

RAPPORT 473-5*

**CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS DE RÉCEPTION
POUR LE SERVICE DE RADIODIFFUSION PAR SATELLITE ****

(Question 2/10 et 11 et Programme d'études 2H/10 et 11)

(1970-1974-1978-1982-1986-1990)

1. Introduction

Les caractéristiques des équipements de réception _____ de radiodiffusion par satellite peuvent être choisies dans une large gamme. Ces caractéristiques influent sur la taille, la masse et la complexité du satellite nécessaires pour assurer un service de qualité donnée, en raison du compromis à réaliser entre la sensibilité du récepteur et la puissance à rayonner par le satellite. Elles sont elles-mêmes influencées par les normes d'émission. Les caractéristiques des équipements de réception _____ dépendront en particulier du fait que la réception portera uniquement sur les signaux image (avec un seul ou plusieurs signaux son associés) ou uniquement sur les signaux son ou à la fois sur les signaux image et les signaux son. Le présent Rapport donne des indications sur les principales d'entre elles, sur la base des résultats présentés dans les documents cités dans les références bibliographiques ci-jointes. Une grande partie des contributions reçues était relative aux installations fonctionnant dans la bande de fréquences des 12 GHz.

Il est apparu que la réception des signaux de radiodiffusion à partir de satellites pouvait être assurée, non seulement par des équipements de conception nouvelle, mais, dans certains cas, par des dispositifs d'adaptation permettant d'utiliser les récepteurs existants.

Dans la mesure où la radiodiffusion par satellite est à même de fournir au grand public un signal télévisuel de haute qualité, comparable à celui que l'on obtient en studio, il semble utile de fixer un objectif de qualité plus élevé pour les récepteurs.

Il convient également de distinguer entre les installations destinées à la réception communautaire et celles pour la réception individuelle.

2. Caractéristiques globales des installations de réception [CCIR, 1974-78a; _____ b et c]

Une installation de réception type pour la réception individuelle comprend une antenne, un étage d'entrée à faible bruit, un équipement intérieur comportant des étages à fréquence intermédiaire, un sélecteur de programmes, des étages de démodulation ou d'adaptation et un écran de contrôle ou un récepteur de télévision.

A titre d'exemple, on trouvera au Tableau IV du Rapport 215 les principaux objectifs de qualité des systèmes vidéo composites destinés à une chaîne de radiodiffusion par satellite et à un équipement de réception.

Il apparaît souhaitable de spécifier les caractéristiques globales des installations de réception au moyen de leur facteur de qualité G/T qui est le rapport exprimé en $\text{dB}(\text{K}^{-1})$ entre le gain de l'antenne de réception (y compris les pertes) et la température totale de bruit de l'installation de réception exprimée en kelvins, ramenée au point où est mesuré le gain de l'antenne. L'avantage de l'introduction de ce facteur résulte du fait qu'il n'est, dans ces conditions, plus nécessaire de spécifier les caractéristiques individuelles des diverses parties de l'installation telles que le facteur de bruit, la perte de couplage, le gain de l'antenne, etc. Ces caractéristiques peuvent alors être choisies par les constructeurs de récepteurs pour obtenir la caractéristique globale demandée de la manière qui leur paraît la plus économique.

Deux types de facteurs de qualité (G/T) sont examinés:

- le « G/T nominal», considéré comme un paramètre caractérisant la qualité intrinsèque de l'équipement. Il peut être obtenu directement en mesurant le gain dans l'axe de l'antenne, la température totale de bruit par «atmosphère claire» à un angle de site donné, la température totale du récepteur, ainsi que la perte de couplage. Cette mesure ne comprend aucune marge d'exploitation. Ce facteur de qualité, couramment utilisé dans les stations terriennes du service fixe par satellite, est défini dans le Rapport 390. Il correspond à la plus haute valeur du rapport G/T et permet une comparaison qualitative des différents récepteurs;

* Le § 11 du présent Rapport (*Sensibilité à certains types de brouillages*) doit être porté à l'attention de la Commission d'études 8.

** Il est noté que les travaux du CT 12 de la CEI, en particulier des CE 12A, D et G, concernent les caractéristiques des récepteurs de radiodiffusion par satellite.

- le «*G/T* utilisable», considéré comme le paramètre caractérisant directement la qualité du système de réception en fonctionnement. Il prend donc compte des facteurs subjectifs tels que les effets des erreurs de pointage, le vieillissement des équipements et l'augmentation de la température de bruit du ciel pour un pourcentage de temps donné. Ce facteur peut donc être utilisé directement dans un bilan de liaison. Il convient de bien préciser les hypothèses retenues pour son évaluation.

On trouvera en Annexe I au présent Rapport une définition détaillée du facteur de qualité *G/T* ainsi qu'un exemple de la méthode à utiliser pour le calculer.

De nombreux constructeurs ont commercialisé des récepteurs adaptés à la radiodiffusion par satellite au Japon. La structure des récepteurs est, pour la plupart d'entre eux, celle qui a été décrite plus haut. Les antennes utilisées, de diamètres inférieurs à 1 mètre, sont du type à alimentation décalée et les organes extérieurs sont, dans tous les cas, reliés directement à la source primaire. Les équipements intérieurs sont, pour la plupart, dans un boîtier d'adaptation; quelques-uns sont incorporés dans le récepteur principal de télévision.

L'Annexe II présente les caractéristiques recommandées pour les récepteurs de radiodiffusion par satellite, fabriqués actuellement au Japon et leurs performances moyennes actuelles.

L'Annexe III donne des exemples de caractéristiques concernant les installations de réception en Italie; elle indique également la qualité obtenue pour le signal en provenance du satellite dans une largeur de bande de 27 MHz.

A la suite du lancement de TDF1 en France, une gamme d'équipements a été mise sur le marché. Les antennes sont, soit de type parabolique avec des diamètres variant de 30 à 55 cm, soit de type plat avec des dimensions légèrement supérieures. L'équipement intérieur assurant le décodage D2 MAC/Paquet est, soit placé dans un boîtier séparé du récepteur de télévision, soit intégré à celui-ci.

L'Annexe IV donne des exemples de caractéristiques des systèmes de réception utilisés pour la réception de TDF1."

3. Antennes [CCIR, 1982-86a]

Dans la bande des 12 GHz et pour la réception individuelle, les antennes sont généralement du type _____ à réflecteur parabolique classique ou avec alimentation décalée, ayant un diamètre compris entre 0,3 et 1 m. Des diamètres plus importants pourront cependant être employés pour la réception communautaire. Actuellement, de petites antennes à réflecteur plat sont intéressantes également et commencent à être disponibles pour la réception directe. Les techniques utilisées par ces antennes sont traitées dans le Rapport 810.

Le pointage de toute antenne risque d'être incorrect, aussi bien en raison du vieillissement, de la pression du vent ou des inévitables erreurs de pointage. _____ On a étudié la relation entre le diamètre de l'antenne et le facteur de qualité «utilisable» en tenant compte de la perte de gain due à l'erreur de pointage. De la Fig. 1, déduite de cette étude, il résulte qu'il peut y avoir des inconvénients majeurs à prendre des antennes ayant plus d'un mètre de diamètre si l'erreur de pointage totale, due au vieillissement, à la pression du vent, etc. dépasse environ $\pm 1^\circ$. Plus le diamètre de l'antenne est grand, plus son pointage est modifié par l'action du vent. Il convient d'ajouter à cela qu'une antenne plus grande occupe plus de place.

On notera que l'on sait aujourd'hui réaliser des systèmes de réception utilisant des antennes de diamètre relativement petit qui satisfont au facteur de qualité et à la directivité exigés dans les Plans à 12 GHz, et cela pour trois raisons:

- le facteur de bruit des étages d'entrée peut être rendu bien inférieur (une valeur type pouvant être obtenue actuellement étant par exemple de 1,8 dB) à celui supposé lors de la CAMR-RS-77;
- les rendements des antennes sont passés de 55 à 70%;
- le recours à l'alimentation décalée a permis de réduire de façon spectaculaire le niveau des lobes latéraux.

Par exemple, dans le cas du Satellite BS-2 japonais qui délivre une p.i.r.e. maximale de 58 dBW environ, on utilise des antennes de réception grand public dont le diamètre est compris entre 45 et 60 cm.

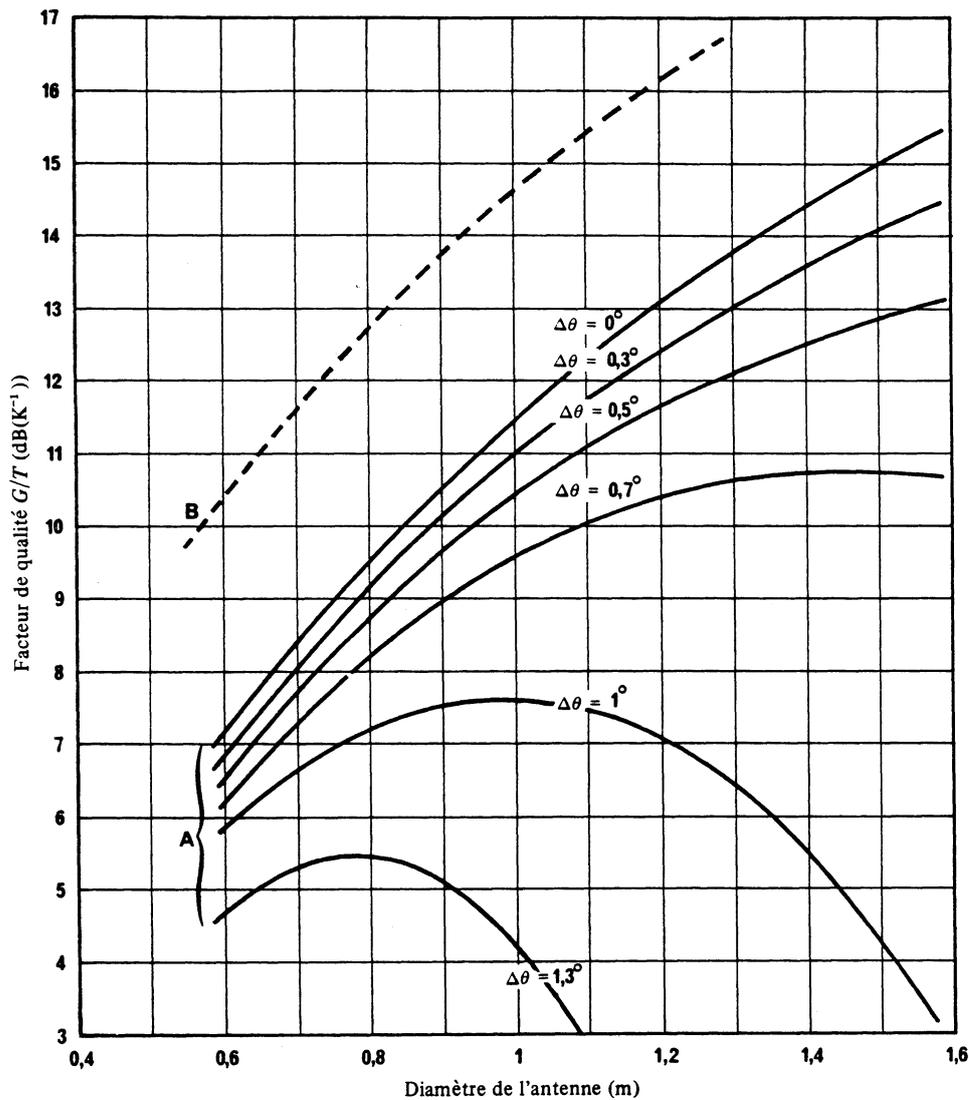


FIGURE 1 – Valeur du facteur de qualité G/T «utilisable» compte tenu des diverses causes de l'erreur de pointage

$$G/T = \frac{a\beta G_r}{aT_a + (1-a)T_0 + (n-1)T_0} \quad (\text{Ces paramètres sont définis en Annexe I})$$

Dans cette formule:

Courbes A: $a = 0,9$
 β : pertes dues à l'erreur de pointage totale $\Delta\theta$ (voir la Note 1)
 $T_a = 150$ K
 $T_0 = 290$ K
 $n = 2,51$ (Facteur de bruit = 4 dB)
 $f = 12$ GHz
 $\eta = 0,6$ (voir la Note 2)

B: $a = 1$
 $\beta = 1$ ($\Delta\theta = 0$)
 $n = 1,78$ (Facteur de bruit = 2,5 dB)
 $\eta = 0,7$

Note 1. – L'erreur de pointage totale comprend l'erreur de positionnement du satellite ($\pm 0,16^\circ$), l'erreur de réglage de l'orientation de l'antenne (environ 10 à 20% de l'ouverture à demi-puissance de l'antenne) ainsi qu'une erreur supplémentaire due à la pression du vent, au vieillissement, etc.

Note 2. – L'effet du rendement de l'antenne sur le rapport G/T , est donné par l'expression $10 \log(\eta/0,55)$ (dB), par exemple lorsque le rendement de l'antenne passe de 0,55 à 0,70 (voir le Tableau II de l'Annexe I), le rapport G/T augmente de 0,4 dB.

Dans le cas d'une transmission d'utilisation de polarisation rectiligne, il convient aussi d'assurer par rotation une orientation correcte, par exemple à mieux que 2° , afin d'obtenir une protection suffisante contre les signaux à polarisation orthogonale. Du point de vue de l'alignement de l'antenne, il sera avantageux d'utiliser la polarisation circulaire. Dans ce cas, la fabrication du dispositif d'alimentation peut se révéler légèrement plus complexe que si l'on utilisait la polarisation rectiligne.

Les diagrammes des antennes de réception sont donnés pour diverses gammes de fréquences dans le Rapport 810 et indiquent la limite supérieure du gain relatif en fonction de l'angle à prendre en considération pour les besoins de la planification.

Le choix du dispositif d'alimentation peut aussi dépendre des pertes dans les lignes d'alimentation. Dans la bande des 12 GHz, pour réduire au minimum ces pertes, on pourra situer les étages d'entrée au foyer ou au voisinage du foyer de l'antenne. Dans ces conditions, on pourra donner la préférence à un double réflecteur ou à une antenne à alimentation décalée en raison du grand rendement d'ouverture (65 à 70%) et des pertes réduites dans les lignes d'alimentation. Cependant, avec les progrès de l'électronique aux hyperfréquences, on peut maintenant obtenir une efficacité du même ordre avec une alimentation focale normale. Les configurations efficaces dans le domaine du coût et de la fiabilité ont été utilisées dans des expériences faites au Canada à 12 GHz avec une polarisation rectiligne (voir les expériences Hermès et Anik-B décrites dans le Rapport 215; un amplificateur à transistor à effet de champ et un changeur de fréquence sont montés au foyer, avec une alimentation de grande efficacité. Des éléments avec réflecteurs de 1,2 m et 1,8 m de diamètre donnent, pour le cas le plus défavorable, des valeurs de G/T de $11 \text{ dB(K}^{-1})$ et $15 \text{ dB(K}^{-1})$ respectivement, y compris les affaiblissements et une marge pour vieillissement de 1 dB [CCIR, 1978-82a]. Avec la même technique, le G/T correspondant pour un réflecteur de 0,9 m serait de $9 \text{ dB(K}^{-1})$. Ces valeurs sont nettement plus élevées que celle de $6 \text{ dB(K}^{-1})$ utilisée pour la planification lors de la CAMR-RS-77. Cette Conférence avait adopté la polarisation circulaire pour les satellites de radiodiffusion à 12 GHz. Il pourrait être souhaitable d'utiliser une ligne d'alimentation à hyperfréquence courte pour établir la polarisation ou donner un affaiblissement utile de l'image du premier convertisseur, même au prix d'un léger supplément de pertes par couplage.

4. Etages d'entrée

Ces étages sont une partie importante du récepteur. Ils seront constitués par un convertisseur-abaisseur de fréquence qui pourra ou non être précédé par des étages d'amplification à radiofréquences à faible bruit et un oscillateur local.

Pour les amplificateurs à faible bruit on utilise couramment aujourd'hui des transistors à effet de champ. Pour les bandes de fréquences élevées (23 GHz par exemple) on utilisera des transistors à grande mobilité électronique (HEMT) et à faible bruit car leur prix a fortement diminué.

Les amplificateurs MIC hybrides (circuits intégrés à hyperfréquences) sont également utilisés dans les amplificateurs à faible bruit pour obtenir des valeurs de bruit faibles et des performances stables. En plus de cette technique, on a développé des amplificateurs FET-GaAs monolithiques qui abaisseront le coût en cas de production en série.

De nombreuses données ont été communiquées à ce jour au sujet des caractéristiques de bruit, des composants à faible bruit, des amplificateurs et des récepteurs pour la radiodiffusion par satellite (voir l'annexe VI). Un résumé est donné dans le Tableau I qui indique les facteurs de bruit des récepteurs destinés aux bandes de fréquences attribuées au SRS.

TABLEAU I

Résumé des facteurs de bruit typiques indiqués pour les récepteurs actuels

Bande de fréquences (GHz)	0,7	2,6	12	23
Facteurs de bruit typique (dB)	1,5	1,5	1,8	5,0

Il est à noter que la configuration utilisée pour obtenir la valeur du facteur de bruit doit être clairement identifiée étant donné que celui-ci peut être exprimé pour diverses configurations, par exemple : élément simple, amplificateur ou récepteur. Il faut en outre noter que pour les vieux équipements grand public, les caractéristiques telles que le facteur de bruit, peuvent être différentes de celles constatées en laboratoire.

Une mesure de la dispersion des caractéristiques des récepteurs 12 GHz à convertisseur direct, sélectionnés parmi 100 récepteurs développés pour l'expérience BSE, a été faite au Japon en 1980. En ce qui concerne la dispersion des facteurs de bruit, les résultats montrent que la valeur initiale était de 4,1 dB en moyenne, avec un écart type de 0,25 dB. La dégradation après deux ans était de 0,15 dB [CCIR, 1978-82b].

Pour le premier oscillateur local, on peut utiliser une source d'oscillation locale directe à semi-conducteurs, tel qu'un dispositif Gunn ou un transistor à effet de champ (FET). Pour stabiliser la fréquence de l'oscillateur, on utilise généralement un oscillateur à verrouillage de phase (PLO) piloté par un oscillateur à quartz ou un oscillateur à résonateur diélectrique (DRO) à facteur Q élevé. Toutefois, même dans l'hypothèse d'une forme quelconque de pilotage de fréquence automatique de cet oscillateur ou de tout autre oscillateur local ultérieur, il faut toujours prendre garde de réduire au minimum la dérive de fréquence résultant de la température. La conception de la boucle de contrôle automatique de fréquence dépendra de l'emploi d'un couplage à courant continu ou à courant alternatif dans le modulateur de l'émetteur à modulation de fréquence.

Il y a tout lieu de croire que l'on pourra diminuer le nombre de composants des unités extérieures, et donc le prix du récepteur, en utilisant des mélangeurs actifs ou des mélangeurs auto-oscillateurs qui ne nécessitent plus d'oscillateur distinct. L'utilisation de géométries planes dans les antennes intégrées et d'étages d'entrée à faible bruit et à lignes microbandes avec des structures coplanaires et à fentes facilitera le processus de fabrication [CCIR, 1986-90a].

5. Fréquence intermédiaire [CCIR, 1974-78b, d, f et g].

Pour la réception à 12 GHz, le schéma comportera probablement deux changements de fréquence pour faciliter la solution des problèmes de sélectivité, d'affaiblissement de fréquence conjuguée et de rayonnement de l'oscillateur local; les installations à un seul changement de fréquence ne peuvent cependant être éliminées. Pour les bandes des 700 MHz et des 2600 MHz, les deux schémas peuvent être intéressants. Dans le cas où il y a plus d'un changement de fréquence, le premier convertisseur-abaisseur, équipé d'un oscillateur à fréquence fixe, sera placé près de l'antenne ou sur celle-ci. Pour la réception à 12 GHz, le choix de la valeur de la première fréquence intermédiaire présente quelques difficultés car ces fréquences doivent être choisies de façon à éviter des brouillages par des émetteurs de radiodiffusion de Terre ou par d'autres services utilisant des émissions radioélectriques d'une certaine puissance.

Exception faite de cette contrainte, la fréquence intermédiaire ne devrait pas être excessivement élevée car on doit conserver une valeur de bruit suffisamment basse dans l'amplificateur FI; en effet, le coût de celui-ci augmente sensiblement avec la fréquence; de même, le prix du câble coaxial de descente tend à augmenter avec la fréquence.

D'autre part, si la fréquence intermédiaire est trop basse, il sera difficile d'éliminer la fréquence conjuguée. Comme, dans le Plan de radiodiffusion par satellite pour les Régions 1 et 3, les quatre ou cinq canaux d'une même zone de service sont contenus dans une bande de 400 MHz, la gamme d'accord du récepteur et donc la gamme de la première fréquence intermédiaire doivent couvrir au moins 400 MHz et dans certains cas 800 MHz. Dans ces conditions, la première fréquence intermédiaire peut être choisie dans la bande de 900 à 1700 MHz. Néanmoins, d'après les informations récapitulées au § 11.3, il pourrait être utile, dans certains pays, d'utiliser une fréquence intermédiaire plus élevée (par exemple, 1500-2300 MHz), ceci afin d'éviter les brouillages causés par les radars de radionavigation.

Avec une fréquence d'oscillateur local inférieure à celle du signal, la première fréquence conjuguée pourrait se situer, en Région 1, dans la bande de 9,1 à 10,3 GHz; un filtre à diaphragmes incorporé dans le guide d'onde de couplage à l'antenne permet d'atteindre un affaiblissement de 80 dB à cette fréquence conjuguée, ce qui peut être nécessaire dans certains secteurs pour assurer une protection contre les radars maritimes et autres systèmes de radionavigation de grande puissance (voir le § 11.2).

Un autre facteur à prendre en considération pour déterminer la première fréquence intermédiaire est le choix de la fréquence du premier oscillateur local. Au Japon, la fréquence 10,678 GHz a été jugée appropriée pour le premier oscillateur local, cela pour les raisons indiquées ci-après:

- en règle générale, l'émission d'ondes radioélectriques dans la bande 10,68-10,7 GHz est interdite (Article 8, numéros 833 et 834 du Règlement des radiocommunications, 1982);
- on admet que la puissance de rayonnement maximale du premier oscillateur local est de -40 dBW dans le cas le plus défavorable, avec changement de fréquence direct de type classique;
- au Japon, les faisceaux hertziens fonctionnant au-dessus de 10,7 GHz et les liaisons pour reportages télévisés assurées dans la bande 10,5-10,675 GHz doivent être protégés contre le brouillage pouvant être causé par le rayonnement du premier oscillateur local.

En France on utilise normalement la fréquence 10,750 GHz comme premier oscillateur local, ce qui correspond à une première FI comprise entre 950 et 1 750 MHz.

Au cas où un radar de radionavigation brouillerait la réception d'un canal satellite, on envisage de décaler la fréquence du premier oscillateur local d'un multiple de 19,18 MHz.

Une étude complémentaire du rayonnement indésirable provenant d'équipements de réception au sol est donnée au § 12.

Un autre point à considérer est le choix de la deuxième fréquence intermédiaire. En effet, il faut éviter le brouillage par des émetteurs de radiodiffusion et d'autres émetteurs de Terre. A cet égard, on envisage d'utiliser des fréquences voisines de 130 MHz, 400 MHz, et d'autres possibilités sont à l'étude. Le récepteur domestique conçu essentiellement pour la réception individuelle peut éventuellement être utilisé pour la réception collective; dans ce cas, un étage d'entrée commun est relié à plusieurs récepteurs domestiques. Lorsque la valeur choisie pour la deuxième fréquence intermédiaire est inférieure à la valeur de la largeur de bande totale à 12 GHz attribuée à la radiodiffusion par satellite dans une zone de service, les fréquences des oscillateurs locaux tombent dans la bande de la première fréquence intermédiaire. Il faut veiller à éviter le brouillage mutuel entre récepteurs domestiques, dû au rayonnement de l'oscillateur local, et cela dépend du niveau du signal reçu et de la puissance de ce rayonnement. Si l'on veut maintenir ce brouillage à un niveau aussi bas que possible, en plaçant les fréquences des deuxièmes oscillateurs locaux entre deux canaux adjacents quelconques attribués à la zone considérée, la deuxième fréquence intermédiaire doit être de la forme:

$$f = 38,36 (n + \frac{1}{2}) \text{ MHz, dans les Régions 1 et 3}$$

$$f = 29,16 (n + \frac{1}{2}) \text{ MHz, dans la Région 2}$$

où n est un nombre entier.

Cette relation est valable lorsque la fréquence choisie, f , est inférieure numériquement à la largeur de bande totale attribuée à la zone considérée. Cependant, si $2f$ est inférieur numériquement à la largeur de bande totale, il y a une possibilité de brouillage par la fréquence conjuguée, et il peut être avantageux d'ajuster légèrement la valeur de f .

La seconde fréquence intermédiaire, d'une largeur de bande de 27 MHz, pourrait être choisie au voisinage de 70 à 400 MHz, ce qui permet à nouveau d'éviter les bandes de radiodiffusion. Pour les récepteurs utilisés dans les Régions 1 et 3, ce résultat pourrait être obtenu par l'emploi d'un filtre de 27 MHz à quatre pôles. L'affaiblissement de la seconde fréquence conjuguée devrait être au moins de 30 dB [CCIR, 1978-82f].

De récents modèles de récepteur domestique ont montré qu'il peut être intéressant d'utiliser des filtres à ondes acoustiques de surface (SAW) pour la deuxième fréquence intermédiaire. Ces filtres sont bien adaptés à la gamme 35-600 MHz et ont des propriétés très intéressantes de phase linéaire et de coupure brusque. Des exemples de la réponse amplitude/fréquence de filtres SAW sont présentés aux Fig. 2a, b et c.

Par ailleurs, aux Etats-Unis d'Amérique, la plupart des récepteurs de télévision par satellite dans le service fixe par satellite fonctionnant à 4 GHz utilisent une seconde fréquence intermédiaire de 70 MHz. L'expérience acquise en exploitation est considérable; plusieurs modèles de circuits différents ont été élaborés et ont fait l'objet d'essais en vraie grandeur. Cette technique devrait pouvoir s'appliquer directement aux récepteurs à 12 GHz et aux récepteurs fonctionnant dans d'autres bandes [CCIR, 1978-82d].

Une autre méthode consiste à utiliser une boucle à verrouillage de phase pour obtenir le signal vidéo. Si cette boucle peut fonctionner directement à la première fréquence intermédiaire, on évite une seconde fréquence intermédiaire [CCIR, 1978-82f]. A noter, toutefois, que la largeur de bande de certains modèles de boucles à verrouillage de phase est relativement grande et qu'il peut en résulter une démodulation dans les canaux adjacents. Par conséquent, l'utilisation de certains modèles de boucles à verrouillage de phase sera peut-être réservée aux zones dans lesquelles les canaux servant à la réception des signaux du service de radiodiffusion par satellite ont un espacement suffisant et dans lesquelles les signaux provenant des émetteurs d'autres services, le service fixe par exemple, ne sont pas trop rapprochés des canaux utiles du service de radiodiffusion par satellite. Aux Etats-Unis d'Amérique, un important pourcentage des récepteurs de télévision par satellite à 4 GHz utilisent une boucle à verrouillage de phase pour démoduler la porteuse de télévision au niveau de la seconde fréquence intermédiaire [CCIR, 1978-82d].

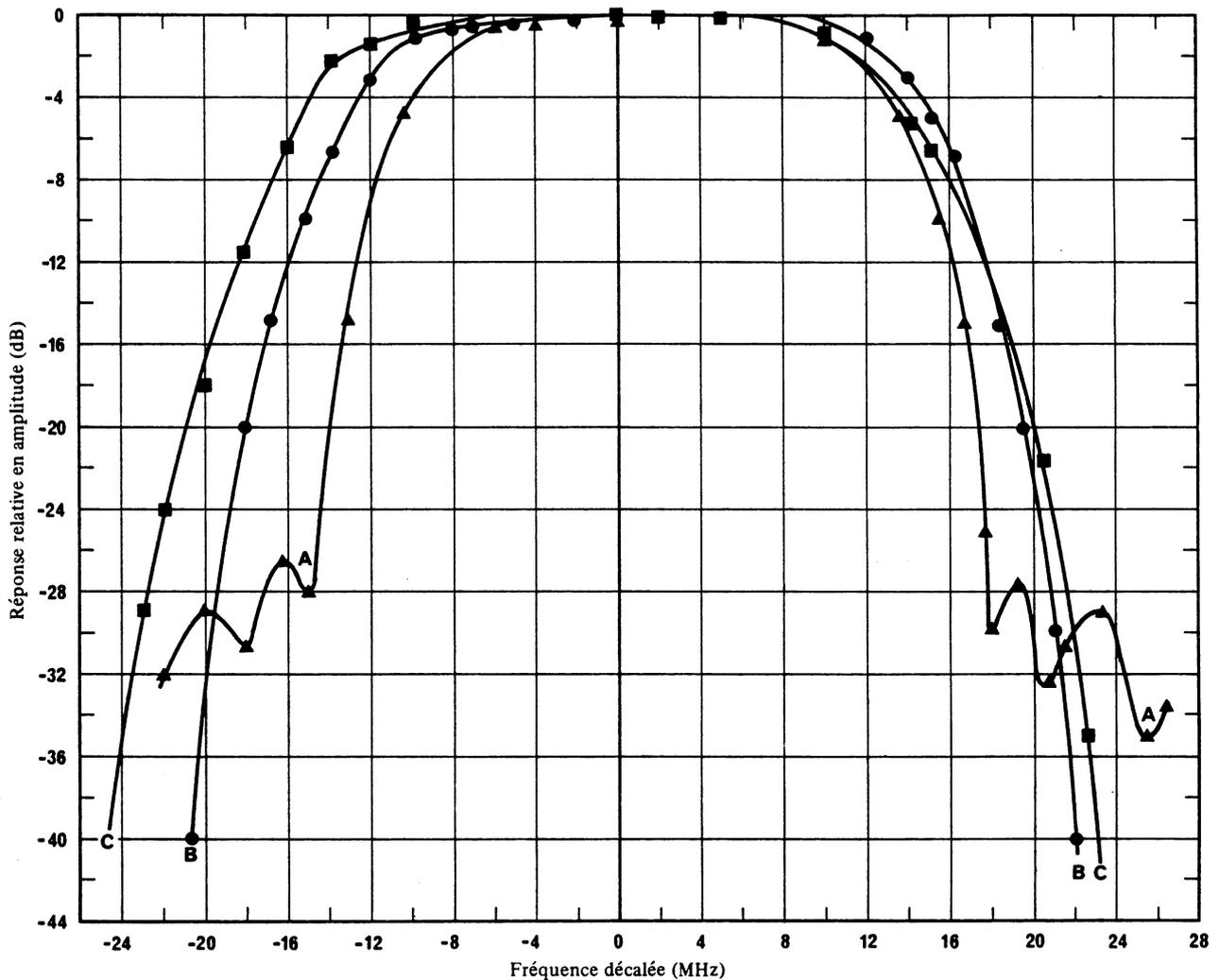


FIGURE 2a – Réponse amplitude/fréquence de filtres à onde acoustique de surface
(seconde fréquence intermédiaire)

Courbes	Fréquence centrale (MHz)	Pente équivalente
A	260	Tchebytchev à 6 pôles
B	130	Tchebytchev à 6 pôles
C	130	Tchebytchev à 5 pôles

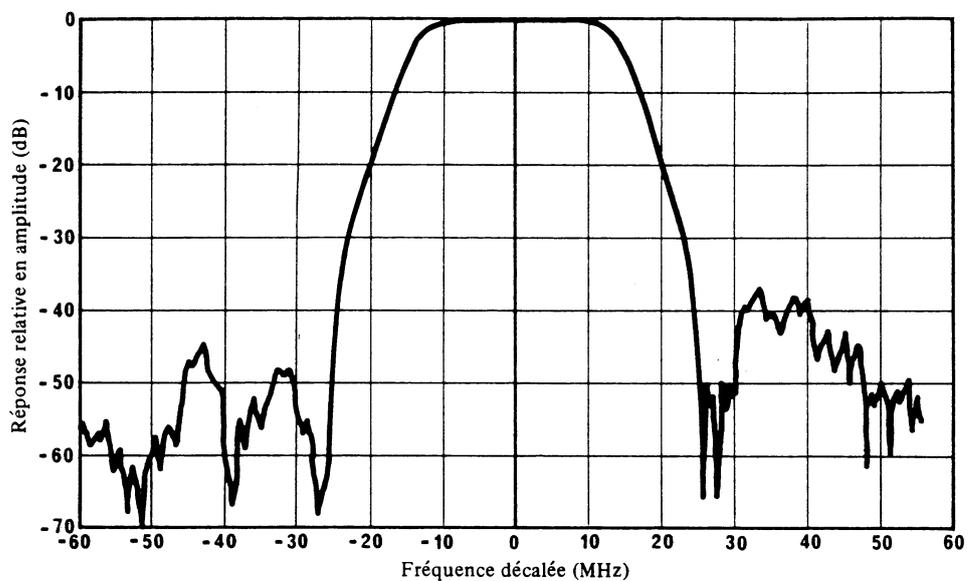


FIGURE 2b – Réponse amplitude/fréquence de filtres à onde acoustique de surface

Fréquence centrale = 134,3 MHz
Largeur de bande = 27 MHz

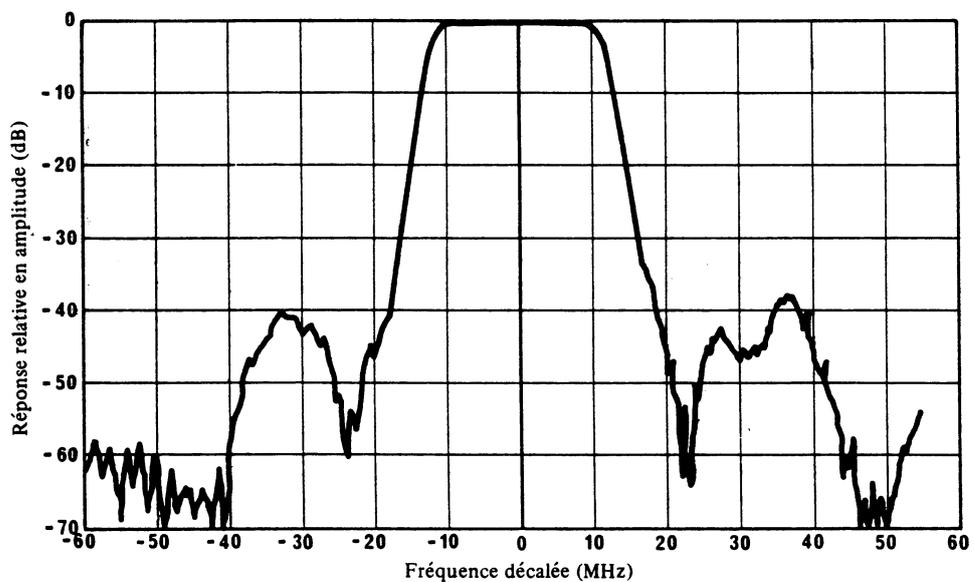


FIGURE 2c – Réponse amplitude/fréquence de filtres à onde acoustique de surface

Fréquence centrale = 140 MHz
Largeur de bande = 23 MHz

6. Etages de démodulation ou d'adaptation

Pour la télévision, on pourra utiliser un démodulateur de fréquence qui délivrera le signal vidéo (et éventuellement des signaux son modulant en fréquence ou numériquement sur des sous-porteuses dans le cas de l'utilisation de sous-porteuses pour la transmission de la composante son). A long terme, il est prévu que ces étages, ainsi que les étages de sélection de programme mentionnés au § 5, seront incorporés dans des récepteurs de télévision conçus pour recevoir à la fois des émissions à modulation de fréquence des satellites et des émissions à modulation d'amplitude des stations de Terre. Pendant la période intermédiaire, le signal vidéo pourra alimenter directement la prise vidéo d'un récepteur, ou moduler une porteuse en amplitude pour donner un signal de type habituel qui alimentera un récepteur domestique classique. Dans ce dernier cas, l'émission d'un signal à bande latérale résiduelle normalisé est théoriquement souhaitable, mais n'est pas indispensable en pratique. Des dispositifs assurant directement la conversion de la modulation de fréquence en modulation d'amplitude sans démodulation intermédiaire sont à l'étude, mais l'emploi éventuel de la préaccentuation et/ou de la dispersion d'énergie pourrait compliquer leur construction.

Les démodulateurs à abaissement de seuil à circuit intégré et ceux à composants discrets, comparables en complexité avec les démodulateurs MF classiques, mais utilisant des boucles à verrouillage de phase, une modulation de fréquence asservie, ou des filtres de poursuite peuvent être intéressants pour certaines applications du SRS. Des seuils dynamiques se produisant à des rapports porteuse/bruit d'environ 8 dB sont actuellement réalisables avec des signaux couleur à un niveau de modulation intermédiaire.

Afin de réduire le risque de brouillage pour d'autres services, il est souvent nécessaire de prévoir une certaine dispersion de l'énergie des signaux de radiodiffusion provenant du satellite. En ce qui concerne la réception individuelle dans la bande des 12 GHz, la Conférence administrative mondiale des radiocommunications pour la radiodiffusion par satellite (Genève, 1977) a décidé l'utilisation de la dispersion d'énergie de telle sorte que l'énergie contenue dans toute bande large de 4 kHz soit inférieure d'au moins 22 dB à la puissance totale assignée. Pour les signaux de télévision, une telle dispersion peut être réalisée par l'adjonction au signal vidéo, avant la liaison de connexion, d'un signal périodique en dents de scie ou d'un signal triangulaire symétrique, avec une fréquence de répétition égale à la moitié ou au quart de la fréquence de trame. Une excursion crête-à-crête de la porteuse de 600 kHz, produite par le signal de dispersion, est suffisante pour satisfaire à cette condition. Le signal de dispersion doit être éliminé du signal vidéo fourni par le démodulateur, afin qu'il ne produise pas d'effet visible sur l'image. L'expérience montre qu'un simple circuit de rétablissement de la composante continue, de prix modique, est parfaitement approprié à cet usage lorsqu'on utilise un signal de dispersion ayant la valeur indiquée.

Une technique de dispersion d'énergie _____ est également possible dans la Région 2. Elle semble se prêter particulièrement aux récepteurs de réception communautaire dans la bande des 12 GHz. Toutefois, il faudra poursuivre les études pour déterminer les conséquences de son utilisation du point de vue de la complexité de la réalisation et des coûts des étages de démodulation ou d'adaptation.

En ce qui concerne la distribution des défauts du signal image, les mesures effectuées sur les récepteurs utilisés pour les essais avec le BSE ont montré que le gain différentiel et la phase différentielle étaient en moyenne respectivement de 2,1% et de 1,8°, avec un écart type de 0,9% et 0,8°. Ces résultats de mesure ont indiqué également que la dégradation du gain différentiel et de la phase différentielle était, respectivement, de 1% et 0,5° en deux ans [CCIR, 1978-82b].

Les étages de démodulation des récepteurs domestiques conçus pour la réception d'un système utilisant une sous-porteuse à modulation numérique peuvent se composer d'un démodulateur MF, d'un démodulateur MDP-4 et d'un circuit de traitement de signaux MIC.

Les sous-porteuses son sont appliquées au démodulateur MDP par l'intermédiaire du filtre passe-bande. Le démodulateur MDP effectue la démodulation par asservissement d'un oscillateur sur la phase du signal MDP-4, reconstitue les signaux MIC et la fréquence de rythme synchronisée à ces signaux. Le circuit de traitement des signaux MIC effectue le désentrelacement des bits et la correction des erreurs; il assure, si besoin est, d'autres fonctions, puis convertit le signal numérique en un signal analogique par l'intermédiaire d'un convertisseur N/A. En outre, il est possible de fournir tous les signaux du train de bits MIC, avec correction d'erreur, pour une utilisation indépendante de la diffusion de données et de la diffusion sonore afin de satisfaire les besoins des différents services de la radiodiffusion par satellite.

Le nombre de téléviseurs équipés d'interfaces RVB tend à augmenter. Il existe maintenant des démodulateurs et des décodeurs délivrant des signaux RVB, ce qui permet d'obtenir une qualité d'image élevée.

7. Techniques de réception et de distribution communautaires

La radiodiffusion par satellite utilise la notion de réception des signaux non seulement pour la réception individuelle mais aussi pour les installations de réception communautaire. Il est nécessaire d'utiliser des techniques de réception et de distribution appropriées en satisfaisant au mieux à la nécessité d'un maximum d'éléments communs entre récepteurs individuels et communautaires.

Au Japon par exemple, au milieu de 1989, près de la moitié des 1,7 million de foyers recevaient les programmes de radiodiffusion par satellite au moyen de réseaux cablés utilisant des techniques de distribution en MA ou en MF. En outre, le nombre de petites installations de réception communautaires à distribution MF augmente.

7.1 Techniques de distribution

D'après des études effectuées en Italie et au Japon, _____ on peut envisager deux techniques de distribution MF pour la réception communautaire [Mussino, 1984; REEA, 1987; CCIR, 1982-86c]:

- a) Distribution, dans la bande de la première FI (0,95-1,75 GHz par ex:), d'un maximum de 20 canaux MF espacés de 38,36 MHz (ou plus), sans modification des paramètres de modulation RF des signaux du service de radiodiffusion par satellite.

Cette technique s'applique dans les cas où il n'y a pas de contraintes liées à l'occupation du spectre ou à l'utilisation des fréquences élevées.

- b) Distribution, dans la bande de radiodiffusion en ondes métriques ou décimétriques, y compris la "bande UHF étendue" (230-470 MHz par exemple) de quelques canaux MF sélectionnés, _____ espacés de 38,36 MHz (ou plus), sans modification des paramètres de modulation RF des signaux du service de radiodiffusion par satellite.

Cette technique est utilisable quand les usagers peuvent accepter la disponibilité d'un nombre limité de canaux.

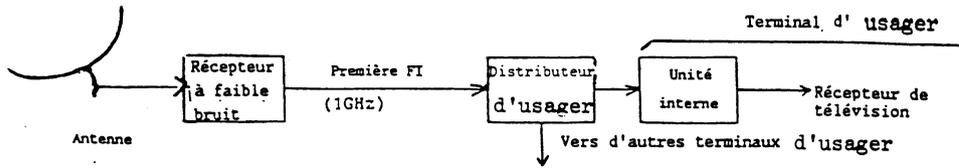
Des protections efficaces contre les rayonnements non désirés peuvent s'avérer nécessaires afin d'éviter de brouiller d'autres services, notamment en ce qui concerne les attributions pour les radiobalises de localisation des sinistres aux fréquences de 243 MHz et de 406-406,1 MHz.

Les Fig. 3 a), b) et 4 a), b) donnent respectivement des exemples d'application des techniques de distribution a) et b).

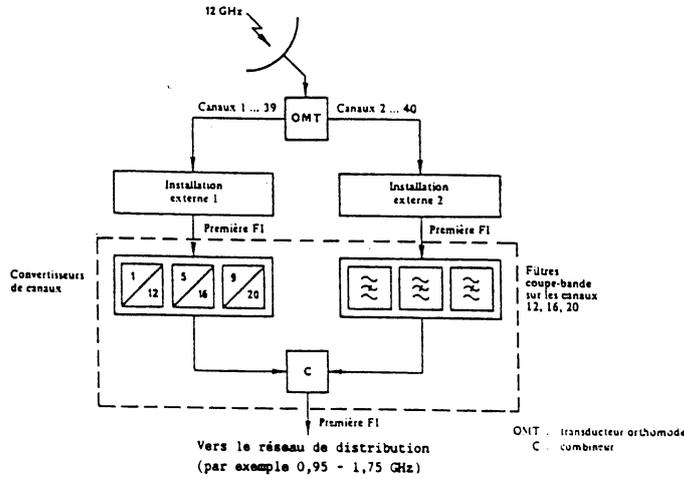
Concernant les techniques illustrées par la Fig. 3b), les convertisseurs de canaux et les filtres coupe-bande sont utilisés pour sélectionner et combiner les 20 canaux utiles parmi les canaux (40 au maximum) reçus depuis chaque position orbitale de satellite. Dans cet exemple, les canaux 1, 5 et 9 sont convertis et distribués à la place des canaux 12, 16 et 20 qui sont éliminés par les filtres coupe-bande. Concernant les techniques illustrées par la Fig. 4b), les canaux 1, 5 et 9 et les canaux 24, 28 et 32 sont transposés dans la bande 230-470 MHz. L'équipement intérieur sélectionne et transpose la bande 230-470 MHz dans la partie appropriée de la bande de la première FI.

Dans le cas des installations de réception communautaire qui ne peuvent utiliser les techniques de distribution a) et b) décrites plus haut, il peut être nécessaire de recourir à la remodulation MA/BLR afin de réduire au minimum la largeur de bande des canaux.

On se reportera au Rapport 482 et aux textes pertinents du Volume XI-1.



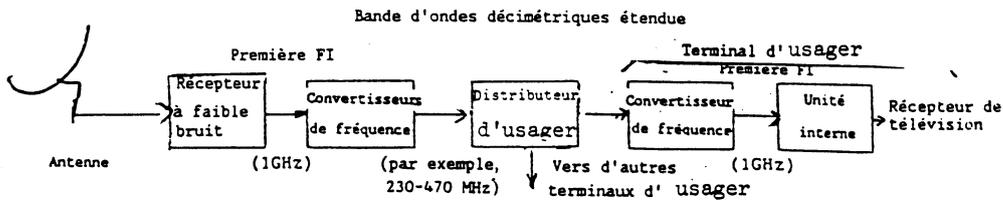
a) Méthode pour distribuer tous les canaux transmis sur la même polarisation



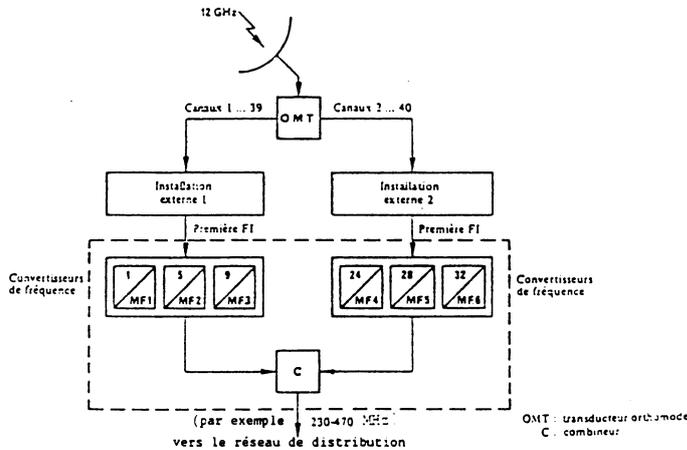
b) Méthode pour distribuer des canaux sélectionnés à partir des deux polarisations

FIGURE 3

Exemples de la technique de distribution dans la première bande FI



a) Méthode pour distribuer des canaux sélectionnés transmis sur la même polarisation



b) Méthode pour distribuer des canaux sélectionnés à partir des deux polarisations

FIGURE 4

Exemples de la technique de distribution dans la bande d'ondes décimétriques étendue



7.2 Dégradations affectant les signaux distribués

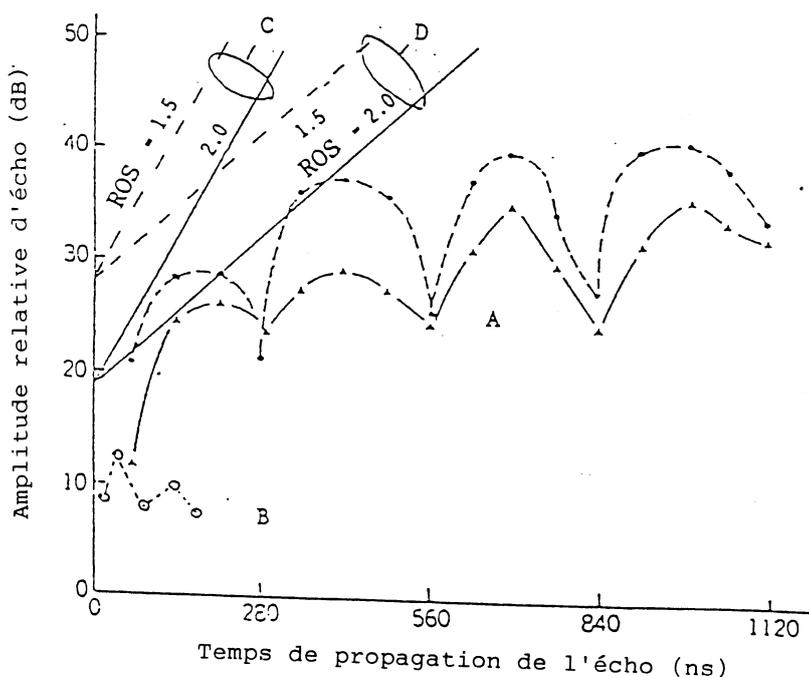
Dans des systèmes utilisant de petites antennes collectives, les signaux du SRS, distribués conformément aux techniques MF (a) et (b), peuvent être dégradés comparativement à la réception directe, en raison de l'adaptation imparfaite entre les différentes parties de l'installation, en particulier le réseau de distribution. Il peut y avoir d'autres dégradations dues à l'alignement imparfait des équipements de tête (par exemple convertisseurs de canaux et de fréquences, filtres coupe-band, amplificateurs, etc.).

Les altérations correspondantes de la réponse en fréquence (amplitude et temps de propagation de groupe) aux prises d'usager affectent la distribution spectrale du signal et du bruit. Le rapport C/N, à la sortie du filtre de réception, est donc modifié comparativement à la réception directe, la modification dépend de la fréquence porteuse des signaux SRS distribués dans le réseau. En conséquence, le signal démodulé est affecté par les distorsions de forme d'onde, par les dégradations du rapport S/N et par l'augmentation du bruit impulsif aux faibles rapports C/N.

Au Japon [CCIR, 1986-90b] les systèmes de distribution par câble ont fait l'objet d'études théoriques et d'essais sur le terrain, d'où il ressort que les techniques de distribution en MA et en MF sont toutes deux valables. En MF, on estime qu'il faut prêter attention aux désadaptations d'impédance des composants qui provoquent des échos. La Figure 5 présente un exemple de relation entre l'amplitude et le temps de propagation de l'écho dans un système de distribution par câble, lorsque le papillotement est juste perceptible. On voit aussi que pour un tel système des désadaptations qui donnent un ROS de 1,5 sont tolérables.

Les résultats des essais sur le terrain ont aussi confirmé que l'introduction de la distribution MF sur les systèmes de distribution par câble ne pose pas de problèmes majeurs, pourvu qu'on ait des équipements de distribution sélectionnés aux caractéristiques appropriées.

Voir l'Annexe VI pour de plus amples renseignements.



- Courbes A - Papillotement juste perceptible
pour le signal mire de barres de couleur
pour l'image test "cuisine"
- Courbe B - TEB mesuré pour 10^{-8}
- Ligne C - Perte dans le câble: 0,4 dB/m
- Ligne D - Perte dans le câble: 0,2 dB/m

FIGURE 5

Amplitude relative d'écho en fonction du temps de propagation de l'écho
qui donne un papillotement juste perceptible

Des essais ont été effectués en laboratoire, en France [CCIR, 1986-90c], sur les signaux D2, D, C-MAC/paquet, afin d'évaluer les dégradations apportées aux composantes son/données et image, par un écho simple ajouté au signal direct à la deuxième FI de 230 MHz.

En ce qui concerne la composante son/données, le Tableau II indique les valeurs du rapport C/N mesuré pour un taux d'erreur binaire de 1×10^{-3} .

Les dégradations de C/N par rapport à la réception directe, mesurées pour un niveau d'écho de -15 dB étaient de 1 dB pour les signaux D2, de 1,5 dB et 1,7 dB pour les signaux C (respectivement avec un démodulateur MF et avec un démodulateur MDP 2-4) et de 2 dB pour les signaux D. Les signaux D se sont avérés plus sensibles au décalage de fréquence que les signaux D2 et C.

En ce qui concerne la composante image MAC, le principal effet d'un écho court, plus court que 100 nsec, a été la dégradation du rapport S/N du signal démodulé.

Pour un rapport C/N de 16 dB dans 27 MHz, on a observé des dégradations du rapport S/N de luminance (pondéré) de 1 dB et de 2 dB, pour des niveaux d'écho respectivement de -20 dB et -15 dB. Pour un rapport C/N de 12 dB, un niveau d'écho de -15 dB correspondait au seuil de visibilité du bruit impulsif. On trouvera des détails sur ces essais de laboratoire dans l'Annexe VII.

Des recherches expérimentales ont été effectuées en Italie [Cominetti et Stroppiana, 1986; CCIR, 1986-90d] pour évaluer les dégradations apportées aux signaux C-MAC/paquet par le réseau de distribution des antennes collectives utilisant la technique (b) décrite à la section 7.1, dans la bande UHF étendue (230-470 MHz); on suppose des caractéristiques idéales pour les équipements de tête.

En ce qui concerne la composante son/données, le Tableau III donne le rapport C/N mesuré dans 27 MHz correspondant à un taux d'erreur binaire de 1×10^{-3} dans les récepteurs où l'on a observé la qualité de réception la plus défavorable; les résultats sont donnés pour la démodulation différentielle et pour la démodulation de fréquence classique du signal de type C MDP 2-4. Des dégradations maximales du rapport C/N respectivement de 1,8 dB et de 2,3 dB ont été observées pour les deux types de démodulation.

TABLEAU II

Rapport C/N (dB) mesuré dans 27 MHz correspondant
à un taux d'erreur binaire de 10×10^{-3}

Type de modulation	Type de démodulation	Largeur de bande du filtre réception	Décalage en fréquence dans le filtre réception	C/N (dB) - selon le niveau d'écho		
				sans	- 20 dB	- 15 dB
D2	limiteur-discriminateur	27 MHz	$\Delta f = 0$	8	8	9
	limiteur-discriminateur	27 MHz	$\Delta f = 2,5$ MHz	8,4	9,0	9,5
C	limiteur-discriminateur	27 MHz	$\Delta f = 0$	9,5	10,3	11
	limiteur-discriminateur	27 MHz	$\Delta f = 2,5$ MHz	10,3	11,5	11,8
	différentielle	21 MHz	$\Delta f = 0$	7,3	8,5	9,0
D	limiteur-discriminateur	27 MHz	$\Delta f = 0$	10,5	11,2	12,5
	limiteur-discriminateur	27 MHz	$\Delta f = 2,5$ MHz	10,5	12,2	14,2

TABLEAU III - Rapport C/N (dB) mesuré dans 27 MHz correspondant à un taux d'erreur binaire de 1×10^{-3} pour des signaux C-MAC/paquet (son/données modulées en MDP 2-4) avec démodulation différentielle et démodulation de fréquence

Condition		C/N (dB) selon le type de démodulation	
		différentielle	limiteur/discriminateur
Modulateur-démodulateur, connexion directe		7,6	10,1
Réseau de distribution	Condition la plus favorable	7,6	9,3
	Condition la plus défavorable	9,4	12,4

En ce qui concerne la composante image MAC, aucune distorsion importante de la forme d'onde n'a été constatée. La principale dégradation était due à la réduction du rapport C/N, atteignant au maximum 2 dB.

On trouvera de plus amples détails sur l'installation mise en oeuvre en laboratoire, dans l'Annexe VII.

D'après les résultats obtenus en France et en Italie, au sujet de la distribution MF des signaux de la famille MAC/paquet du SRS, un rapport C/N supérieur d'environ 2 dB à celui qui est nécessaire pour un système de réception idéal devrait être nécessaire pour pallier aux dégradations dues au réseau de distribution.

Il est nécessaire d'entreprendre d'autres études pour évaluer les dégradations supplémentaires causées par les autres composantes des installations de réception.

8. Réception de programmes sonores

Pour la réception individuelle à 12 GHz de programmes ne comportant que le signal son ou de voies son supplémentaires associées à des programmes de télévision, il semble souhaitable de pouvoir au moins utiliser les mêmes étages d'entrée que dans le cas de la réception de signaux de télévision. Pour éviter d'équiper les étages d'entrée d'un oscillateur local de grande stabilité et pour simplifier les étages de démodulation, on peut prévoir le multiplexage d'un certain nombre de programmes sonores dans les limites de la largeur de bande d'un signal vidéo et leur utilisation pour moduler en fréquence une émission à 12 GHz dont la puissance et la largeur de bande soient comparables à la puissance et la largeur de bande des émissions de télévision par satellite. Ce multiplexage peut être soit le multiplexage par répartition de fréquence, avec modulation analogique de fréquence, soit le multiplexage par répartition dans le temps ou par répartition de fréquence avec modulation numérique des signaux (pour des exemples, voir le Rapport 215). Quoique moins efficaces, du point de vue de l'utilisation de la bande et de la puissance, que les porteuses séparées modulées en fréquence, ces deux types de multiplexage ont de sensibles avantages en ce qui concerne le réglage. L'étude de leurs possibilités est en cours.

9. Effet du groupement des canaux

L'interdépendance entre les caractéristiques du récepteur, le groupement des canaux et des critères de partage peuvent avoir une influence considérable sur le développement et la mise en oeuvre d'un plan pour le service de radiodiffusion par satellite (Recommandation N° 712 de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (Genève, 1979)).

Des mesures ont été effectuées au Japon [CCIR, 1974-78i] à l'aide de récepteurs du type abaisseur de fréquence (double changement de fréquence), compatibles avec les caractéristiques techniques et le plan adoptés par la CAMR-RS-77. Les résultats indiquent que le groupement des canaux décrit dans le plan pour le service de radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 GHz ne causera vraisemblablement pas de dégradation dans la réception de la télévision; les niveaux d'intermodulation mesurés étaient assez bas et les caractéristiques d'affaiblissement des canaux adjacents étaient satisfaisantes.

Cette question demande un complément d'étude.

10. Considérations relatives au coût

La relation entre le prix de revient et les caractéristiques globales des installations de réception, mesurées par le facteur de qualité G/T , fait intervenir d'autres facteurs tels que la qualité de la réalisation, l'étendue des essais effectués en fin de fabrication, la fiabilité recherchée, le coût d'installation, etc. Des études sur les prix de revient, aussi bien pour les éléments d'équipement que pour les installations complètes [Knouse et autres, 1973] ont fait apparaître des différences importantes entre les estimations émanant de diverses sources, même après que ces estimations eurent été uniformisées sur une même base et pour les mêmes facteurs de performances.

Les essais d'installation effectués en Suède [CCIR, 1978-82e] indiquent que le coût d'installation des stations terminales terriennes individuelles TVRO dans la bande des 12 GHz, par des monteurs professionnels, représente entre 1 et 1,5 fois environ le coût de fabrication évalué pour des terminaux de 12 GHz construits en séries de 10^5 unités, _____ . Bien que ces estimations soient surtout valables pour la Suède, elles montrent que le coût d'installation doit être pris en considération lors de la détermination du coût total du système de radiodiffusion par satellite [CCIR, 1978-82e]

11. Sensibilité à certains types de brouillages

Sur la base de considérations théoriques, un récepteur ayant les caractéristiques suggérées au § 5 serait vraisemblablement encore sensible aux formes suivantes de brouillages. Il faut une expérience et des mesures de situations pratiques pour évaluer l'étendue réelle de tout problème de brouillage.

11.1 *Harmoniques de certaines émissions tombant dans la bande de radiodiffusion par satellite*

Le risque provient des harmoniques rayonnés par les appareils ISM et en particulier les fours domestiques à micro-ondes. Une étude [CCIR, 1978-82c] montre que le risque reste limité si les appareils ISM satisfont à la limite de rayonnement parasite recommandée par le CISPR, à savoir 57 dB(pW). Cette limite devrait s'entendre comme s'appliquant à la puissance totale dans une largeur de bande de 27 MHz. Le nombre de fours domestiques à micro-ondes est maintenant suffisant en nombre de localités pour permettre d'effectuer des mesures réalistes en service. Toutefois, dans nombre de zones urbaines, un four à micro-ondes peut être situé à proximité d'une antenne de réception de radiodiffusion par satellite. Les limites à respecter pour les emplacements des fours dans le but de prévenir les brouillages que ces derniers pourraient causer aux récepteurs sont données dans l'Annexe VIII. Les distances calculées sont fondées, entre autres choses, sur une valeur admise de la puissance apparente rayonnée (p.a.r.) au niveau du 5^e harmonique égal à 57 dB(pW), et ces distances peuvent ne pas correspondre au cas le plus défavorable [CCIR, 1978-82b].

11.2 *Emissions dans la bande de la première fréquence conjuguée (9,1 à 10,3 GHz en Région 1)*

Le risque qui se présente si la fréquence du premier oscillateur local est inférieure à la fréquence du signal, provient de certaines stations de radiolocalisation à forte puissance de crête. Une étude [CCIR, 1978-82c] a montré que la portée du brouillage peut atteindre 27 km. Le problème est donc grave et pourrait être résolu au niveau du récepteur par le choix d'une fréquence du premier oscillateur local supérieure à celle du signal, pour éviter les inconvénients mentionnés au § 5, à savoir d'exiger dans certaines zones un affaiblissement de 80 dB à la fréquence conjuguée [CCIR, 1978-82f].

11.3 Emissions dans la bande de la première fréquence intermédiaire

Si la bande des fréquences intermédiaires se situe dans la gamme 900 à 1700 MHz, il existe un risque sérieux de brouillage provenant de l'extérieur et notamment d'émetteurs de radionavigation, qui peuvent avoir une p.i.r.e. de plusieurs kW.

Des mesures ont été faites en France qui ont confirmé l'existence d'un champ de l'ordre de 10 V/m à une hauteur de quelques mètres au-dessus du sol jusqu'à 10 km au moins. La valeur du champ dépend par contre de l'altitude du point de mesure. Sachant qu'un certain nombre d'utilisateurs des services de radiodiffusion par satellite seront reliés par câble à des réseaux de distribution, cheminant à l'intérieur d'immeubles ou de grandes tours, la zone susceptible d'être brouillée sera considérablement augmentée et pourra atteindre une vingtaine de kilomètres [CCIR, 1982-82g]. Une autre étude [CCIR, 1978-82c] a démontré qu'une séparation de 11 km peut être nécessaire, en supposant que le blindage de l'interconnexion et des circuits FI soit conforme à la pratique actuelle en ce qui concerne les récepteurs de radiodiffusion à ondes décimétriques.

Des mesures faites en Australie [CCIR, 1982-86e] ont démontré l'existence, dans certains récepteurs, de brouillages avec un champ radar de 0,35 V/m. Les brouillages disparaissaient lorsque le niveau du signal utile était augmenté de 6 dB au-dessus du seuil de la démodulation de fréquence. Au cours du même essai, on a constaté, dans un autre récepteur, des brouillages pour un champ supérieur à 1,6 V/m. Un récepteur, ayant été réglé de façon à obtenir un espacement de 10 MHz entre la fréquence radar et le signal FI utile a pu fonctionner avec des champs brouilleurs atteignant 39 V/m [DOC, 1985].

Pour éviter des dégradations de l'image dues à ces problèmes de brouillage, il existe au moins deux solutions:

- utilisation d'un équipement de réception avec protection contre ce risque, c'est-à-dire doté d'un blindage convenable ainsi que de composants de conception appropriée, notamment le convertisseur à ondes centimétriques (qui devrait avoir un gain élevé mais de faibles niveaux d'intermodulation) et le dispositif de descente acheminant les signaux à la fréquence intermédiaire. Cela peut nécessiter le développement d'éléments particuliers et l'élaboration par la CEI de méthodes appropriées de mesure de l'immunité au brouillage [CCIR, 1978-82h]. Toutefois, pour le marché grand public, il peut s'avérer trop onéreux de doter toutes les stations de réception d'un sélecteur/démodulateur découplé et parfaitement blindé; d'autre part, la fabrication d'appareils spécialement blindés n'est peut-être pas nécessairement compatible avec le marché grand public;
- choix de la bande 1500-2300 MHz comme fréquence intermédiaire. Cela pose des problèmes techniques qui pourront être résolus à l'avenir, compte tenu des améliorations prévisibles qui seront apportées aux composants électroniques.

11.4 Intermodulation

On a signalé un problème qui pourrait se poser du fait de la présence d'un grand nombre de produits d'intermodulation du troisième ordre dans le canal du signal utile, lorsque l'on utilise un premier convertisseur à large bande (par exemple plus d'une centaine pour un cas où 20 signaux également espacés pourraient exister dans une bande de 800 MHz) [CCIR, 1978-82i].

En conséquence, pour la mesure de la linéarité dans le convertisseur et dans les amplificateurs aux fréquences intermédiaires, il faut tenir compte du nombre de signaux de télévision d'amplitudes importantes qui peuvent se trouver dans la première bande FI.

12. Rayonnement indésirable provenant d'équipements de réception au sol [CCIR, 1982-86f]

Une source possible de rayonnements indésirables provenant de récepteurs du SRS est le premier oscillateur local. Des récepteurs frontaux avec mélange direct pourraient présenter des niveaux d'oscillateur local atteignant -50 dBW à l'entrée de l'antenne. Des récepteurs avec préamplificateurs comme premier étage auront typiquement des niveaux de -65 à -70 dBW. Une réduction supplémentaire de ces niveaux serait nécessaire pour éviter d'éventuels brouillages entre les bandes SF et les bandes SFS, si la fréquence choisie pour le premier oscillateur local tombait dans ces bandes. Deux méthodes possibles de réduction des rayonnements de l'oscillateur local sont:

- Sélectionner une fréquence pour l'oscillateur local pour tous les terminaux domestiques du SRS qui ne causera pas de brouillage inacceptable à d'autres services. Un exemple de cette fréquence serait 11,2 GHz, c'est-à-dire le centre de la bande de garde entre la partie inférieure et la partie supérieure de la bande 10,7-11,7 GHz attribuée au SF.
- Utiliser un seul récepteur de conversion pour les terminaux domestiques du SRS, ce qui permettrait de maintenir la fréquence de l'oscillateur local dans la bande SRS.

Bien que la seconde méthode soit couramment utilisée dans le SFS à 4 GHz, elle ne convient pas vraiment au SRS étant donné qu'il faudrait alors un oscillateur local réglable dans la partie extérieure au récepteur. Il faudrait aussi une répartition soignée des fréquences des satellites pour s'assurer que la fréquence conjuguée, dans la bande, tombe sur des canaux à polarisation croisée.

Un choix judicieux de la fréquence de l'oscillateur local à un certain point au-dessus ou au-dessous de la bande de réception permettrait de minimiser les exigences de rejet de la fréquence conjuguée suivant les signaux qui tombent dans la bande conjuguée. D'autres facteurs techniques doivent être pris en considération lors du choix de la meilleure méthode de réduction des rayonnements non désirés, par exemple:

- les autres réponses parasites créées dans le récepteur lors de la sélection de la fréquence de l'oscillateur local, de même que
- l'avantage apporté par la fréquence de coupure des guides d'onde.

Les oscillateurs de fréquence d'horloge situés dans les décodeurs utilisés dans l'équipement de réception constituent une autre source possible de rayonnements non désirés. La fréquence d'horloge maximale dans les décodeurs MAC/paquets utilisée dans les équipements de télévision nationaux à 625 lignes/50 Hz est 3/2 fois celle de la norme de codage de télévision numérique, c'est-à-dire 20,25 MHz. Certaines harmoniques de cette fréquence d'horloge coïncident avec les centres de canaux de fréquence d'urgence à 121,5 MHz et à 243 MHz dans les bandes de fréquences du service mobile aéronautique et du service mobile par satellite.

Les limites en matière de rayonnement électromagnétique pour les équipements produits en série sont soumis à des normes existantes à savoir la Recommandation 13-1975 du CISPR (applicable aux récepteurs de radiodiffusion) et la Recommandation 22-1985 du CISPR [CISPR, 1985] (applicable aux systèmes de données). Ces Recommandations visent à assurer la compatibilité électromagnétique entre ces équipements et les services de radiocommunication.

La Recommandation 13-2-1989 du CISPR [CISPR, 1989] est une nouvelle version de la Recommandation 13 et est applicable aux récepteurs de radiodiffusion et aux équipements numériques associés, et spécifie les limites de rayonnement sur les fréquences de détresse du service aéronautique (121,5 et 243 MHz) identique à la Recommandation 22 du CISPR.

Ceci est confirmé par une étude de l'UER [CCIR, 1986-90e] sur le brouillage éventuel causé par les équipements MAC/paquets entre autres au système SARSAT, pour les fréquences de détresse aéronautique (121,5 et 243 MHz); cette étude a été transmise à la Commission d'études 8 pour être insérée dans le Rapport [AE/1]. Cependant, une étude faite aux Etats-Unis d'Amérique portant sur le brouillage causé aux services assurés par SARSAT à ces fréquences a montré qu'il pouvait être nécessaire d'abaisser encore les limites spécifiées par la CISPR pour protéger le système SARSAT [CCIR, 1986-90f].

Ce point devrait faire l'objet d'une étude approfondie de la part des Commissions d'études 1 et 8.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CISPR Publication N° 13 (1975) Limites et procédés de mesure des caractéristiques des perturbations radioélectriques des récepteurs de son et des récepteurs de télévision.
- CISPR Publication N° 22 (1985) Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des perturbations radioélectriques des équipements pour les techniques de l'information.
- COMINETTI, M., STROPPIANA, M. [novembre 1986]: Distribution de signaux RDS de la famille MAC dans les systèmes d'antennes collectives, Troisième Conférence internationale sur les nouveaux systèmes et services de télécommunications, Liège.
- DOC [juin 1985] Airport radar interference to satellite earth station receivers. Lab. Rep. N° 103. Dept. of Communications (DOC), Belconnen ACT 2616, Australie.
- MUSSINO, F. [1984] Ricezione televisiva diretta da satellite nella banda dei 12 GHz con il sistema C-MAC a pacchetto (Réception de télévision directe par satellite dans la bande des 12 GHz avec le système C-MAC à paquets). *Elettronica e Telecomunicazioni*, 3, 117-130.

REEA [1987] Développement du système de retransmission pour la radiodiffusion par satellite, rapport d'étude, Radio Engineering and Electronics Association, mars 1986 (en japonais)

Documents du CCIR

- [1978-82]: a. 10-11S/59 (Canada); b. 10-11S/113 (Japon); c. 10-11S/8 (UER);
d. 10-11S/141 (Etats-Unis d'Amérique); e. 10-11S/125 (Suède); f. 10-11S/45 (France),
g. 10-11S/62 (Japon); h. 10-11S/47 (France); i. 10-11S/46 (France).
- [1982-86]: a. 10-11S/137 (Japon); b. 10-11S/171 (France); c. 10-11S/175 (Italie);
d. 10-11S/13 (France); e. 10-11S/192 (Australie); f. 10-11S/17 (Etats-Unis d'Amérique).
- [1986-90]: a. 10-11S/145 (Italie); b. 10-11S/104 (Japon); c. 10-11S/56 (France);
d. 10-11S/25 (Japon); e. 10-11S/4 (UER); f. 10-11S/167 (Etats-Unis d'Amérique)

ANNEXE I

EXEMPLE DE CALCUL DU FACTEUR DE QUALITÉ D'UNE INSTALLATION
DE RÉCEPTION INDIVIDUELLE A LA FRÉQUENCE DE 12 GHz

Pour le présent exemple, le facteur de qualité G/T est défini par la formule suivante qui inclut les erreurs de pointage, les effets de polarisation et le vieillissement des équipements:

$$G/T = \frac{\alpha\beta G_r}{\alpha T_a + (1 - \alpha) T_0 + (n - 1) T_0}$$

dans laquelle on a défini:

- α : total des pertes de couplage, exprimé en rapport de puissance;
- β : total des pertes dues à l'erreur de pointage, aux effets de polarisation et au vieillissement, exprimé en rapport de puissance;
- G_r : gain réel de l'antenne de réception, exprimé en rapport de puissance et tenant compte du type d'illumination et du rendement;
- T_a : température de bruit de l'antenne (soit par atmosphère claire, soit pour un pourcentage de temps donné);
- T_0 : température de référence = 290 K;
- n : facteur de bruit global du récepteur, exprimé en rapport de puissance.

On peut produire des récepteurs relativement peu coûteux avec un facteur de bruit maximal de 4 dB (438 K). On trouvera au Tableau II [CCIR, 1982-86a] un exemple de calcul du rapport G/T «utilisable» et «nominal» effectué sur la base de cette valeur de 4 dB et en supposant par ailleurs que le diamètre de l'antenne est égal à 90 cm et que le rendement est de 55%. Pour calculer la perte de pointage, P en dB, on peut utiliser l'expression suivante:

$$P = -12 \left[(\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2) / \theta_0^2 \right]$$

dans laquelle on a défini:

- θ_1 : précision de pointage initial de l'équipement de réception à monture fixe en direction du satellite (degrés);
- θ_2 : stabilité de pointage de l'équipement de réception sous l'influence de l'environnement climatique (degrés);
- θ_3 : mouvement orbital du satellite (degrés);
- θ_0 : ouverture à mi-puissance du faisceau de l'antenne de réception (degrés).

On peut également obtenir le même résultat avec d'autres combinaisons de paramètres. La Fig. 5 montre, par exemple, comment le gain et le diamètre de l'antenne, ainsi que le facteur de bruit peuvent être pris parmi un ensemble de valeurs. Il est intéressant de noter qu'en diminuant la valeur du facteur de bruit, on augmente l'influence de l'accroissement de la température de bruit de l'antenne sur le gain et le diamètre d'antenne nécessaires pour obtenir une valeur donnée du rapport G/T «nominal» et «utilisable».

La température de bruit équivalente de l'antenne est déterminée par sa taille et son angle de site, par les sources de bruit extérieur et par les effets de propagation atmosphérique. Plus l'antenne est petite, plus le gain relatif du diagramme de rayonnement dirigé vers la Terre est grand (les lobes latéraux touchent la surface du sol à un angle de site plus grand pour l'antenne). En conséquence, plus l'antenne est petite, plus l'angle de site auquel sa température de bruit a approché de 290 K est grand.

L'affaiblissement du signal dans l'atmosphère a aussi pour effet d'élever la température de bruit T_a équivalente de l'antenne selon la relation:

$$T_a = T_m (1 - 1/L) \quad (T_a \text{ est la température de bruit équivalente de l'antenne})$$

où:

$$T_m = 280 \text{ K, et}$$

$$L = 10^{0,1A} \quad (A \text{ est l'affaiblissement atmosphérique en dB}).$$

Ainsi, pour un grand affaiblissement atmosphérique, T_a tend vers 280 K, même pour des angles de site élevés.

TABLEAU IV – Exemple de calcul du facteur G/T (à 11,7 GHz)*

		« G/T nominal »		« G/T utilisable »	
Gain de l'antenne de réception G_r (90 cm de diamètre; rendement: 55%)	(dB)		38,2		38,2
Pertes de couplage α	(dB)		-0,5		-0,5
Gain résultant αG_r	(dB)		37,7		37,7
Température d'antenne T_a (atmosphère claire)	(K)	80		80	
Température rapportée à l'entrée αT_a	(K)	71		71	
Bruit de couplage $(\alpha - 1) T_0$	(K)	35		35	
Augmentation de la température d'antenne pendant 99% du mois le plus défavorable	(K)	-		70	
Température de bruit du récepteur	(K)	438		438	
Température de bruit totale	(K)	544		614	
	soit (dBK)	→	27,4	→	27,9
Précision de pointage initial de l'antenne θ_1	(degrés)	-		0,4	
Stabilité de pointage de l'antenne θ_2	(degrés)	-		0,4	
Dérive orbitale du satellite θ_3	(degrés)	-		0,1	
Ouverture à mi-puissance de l'antenne θ_0	(degrés)	-		1,8	
Perte de pointage $P = -12 [(\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2)/\theta_0^2]$	} β (dB)	-		→	-1,0
Vieillessement et pertes de polarisation		-			-1,0
G/T	(dB(K ⁻¹))		10,3		7,8

* Calculé à 11,7 GHz.

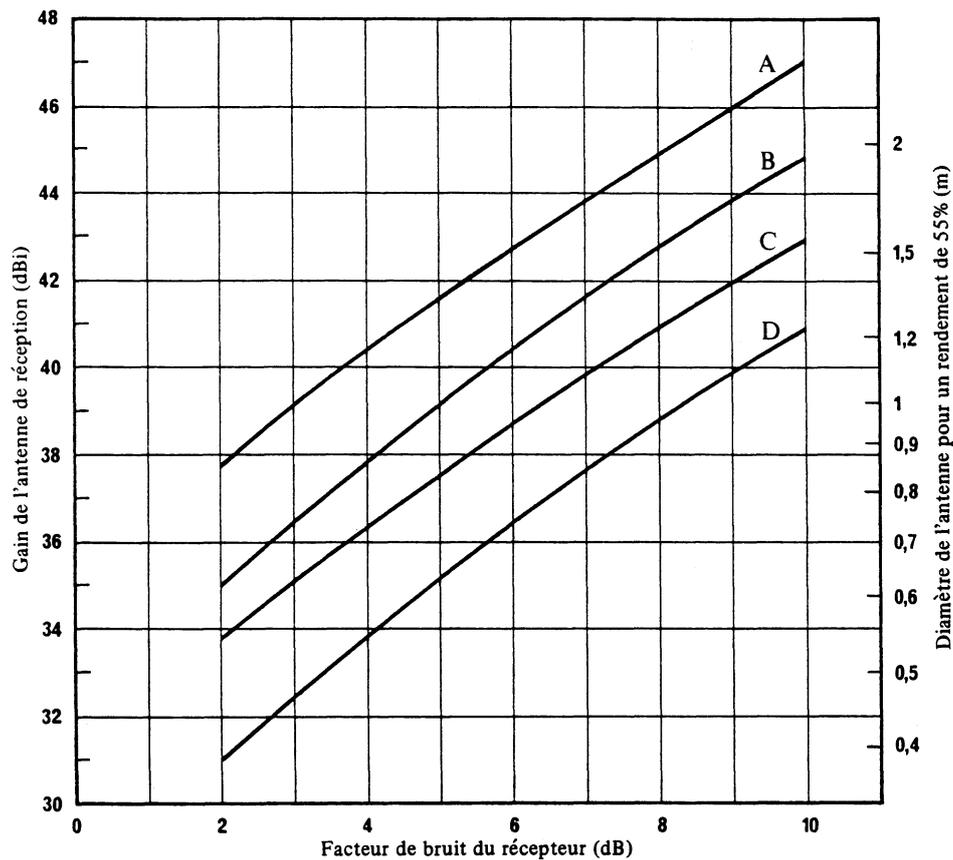


FIGURE 6 – Relation entre le facteur de bruit, le diamètre et le gain de l'antenne pour des valeurs «nominales» et «utilisables» du rapport G/T égales à $6 \text{ dB}(K^{-1})$ ou à $10 \text{ dB}(K^{-1})$, sur la base des valeurs d'affaiblissement et de température d'antenne données en exemple au Tableau II

- A : G/T utilisable = 10 dB
- B : G/T nominal = 10 dB
- C : G/T utilisable = 6 dB
- D : G/T nominal = 6 dB

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents du CCIR

[1982-86]: a. 10-11S/171 (France).

BIBLIOGRAPHIE

Documents du CCIR

[1978-82]: 10-11S/141 (Etats-Unis d'Amérique).

ANNEXE II

CARACTÉRISTIQUES DES INSTALLATIONS DE RÉCEPTION DOMESTIQUES
POUR LA RADIODIFFUSION PAR SATELLITE DANS LA BANDE DES 12 GHz AU JAPON

La radiodiffusion (télévision) par satellite dans la bande des 12 GHz est utilisée au Japon, et l'on y trouve déjà en service des installations de réception domestiques de faible encombrement et de haute qualité, constituées d'une antenne et d'un récepteur [CCIR, 1982-86a].

Le Tableau IV donne les caractéristiques qui ont été prises comme base pour la conception et pour la production en série. Pour les établir, on s'est basé sur les conditions suivantes:

- rendre minimaux les brouillages avec les autres services, ainsi que les brouillages mutuels entre équipements intérieurs,
- normaliser les paramètres des interfaces électriques et mécaniques pour assurer l'interchangeabilité des divers sous-ensembles,
- garantir une haute qualité de réception et assurer la souplesse en vue du développement ultérieur des services de radiodiffusion.

Pour ce qui est des équipements extérieurs et des équipements intérieurs, plusieurs techniques ont été utilisées en vue de leur fabrication en série. En revanche, les antennes de petite taille sont dans tous les cas du type à alimentation décalée.

En août 1989, il y avait plus de 1,7 million de foyers qui recevaient les programmes du satellite BS-2 par réception directe ou communautaire et leur nombre augmente rapidement.

Le Tableau V donne aussi les performances moyennes des récepteurs produits en série par neuf constructeurs japonais et disponibles sur le marché.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents du CCIR
[1982-86]: a. 10-11S/137 (Japon).

TABLEAU V – Caractéristiques fondamentales des installations de réception domestiques au Japon

Caractéristiques mesurées	Caractéristiques préférées ⁽¹⁾		Résultats des mesures ⁽²⁾
1. <i>Caractéristiques générales:</i> – Fréquence de réception (GHz) – Facteur de qualité (dB(K ⁻¹))	11,7-12,1		–
	6 ⁽³⁾		14,5 pour une antenne de 75 cm
2. <i>Antenne:</i> – Diamètre et gain effectifs – <i>Directivité:</i> – ouverture à mi-puissance du faisceau – gain relatif dans les lobes latéraux – polarisation	Diamètre réel (cm)	Gain (dB)	–
	45	32,0	
	75	36,5	37,7 Rendement = 68% ⁽⁴⁾
	90	38,0	–
	100	39,0	–
	120	40,0	41,2 (Rendement = 65%)
	Fig. 2, Rapport 810		Pour une antenne de 75 cm: 2°20'
		Pour une antenne de 75 cm: 6°: -31 dB 12°: -40 dB 18°: -45 dB	
Polarisation circulaire (polarisation circulaire dextrogyre)		–	
3. <i>Equipements extérieurs:</i> – Facteur de bruit (dB) – Suppression de la fréquence image (équipements extérieurs) (dB) – Gain total (dB) – Premier oscillateur local: – fréquence (GHz) – stabilité (MHz) – rayonnement (dBm) – première fréquence intermédiaire (GHz)	< 4		1,8
	> 31		40
	48 ± 4		48 ± 2
	10,678		–
	± 1,5 ⁽⁴⁾		± 1,0
	< -30 ⁽⁵⁾		< -45
	1,036-1,332		–
4. <i>Equipements intérieurs:</i> – Rayonnement du second oscillateur local (dBm) – Largeur de bande de la FI (MHz)	< -55		< -60
	27		–
5. <i>Qualité:</i> – Rapport signal/bruit du signal vidéo (dB) – Taux d'erreur binaire du signal MIC	> 37 crête-à-crête/valeur efficace (pondérée)		38 crête-à-crête/valeur efficace (C/N = 14 dB)
	< 3 × 10 ⁻⁴ (avant correction des erreurs, C/N = 9 dB)		1,5 × 10 ⁻⁴

⁽¹⁾ On considère que toutes ces caractéristiques doivent être satisfaites dans les conditions d'environnement normales spécifiées à part pour chaque élément.

⁽²⁾ Les valeurs indiquées sont les valeurs moyennes mesurées à 11,85 GHz sur des échantillons.

⁽³⁾ D'autres valeurs peuvent être choisies compte tenu des particularités du système (p.i.r.e. du satellite, qualité de réception, etc.).

⁽⁴⁾ Avec commande automatique de fréquence (CAF).

⁽⁵⁾ Cette valeur est applicable dans le cas où le brouillage préjudiciable aux autres services dû au rayonnement de l'oscillateur local peut être éliminé grâce à une disposition appropriée des fréquences.

ANNEXE III
 EXEMPLES DE CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS
 DE RÉCEPTION EN ITALIE [CCIR, 1982-86a]

TABLEAU VI

Caractéristiques mesurées	Caractéristiques
1. Gamme des fréquences de réception (GHz)	11,7-12,5
2. Diamètre de l'antenne (cm)	60-90
3. Affaiblissement sur la fréquence conjuguée (dB)	> 90
4. Stabilité de fréquence de l'oscillateur local (MHz)	$\pm 1,6$ pour une fréquence de l'oscillateur local de 10,750 GHz
5. Puissance maximale rayonnée sur la fréquence de l'oscillateur local (dBm)	-42
6. Gamme des fréquences de sortie (GHz)	0,95-1,75
7. Facteur de bruit des équipements extérieurs (dB)	$\leq 2,0$
8. Seuil de démodulation des équipements intérieurs (dB)	≤ 10
9. C/N reçu par ciel clair en provenance d'Olympus (dB)	18,5-22

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents du CCIR

[1986-90]: a. 10-11S/145 (Italie)

ANNEXE IV

Exemple de caractéristiques d'équipement de
réception pour TDF-1 (France)

TABLEAU VII

Type d'antenne	C/N mesuré par ciel clair (dB)	G/T calculé par ciel clair (dB(K ⁻¹))	Facteur de bruit annoncé (dB)
Parabole Ø 30 cm alimentation focale sur l'axe de révolution	18	6,8	1,3
Parabole Ø 33 cm alimentation arrière source hélicoïdale	18,2	7	1,8
Antenne plate 72 cm x 72 cm	20,5	9,3	2,3
Parabole Ø 49 cm alimentation décalée	21	9,7	1,8
Parabole Ø 55 cm alimentation décalée	21,7	10,4	2,9

Note - La fréquence nominale du premier oscillateur local est de 10,750 GHz et la première fréquence intermédiaire est comprise entre 950 et 1 750 MHz.

ANNEXE V

Facteurs de bruit

Divers renseignements ont été communiqués au sujet de l'étage d'entrée des récepteurs de radiodiffusion par satellite. Ils sont résumés dans le Tableau VIII

TABLEAU VIII

Caractéristiques de bruit des récepteurs de radiodiffusion
par satellite

N°	Référence	Fréq.	Elément à faible bruit	Facteur de bruit	Remarques
1	CCIR, 1978-82a(USA)	700 MHz		1,5 dB	
2	CCIR, 1978-82a(USA)	2,5 GHz		1,5 dB	
3	CCIR, 1978-82b(F)	12 GHz	FET	3,6 dB	LB = 400 MHz
4	CCIR, 1978-82c(J)	-	Conv. direct	4,1+0,25 dB	Dégradation après 2 ans: 0,15 dB
5		-	FET, NF = 1,8 dB	2,5 dB	Ajusté avec soin
6		-		3,5 dB	Valeur prévue
7	Konishi, 1979, 80	-	Conv. dir./FET	4 dB	LB = 800 MHz
8		-		3,4-3,6 dB	LB = 300-500 MHz
9	CCIR, 1978-82d(USA)	-		4 dB	Livrable prochainement
10	-	-		4,5 dB	Abaissement du coût
11	Hirata, 1983	-	MIC monolithique	4 dB	
12	CCIR, 1982-86a(J)	-	MIC FET GaAs	2,5-3,0 dB	LB = 300 MHz
13	CCIR, 1986-90b(j)	12 GHz	HEMT	1,8 en moyenne	LB = 300 MHz
14	CCIR, 1986-90a(J)	23 GHz	HEMT	5 dB	

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- HIRATA, S. et autres [avril 1983] Récepteur à ondes centimétriques pour la radiodiffusion par satellite. Proc. National Convention of IECE Japon, S7-14, (en japonais).
- KONISHI, Y. [juin 1979] Home receiver for broadcasting-satellite service. 11th International Television Symposium, Montreux, Suisse.
- KONISHI, Y. [mai 1980] Satellite broadcasting receiver - present and future, IEEE MTT-S. International Microwave Symposium, Washington, DC, Etats-Unis d'Amérique.

Documents du CCIR

- [1978-82]: a. 10-11S/141 (Etats-Unis d'Amérique); b. 10-11S/16 (France); c. 10-11S/62 (France).
- [1982-86]: a. 10-11S/137 (Japon)
- [1986-90]: a. 10-11S/104 (Japon); b. 10-11S/25 (Japon).

ANNEXE VI

Résultats des expériences effectuées en vraie grandeur au Japon sur le système de distribution par câble de la radiodiffusion par satellite

L'exploitation de la radiodiffusion par satellite a commencé au Japon en 1984, au moyen du satellite BS-2. A la fin du mois d'août 1989, il y avait environ 800 000 foyers qui recevaient ces programmes, par distribution par câble en MA ou en MF. L'avantage de la distribution en MF est une meilleure qualité de transmission pour l'image, le son numérique et les données. Il y avait alors environ 8 000 installations en MF et leur nombre continue d'augmenter.

A plusieurs reprises, on a étudié au Japon les différentes phases de la distribution par câble du signal de radiodiffusion par satellite. On a noté qu'un des défauts importants du système de distribution par câble était un papillotement gênant causé par le signal de dispersion d'énergie à 15 Hz en présence d'écho dû à des désadaptations dans la liaison par câble. Des études théoriques ainsi que des essais en laboratoire et sur le terrain ont permis de prévoir ce phénomène et de déterminer les limites en matière d'amplitude de l'écho dû à la désadaptation du câble.

La Figure 5 illustre, pour un système de distribution en MF, la relation entre le rapport d'amplitude et le temps de propagation d'un écho lorsque le papillotement est juste perceptible, pour différents types d'images-tests (courbes A), ainsi que le taux d'erreur binaire pour un signal numérique son et données (courbe B). Les lignes C et D donnent les valeurs calculées du retard et de l'amplitude de l'écho dans la liaison par câble en présence de l'affaiblissement et du ROS indiqués. On en déduit que, pour la liaison par câble, un ROS compris entre 1,5 et 2 est acceptable, alors qu'on tolère 2,5 pour la réception individuelle.

Dans le cas le plus défavorable, ces échos peuvent provenir de terminaux de branchement en court-circuit ou en circuit ouvert. Pour réduire au minimum les réflexions au point de branchement, il faut convenir d'un isolement minimal au terminal de branchement. On conviendra par exemple, pour ce terminal, que la ligne d'alimentation générale a un ROS inférieur à 1,2 et que son isolement par rapport au terminal est d'au moins 14 dB.

Par rapport aux exigences d'un système de distribution en MA pour les systèmes de télévision classiques, les tolérances de la distribution en MF sont en général moins serrées sauf en ce qui concerne l'écho. Les systèmes de distributions MF peuvent offrir des performances acceptables, pourvu que la largeur de bande soit suffisante et qu'on dispose de composants comme les amplificateurs de puissance, les combineurs et les diviseurs ayant des caractéristiques appropriées.

Selon les expériences ci-dessus effectuées sur le terrain, il se confirme qu'il n'y a aucune objection à mettre en oeuvre les techniques de distribution en MF pour les systèmes de distribution par câble.

ANNEXE VII

Résultats des mesures des signaux SRS distribués dans des installations de réception communautaires1. Essais en laboratoire effectués en France

Des essais en laboratoire ont été effectués en France [CCIR, 1986-90a] sur des signaux D2, D, C-MAC/paquet, avec les paramètres de modulation spécifiés dans le Rapport 1073 du CCIR, à l'aide d'un simulateur de satellite ayant des caractéristiques très proches de TDF-1, afin d'évaluer les dégradations sur les composantes son/données et image causées par un écho simple, de différents niveaux, ajouté au signal direct à la deuxième FI de 230 MHz. Pour chacun des systèmes le retard de l'écho était égal à la durée d'un élément binaire c'est-à-dire à 100 ns pour le D2 et 50 ns pour le C et le D. La différence de phase entre les signaux directs et retardés a été ajustée pour causer une dégradation maximale.

Pour les essais on a utilisé un décalage de 2,5 MHz de la fréquence porteuse par rapport au filtre de réception, ce qui correspond à l'exploitation d'un circuit CAF fondé sur le contenu d'image moyen. Pour les signaux de type C, la démodulation de fréquence par limiteur/discriminateur et la démodulation différentielle MDP 2-4 ont été adoptées.

Les dégradations de la composante son/données ont été mesurées en termes de rapport C/N, dans 27 MHz, correspondant à un taux d'erreur binaire de 1×10^{-3} . Pour la composante image MAC, la dégradation a été exprimée par le rapport S/N pour le signal de luminance décompressé, en utilisant le réseau de pondération spécifié à la Recommandation 567-2 (1982).

2. Essais en laboratoire effectués en Italie

Dans les études expérimentales effectuées en Italie [Cominetti et Stroppiana, 1986; [CCIR, 1986-90b] les signaux C-MAC/paquet ont été injectés dans le réseau de distribution présenté à la Figure 7 qui a été installé en laboratoire. Ce type de structure de réseau, que l'on rencontre fréquemment dans les installations existantes, utilise des distributeurs résistifs qui ne sont pas parfaitement adaptés à la ligne principale, et qui sont la cause de réflexions multiples vers l'équipement de tête. Les dégradations maximales, dues aux modifications des réponses amplitude/fréquence et temps de propagation de groupe/fréquence, ont donc été mesurées aux prises installées au cinquième étage.

On peut obtenir une meilleure adaptation en adoptant des coupleurs directifs généralement utilisés seulement dans les installations récentes. Afin d'évaluer les dégradations maximales prévues par rapport à des conditions d'adaptation idéales, évaluation faite en termes de rapport C/N, dans 27 MHz et pour un taux d'erreur binaire de 1×10^{-3} , pour la composante son/données et en termes de variations du rapport C/N pour la composante image, la fréquence porteuse a été réglée initialement sur $f_0 = 387$ MHz, dans le cas où des irrégularités importantes affectaient la réponse en fréquence, puis décalée pas à pas dans une gamme de ± 10 MHz.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COMINETTI, M., STROPPIANA, M. [novembre 1986]: Distribution de signaux RDS de la famille MAC dans les systèmes d'antennes collectives, Troisième Conférence internationale sur les nouveaux systèmes et services de télécommunications, Liège.

Documents du CCIR

[1986-90]: a. 10-11S/56 (France); b. 10-11S/34 (Italie).

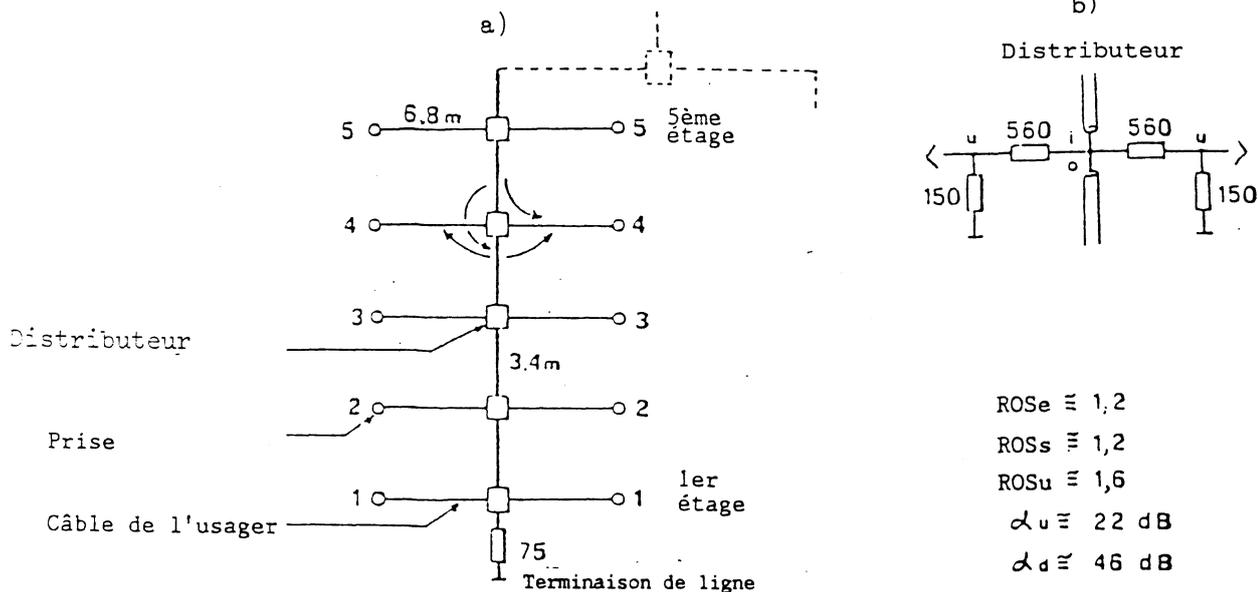


FIGURE 7

a) Réseau de distribution type utilisé dans des systèmes fonctionnant avec de petites antennes collectives et adopté pour les essais en laboratoire.

b) Structure et caractéristiques du distributeur de l'utilisateur

ANNEXE VIII

[CCIR, 1978-82a]

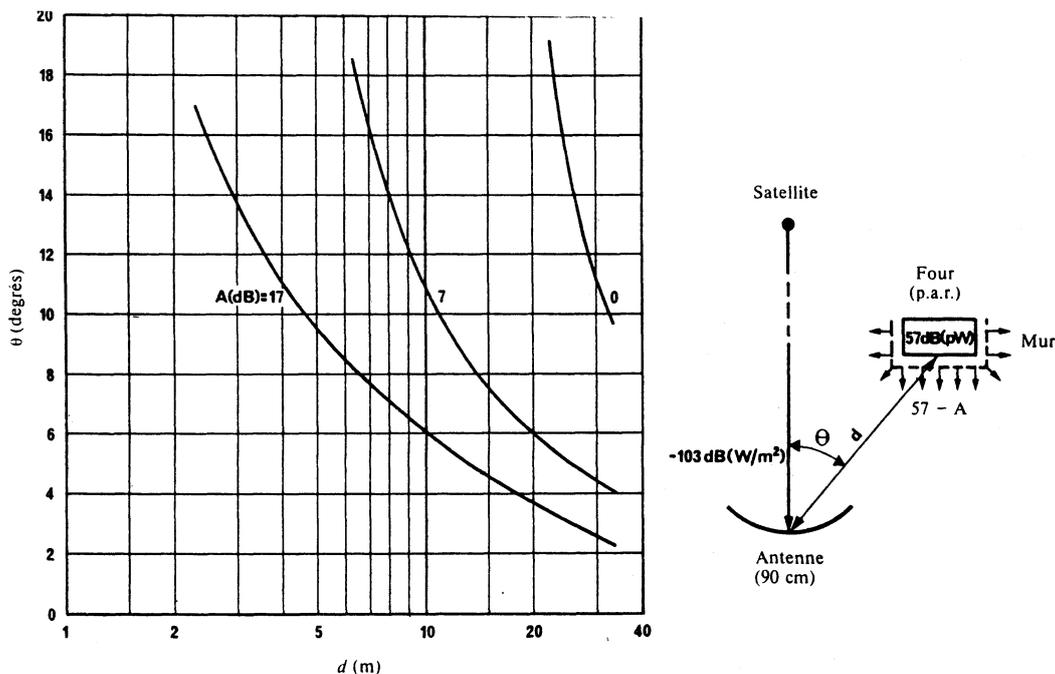


FIGURE 8 - Limite de l'emplacement d'un récepteur en fonction du rayonnement du 5^e harmonique d'un four à micro-ondes compte tenu de l'affaiblissement dû à l'effet d'écran (A) de la paroi (C/I = 30 dB)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents du CCIR
 [1978-82]: a. 10-11S/113 (Japon).