

RAPPORT 1023-1

**PARTAGE DES FRÉQUENCES ENTRE LE SERVICE MOBILE TERRESTRE ET
LE SERVICE DE RADIODIFFUSION (TÉLÉVISION) AU-DESSOUS DE 1 GHz**

(Question 69/8)

(1986-1990)

1. Introduction

La CAMR-79 a augmenté le nombre de bandes de fréquences susceptibles d'être partagées entre le service de radiodiffusion et le service mobile, au-dessous de 1 GHz.

Si la même portion du spectre des fréquences est attribuée à plusieurs services, le partage peut être effectué de l'une des manières suivantes:

- a) utilisation de la même fréquence par différents services à des heures différentes;
- b) utilisation simultanée par différents services de différentes portions des bandes partagées;
- c) utilisation simultanée par différents services des mêmes portions de bandes partagées, mais dans des zones géographiques séparées.

Le présent Rapport examine le cas d'un partage dans des zones géographiques distinctes, comme indiqué au point c) ci-dessus.

2. Caractéristiques des deux services

Le service de télévision fonctionne habituellement avec des puissances rayonnées considérablement plus grandes que celles des services mobiles (généralement 40 dB de plus) et les services mobiles fonctionnent habituellement avec des intensités de champ utiles considérablement plus faibles (normalement 30 dB de moins) que celles de la télévision. Cette différence totale de 70 dB dans le critère de planification des deux services suggère tout d'abord que le partage n'aura que des applications très limitées. Toutefois, dans la pratique, les critères suivants sont favorables aux services mobiles:

- le rapport de protection nécessaire pour les services mobiles est normalement inférieur à celui du service de télévision (soit 10 dB contre 50 dB);
- les zones de service des services mobiles sont plus restreintes, de sorte que la hauteur des antennes est moindre que celle des antennes de radiodiffusion et le gain de hauteur est donc plus faible;
- le service de télévision utilise une largeur de bande beaucoup plus grande que le service mobile (habituellement 8 MHz contre 12,5 kHz) de sorte que la puissance du signal de télévision ne sera pas présente en totalité dans n'importe quel canal de service mobile. En fait, la densité de puissance du signal de télévision n'est pas constante d'un bout à l'autre du canal de télévision comme on l'explique ci-après.

3. Densité spectrale de puissance d'un signal de télévision

La Fig. 1 représente la limite de la densité spectrale de puissance d'un signal de télévision mesurée dans une bande large de 7 kHz (appropriée à un récepteur mobile à canaux espacés de 12,5 kHz). Ce gabarit est composite des systèmes PAL et SECAM utilisés en Europe. L'espacement de fréquence entre les diverses porteuses varie selon les systèmes mais les niveaux de puissance ne changent pas beaucoup. On peut voir que la puissance entre les porteuses est d'au moins 30 dB inférieure à la puissance totale et que pour une grande partie du canal de télévision, elle est inférieure d'au moins 40 dB.

La Fig. 1 concerne des images normales. La densité spectrale de puissance d'images produites électroniquement demande à être étudiée plus avant.

* Ce Rapport doit être porté à l'attention des Commissions d'études 1 et 11.



4. Exemple de partage

A titre d'exemple des possibilités de partage, considérons le cas du fonctionnement d'un appareil du service mobile aux environs de 200 MHz dans la bande III de la télévision (174-230 MHz). D'après le Rapport 358, les conditions à remplir par le service mobile pour un signal de qualité 4 sont:

- Valeur médiane de l'intensité de champ à protéger: 22 dB(μ V/m)
- Rapport de protection: 10 dB
- Valeur maximale du champ brouilleur: 12 dB(μ V/m)

Dans l'hypothèse des caractéristiques typiques suivantes pour le service mobile:

- Hauteur équivalente de l'antenne de la station de base: 75 m
(Gain de hauteur par rapport à 10 m: +9 dB)*
- Hauteur équivalente de l'antenne de la station mobile: 3 m
(Gain de hauteur par rapport à 10 m: -4,5 dB)*

Dans l'hypothèse des caractéristiques typiques suivantes pour le service de télévision:

- hauteur équivalente de l'antenne: 300 m
- puissance rayonnée équivalente: 250 kW

Compte tenu de la Recommandation 370, les distances de séparation nécessaires (pour 10% du temps, 50% d'emplacement) sont celles qui figurent dans le Tableau I ci-après.

TABLEAU I — Distances de séparation nécessaires pour protéger le service mobile
(La puissance de la télévision rayonnée entre les fréquences porteuses est supposée être inférieure de 30 dB par rapport à la puissance totale rayonnée)

	Sur les fréquences porteuses (km)	Entre les fréquences porteuses (km)
Station de base	560	260
Station mobile	430	180

Il apparaît donc que si les distances sont grandes dans le cas du fonctionnement sur les fréquences porteuses, elles sont considérablement réduites si le fonctionnement se fait sur des fréquences entre les porteuses. Par conséquent, le fonctionnement d'un service mobile peut ne pas être possible sur les fréquences porteuses de télévision, mais il reste une quantité substantielle de spectre dans lequel ce fonctionnement est possible.

5. Discrimination de l'antenne de réception

Les services mobiles ne peuvent faire autrement que d'utiliser la polarisation verticale en raison de la difficulté du montage des antennes mobiles, en particulier aux fréquences basses. Les services de télévision peuvent cependant utiliser, soit la polarisation verticale, soit la polarisation horizontale. L'emploi de cette dernière dans le service de télévision facilite grandement le partage des fréquences entre le service mobile et le service de télévision, car on peut prendre avantage d'un facteur de discrimination de l'antenne d'environ 15 dB. Cette discrimination ne s'applique qu'aux stations de base. Dans le cas des stations mobiles, la discrimination sera très inférieure — peut-être 3 dB — mais le brouillage de la station de base est le cas principal comme le montre le Tableau I. La distance de séparation, 260 km, se réduit à 160 km dans le cas de l'exemple du Tableau I, dans l'hypothèse de l'emploi de la polarisation orthogonale.

* Ces valeurs demandent une étude plus poussée.

6. Protection des services de télévision

Selon la Recommandation 417, les intensités de champ minimales (médianes), pour lesquelles on doit rechercher la protection lors de la planification de services de télévision, sont les suivantes: 48 dB(μ V/m) dans la bande I (47-68 MHz), 55 dB(μ V/m) dans la bande III (174-230 MHz), 65 dB(μ V/m) dans la bande IV (470-582 MHz), 70 dB(μ V/m) dans la bande V (582-960 MHz). L'emploi de valeurs plus basses est préjudiciable au partage. On peut voir d'après la Fig. 1 que (sauf dans le voisinage des porteuses) de faibles augmentations de la puissance d'un émetteur de télévision, dans le but d'améliorer l'intensité de champ en bordure de la zone de service, ne peuvent avoir que peu d'effet sur le service mobile. De même, comme il y a peu de chances pour que les fréquences porteuses soient utilisables par le service mobile, le brouillage ne sera pas plus intense si l'on emploie des réémetteurs de faible puissance, à condition que les fréquences porteuses s'alignent sur la même grille de fréquences. Le partage est encore plus facilité si l'on peut accepter de plus hautes intensités de champ protégées pour les zones de service de ces réémetteurs.

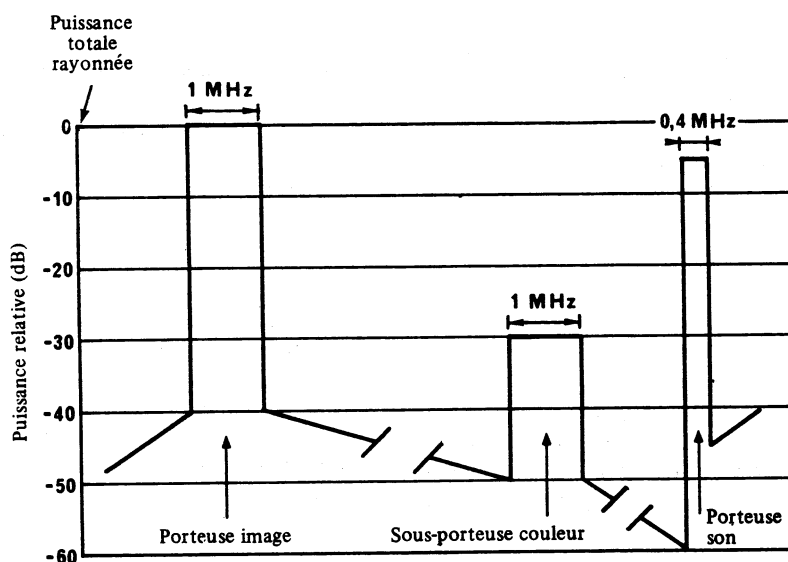


FIGURE 1 – Valeur relative de la puissance en crête rayonnée (mesurée dans une bande large de 7 kHz)

7. Rapports de protection

Les rapports de protection des signaux de télévision figurent dans la Recommandation 418 et le Rapport 306. On y voit que le rapport de protection n'est pas constant dans le cas de brouillage à bande étroite d'un bout à l'autre d'un canal de télévision, il est le plus élevé (environ 50 dB) près de la porteuse image et le plus bas (environ 30 dB) près de la porteuse son. Les services mobiles peuvent être planifiés pour tirer avantage de cela en assignant les fréquences proches de la porteuse son aux emplacements de stations de base où les probabilités de brouillage sont les plus grandes et les fréquences proches de la porteuse image aux emplacements de stations de base où les probabilités de brouillage sont les plus faibles, ou même aux stations mobiles.

8. Brouillage multiple

Un nouveau facteur à prendre en considération à propos du partage des fréquences entre le service mobile et le service de télévision est l'effet de sources multiples de brouillage sur le signal de télévision. Cet effet se présente du fait de la grande différence de largeur de bande utilisée par les deux services qui implique que 300 ou 400 émetteurs du service mobile pourraient fonctionner simultanément dans un canal de télévision.

Il se peut que la méthode de multiplication simplifiée décrite dans le Rapport 945 soit applicable à ce cas; cependant, les études doivent être poursuivies. De même, il est douteux que tous les émetteurs des services mobiles soient tous en fonctionnement simultanément; l'étude statistique de l'exploitation des services mobiles devrait être poursuivie en prenant note que le partage sera facilité si l'exploitation du service mobile peut être limitée à des zones spécifiques.

9. Brouillages causés par les stations de base et les stations mobiles

Les stations de base, plus que les stations mobiles, sont susceptibles de causer des brouillages intenses aux récepteurs de télévision. La hauteur d'antenne plus faible des stations mobiles, leur faible puissance réelle et l'effet d'écran des bâtiments se combinent de telle sorte que l'intensité de champ de brouillage provenant d'une station mobile est inférieure de 20 dB environ à celle de la station de base correspondante. Cette valeur ne sera pas aussi basse si la station mobile émet à partir d'un emplacement bien dégagé, (ces brouillages peuvent être de courte durée) ou si des unités mobiles fonctionnant dans le même canal empiètent sur la zone de service de télévision. Bien que le brouillage causé par les unités mobiles dans ces cas ne risque de se produire que pendant un faible pourcentage du temps, il sera inacceptable s'il se traduit par une perturbation sévère (distincte de la perturbation observable) de la réception de télévision.

La puissance rayonnée par une station de base typique du service mobile est de l'ordre de 25 W. En utilisant des antennes directives, cette puissance rayonnée peut être considérablement abaissée (jusqu'à 2,5 W) dans la direction de la zone de service de la radiodiffusion télévisuelle.

L'Annexe I propose une méthode montrant comment les effets des brouillages multiples des stations mobiles terrestres à canaux étroits peuvent être agrégés dans un canal de télévision dont la largeur est plus grande; elle fait aussi état des avantages résultant de l'utilisation d'antennes directives.

10. Conclusions

Le partage des fréquences entre le service mobile et le service de radiodiffusion (télévision) est possible dans des zones géographiques séparées, en particulier si l'on évite les fréquences porteuses de télévision.

Le partage devient plus facile à mesure que l'on augmente l'intensité de champ à protéger dans les deux services. De même, le partage est facilité si l'on utilise la polarisation horizontale dans le service de télévision. Cependant, les avantages globaux en ce qui concerne le spectre devront être soigneusement étudiés dans les cas où l'on peut utiliser la discrimination de polarisation pour faciliter le partage dans le service de radiodiffusion.

Les effets des sources multiples de brouillage sur le service de télévision ne sont pas pleinement compris et les études à leur sujet doivent être poursuivies.

ANNEXE I

Dans les sites proches de la côte, où le trajet est avant tout maritime, une attention particulière doit être accordée à la réduction des champs qui brouillent le service de télévision. Une seule station de base peut produire un champ brouilleur égal au champ du service de télévision à protéger. Cela interdit l'utilisation du canal de télévision par le service mobile terrestre.

Le champ brouilleur est calculé au moyen de la formule (voir le Rapport 945):

$$E_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i + b_i + e_i)^2}$$

où:

a_i : rapport de protection RF associé au i ème émetteur brouilleur (dB)

b_i : discrimination de l'antenne de réception (dB)

e_i : champ de l'émetteur brouilleur (dB(μ V/m)).

L'utilisation d'une antenne directive à la station de base peut permettre de réduire d'au moins 10 dB le champ brouilleur.

Il reste maintenant à démontrer ce que cela représente en termes d'utilisation du canal.

La méthode d'évaluation simplifiée du brouillage multiple (voir le Rapport 945) donne la formule suivante pour calculer le champ utilisable (le champ à protéger):

$$p_c = 0,5 = \prod_{i=1}^n L(E_u - F_i)$$

Ces termes sont définis dans le Rapport 945, mais il convient d'apporter les précisions ci-dessous:

$$\begin{aligned} F_i &= E_{si} \text{ dans le Rapport 945} \\ F_i &= P_i + E_{ni}(50, T) + A_i + B_i + K_i \end{aligned} \quad (1)$$

où:

K_i : facteur de correction d'antenne directive associé au i ème émetteur brouilleur.

Si l'on introduit k champs brouilleurs de telle sorte que:

$$F_{n+1} = F_{n+2} = F_{n+3} = \dots F_{n+k} = F'$$

et la nouvelle valeur du champ protégé (E_u) = E_p , on obtient,

$$\begin{aligned} p_c &= \prod_{i=1}^{n+k} L(E_p - F_i) \\ &= \left[\prod_{i=1}^n L(E_p - F_i) \right] \times \left[L(E_p - F_{n+1}) \times L(E_p - F_{n+2}) \times \right. \\ &\quad \left. \times L(E_p - F_{n+3}) \times \dots \times L(E_p - F_{n+k}) \right] \\ &= \left[\prod_{i=1}^n L(E_p - F_i) \right] \times \left[L(E_p - F') \right]^k \end{aligned}$$

d'où:

$$k \log_e [L(E_p - F')] = \log_e \left[\frac{p_c}{\prod_{i=1}^n L(E_p - F_i)} \right] \quad (2)$$

Note. - $L(E_p - F_i) = 0,5 + 0,5 \varphi \left(\frac{E_p - F_i}{8,3 \sqrt{2}} \right)$ (voir le Rapport 945)

$$\text{et} \quad \varphi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x [\exp(-t^2/2)] dt$$

Dans cet exemple, on a considéré que E_p est de 70 dB(μ V/m) et que F_i est de 60 dB(μ V/m).

$$\begin{aligned} k \log_e [L(70_p - F')] &= \log_e \left[\frac{0,5}{L(70 - 60)} \right] \\ &= -0,4736002 \end{aligned}$$

Pour cette raison, diverses valeurs F' de champ brouilleur peuvent être calculées pour k émetteurs de station de base brouilleurs supplémentaires (F' étant calculé au moyen de la formule (1)), émetteurs qui fonctionnent simultanément avec la station de base réétudiée qui donne lieu au champ brouilleur F_i .

TABLEAU II — Nombre d'émetteurs de station de base donnant lieu à un champ brouilleur F'

Champ brouilleur F' (dB(μ V/m))	Nombre k de stations de base supplémentaires $\left[k = \frac{-0,4736002}{\log_e L(70 - F')} \right]$
30	1446
40	89
50	10
60	2

On peut encore améliorer la valeur de k en choisissant soigneusement la fréquence d'émission de la station de base et en maintenant les hauteurs d'antenne aussi faibles que possible.