des pinceaux étroits.

Les réseaux linéaires de sources excitées convenablement en phase et en amplitude permettent également d'avoir des faisceaux dirigés. Par exemple il est connu que des sources isotropes égales, équidistantes, placées sur un axe $z z'$ donnent un rayonnement prédominant suivant cet axe. Ceci, à condition que les différences de phase entre les sources soient les mêmes que celles d'une onde plane se propageant suivant $z z'$.

Il est toutefois malaisé d'alimenter séparément avec les phases et les amplitudes convenables ces différentes sources. On cherche au contraire à amener l'énergie en un seul endroit et à exciter de proche en proche les différentes sources rayonnantes.

L'aérien doit donc comprendre une ligne de transmission suivant $z z'$, alimentée à une extrémité et parsemée d'éléments rayonnants.

Les aériens à rayonnement longitudinal peuvent ainsi se ranger en plusieurs classes suivant la nature de la ligne de transmission.

Soit λ la longueur d'onde sur une ligne uniforme.

Soit λ_0 la longueur d'onde d'une onde plane.

Nous distinguerons trois familles essentielles :

$\lambda/\lambda_0 > 1$ Exemple les guides métalliques,

$\lambda/\lambda_0 < 1$ Exemple les guides diélectriques,

$\lambda/\lambda_0 = 1$ Exemple les coaxiaux, les lignes bifilaires.

En général, dans la première famille, l'onde guidée est complètement limitée par un conducteur métallique creux ; au contraire, dans la deuxième famille une portion de l'onde se trouve dans un diélectrique, l'autre dans le vide voisin sous la forme dite évanescente (cf. 1 p : 524 et suivantes).

Les différents types connus d'aériens à rayonnement longitudinal utilisent l'un de ces types de lignes.

Ainsi, par exemple :

$\lambda/\lambda_0 > 1$ Les guides à fente à rayonnement axial,

$\lambda/\lambda_0 < 1$ Les cierges diélectriques, les hélices, les antennes Yagi.

$\lambda/\lambda_0 = 1$ Le coaxial à fente à rayonnement longitudinal, les antennes « losange ».

Nous nous bornerons à étudier le rayonnement des projecteurs d'onde du deuxième type c'est-à-dire ceux pour lesquels $\lambda < \lambda_0$.

L'étude de tels aériens a été faite à ce jour de manière assez dispersée. Hélices, Yagis, ou cierges diélectriques ont été traités séparément. En fait, on s'est intéressé à des aériens de peu de longueur, donc de faible gain et de faible directivité. Les méthodes de calcul utilisées sont celles habituellement employées pour des antennes comparables à la longueur d'onde, comme le dipôle par exemple. Ces méthodes, qui donnent des résultats dans les cas usuels envisagés, laissent complètement échapper certains phénomènes essentiels des aériens à rayonnement axial. Ceux-ci deviennent fondamentaux dans le cas où la dimension est grande devant la longueur d'onde.

(1) Les gains sont comptés à partir du rayonnement isotrope.

Nous avons donc cherché à attaquer le problème de façon différente. Considérons une ligne homogène indéfinie pour laquelle $\lambda < \lambda_0$, par exemple un cylindre diélectrique homogène. Une telle ligne de transmission correctement excitée ne rayonne pas. L'énergie est transportée en partie dans la ligne, en partie dans le vide voisin sous forme d'ondes dites « évanescentes ».

L'expérience montre qu'une hétérogénéité locale entraîne un rayonnement de l'énergie liée à la ligne. Cette hétérogénéité peut être, soit une variation d'indice du diélectrique, soit une variation de section de la ligne, soit même une courbure brusque.

Il est donc possible de créer à volonté par ces moyens des sources de rayonnement sur une telle ligne. Une disposition convenable de tels éléments rayonnants permet de réaliser des aériens de grande longueur à gain et directivité élevés.

Étudions donc de quelle manière une variation des caractéristiques de la ligne entraîne un rayonnement d'énergie.

Étude d'une source de rayonnement sur une ligne.

La résolution exacte du problème général est extrêmement difficile. En effet, les méthodes rigoureuses de calcul de champs sont mal adaptées au cas mixte où il faut considérer l'énergie à la fois sous la forme liée et sous la forme rayonnée. Nous nous bornerons à indiquer des approximations qui donnent des renseignements très intéressants sur l'aspect physique du phénomène.

Dans les cas pratiques envisagés le problème est à trois dimensions. Toutefois, ne considérer que deux dimensions simplifie beaucoup le problème, et ne modifie pas le mécanisme physique du rayonnement. C'est donc ce que nous ferons dans les exemples de calcul approché.

Le rayonnement lié à une variation de caractéristique de la ligne.

Prenons pour premier exemple le cas le plus simple possible qui a déjà été traité dans une publication précédente (2).

Soit Oxyz un trièdre de coordonnées. Trois milieux d'indices n , $n + dn$, 1 occupent respectivement les régions :

- I ($y < 0$, $x < 0$)
- II ($y < 0$, $x > 0$)
- III ($y > 0$)

Soit d'autre part une onde plane incidente (1) dans le milieu I, dont la direction de propagation est parallèle à l'axe des x . Elle est accompagnée dans le milieu III par une onde évanescente (1').

Au passage entre les milieux I et II, il se crée une onde transmise (2) dans le milieu II, une onde réfléchie (3) dans le milieu I. Admettons que ces ondes soient les mêmes que si les diélectriques s'étendaient aussi du côté des $y > 0$. Dans ces conditions, les ondes (2') et (3') accompagnant dans le milieu III les ondes (2) et (3) sont entièrement déterminées.

Si maintenant on cherche à voir comment se raccordent les deux régions $x > 0$ et $x < 0$ dans le plan $x = 0$, on s'aperçoit qu'il n'y a raccord que pour $y < 0$.

Il existe des différences de champs entre les ondes (2') et (1') pour $y > 0$. Nous admettons que la différence de ces champs correspond à l'énergie rayonnée au passage de la discontinuité. Plus exactement, nous répartissons des sources sur l'axe des y afin de compenser ces différences de champ. Ce type de raisonnement est usuel en diffraction. C'est ainsi qu'est effectué le calcul de la diffraction d'un miroir par exemple. La différence des champs de part et d'autre du miroir est prise comme source de rayonnement sur le miroir.

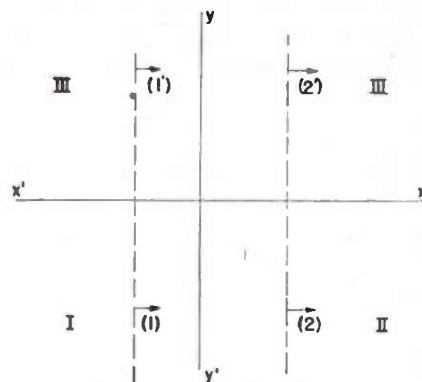


FIG. 1.

Le calcul de l'énergie rayonnée dP est effectuée en intégrant le vecteur de Poynting à l'infini (cf. 2).

On trouve :

$$dP = E_0 H_0 \int (n) \overline{dn^2} \quad (1)$$

$$\text{avec } f(n) = \frac{\pi}{4} \frac{n^4 + n^2 + 2}{(n^2 - 1)^3}$$

si le champ électrique est parallèle à Oz.

$$f(n) = \frac{\pi}{4} \frac{n^4 + n^2 + 2}{(n^2 - 1)^2} (2n^2 + 1)$$

si le champ électrique est parallèle à Oy.

E_0 et H_0 sont les valeurs des champs électrique et magnétique de l'onde plane incidente.

De la formule (1) il est possible de tirer les conclusions physiques suivantes :

— L'énergie rayonnée ne dépend pas du signe de dn .

— Elle est d'autant plus grande que n est voisin de l'unité.

— Elle est plus grande dans le cas où le vecteur électrique est perpendiculaire à la surface de séparation air diélectrique que si ce vecteur lui est parallèle.

Ce calcul permet donc de mettre en évidence le champ rayonné en fonction de la variation d'indice du diélectrique.

En fait une variation d'indice n'est autre qu'une variation de vitesse de phase de l'onde guidée, ou, si l'on préfère, de longueur d'onde dans le diélectrique.

En revenant au cas de la ligne diélectrique homogène il est possible de dire que l'énergie est rayonnée chaque fois que varie la longueur d'onde de l'onde propagée dans le diélectrique. Cette énergie est relativement d'autant plus grande que la variation de longueur d'onde est plus brutale et que la longueur d'onde moyenne est plus voisine de celle de l'air.

gène il est possible de dire que l'énergie est rayonnée chaque fois que varie la longueur d'onde de l'onde propagée dans le diélectrique. Cette énergie est relativement d'autant plus grande que la variation de longueur d'onde est plus brutale et que la longueur d'onde moyenne est plus voisine de celle de l'air.

Variations de phase liées au rayonnement,

Nous venons donc de voir qu'une variation de vitesse de phase sur la ligne entraîne un rayonnement de l'énergie transportée. Mais l'expérience nous a montré un effet supplémentaire.

Lorsque nous parlons de variation de vitesse de phase, nous entendons prendre pour vitesse de phase en un point celle que l'on mesurerait sur la ligne indéfinie homogène correspondante. Soit v_x cette vitesse de phase. En l'absence de rayonnement, la phase en un point quelconque de la ligne serait donnée (approximation W K B) par :

$$\Phi = \int_0^x v_x dx \quad (2)$$

Or l'expérience montre (cf. 2) que la phase mesurée s'écarte beaucoup, dans le cas où il y a rayonnement, de la valeur donnée par la formule (2).

Comme $\lambda < \lambda_0$, la vitesse de phase v_x définie comme plus haut est toujours inférieure à c , vitesse d'une onde plane dans le vide. On constate qu'au voisinage de sources rayonnantes $\frac{d\Phi}{dx}$ est supérieur

à v_x et même parfois à c . On est ainsi amené à lier les augmentations apparentes de la vitesse de phase au rayonnement de l'énergie à l'extérieur de la ligne.

C'est cette augmentation de vitesse de phase due au rayonnement qui permet de construire des aériens de grande longueur à rayonnement axial. En effet, il est nécessaire d'avoir une vitesse de phase moyenne voisine de c , de façon que les différentes sources rayonnantes émettent des ondes en phase pour le point à l'infini dans l'axe.

Le rayonnement lié aux variations de phase.

L'expérience nous a montré que les variations de phase étaient amplifiées par le rayonnement. Il est possible de relier, par un calcul approché, le rayonnement aux variations de phase.

Soient dans un espace à deux dimensions deux régions I et II séparées par un axe $x x'$. Supposons que le champ dans la région I soit tel que sur la frontière $x x'$ il soit donné par l'expression :

$$U = U_0 e^{-j[kx + \varphi(x)]}$$

Nous allons chercher à raccorder les régions I et II. — C'est-à-dire trouver dans la région II des solutions satisfaisant à l'équation d'onde :

$$\Delta u + k_0^2 u = 0 \quad \left(k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0}\right)$$

et à la condition aux limites sur $x x'$.

Pour cela (cf. 3) supposons $\varphi(x)$ de la forme :

$$\varphi(x) = \beta \sin \frac{2\pi x}{L}$$

$$U = U_0 e^{-j((kx + \beta \sin \frac{2\pi x}{L}))}$$

Développons U en série de la forme :

$$U = U_0 \sum a_m e^{-j(kx + \frac{2\pi}{L} m x)}$$

Ce que nous savons pouvoir toujours faire en fonction du théorème de Fourier.

On obtient :

$$U = U_0 \left[J_0(\beta) e^{-j k x} + \sum_{-\infty}^{+\infty} J_m(\beta) e^{-j(m \frac{2\pi}{L} + k)x} + \sum_{-\infty}^{+\infty} (-1)^m J_m(\beta) e^{j(m \frac{2\pi}{L} + k)x} \right]$$

dans Σ il faut exclure la valeur zéro pour m .

J_m désigne la fonction de Bessel de première espèce d'ordre m .

U est ainsi mis sous la forme d'un « spectre d'harmoniques d'espace ». Représentons ce spectre en portant en abscisse k , et en ordonnée les différentes raies correspondant aux valeurs de m (fig. 2).

Ce spectre est symétrique autour de la valeur k . Suivant la valeur de β , k peut correspondre à un maximum ou à minimum pour a_m . D'autre part l'espacement des raies correspond à la valeur $\frac{2\pi}{L}$, L

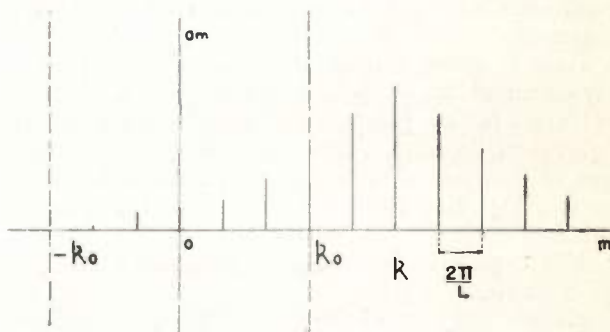


FIG. 2.

étant la périodicité de la variation de phase.

Considérons les fonctions d'onde :

$$U(\alpha) = e^{-j(x \cos \alpha - y \sin \alpha)}$$

Si α est réel elles représentent les ondes planes faisant un angle α avec $x x'$.

Si α est imaginaire $\alpha = j \alpha'$

$$U(\alpha') = e^{-j x \operatorname{Ch} \alpha'} e^{-y \operatorname{Sh} \alpha'}$$

$U(\alpha')$ représentent des ondes évanescentes liées à $x x'$. Quel que soit α , réel ou imaginaire, les fonctions U satisfont à l'équation d'onde dans le milieu II.

Il est donc possible de représenter l'état ondulatoire dans le milieu II à l'aide d'ondes $U(\alpha)$, de telle façon qu'à chaque valeur $a_m(k)$ corresponde une onde $U(\alpha)$ de même vitesse de phase sur $x x'$ et de même amplitude.

Dans ces conditions on voit immédiatement que, aux valeurs de k comprises entre k_0 et $-k_0$ correspondent des ondes rayonnées, aux valeurs de $k > k_0$ des ondes propagées, aux valeurs de $k < -k_0$ des ondes réfléchies sur la ligne $x x'$.

Il est facile de voir :

1° à β profondeur de modulation fixée, l'énergie

rayonnée est d'autant plus grande que k est voisin de k_0 .

2° à k fixé, plus β est grand plus l'énergie rayonnée est grande.

3° plus L est grand plus les raies sont serrées. k et β fixés (β petit) l'énergie rayonnée diminue si L/λ_0 augmente.

Remarquons que si $L > \frac{\lambda_0}{4}$ il n'y a pas, en général, de raies entre $-k_0$ et $+k_0$ donc pas d'énergie rayonnée. Il faut donc prendre soin de prendre des variations, à périodicité suffisamment large si l'on désire rayonner de l'énergie. Ceci recoupe l'idée physique qu'un milieu à variation périodique courte par rapport à la longueur d'onde est équivalent à un milieu homogène.

LIGNES $\lambda < \lambda_0$ EN DIÉLECTRIQUE ARTIFICIEL.

Les milieux dits à « diélectrique artificiel » sont constitués d'éléments métalliques disposés de façon à former un réseau à mailles généralement inférieures à la longueur d'onde.

Une vue macroscopique du régime ondulatoire permet de mettre en évidence la possibilité de propagation d'onde plane, des vitesses de phase différentes de celle du vide.

Tout se passe comme si ce milieu était pour le rayonnement un « diélectrique naturel ».

Un tel milieu présente sur le diélectrique naturel équivalent de sérieux avantages, cela d'autant plus que la longueur d'onde augmente. Solidité, faibles pertes, légèreté, facilité d'obtention et finalement prix.

Une application de ces idées générales a été faite pour l'antenne cigare.

Considérons en effet des disques métalliques minces égaux, de diamètre D , supportés par une tige centrale de diamètre δ et distants de l (Fig. 3). Sous certaines conditions, que nous préciserons, tout se

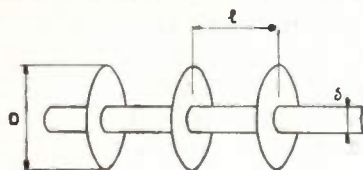


FIG. 3.

passer comme si cet ensemble était équivalent à une tige de diélectrique d'indice supérieur à l'unité.

Il est possible de le mettre en évidence en excitant le dispositif à une extrémité et en mesurant la vitesse de phase du champ au voisinage de la ligne. Cette mesure se fait par les méthodes interférométriques classiques, c'est-à-dire, en prélevant à l'aide d'une petite antenne une faible portion d'énergie et en la faisant battre avec une source de référence.

Sur la figure 4 nous avons porté en abscisse le paramètre $\frac{d}{\lambda_0} = \frac{D - \delta}{\lambda_0}$, en ordonnée le rapport mesuré λ/λ_0 , λ étant la longueur d'onde sur la ligne, λ_0 dans l'air.

Les courbes sont tracées en fonction de différentes valeurs de l/λ_0 .

— Si d/λ_0 est petit, λ est peu différent de λ_0 mais lui est toujours inférieur.

— $\lambda_0 - \lambda$ passe par un minimum pour $l/\lambda_0 = \frac{1}{4}$

— La ligne ne propage plus d'énergie si $d/\lambda_0 > \frac{1}{2}$

— Si $d/\lambda_0 > 1$ une nouvelle bande passante apparaît.

Connaissant ainsi les vitesses de phase en fonction des deux paramètres $\frac{d}{\lambda_0}$ et $\frac{l}{\lambda_0}$, il est possible de faire

une ligne à vitesse de phase variable en variant soit d soit l . C'est ce qui a été fait pour l'« antenne cigare » décrite plus loin.

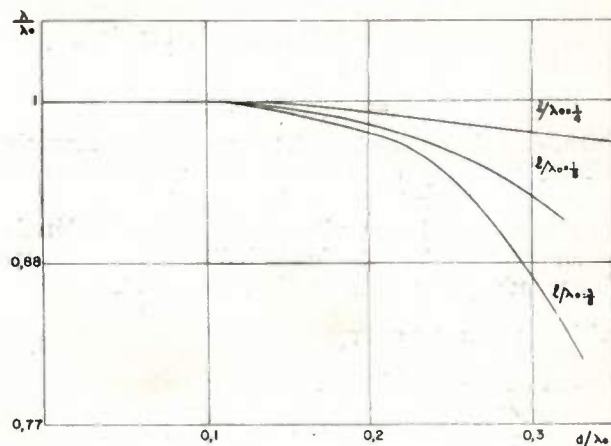


FIG. 4.

Les mêmes mesures peuvent être effectuées avec des plaques métalliques dont l'une des dimensions est inférieure à $\frac{\lambda_0}{2}$ et espacée de moins de $\lambda_0/4$.

Le même raisonnement peut être répété. C'est ainsi que nous avons été conduits à l'« antenne semelle » décrite plus loin.

RÉSULTATS OBTENUS AVEC L'ANTENNE CIGARE.

Avant son application aux ondes métriques, des maquettes de l'antenne cigare ont été construites et essayées pour des ondes de 10 cm, étant données les grandes facilités d'expérimentation à ces longueurs d'ondes. Les principes physiques exposés plus haut ont été vérifiés et utilisés abondamment. C'est grâce à eux que la construction d'antennes de grande longueur, à grand gain a pu être réalisée.

Les gains ont été mesurés expérimentalement en comparant l'énergie reçue par une antenne cigare à celle reçue dans les mêmes conditions par un cornet étalon.

Le gain G est bien représenté par la formule suivante :

$$G_{db} = A_{db} + G'_{db}$$

$$\begin{cases} A = 5 \\ G'_{db} = 5 + 10 \log_{10} \frac{L_A}{\lambda_0} \end{cases}$$

A dépend du type d'excitation choisi.

G' représente la contribution de l'antenne cigare proprement dite.

Sur la figure (5) G est porté en ordonnée en décibels, L_A/λ_0 en abscisse suivant une échelle logarithmique. Les points indiqués sont les points expérimentaux correspondant à différentes antennes.

Le pouvoir séparateur mesuré, c'est-à-dire $\frac{1}{\theta_0}$, θ_0 étant l'écart angulaire entre les points à demi-puissance du diagramme est donné par la formule :

$$\frac{1}{\theta_0 \text{ radians}} = \sqrt{\frac{L_A}{\lambda_0}}$$

Ces résultats sont, à un coefficient numérique près, les lois de gain et de pouvoir séparateur d'un réseau linéaire de sources correctement excitées.

Sur la figure 6. les diagrammes mesurés pour trois antennes de longueurs respectives $4 \lambda_0$ (a), — $20 \lambda_0$ (b), — $80 \lambda_0$ (c), ont été portés avec, en abscisse

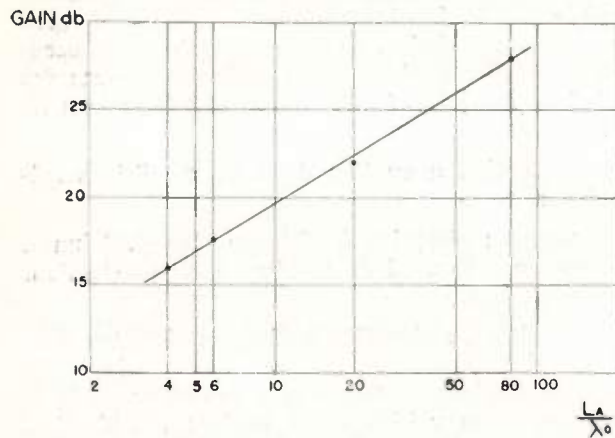


FIG. 5.

les degrés, en ordonnées les énergies reçues en décibels. On remarque que le niveau des feuilles latérales est peu élevé pour ce type d'antenne, particulièrement à $80 \lambda_0$. Le rayonnement arrière est toujours inférieur de 30 décibels au niveau de la feuille principale.

En résumé, les performances de l'antenne cigare restent voisines des données théoriques même pour un grand nombre de longueurs d'ondes. Sa structure simple permet son application à des longueurs d'onde de l'ordre du mètre.

Dans la seconde partie de cet exposé, nous allons d'une part étudier différents cas de propagation de signaux de télévision en ondes métriques à grande distance, d'autre part donner des exemples d'application à la réception à grande distance de l'« antenne cigare » et également de l'« antenne semelle » dont le principe est analogue.

RÉSULTATS DE PROPAGATION.

Au cours de l'année 1953 et du premier semestre 1954, divers essais de réception d'un signal de télévision ont été effectués, à grandedistance d'émetteurs diffusant régulièrement des mires et un programme sur ondes métriques.

Ces essais avaient pour but : d'une part l'étude de

la propagation de ces ondes à grande distance et souvent au-delà de l'horizon (mesures de champ) ainsi que l'action de signaux perturbateurs sur le signal à recevoir; d'autre part la réalisation d'aériens à gain élevé aptes à assurer des réceptions éloignées dans de bonnes conditions de stabilité et de durée.

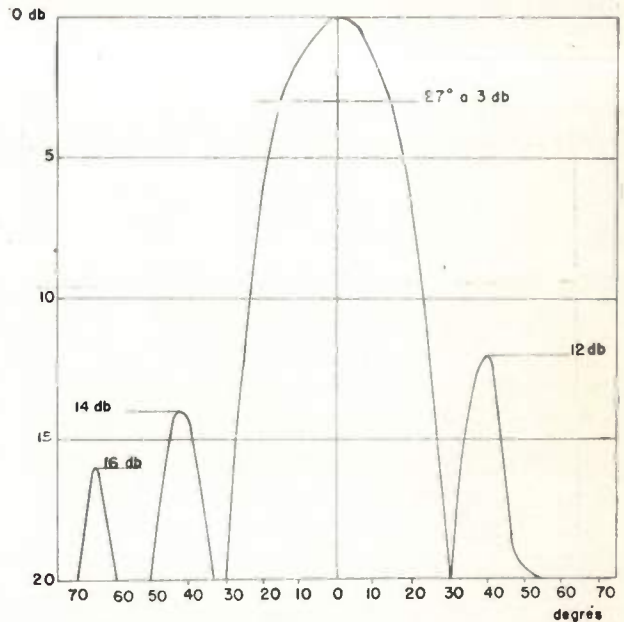


FIG. 6 a.

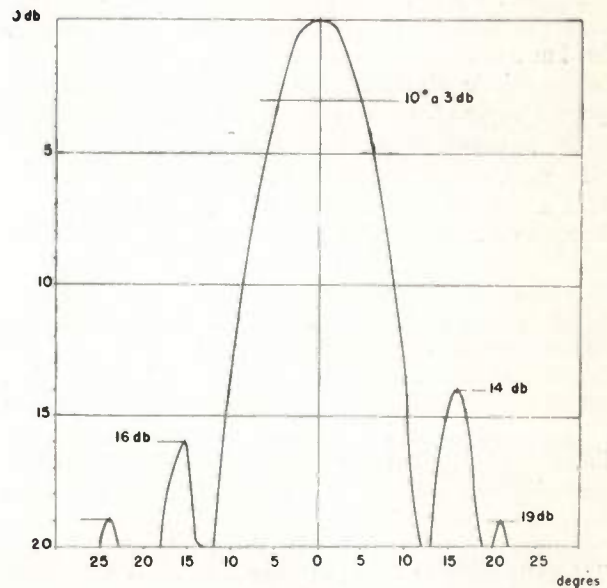


FIG. 6 b.

L'étude a porté sur le champ rayonné par plusieurs émetteurs et nous distinguerons deux grandes catégories d'après la bande de fréquences intéressée. Les mesures ont été faites, en effet, dans les deux bandes exploitées parmi celles allouées à la télévision, à savoir : les bandes I (41 à 68 Mc/s) et III (164 à 216 Mc/s) plus simplement parlons d'une première gamme centrée vers 50 Mc/s et une autre autour de 180 Mc/s.

De façon générale les études de propagation en ondes métriques s'accordent à montrer l'existence de trois zones en fonction de la distance.

1^{re} zone. — Vision optique — loi de décroissance en $\frac{1}{R^2}$; à la limite de visibilité le fading peut être assez profond (de 3 à 6 dB). Il est dû au phénomène dit de « défilement des franges d'interférence ».

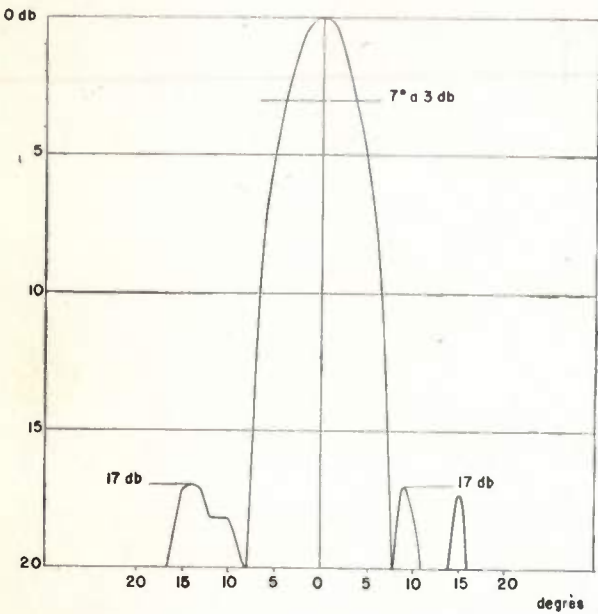


FIG. 6 c.

2^e zone. — Derrière l'horizon optique. — Dans les conditions de propagation normales, en absence de hauteurs marquées, la loi de décroissance est exponentielle et donnée par les théories classiques (par exemple cf. (4) sec. 2. 12). Le champ est caractérisé par une absence de fading rapide.

3^e zone. — A partir d'une distance correspondant à une diminution de l'ordre de 70 à 80 dB en-dessous de l'espace libre (en général une centaine de kms derrière l'horizon optique), on voit apparaître un champ dont la valeur moyenne suit à peu près le champ en espace libre moins 70 à 80 dB. Ce champ est affecté de fluctuations profondes limitées inférieurement par le champ calculé par la diffraction classique. La période de fluctuation est de l'ordre de quelques secondes et va en augmentant avec la distance. Ce champ est généralement attribué à une diffusion des ondes par les hétérogénéités de la haute atmosphère.

Contrairement au champ de la deuxième zone l'intensité semble être indépendante de l'altitude et dépend dans une large mesure des conditions atmosphériques.

Dans les essais effectués nous nous sommes en général placés dans la deuxième zone.

ESSAIS RÉALISÉS.

Au moment des mesures, les caractéristiques principales des émetteurs dont il est question sont résumées dans le tableau suivant en appelant :

- F_i : la fréquence porteuse image en Mc/s.
- F_s : la fréquence porteuse son en Mc/s.
- W_e : la puissance émise en kW.

V et H désignent respectivement la polarisation verticale ou horizontale.

Emission	F_i	W_e	F_s	W_e	Pol
Londres	45	17	41,5	3	V
Paris (441 L)	46	30	42	5	V
Paris (819 L)	185,25	12	174,1	3	H
Strasbourg	164	12	175,15	3	H

Précisons qu'il s'agit là des puissances rayonnées dans le plan horizontal, compte tenu donc, du gain des aériens d'émission. La bande de fréquences occupée par le signal vidéo est 10 Mc/s dans le cas des émissions françaises à 819 lignes, $\pm$ 3 Mc/s dans les autres cas.

La réception a eu lieu dans les conditions suivantes :

LONDRES : réception à distance fixe (203 km) à CASSEL dans le nord de la France, sur une hauteur de 175 mètres.

PARIS 441 L : réception à diverses distances dans la direction de CHOLET en se plaçant suivant les cas en des points hauts ou dans des villes, mais de toute façon au voisinage de centres d'habitation.

PARIS 819 L : d'une part dans les mêmes conditions que pour le 441 L, d'autre part pendant 2 mois $\frac{1}{2}$ (avril, mai, $\frac{1}{2}$ juin 1954) à distance fixe (130 km) à FONTAINE RAOUL, près de CLOYES, à 240 m d'altitude.

STRASBOURG : à distance variable dans la direction du Nord-Ouest jusque dans le Grand Duché du LUXEMBOURG.

AÉRIENS UTILISÉS A LA RÉCEPTION :

Précisons, avant tout, que les gains d'antennes s'entendent par rapport au rayonnement isotrope.

A CASSEL et à FONTAINE RAOUL, on a utilisé des aériens de grandes dimensions, à gain élevé, les mesures de champ ayant lieu dans une véritable station à distance fixe de l'émetteur.

Dans tous les autres cas, le matériel de réception se trouvait sur un véhicule et on a employé des antennes Yagi au bout d'un mât télescopique. Il s'agit alors d'antennes du commerce dont le gain a été vérifié et se situe aux environs de 10 décibels (bande étroite).

Aérien Semelle : C'est le type d'aérien utilisé à CASSEL et réalisé par conséquent sur une longueur d'onde voisine de 7 mètres. La maquette a été étudiée et mise au point à $\lambda_0 = 9$ centimètres, c'est-à-dire à une échelle d'environ 1/70. L'allure générale de

cette maquette est donnée par le croquis de la figure 7.

Le principe de fonctionnement est le même que pour l'antenne cigare. Il s'agit d'une antenne à

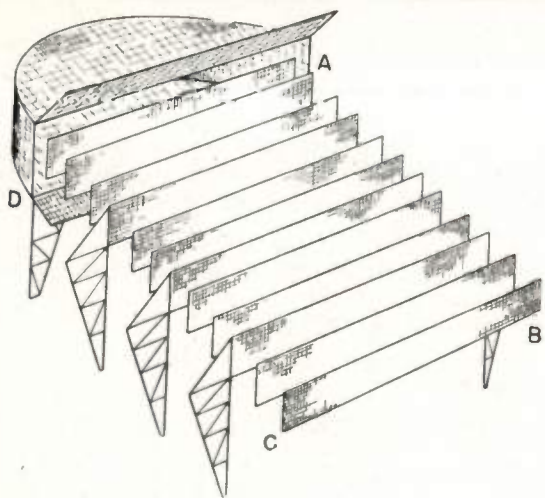


FIG. 7.

onde progressive qui se compose de deux parties principales :

dimensions légèrement supérieures à celles des plaques. Sur l'axe focal du cylindre se trouve une tige métallique qui prolonge l'âme centrale du coaxial reliant l'aérien au récepteur.

Les deux grandes faces du fromage sont terminées chacune par un volet incliné, destiné à améliorer l'adaptation et à exciter correctement l'ensemble des plaques. La figure montre l'aérien en polarisation verticale. Les dimensions AB et CD valent environ 3 longueurs d'onde, soit ici 20 mètres. Les plaques ont à peu près un quart d'onde de hauteur et sont reliées mécaniquement entre elles suivant AB et CD.

Les caractéristiques de cette antenne sont les suivantes :

Gain : 19 décibels.

Ouverture des lobes à 3 dB : 27° dans le plan du champ électrique, 15° dans le plan du champ magnétique.

Bande Passante : supérieure à 15 %.

Au sujet de la réalisation et de l'installation de l'aérien mentionnons que celui-ci a été monté sur la terrasse du Casino de CASSEL au cours de mai 1953 (fig. 8). Il repose sur la terrasse par 4 pylones ; les plaques se trouvent à environ 7 mètres au-dessus

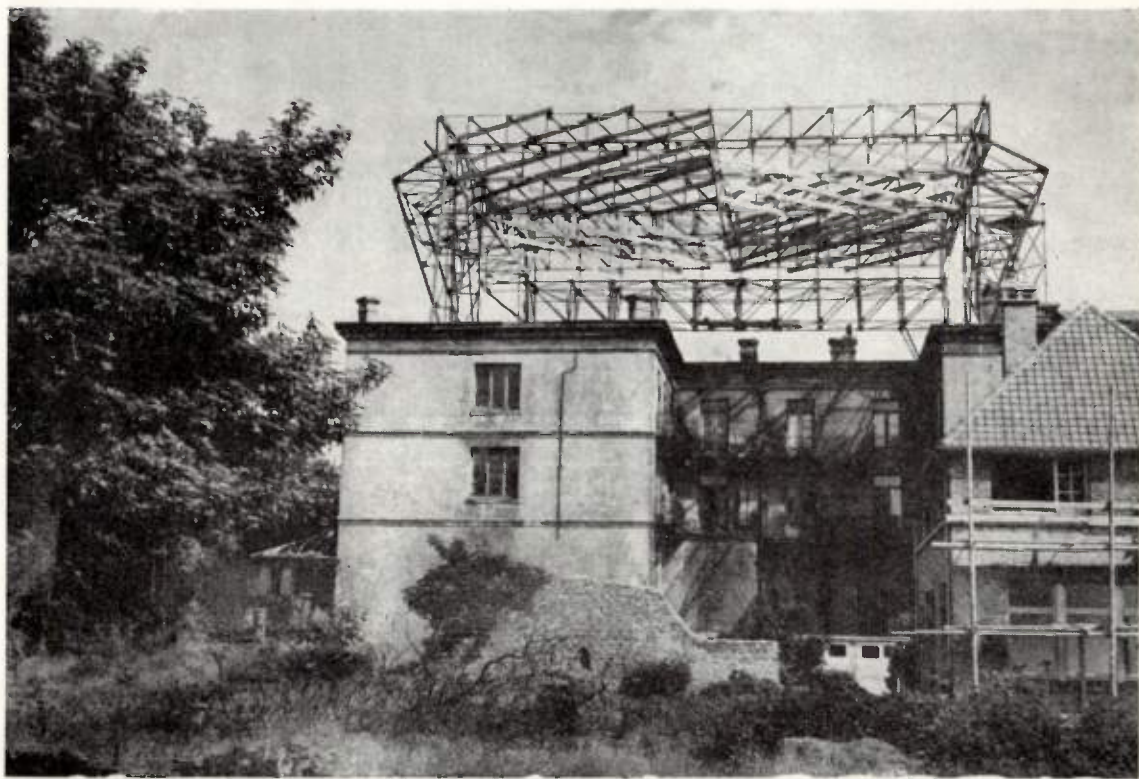


FIG. 8.

— un ensemble de plaques métalliques (au nombre de 21), toutes identiques, parallèles entre elles, mais dont l'espacement est variable.

— une portion de cylindre parabolique, type « fromage » dont l'ouverture rayonnante a des

de celle-ci. Le fromage est constitué par une torte charpente métallique recouverte de grillage dont les mailles sont petites devant la longueur d'onde. Chacune des plaques est également réalisée à l'aide d'une feuille de ce grillage et leur ensemble est rendu

rigide par un assemblage au moyen de poutres de bois qui maintiennent les écartements désirés.

Aériens Cigare : C'est à Fontaine Raoul (avril 1954) que l'on a installé ce type d'aérien. Il comporte aussi deux parties : tout d'abord le système d'exci-



FIG. 9.

tation, puis sur un long tube métallique une succession de disques le long desquels il y a rayonnement et en même temps répartition convenable de la phase.

L'étude a été faite également sur maquette en ondes centimétriques. L'aérien lui-même a été réalisé à une longueur d'onde de 1,67 m pour recevoir les émissions de Paris à 819 lignes.

L'excitation est constituée par un tronçon de guide circulaire ; c'est une cage cylindrique fermée sur sa surface latérale et sur une de ses bases par un grillage en métal déployé. Un coaxial pénètre par la surface latérale, perpendiculairement à l'axe du cylindre ; l'âme centrale se prolonge à l'intérieur par une petite antenne filiforme, tandis que le conducteur extérieur se raccorde à un réflecteur légèrement incurvé.

Cette disposition permet la formation du mode H_{11} , le champ électrique se plaçant normalement au réflecteur mentionné.

Le tube métallique qui supporte les disques se trouve dans le prolongement de l'axe du cylindre d'excitation, du côté de l'ouverture rayonnante. L'ensemble des disques et leur support constitue un diélectrique d'indice variable et qui est caractérisé par deux paramètres : le diamètre des disques, leur espacement. En allant de l'excitation vers l'extrémité de l'antenne, le diamètre décroît par paliers, en prenant quatre valeurs comprises entre $\frac{\lambda_0}{3}$ et $\frac{\lambda_0}{4}$ environ. Quant à l'espacement, sa valeur moyenne

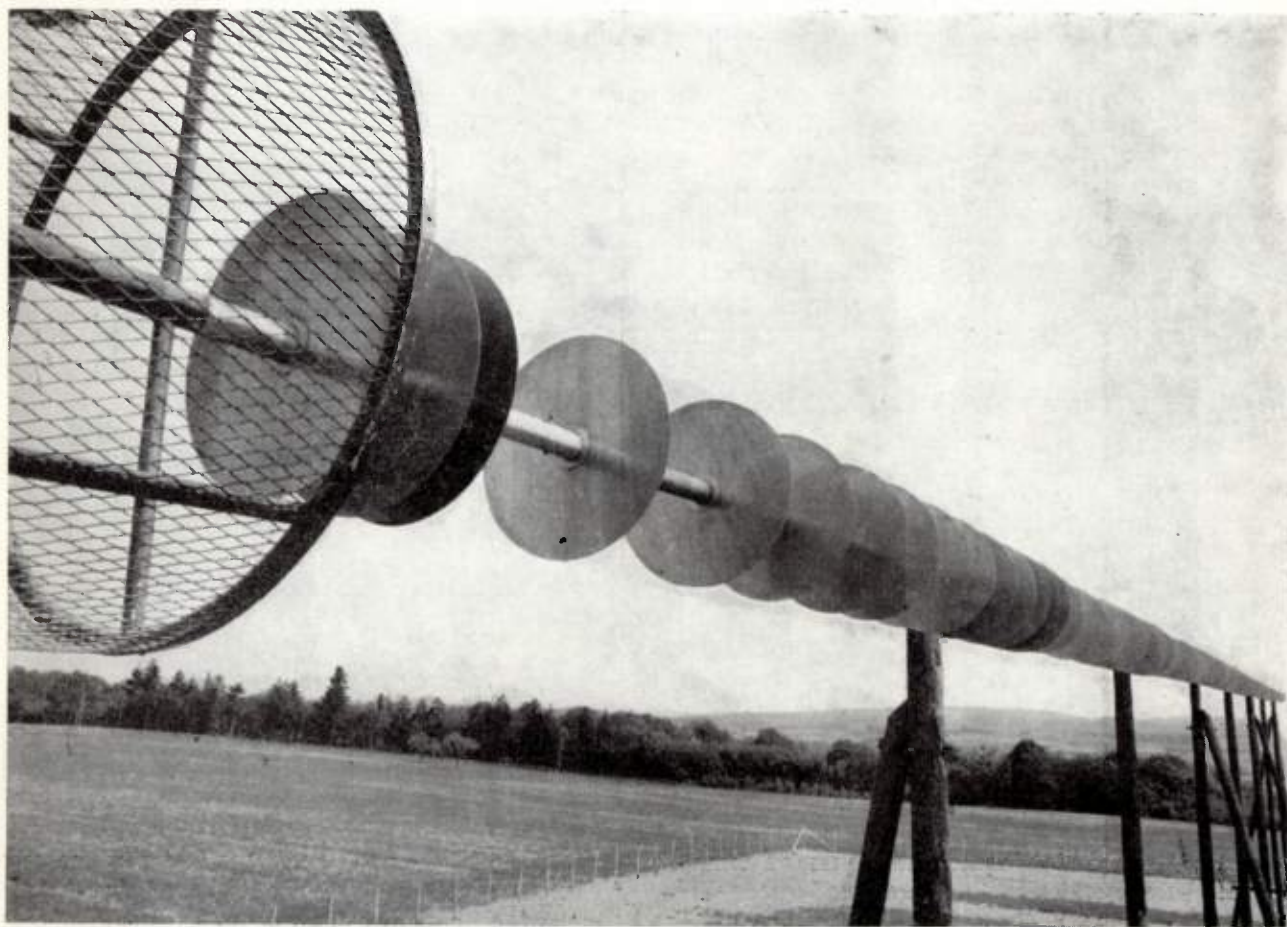


FIG. 10.

est fonction de la longueur de l'antenne. Plus celle-ci est grande, plus la valeur moyenne de l'espacement est élevée.

Dans le cas de l'aérien installé à FONTAINE RAOUL, la longueur totale est de 42 mètres. L'excitation et le tube portant les disques sont montés sur des poteaux en bois à 8 mètres au-dessus du sol. Il y a 73 disques dont l'écartement moyen est de $\frac{\lambda_0}{3}$.

Chacun d'eux est constitué par une plaque circulaire en duralumin. C'est la meilleure solution au

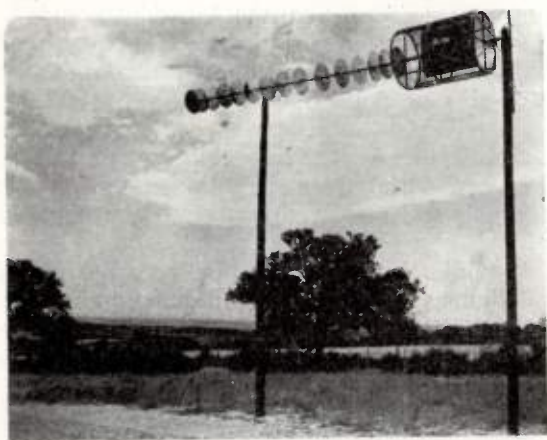


FIG. 11.

double point de vue fonctionnement et prix de revient, et la prise au vent est encore très faible étant donné l'allure générale de l'antenne. D'autre part la rigidité de l'ensemble des poteaux est telle qu'il n'est besoin d'aucun hauban. La construction est illustrée par les figures 9 et 10.

Les caractéristiques de cette antenne cigare de 42 mètres (soit 25 longueurs d'onde) de long sont :

Gain : 22 décibels.

Ouverture des lobes à demi puissance : 10° dans les deux plans.

Auprès de la précédente a été également installée à FONTAINE RAOUL une deuxième antenne du même type de 7 à 8 mètres de long et dont le gain est 15 décibels. Elle est montée simplement sur deux poteaux en bois (fig. 11).

Remarquons au sujet de ces antennes que, pour changer la polarisation, il suffit de faire tourner l'excitation de 90 degrés.

MATÉRIEL DE RÉCEPTION.

Dans le cas de la bande III où la porteuse est voisine de 180 Mc/s. on utilise un récepteur superhétérodyne pour des raisons évidentes et notamment pour effectuer correctement la réjection du son tout en conservant la largeur de bande nécessaire dans la voie image, laquelle est centrée en moyenne fréquence sur 70 Mc/s.

Pour les signaux dont la porteuse est aux environs de 50 Mc/s, l'amplification directe est préférable.

Dans tous les cas le récepteur se compose d'un préamplificateur à triodes à faible bruit et d'un am-

plificateur proprement dit ; ils sont couplés à basse impédance. Le facteur de bruit ainsi obtenu est de 4 dB à 180 Mc/s et 2 dB à 50 Mc/s.

Dans l'amplificateur moyenne fréquence image la liaison entre étages est faite au moyen de circuits à accords décalés, qui permettent d'obtenir facilement une courbe de réponse correcte, facteur particulièrement important dans le cas de la transmission du signal en bande unique.

Le récepteur est muni de plusieurs sorties video à basse impédance de manière à pouvoir contrôler l'image et observer les signaux à l'oscilloscope.

Il comporte aussi un dispositif simple permettant de lire la composante continue du courant détecté sur un galvanomètre et grâce auquel on peut effectuer les mesures soit sur les aériens soit sur l'amplitude du champ reçu. A cet effet, on insère en série dans le circuit de détection un ensemble comportant trois éléments en parallèle ; le galvanomètre, un condensateur de découplage pour la haute fréquence et une résistance de l'ordre de 30 Ω , donc très faible par rapport à la résistance de détection. Ce dispositif combiné à la commande manuelle de gain, permet de faire des mesures correctes à niveau de sortie constant.

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.

Dans tout ce qui suit, au lieu de caractériser le champ reçu en un point donné, par un certain nombre de microvolts par mètre, on a préféré indiquer le rapport signal/bruit (S/B) correspondant, notion plus concrète et plus intéressante.

Ce rapport S/B rend compte de la propagation (amplitude du champ et ses variations) ; il traduit la qualité intrinsèque de la modulation après détection, c'est-à-dire qu'il ne fait intervenir que le souffle du récepteur et non les signaux perturbateurs, l'action de ceux-ci étant analysée séparément.

Mesures à 50 Mc/s :

Propagation (Mesures de champ et fading) :

Pour l'émission de LONDRES, le champ théorique reçu à CASSEL, au moyen de l'antenne semelle, conduit à un rapport S/B de 20 décibels environ, en tenant compte de la rotondité de la terre (cf. 4). En espace libre on aurait $S/B = 80$ dB.

Les résultats suivants sont relatifs à une observation qui a duré 1 mois et demi (Mai et Juin 1953) à l'occasion des retransmissions du Couronnement :

S/B (db)		% du temps
A	10 à 25	5 à 8 %
	Image mauvaise à passable	
B	25 à 35	50 %
	Image passable à bonne	
C	> 35	42 à 45 %
	Image excellente	

On voit que l'on a presque toujours un champ supérieur au champ calculé pour l'atmosphère standard.

Si l'on ne considère que les émissions de nuit, on trouve que la réception est toujours de qualité B ou C (voir tableau) ; la propagation est donc meilleure la nuit que le jour. D'autre part, d'après des essais préliminaires qui avaient été effectués en Janvier 1953, on a pu se rendre compte qu'elle est meilleure l'hiver que l'été.

De plus, on a constaté un champ très fort par temps de brume, cas fréquent à CASSEL.

Enfin, au cours de journées affectées de fading violent, le rapport S/B a atteint par brefs instants 75 dB, valeur très voisine de celle que l'on calcule pour l'espace libre.

— Les mesures sur le champ rayonné par l'émetteur de PARIS en bande I (441 lignes) ont été faites à CHOLET, SAUMUR, TOURS, BLOIS, VENDÔME, CLOYES, CHATEAUDUN en août 1953.

Sans entrer dans le détail des résultats disons que sur antenne Yagi de modèle commercial courant, on a une réception à peu près sûre dans un rayon de 100 à 120 kilomètres (en tenant compte uniquement du souffle des récepteurs). En s'éloignant davantage de l'émetteur, disons au-delà de 150 km. il n'est pas possible d'espérer une réception au moyen d'une antenne ordinaire. Tout au plus voit-on pendant de courts instants une modulation, émerger faiblement du bruit.

La situation géographique du lieu de réception joue un rôle important. Par exemple, sur un plateau haut de 120 mètres près de Blois, à 154 km de Paris, on a reçu un niveau insignifiant, tandis qu'à Vendôme situé pratiquement à la même distance de la capitale et à la même altitude le rapport S/B moyen était de 20 db.

Nous reviendrons plus loin sur ces essais qui ont été faits en même temps et aux mêmes points en 819 lignes à 180 Mc/s.

Fading.

A ce point de vue les mesures précédentes ont confirmé les observations faites à Cassel, à savoir :

Le fading est plus fréquent le jour que la nuit et l'été que l'hiver : On peut même dire qu'en hiver, il est pratiquement inexistant : on n'a alors que des variations diurnes extrêmement lentes du champ reçu.

En été, on note un fading lent, dont la période la plus courte est de l'ordre d'une dizaine de secondes, mais profond, les variations atteignant parfois 15 à 20 dB.

Par temps de brume le niveau est élevé et stable.

On observe de plus une variation faible (3 à 4 dB) et rapide du champ (période de l'ordre de la demi-seconde), mais elle a certainement pour cause le passage d'avions sur le trajet émetteur-récepteur.

Il faut enfin mentionner le caractère sélectif des fluctuations du champ : on observe beaucoup de fading sur l'image et très peu sur le son. Il arrive d'ailleurs que sur les deux porteuses les variations soient de sens contraire.

Signaux indésirables :

a) Parasites.

Il s'agit des parasites industriels dans les villes et en général de ceux, les plus importants d'ailleurs, créés par l'allumage des moteurs.

Ces derniers sont très intenses dans la gamme des 50 Mc/s et affectent surtout la polarisation verticale. Il s'est avéré difficile de lutter contre eux. Plusieurs essais ont été faits dans ce but tels que : pré-amplificateur placé très près de l'antenne, blindage soigné de ce préamplificateur, filtre haute fréquence sur le secteur. Toutes ces modifications n'apportent pour ainsi dire aucune amélioration à la qualité de la réception quand celle-ci est affectée par les parasites.

Ceux-ci sont donc bien véhiculés par l'éther et reçus par l'aérien au même titre que le signal (dans un amplificateur à large bande, la forme du parasite bref est conservée). On ne peut donc plus s'en débarrasser mais seulement réduire leur effet par un écrêtage.

Les publications relatives aux parasites produits par l'allumage des moteurs indiquent qu'à 50 Mc/s et en polarisation verticale on trouve couramment à une trentaine de mètres d'un véhicule un champ de l'ordre de 30 μ V/mètre (cf. 5).

Par conséquence, du point de vue technique, un seul remède : éloigner l'aérien de réception des sources de parasites et disposer d'un signal fort c'est-à-dire d'un aérien directif à grand gain.

A CASSEL l'emplacement de l'antenne, en ville, était très mauvais à ce point de vue et les parasites gênaient considérablement la réception. On a d'ailleurs constaté une différence notable entre l'aérien directif, type semelle, et une antenne Yagi. Mais on a noté que, lorsque le champ reçu était assez fort pour procurer un rapport S/B de 45 à 50 dB, les parasites n'étaient plus gênants même lorsque les voitures approchaient l'immeuble sur lequel était installé l'aérien. *Ce rapport S/B représente une qualité bien supérieure à celle qu'il suffit de réaliser pour avoir une image correcte dans une zone non perturbée.*

On a fait les mêmes constatations lors des réceptions de Paris en direction de CHOLET. Dans une ville telle que CHATEAUDUN (115 km de l'émetteur) la réception sur antenne Yagi est fortement affectée par les parasites de voiture.

b) Interférences.

En télévision le nombre de canaux est relativement rare à cause de la largeur de bande et il y a à l'émission un problème de répartition des longueurs d'onde en fonction de l'emplacement des émetteurs. A la réception un seul élément est capable de fournir une protection quelconque, c'est l'antenne, par le complément de sélectivité qu'elle apporte mais surtout par sa directivité qui procure des affaiblissements importants dans les directions indésirables.

Voici un exemple intéressant qui a d'ailleurs constitué une difficulté de réception à CASSEL :

Cette ville est située à même distance, à 10 km près, de LONDRES et de PARIS qui utilisent comme fréquences porteuses image respectivement 45 et

46 Mc/s, soit un écart de 1 Mc/s pour des canaux dont la largeur est de 6 Mc/s. L'aérien semelle situé à CASSEL, et dont le lobe principal est orienté vers la capitale anglaise, voit PARIS dans une direction qui est à 110° de la précédente.

Cet état de choses a permis de vérifier complètement l'identité de caractéristiques entre l'aérien semelle et la maquette qui a servi à l'étude. Sur cette maquette, on avait mesuré que l'affaiblissement dans une direction à 110° de l'axe était de 25 dB. On a pu retrouver exactement ce chiffre sur l'aérien ; l'occasion de la mesure a été fournie par une bonne réception de PARIS. A la fin d'une émission de LONDRES sur laquelle on voyait un léger moirage dû à la réception simultanée de l'émetteur français, on a poussé le gain du récepteur et on a vu l'image émise par la Tour Eiffel. On utilise alors immédiatement un dipôle demi-onde vertical, au lieu de la grande

lons, que ces essais ont eu lieu à une période défavorable pour la propagation.

Mais ils ont permis de conclure que, pour recevoir correctement à grande distance, il est nécessaire de s'élever et surtout de se dégager dans la direction de l'émetteur. Ainsi, on a obtenu un signal stable à FONTAINE RAOUL (130 km de PARIS, altitude 240 mètres) et l'on peut noter, pour souligner l'importance du dégagement en direction de l'émetteur, qu'en un point voisin, plus élevé de 10 mètres mais moins dégagé, le signal est sensiblement moins stable. Ce résultat a permis de juger qu'à FONTAINE RAOUL, la réception serait correcte au moyen d'un grand aérien. Nous parlerons plus loin en détail des essais faits dans ces conditions.

— La deuxième série de mesures a eu lieu en novembre 1953 sur l'émission de STRASBOURG. Ici, il faut mentionner qu'en s'éloignant en direction du

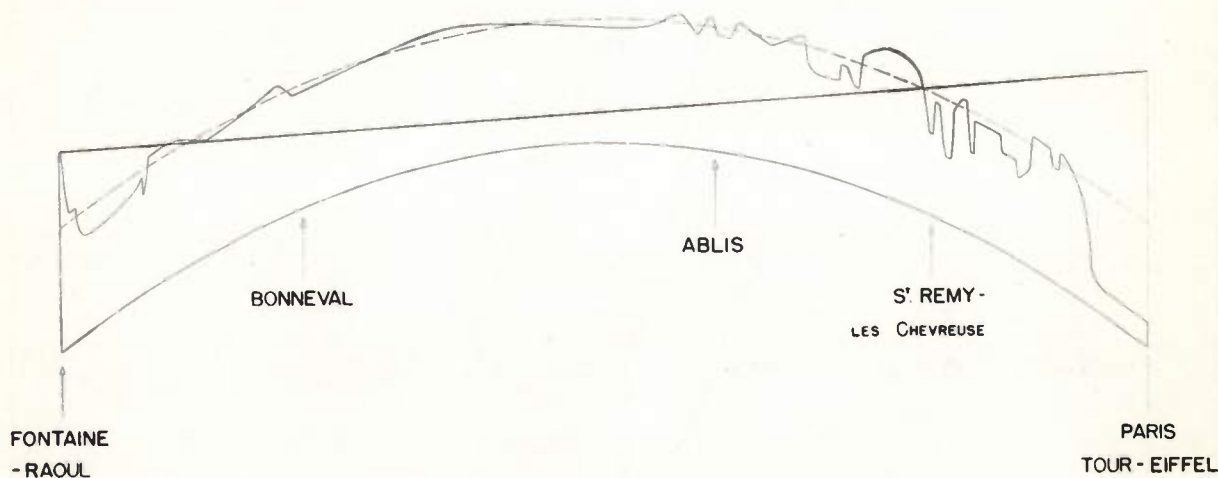


FIG. 12.

antenne, et il faut réduire le gain de x décibels pour ne pas écreter et se ramener au niveau précédent. En appelant N (dB) la différence de gain entre antenne semelle et dipôle, on a bien :

$$x + N = 25 \text{ dB}$$

Mesures à 180 Mc/s :

Propagation (Mesures de champ et fading) :

Rappelons que, dans cette bande, les essais ont été faits sur les émetteurs français de PARIS et STRASBOURG.

— Les premières mesures ont été effectuées sur le rayonnement de l'émetteur de PARIS, en direction de CHOLET, et dans les villes mentionnées précédemment. En se rapprochant de PARIS, on arrive, à VENDOME (149 km de l'émetteur), à voir les tops de synchronisation dans le bruit au moyen d'une antenne Yagi classique. Mais, en continuant à se rapprocher et en faisant la mesure au point le plus haut d'une ville sans chercher à se dégager spécialement, les résultats ne sont guère meilleurs tant que l'on n'atteint pas CHARTRES (distance 75 km). A CHATEAUDUN (113 km), la réception est très mauvaise dans l'ensemble. Précisons, ou mieux rappe-

Nord-Est, on rencontre à 35 km de la capitale alsacienne une importante chaîne de hauteurs dont l'altitude moyenne est 400 mètres. Ces hauteurs sont groupées dans la région de SAVERNE et constituent un masque pour les réceptions effectuées au-delà.

En deçà de SAVERNE, rien de spécial ; la réception est très bonne. A SARRALBE (72 km), derrière le masque mais relativement près de lui, le signal est très stable avec S/B de l'ordre de 20 dB. Il y a donc un certain affaiblissement dû au masque mais l'on retrouve un fait déjà signalé, c'est-à-dire l'absence de fading dans la zone d'ombre.

Plus loin, sur une hauteur de 387 mètres voisine de Forbach, le niveau fluctue.

Ensuite, de BOUZONVILLE (115 km) jusqu'au LUXEMBOURG, à HEIDERSCHIED (195 km), le fading devient très important, S/B variant de 0 à 15 dB environ.

Ces chiffres sont relatifs à une réception au moyen d'une antenne Yagi d'un gain de 12 décibels.

Soulignons que, dans toute cette série de mesures, le son est reçu correctement ; au Luxembourg, à 195 km de l'émetteur, le rapport S/B est encore de 35 dB, le niveau stable et la qualité excellente.

— Les enseignements tirés des essais précédents ont permis d'établir qu'il serait extrêmement profitable

et intéressant d'installer à FONTAINE RAOUL une réception au moyen d'un grand aérien, afin d'avoir une documentation statistique sur la propagation à 180 Mc/s.

Comme déjà dit, c'est le type antenne cigare, d'une longueur de 42 mètres, qui a été choisi. de gain égal à 22 dB. L'installation sur le terrain a eu lieu début avril 1954 à l'occasion des retransmissions expérimentales de télévision vers TOURS et ANGERS.

effectuées comme il a été décrit en comparant les indications données par un détecteur quadratique à la sortie de l'amplificateur vidéo. Le courant continu détecté, à l'aide d'une constante de temps assez grande, permet d'apprécier la puissance moyenne du bruit de fond d'entrée d'une part et de la modulation du signal TV d'autre part. On s'est efforcé dans ce dernier cas d'utiliser des mires ou des signaux complètement modulés.

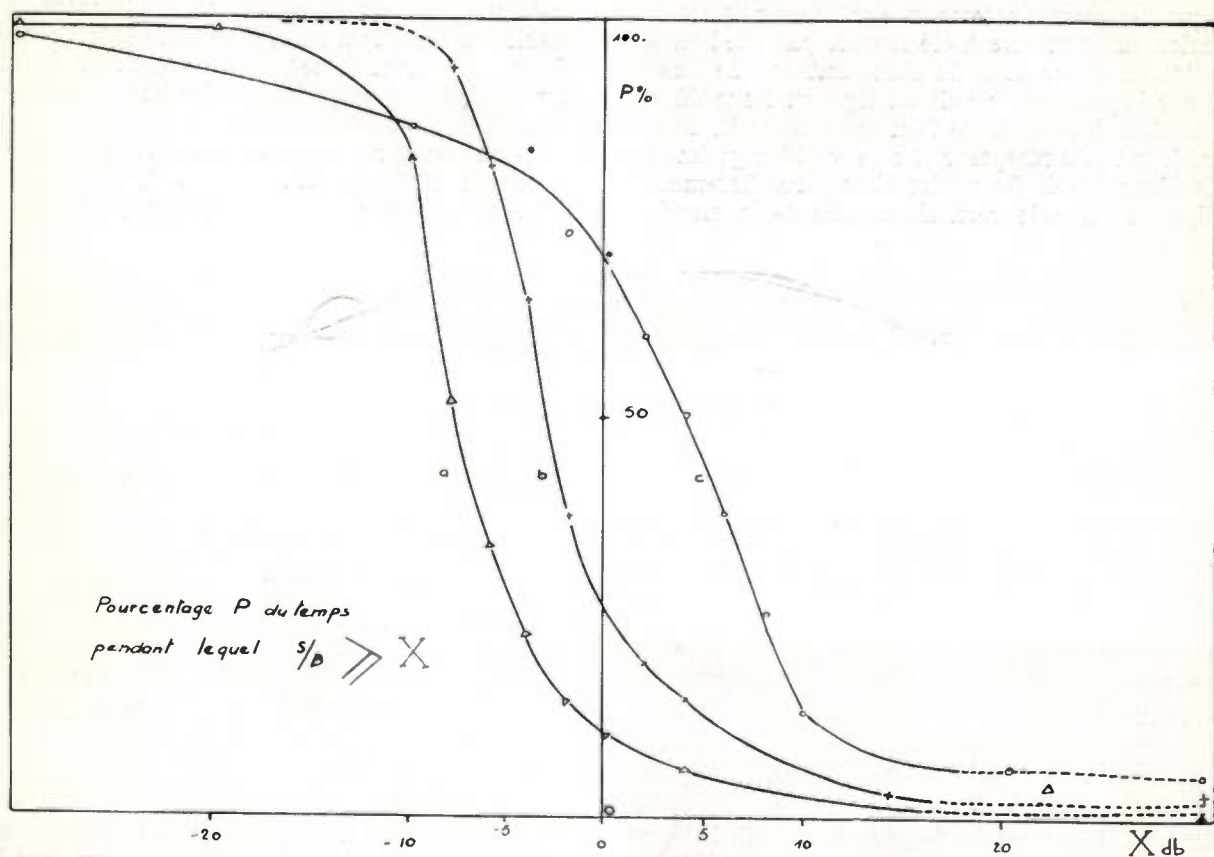


FIG. 13.

Etant donné les caractéristiques de l'émetteur de PARIS et celles de la réception à FONTAINE RAOUL, on peut calculer aisément que le champ reçu en espace libre pour 130 km de distance donnerait un rapport S/B de 65 décibels.

Pour obtenir le champ théorique reçu par diffraction autour de la terre, nous avons tracé le profil de la liaison ($R = \frac{4}{3} R_0$, rayon terrestre) (fig. 12). Les deux régions proches de l'émetteur et du récepteur sont dégagées, mais l'on est très loin de la propagation en vue directe puisque le trajet est masqué sur 80 km. On peut remarquer que, mis à part les quelques variations dans la coupe du terrain, le trait en pointillé tracé à l'altitude moyenne de 150 mètres rend très bien compte du profil : le champ diffracté calculé dans ces conditions conduit à un rapport S/B de l'ordre de 32 décibels (cf. 4).

Le matériel utilisé est donc l'antenne cigare de 22 dB et un récepteur de faible facteur de bruit (4 dB). Les mesures de rapport signal à bruit sont

La figure 13 représente les résultats des mesures effectuées pendant les mois d'avril, mai et la première moitié de juin.

Une variable X est portée en abscisse suivant une échelle en décibels, en ordonnée la valeur de P de zéro à cent. Cette valeur est le pourcentage du temps pendant lequel le rapport S/B est supérieur à X .

Les trois courbes a , b , c correspondent aux trois émissions de l'émetteur TV de Paris, le matin, l'après-midi et dans la soirée.

Il a été observé en effet que presque chaque jour le rapport S/B augmentait systématiquement au cours de la journée, et cela à peu près de la même quantité. Par exemple 30 dB le matin, 35 dB dans l'après midi, 40 dB dans la soirée.

C'est la raison pour laquelle, il est évidemment préférable si l'on désire effectuer une statistique sur une assez longue période, de séparer systématiquement les trois moments de la journée.

Les courbes a et b sont étroitement semblable aux courbes de probabilité correspondant à des

distributions de Rayleigh modifiées, du moins pour des valeurs de P pas trop voisines de cent ou de zéro. La courbe c voisine d'une distribution de Rayleigh modifiée si $P < 75$, s'en écarte notablement pour des valeurs de P plus grandes.

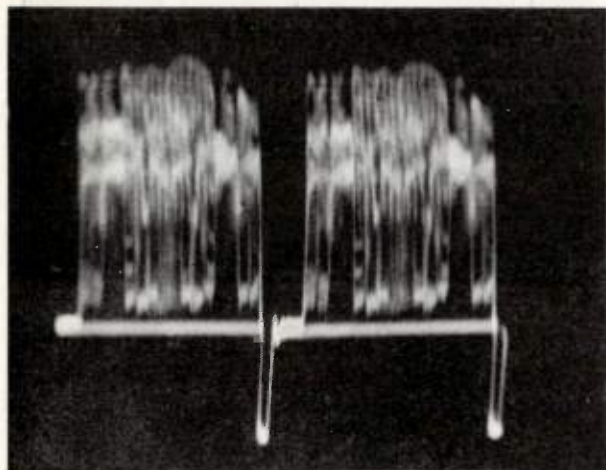


FIG. 14.

Indiquons brièvement ce qu'est une « distribution de Rayleigh modifiée ».

Soit un vecteur $\vec{a}$, d'amplitude et de phase fixe, et un ensemble de vecteurs $\vec{a}_k$ d'amplitudes comparables et constantes, mais de phases aléatoires.

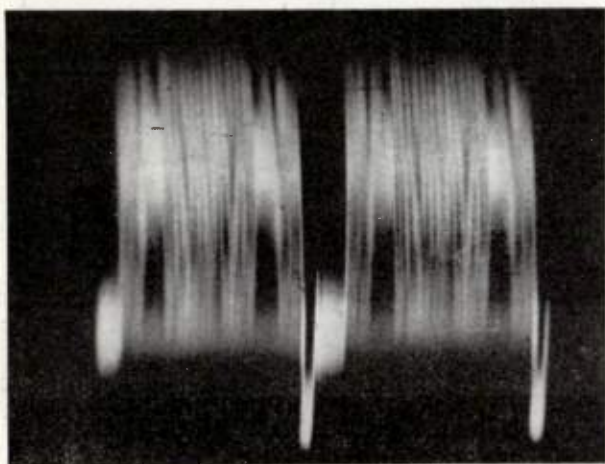


FIG. 15.

La loi de Rayleigh modifiée s'introduit lorsqu'on cherche à étudier la loi de probabilité du module A de la somme de tous ces vecteurs (Cf (7) par exemple).

Si k est assez élevé, la probabilité P_m pour que $A > X$ est donnée par la formule :

$$(3) \quad P_m(A) = 1 - \int_0^A \frac{2A}{\sum a_k^2} \exp \left[-\frac{a^2 + A^2}{\sum a_k^2} \right] J_0 \left(2j \frac{aA}{\sum a_k^2} \right) dA$$

la formule (3) dépend des deux paramètres

$$m = \frac{a^2}{\sum a_k^2} \quad \text{et} \quad A_0^2 = a^2 + \sum a_k^2$$

A_0^2 représente la puissance quadratique moyenne totale ;

m représente le rapport de puissance entre $\vec{a}$ et $\sum \vec{a}_k$; A_0^2 restant constant, la décroissance de $P_m(A)$ est d'autant plus rapide que m augmente.

Les courbes représentatives de l'expression (3) se rapprochent beaucoup de celles de la figure 13.

Or physiquement il est possible de faire l'hypothèse que le champ reçu par l'antenne peut se décomposer en deux portions.

Une partie du champ reçu provient, de l'existence soit d'échos proches ou lointains, soit de perturbations atmosphériques. Un tel champ peut se représenter « a priori » par une somme de vecteurs tels que $\vec{a}_k$. C'est la partie fluctuante du champ, qui n'existerait pas si le sol était sphérique et l'atmosphère homogène.

L'autre partie est spécifiquement le champ de diffraction, c'est-à-dire celui calculé par la théorie classique de la diffraction. Elle est représentée par le vecteur $\vec{a}$.

Dès lors, l'interprétation des courbes telles que celles de la figure (13) devient simple.

Les courbes a et b correspondent à des valeurs de m voisines de trois. La courbe c à une valeur inférieure.

Partant de la courbe a , il est possible de dire que la courbe b s'en déduit par une augmentation de A_0^2 sans changement de m . Donc augmentation de a et des a_k , sans changement notable dans le rapport des énergies reçues.

La courbe c se déduit de la courbe b , au moins pour $P < 75$, par une augmentation de A_0^2 et une diminution de m . Donc encore augmentation de a et de a_k , mais le rapport des énergies reçues a diminué.

La partie supérieure de (c), $P > 75$ peut s'interpréter par une disparition subite de a , et d'une partie des a_k . Ce fait peut être dû à un ensemble de phénomènes rangés sous le nom de « propagations anormales ». On les explique par l'existence de lois d'indice non toujours décroissantes en fonction de l'altitude.

C'est ainsi que, au cours des deux mois et demi d'essais, qu'un niveau S/B de 15 dB a été relevé une dizaine de fois, pendant dix secondes environ. Cela correspondait toujours à des conditions météorologiques particulières, souvent des différentes de temps très marquées entre Paris et Fontaine Raoul. La fluctuation observée était également assez sélective, rarement concomitante en son et en image. D'autre part le niveau de 65 dB correspondant au champ de l'espace libre a été atteint d'une manière stable un soir pendant une bonne partie de l'émission TV.

L'utilisation d'antennes de gains moins élevés conduit évidemment à des valeurs de A_0^2 inférieures, ceci dans le rapport des gains. Mais la valeur trouvée pour m est plus petite, donc la fluctuation plus grande, mis à part les effets de propagations anormales.

Le choix d'un emplacement est également d'une extrême importance. En effet à de telles distances,

le champ représenté par $\vec{a}$ peut varier très rapidement. Une diminution de l'énergie moyenne totale A_0^2 reçue de quelques décibels peut signifier la disparition de a .

Ainsi si Σa_k^2 restant constant, a^2 diminue de 3 à 1, diminue de trois décibels seulement, mais la fluctuation augmente de façon considérable.

L'expérience confirme ce point de vue de façon étonnante. Ainsi d'autres emplacements dans la commune de Fontaine Raoul, se sont révélés beaucoup moins bons du point de vue stabilité de niveau, malgré une faible différence du niveau moyen.

En fait au point choisi, pour un court intervalle de temps, la stabilité du niveau de l'image était assez remarquable. Elle permet d'envisager l'utilisation d'une telle station pour la retransmission du signal de télévision de Paris dans la région entourant Fontaine Raoul. (Rappelons que le rapport S/B est resté supérieur à 30 dB pendant 98,8 % du temps total).

Ainsi l'antenne cigare a permis d'assurer dans de très bonnes conditions le relais du programme de PARIS vers TOURS et ANGERS, en n'utilisant, pour attaquer l'émetteur local, que le tronçon des relais hyperfréquences situés en aval de FONTAINE RAOUL.

Signaux indésirables :

a) Parasites.

A priori, les parasites sont ici moins intenses étant donné que l'on est à 180 Mc/s et en polarisation horizontale. De plus, à FONTAINE RAOUL, le lieu de réception est dans la campagne. Indiquons néanmoins qu'une route coupe presque perpendiculairement le trajet PARIS-FONTAINE RAOUL, environ à 300 mètres devant l'aérien de réception. Les parasites créés par les voitures sont cependant peu gênants et pratiquement invisibles sur l'image quand on a $S/B = 30$ dB ; avec 35 dB, la question ne se pose plus.

b) Interférences.

Dans la réception de STRASBOURG, à plus de 100 km de l'émetteur, on a remarqué de légères interférences avec des stations allemandes, dont on repérait la direction en dépointant l'antenne Yagi utilisée.

A FONTAINE RAOUL, il y avait peu de risques d'interférences, mais on a tout de même observé à deux ou trois reprises et notamment la nuit un léger trouble visible à l'oscilloscope balayé à la fréquence lignes et se traduisant sur l'image par un entrelaçage imparfait. Ce défaut était très net sur aérien Yagi, moins marqué sur la petite antenne cigare et totalement inexistant sur le grand aérien cigare. La cause de cette interférence pourrait bien être une réception exceptionnelle de l'émetteur de télévision de LILLE dont la porteuse est décalée de 10 kc/s par rapport à celle de PARIS.

Cela montre en tout cas l'intérêt que l'on a à disposer d'un aérien directif.

CONCLUSION

L'ensemble de ces essais et réalisations effectués par la *Compagnie Générale de T.S.F.* et suivis avec intérêt par les services techniques de la *Radiodiffusion Télévision Française* permet de dégager les points essentiels suivants :

— Il existe une zone d'ombre assez étendue derrière l'horizon optique dans laquelle la réception d'ondes métriques est possible dans de bonnes conditions.

— Dans la première partie de cette zone (en général une centaine de km) les fluctuations rapides des champs sont pratiquement absentes. Seules existent des variations lentes diurnes ou saisonnières. Le calcul du champ moyen s'effectue bien à partir des formules classiques dans les conditions normales.

— Dans la partie la plus éloignée, le champ est presque toujours supérieur au champ calculé par les formules classiques, mais il existe des fluctuations rapides du niveau, limitées inférieurement par le champ de la théorie classique.

— La réception du signal d'un émetteur de télévision puissant (dizaines de kW) peut se faire dans la première partie de la zone d'ombre dans les conditions usuellement exigées pour une exploitation sûre à condition d'utiliser un aérien de gain élevé à la réception.

— L'application de l'antenne cigare à un tel rôle permet de résoudre ce problème de façon simple, ainsi que l'a montré l'expérience effectuée à Fontaine Raoul.

— On peut donc songer à utiliser de telles installations pour piloter des émetteurs satellites destinés à relayer les émetteurs principaux dans les zones qui ne sont pas couvertes par ces derniers.

— Il est également possible d'augmenter par le même procédé la zone couverte par les émetteurs de Radiodiffusion à modulation de fréquence.

Les auteurs tiennent à remercier particulièrement M. M. PONTE, grâce à qui les essais ont été possibles. Les échanges de vue avec M. H. GUTTON et les ingénieurs du laboratoire ont permis de préciser bien des points. Une mention spéciale doit être faite de M. G. WEILL, dont la contribution à la partie théorique a été très importante.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] STRATTON : *Electromagnetic Theory* (Mac Graw Hill edit.).
- [2] J. C. SIMON, G. WEILL : Un nouveau type d'antenne à rayonnement longitudinal. *Annales de Radioélectricité*, Tome VIII, n° 33, juillet 1953.
- [3] J. C. SIMON, G. WEILL : *C.R. Ac. Sciences*, 21 décembre 1953.
- [4] D. E. KERR : Propagation of short radio waves. M.I.T. 13 (Mac Graw Hill Edit.).
- [5] R. W. GEORGE : Field strength of motor car ignition between 40 and 450 Mcs. — *P.I.R.E.*, sept. 1940.
- [6] J. VOGÉ : Problèmes d'actualité dans l'étude de la transmission des ondes ultra-courtes. (*Onde Electrique*, N° 327, juin 1954).
- [7] J. C. SIMON : Quelques problèmes de fluctuation en Radioélectricité. *Annales de Radioélectricité*, Janvier 1955.

LES SYSTÈMES DE TÉLÉVISION ⁽¹⁾

A BANDES LATÉRALES ASYMÉTRIQUES

PAR

L. BOURASSIN

Ingénieur Chef de Section
à la Société « La Radiotechnique »

I. — INTRODUCTION

La télévision, en s'imposant la transmission d'images de plus en plus fines, a été amenée à utiliser, pour la transmission de ces images, des spectres de fréquences de plus en plus grands

Le principe classique de modulation d'amplitude conduit, dans le cas d'une modulation sinusoïdale



FIG. 1. — Spectre de raie d'une porteuse ω_p modulée par une fonction sinusoïdale.

de pulsations Ω à associer à une fréquence porteuse de pulsation $\omega_p = 2\pi f_p$, deux pulsations ω_1 et ω_2 telles que :

$$\omega_1 = \omega_p - \Omega$$

$$\omega_2 = \omega_p + \Omega$$

où ω_1 et ω_2 sont 2 pulsations symétriques par rapport à ω_p et distantes de Ω (fig. 1)

On montre que, si au lieu d'une pulsation de modulation Ω , on a un spectre de modulation $S(\Omega)$ (fig. 2a) limité à Ω_c , on est conduit à associer ce spectre symétriquement par rapport à ω_p (fig. 3a)

Les fréquences limites deviennent :

$$\omega_1 = \omega_p - \Omega_c$$

$$\omega_2 = \omega_p + \Omega_c$$

Dans ces conditions :

a) la bande de fréquence comprise entre ω_p et ω_1 représente la *bande latérale inférieure*

b) la bande de fréquence comprise entre ω_p et ω_2 représente la *bande latérale supérieure*

On appelle « *plage de fréquence* » la différence entre les pulsations extrêmes $\omega_2 - \omega_1$, on voit que

cette plage de fréquence exprime l'encombrement total de l'éther dû à la transmission de l'information considérée.

On vérifie que, pour transmettre un certain signal, il faut, dans le cas d'une onde modulée en amplitude,

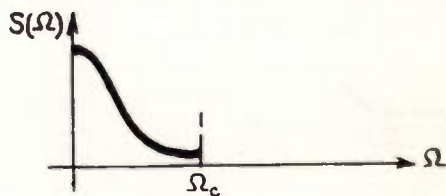


FIG. 2 a. — Spectre de fréquence d'un signal $b(t)$.

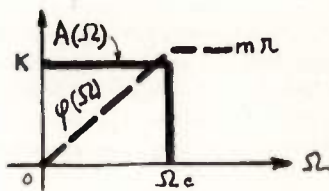


FIG. 2 b. — Système de transmission du type « passe-bas idéal ».

une plage de fréquence double de celle correspondant au spectre de fréquence de ce signal en montrant que l'application d'un signal « unité » $\gamma(t)^*$ à un amplificateur video du type « idéal » de pulsation maximum Ω_c (fig. 2b) donne un signal résultant $M_u(t)$ appelé signal « normal » (fig. 4) et l'application du même signal « unité » $\gamma(t)$ à un amplificateur à fréquence intermédiaire (F.I.) « idéal » dont la plage de fréquence est $\pm \Omega_c = 2\Omega_c$ (fig. 3b) donne aussi pour signal résultant : $M_u(t)$.

Ceci vérifie bien que la plage d'un amplificateur F.I. pour un même signal appliqué et un même signal résultant est 2 fois plus grande que celle de l'amplificateur video correspondant.

En conséquence, bien que chacune des deux bandes latérales de l'amplificateur F.I. contienne la totalité de l'information donnée par l'onde modulée, il faut la somme de ces deux bandes latérales pour reproduire l'onde modulée avec une qualité identique à

(1) Conférence faite à la Sorbonne, le 19 décembre 1953.

* on lit : epsilon de ϵ .

celle que donne un amplificateur video dont la bande de fréquence ne correspond qu'à l'encombrement d'une seule bande latérale.

Les calculs relatifs à cette vérification, valable autant en régime transitoire qu'en régime permanent, sont dans les annexes.

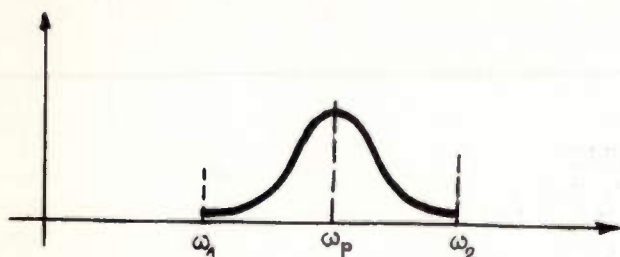


FIG. 3 a. — Spectre de fréquence d'une porteuse ω_p , modulée par le signal $b(t)$

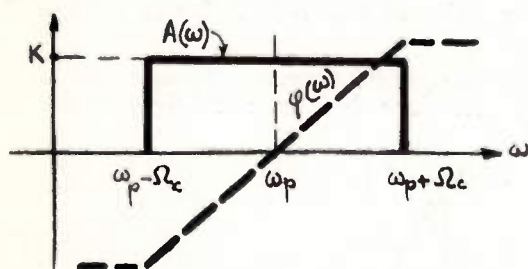


FIG. 3 b. — Système de transmission du type « passe-bande idéal ».

Après cette vue générale sur la modulation d'amplitude, examinons les systèmes actuels de télévision. Dans tous les systèmes en service, l'information « image » est transmise en modulation d'amplitude et cette information est environ proportionnelle au carré du nombre de lignes ; en accroissant celui-ci, on risque d'arriver rapidement à un encombrement exagéré de l'éther eu égard aux fréquences porteuses admises.

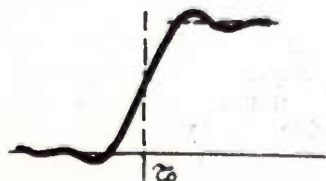


FIG. 4. — Signal « Normal ».

Dans le système français à 819 lignes, l'encombrement total dû à la transmission de l'image serait, si l'on transmettait les deux bandes latérales de $\pm 11,15$ MHz par rapport à la porteuse. Les fréquences allouées à la télévision étant comprises, pour les bandes actuellement utilisées en Europe, soit entre 41 et 68 MHz, soit entre 162 et 223 MHz, cet encombrement est élevé, il limiterait, d'une part, le nombre de stations émettrices, et d'autre part il rendrait difficile la réalisation des récepteurs ; en effet, pour un tube amplificateur à large bande on a :

$$1) \quad M = g \cdot B \cdot k = \text{constante}$$

avec :

M = coefficient de mérite du tube,

g = gain de l'étage,

B = largeur de bande,

k = coefficient numérique.

Ce produit étant constant si l'on augmente B , g par étage diminue et pour avoir un gain total G donné, on est amené à multiplier le nombre d'étages.

Ainsi que nous l'avons montré, chaque bande latérale contenant la totalité de l'information, on peut penser supprimer en totalité ou en partie, l'une des

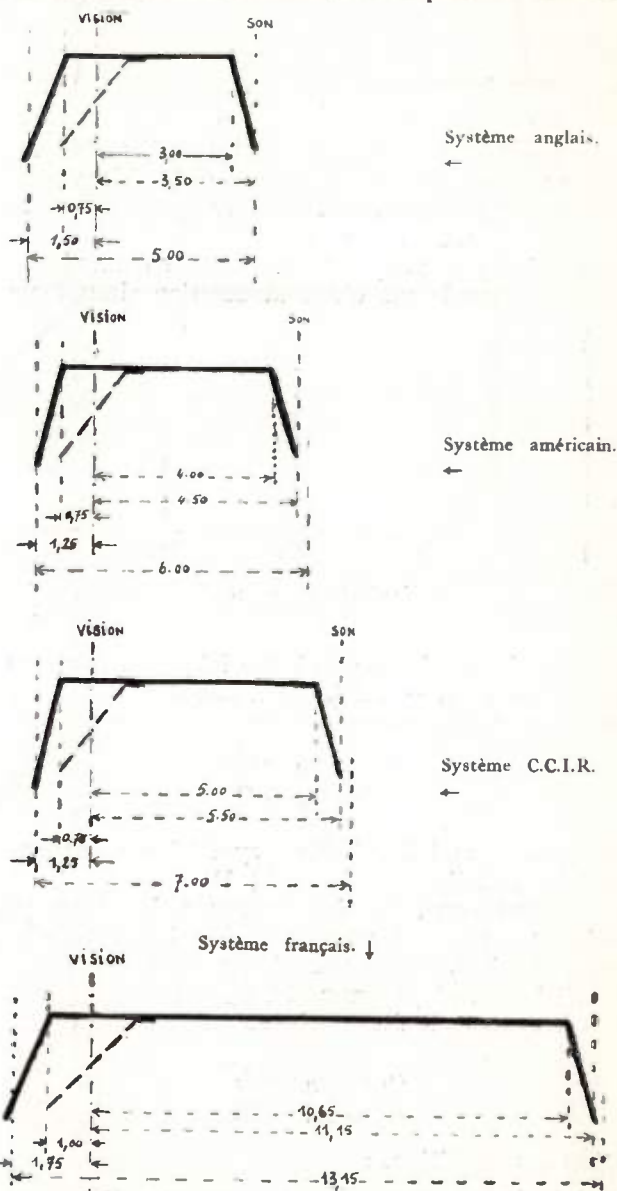


FIG. 5. — Formes des fonctions de transfert des différents systèmes de télévision.

bandes latérales sans réduire la quantité d'informations : de cette manière on peut, dans une gamme de fréquences déterminée :

1° multiplier le nombre des émetteurs,

2° sur un récepteur, dans l'amplificateur à fréquence intermédiaire, on peut, pour un gain donné, diminuer le nombre de tubes amplificateurs.

3° diminuer le bruit,

4° diminuer les interférences.

Pratiquement, par suite de la nécessité de transmettre la porteuse, et de la constitution physique

II. — ÉTUDE D'UN SYSTÈME DE TRANSMISSION A BANDE LATÉRALE RÉSIDUELLE.

II-I. — Définition du système actuel.

Parmi les systèmes de transmission à bandes asymétriques pratiquement réalisables, un système est standardisé. Il porte le nom de « système de trans-

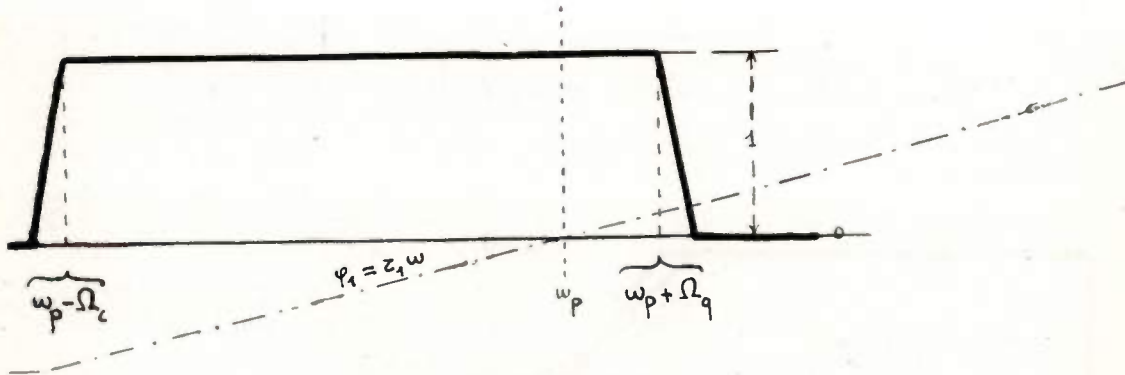


FIG. 6. — Fonction de transmission d'un émetteur.

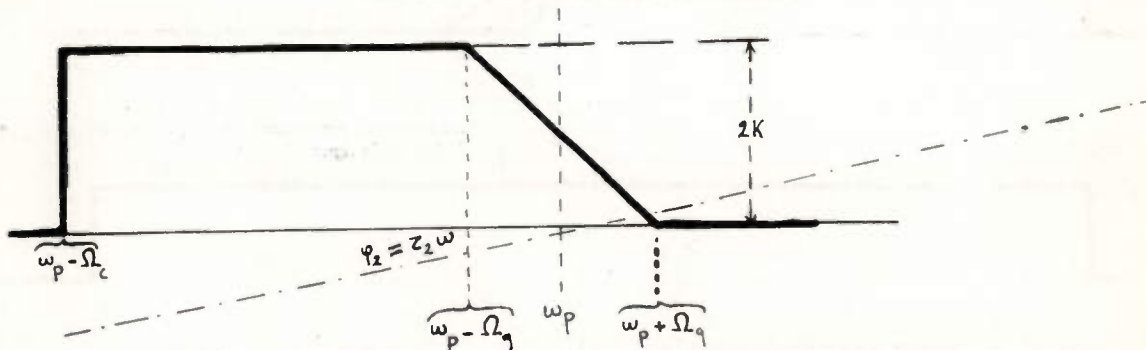


FIG. 7. — Fonction de transmission d'un récepteur utilisé avec l'émetteur de la figure 6.

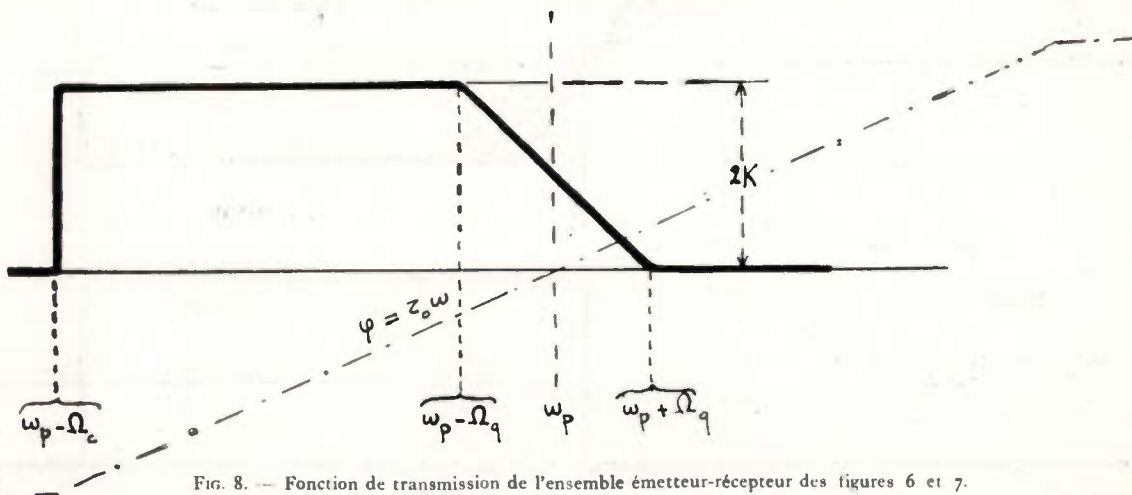


FIG. 8. — Fonction de transmission de l'ensemble émetteur-récepteur des figures 6 et 7.

des filtres, la suppression radicale d'une bande latérale est irréalisable. On peut seulement envisager de réduire une partie aussi grande que possible d'une bande latérale. Ce procédé, séduisant au premier abord, comporte des difficultés qui échappent à une analyse superficielle. Le but poursuivi par cette étude est de déceler ces difficultés, de mettre en évidence leur nature et leur importance, et de déterminer dans quelles limites les défauts inhérents au procédé peuvent être considérés comme admissibles.

mission à bande latérale résiduelle » et est constitué de la façon suivante :

L'émetteur de pulsations porteuses ω_p transmet sans affaiblissement l'une des bandes latérales jusqu'à une pulsation $\omega_p - \Omega_c$ et une partie de l'autre bande jusqu'à une pulsation $\omega_p + \Omega_q$.

Par définition, le rapport de dissymétrie est le rapport : (2) $d = \frac{\Omega_c}{\Omega_q}$. Au-delà de la pulsation $\omega_p + \Omega_q$

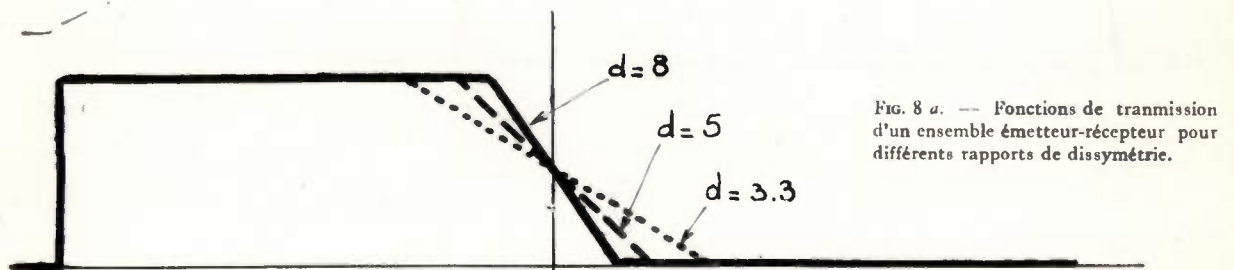
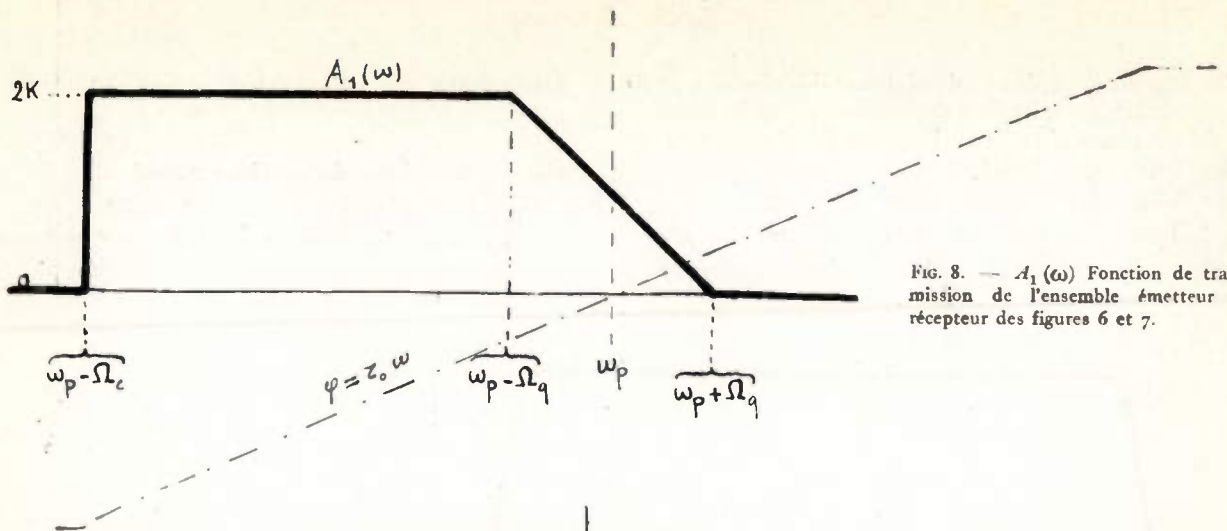


FIG. 8 b. — Composante symétrique des fonctions de transmission de la figure 8 a.



FIG. 8 c. — Composante antisymétrique des fonctions de transmission de la figure 8 a.

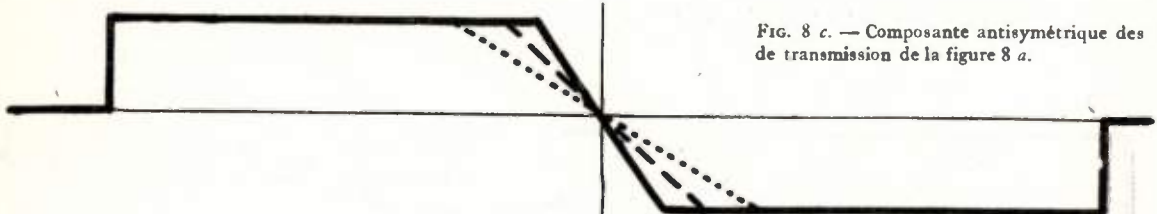


FIG. 8 d. — Spectre video « normal » équivalent à la fonction symétrique de la figure 8 b.

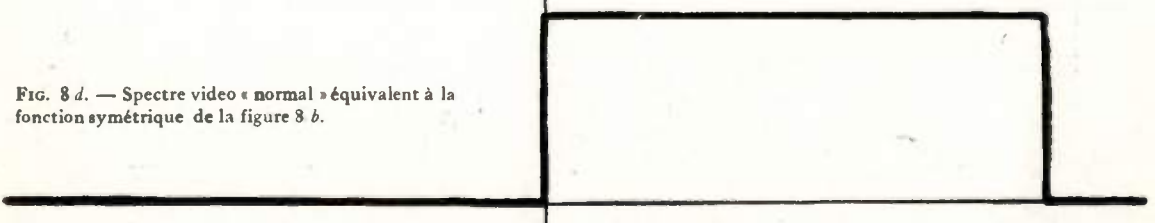
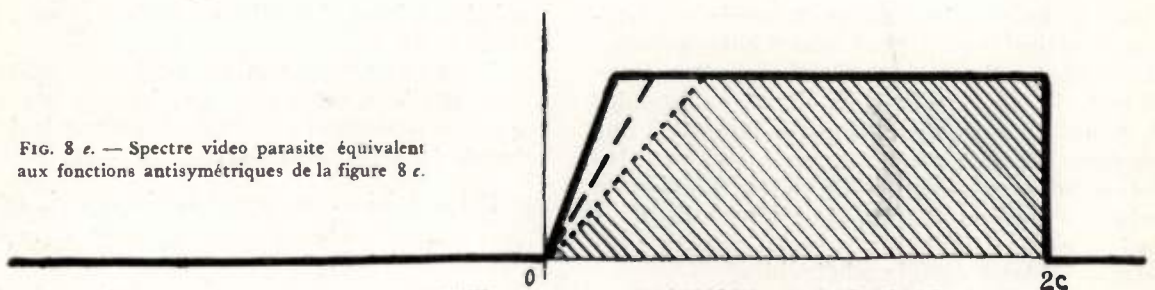


FIG. 8 e. — Spectre video parasite équivalent aux fonctions antisymétriques de la figure 8 c.



le signal est très rapidement atténué, il en est de même avant la pulsation $\omega_p - \Omega_c$.

Avec les notations de la figure 6 on a : $\Omega_c > \Omega_q > 0$.

Ce qui exprime que la largeur de la partie plate de la bande latérale résiduelle est comprise entre 0 et la pulsation de modulation maximum habituellement désignée par « pulsation de coupure ». Signalons que la bande résiduelle peut être, soit la bande latérale inférieure, soit la bande latérale supérieure (cas de la figure 6).

Les figures 5 donnent les fonctions de transmission de différents systèmes de télévision. On remarque que ces fonctions de transmission admettent des rapports de dissymétrie différents les uns des autres.

Le récepteur standardisé qui est associé à un système de télévision à bandes asymétriques possède une courbe de transmission telle que celle de la figure 7. Cette courbe décroît linéairement de $2K$ à 0 entre $\omega_p - \Omega_q$ et $\omega_p + \Omega_q$ la valeur K étant donnée pour la pulsation ω_p , la courbe de transmission reste constante et égale à $2K$ de $\omega_p - \Omega_c$ à $\omega_p - \Omega_q$.

Les courbes des figures 6 et 7 représentent les niveaux relatifs aux différentes fréquences par rapport au niveau du plat maximum ; elles représentent également les fonctions de transmission du système. La fonction de transmission de l'émetteur étant constante de $\omega_p - \Omega_c$ à $\omega_p + \Omega_q$ la fonction de transmission globale est égale au produit des fonctions de transmission correspondant aux courbes des figures 6 et 7, elle est donnée figure 8.

Dans notre cas, le niveau maximum de la courbe de transmission de l'émetteur étant arbitrairement pris pour unité, la fonction de transmission globale dans sa partie amplitude-fréquence sera celle du récepteur, tandis que la courbe phase-fréquence sera telle que :

$$(3) \quad \tau_0 = \tau_1 + \tau_2$$

où τ_0 , τ_1 , τ_2 , sont les pentes des différentes courbes de phase (voir figure 8). Ces quantités représentent physiquement les retards apportés à la transmission d'un signal par les fonctions de transfert d'où sont issus ces coefficients.

Avant d'entrer dans le détail de l'étude du système à bandes latérales asymétriques, nous allons montrer comment, à l'aide de la décomposition de la fonction de transmission globale (émetteur + récepteur) on peut mettre en évidence l'importance du rapport de dissymétrie.

La figure 8a donne, pour une bande intégralement transmise déterminée, différentes fonctions de transmission de rapport de dissymétrie $d = 3,3$, $d = 5$, $d = 8$.

La figure 8b donne la composante symétrique des fonctions de transmission de la figure 8a.

La figure 8c donne la composante antisymétrique des fonctions de transmission de la figure 8a.

La figure 8d donne le spectre video « normal » équivalent à la fonction symétrique de la figure 8b.

La figure 8e donne le spectre video « parasite » équivalent aux fonctions antisymétriques de la figure 8c. On remarque que les fonctions de transmission de la figure 8a ne diffèrent entre elles que par le spectre video « parasite ». La fonction de transmission de la figure 8a ayant le plus grand rapport de

dissymétrie $d = 8$, possède le plus grand spectre video « parasite » ; on peut remarquer que ce spectre

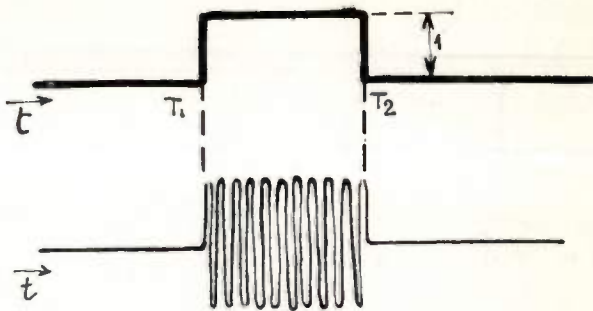


FIG. 9. — Signal de modulation :

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{pour } T_1 > t > T_2 \\ 1 & \text{pour } T_1 < t < T_2 \end{cases}$$

FIG. 10. — Signal modulé :

$$g(t) = f(t) \cos \omega t$$

n'est pas très supérieur au spectre hachuré correspondant à $d = 3,3$, mais l'accroissement du spectre ayant lieu vers les fréquences basses, amène une perturbation sensible du signal unité, puisque ce dernier concentre la plus grande partie de son énergie dans la partie inférieure du spectre des fréquences (voir parag. II-3-1).

II-2. — Etude du système en régime transitoire.

II-2-1. — Etude générale de la transmission.

Le signal de télévision étant généralement constitué d'une suite de variations brusques et quelconques en amplitude et en position, dans le temps,

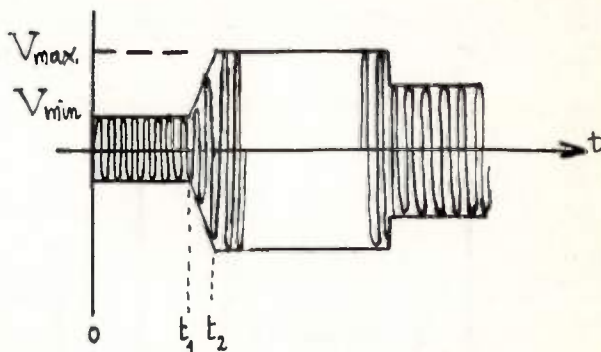


FIG. 11. — Signal modulé à un taux de modulation m % avec :

$$m \% = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}} \cdot 100$$

l'analyse en régime permanent offre peu d'intérêt. Nous entreprendrons, dès maintenant, l'étude en régime transitoire, compte tenu des approximations suivantes :

- le système de transmission possède les caractéristiques des courbes de la figure 8.
- la fréquence porteuse est supposée très élevée par rapport à la fréquence de modulation la plus élevée afin que la phase relative de la porteuse n'intervienne pas dans la transmission d'un signal.
- le modulateur est supposé idéal et le détecteur également.

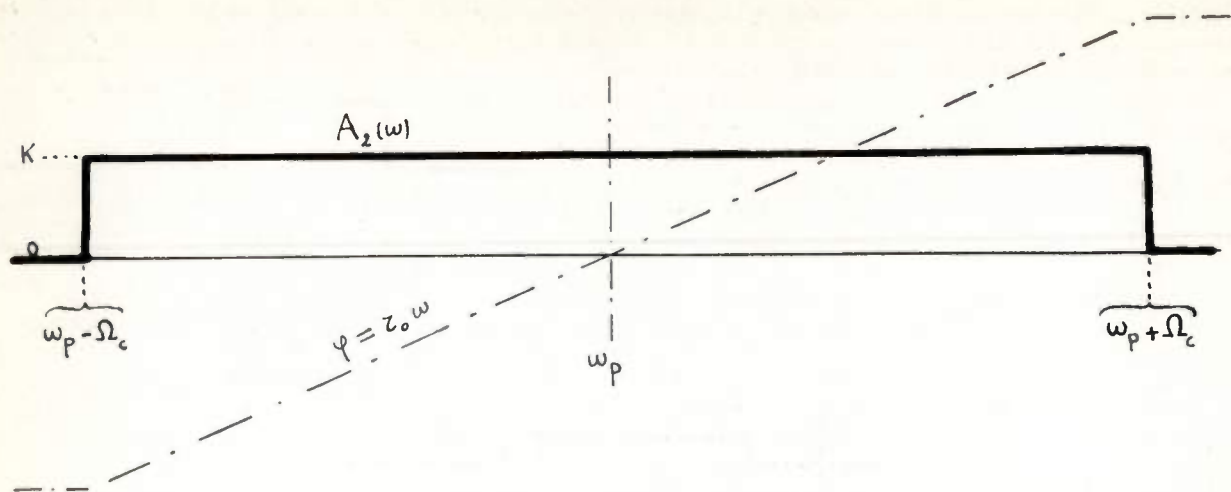


FIG. 12. — Composante symétrique $A_2(\omega)$ de la fonction de transmission asymétrique $A_1(\omega)$.

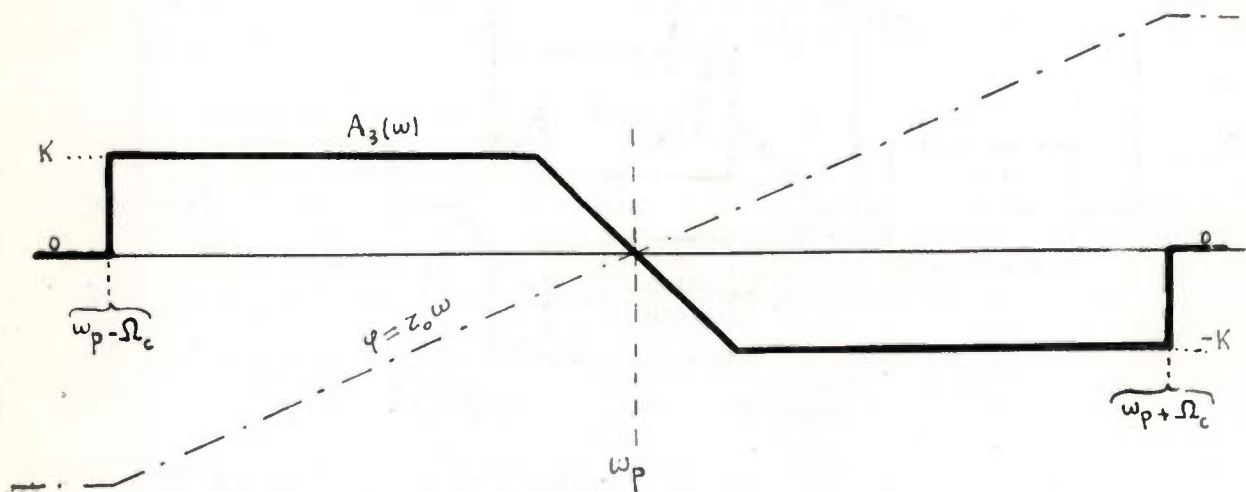


FIG. 13. — Composante antisymétrique $A_3(\omega)$ de la fonction de transmission asymétrique $A_1(\omega)$.

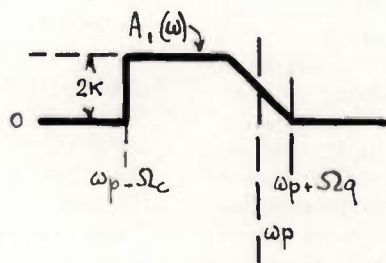
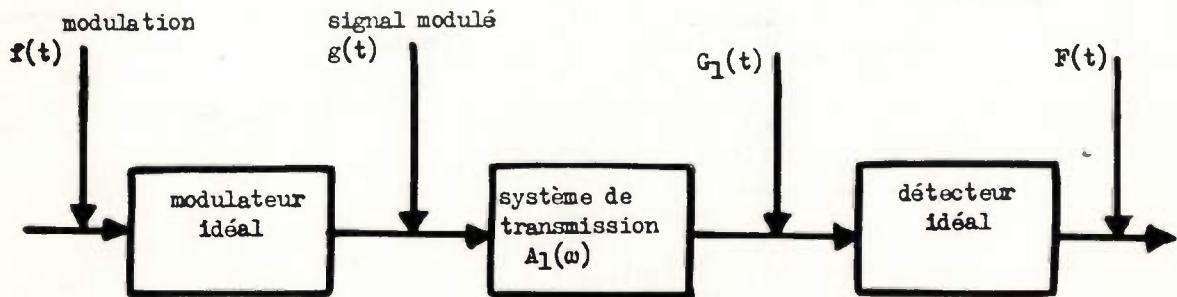


FIG. 14. — Chaîne de transmission asymétrique.

L'étude est effectuée à l'aide du signal de modulation $f(t)$ représenté figure 9, auquel correspond le signal modulé de la figure 10 : $g(t) = f(t) \cos \omega_p t$.

Remarque sur le taux de modulation.

II-2-1-1. Rappelons que, lorsque l'on considère une onde HF modulée (fig. 11), le taux de modulation est donné par la formule :

$$(4) \quad m \% = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}} 100$$

n'étant jamais inférieur à 25 % du niveau maximum, on a

$$m \% = \frac{100 - 25}{100 + 25} \cdot 100 = 60 \%$$

néanmoins, le taux de modulation des tops de synchronisation atteint 100 % puisque ceux-ci passent d'une valeur sensiblement égale à 0 à une valeur peu différente de 25 % du signal maximum de modulation, on a :

$$m \% = \frac{25 - 0}{25 + 0} 100 = 100 \%$$

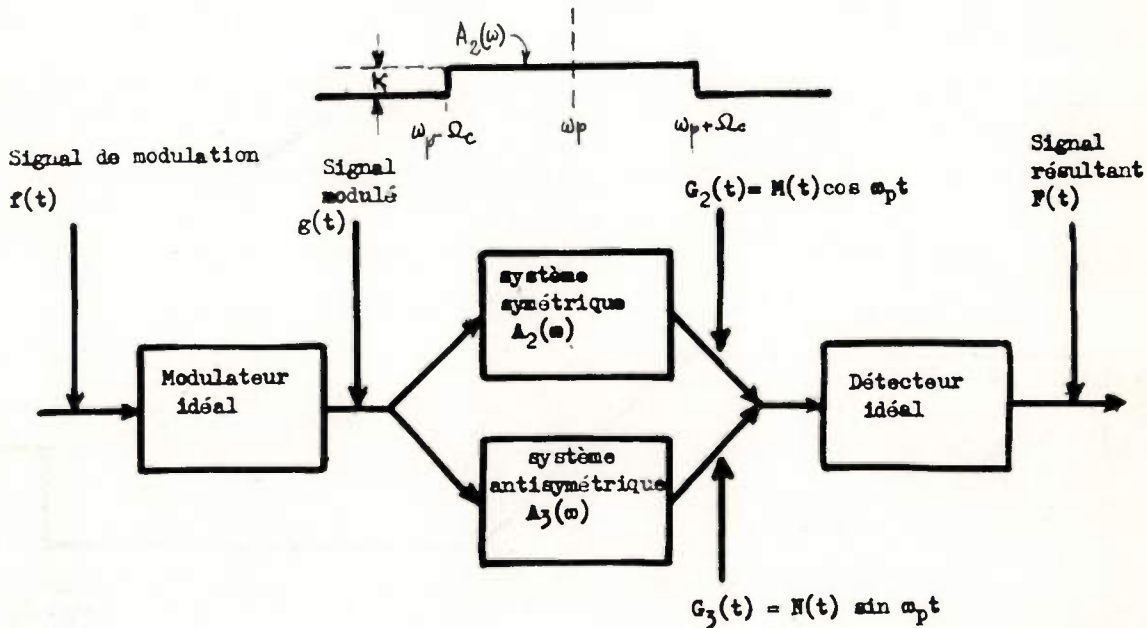
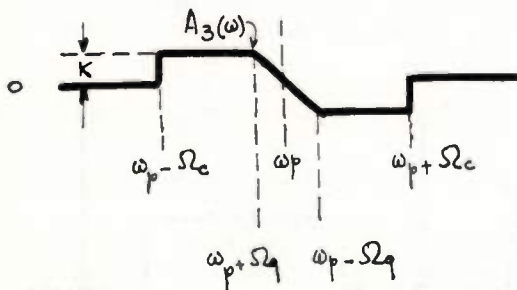


FIG. 15. — Décomposition de la chaîne de transmission asymétrique de la fig. 14 en éléments symétrique et antisymétrique montés en parallèle.



En télévision, lorsque l'on analyse de brusques variations d'un signal, la valeur du signal antérieur à la variation peut généralement être considérée, par rapport à celle-ci, comme existant de toute éternité ; dans le cas de la figure 11 le temps $0 - t_1$ peut être considéré comme infini devant l'écart de temps t_1, t_2 . On peut immédiatement remarquer qu'avec un système de télévision à modulation négative, le taux de modulation maximum pourra atteindre 100 %, le niveau de modulation correspondant au blanc de l'image donnant une valeur $V_{\min} = 0$; avec un système à modulation positive, on trouve pour le standard français que le taux de modulation maximum de l'image ne peut pas dépasser 60 %, en effet, le niveau minimum de modulation image

nous avons posé :

$$A_1(\omega) = A_2(\omega) + A_3(\omega)$$

et nous désignons par :

$$\begin{aligned} M(t) \cos \omega_p t &= G_2(t) && \text{le résultat du passage de } g(t) \text{ dans } A_1(\omega) \\ N(t) \sin \omega_p t &= G_3(t) && \text{le résultat du passage de } g(t) \text{ dans } A_2(\omega) \\ &&& \text{le résultat du passage de } g(t) \text{ dans } A_3(\omega) \end{aligned}$$

ou :

$$G_1(t) = G_2(t) + G_3(t) = \sqrt{M^2(t) + N^2(t)} \cos(\omega_p t + \psi)$$

que l'on écrit :

$$G_1(t) = F(t) \cos(\omega_p t + \psi)$$

$$\psi = \arctg \frac{-N(t)}{M(t)}$$

II-2-1-2. — Décomposition d'une fonction de transmission asymétrique.

La fonction de transmission $A_1(\omega)$ donnée figure 8 étant asymétrique, peut se décomposer en une somme de 2 fonctions de transmission, l'une symétrique $A_2(\omega)$, l'autre antisymétrique $A_3(\omega)$, par rapport à la porteuse ; cette décomposition qui justifie les constructions dont nous avons parlé dans le paragraphe II-1 est, avec les fonctions $A_2(\omega)$ et $A_3(\omega)$ représentées sur les figures 12 et 13, telle que :

$$(5) \quad A_1(\omega) = A_2(\omega) + A_3(\omega)$$

Dans ces conditions, le passage d'une onde HF modulée $g(t)$ dans le système de transmission de la

figure 8 est équivalent au passage simultané à cette même onde HF dans les systèmes de transmission des figures 12 et 13.

Si l'on applique maintenant le signal $G_1(t)$ (voir fig. 14) à un détecteur idéal, on obtient un signal $F(t)$, enveloppe de $G_1(t)$, qui représente le signal $f(t)$ après passage dans la chaîne totale de transmission : modulateur — système de transmission $A_1(\omega)$ — détecteur. Le modulateur et le détecteur étant par hypothèse idéaux le seul élément susceptible de rendre $F(t)$ différent de $f(t)$ est le système de transmission $A_1(\omega)$.

Pour la commodité de l'étude théorique, nous avons décomposé $A_1(\omega)$ en deux systèmes de transmission $A_2(\omega)$ et $A_3(\omega)$ (voir fig. 15). Le signal $F(t)$ sera simplement obtenu en appliquant simultanément au détecteur idéal les signaux $G_2(t)$ et $G_3(t)$. Ce mécanisme correspond à la figure 15.

$$(6) \quad G_1(t) = G_2(t) + G_3(t)$$

Dans l'annexe VII-2, nous avons calculé $G_2(t)$, cette fonction s'exprime par

$$(7) \quad G_2(t) = M(t) \cos \omega_p t$$

c'est le signal à la sortie du système de transmission symétrique $A_2(\omega)$.

Dans l'annexe VII-3, nous avons calculé $G_3(t)$, cette fonction s'exprime par

$$(8) \quad G_3(t) = N(t) \sin \omega_p t$$

c'est le signal à la sortie du système de transmission antisymétrique $A_3(\omega)$.

L'équation (7) montre que le signal $G_2(t)$ est en phase avec la porteuse, tandis que l'éq. (8) montre que le signal $G_3(t)$ est en quadrature avec la porteuse.

En effet, pour $G_2(t)$ nous retrouvons la porteuse $\cos \omega_p t$ modulée en amplitude par le terme $M(t)$, tandis que pour $G_3(t)$ nous avons $\sin \omega_p t$ signal évidemment en quadrature, avec le précédent, modulé en amplitude par le terme $N(t)$.

$M(t)$ et $N(t)$ étant des fonctions de t , le signal $G_1(t)$ qui apparaît à la sortie du système de transmission à bandes latérales asymétriques :

$$(9) \quad G_1(t) = \sqrt{M^2(t) + N^2(t)} \cos(\omega_p t + \psi)$$

$$(10) \quad \text{avec} \quad \psi = \arctg \frac{N(t)}{M(t)}$$

est modulé à la fois en amplitude et en phase.

Le détecteur idéal étant uniquement sensible à la modulation d'amplitude, il apparaît à la sortie :

$$(11) \quad F(t) = \sqrt{M^2(t) + N^2(t)}$$

Pour calculer $F(t)$ il suffit de tracer les courbes $M(t)$ et $N(t)$ et d'additionner quadratiquement les points correspondant à une même valeur t : nous verrons plus loin que le tracé des courbes $M(t)$ et $N(t)$ nous permettra de tirer de nombreux renseignements.

II-2-2. — Transmission du signal unité.

Afin de faciliter les calculs, nous allons prendre comme signal appliqué au modulateur, le signal unité défini par :

$$\gamma(t) = \begin{cases} 1 & \text{pour } t \geq 0 \\ 0 & \text{» } t < 0 \end{cases}$$

ce qui conduit à prendre dans l'expression de $f(t)$

$$T_1 = 0$$

$$T_2 = +\infty$$

ceci revient simplement à envisager seulement le front avant du signal $f(t)$. On aboutit ainsi pour toutes les valeurs finies de t , aux signaux suivants : Signal à la sortie du système de transmission symétrique $A_2(\omega)$

$$(12) \quad G_2(t)_u = M_u(t) : \cos \omega_p t$$

Signal à la sortie du système de transmission anti-symétrique $A_3(\omega)$.

$$(13) \quad G_3(t)_u = N_u(t) \cdot \sin \omega_p t$$

le signal à l'entrée du détecteur sera :

$$(14) \quad G_1(t)_u = \sqrt{M_u^2(t) + N_u^2(t)} \cdot \cos[\omega_p t - \psi_u]$$

et à la sortie :

$$(15) \quad F(t)_u = \sqrt{M_u^2(t) + N_u^2(t)}$$

Le signal unité appliqué au modulateur correspondant à un taux de modulation de 100 %, nous allons, dans ces conditions, déterminer les courbes $N_u(t)$ pour différentes valeurs du rapport de dissymétrie, d , $M_u(t)$ n'étant pas affecté par ce rapport.

II-2-2-1. — Etude du signal résultant $F(t)_u$

II-2-2-1-1. — Rappel de définitions.

Temps d'établissement d'une impulsion. Le temps d'établissement θ d'une impulsion, est par définition, le temps compris entre l'instant t_1 où cette impulsion atteint 10 % de la valeur de palier et celui t_2 où elle atteint pour la première fois 90 % de cette même valeur (fig. 16).

On appelle **taux de dépassement** σ le rapport de la différence relative entre la valeur du premier max et celle du palier à l'amplitude de ce dernier.

Dans le cas de la figure 16 :

$$(16) \quad \sigma \% = \frac{A_{\max} - A_p}{A_p} 100$$

On appelle **temps de dépassement** η l'intervalle de temps compris entre l'instant t_3 où l'on atteint le

palier pour la première fois et celui t_4 où on l'atteint pour la deuxième fois.

$$(17) \quad \eta = t_4 - t_3$$

On appelle *pseudo-période* de dépassement γ la période où la pseudo-période de l'oscillation qui prend naissance dès que le signal a atteint la valeur du palier.

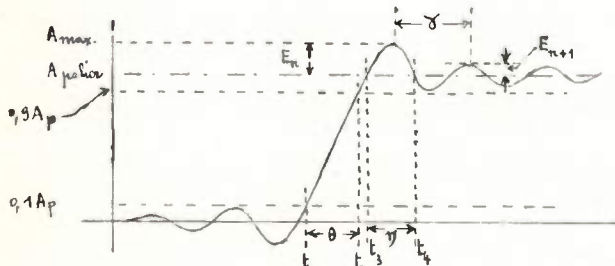


FIG. 16.

Décroissement d'amortissement. — On appelle « décroissement d'amortissement » l'expression :

$$(18) \quad \delta = \text{Log} \frac{E_n}{E_{n+1}}$$

II-2-2-1-2. — Signal normal — $M_u(t)$

Par définition nous appellerons « signal normal » le signal résultant détecté qui serait obtenu à partir du signal initial après passage dans un système de transmission à deux bandes latérales identiques ($\omega_p \pm \Omega_c$).

La fonction de transfert se réduit alors à une seule fonction de transfert symétrique telle que celle de la figure 12. Ce signal est celui qui, pour un Ω_c donné, présente le temps de montée minimum. Son expression est $G_2(t)_u$.

La figure 17 représente le signal normal dans le cas où le signal initial est la fonction unité. Le seul terme Ω_c suffit à caractériser ce signal et l'on a :

$$(19) \quad \left\{ \begin{array}{l} \theta = \frac{0,896 \pi}{\Omega_c} \\ \sigma = 9 \% \\ \eta = \frac{\pi}{\Omega_c} \\ \gamma = \frac{2\pi}{\Omega_c} \end{array} \right.$$

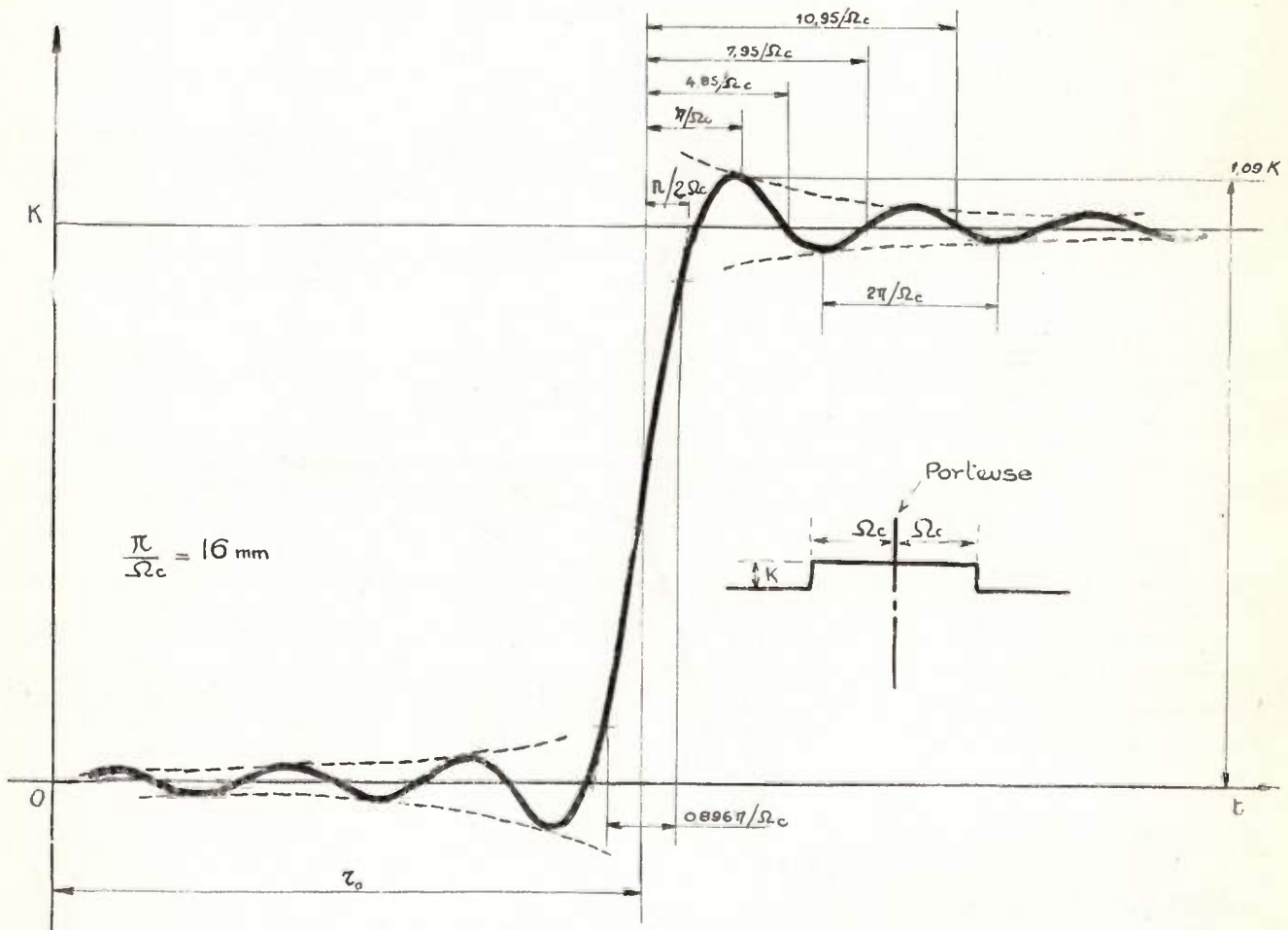
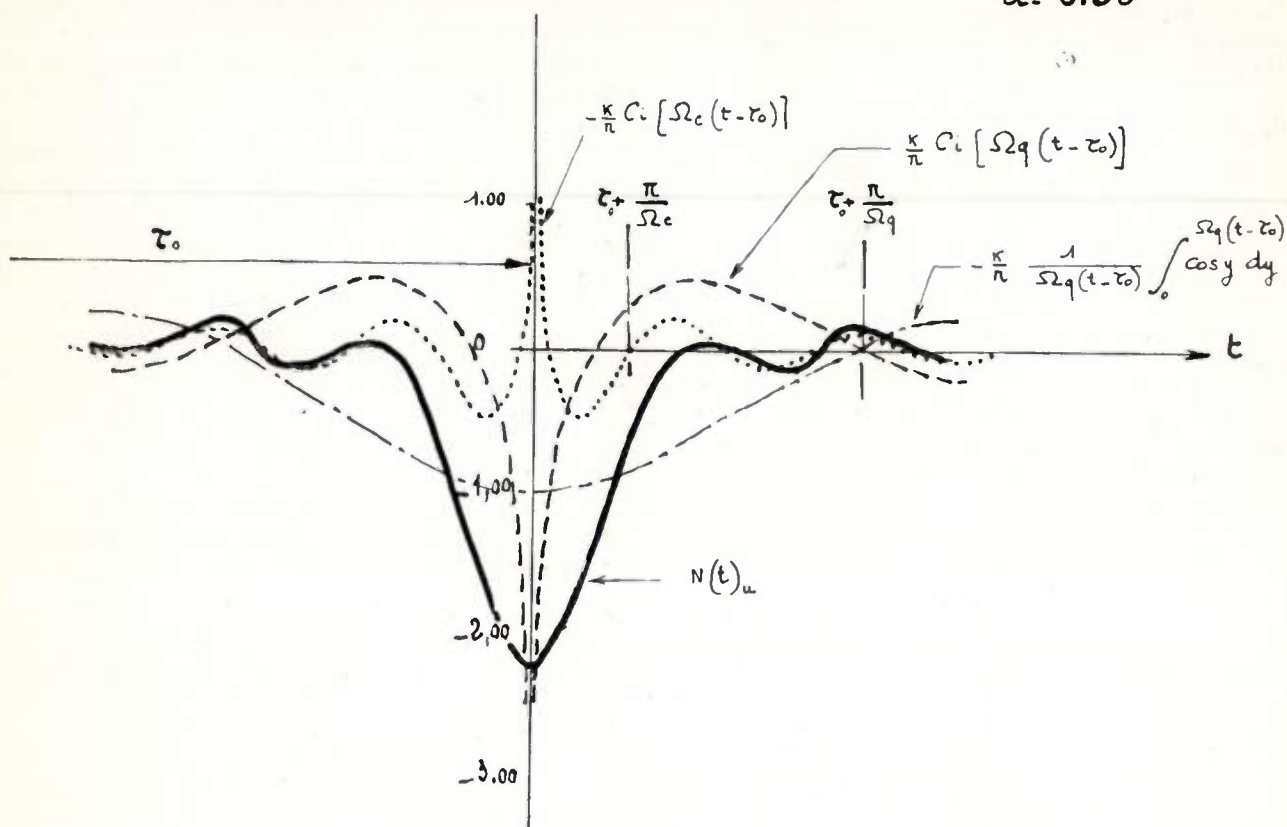
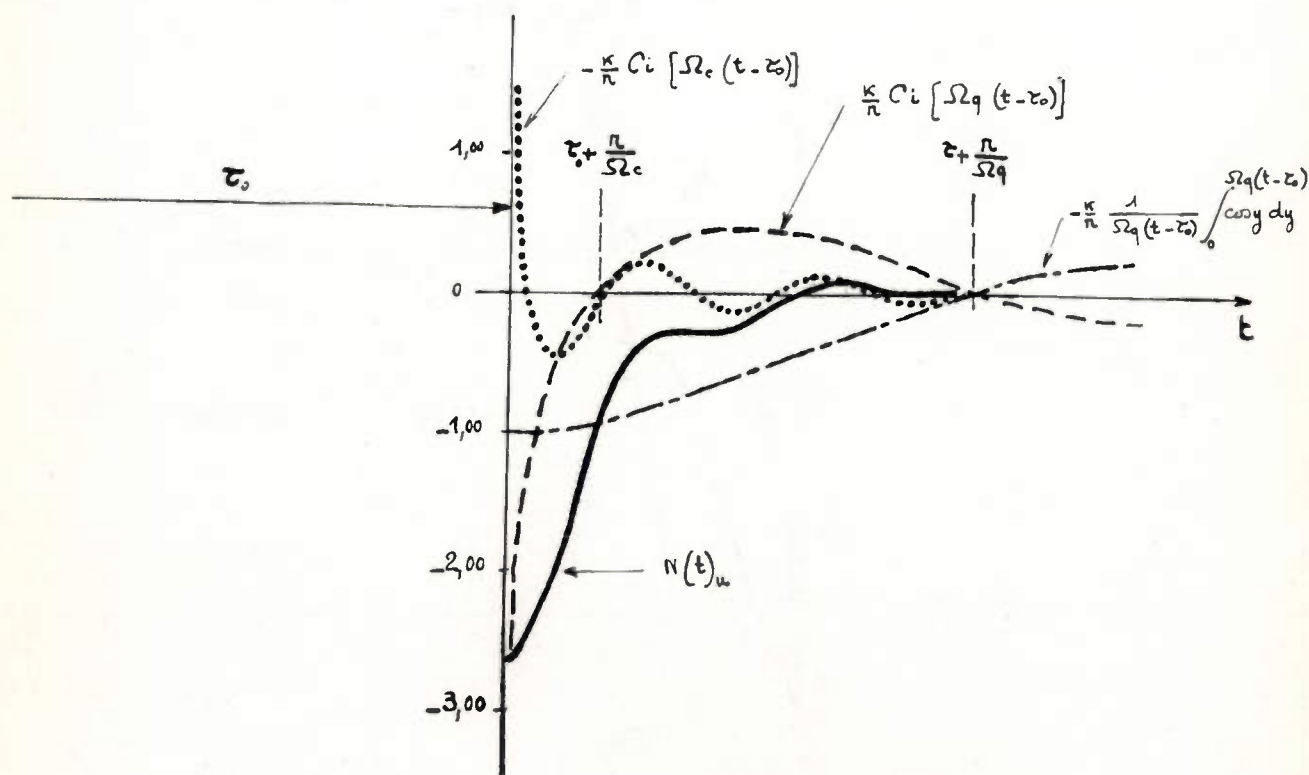


FIG. 17. — Signal « normal ». C'est le signal obtenu après transmission du signal « unité » dans un système à deux bandes latérales symétriques.

$d = 3.33$ FIG. 18. — Signal « parasite » $N(t)_u$ en quadrature avec le signal « normal » $M(t)_u$ pour $d = 3.33$. $d = 5$ FIG. 19. — Signal « parasite » $N(t)_u$ en quadrature avec le signal « normal » $M(t)_u$ pour $d = 5$.

II-2-2-1-3. — *Signal parasite.* — $N_u(t)$.

Nous appellerons « signal parasite » le signal en quadrature avec le signal normal, transmis par le filtre antisymétrique. Ce signal s'obtient à partir de :

$$(20) \quad G_s(t)_u = N_u(t) \sin \omega_p t$$

L'expression $N_u(t)$ donnée dans l'annexe VII-3 peut se décomposer en 3 signaux élémentaires que nous retrouvons dans les figures donnant la construction de $N_u(t)$ pour différentes valeurs de d . (fig. 18, 19, 20). Cette construction permet de voir aisément comment varient l'amplitude et la forme de $N_u(t)$ en fonction de d . L'examen des figures 18 et 20 (tracées en prenant les mêmes échelles pour Ω_c) montre que cette variation ne dépend que des termes contenant Ω_q et que l'importance du signal parasite, tant en amplitude qu'en énergie, est d'autant plus grande que le rapport

$$(21) \quad d = \frac{\Omega_c}{\Omega_q} \text{ est élevé}$$

N.B. — a) $N_u(t)$ ayant une symétrie paire axée sur $t = \tau_0$ dans les figures 19 et 20 on n'a représenté

que la moitié droite du signal parasite au facteur $\frac{K}{\pi}$ près.

b) Des échelles identiques sont utilisées pour la représentation du signal normal (fig. 17) et des signaux parasites (fig. 21a, 21b, 21c).

I-2-2-1-4. — Construction du signal résultant.

Compte-tenu de la formule 14.

$$G_1(t)_u = \sqrt{M_u^2(t) + N_u^2(t)} \cos [\omega_p t - \psi_t]$$

un point quelconque de la courbe représentant le signal résultant pour d donné,

$$F(t)_u = \sqrt{M_u^2(t) + N_u^2(t)}$$

sera obtenu en faisant la somme quadratique des ordonnées des courbes $M_u(t)$ et $N_u(t)$ à l'instant t correspondant.

L'examen simultané des fonctions $M_u(t)$ et $N_u(t)$ montre que :

1° $M_u(t)$ n'atteint au temps τ_0 que à moitié de sa

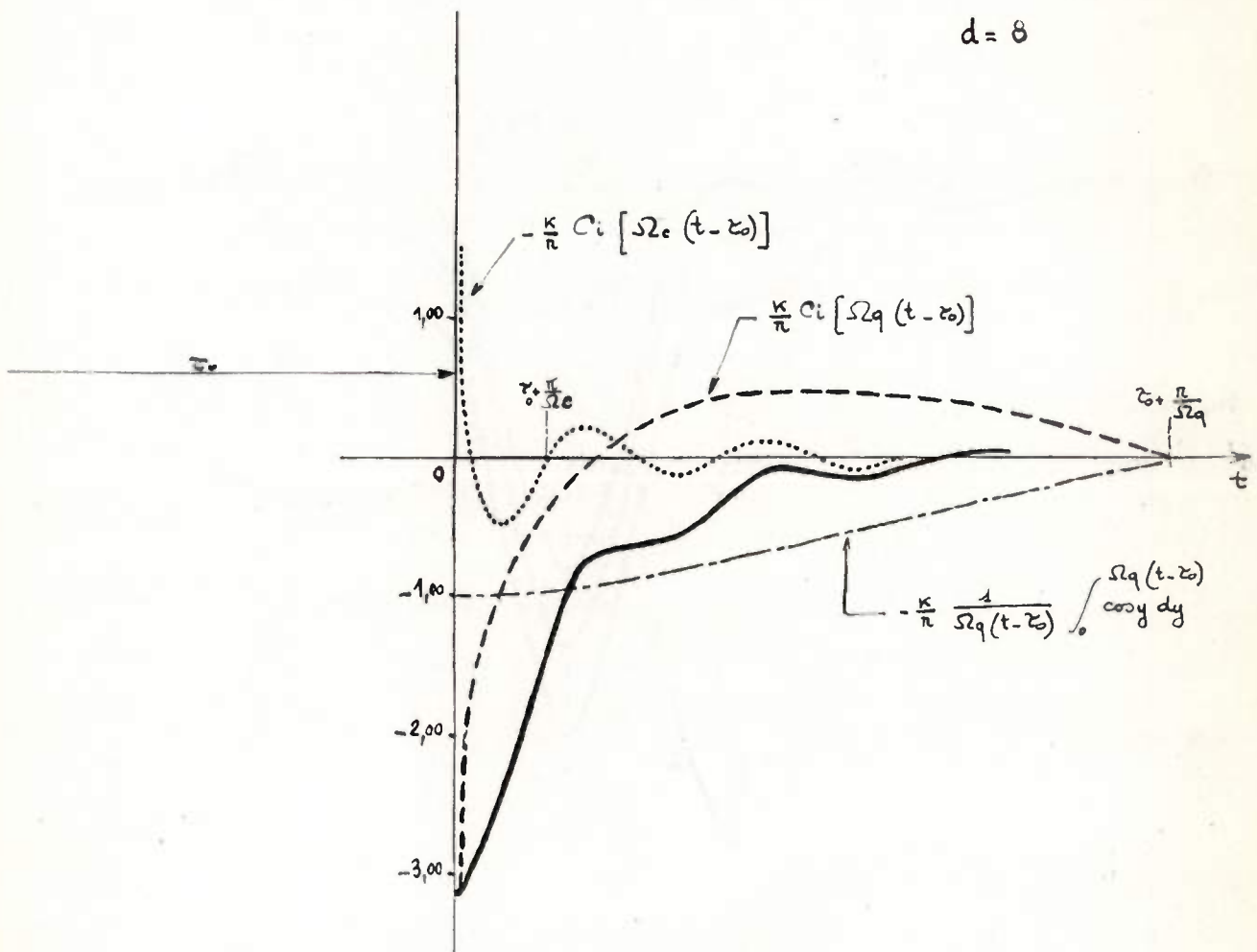


FIG. 2c. — Signal « parasite » $N(t)_u$ en quadrature avec le signal « normal » $N(t)_u$ pour $t = 8$.

valeur de palier, tandis que $N_u(t)$ atteint alors, en valeur absolue, son amplitude maximum.

2° La perturbation apportée par le signal parasite est plus marquée pour $t < \tau_0$ que pour $t > \tau_0$.

Les figures 22a, 22b, 22c représentent le signal résultant, construit d'après cette méthode pour

$$d = 3,3$$

$$d = 5$$

$$d = 8$$

Ces figures analysent une transmission à bande intégralement transmise constante et à bande résiduelle variable, ce qui correspond à un encombrement variable du spectre total.

Les figures 22 bis analysent une transmission à encombrement constant du spectre total ; ici les bandes intégralement transmises et les bandes résiduelles correspondantes sont telles que leurs sommes soient constantes et leurs rapports respectivement égaux à $d = 8$, $d = 5$, $d = 3$. Ceci correspond au cas pratique suivant :

Une plage de fréquence (canal) étant donnée pour un standard de télévision, quel rapport doit-on établir entre la bande latérale intégralement transmise et la bande latérale tronquée pour obtenir les signaux les meilleurs ?

Les figures 22 correspondent à un autre cas pratique qui est le suivant : L'écart entre les porteuses son et vision d'un standard de télévision étant donné (et par là la bande intégralement transmise) quelle est l'importance de la bande tronquée sur les signaux de télévision ?

II-2-2-2. — Comparaison du signal résultant au signal normal.

En désignant par :

θ_r le temps de montée du signal résultant,

σ_r le taux de dépassement du signal résultant,

η_r le temps de dépassement du signal résultant. on obtient le tableau suivant :

d	$\frac{\theta_r}{\theta_n}$	$\frac{\sigma_r}{\sigma_n}$	$\frac{\eta_r}{\eta_n}$
3.3	1.54	1.33	1.25
5	1.6	1.95	1.5
8	3.34	2.5	1.75

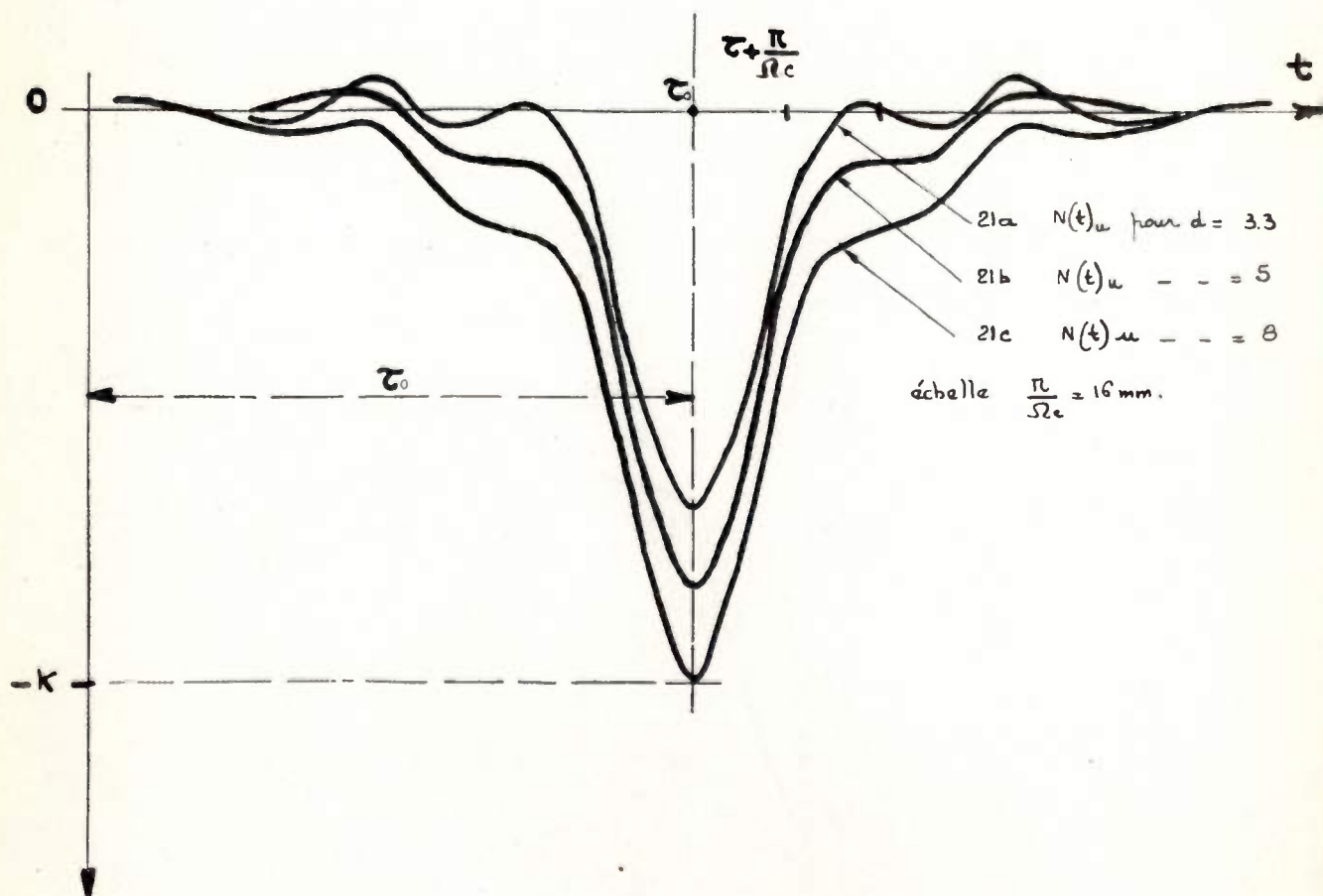


FIG. 21. — Signaux « parasites » $N(t)_u$ en quadrature avec le signal « normal » $M(t)_u$ pour différentes valeurs du rapport de dissymétrie d .

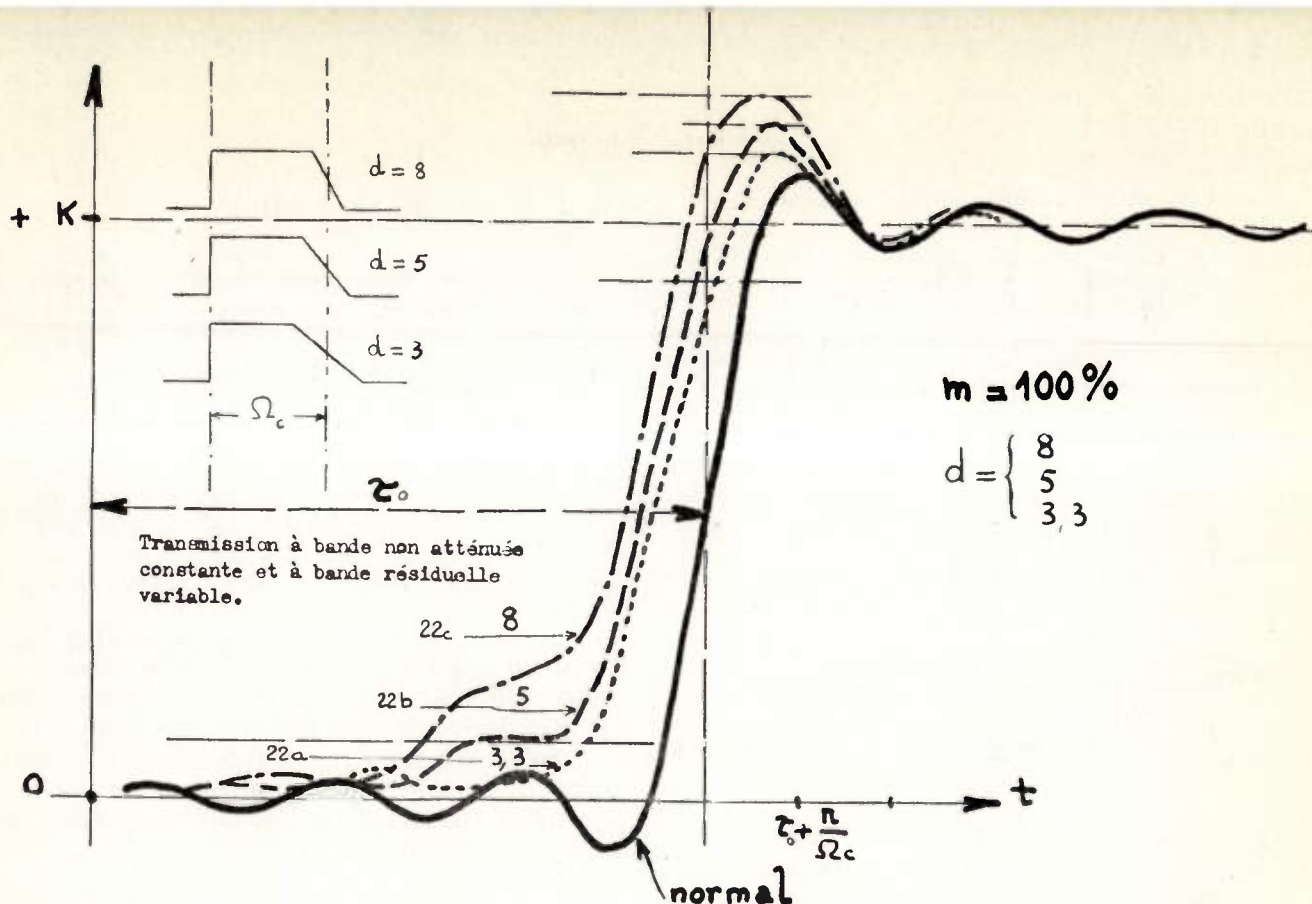


FIG. 22, 22a, 22b, 22c. — Représentent le signal « résultant » correspondant à la transmission d'un signal « unité » pour un rapport de dissymétrie prenant respectivement les valeurs $d = 3,3$, $d = 5$, $d = 8$, et une profondeur de modulation $m = 100\%$.

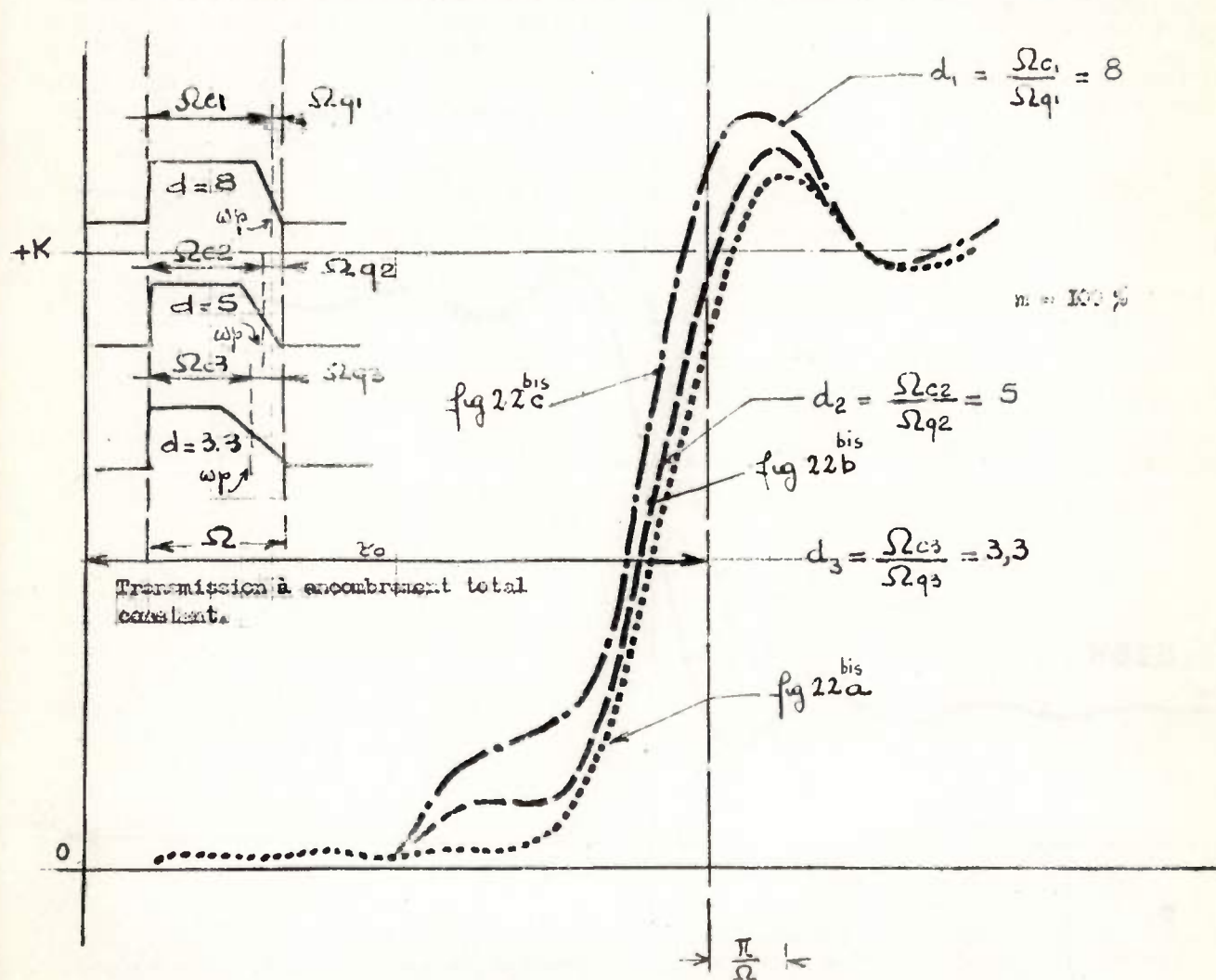


FIG. 22 bis, 22a bis, 22b bis, 22c bis. — Représentent le signal « résultant » correspondant à la transmission d'un signal « unité » dans un système asymétrique occupant un canal donné.

Pour une retransmission parfaite on aurait :

$$\frac{\theta_r}{\theta_n} = 1 \quad \frac{\sigma_r}{\sigma_n} = 1 \quad \frac{\eta_r}{\eta_n} = 1$$

II-2-2-3. — *Transmission avec taux de modulation m variable et rapport de dissymétrie d constant.*

On suppose un rapport $d = 8$. Le signal appliqué au modulateur a la forme indiquée (fig. 23), soit $\bar{j}(t)$ ce signal,

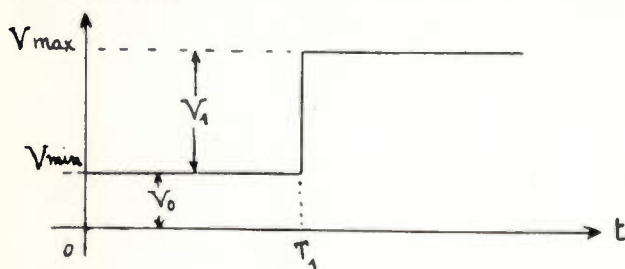


FIG. 23.

Il correspond à la somme de deux impulsions unitaires positives, l'une d'amplitude V_0 commençant à l'instant 0, l'autre d'amplitude V_1 commençant à l'instant T_1 .

Le principe de superposition permet d'établir les formules suivantes.

1° Résultat du passage du signal $\bar{j}(t)$, dans un filtre symétrique.

$$(22) \quad \bar{G}_2(t) = \mathcal{N}(t) \cdot \cos \omega_p t$$

2° Résultat du passage du signal $\bar{j}(t)$ dans un filtre antisymétrique $A_3(\omega)$.

$$(23) \quad \bar{G}_3(t) = \mathcal{N}(t) \sin \omega_p t$$

Le signal résultant appliqué à l'entrée du détecteur idéal s'écrira :

$$\bar{G}_1(t) = \bar{G}_2(t) + \bar{G}_3(t) =$$

$$(24) \quad \bar{G}_1(t) = \mathcal{N}(t) \cdot \cos \omega_p t + \mathcal{N}(t) \cdot \sin \omega_p t$$

La courbe de transfert $A_2(\omega)$ (à symétrie paire), transmet la composante continue ; comme précédemment le signal qu'elle fournirait, après détection, si elle était seule serait le signal normal (fig. 24a).

Par contre, la courbe de transfert $A_3(\omega)$ étant à symétrie impaire, ne transmettra pas la composante continue, par conséquent, l'amplitude du signal parasite ne sera fonction que de la différence $V_{\max} - V_{\min}$ (fig. 25).

Ceci se vérifie aisément en comparant les figures 24a et 25.

Le signal résultant obtenu par le procédé habituel est donné figure 24b. Les figures 24a, 24b, 25 ont été tracées pour un taux de modulation de 60 %.

De façon à rendre plus visibles les déformations subies par le signal résultant $G_1(t)$ en fonction de la

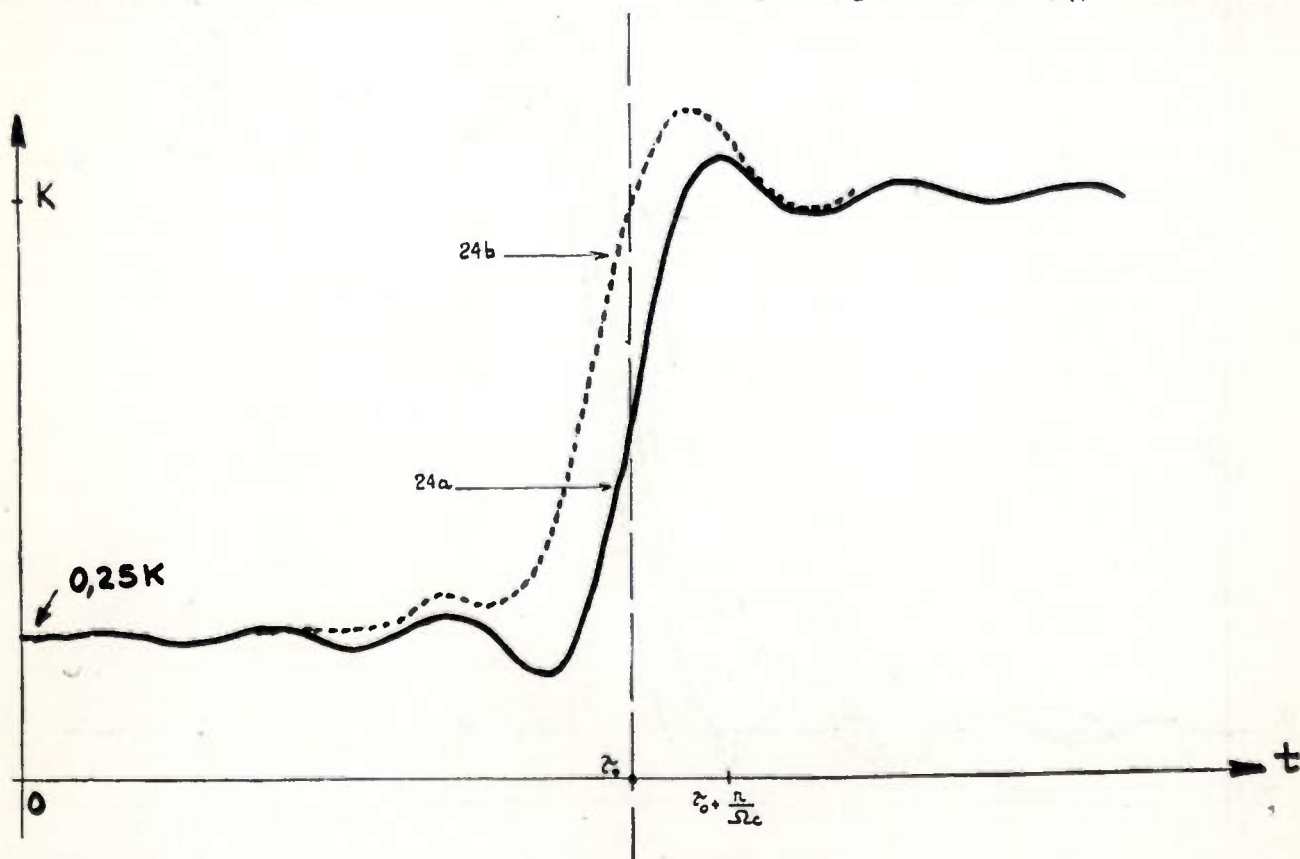
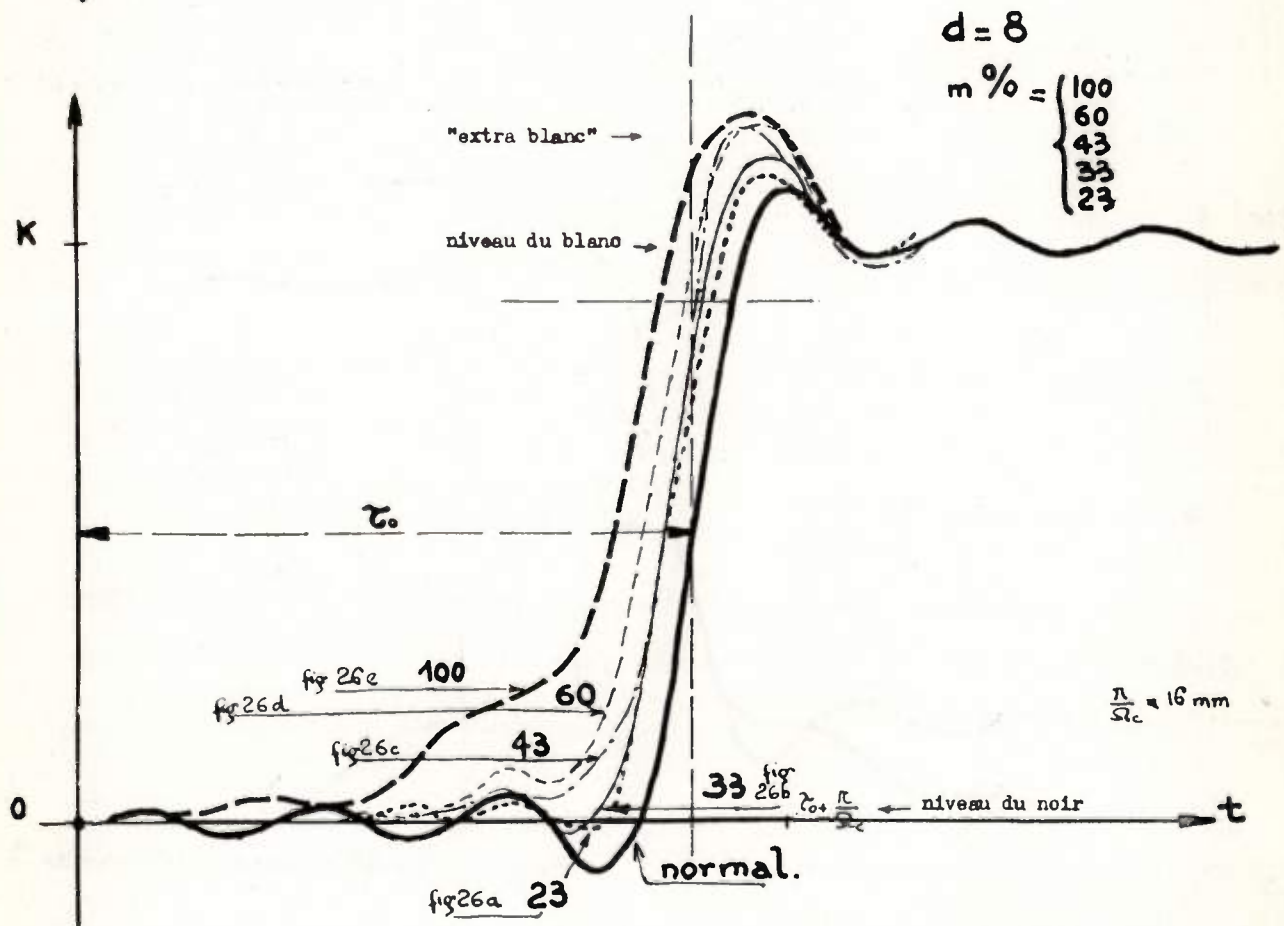
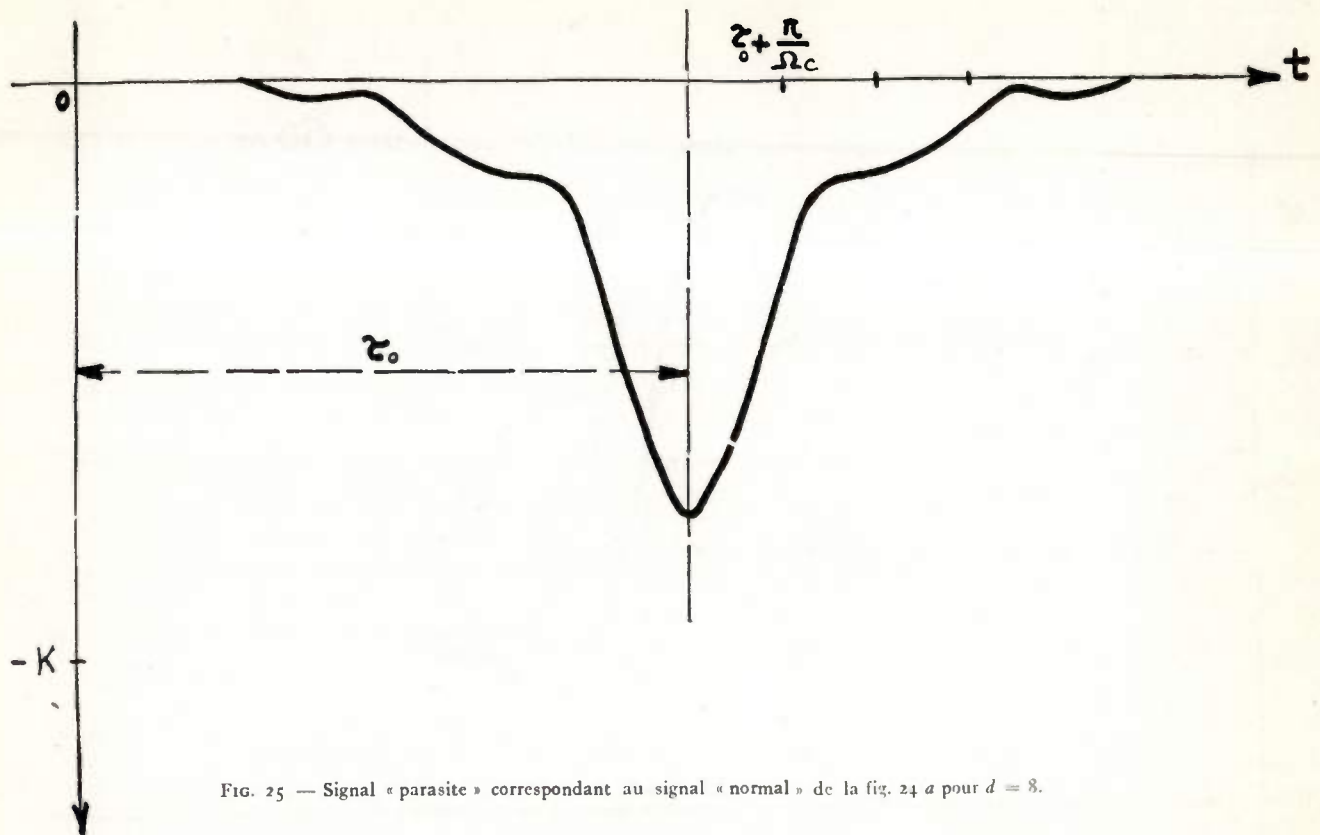


FIG. 24. 24a. — Représente un signal « normal » pour une profondeur de modulation $m = 60\%$.

24b représente le signal « résultant » correspondant à la transmission d'une porteuse modulée par un signal « unité » pour $m = 60\%$ et $d = 8$.



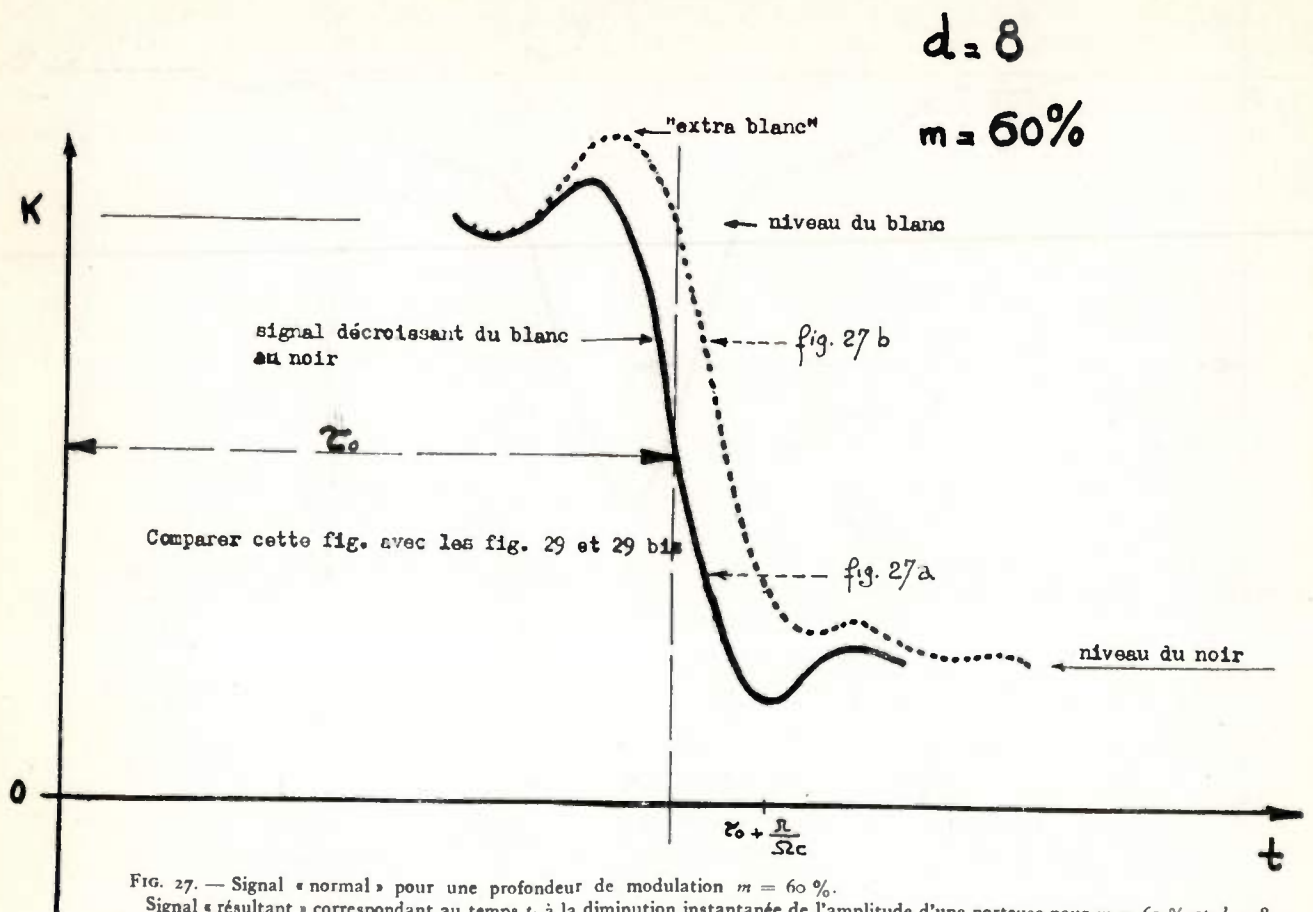


Fig. 27. — Signal « normal » pour une profondeur de modulation $m = 60\%$.

Signal « résultant » correspondant au temps t_0 à la diminution instantanée de l'amplitude d'une porteuse pour $m = 60\%$ et $d = 8$. C'est ce signal qui donne le défaut montré fig. 29 bis : défaut caractéristique d'un système de transmission à bande latérale résiduelle dont le rapport de dissymétrie est trop élevé.

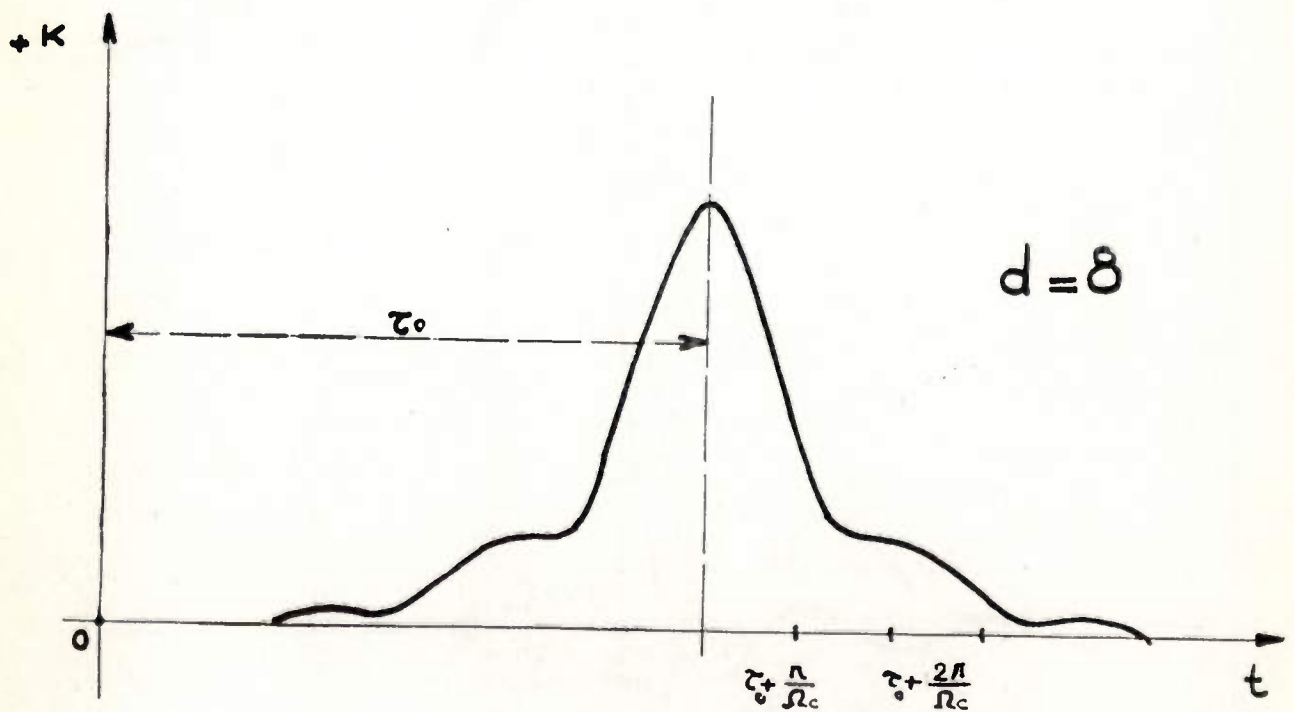


Fig. 28. — Signal « parasite » correspondant au signal « normal » de la fig. 27 a pour $d = 8$.

modulation, d restant invariable, nous ramènerons dans tous les cas la différence ($V_{max} - V_{min}$) du signal résultant à une même *grandeur OK* que nous appellerons *grandeur normalisée*.

Ainsi la différence ($V_{max} - V_{min}$) du signal résultant représenté figure 24b est normalisée sur la figure 26. On peut, de cette manière, voir l'impor-



FIG. 29.

Signal appliqué au modulateur.



FIG. 29 bis.

Signal après détection.

tance du taux de modulation en comparant les figures normalisées 26a, b, c, d, e, au signal « normal » donné figure 26.

Les figures 26 a, b, c, d, e donnent les courbes nor-

malisées pour des taux de modulation de 23, 33, 43, 60 et 100 %.

Pour terminer cette partie, signalons un défaut remarquable dû aux systèmes à bande latérale résiduelle : c'est celui qui se manifeste lorsque le signal appliqué au modulateur passe d'une valeur V_{max} à une valeur V_{min} soit $f_1(t)$ ce signal la figure 27a donne le signal $M(t)_u$ correspondant à $f_1(t)$ pour une profondeur de modulation $m = 60\%$ après passage dans la fonction de transfert symétrique $A_2(\omega)$. La fig. 28 donne le signal « parasite » $N(t)_u$ correspondant à $f_1(t)$ après passage dans la fonction de transfert antisymétrique $A_3(\omega)$.

La figure 27b donne le signal résultant.

Si ce signal correspond aux informations de télévision et est tel que le niveau V_{max} , équivaut à un gris, le niveau V_{min} à un noir, la transition gris-noir de modulation donnée figure 29 sera telle, à la réception, qu'un blanc s'intercalera entre le gris et le noir, ce qui se traduira sur l'image par une bordure blanche ceinturant la partie noire (fig. 29bis).

(à suivre)

ÉCHANGES EUROPÉENS DE PROGRAMMES TÉLÉVISÉS

PAR

France TAILLAN
Ingénieur à la R.T.F.

Les brillants résultats obtenus au mois de Juin 1953 à l'occasion de la transmission télévisée des Fêtes du Couronnement de Sa Majesté la Reine Elisabeth II, dans quatre pays du Continent (France, Belgique, Pays-Bas, Allemagne), avaient permis d'espérer que dans un avenir proche, l'établissement d'un réseau européen de télévision apporterait une nouvelle et inappréciable possibilité d'échanges culturels et artistiques, dont l'intérêt ne saurait se discuter.

Depuis cette époque, et sur l'initiative de la R.T.F. et de la B.B.C., les Comités compétents, tant techniques qu'artistiques (Commission technique Ad hoc et groupes de travail M et GTV/2 de l'U.E.R.), réunissant, sous l'égide de l'U.E.R., les représentants des organismes de Radiodiffusion et des Administrations des P.T.T. des pays intéressés, ont étudié l'important problème que pose une pareille entreprise et ont proposé, pour le mois de Juin 1954, une période expérimentale destinée essentiellement à éprouver le dispositif général au point de vue technique et à préciser la rentabilité de l'opération au point de vue financier.

Initialement envisagée pour la semaine de Noël 1953, la première période expérimentale d'échanges européens de programmes télévisés, a été fixée au moins de Juin 1954, pour les raisons suivantes :

— l'une technique : permettre la participation de pays qui cinq mois plus tôt n'auraient pu disposer du matériel nécessaire;

— l'autre artistique : bénéficier des possibilités particulières de programmes d'intérêt international qu'offre cette période de l'année.

La saison effective des programmes européens s'est ouverte le 6 Juin 1954 par des émissions en provenance de Suisse et d'Italie (Fêtes des Narcisses à Montreux et Visite du Vatican, avec message spécial de S.S. le Pape Pie XII), et s'est terminée le 4 Juillet 1954 par la retransmission, depuis Berne, de la Finale de la Coupe du Monde de Football. Pendant cette période, dix-huit programmes ont été diffusés sur les antennes de 8 pays participants, et captés par environ 4.000.000 de téléviseurs, permettant à un auditoire hétérogène

quant à la nationalité et à la langue de recevoir la même image venue parfois de milliers de kilomètres pour apporter le témoignage de l'effort collectif accompli. Chaque pays assumait la responsabilité artistique d'un programme qui fut toujours à caractère spécifiquement national, et à la Suisse incombait de plus la lourde tâche d'assurer le reportage télévisé de neuf matches de football comptant pour la Coupe du Monde.

Avant que ne s'ouvre officiellement cette 1^{re} Saison expérimentale, une période de 15 jours (24 Mai - 5 Juin) avait été prévue pour effectuer des essais organisés comme des répétitions générales : chaque pays, agissant au moins une fois comme « origine de programme », émettait au profit du seul réseau international et à une cadence prédéterminée, des signaux-tests dont la nature devait permettre d'effectuer un essai valable de la qualité de la chaîne considérée ; les autres pays se contentant d'acheminer les signaux-tests. Cette méthode présentait l'avantage de placer l'ensemble du réseau dans les conditions réelles de ce qu'allait être son exploitation internationale.

CONSTITUTION DU RÉSEAU.

Cette première manifestation de télévision européenne, tentée à grande échelle, puisqu'elle mettait en cause 8 pays (Allemagne, Belgique, Danemark, France, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni et Suisse), et un matériel considérable (6.000 Km. de relais hertziens, 44 émetteurs et plus de 80 stations relais), a toutefois revêtu un caractère essentiellement expérimental, car, d'une part, elle a été réalisée avec des installations en partie provisoires et, d'autre part, elle a nécessité des modifications parfois importantes dans l'exploitation régulière des réseaux nationaux. Tel pays, par exemple, ne disposant entre deux stations émettrices que d'un seul circuit, a dû modifier ses horaires d'émission, voire même supprimer sur son territoire la diffusion de programmes nationaux, pour être en mesure d'acheminer les signaux-tests internationaux.

La figure 1 donne une idée de l'ampleur de l'entreprise dont le mécanisme peut s'expliquer de la façon suivante :



FIG. 1. — Situation du réseau Européen de télévision au 15 mai 1954

Chaque pays participant avait la responsabilité, en plus de la diffusion sur ses antennes du programme international, du transit sur son territoire des signaux internationaux, le changement de responsabilité s'effectuant en un point dit « de transit », choisi par lui, en accord avec son voisin, comme point commun à leurs deux réseaux. Théoriquement, les points de transit auraient dû être dotés de matériels de contrôle et d'une équipe de techniciens, constituée par des représentants des deux

pays intéressés, afin de faciliter l'opération délicate que constitue le passage d'un réseau national à un autre. Pratiquement, une pareille organisation se heurtant actuellement à de multiples difficultés, telles que : insuffisance de personnel qualifié et de matériels, déplacements au-delà des frontières, etc... les points de transit ont été confondus soit avec la station-relais extrême d'un réseau national (cas de la station du Monte-Generoso, point unique de transit entre la Suisse et l'Italie), soit avec l'une

ou l'autre des deux stations-relais situées de part et d'autre d'une frontière suivant le sens de transmission des signaux (cas des stations d'Anvers et de Bréda, points de transit entre la Belgique et les Pays-Bas, le premier dans le sens Belgique - Pays-Bas, le deuxième dans le sens inverse).

Dans chaque zone nationale de responsabilité ainsi déterminée, toutes les stations (émetteurs, centres video, points-relais) étaient reliées téléphoniquement à un « Centre National de Contrôle Technique », dont le rôle essentiel consistait, d'une part, à effectuer des mesures précises (seuls les centres nationaux avaient pu être dotés des appareils de mesures indispensables), d'autre part, à se maintenir constamment au courant de l'état technique de l'ensemble des installations de la zone considérée, enfin à se tenir en liaison avec le « Centre International de Coordination technique », dont le rôle est défini plus loin, afin de lui faire connaître instantanément tout incident survenu en un point quelconque de sa zone de responsabilité et susceptible d'affecter la partie du réseau international située en aval.

Dans ces mêmes zones de responsabilité, des centres nationaux dits de « Contrôle des Programmes », jouaient, dans le domaine artistique, un rôle analogue à celui des centres techniques définis précédemment.

On trouvera sur le tableau ci-dessous la liste des emplacements des Centres Nationaux de Contrôle Technique et des Centres Nationaux de Contrôle des Programmes :

Pays	C. N. C. T.	C. N. C. P.
Allemagne	Darmstadt	Cologne
Belgique	Bruxelles (Palais de Justice)	Bruxelles (Place Eugène Flagey)
Danemark	Copenhague	Copenhague
France	Lille	Paris
Italie	Milan	Milan
Pays-Bas	Lopik	Bussum
Royaume-Uni	Londres (Senate House)	Londres (Lime-Grove)
Suisse	Berne	Zurich

A leur tour, les Centres Nationaux de Contrôle Technique étaient reliés téléphoniquement au « Centre International de Coordination Technique », placé sous la responsabilité de la R. T. F. et de l'U. E. R. De même, les Centres Nationaux de Contrôle des Programmes étaient en liaison avec le « Centre International de Coordination des Programmes », placé sous la responsabilité de la R. T. F. et de la B. B. C.

Ces deux Centres avaient été installés provisoirement à Lille, dans le studio de télévision de la R. T. F., neutralisé pour la circonstance ; la contiguïté des locaux facilitait considérablement les relations constantes des centres : toute information reçue par l'un et intéressant également l'autre

lui était immédiatement transmise ; en cas d'incident en cours d'émission, l'échange direct permettait une décision commune dont la rapidité d'exécution constituait un élément indispensable.

Le Centre International de Coordination Technique, dont le fonctionnement était assuré par 3 ingénieurs bilingues (anglais et français) était équipé des matériels suivants :

— 3 récepteurs de contrôle de type commercial, à tube de 43 cm. et modifiés à la fois pour être alimentés en video et pour fonctionner sur les 3 définitions 405, 625 et 819 lignes ;

— 1 oscillographe à large bande, muni d'un dispositif spécial pour prises de vues photographiques ;

— 8 appareils téléphoniques reliant le C. I. C. T. aux 8 centres nationaux, un dispositif d'appel général, et un téléphone de réseau urbain ;

— 1 télescripteur avec abonnement Télex ;

— 1 diagramme détaillé et à grande échelle de l'ensemble du réseau européen ;

Le Centre International de Coordination Technique assumait un double rôle :

— a) un rôle d'organisation et de dispatching : direction des essais, avec réajustement des horaires et de la composition en fonction des exigences de certains tronçons du réseau, décision en cas d'incidents ou sur points litigieux entre pays voisins, liaisons téléphoniques constantes avec les 8 centres nationaux de contrôle, comptes rendus quotidiens traduisant la vie complète du réseau et diffusion à tous les pays, etc...

— b) un rôle de surveillance technique partielle du réseau : contrôle de la forme des signaux et action éventuelle auprès des centres nationaux intéressés.

Le Centre International de Coordination des Programmes, dont le fonctionnement était assuré par deux représentants bilingues de la Direction des Programmes, et dont l'équipement était, à l'exception de l'oscillographe de contrôle et du diagramme, le même que celui du C. I. C. T., avait essentiellement un rôle de liaison et de coordination entre les 8 centres nationaux de contrôle artistique, particulièrement important pendant le déroulement des programmes et en cas d'incident.

Le choix de Lille comme emplacement des Centres internationaux avait été dirigé, en partie, par la situation avantageuse de cette station entre les convertisseurs de définition, ce qui permettait d'y renvoyer pour information les images converties. Pratiquement, la comparaison au C. I. C. T. de la même image avant et après conversion n'a pu se faire dans le cas de l'image venant du continent et convertie en 405 lignes à Douvres, cette station ne disposant que d'un seul émetteur utilisé en l'occurrence dans le sens Douvres-Londres.

Les trois convertisseurs de définition utilisés en permanence dans le réseau européen étaient respectivement installés :

1) à Douvres, pour la conversion en 405 lignes des images 819 lignes venues de France ou de Belgique, et des images 625 lignes venues des autres pays

du continent, y compris la Belgique pour les émissions flamandes,

2) à Paris, pour la conversion en 819 l. (et 441 l.) des images 405 l. venues de Grande-Bretagne ou des images 625 l. venues de la partie orientale du réseau,

3) à Lopik (Pays-Bas) pour la conversion en 625 l. des images 405 l. venues de Grande-Bretagne, et des images 819 l. venues de France ou de Belgique (émissions en langue française).

Un quatrième convertisseur, provisoirement installé à Baden-Baden, avait rendu possible l'établissement d'un circuit complémentaire Paris - Strasbourg - Baden-Baden - Cologne, destiné à servir de secours ; la liaison entre Strasbourg et Baden-Baden s'effectuait par « ballemplang », procédé simple qui consiste à recueillir sur un récepteur spécial le signal diffusé par un émetteur du réseau et à l'utiliser pour alimenter un second émetteur. La qualité technique de ce procédé ne lui permet que de constituer un moyen de secours, dont l'utilisation s'est toutefois révélée fort heureuse lors d'incidents affectant une liaison régulière.

Le caractère expérimental et provisoire de ces premiers échanges de programmes télévisés apparaît clairement lorsque l'on considère le point particulier des relais. Dans certains pays européens, les liaisons actuelles ont été établies temporairement par les soins des organismes de radiodiffusion dans l'attente des installations définitives dont les Administrations des P. T. T. assumeront à la fois la responsabilité de la construction et de l'exploitation. Par exemple, le réseau italien actuel, constitué entre Rome et Milan par des relais hertziens réversibles, fonctionnant sur ondes métriques, et entre Rome et Turin de relais hertziens bidirectionnels fonctionnant sur ondes décimétriques, sera dans un avenir proche remplacé par un réseau complet de câbles coaxiaux.

Dans d'autres pays, seule la réalisation d'une première phase d'équipement définitif est achevée. Tel est le cas de l'Allemagne dont le réseau est constitué par une seule chaîne de relais hertziens « réversibles » (c'est-à-dire permettant l'acheminement des signaux dans l'un ou l'autre sens de transmission par simple commutation des antennes émission et réception de chaque point relais), et doit s'augmenter dans l'avenir d'une seconde chaîne, dont le tronçon Cologne-Chasseral sera réalisé avant la fin de l'année 1954.

Les réseaux actuels, encore incomplets sur le plan national, n'offraient de ce fait aucune souplesse à leur exploitation dans le cadre international, ne fournissant, en particulier, aucun circuit de secours, et créant des obligations d'itinéraires ou d'horaires.

En ce qui concerne les liaisons de pays à pays, si l'on excepte le cas particulier des circuits France-Belgique et Pays-Bas - Belgique, dont la mise en service régulier remonte à plusieurs mois, on peut dire qu'elles ont été constituées en dernière heure avec des matériels provisoires, installés en des points qui ne seront vraisemblablement pas tous retenus dans le plan définitif du réseau internatio-

nal permanent. L'importance des essais qui ont précédé la période même d'échanges de programmes s'est trouvée singulièrement amplifiée, du fait que l'on se trouvait en présence d'une opération plus voisine d'un « rodage » que d'un ultime réglage.

La transmission du son était assurée par circuits téléphoniques, suivant la procédure habituellement employée par les administrations des P. T. T. dans le cas de reportages sonores. Chaque pays avait à sa disposition :

— un circuit qualité radio, raccordé à un réseau général, dit « ambiance », destiné à transmettre l'atmosphère locale de l'émission ;

— un circuit direct, qualité radio, dit « commentaire », destiné à transmettre la voix du reporter envoyé sur le lieu de l'émission et chargé de commenter le spectacle dans sa propre langue.

Dans le cas particulier de programmes n'impliquant pas le déplacement d'un reporter et pour lesquels le commentaire s'effectuait devant un écran de télévision, des directives étaient données au commentateur à l'aide d'un réseau général dit « guide ». Ces directives, quelle que soit l'origine du programme, étaient exprimées uniquement en français et en anglais, par ailleurs seules langues utilisées pour l'ensemble des relations internationales.

— un circuit téléphonique pour les conversations de service doublant chaque circuit de modulation.

DÉTAILS DE LA ZONE DE RESPONSABILITÉ FRANÇAISE.

A. — Le réseau national français était constitué :

1) des émetteurs 819 et 441 lignes de Paris, centre principal de production, et des stations de Lille et de Strasbourg vers lesquelles les programmes étaient acheminés depuis la capitale au moyen de relais hertziens, propriété de l'Administration des P. T. T. et exploités par elle depuis la Tour de Meudon (station de départ des câbles hertziens à large bande PTT) jusqu'à la station de Loos, aux portes de Lille, d'une part, et à celle de l'Hôtel des Postes à Strasbourg, d'autre part.

Le raccordement entre les stations terminales des câbles hertziens PTT et les stations de radiodiffusion (Tour de Meudon — Tour Eiffel et Loos-Lille) s'effectuait au moyen de relais mobiles de petite puissance sous la responsabilité de la R.T.F. Le raccordement Hôtel des Postes — Centre R.T.F. de Strasbourg s'opérait grâce à un câble coaxial, propriété des P.T.T.

2) Du relais hertzien expérimental Paris-Lille, utilisé par la R.T.F. avant la mise en service du relais définitif P.T.T. et maintenu en exploitation provisoire pour les besoins des échanges internationaux.

3) Du Centre National de Contrôle Technique installé à Lille, dans la salle de commutation des relais hertziens. Ce centre, placé sous la responsabilité d'un ingénieur de la R.T.F., était en liaison permanente d'une part avec le Centre International de Coordination Technique, d'autre part avec le Centre de production de Paris (régie finale

Cognacq-Jay), enfin avec les stations-relais-points de transit : Flobecq, Cassel et Douvres. Sa situation commode auprès des organes de commutation des relais hertziens et des appareils de correction des signaux facilitait le contrôle de la qualité des images au point de jonction entre les réseaux nationaux et internationaux de la zone de responsabilité française.

B) Au point de vue *international*, la France disposait :

1) Du relais hertzien unidirectionnel Lille-Flobecq (premier tronçon de la liaison Lille-Bruxelles) en service régulier depuis le mois d'octobre 1953. Le point de transit France-Belgique était Flobecq dans le sens de transmission Ouest-Est, et Lille dans le sens opposé, le relais hertzien Flobecq-Lille étant propriété belge et exploité par les soins de l'I.N.R. Un troisième circuit Lille-Flobecq, premier tronçon d'une liaison hertzienne Lille-Lopik de complément, permettait l'achemine-

relais Lille-Cassel, à gauche la parabole d'émission du relais Cassel-Douvres, au centre et en noir une des deux paraboles de réception (l'autre est en dehors de la photo) du relais Douvres-Cassel.

Il n'est pas inutile de souligner ici l'importance du circuit international de transit Londres-Lille-Bruxelles. D'une part le tronçon Londres-Lille constitue l'unique relais grâce auquel le Royaume-Uni est en mesure de participer aux échanges européens, d'autre part le tronçon Lille-Bruxelles est actuellement la seule voie de communication entre la France et la Grande-Bretagne et la partie orientale du réseau. Les images venant d'Italie, de Suisse ou d'Allemagne, pays pourtant voisins de la France, doivent nécessairement passer par les Pays-Bas et la Belgique avant d'atteindre à Lille le réseau français.

EXPLOITATION DU RÉSEAU.

Prenons le cas précis de la transmission d'un

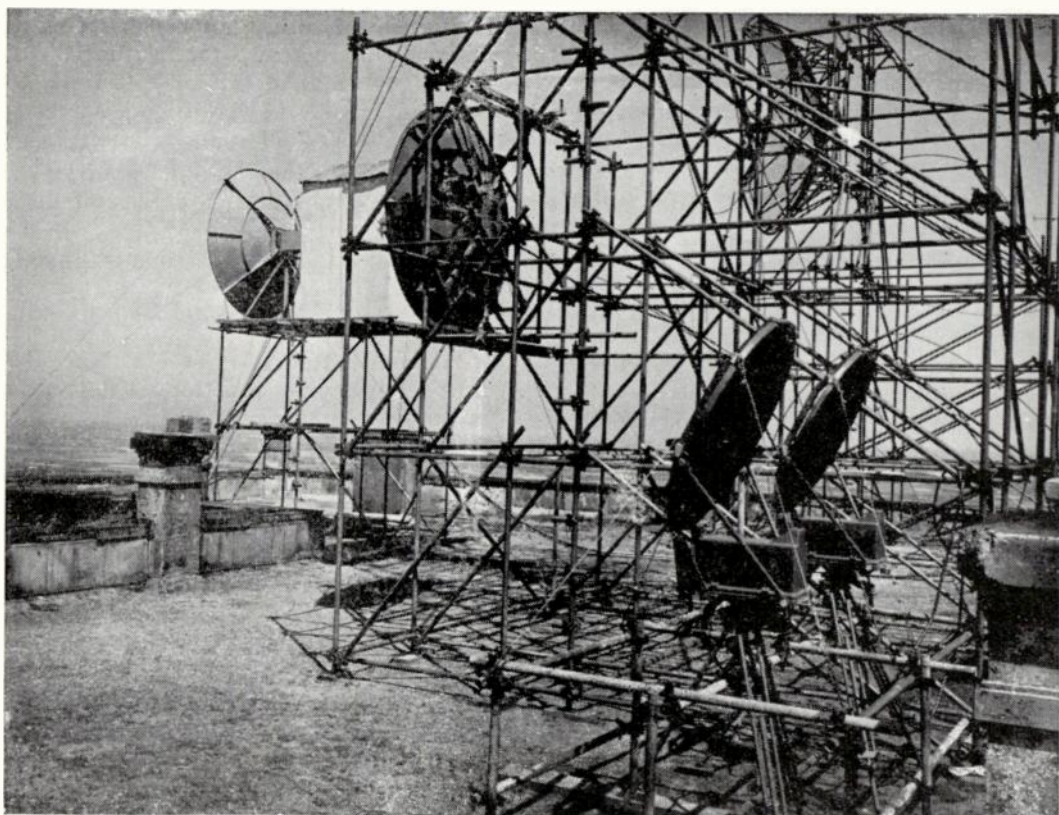


FIG. 2

ment direct des images britanniques de Londres à Lopik via Lille et Bruxelles.

2) Des relais hertziens provisoires Lille-Cassel (bilatéral) et Cassel-Douvres (unidirectionnel). Le point de transit France-Grande-Bretagne était Douvres dans le sens de transmission Est-Ouest, et Cassel dans le sens opposé, le relais hertzien Douvres-Cassel étant propriété britannique et exploité par la B.B.C. La figure 2 est une photographie du toit de la station de Cassel montrant l'installation des différents aériens : à droite les paraboles du

programme d'origine suisse par exemple, à diffuser sur l'ensemble du réseau.

Sur le territoire helvétique, les images à 625 lignes étaient transmises par relais hertziens depuis le lieu de production du programme jusqu'à la station relais du Chasseral et de là jusqu'à l'émetteur de Zurich (Uetliberg), pour diffusion en Suisse. L'émetteur de Bâle, alimenté en « ballemfang » depuis Zurich complétait le service de cette station.

Du Chasseral, les images étaient envoyées par

relais hertziens réversibles convenablement dirigés :

— d'une part vers l'Italie, via les stations relais de la Jungfraujoch et de Monte Generoso (point de transit Suisse-Italie), jusqu'à Milan, où elles atteignaient le réseau national italien. La diffusion en Italie était assurée par les émetteurs de Milan, Turin, Monte-Penice, Gênes, Monte-Serra, Monte-Peglia, Rome, Florence et Monte-Venda, ces deux derniers étant alimentés par « ballempfang » à partir des stations de Monte-Serra et Monte-Penice.

— d'autre part vers l'Allemagne. Le point de transit Suisse-Allemagne étant situé au Chasseral, les images étaient acheminées sous le contrôle allemand par faisceaux hertziens réversibles dirigés sud-nord, depuis le Chasseral jusqu'au Danemark et aux Pays-Bas. La diffusion en Allemagne était assurée par les émetteurs du Weinbiet, du Feldberg-Taunus, de Cologne, Langenberg, Hanovre, Hambourg, Berlin et de plusieurs stations alimentées en « ballempfang » à partir des premières (Fribourg, Stuttgart, Baden-Baden, Trèves, Bonn, Coblenze, etc...).

Pour atteindre au Danemark l'émetteur de Copenhague, les images empruntaient depuis Hambourg une liaison hertzienne réversible nécessitant deux stations relais en Allemagne et deux en territoire danois, le changement de responsabilité s'effectuant à la station relais, point de transit situé dans l'île de Fehmarn.

Pour atteindre aux Pays-Bas la station de Lopik, les images utilisaient à partir de Cologne une liaison hertzienne réversible comportant une station relais en Allemagne et quatre en territoire hollandais, le changement de responsabilité s'effectuant à la station relais-point de transit de Schimmert. La diffusion aux Pays-Bas était assurée par les émetteurs de Lopik et d'Eindhoven, le second, encore expérimental, et relié au premier par un circuit hertzien unidirectionnel.

Entre les Pays-Bas et la Belgique, les images étaient acheminées par la voie nord-sud du relais hertzien bilatéral simultané Lopik-Bruxelles, via les stations relais de Breda (point de transit Pays-Bas Belgique) et d'Anvers; la diffusion en Belgique en 625 lignes était assurée par l'émetteur flammand de Bruxelles.

Entre la Belgique et la France, les images utilisaient le relais hertzien Bruxelles-Lille (Lille point de transit Belgique-France et point de distribution des images 625 lignes à la fois vers la France et vers la Grande-Bretagne) et, jusqu'à Paris, la voie nord-sud du relais hertzien bilatéral simultané Paris-Lille. A Paris, les images, d'abord converties en 819 lignes, suivaient la procédure habituelle de l'exploitation du réseau français :

— attaque de l'émetteur de Paris 819 l.

— conversion en 441 l. et attaque de l'émetteur de Paris 441 l.

— envoi aux émetteurs de Lille et de Strasbourg par le canal des câbles hertziens PTT.

A Lille, l'image 819 l. était envoyée par le relais hertzien Lille-Flobecq-Bruxelles jusqu'à Bruxelles pour diffusion par l'émetteur 819 lignes belge.

De France, les images 625 lignes parvenaient en Grande-Bretagne grâce à la liaison hertzienne Lille-Londres via Cassel et Douvres (point de transit France-Grande-Bretagne); la conversion en 405 lignes s'effectuait à Douvres et la diffusion en territoire britannique était assurée par les émetteurs de Londres, Sutton Coldfield, Holme Mosse et Wenvoe, reliés entre eux par un réseau de câbles coaxiaux, ceux de Pontop Pike et de Kirk O'Shotts reliés à la voie sud-nord d'un circuit hertzien bilatéral simultané et ceux de Belfast, Douglas et Brighton alimentés en « ballempfang » à partir des stations de Kirk O'Shotts, Holme Moss et Londres.

L'origine du programme variant avec chaque cas de fonctionnement du réseau européen entraînait des modifications importantes de l'articulation des différents tronçons, tel que par exemple, le retournement du sens de transmission des images sur les circuits unidirectionnels réversibles. Chaque transmission était donc précédée d'un essai général du réseau sous sa forme intéressée, s'effectuant la veille ou le 1^{er} jour même de l'émission et constitué par la transmission sur l'ensemble du réseau de signaux spéciaux émis par le pays d'origine du programme.

Ces signaux spéciaux, d'une durée totale minimum de trois heures, se succédaient de la façon suivante :

1) une mire d'identification;

2) des signaux-tests dits A, B, C, émis à fréquence ligne et comportant les signaux de suppression et de synchro ligne;

3) des images mobiles.

La *mire d'identification* comportant, outre un indicatif local, des plages franchement noires et blanches et des mires de fréquences, permettait l'alignement des niveaux et la mesure de la bande passante. — (Durée 30 minutes).

Le *signal A*, constitué par un gris continu pouvant être ajusté manuellement du noir au blanc maximum au rythme suivant : passage du noir au blanc ou du blanc au noir en 5 secondes, maintien au noir ou au blanc pendant 5 minutes, permettait la mesure des variations d'amplitude synchro en fonction du contenu de l'image — (Durée 30 minutes).

Le *signal B*, comportant au moins un front raide du noir au blanc maximum, demeurant au blanc maximum pendant au moins 5 μ s et au plus une demi-ligne, permettait la mesure du temps de montée et de la bande passante — (Durée 30 minutes).

Le *signal C*, constitué par une dent de scie croissant du noir au début de la ligne au blanc maximum à la fin de la ligne, permettait la vérification de la linéarité — (Durée 30 minutes).

Le *film ou les images mobiles en direct* permettaient de parfaire le réglage des convertisseurs qui ne pouvait s'effectuer complètement antérieurement; en effet, les convertisseurs ne transmettaient pas les signaux A, B, C qui, donnant des images fixes, auraient « marqué » les tubes d'analyse type image-orthicon, utilisés dans certains convertisseurs. — (Durée 60 minutes au moins).

Ces mesures complétaient le contrôle courant

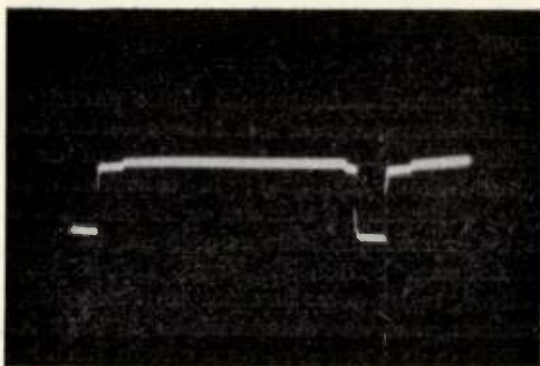


FIG. 3.

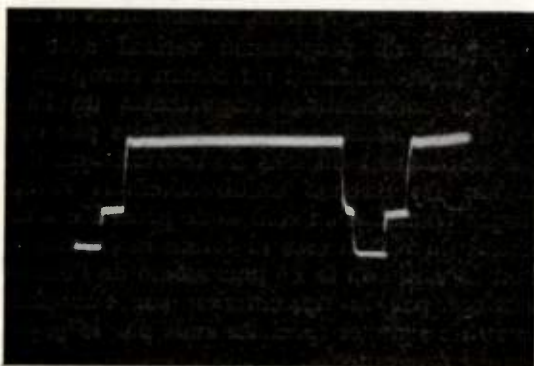


FIG. 4.

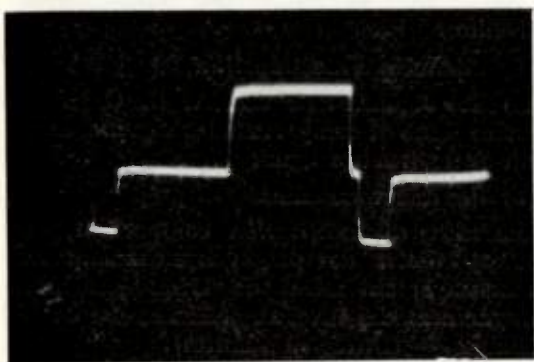


FIG. 5.

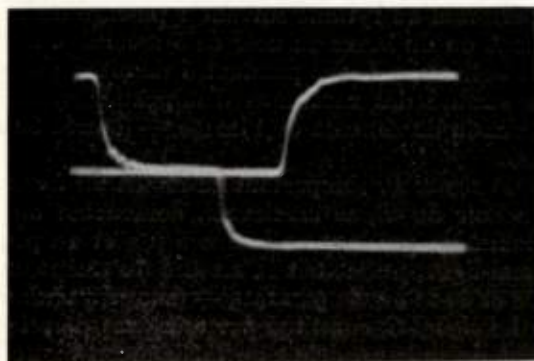


FIG. 6.

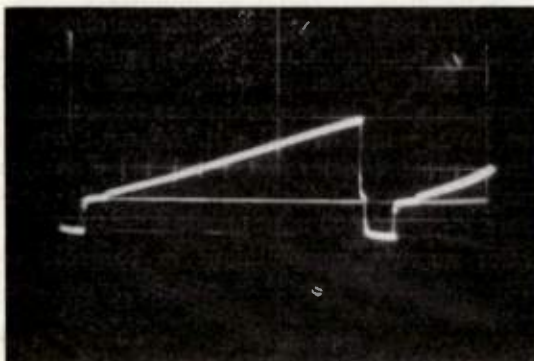


FIG. 7.

des caractéristiques générales des signaux d'images, tel que amplitude et durée des signaux de synchro et de suppression, décollage du niveau du noir, rapport signal/synchro, etc...

Les figures 3 à 7 sont des oscillogrammes relevés au Centre International de Coordination de Lille et représentant respectivement :

- figure 3 — signal A au noir, venant de Suisse;
- figure 4 — signal A au blanc, venant de Suisse;
- figure 5 — signal B, venant de Suisse;
- figure 6 — même signal élargi pour permettre la mesure du temps de montée;
- figure 7 — signal C venant de Belgique.

En complément de cet essai général, il était procédé immédiatement avant la transmission du programme à un « essai préliminaire » d'une durée totale d'une heure et demie comprenant la transmission des mêmes signaux se succédant toutes les 15 minutes, tandis que la durée des images mobiles se réduisait à 30 minutes.

L'enchaînement des signaux d'essais sur la première image du programme international s'opérait de la façon suivante :

- Quinze secondes avant le début du programme international, le pays « origine de programme » remplaçait les images mobiles servant à l'essai pré-



FIG. 8

liminaire par un panneau indicatif spécialement réalisé à cet effet et portant au centre le nom du lieu d'émission.

— De leur côté, les pays « récepteurs », une minute environ avant le début de l'émission internationale, procédaient sur leurs réseaux nationaux à leurs annonces propres, que suivait l'émission du même panneau indicatif, portant au centre le titre « Echanges européens ». (La figure 8 représente ce panneau). L'enchaînement des 2 images, nationale et internationale, d'apparence très voisine, puisque seul l'indicatif central variait, s'effectuait généralement une dizaine de secondes avant le début du programme.

CONCLUSIONS.

Au début de la période d'essais, la précarité des installations, leur caractère provisoire et leur insuffisance numérique d'une part, le manque de personnel qualifié et la trop récente initiation à un travail en commun entre pays voisins de langue différente d'autre part, avaient laissé peser l'inquiétude dans l'esprit des responsables sur le sort réservé à l'entreprise. Le succès remporté auprès des téléspectateurs et spécialement auprès de ceux des salles publiques parisiennes équipées pour la réception sur grand écran de la finale de la Coupe du Monde de Football a certainement éclairci l'avenir.

De nombreux enseignements sont à tirer de cette première expérience qui, mis en pratique, permettront de faire porter utilement les efforts vers la constitution définitive du réseau européen. Celle-ci, qui ne peut évidemment s'accomplir que par étapes, comprendra :

— Dans un premier stade, que l'on pense atteindre dans un avenir relativement proche, l'établissement d'installations nationales permettant à deux pays quelconques, ayant une frontière commune, d'échanger régulièrement des programmes de télé-

vision dans le cadre normal de leur exploitation. En France par exemple, la mise en service de la liaison Strasbourg-Paris, complément du circuit Paris-Strasbourg existant, rendra possible l'échange direct de programmes avec l'Allemagne.

— Dans un second stade, l'équipement complémentaire permettant à chaque pays d'acheminer sur son territoire un programme de télévision entre deux pays qui lui sont limitrophes, mais qui n'ont pas entre eux de frontière commune et ceci sans utiliser les moyens nécessaires aux opérations de son service national. Dans le cas de la France par exemple, si la Belgique désire envoyer ses émissions à l'Italie, il faudra disposer d'un circuit Lille-Nice spécialement affecté à cet usage, ce qui revient à doubler la liaison nationale Paris-Lyon-Marseille-Nice. La réalisation d'un aussi vaste programme ne peut cependant être envisagée avant plusieurs années.

En conclusion, on peut affirmer que les résultats obtenus à la fin de cette première période expérimentale d'échanges internationaux de programmes télévisés permettent d'augurer favorablement de leur développement futur et de rester résolument optimistes en ce qui concerne l'avenir de la Télévision Européenne.

ANNEXE

CONSEIL DE L'EUROPE

Direction de l'Information

AU MOMENT OU SE TERMINENT LES PREMIERS RELAIS EUROPEENS DE TELEVISION, LE COMITÉ DES MINISTRES DU CONSEIL DE L'EUROPE SOULIGNE L'IMPORTANCE DES RÉSULTATS OBTENUS ET DÉCIDE D'ENTREPRENDRE UNE ACTION DESTINÉE A FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT DE LA TÉLÉVISION EUROPÉENNE.

La première grande réalisation européenne dans le domaine de la télévision vient de se terminer. Les relais organisés par la Belgique, le Danemark, la France, la République Fédérale d'Allemagne, l'Italie, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et la Suisse, ont atteint un auditoire considérable et constituent un événement important dans l'histoire de l'Europe.

Cette importance est soulignée par la décision que vient de prendre le Comité des Ministres du Conseil de l'Europe, réuni à Strasbourg au niveau des Délégués, en réponse à la recommandation que l'Assemblée Consultative avait votée en Septembre 1953.

La résolution des Ministres exprime l'intérêt que le Conseil porte au développement de la télévision et salue le succès que viennent de remporter les programmes d'Eurovision. Elle transmet aux quinze gouvernements membres du Conseil de l'Europe les suggestions faites par l'Assemblée en vue de

l'organisation sur une base permanente du réseau des relais européens et elle demande aux organismes techniques intéressés (l'Union Européenne de Radiodiffusion et l'Union Internationale des Télécommunications), une étude qui permette de saisir le Comité des Ministres de propositions positives. On sait, en effet, que le réseau qui a permis les excellentes réalisations d'Eurovision avait été organisé à titre précaire.

Les Ministres du Conseil de l'Europe demandent également au Bureau de Berne pour la protection de la propriété industrielle et artistique, de formuler, en accord avec les organisations nationales et internationales intéressées, des propositions dont l'application permettrait d'écarter les obstacles juridiques aux échanges de programmes, tout en assurant le respect des droits d'auteurs, des droits des exécutants et des droits des industries en cause.

Ils invitent les quinze gouvernements à encourager à la fois les échanges et la production de programmes destinés à favoriser une meilleure connaissance mutuelle des peuples d'Europe et à promouvoir l'idée européenne. Enfin, ils autorisent le Comité des Experts culturels du Conseil de l'Europe à former, en liaison avec d'autres organisations, un groupe d'étude des problèmes culturels que pose le développement de la télévision.

*
**

Voici le texte de la résolution :

Le Comité des Ministres,

Ayant examiné la Recommandation 54 de l'Assemblée Consultative relative à l'emploi de la télévision comme moyen d'intéresser le public à l'idée européenne,

Estimant qu'il y a lieu d'entreprendre, avec l'aide des organisations compétentes, une étude approfondie de certains aspects de la question,

DÉCIDE

a) d'exprimer publiquement l'intérêt que porte le Conseil à toutes les questions relatives à l'emploi et au développement de la télévision, ainsi que son intention de suivre avec attention tous les efforts qui sont faits en Europe, dans ce domaine, efforts dont il faut se féliciter et auxquels il convient de souhaiter un succès aussi brillant que celui que viennent de remporter les échanges de programmes réalisés dans le cadre d'Eurovision;

b) de transmettre aux gouvernements, en leur recommandant de s'en inspirer dès maintenant, les suggestions de l'Assemblée Consultative visant à organiser de façon permanente les relais internationaux et à en réduire le coût; de demander à l'Union Européenne de Radiodiffusion et à l'Union Internationale des Télécommunications de poursuivre leur étude technique et économique du problème des relais, en consultation avec le Secrétariat Général du Conseil de l'Europe, en vue de

saisir le Comité des Ministres de propositions positives ;

c) de demander au Bureau de Berne pour la protection de la propriété industrielle et des œuvres littéraires et artistiques, en consultation avec le Secrétariat de l'Unesco, le B. I. T. et le Secrétariat Général du Conseil de l'Europe, et après avoir entendu l'avis des organisations non gouvernementales intéressées et pris connaissance des études faites par les Compagnies Nationales de Radiodiffusion, de procéder à un examen des obstacles juridiques aux échanges de programmes de télévision et de formuler des recommandations précises en vue d'écarter ces obstacles, tout en veillant à la protection des droits d'auteurs et des droits voisins ;

d) d'inviter les gouvernements membres à encourager dans la mesure de leurs possibilités, et en association avec les efforts accomplis par d'autres organisations internationales dans ce même domaine, à la fois les échanges de programmes et la production par les réseaux nationaux de télévision de programmes destinés à mieux faire connaître la vie culturelle, économique et politique des autres peuples européens et à promouvoir l'idée européenne ;

e) d'autoriser le Comité des Experts culturels à former, en liaison avec l'Organisation du Traité de Bruxelles, l'Unesco et l'Union Européenne de Radiodiffusion, un groupe de travail qui aura pour mission d'étudier les problèmes culturels que pose le développement de la télévision et de charger le Secrétariat Général de préparer un rapport au sujet des résultats obtenus.

LES DÉMONSTRATIONS DE TÉLÉVISION A L'OCCASION DU SOIXANTENAIRE DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ ET DES ÉCHANGES INTERNATIONAUX DE L'EUROVISION

La célébration du Soixantenaire de l'École Supérieure d'Électricité en Mai 54, fournit l'occasion d'organiser des démonstrations de matériels électroniques. La Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil et la Compagnie Française Thomson-Houston s'associèrent ainsi pour montrer, avec l'indispensable et complet concours de la Radiodiffusion-Télévision Française, une démonstration technique de leurs nouveaux équipements de reportage, de liaison, d'émission et de réception.

Ces manifestations constituèrent d'ailleurs le prélude des importantes liaisons mises en œuvre à l'occasion des échanges internationaux de l'Eurovision.

Le 11 Mai 1954, au Palais de Chaillot, eut lieu la première démonstration qui mit en jeu les matériels suivants :



L'un des relais de la liaison temporaire Paris-Tours équipé de matériel mobile TM 110 C.S.F., situé à Saint-Laurent en Gâtines à 30 km de Tours.

pour la Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil, une ligne de relais mobiles joignant la ville de Tours au Palais de Chaillot, pour la Compagnie Française Thomson-Houston, son car de reportage exploité par la R.T.F., ses nouvelles caméras et surtout son équipement de projection sur grand écran fonctionnant sur 819 lignes.

Le spectacle retransmis consistait dans un reportage effectué par Alexandre Tarta et Pierre Tcharnia à l'Hôtel de Ville de Tours, qui abritait une exposition d'électrotechnique. De nombreux plans extérieurs vinrent authentifier cette émission à grande distance qui reçut des deux mille spectateurs rassemblés au Palais de Chaillot un accueil enthousiaste. La qualité des images, leur stabilité, la clarté et le contraste de la projection purent être appréciés des techniciens et des profanes.

La réussite d'une telle entreprise, réalisée dans des délais très courts, administrait une preuve excellente de la qualité des nouveaux équipements mis au point par l'industrie française. Elle témoignait également de l'excellent esprit d'équipe qui avait animé toute l'opération, menée conjointement par les techniciens de la Radiodiffusion-Télévision

Française et ceux de la Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil et la Compagnie Française Thomson-Houston, menées respectivement par M. J. POLONSKY et M. A.P. HAMMER.

A l'issue de la manifestation du Palais de Chaillot, la ligne de relais Tours-Paris fut inversée, et à l'aide d'un émetteur local de faible puissance (50 W) installé, comme le terminal des relais, sur un château d'eau dominant la ville, le programme de la télévision parisienne fut transmis pendant une huitaine de jours aux habitants de Tours.

Un mois plus tard, la ligne de relais était prolongée vers Angers où se tenait la Foire-Exposition de l'Anjou. Une installation similaire à celle de Tours permit aux Angevins cette fois de bénéficier pendant quelques jours d'un avant-goût de la télévision.

Enfin, les concordances de dates et les proximités géographiques permirent d'assurer le reportage intégral de la course des 24 Heures du Mans en dérivant la ligne des relais C.S.F. vers Le Mans. Toutes ces démonstrations de

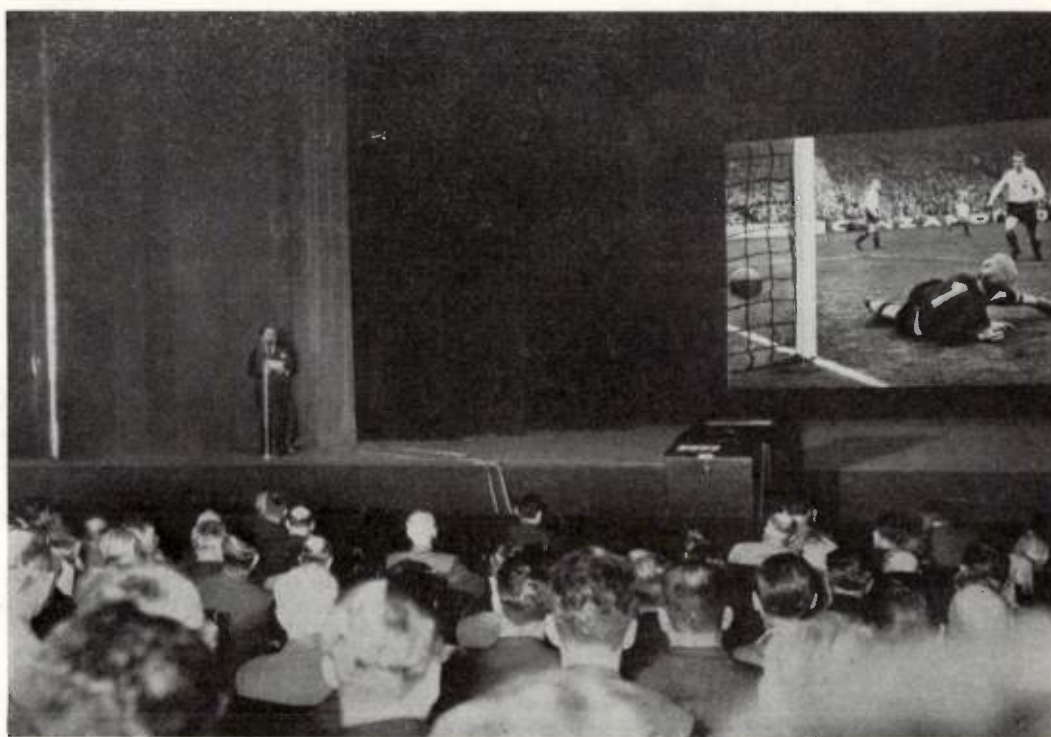


Palais de Chaillot : le dernier relais C.S.F. était installé dans une courrette du parvis où l'on voit l'une des caméras C.F.T.H.

relais, soit dans le sens Paris-province ou dans le sens Le Mans-Paris et Tours-Paris, démontrèrent la qualité parfaite des ensembles techniques et la possibilité d'utiliser ces relais mobiles pour constituer des « lignes volantes » temporaires dans des délais relativement très réduits. Le succès du reportage du Mans, tout à l'honneur d'abord des équipes de reportage R.T.F. qui avaient envoyé sur place deux cars, soit au total cinq caméras, fut extrêmement vif,



Les 24 h. du Mans. — La passerelle du Tertre Rouge avec l'une des cinq caméras et son relais.



Présentation télévisée « en direct » sur grand écran Thomson-Houston de la finale de la Coupe du Monde de foot-ball (Salle Pleyel - Juillet 1954).

notamment en Grande-Bretagne où la B.B.C. en avait assuré le relais à ses trois millions de téléspectateurs. Il convient d'ajouter au matériel mis en œuvre une antenne à diélectrique artificiel développée par la Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil, qui assura le relais de l'émetteur de Paris au-delà de la portée optique de celui-ci. Cette antenne, baptisée du nom « antenne-cigare » était installée à la station expérimentale CSF de Fontaine-Raoul, non loin de Cloyes, sur une crête bordant la vallée du Loir. En pleine zone d'ombre de l'émetteur de Paris, cette antenne permit d'économiser un tronçon de relais actifs entre Paris et Fontaine-Raoul, soit les deux relais d'Ablis et de Voves, qui furent bien entendu utilisés dans les sens de transmission province-Paris.

A la suite des résultats obtenus avec les relais mobiles sur le plan national, plusieurs tronçons du réseau européen furent équipés de ces matériels, notamment en Belgique, en Allemagne, en Suisse et en Italie.

Enfin, l'apothéose de ces échanges européens d'Eurovision, que fut la transmission du reportage de la Coupe du Monde de foot-ball à Berne, put être projetée à Paris à la Salle Pleyel, devant 4 000 personnes au moyen de l'équipement de projection sur grand écran de la Compagnie Française Thomson-Houston.

Et pour ceux qui ont vu les images et partagé l'enthousiasme des spectateurs, il n'y a aucun doute, le projecteur sur grand écran a conquis sa place dans la vie quotidienne et jouera son rôle dans la diffusion de cette jeune et brillante technique : la télévision.

L'organisation de ces manifestations réunissant les deux grandes compagnies citées plus haut sous l'égide de la R.T.F. n'avait été décidée que peu de mois auparavant, mais le matériel nécessaire aux réalisations était le fruit de lon-

gues années d'efforts accomplis par les ingénieurs et techniciens de l'Administration et de l'Industrie.

En effet, en publiant en Octobre 1952 le premier recueil de Cahiers des Charges dont l'étude et la mise au point se poursuit encore sans interruption actuellement, l'Administration de la R.T.F. a clairement défini les buts à atteindre en ce qui concerne les performances à obtenir, la présentation du matériel et les caractéristiques principales.

Par là, elle a donné assurance aux constructeurs qu'à l'avenir le matériel conforme à ces conditions trouverait sa place dans le réseau national français de télévision qui, à l'époque, était entièrement à construire.

Dès lors, l'effort pratique de réalisation de matériel a pu commencer. Après sa mise en route expérimentale au mois d'octobre, le Centre de télévision de Strasbourg fut officiellement inauguré à Noël 1953. Récemment, celui de Marseille, bientôt Lyon et d'autres centres diffuseront à leur tour les programmes de la RTF.

Ainsi, peu à peu, sous la direction éclairée des Services Techniques de la Radiodiffusion-Télévision Française et grâce aux progrès accomplis par la technique française, la France et le Monde entier parviendront à tout moment, en tout lieu, chez le téléspectateur, aussi bien que dans les salles de spectacles. N'est-ce pas là un rêve d'autrefois en train de se réaliser ?

On trouvera dans les articles ci-après la description technique des différents maillons de la chaîne de reportage, dont la conception et la mise au point ont incombé chacun pour ce qui les concerne à M. A.P. HAMMER, Chef de la Division Télévision au Groupe Electronique de la Compagnie Française Thomson-Houston et à M. J. POLONSKY, Directeur du Département d'Etude Télévision de la Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil.

P. B. — P. C.

LA CAMÉRA ÉLÉMENT COMMUN DES CARS DE REPORTAGE ET DES STUDIOS

PAR

M. B. de THIEULLOY

*Ingénieur à la Division « Télévision »
de la Compagnie Française Thomson-Houston*

La caméra (fig. 1 et 2) est l'élément essentiel d'un matériel de prise de vues, et sa réalisation doit répondre, à la fois, à des conditions d'ordre mécanique, électrique, et esthétique, beaucoup plus sévères que celles imposées aux autres éléments.

La solution ne peut être qu'un compromis entre les exigences contradictoires des performances, des possibilités d'emploi et de la robustesse.

La réalisation que nous allons décrire a été étudiée en vue de satisfaire aux exigences du cahier des charges de la R.T.F.

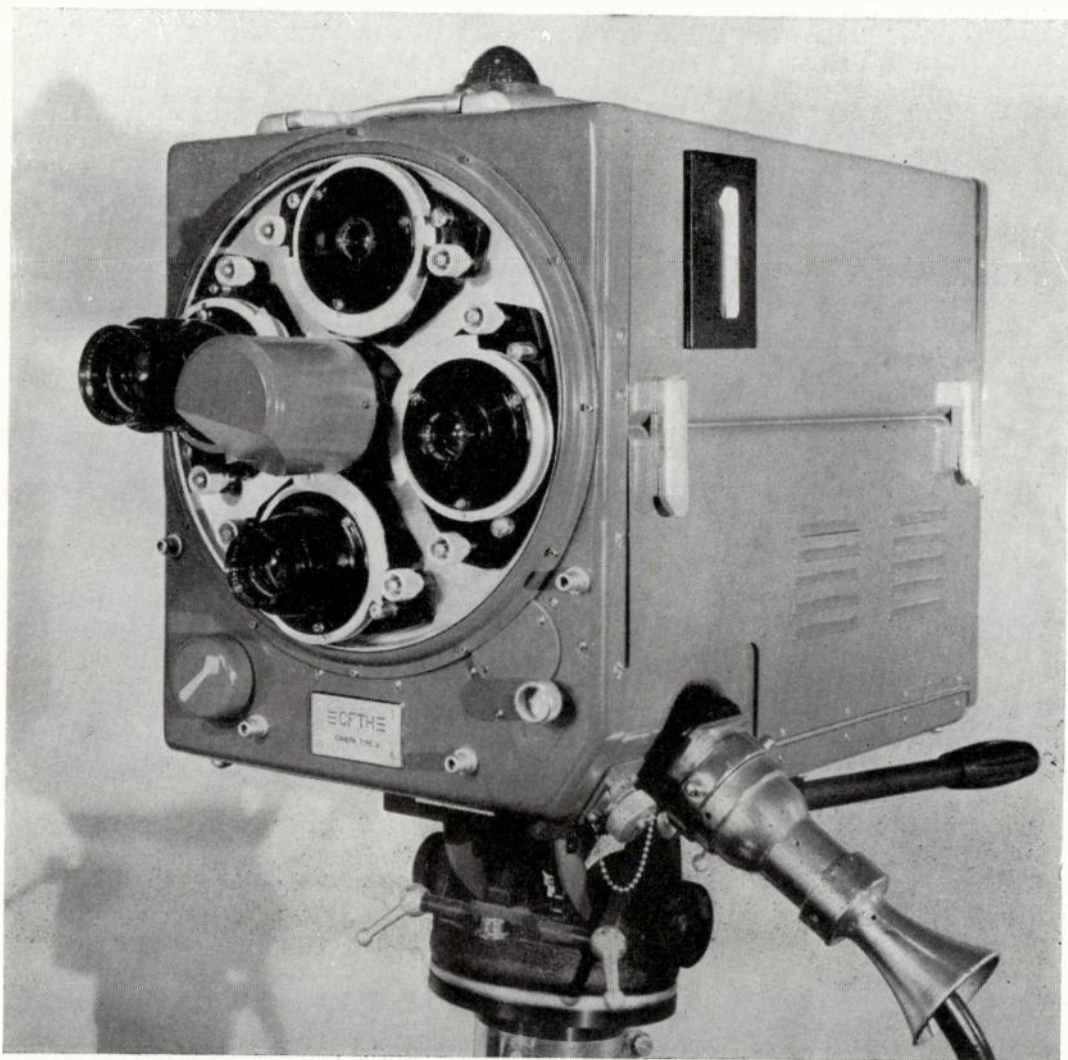


FIG. 1. — Caméra de prise de vue C.F.T.H. — 18 caméras de ce genre, entièrement télécommandées vont équiper les studios de la R.T.F.

Le volume de la caméra est essentiellement déterminé par des considérations mécaniques résultant des caractéristiques demandées : dimensions du tube de prise de vues ; diamètre de la tourelle permettant l'utilisation de 4 objectifs ; course du tube de prise de vues pour les besoins de la mise au point ; dimension des organes de télécommande ; dimensions du tube cathodique du viseur électronique. Le poids est réduit au minimum par l'emploi généralisé d'alliages légers.



FIG. 2. — Studio du centre T.V. de Strasbourg (on remarque deux caméras C.F.T.H.).

Les deux types de tubes de prise de vues utilisés actuellement : *Image Orthicon* et *PES Photicon*, (fig. 3) ont des dimensions comparables, ce qui a permis la réalisation d'une caméra unique pouvant recevoir l'un ou l'autre tube, moyennant un simple changement de quelques éléments.

DESCRIPTION MÉCANIQUE.

Les principaux éléments mécaniques de la caméra sont :

- la tourelle d'objectifs ;
- le dispositif de réglage de diaphragme ;
- le dispositif de réglage de mise au point.

Ces trois éléments sont commandés électriquement (les deux premiers par boutons-poussoirs, le troisième par potentiomètre), soit depuis le viseur électronique, soit depuis le caisson de « contrôle de voie ».

Dans le premier cas, le caméraman a tous les réglages de la caméra à sa disposition, le viseur électronique étant normalement placé à la partie supérieure de la caméra.

Dans le second cas, le caméraman n'a plus à



FIG. 3. — Tube analyseur d'image Photicon

effectuer que le cadrage du sujet, et cette opération peut, elle-même, être effectuée par un pied télécommandé.

Tourelle : La face avant de la caméra porte une tourelle constituée par un plateau circulaire denté, guidé par un roulement périphérique, et pourvu de 4 ouvertures, munies, chacune, d'un dispositif de fixation pouvant recevoir un porte-objectif.

Un moteur entraîne ce plateau denté par l'intermédiaire d'un réducteur.

Le positionnement de la tourelle est assuré par un deuxième plateau solidaire du premier, portant une série de rampes, qui actionnent des interrupteurs.

Le circuit d'alimentation du moteur passe par l'intermédiaire des boutons-poussoirs de sélection et par les interrupteurs. Ces derniers coupent l'alimentation du moteur quand la tourelle est arrivée dans la position correspondant à l'utilisation de l'objectif sélectionné par le bouton-poussoir et un électro-frein assure l'arrêt instantané du moteur.

Les interrupteurs sont deux fois plus nombreux que les objectifs afin de permettre la réalisation

d'un système de contacts préférentiels qui choisit le trajet le plus court pour passer d'un objectif à un autre.

Derrière la tourelle se trouve un plateau, tournant autour du même axe, et pourvu de 8 ouvertures circulaires; les 8 ouvertures peuvent recevoir des filtres colorés ou neutres, indispensables dans le cas d'utilisation de l'Image Orthicon.

RÉGLAGE DE DIAPHRAGME.

Au centre de la tourelle se trouve un moteur entraînant une couronne dentée par l'intermédiaire d'un réducteur.

Cette couronne engrène avec un secteur denté, solidaire de la bague de réglage de diaphragme de l'objectif en service. A chaque changement d'objectif, le couplage entre la couronne et le secteur est automatiquement débrayé, puis réembravé avec le nouvel objectif.



FIG. 4. Caméra de prise de vue C.F.T.H. dans un studio de la R.T.F.

La rotation du moteur est commandée, dans un sens ou dans l'autre par les deux boutons-poussoirs situés sur le viseur, ou par ceux du « contrôle de voie ».

Le secteur denté qui entraîne la bague de réglage de diaphragme est solidaire d'une came qui commande la rotation d'un potentiomètre. Ce potentiomètre fournit une tension proportionnelle à

l'ouverture relative de l'objectif, qui est mesurée, simultanément, sur le viseur électronique et sur le « contrôle de voie ».

RÉGLAGE DE LA MISE AU POINT.

La mise au point est réalisée par déplacement du tube de prise de vues par rapport à l'objectif. Le tube est fixé, à cet effet, sur un chariot mobile, dont le déplacement est assuré par un servo-mécanisme de position : solution la plus appropriée aux exigences du cahier des charges : télécommande de la mise au point, et course constante du levier, quelle que soit la focale de l'objectif.

La commande de la mise au point s'effectue par la rotation d'un potentiomètre situé soit sur le « contrôle de voie » soit sur le viseur électronique, ce dernier étant couplé au levier manœuvré par le caméraman.

Ce potentiomètre constitue l'un des éléments d'un pont, dont un autre élément est constitué par un deuxième potentiomètre commandé par le déplacement du chariot porte-tube, et un troisième élément, par une résistance, logée dans le porte-objectif en service et dont la valeur dépend de la focale de l'objectif.

Le rapport du pont, déterminé par cette résistance, est tel que, pour la course complète du levier de mise au point, le déplacement du chariot soit celui nécessaire pour effectuer la mise au point, avec l'objectif utilisé, depuis l'infini jusqu'aux avant plans. De plus, la position avancée du levier correspond à la mise au point sur l'infini, quel que soit l'objectif.

La tension de déséquilibre du pont attaque un amplificateur qui alimente le moteur assurant le déplacement du chariot. Une génératrice tachymétrique est associée à ce moteur, et produit une tension qui, injectée dans l'amplificateur assure l'amortissement optimum du mouvement du chariot.

Le servomécanisme ainsi réalisé permet une action rapide associée à la grande précision nécessitée par la faible profondeur de foyer des objectifs utilisés (de l'ordre de 0,1 mm à $f/2$).

DESCRIPTION ÉLECTRIQUE.

La caméra est reliée au reste de l'équipement par un câble à 28 conducteurs qui lui fournit toutes les tensions nécessaires à son fonctionnement, et qui assure la transmission du signal produit par le tube de prise de vues jusqu'au caisson « contrôle de voie ».

Les éléments électriques de la caméra sont répartis en un certain nombre de sous-ensembles, facilement amovibles, et ceci, dans un double but : tout d'abord, permettre les changements nécessités par l'utilisation possible des deux types de tubes de prises de vues, et ensuite, assurer, le cas échéant, un dépannage rapide, par remplacement de l'élément défectueux. Cette condition est nécessaire pour une caméra, où le faible volume des éléments et la difficulté d'amener à pied d'œuvre les appareils

de mesure indispensables interdisent généralement le dépanage sur place.

Les principaux sous-ensembles électriques contenus dans la caméra sont :

- Le viseur électronique;
- L'amplificateur video;
- L'amplificateur de servo mécanisme;
- L'amplificateur de balayage;
- Le bloc d'analyse.

Les trois premiers sont communs aux deux types de tubes analyseurs. Les amplificateurs de balayage sont distincts par suite des différences de caractéristiques des bobines de déviation et de formes des balayages (distorsion en trapèze dans le cas du Photicon).

La différence entre les niveaux du signal de sortie des deux types de tubes nécessite l'adjonction d'un préamplificateur video, dans le cas de l'utilisation du Photicon.

D'autre part, les conditions de température de la cible imposées par le fonctionnement du tube Image Orthicon nécessitent l'adjonction d'un dispositif de régulation de la température dans le cas d'emploi de ce tube.

WISEUR ÉLECTRONIQUE.

Le viseur électronique est un récepteur de dimensions particulièrement réduites, muni d'un tube cathodique de 12 cm, dont l'image est agrandie par une lentille en matière plastique.

Il porte tous les organes de télécommande de la caméra : potentiomètre de mise au point, commandé par levier; boutons-poussoirs de commande de tourelle; boutons-poussoirs de commande de diaphragme; ainsi qu'une prise pour le raccordement du combiné casque-microphone du cameraman, et un voyant prévenant ce dernier du passage de son image sur l'antenne.

Le viseur peut être séparé de la caméra, à laquelle il est alors relié par un câble à plusieurs conducteurs pouvant atteindre une dizaine de mètres de longueur, ce qui permet d'utiliser la caméra sur une grue, le viseur restant au sol.

AMPLIFICATEUR VIDEO.

L'amplificateur video comporte trois étages d'amplification qui amènent le signal à un niveau suffisant pour que sa transmission sur 300 m de câble puisse s'effectuer sans perturbation par des parasites. L'un des étages corrige la distorsion due à la capacité de sortie du tube analyseur.

AMPLIFICATEUR SERVO MÉCANISME.

L'amplificateur de servo-mécanisme est un amplificateur de puissance attaqué par la tension de désé-

quilibre du pont et par la tension fournie par la génératrice tachymétrique. La sortie alimente le moteur assurant le déplacement du chariot.

AMPLIFICATEUR DE BALAYAGE.

L'amplificateur de balayage fournit les courants en dent de scie nécessaires pour le balayage ligne du tube analyseur. Sur le même châssis se trouve le système de sécurité coupant le faisceau analyseur d'un tube dont les deux balayages ne sont pas simultanément en action.

BLOC D'ANALYSE.

Le bloc d'analyse comprend le tube analyseur, ses bobines et ses blindages.

Dans le cas d'utilisation de l'Image Orthicon, le tube analyseur peut être aisément séparé de ses bobines pour son remplacement.

Par contre, dans le cas d'utilisation du PES Photicon, la forme de ce tube impose la réunion du tube et de ses bobines en un bloc unique, réglé en usine.

L'ensemble étant fixé au chariot porte-tubes par une seule vis, et étant raccordé au reste de la caméra par deux prises multibroches, son remplacement s'effectue, néanmoins, très aisément.

Le préamplificateur, utilisé avec le Photicon, est un amplificateur à trois étages, et à contre-réaction. Le premier étage est constitué par une triode à très grande pente ($S = 25$) du type 5842, afin de donner le minimum de bruit de fond possible.

De plus, ce préamplificateur est monté directement sur le bloc d'analyse afin de réduire la capacité de sortie du tube analyseur.

Le problème essentiel des mesures à réaliser sur une chaîne d'amplification présentant un gain aussi considérable que celui nécessaire pour l'utilisation du tube PES Photicon, et une largeur de bande de 12 Mc/s tout en ne changeant pas les conditions de fonctionnement de cette chaîne, nous a conduit à utiliser un dispositif dû à Monsieur DELVAUX qui permet d'attaquer l'impédance d'entrée du préamplificateur par un courant constant, quelle que soit la fréquence, sans modifier sensiblement cette impédance. (B. F. 912.246)

On obtient ainsi la courbe de réponse réelle de l'ensemble, sans être obligé de faire des hypothèses plus ou moins vérifiables sur la valeur de l'impédance d'entrée du préampli, les capacités parasites du montage, et l'absence de réaction dans la chaîne.

Le dispositif de régulation de température, utilisé avec l'Image Orthicon, comporte un pont à thermistance, mesurant la température du tube, au voisinage de la cible, et commandant deux relais qui mettent sous tension, soit l'enroulement de chauffage de la cible, soit un ventilateur qui refroidit le tube.

LE NOUVEAU CAR DE REPORTAGE C.F.T.H. DE LA R.T.F.

PAR

M. FAVREAU

*Ingénieur à la Division Télévision de la
Compagnie Française Thomson-Houston.*

La plus grande préoccupation de la R.T.F. étant la qualité des images, ce car (fig. 1) a plutôt l'aspect d'un studio mobile que d'un équipement de reportage léger.

Les possibilités offertes par le matériel sont identiques à celles offertes par un équipement fixe de studio. Pour cette raison, beaucoup d'éléments présentés en caissons normalisés tels que alimenta-

Avant du car : exploitation technique.

1. *Alimentation* : L'ensemble est alimenté en monophasé par l'intermédiaire d'un régulateur de tension pouvant admettre une tension secteur de 110 ou 220 volts ajustable autour de ces valeurs par un autotransformateur à prises. La consommation est de 7 à 8 kVA.

2. *Synchronisation* : Afin d'exploiter avec le maximum de sécurité, deux générateurs de signaux de synchronisation, asservis au secteur, sont en fonctionnement, un seul étant en service. Un commutateur permet de passer de l'un à l'autre en moins de 3 secondes en cas de défaillance.



FIG. 1. — Car de reportage T.V., équipé de matériel C.F.T.H. devant la chapelle du château de Versailles.

tion, mélangeur, oscillographe, récepteur de contrôle, etc..., sont strictement les mêmes que ceux des studios.

Les caméras télécommandées (fig. 2) sont identiques à l'exception des tubes de prise de vue eux-mêmes qui sont du type « Image Orthicon ». Ces tubes, d'une sensibilité extrême, permettent de faire des images dans les conditions les plus difficiles avec une lumière très réduite (scène de nuit par exemple).

Toutefois, l'installation de prise de son est légèrement plus compliquée par l'emploi éventuel de dix micros simultanément.

L'intérieur de ce car (fig. 3) est nettement séparé par une cloison en plexiglas, en deux parties :



FIG. 2. — L'une des caméras C.F.T.H. du car de reportage T.V. de la R.T.F. en action dans la cour du château de Versailles.

3. *Contrôles de voie* (fig. 4) : Les trois voies de prise de vue directe sont composées respectivement d'une caméra, d'un caisson d'alimentations stabilisées, d'un caisson amplificateur et contrôle de voie et d'un récepteur. Ces trois caissons placés l'un au-dessus de l'autre sont tels que le récepteur est légèrement au-dessus de l'opérateur et peut être vu par le régisseur situé dans la partie exploitation artistique de l'autre côté de la cloison en plexiglas.

Les caméras peuvent être télécommandées

depuis les contrôles de voie en ce qui concerne la manœuvre de la tourelle, la mise au point et l'ouverture. Elles sont reliées à l'équipement par des câbles dont la longueur varie entre 50 et 300 mètres fixés à l'arrière du car. Un correcteur de longueur de câble (agissant à la fois sur l'affaiblissement et la phase), permet, au moyen d'un contacteur placé sur la face avant du caisson de contrôle de voie, de corriger les distorsions créées par le câble de 50 mètres en 50 mètres.

Par rapport aux équipements précédents les per-

Dans ce dernier cas, les risques de surmoduler l'émetteur sont très réduits car l'ensemble est étudié pour que la somme des deux niveaux mélangés soit constante.

Un réseau d'ordres permet au régisseur de com-



FIG. 4. — Vue intérieure du car de reportage T.V. de la R.T.F. équipé de matériels C.F.T.H.

muniquer avec chacune des voies et des caméras séparément ou avec l'ensemble.

2. Mélangeur du son.

Un pupitre symétrique au précédent placé à gauche dans le car comporte dix entrées de microphones et, par microphone, un atténuateur variable gradué en décibels de part et d'autre du niveau zéro.

3. Enregistrement sonore :

Derrière le pupitre de mélange microphones se trouve au long de la paroi gauche du car, un meuble d'enregistrement à compensation d'inclinaison permettant de recevoir des tourne disques et un magnétophone.

4. Autres aménagements.

Le chef d'émission dispose d'une cabine isolée du reste du car par un plexiglas. A l'intérieur, se trouve un pupitre comportant un oscillographe de contrôle afin de surveiller en permanence le niveau envoyé au relais et un interphone.

La script-girl trouve sa place entre le régisseur et l'« Ingénieur du son ».

L'arrière du car comporte quatre alvéoles pouvant recevoir quatre caméras.

L'ensemble de ces deux parties est doté d'une ventilation poussée permettant un séjour prolongé agréable pendant les répétitions et les émissions.

Bien que l'encombrement extérieur de ce car ne soit pas inférieur aux précédents, l'utilisation rationnelle de l'espace intérieur et la diminution du volume de l'équipement technique apporte un progrès considérable dans l'exploitation du reportage télévisé.

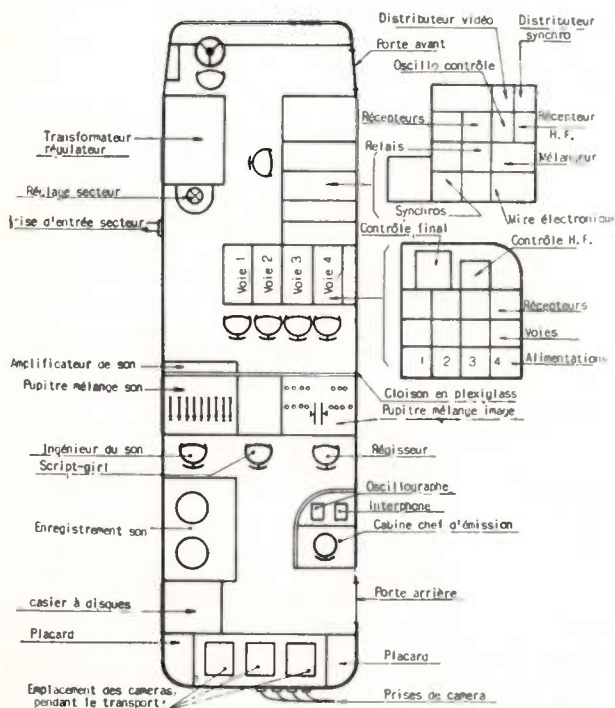


FIG. 3. — Plan d'implantation du car R.T.F.

fectionnements apportés sont principalement la télécommande, la correction de gamma (accroissement du contraste dans les noirs) et la régulation de température des tubes « Images Orthicon » qui permet de leur faire rendre la maximum de définition compatible avec le standard français à 819 lignes.

Arrière du car : exploitation artistique

1. Mélange d'image.

L'une quelconque des trois images, choisie par le régisseur, est envoyée sur le récepteur de contrôle final placé au-dessus des trois récepteurs d'équipement et au relais hertzien.

Le mélange des images s'opère selon le principe couramment utilisé dit « de préparation-travail » : chacune des voies est présélectionnée sur deux canaux de mélange à l'aide de boutons-poussoirs.

Le passage de l'une à l'autre se fait par un système de deux leviers actionnant respectivement deux potentiomètres. Cet enchaînement s'opère soit par fondu simple (passage par le noir) soit par fondu enchaîné automatique (couplage mécanique des deux potentiomètres).

ÉQUIPEMENT LÉGER DE RELAIS HERTZIEN SUR ONDES CENTIMÉTRIQUES

PAR

J. POLONSKY

*Directeur Technique du Département d'Etudes
Télévision, Compagnie Générale de T.S.F.*

I — INTRODUCTION

La technique des faisceaux hertziens sur ondes centimétriques a pris, depuis une dizaine d'années, un développement considérable. La majeure partie des liaisons à grande distance de téléphonie multiplex et de télévision sont assurées, actuellement, par ce type de faisceaux.

Le nouveau modèle de relais décrit dans cet article est destiné essentiellement à la transmission d'un programme complet de télévision, image et son.

Ces relais ont été utilisés pour la première fois lors de la retransmission du couronnement de la Reine d'Angleterre, en Juin 1953.

En 1954, une trentaine de ces appareils ont été utilisés en France et à l'étranger et en particulier au cours du Mois d'échanges internationaux.

Au cours de leur emploi, il a pu être démontré que la mise en cascade de 10 relais de ce modèle, sur des trajets individuels dépassant 50 kilomètres chacun, permettait d'obtenir au bout de la chaîne d'excellentes images.

II — CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU RELAIS

II. 1. — Caractéristiques électriques :

1. Bande UHF de 6 500 à 7 000 Mc/s environ $\lambda = 4,5$ cm env.).

2. Spectre d'information : 0 à 11,5 Mc/s — video divisé en 2 voies :

a) 0 — 10 Mc/s image;

b) 11,15 $\pm$ 0,1 Mc/s son.

Bande moyenne fréquence : 30 Mc/s autour de 111 Mc/s.

3. Puissance utile à l'émission :

1 W pour le modèle TM. 110;

0,1 W pour le modèle TM.100.

4. Système de modulation :

Modulation en fréquence pour l'image;

Double modulation en fréquence avec sous-porteuse auxiliaire pour le son.

5. Portée du relais :

25 à 50 km avec le TM. 100;

75 à 150 km avec le TM. 110.

Le premier chiffre correspond à l'utilisation d'un aérien parabolique de 1 m. d'ouverture; le second s'applique à un aérien parabolique de 2 m. d'ouverture.

6. Facteur de bruit du récepteur : inférieur à 15 dB.

II. 2. — Caractéristiques mécaniques :

Le matériel d'émission et de réception est monté dans des coffrets transportables dont le poids individuel maximum ne dépasse pas 30 kg et dont les dimensions sont 35 $\times$ 35 $\times$ 60 cm (modèle B de la R.T.F.).

Les caissons solidaires des aériens sont étanches à la pluie.

Il existe deux versions pour les aériens :

1. Un petit modèle (ouverture 1 mètre), fixé sur trépied — recommandé en particulier pour des installations mobiles (reportage par exemple).

2. Un grand modèle (ouverture 2 mètres) fixé sur un châssis, plus spécialement recommandé soit pour des liaisons à grande distance (entre 75 et 150 kilomètres), soit pour des liaisons à distance normale avec un dégagement incomplet de la première zone de Fresnel.

L'émetteur comprend essentiellement :

— 1 coffret pour le modèle TM. 100;

— 2 coffrets pour le modèle TM 110;

— 1 aérien avec son caisson solidaire du support.

Le récepteur (TM. 100 ou TM. 110) comprend essentiellement :

— 2 coffrets, dont 1 d'alimentation;

— 1 aérien avec son caisson solidaire du support.

Le poids global d'un ensemble émetteur et récepteur, y compris câbles de liaison et accessoires, est inférieur à 250 kilos.

III — DESCRIPTION DU RELAIS.

III. 1. — Conception générale :

a. Choix de la bande U.H.F. :

La bande de 6 000 à 7 000 Mc/s qui a été choisie représente un compromis entre la sécurité de la liaison et l'encombrement des aériens.

En effet, l'expérience a montré que les conditions de propagation sont très voisines pour des fréquences entre 1 000 et 8 000 Mc/s. Ce n'est qu'à partir de 9 000 Mc/s environ que l'on constate des atténuations importantes en fonction des conditions atmosphériques.

Pour aboutir — à performances techniques égales — à un équipement léger, on avait tout intérêt à choisir les fréquences les plus élevées compatibles avec une bonne sécurité d'exploitation.

b. Largeur de bandes video et M.F. :

Le relais étant destiné à transmettre simultanément la vision et le son, la bande totale video comprend 0 à 10 Mc/s pour la vision et une bande étroite autour d'une sous-porteuse de 11,5 Mc/s, pour transmettre le son. (La transmission simultanée de l'image et du son s'est avérée très utile au cours des reportages). La bande M.F. est de 30 Mc/s environ, pour pouvoir transmettre les deux bandes latérales.

c. Système de modulation :

La modulation en fréquence est tout indiquée dans ce cas. Elle assure une bonne protection contre les parasites et les fadings et elle permet l'emploi du klystron-reflex, tube oscillateur par excellence en ondes centimétriques. Une déviation maximum de fréquence de 8 à 10 Mc/s assure un indice de modulation confortable en exploitation (les fréquences élevées video dépassent rarement 30 à 50 % d'amplitude entre le noir et le blanc).

Une déviation totale de 10 Mc/s peut être facilement obtenue dans la portion linéaire des caractéristiques de klystron-reflex fonctionnant à basse tension. Le choix de déviations sensiblement plus grandes imposerait l'emploi de klystrons à tension reflex et de cavité nettement supérieures — condition incompatible avec un matériel léger.

Le son est doublement modulé en fréquence. Une sous-porteuse de 11,15 Mc/s est modulée en fréquence par le son dans des conditions analogues à celles employées en radiodiffusion à modulation en fréquence ($\Delta F = \pm 75$ Kc/s) avec un circuit de préaccentuation et de désaccentuation de 75 μ s environ.

Les deux spectres (video et son) modulent simultanément en fréquence le reflex du klystron. (fig. 1)

L'indice de modulation pour le son sur le reflex peut être relativement faible, la largeur de bande du son étant réduite.

Des précautions doivent être prises pour éviter une intermodulation entre l'image et le son. Il faut en particulier veiller à ce que la portion utilisée des caractéristiques du klystron émission et du discriminateur à la réception soient aussi linéaires que possible. La bande M.F. du récepteur doit être suffisamment large ; le rapport

d'amplitudes son et vision sur le reflex du klystron émission doit être soigneusement choisi.

d. Le récepteur est muni d'un *dispositif automatique de commande de fréquence* dont le rôle est d'éviter des distorsions dues à la dérive des klystrons d'émission et de réception.

En effet, ces dérives dues aux variations de secteur ou de température, pourraient amener le

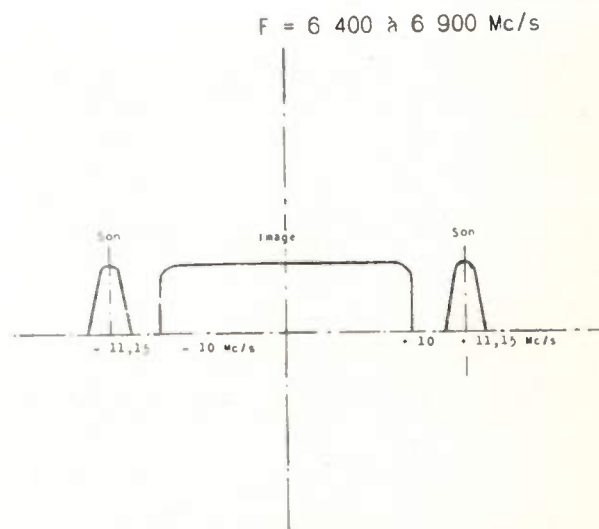


FIG. 1. — Spectre de modulation.

point de fonctionnement de l'amplificateur M.F. et du discriminateur dans des régions de fréquences prohibées.

Les signaux video et synchro n'étant pas symétriques par rapport à un axe horizontal (la valeur moyenne du signal étant variable en fonction de la teinte moyenne de l'image) le dispositif de commande automatique est réalisé de manière que le niveau du noir soit maintenu constant, indépendamment de la valeur de la teinte moyenne.

e. Pour faciliter le contrôle et la maintenance du relais en exploitation, cet appareil est muni d'un certain nombre de *dispositifs de contrôle* :

1. Des signaux d'origine interne (son et video), calibrés, permettent, en l'absence de modulation, d'émettre une dent de scie à la fréquence ligne et un signal sinusoïdal à 1 000 c/s pour le son.

Ces signaux internes permettent, dans le cadre d'un reportage et dès la mise en station du relais, d'effectuer le contrôle complet du bon fonctionnement du relais. Ils servent également au tarage des niveaux video et son.

2. Un discriminateur U.H.F. avec son amplificateur video permettent un contrôle de l'image à l'émission et la comparaison de la qualité de celle-ci à l'entrée et à la sortie de l'émetteur.

En cas de baisse de qualité ou de panne constatées à la réception, ce contrôle permet la localisation du défaut (Mise en cause de l'émetteur ou du récepteur).

3. L'émetteur et le récepteur sont munis d'un certain nombre de contrôles permettant un dépannage rapide.

bande 6 400 à 6 900 Mc/s. Un guide principal, terminé par un cornet, projette l'énergie H.F. sur un réflecteur parabolique excentré par rapport au cornet.

Un guide secondaire, couplé au guide principal, porte un détecteur à cristal qui sert de moniteur

la déviation et la fréquence moyenne grâce à l'ondemètre étalonné. Le signal video recueilli après démodulation est convenablement amplifié et acheminé, par le câble à conducteurs multiples, vers une prise de contrôle dans le coffret modulateur. Il est possible de cette manière, grâce à un

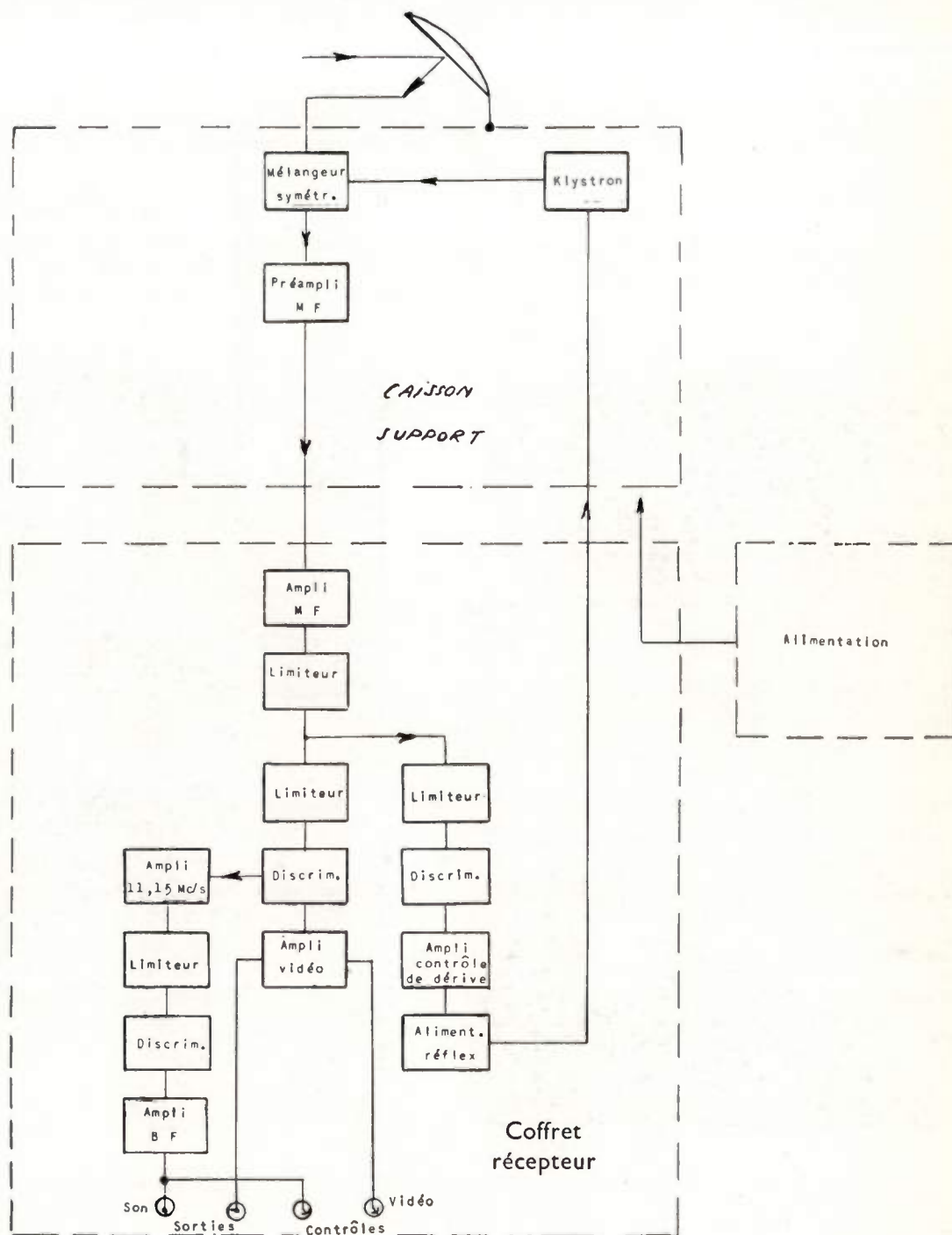


FIG. 3. — Diagramme du récepteur.

de puissance. Un ensemble cavité résonnante et détecteur à cristal sert de discriminateur 4 H.F. Une autre cavité à surtension élevée sert d'ondemètre.

On réalise ainsi la démodulation en H.F. du signal modulé en fréquence, dont on peut mesurer

inverseur, de contrôler l'image soit directement après le préamplificateur video, soit après passage dans la chaîne totale et démodulation en H.F.

Le signal son, ou le signal sinusoïdal de tarage à 1 000 c/s, est appliqué à la chaîne à modulation de fréquence primaire sur 11,15 Mc/s. Une contre-

réaction globale assure la stabilisation de l'oscillateur et limite les distorsions.

Le signal démodulé est envoyé sur une prise de contrôle, ce qui permet de vérifier le bon fonctionnement de la chaîne à modulation de fréquence primaire. La sous-porteuse modulée est amenée par le câble à conducteurs multiples vers le caisson support d'aérien, où elle est mélangée au signal video, grâce à un filtre de couplage. Le klystron reflex émetteur est ainsi modulé par l'ensemble des signaux son et image ; il délivre un spectre de modulation composite dont l'étendue est fixée principalement par le choix de la sous-porteuse son.

b. Récepteur :

La figure 3 donne le bloc diagramme du récepteur. Les signaux sont recueillis par un ensemble

teurs multiples vers le coffret démodulateur. Un amplificateur à large bande et faible distorsion de phase fournit au limiteur la tension nécessaire. A la sortie de l'amplificateur principal, le signal est partagé entre deux voies.

La première, après nouvelle limitation et démodulation, restitue le signal video primitif. Un distributeur à deux directions délivre le signal à l'utilisation, d'une part, et aux organes de contrôle, d'autre part.

La deuxième voie à fréquence intermédiaire après nouvelle limitation et démodulation dans un discriminateur un peu différent du premier, applique sur l'amplificateur de contrôle de dérive une polarisation variable en fonction de la fréquence du signal reçu. Le potentiel de l'électrode reflex du klystron oscillateur local variant par le jeu du système de contrôle de dérive, asservit la fréquence du klystron à celle du signal reçu, en maintenant



FIG. 4. — Ensemble d'émission TM. 100.

réflecteur-cornet identique à celui de l'émetteur, terminé par un mélangeur à cristal symétrique d'où, par battement avec le klystron oscillateur local, on obtient un spectre de fréquence centré sur 111 Mc/s.

Un préamplificateur à la fréquence intermédiaire élève le signal à un niveau suffisamment fort pour que l'on puisse le transporter sans inconvénient dans l'un des coaxiaux du câble à conduc-



FIG. 5. — Ensemble de réception TM. 100 ou TM. 110.

fixe la position du fond de l'impulsion de synchronisation sur la caractéristique du discriminateur video.

A la sortie de celui-ci, un filtre passe-bande sépare la sous-porteuse 11,15 Mc/s du son, qui était incluse dans le spectre global de modulation.

Une chaîne de réception classique à modulation de fréquence restitue le signal son primitif. La sortie basse fréquence, d'impédance 200 ohms, se

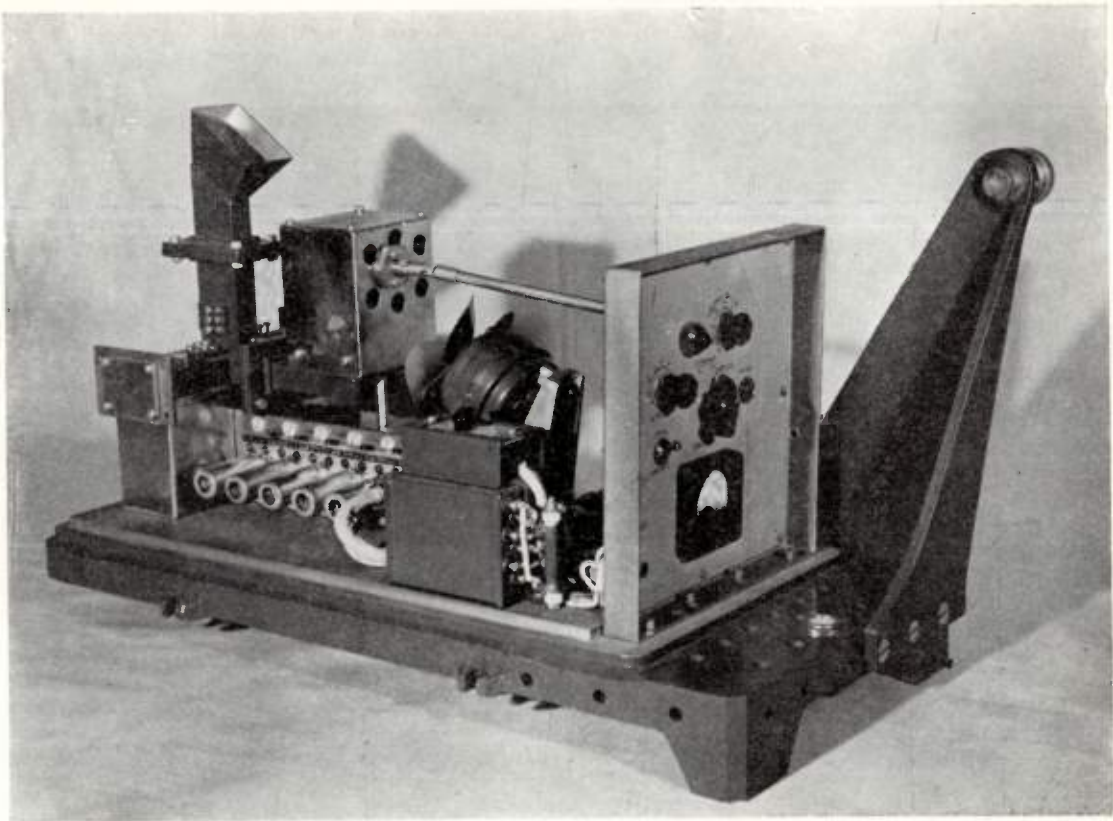


FIG. 6. — Vue du coffret aérien récepteur.

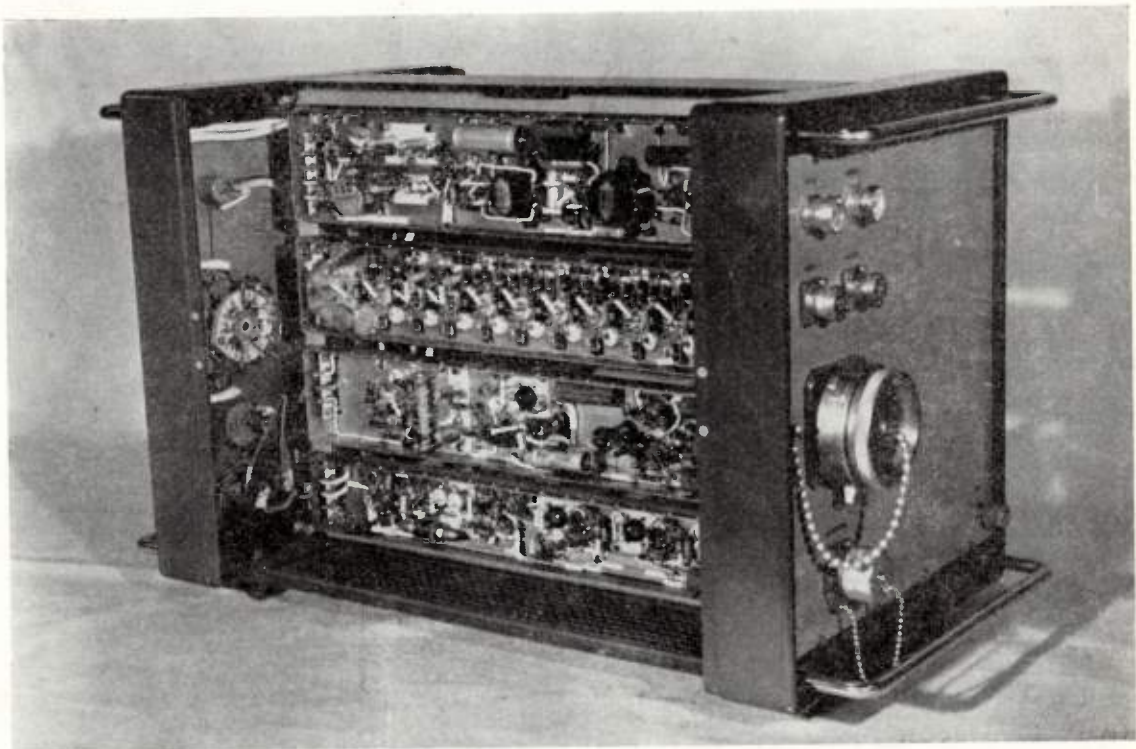


FIG. 7. — Vue du coffret récepteur.

fait sur paire blindée. Une prise de contrôle à haute impédance est connectée en parallèle sur la sortie et permet d'envoyer le son aux organes de contrôle.

III. 2. 2 — Présentation des équipements :

La figure 4 représente un ensemble d'émission TM. 100 — 0,1 watt. On voit, à la partie inférieure, le coffret modulateur, sur le panneau avant duquel on trouve : les atténuateurs video et son, la commande de la tension reflex du klystron, l'inverseur signaux d'entrée — signaux internes et le sélecteur commutant sur l'appareil de mesure les différents contrôles essentiels.

Deux prises permettent, l'une un contrôle supplémentaire du son, l'autre l'enfichage d'un appareil téléphonique relié soit au caisson support d'aérien, soit au réseau. Sur le panneau arrière, sont disposées les fiches d'entrée et de contrôle video et son. Le caisson support d'aérien est fixé sur un trépied robuste et maniable.

Sur la face avant, un hublot étanche permet d'accéder aux manœuvres et contrôles nécessaires en cas de remplacement d'un tube, ainsi qu'à la commande de l'ondemètre. Sur le dessus du capot, un habitacle fermé par une fenêtre étanche abrite le cornet.

Le réflecteur parabolique attaché au caisson par deux bras rigides et deux crochets, est aisément démontable.

L'ensemble d'émission TM. 110 1 watt que l'on voit sur la figure 5 est semblable au TM. 100 — 0,1 watt. Le relais TM. 110 comprend un coffret d'alimentation haute tension supplémentaire.

Les ensembles de réception TM. 100 et TM. 110 sont identiques. Leur composition est encore celle de la figure 4, c'est-à-dire : le caisson support d'aérien monté sur trépied, le coffret d'alimentation et le coffret démodulateur.

Sur le panneau avant de ce dernier, on trouve les mêmes commandes, contrôles et fiches que sur le coffret modulateur, à part l'inverseur de signaux, remplacé par une commande du gain M.F. Le panneau arrière est également identique.

Le hublot étanche du caisson support découvre les commandes mécanique et électronique du klystron oscillateur local, ainsi qu'un sélecteur commutant en particulier l'appareil de mesure sur le courant grille du limiteur à fréquence intermédiaire. Le pointage de l'aérien est, de la sorte, rendu très aisé; l'opérateur peut suivre directement la variation du champ reçu en manœuvrant le caisson en site ou en azimut.

La technique de construction est illustrée par les figures 6, 7 et 8. On notera l'accessibilité de tous les organes, même en fonctionnement. Les fonctions de chaque voie sont bien séparées et les châssis correspondants aisément démontables, ce qui facilite la maintenance. Les coffrets modèle B de la figure 6 sont fermés sur les côtés par deux panneaux ajourés à verrouillage rapide.

IV — PERFORMANCES ÉLECTRIQUES.

Le matériel répond à la spécification SN. 611 E de la Radiodiffusion Télévision française sur les relais mobiles. La fréquence de fonctionnement peut être, par un réglage simple, choisie arbitrai-

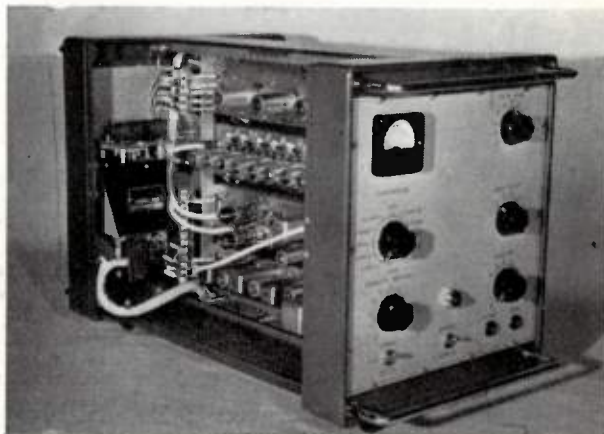


FIG. 8. — Vue du coffret récepteur.

rement dans la bande 6 400-6 900 Mc/s. Seul, l'accord du discriminateur H.F. est à modifier, de façon à faire apparaître le signal video sur la sortie contrôle de l'émetteur.

— Video :

— Tension crête à crête du signal video à l'entrée : 0,5 à 1,2 V;



FIG. 9. — L'une des tours utilisées pour le reportage des 24 h. du Mans à Parçay-les-Pins, au nord de Bourgueil.

— Tension crête à crête du signal video à la sortie : 1,2 v max;

— Impédance : 75 ohms coaxial;

— Bande passante : 50 c/s à 10 Mc/s;

— Réponse amplitude-amplitude : compression négligeable;

— Dérivation onde carrée 50 c/s : 5 % max;

— Modulation résiduelle : 2 % max;

— Rapport signal/bruit crête à crête : 40 dB à 50 km pour TM.110 et à 20 km pour TM.100;

— Diaphonie du son 52 dB.

— Son :

— Tension du signal son à l'entrée et à la sortie : 0,775 V eff à 3,1 V eff;

— Impédance : 200 ohms symétrique;

— Bande passante : 50 c/s à 8 000 c/s ;

— Distorsion harmonique < 2 %;

— Rapport signal/bruit 55 dB à 50 km pour TM.110 et à 20 km pour TM.100;

— Diaphonie de la video 56 dB.

Au cours de la liaison expérimentale de Juin 1954 entre Paris et Angers, réalisée sur 300 km par 6 trajets de 50 km chacun environ, on a pu mesurer, au bout de la chaîne, un rapport signal/bruit de 35 dB pour la video et 50 dB pour le son, y compris les diaphonies d'une voie sur l'autre. Ces résultats sont dus en partie au bon rendement (0,64) des aériens utilisés.

Après une période de mise en route de quelques minutes, en début de journée, il n'a pas été constaté de détérioration de l'image ou du son par la dérive en fréquence des klystrons émetteur et oscilateur local.

Bien que l'expérience ait eu lieu à une époque de l'année déjà peu favorable et pendant une période assez prolongée, il n'a pas été constaté de fadings mesurables.

La mise en place d'une telle chaîne de relais peut être effectuée très rapidement (1 ou 2 jours à condition de choisir soigneusement d'avance les emplacements). Cette mobilité est intéressante pour l'établissement des liaisons semi-fixes et des reportages.

À l'issue d'essais préliminaires réalisés à l'occasion de la célébration du Soixantenaire de l'Ecole Supérieure d'Electricité ce type de relais fut incorporé dans le réseau provisoire mis en place pendant les échanges internationaux de l'Eurovision.

Ainsi, de Mai à Juin 1954 les relais TM 110 ont alimenté les liaisons suivantes :

— Paris-Tours;

— Paris-Angers;

— Le Mans-Paris;

— Lille-Flobecq-Bruxelles-Liège;

— Lille-Cassel;

— Milan-Monte Generoso (Lugano) ;

— Mont-Chasseral-Bernie;

— Mont-Chasseral-Bâle;

— Relais entre Hanovre et Berlin, et à Stuttgart.

V — CONCLUSIONS.

Les qualités techniques essentielles d'un relais étant définies par :

Le rapport signal/bruit à une distance donnée;

Et par la bande passante video ou par la quantité d'information susceptible d'être transmise par le relais ;

Le relais TM. 110 peut trouver des applications très diverses en dehors du domaine de la télévision, en particulier pour les multiplex téléphonie et radiodiffusion, ainsi que dans la transmission des signaux radar.

L'étude de ces relais a été menée à bien par une équipe de techniciens C.S.F. sous l'égide de M. SAFA. Nous remercions également M. SIMON pour son aimable concours dans l'étude des aériens.

PROJECTEUR DE TÉLÉVISION POUR GRAND ÉCRAN

PAR

M. ALLARD

*Ingénieur à la Division « Télévision »
de la Compagnie Française Thomson-Houston*

1. Choix du principe de la projection.

Dans l'état actuel de la technique, on se trouve en présence de deux classes de projecteurs pour télévision.

La première, groupe des appareils dans lesquels le dispositif électronique (apparenté au tube à rayons cathodiques) contrôle un faisceau de lumière parallèle issu d'une source séparée.

A cette classe se rattache le système à film intermédiaire. On y range également l'eidophore.

Les appareils de la première classe (relais surfaciques) possèdent un rendement théorique supérieur, mais malgré de très importants efforts de leurs créateurs n'ont pas encore donné lieu à des réalisations pratiques.

La seconde classe concerne les appareils où la lumière est produite directement par l'impact d'un rayon cathodique sur une couche fluorescente.

C'est un système de la seconde classe qui a été choisi pour la réalisation qui vient d'être présentée à Paris. La mise au point de ce système résulte d'une collaboration entre la C. F. T. H. et la Société Anglaise Cintel.

2. Système optique.

La lumière issue de l'écran fluorescent n'est pas constituée par des rayons parallèles. Aussi l'obligation, pour obtenir un éclaircissement suffisant de recueillir la majeure partie des rayons et de les diriger vers le système optique de projection, rend la technique de réalisation délicate.

L'éclaircissement de l'écran de projection est donné par l'expression.

$$E = \frac{BS}{d^2}$$

B = brillance de la pupille de sortie.

S = surface de la pupille de sortie.

d = distance entre pupille de sortie et écran de projection.

En ce qui concerne le système optique, il y a intérêt à augmenter $\frac{S}{d^2}$ donc à augmenter le diamètre du système optique ou à diminuer la distance à l'écran.

On conçoit que la première solution soit limitée pour des raisons d'ordre économique et la seconde

par l'augmentation de l'angle d'incidence des rayons.

Le système optique utilisé est celui de Schmidt utilisant un miroir sphérique et une lentille correctrice asphérique placée au centre de courbure du miroir.

Le miroir sphérique n'a pas d'aberration chromatique. Les aberrations de sphéricité sont faibles si on prend la précaution de diaphragmer et d'utiliser une surface objet sphérique et concentrique au miroir. On évite le diaphragme tout en maintenant les aberrations de sphéricité à une faible valeur en utilisant une lentille correctrice asphérique, faiblement convergente au centre et faiblement divergente sur les bords.

D'un compromis entre les différentes aberrations résulte la distance projecteur-écran, qui est environ de 15 mètres.

Pour réduire encore les aberrations, il est indiqué d'utiliser une surface-image sphérique et concentrique au miroir. C'est pourquoi on a mis au point un écran concave à concavité horizontale, sens de sa plus grande dimension.

La mise au point optimum s'obtient en ajustant successivement :

- la distance du projecteur à l'écran,
- l'orthogonalité de l'écran par rapport à l'axe,
- l'orthogonalité de l'écran fluorescent, du miroir et de la lentille,
- la distance miroir-écran fluorescent
- la distance miroir-lentille.

Les dimensions de l'image sont de $6,50 \times 5,10$ mètres. Le miroir est en verre épais de 70 cm de diamètre ; il est recouvert d'un dépôt d'aluminium sous vide sur sa face concave.

La lentille, en plexiglass, a un diamètre de 43 cm. L'ouverture relative correspondante est de 1,1.

3. Tube cathodique de projection (fig. 1).

Les tubes en forme de pipe étaient en faveur avant-guerre. Ils permettaient de déposer la poudre sur une plaque métallique épaisse, supprimant de ce fait le potentiel-limite de l'écran dû à l'émission secondaire et facilitant le refroidissement. La brillance de ces écrans était de l'ordre de 1 bougie/cm². Elle était limitée en particulier par la saturation rapide des sulfures constituant la pou-

dre. La haute tension est limitée à 50 kV pour des raisons de commodité, de réalisation et d'emploi.

L'inconvénient majeur de ces tubes était l'obliquité du faisceau cathodique par rapport à l'écran. Un nouveau modèle de tube cathodique de forme normale à écran presque plat de 23 cm de diamètre a été mis au point.

Sa poudre est constituée d'un mélange de nouveaux silicates à fluorescence jaune et bleue ayant une brillance spécifique supérieure.

4. Projecteur.

Le projecteur comprend le tube avec ses bobines de concentration, de déviation et d'alignement du faisceau, l'amplificateur video final, un dispositif facultatif de « spot wobble », un certain nombre de dispositifs de sécurité coupant la T. H. T. s'il y a défaut de balayage. Une petite soufflerie refroidit le canon du tube et une soufflerie à grand débit avec filtre à poussières refroidit sa face antérieure.

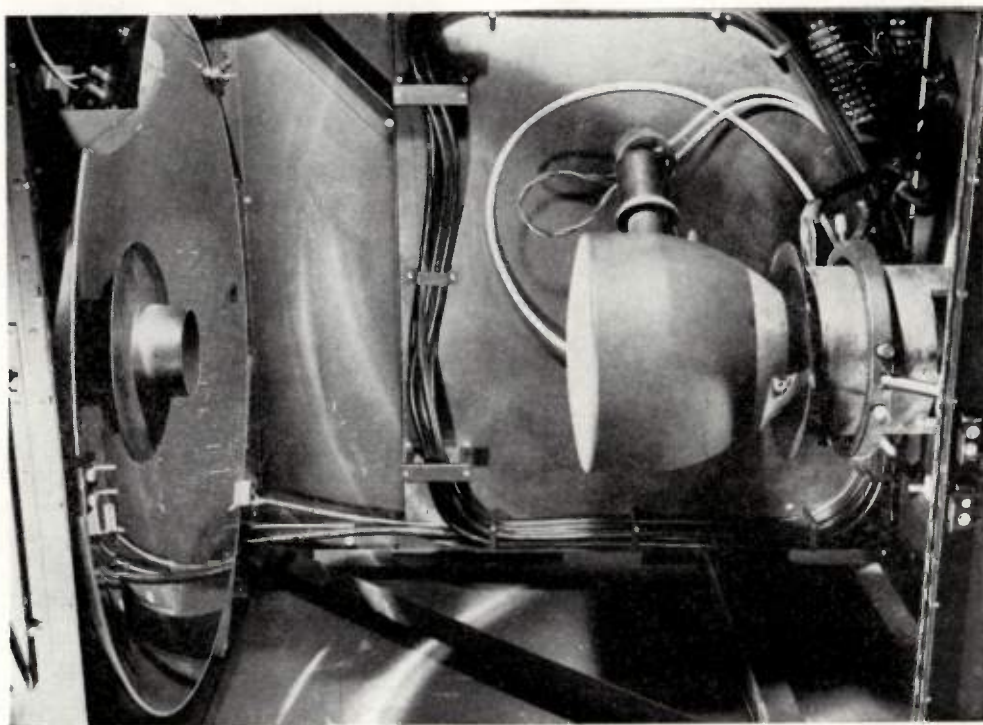


FIG. 1. — Tube de projection et miroir optique

Le courant de faisceau peut atteindre 15 mA à 50 kV. L'écran est métallisé et il est nécessaire de le refroidir extérieurement par un débit d'air frais d'au moins 3 m³ par minute. La brillance obtenue atteint 3,5 bougies/cm², ce qui correspond à une dissipation de 3 watt/cm² d'écran environ.

Avec cette forme de tube, la face avant est exposée aux rayons X que produit le bombardement du faisceau cathodique. Le verre prend progressivement une couleur brune que l'on fait disparaître par un traitement thermique approprié. Ce traitement peut être répété un certain nombre de fois de façon à prolonger la vie du tube.

Le canon du tube est du type triode, la cathode est en tungstène pur.

Le mélange de silicates fluorescents a une efficacité de 2 à 3 bougies par watt pour les faibles courants de faisceau, cette efficacité étant encore d'environ 1 bougie par watt pour 15 mA, malgré la saturation.

Un correcteur de gamma dans l'amplification video rétablit la linéarité de contraste.

L'ensemble est contenu dans un caisson à parois d'acier, évitant l'émission de rayons X. Une vitre au plomb permet l'observation directe de l'image sur le tube. Un grillage sur la face avant laisse passer les rayons lumineux en évitant l'introduction accidentelle de petits objets. L'ensemble est monté sur un chariot à roues caoutchoutées et orientables de façon à permettre une mise en place et un escamotage rapide lorsque c'est nécessaire. Un opérateur, qui peut se placer à l'endroit de son choix pour effectuer le contrôle de l'image, dispose d'une petite boîte de télécommande placée sur ses genoux et reliée au projecteur par un câble. Il peut contrôler le contraste, la brillance, la concentration et, s'il le désire, arrêter tout l'installation.

5. Générateurs T. H. T. (fig. 2)

En dehors du projecteur, l'équipement se compose d'un appareillage auxiliaire, qui comprend un pupitre de contrôle (fig. 3) et 4 armoires d'alimentation. Deux de ces armoires contiennent le générateur T. H. T. de 50 kV. Un dispositif de régulation à grand gain et à faible constante de temps permet de doser l'amplitude de la tension

alternative appliquée à l'étage de puissance et par conséquent de maintenir constante la T.H.T. pour toute variation de débit comprise entre zéro et 15

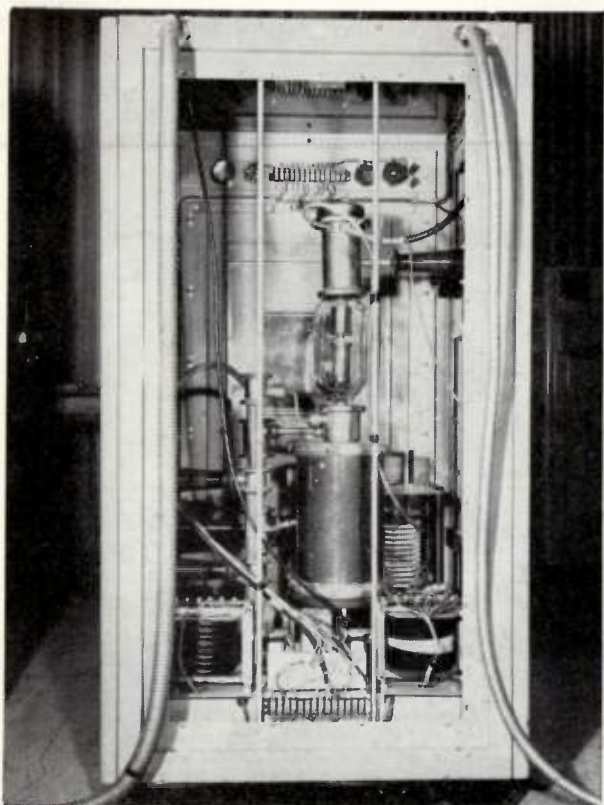


FIG. 2. — Générateur 50 kV

mA. Une diode saturée, limite le débit maximum à 15 mA.

6. Autres circuits spéciaux

Deux armoires contiennent l'ensemble des alimentations et des polarisations qui sont toutes stabilisées électroniquement.

Par ailleurs, l'alimentation 50 c/s est fournie par un régulateur comportant une inductance à noyau saturable. Une attention spéciale a été apportée au système de déviation. La bobine de déviation présente une disposition en cage d'écureuil; les barres actives sont noyées dans des alvéoles que comporte le noyau feuilleté. L'excellente géométrie résultant de cette disposition va de pair avec une linéarité soignée des balayages. Le courant de balayage ligne est produit par 4 tubes EL 38 fonctionnant en étage de puissance avec récupération et 4 tubes EL 37 en sortie cathodique modulant la H.T. d'alimentation des tubes précédents avec des signaux de correction. Le balayage image utilise en étage de sortie un seul tube 6V6 avec contre-réaction. Une partie des courants de balayage est utilisée pour balayer le tube cathodique du pupitre de contrôle.

La modulation du tube de projection nécessite une tension video de 500 volts crête à crête. Cette tension est produite par une chaîne d'amplificateurs de largeur de bande convenable.

Un dispositif de clamping restitue la composante continue. L'étage final est équipé d'un tube d'émission QQE06/40 à refroidissement par air forcé. Le

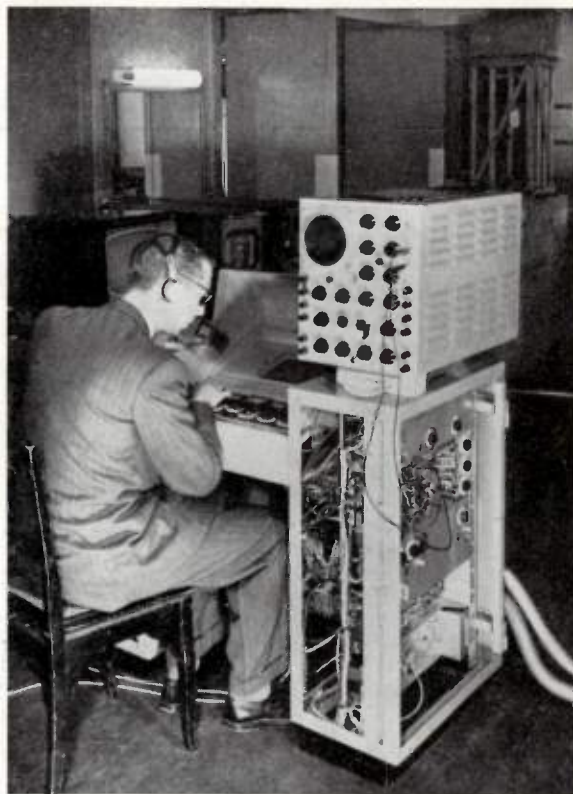


FIG. 3. — Pupitre de commande

courant dans la bobine de concentration du tube de projection est modulé par des courants d'allure parabolique à la fréquence de ligne et d'image. La concentration résultante est d'une uniformité remarquable. Toute l'installation consomme 5 kW.

7. Applications.

Les deux démonstrations faites le 11 mai et les 3 et 4 juillet derniers respectivement, au Palais de Chaillot et à la Salle Pleyel, ont donné deux exemples des applications possibles de ce type d'appareil.

Dans le premier cas, l'équipement se trouvait à l'extrémité d'un relais portatif de 300 km. Dans le second cas, il se trouvait au bout d'une chaîne comprenant 1 000 km de relais de différents types, un convertisseur 625/819 lignes et une transmission H.F. normale par l'émetteur de la Tour Eiffel. Malgré la perte de qualité résultant de ces nombreux intermédiaires les images finales présentaient pour le public un intérêt incontestable.

Les explosions d'enthousiasme qui se sont manifestées à la Salle Pleyel lors de la retransmission de la Coupe du Monde de Football 1954 ont été la plus belle récompense pour tous les techniciens qui ont collaboré à l'étude et à la fabrication de cet appareil.

L'ÉQUIPEMENT DE TÉLÉCINÉMA DE LA C.F.T.H.

PAR

M. TAFFLET

*Ingénieur à la Division Télévision
du Groupe Electronique
de la Compagnie Française THOMSON-HOUSTON*

I. — CHOIX DU SYSTÈME.

Il existe actuellement un certain nombre de systèmes de télécinéma basés sur deux principes d'analyse totalement différents :

- a) analyse sur mémoire ;
- b) analyse directe (flying-spot).

Le second principe paraît, à priori, plus séduisant, si l'on en juge par la qualité des images obtenues par deux firmes anglaises, qui ont réalisé des équipements suivant le standard britannique (405 lignes avec une bande passante de 3 mc/s maximum); toutefois, la réalisation d'un flying-spot moderne nécessite la construction des machines de projection spéciales et essentiellement différentes de celles qui sont utilisées dans les salles de cinéma. Le prix de ces projecteurs, exécutés en tout petit nombre d'exemplaires seulement, est très élevé et l'étude en est difficile. Le standard français exigeant une bande de 10 Mc/s minimum, il n'est pas aisé, surtout dans le cas du 16 mm, d'avoir un rapport signal/souffle suffisant, ce qui rend délicate, sinon impossible, la mise au point d'un correcteur de contraste vraiment efficace.

De plus, pour éliminer les effets de « flicker » toujours désagréables, on est amené à exiger une réalisation mécanique et optique très soignée. Enfin, pour assurer une très grande stabilité d'image, il paraît indispensable d'asservir le moteur d'entraînement des dérouleurs sur les signaux de synchronisation image, le secteur présentant des variations de phase plus ou moins rapides par rapport à ces signaux, qui sont délivrés par un générateur à grande inertie électrique.

Pour toutes ces raisons, il apparaît à l'évidence que les systèmes de télécinéma à analyse directe conduisent à la réalisation d'équipements de mise au point délicate et relativement coûteux.

C'est pourquoi, la C.F.T.H. a orienté ses études vers des équipements du premier type : analyse

sur la mémoire d'un tube du type supérioriconoscope.

L'écueil souvent rencontré dans ce genre d'analyse était la présence de signaux parasites qui se manifestent sous forme de taches et de bordures blanches en bas et à droite de l'image. Ces signaux parasites étaient dus à une redistribution non uniforme des électrons secondaires sur la cible de l'analyseur. En 1943 et 1946, la C.F.T.H. avait déposé deux brevets : n° 901.393 et 931.306 pour l'amélioration du système ; l'étude a été reprise depuis lors et la réalisation a prouvé qu'il est possible d'obtenir une image parfaitement uniforme.

II. — FONCTIONNEMENT.

Sans prétendre faire dans cette très brève description la théorie exacte du fonctionnement du supérioriconoscope, nous allons schématiquement en donner l'explication dans le cas qui nous intéresse (fig. 1).

Le cycle de fonctionnement se décompose en trois temps nettement différents :

- a) polarisation de la cible ;
- b) projection de l'image ;
- c) analyse.

1^{er} temps.

Un néon N placé à l'avant du tube éclaire pendant un temps très court la photocathode PC qui envoie un flux uniforme d'électrons sur la cible C (le faisceau d'analyse étant coupé). Pendant le même temps, une impulsion négative de quelques volts est appliquée sur l'anode A; la cible prend alors un potentiel uniforme qui est à peu près celui de l'anode A.

2^e temps.

Le néon N étant éteint, et l'anode ramenée au potentiel O, l'image du film arrêté est projetée sur

la photocathode. Comme dans le cas de la prise de vue directe, un relief de potentiel vient se former sur la cible mais avec cette différence que l'anode qui est alors positive par rapport à la cible attire tous les électrons secondaires.

3^e temps.

L'image du film est masquée par un obturateur et tous les points de la cible sont alors déchargés

Le groupe d'analyse.

Ce groupe comprend (fig. 2) dans le cas du format 35 mm, deux dérouleurs placés face à face, un système de commutation optique entre les deux objectifs, une caméra qui renferme, outre le tube analyseur, les circuits de balayage, de préamplification vidéo et un générateur d'impulsions. Le grandissement de l'image étant de 1 environ, chaque projecteur est équipé d'un objectif de 150 mm.

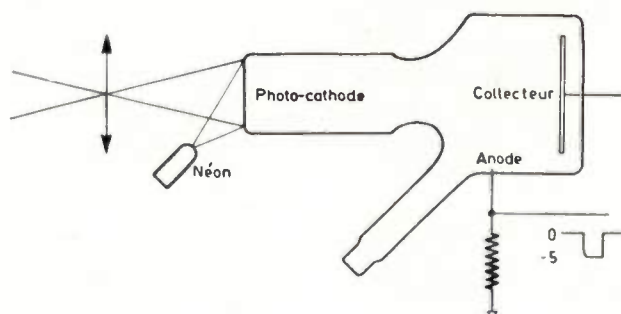


FIG. 1. — Schéma du tube analyseur.

dans le noir par un faisceau d'électrons qui la balayent suivant le procédé classique.

L'émission secondaire de la cible ayant tendance à se saturer, trois phénomènes principaux se manifestent :

- 1°) le niveau du signal augmente ;
- 2°) les signaux parasites sont éliminés ;
- 3°) il apparaît un niveau de référence.

Ces phénomènes permettent l'adoption de projecteurs d'un type standard, sur lesquels on effectue les 3 modifications mineures suivantes :

— remplacement du moteur asynchrone par un moteur asynchrone-synchronisé à déphasage réglable ;

— modification de l'ouverture de l'obturateur qui est réduite à 5 % seulement ;

— remplacement de la lanterne à arc par une petite lanterne équipée avec une petite lampe à incandescence.

Les images de chaque dérouleur sont alternativement envoyées dans une caméra unique à l'aide d'un jeu de miroirs.

III. — DESCRIPTION DE L'ÉQUIPEMENT.

Le matériel conforme aux normes de la R.T.F. se décompose en trois parties :

- a) le groupe d'analyse ;
- b) le meuble contrôle destiné aux opérateurs, ce meuble est situé à côté du groupe d'analyse ;
- c) le meuble équipement ; ce meuble est placé dans une salle voisine.

de distance focale alors que la caméra porte un objectif de 170 mm. (fig. 3). La seule particularité de la caméra est son préamplificateur qui élimine les signaux parasites qui se produisent lors du 1^{er} et du 2^e temps.

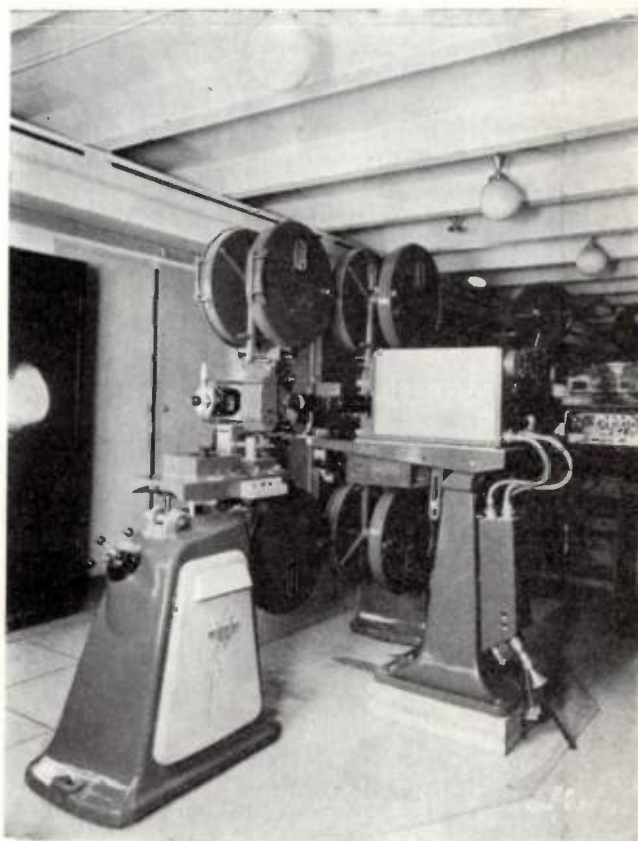


FIG. 2. — Groupe d'analyse. On distingue les deux dérouleurs placés face à face et la caméra.

La caméra délivre un signal video corrigé, dont l'amplitude est de 0,1 volt environ. La commutation est faite à l'aide de deux miroirs à 90° se déplaçant verticalement ; un système de rampes et de micro-contacts arrête le dispositif lorsqu'il passe sur une des deux positions de travail. La commutation se fait automatiquement deux secondes après la mise en marche de chaque moteur.

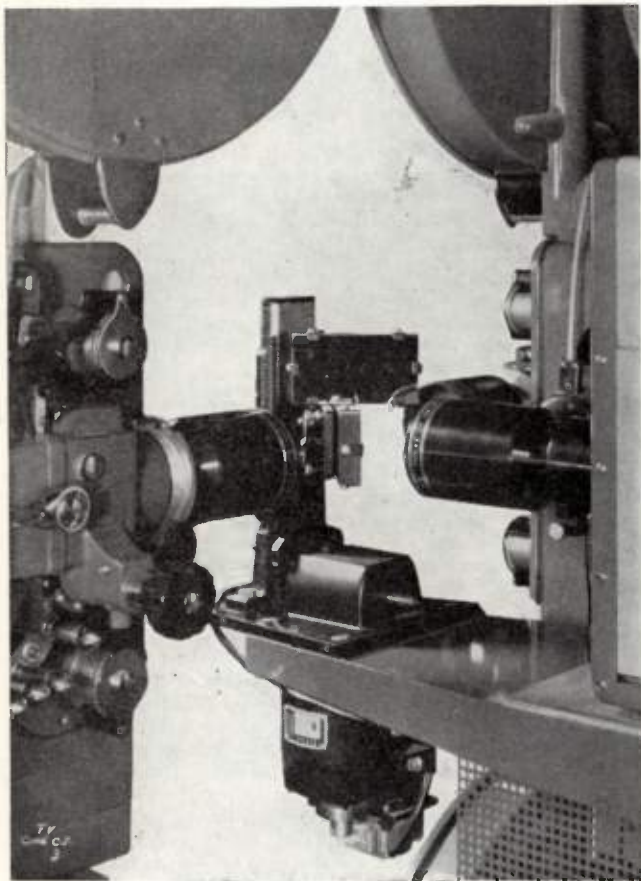


FIG. 3. — Détails du système de commutations des deux dérouleurs.

Dans le cas du format 16 mm. un seul projecteur est utilisé, le système de commutation est alors supprimé.

Le meuble de contrôle.

Ce meuble placé à côté des dérouleurs (fig. 4) porte deux récepteurs video, les préamplificateurs son (lecture optique et lecture magnétique) un ampli de puissance pour alimenter un haut-parleur de contrôle, un interphone et une alimentation pour les excitatrices des lecteurs optiques.

Le meuble équipement.

Ce meuble, relié à la caméra par un câble à 28 conducteurs, porte : la voie video, l'alimentation de voie, deux récepteurs de contrôle, un distributeur son, un amplificateur de puissance B.F. pour contrôle du son par haut-parleur, un interphone.

Le caisson de voie renferme tous les organes nécessaires à l'amplification video, à l'introduction des signaux de suppression, au réglage du niveau du noir, aux commandes balayages de l'analyseur et au fonctionnement d'un oscillographe de contrôle.

L'alimentation de voie contient deux alimentations stabilisées débitant chacune 200 V. 500 mA.

Le distributeur son reçoit un signal au niveau 0 dB et délivre 3 signaux au niveau + 12 dB. Un atténuateur et un vu-mètre permettent de régler le niveau de sortie.

IV. — CONCLUSION.

Sa simplicité, son prix de revient particulièrement bas, sa facilité d'exploitation, la qualité des images obtenues, font de cet équipement une réalisation extrêmement intéressante et susceptible de rendre à l'avenir les plus grands services.

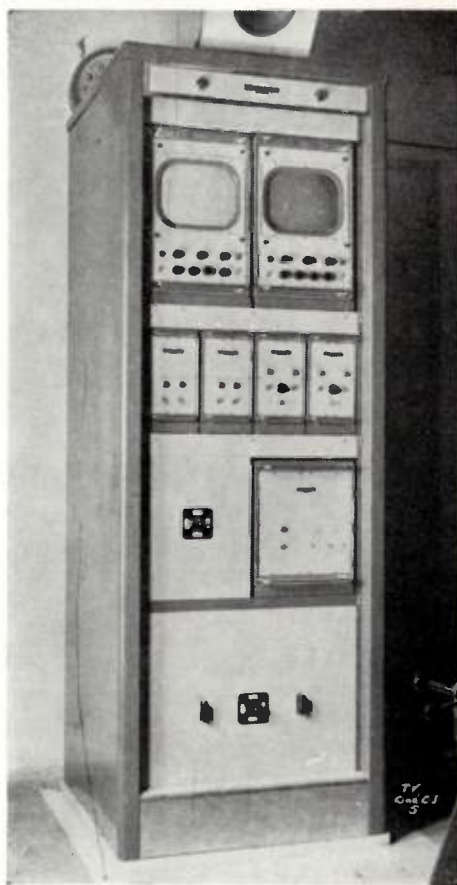


FIG. 4. — Meuble de contrôle.

Le « Vidicon » faisant des progrès rapides, il est permis de penser que dans un proche avenir ce tube pourra être utilisé dans des équipements du type Radiodiffusion ; sa grande rémanence en ferait alors un instrument idéal dans la technique du télécinéma. Le remplacement du supericonoscope utilisé actuellement pourrait être fait sans grandes modifications de l'appareillage.

VIE DE LA SOCIÉTÉ

Période du 1^{er} Octobre au 15 Novembre 1954

RÉUNION DU BUREAU

Le Bureau s'est réuni le Vendredi 8 Octobre 1954 sous la présidence de M. G. RABUTEAU, *Président de la Société des Radioélectriciens*.

Etaient présents : MM. AUBERT, BOUTHILLON, CABESSA, CHARLET, FROMY, MATRAS, MOULON, PICAULT, RIGAL.

Etaient excusés : MM. ANGOT, BESSON, LIBOIS, LESCHI, de MARE, PARODI.

Assistait à la séance : M. LOEB.

Au cours de cette séance les principaux points suivants ont été examinés :

1^o **Prix Henri Abraham**. — Fixation de la remise solennelle du Prix à MM. INDJOUJIAN et ANDRIEUX, au cours de l'Assemblée Générale de janvier 1955.

2^o **Médaille René Mesny**. — Le motif de la médaille sera étudié par M. MATRAS.

3^o **Programme des Réunions à la Sorbonne**.

4^o **Organisation du Colloque 1955** portant sur les aspects du « calcul des systèmes non linéaires ».

5^o **Colloque A. M. P. E. R. E.** — Le compte rendu des conférences du Colloque sera publié dans un numéro spécial de *l'Onde Electrique*.

6^o M. FROMY représentera la Société des Radioélectriciens à la Séance Solennelle en Sorbonne de l'Anniversaire de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

RÉUNIONS EN SORBONNE

Réunion du Samedi 23 Octobre 1954.

Au cours de cette séance présidée par M. R. AUBERT, *vice-Président de la Société des Radioélectriciens*, M. DANZIN, *Directeur Technique à la Compagnie Générale de TSF* fit un exposé sur « Les Pièces détachées en Radioélectricité ».

Le conférencier étudie d'abord la situation actuelle et l'évolution possible du problème sous l'influence de la croissance de l'emploi :

a) des lampes subminiatures.

b) des semi-conducteurs.

Après avoir dégagé les aspects particuliers de l'effort de recherches, de développement et de fabrication dans le domaine des pièces détachées, le conférencier développe le rôle des facteurs économiques tels que la qualité des matières premières, puis de l'énergie, étendue du marché, frais de lancement, de préparation.

Enfin l'importance du cahier des charges et de l'effort de normalisation est signalé. Le conférencier examine ensuite la situation internationale et la position française à la suite des travaux de la Commission Electronique Internationale de Philadelphie qui a notamment étudié les conditions d'élaboration des spécifications.

Dans cette élaboration la France peut jouer un rôle très important par la valeur de ses chercheurs et techniciens. Son marché, compte-tenu de sa population, doit devenir suffisamment important pour qu'elle puisse s'adapter à une évolution rapide, mais il est nécessaire de disposer de moyens relativement importants.

La communication de M. DANZIN donne lieu à divers échanges de vue notamment en ce qui concerne la permanence du service des pièces détachées déterminant la probabilité de pannes. Cela est particulièrement important dans les deux domaines de l'élec-

tronique de développement concernant les applications aux centraux téléphoniques et les applications industrielles.

Réunion du Samedi 13 Novembre 1954.

Cette séance présidée par M. G. RABUTEAU, *Président de la Société des Radioélectriciens*, avait pour objet un exposé de M. P. BOUVIER, *Ingénieur, Chef de Service au département Radar Hyperfréquences de la CFTH*, sur « Les Radars à poursuite automatique ».

ACTIVITÉ DES SECTIONS

Cinquième Section « Hyperfréquences ».

Réunion du Mercredi 27 Octobre 1954.

Cette Réunion présidée par M. R. WARNECKE était consacrée à un exposé de M. BOUIX, *Docteur-ès-Sciences*, sur : « Le gain et la surface effective des systèmes rayonnants en polarisation elliptique ». Le conférencier définit d'abord le gain et la surface effective d'un système rayonnant dans une direction donnée à partir des formules déjà connues qui expriment les champs électromagnétiques à l'infini d'un système rayonnant et d'une expression qui met en évidence un facteur caractéristique de la puissance émise par le générateur, un facteur caractéristique de la puissance rayonnée dans chaque direction et un facteur vectoriel complexe caractérisant la forme et l'orientation de l'ellipse de polarisation. Ensuite il considère deux systèmes rayonnants de dimensions finies très éloignés l'un de l'autre et, à partir d'une formule de réciprocité conséquence directe des équations de Maxwell, il établit l'existence d'une intégrale de surface invariante attachée au premier système. En prenant une surface particulière qui coupe la ligne de transmission qui, dans le premier système, joint le générateur à l'antenne, il met en évidence une relation entre le gain et la surface effective du premier système qui fait intervenir les polarisations de l'onde qu'il émet et de l'onde qu'il reçoit et un facteur qui dépend de la ligne de transmission ; si la ligne de transmission est à mode unique et adaptée à la fois sur le générateur et sur l'antenne, la relation prend la forme classique. Sinon, on doit conserver dans la formule un facteur relatif à la ligne de transmission.

VISITE

Deuxième visite de la tour hertzienne des P. T. T. de Meudon.

Cette visite a eu lieu le samedi 9 octobre 1954.

Une description sommaire des installations présentées aux visiteurs a été donnée dans la Vie de la Société du mois de Juillet 1954 (numéro 328 de *l'Onde Electrique*).

DISTINCTIONS HONORIFIQUES

Nous avons le plaisir d'annoncer la promotion dans l'ordre de la Légion d'Honneur de

M. H. PARODI, *Président de la Société des Radioélectriciens pour 1955*, au grade de Commandeur ;

Le R. P. LEJAY, *Ancien Président de la Société des Radioélectriciens*, au grade d'Officier.

MM. E. FROMY, *Vice président de la Société des Radioélectriciens*, au grade de Chevalier.

L. SARTRE, *Ancien Président de la Société Française des Electriciens*, au grade d'Officier ;

F. CAHEN, *Président de la Société Française des Electriciens*, au grade d'Officier.

DOCUMENTATION

La Société des Radioélectriciens a reçu pour sa bibliothèque :

Un exemplaire de la publication éditée par le CCIR sur les « diagrammes d'antennes » ainsi que le supplément n° 1.

Cet ouvrage porte plus particulièrement sur :

- les antennes verticales.
- les antennes rideaux en dipôles horizontaux.
- les antennes losanges.

Il peut être commandé au Service des Publications de l'UIT, Palais Wilson à Genève (Suisse), prix 18,45 F. S.

— un exemplaire de la publication de la Collection Technique et Scientifique du CNET sur : « Exercices et Problèmes de Radioélectricité à l'Usage de l'Ingénieur », par G. BASSERAS.

INFORMATIONS

Visite du Docteur Lee de Forest en France.

Le Docteur LEE DE FOREST et Madame, viennent de passer quelques jours à Paris.

Ils ont été reçus par M. M. PONTE, vice-président de l'Institute of Radio Engineers, au cours d'un dîner organisé en l'honneur du savant américain le 19 octobre 1954, auquel assistaient le Secrétaire d'Etat à la Recherche Scientifique, M. H. LONGCHAMBON, le représentant de l'Ambassadeur des Etats-Unis, M. Jones MATTHEW et des personnalités du monde de l'Electronique, des Télécommunications et des Industries Radioélectriques dont notre Président M. G. RABUTEAU.

M. M. PONTE prononça une allocution dont nous donnons ci-après quelques extraits.

Lorsque M. HEWLETT, Président de l'Institute of Radio-Engineers me fit part du projet de notre hôte d'accomplir cet été un vaste tour d'Europe et de le conclure par un séjour à Paris, j'éprouvai une grande joie à l'idée d'accueillir l'homme dont le génie inventif est à la base de l'industrie à laquelle je me suis consacré et dont nous bénéficions tous un peu plus chaque jour.



M. H. LONGCHAMBON, Secrétaire d'Etat à la Recherche Scientifique s'entretient avec le Dr Lee de FOREST, lors du banquet offert en son honneur par M. PONTE, Vice-Président de l'Institute of Radio Engineers.

Nous avons voulu, en nous réunissant ce soir, rendre hommage au Docteur de FOREST et plus encore le féliciter. Le féliciter chaleureusement de son merveilleux esprit d'entreprise, de son énergie indomptable, de son courage et de sa clairvoyance qui nous donnent pleine confiance dans les destinées de l'électronique dont il a prévu bien des

développements et qu'il doit souvent regarder comme un enfant vigoureux, mais prodigue.

Je tiens enfin à adresser mes vifs remerciements au nom de l'Institute of Radio-Engineers et en mon nom personnel aux éminentes personnalités américaines et françaises qui entourent notre hôte. Leur présence témoigne de la profonde vénération que nous portons à l'un des plus grands savants contemporains et à l'un des meilleurs fils de la grande nation américaine. Je remercie tout particulièrement



Le Dr Lee de FOREST examinant l'émetteur de télévision de Paris, construit par la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil.

Monsieur le Secrétaire d'Etat à la Recherche Scientifique et au Progrès Technique d'avoir bien voulu accepter d'être ici : sa présence parmi nous montre que, dans la foule de facteurs dont il tient compte dans l'organisation de la recherche en France, il n'oublie pas que la valeur des individus importe et qu'il faut favoriser l'éclosion des vocations telles que celle du Docteur de Forest.

Autour de Monsieur le Ministre LONGCHAMBON, lui-même physicien, vous avez, cher Docteur de FOREST, les grands noms de la recherche, de l'Enseignement, des Administrations et de l'Industrie françaises dans le domaine de l'Electronique, juste hommage à votre personne.

Vous êtes, de plus, cher Docteur de FOREST, un ami de notre pays. En 1908, le Colonel FERRIÉ vous accueillait à Paris et mettait à votre disposition la grande antenne de la Tour Eiffel, grâce à laquelle vous réussissiez une remarquable liaison radio-téléphonique avec Marseille. Il est juste de dire qu'avant de vous laisser utiliser sa grande antenne le Colonel FERRIÉ vous avait mis à la portion congrue et imposé un essai avec la petite, amarrée à la première plateforme de la Tour.

M. PONTE rappelle ensuite les difficultés auxquelles a dû faire face le Docteur Lee de FOREST et poursuit en ces termes :

C'est au milieu de ces difficultés, de ces soucis, que dans les quelques heures de calme que vous dérobiez lors de vos heures de veille à l'écoute d'un lointain signal, vous pensiez à améliorer sans relâche les dispositifs techniques de vos appareils.

La lampe à trois électrodes est née ainsi. Cette invention essentielle vous ne la devez pas au hasard des tâtonnements de laboratoire, mais à la conclusion logique d'un raisonnement de grand physicien. Par vos travaux, votre culture scientifique et votre foi, vous réalisez votre fameux audion, comme vous alliez pouvoir, grâce à ces mêmes qualités, en extraire toutes les possibilités et en pressentir de nouveaux développements.

Peu sensible, nous l'avons vu, au charme du cohéreur à limaille, vous aviez remarqué en 1900 que la flamme d'un bruleur à gaz « répondait » à l'émission d'un petit poste à étincelles. Vous aviez très vite remarqué aussi que l'effet était de nature acoustique, car placée dans la pièce voisine de celle où se trouvait l'émetteur votre flamme restait imperturbablement brillante quand le poste marchait. Votre désillusion n'abattit pas votre enthousiasme, car vous étiez

convaincu qu'il existait un phénomène d'ordre électromagnétique. Trois ans plus tard, vous aviez le rare privilège d'avoir raison : les signaux radioélectriques étaient bien captés par votre détecteur à flamme, appareil d'une simplicité désarmante avec ses deux électrodes de platine plongeant dans la flamme d'un bec Bunsen, et montées en série entre l'antenne et la terre. Ce succès, Cher Docteur de FOREST poète incorrigible depuis que la Muse distrait vos nuits passées à l'écoute des signaux de la Marine américaine, vous l'avez qualifié de mots charmants quand vous disiez que « le bec Bunsen n'était encore qu'une bien faible flamme pour explorer la caverne des joyaux de l'électronique ».

Trop faible pour éclairer notre caverne actuelle, ce détecteur à flamme était beaucoup trop explosif pour trouver place à bord d'un bâtiment, aussi décidiez-vous de substituer à cette flamme barbare un filament de carbone incandescent pour chauffer les gaz ionisés. Après bien des ennuis technologiques, vous réalisiez votre détecteur à deux batteries, l'une pour le filament, l'autre pour la plaque, que vous appeliez l'aile (wing) à cette époque, puis très vite, en 1906 vous y ajoutiez cette fameuse troisième électrode qui contrôle aujourd'hui des millions de kilowatts. L'effet fut immédiat, et les signaux que vous réussissiez à détecter parvinrent dans vos écouteurs avec une puissance inaccoutumée.



Le Dr Lee de FOREST, entouré d'ingénieurs CSF, se retrouve au sommet de la Tour Eiffel 46 ans après y avoir effectué ses premiers essais de transmissions radiotéléphoniques.

C'était bien, mais cela ne vous suffit pas. Vous sentez immédiatement toutes les possibilités du tube. En quelques années, vous mettez au point d'abord un amplificateur. C'est en 1912, et pour mesurer les gains d'amplification, vous n'utilisez pas les décibels des téléphonistes modernes, mais bien des « blocks » ou des « demi-blocks », ces blocs ou ces demi-blocs étant le nombre de pâtés de maison dont vous pouviez vous éloigner de votre laboratoire en conservant au même niveau de bruit les hurlements d'un haut-parleur.

Puis, en août de cette même année, vous découvrez le principe de la contre-réaction et tout naturellement les oscillateurs à basse fréquence. — Vous donnez à l'audition capable d'osciller et d'engendrer ainsi des ondes de haute fréquence, le nom d'Oscillon ou Ultra-Audion et surtout vous vous mettez à en construire !

C'est le cinéma parlant qui accapare votre activité après la guerre. Vous êtes le premier à avoir songé et réussi à faire du cinéma parlant « tout électronique » une réalité industrielle, avec le Phonofilm qui fut présenté en Avril 1923, mais le cinéma muet marchait si bien à cette époque que les producteurs attendirent avant de lancer le procédé.

Vous êtes de la race des pionniers et nous sommes si fiers et si heureux de saluer en vous le descendant en ligne directe du pionnier français JESSE DU FOREST, qui partit d'Avesnes en terre de France, participer à l'établissement de New-York, la ville même qui vit vos premiers succès et abrita vos inventions. C'est peut-être en échange

de ces bons procédés que vous êtes accueilli ce soir par un vice-président français de l'Institut américain des Radio-Engineers.

En vous souhaitant la bienvenue pour Mrs de FOREST et vous-même je propose un toast en votre honneur et je vous demande de le placer dans le cadre de l'amitié franco-américaine et de la collaboration scientifique entre nos deux pays.

Nous voudrions continuer ce bref voyage à travers votre œuvre, vos trois cents inventions, nous arrêter à ses aspects multiples, à cette inquiétude qui vous assaillait quand trop pressé par les soucis techniques ou industriels du moment, vous deviez abandonner une idée ; vous redoutiez alors moins que d'autres s'en emparent que de la laisser inexplorée et stérile.

NOUVEAUX MEMBRES

MM.	Présentés par MM.
ALLEZARD, Roland, Albert, Ingénieur radio au C.N.E.T.	CAU et COMBE d'ALMA.
AYCOBERRY, Claude, François, Jean, élève à l'E.S.E. (Division Radioélectricité et Electronique)	DAUPHIN et GAUSSOT.
BARREGE, Roger, Professeur Agrégé de Mathématiques, à la Faculté des Sciences de Nancy	GOUDET - PIERRET.
BARRET, Jean-Pierre, Ingénieur Radio E.S.E. ...	DAUPHIN - GAUSSOT
BAUDRY, Yves, Paul, élève à l'E.S.E. (Division Radioélectricité et Electronique)	DAUPHIN - GAUSSOT
BELLOT, Guy, Paul, Lucien, élève à l'Ecole Nationale de Radiotechnique et d'Electricité appliquée	OLIVIER et RAUX
BENOIT, Gabriel, Directeur Commercial de la S.F.R.	AUBERT et FAGOT.
BENOIT, Antoine, Directeur Gérant de Radiosolo à Nancy	GOUDET - PIERRET.
BERARD, Michel, élève à l'E.S.E. (Division Radioélectricité et Electronique)	DAUPHIN - GAUSSOT
BERNARD, Louis, Directeur commercial S.A. Philips (Nancy)	GOUDET - PIERRET.
BERNARD, Claude, Charles, Louis, agent technique étude radioélectricien au L.R.B.A.	NIOGRET - PIERRON.
BIZETTE, Henri, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy	GOUDET - PIERRET.
BOIRAT, Robert, Gabriel, Ingénieur Radio E.S.E. .	Mme HUTTER et GAUSSOT.
BONNAUD, Maurice, Léon, Licencié ès-sciences, ingénieur E.N.S.E.M. (Nancy), ingénieur commercial à la Société Alstom (Metz)	GOUDET - PIERRET.
BONNEFILLE, Robert, chef de travaux à la Faculté des Sciences de Nancy	GOUDET - PIERRET
BRIQUET, Serge, Claude, Bernard, élève à l'E.S.E. (Division Radioélectricité et Electronique)	Mme HUTTER et GAUSSOT.
BROCHIER, Pierre, Professeur agrégé de physique au Lycée Poincaré à Nancy	GOUDET - PIERRET.
BURSTOW, Pierre, Ingénieur Radio E.S.E.	DAUPHIN - GAUSSOT
CANQUIT, Paul, Ingénieur Radio E.S.E.	DAUPHIN - GAUSSOT
CARBONEL, Michel, élève à l'E.S.E. (Division Radioélectricité et Electronique)	Mme HUTTER et GAYSSOT.
CARDONA, Gilbert, élève à l'E.S.E. (Division Radioélectricité et Electronique)	DAUPHIN - GAUSSOT
CASTINEL, Claude, André, Ingénieur Radio C.N.E.T.	CAU et COMBE d'ALMA.
CAUCHY, Marcel	AUBERT - FAGOT.
CHAPELLE, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy	GOUDET - PIERRET.
CHARLEUX, Georges, André, élève à l'Institut Polytechnique de Grenoble	BENOIT et GRAND-SARD.

CHARRIER, Claude, attaché à la Direction de la Maison Albert Robin à Cognac	L. CHRÉTIEN et QUINET.
CHAVANCE, Pierre, ingénieur des Télécommunications à la C.F.T.H.	MAILLARD et MOISSON.
CHEHET, Jacques, élève à l'E.C. T.S.F.	QUINET - CHRÉTIEN.
CLAUDON, Jean, Henri, Ingénieur des A. et M. ...	GOUDET - PIERRET.
CLEMOT, Claude, ingénieur Radio E.S.E.	DAUPHIN - GAUSSOT
COHENDY, Gérard, Louis, Ingénieur Radio E.S.E. Groupement Atomique de la Section technique de l'Armée	DAUPHIN - SURDIN.
CONSTANS, Henri, François, élève à l'Ecole Nle de Radiotechnique et d'Electricité appliquée	OLIVIER - RAUX.
COSSON, Michel, René, élève à l'E.S.E. (Division Radioélectricité et Electronique)	DAUPHIN - GAUSSOT
COUQUIAUD, Max, Pierre, André, agent technique d'Etat	DELON - NEGOUAL.
COUSSIEU, Louis, ingénieur E.C.P., Administrateur de la Cie Générale électrique de Nancy ..	GOUDET - PIERRET.
CRUVEILHER, Jean-Pierre, Ingénieur à la Cie Fac Thomson Houston	LEROY - ZOBERMAN.
DELAHAYE, Guy, élève à l'Ecole Nle Supérieure des Télécommunications	RIGAL - RENAULT.
DELAUNAY, Joseph, Ingénieur Radio E.S.E.	DAUPHIN - GAUSSOT
DOEHLER, Oskar, Ingénieur au centre de Recherches de la Cie Gle de T.S.F.	R. WARNECKE et GUENARD.
DOMACQ, Pierre, élève à l'Ecole Nle de Radiotechnique et d'Electricité appliquée	CLOUARD et RAUX.
DUPUIS, Yves, élève à l'E.S.E. (Division Radioélectricité et Electronique)	DAUPHIN - GAUSSOT

OFFRES D'EMPLOIS

0.38 « Ingénieur Physicien ayant bonnes connaissances électricité ou électronique et ingénieur électronicien ». Envoyer curriculum vitae à la Société qui transmettra.

0.39 « Ingénieur licencié es-Sciences physiques (de préférence — certificat physique générale — Electronique et radio-activité), lisant anglais et allemand, ayant certaine expérience professionnelle est recherché pour diriger Service de Documentation d'un organisme d'Etat s'occupant de questions atomiques. Envoyer curriculum vitae à la Société qui transmettra.

0.40. « Maison d'Édition publiant revue haute technique recherche jeune licencié ou Ingénieur ayant l'expérience de la radio, le goût du classement et de la documentation, sachant rédiger pour Secrétariat d'Édition. Ecrire à la Société qui transmettra.

0.41 « Recherchons jeune Ingénieur, Physique et Chimie, Normale Supérieure, ou licencié es-Sciences pr Etude des Semi-conducteurs, notions d'anglais, Préfér. av. curr. vitæ à n° 51.504 Contesse et Cie 8 sq Dordogne Paris (17^e) q. tr.

0.42 « Télévision à Casablanca (Maroc) recherche techniciens ou jeunes ingénieurs spécialisés en T.V. (H.F. Video, Son) pour situation stable dans service exploitation ou maintenance. Ecrire à Société qui transmettra.

0.43. « Ingénieurs formation E.S.E., PC I. ou E.N.S.T., ayt qq. ann. de pratiq. en technique radars, impulsions, servo-mécanisme. Ecr. 41, r. Amiral-Mouchez, Paris (13^e).

0.44. « Importante Société demande ingénieur ayant travaillé dans service brevets ou agent de brevets, sachant anglais, notions allemand. Situation stable bien rétribuée ». Ecrire à la Société qui transmettra.

F. GUERPILLON & Cie

Société à responsabilité limitée au capital de 27 millions

APPAREIL DE MESURES ÉLECTRIQUES

BUREAUX
ET
ATELIERS

64, Av. A. Briand
MONTROUGE
(Seine)

Tél. ALÉs 1 + 29.85
(3 lignes)



Pour la BELGIQUE :

S^{TE} BELGE GUERPILLON

11, Rue Bara, à BRUXELLES - MIDI — Tél. 21-06-01

APPAREILS

DE TABLEAUX DE CONTRÔLE ET DE LABORATOIRE
APPAREILS SPÉCIAUX TROPICALISÉS

Nouveau catalogue franco sur demande

PUBL. RAPHY

Pour votre matériel
professionnel
un seul relais... ACRM



Type RMXE
2 ou 4 inverseurs
(étanche)



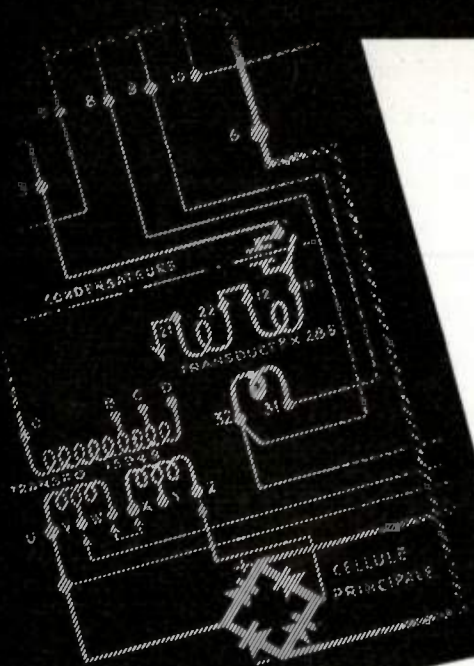
NOMBREUX MODÈLES MINIATURES,
SUBMINIATURES ET INDUSTRIELS.

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 21.500.000 frs

18, rue de Saisset. MONTROUGE (Seine)
TÉL : ALÉ.00-76

PUBL. RAPHY

70 ANS D'EXPÉRIENCE A VOTRE SERVICE...



TRANSFORMATEURS SELS-REDRESSEURS

RÉGULATEUR AUTOMATIQUE DE TENSION

"STABILISTOR"

(Licence C.F.S. Westinghouse)

AMPLIFICATEURS MAGNÉTIQUES

POUR TOUS USAGES
CONTROLE ET RÉGULATION

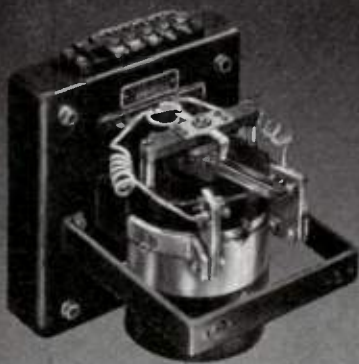
BARDON

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION D'APPAREILS BARDON 41, Bd JEAN-JAURÈS, CLICHY, SEINE, PER + 43-10

RELAIS GALVANOMÉTRIQUES DE SÉCURITÉ

Courant de commande depuis 3 μ A

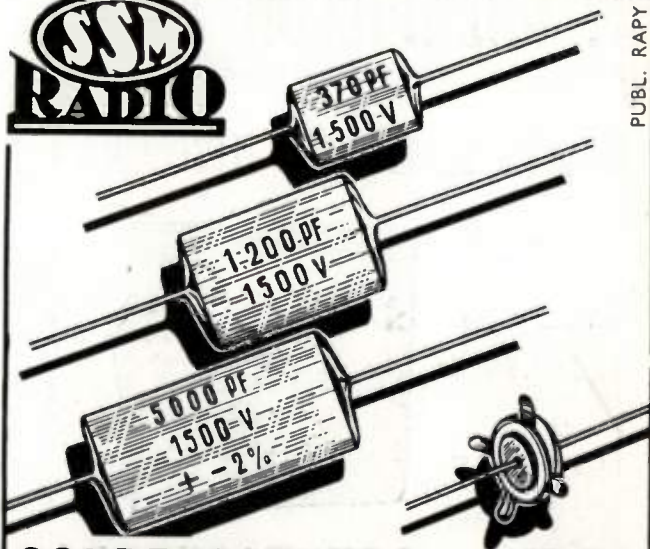
- à minimum et maximum
- symétrique (O central)
- différentiel
- régulateur



ALBERT LE BŒUF & FILS

LA GARENNE - COLOMBES
CHA 56-03+

**SSM
RADIO**



CONDENSATEURS AU MICA

de haute qualité

SOUS BOITIER CÉRAMIQUE ÉTANCHE

TROPICALISATION INTÉGRALE

NORMES FRANÇAISES

NORMES AMÉRICAINES

ANDRÉ SERF

127, Faubourg du TEMPLE - PARIS-10^e

Tél. : NORD 10-17