

## RAPPORT 1019\*

**SOURCES DE RAYONNEMENTS NON DÉSIRÉS DANS LES EMPLACEMENTS DU  
SERVICE MOBILE TERRESTRE OÙ SONT IMPLANTÉES PLUSIEURS STATIONS DE BASE**

(Question 7-2/8)

(1986)

### 1. Introduction

L'emploi toujours plus accru des services mobiles terrestres a pour résultat une augmentation considérable du nombre de stations de base situées à un même emplacement, en particulier lorsque celui-ci occupe une position privilégiée pour desservir les agglomérations urbaines importantes. Cela a entraîné des situations de brouillage grave dû aux rayonnements non désirés émis à l'emplacement des stations. Le présent Rapport n'a pas pour objet d'examiner chaque type de brouillage possible, mais d'indiquer les sources de brouillage les plus fréquentes. Il faut noter en particulier que les émetteurs d'autres services peuvent être impliqués.

### 2. Relations simples de fréquences

Etant donné que les bandes de fréquences du service mobile terrestre utilisent tout le spectre des fréquences des ondes métriques et décimétriques, des relations harmoniques peuvent exister entre les fréquences des diverses bandes. Le boîtier des équipements, les câbles d'alimentation électrique et les câbles terrestres peuvent contribuer à l'augmentation du niveau de ces signaux harmoniques non désirés.

D'autres signaux brouilleurs peuvent avoir pour origine de simples mélanges, soit dans les étages de sortie de l'émetteur, soit dans le pylône d'antenne. Si, par exemple, le signal d'un émetteur de radiodiffusion à ondes métriques à 93 MHz se combine avec un signal du service mobile à 170,5 MHz, il peut en résulter un signal de différence à 77,5 MHz. Cela peut poser des problèmes s'il s'agit d'une fréquence de réception du service mobile.

### 3. Relations complexes de fréquences

#### 3.1 Production de signaux à la fréquence intermédiaire et/ou aux fréquences dérivées

Un brouillage peut être causé à un récepteur qui reçoit des signaux en provenance de deux émetteurs dont les fréquences sont distantes d'une valeur égale à la fréquence intermédiaire du récepteur, ou à un de ses sous-multiples.

#### 3.2 Production de signaux à la fréquence différence entre la fréquence émission et la fréquence réception

Ce problème se présente aux emplacements où se trouvent plusieurs stations de base pourvues de dispositifs «relais» ou de «communication en transit»; autrement dit, où émetteurs et récepteurs sont utilisés simultanément. Si le découplage émission-réception est constant, un signal en provenance d'une station mobile produira une fréquence différence,  $D$ , dans l'étage de sortie de l'émetteur de la station de base. N'importe quel autre émetteur de station de base peut alors mélanger son émission avec  $D$  pour produire la fréquence de réception associée dans la même bande.

### 4. Produits d'intermodulation

#### 4.1 Produits prenant naissance en dehors de l'emplacement

Il s'agit des produits qui proviennent de stations situées à des emplacements voisins, en particulier, des produits du troisième ordre,  $2f_1 - f_2$ , très répandus dans les grandes agglomérations urbaines. Dans certains cas, des produits d'intermodulation d'ordre élevé, atteignant le septième ordre ou davantage, ont été constatés et dans des cas exceptionnels, on a relevé des brouillages dus aux produits du dix-neuvième ordre.

#### 4.2 Produits d'intermodulation engendrés sur l'emplacement par des jonctions non linéaires sur le pylône

La vérification des processus et des niveaux de ce genre de brouillage nécessite une étude plus poussée. Ce brouillage existe certainement dans les bandes attribuées au service mobile terrestre mais, pour des puissances rayonnées faibles, l'importance de ces produits est réduite, en comparaison avec d'autres formes de non-linéarité, par exemple celles des § 4.1 et 4.3.

#### 4.3 Produits d'intermodulation engendrés sur l'emplacement par la non-linéarité des composants du système

Les joints entre métaux différents sont la cause de non-linéarité et il s'ensuit des produits d'intermodulation lorsqu'ils sont soumis à des courants de fréquence radioélectrique. Des travaux récents ont montré que des produits, atteignant le onzième ordre aux fréquences métriques, sont causés par des connecteurs, des câbles et des jonctions non homogènes, tous ces composants pouvant normalement être considérés comme inoffensifs.

Pour le développement futur à long terme de l'industrie radioélectrique du service mobile terrestre, il peut être nécessaire de spécifier la non-linéarité des composants passifs des systèmes.

\* Ce Rapport doit être porté à l'attention de la Commission d'études 1.

## 5. Bruit d'un émetteur

Jusqu'à ces derniers temps, la grande majorité des émetteurs de stations de base du service mobile terrestre était pourvue d'étages de sortie à tubes lesquels ne contribuaient que peu au spectre de bruit en comparaison avec les étages de sortie plus modernes à état solide.

Avec un étage de sortie à tube, le bruit indésirable est généralement à bande étroite, ses composantes étant à des fréquences multiples de la fréquence de l'oscillateur à quartz ou à des fréquences de combinaisons issues d'étages multiplicateurs. Cependant, lorsque les étages de sortie sont à état solide, le bruit est généralement à large bande et de niveau plus élevé.

Les Fig. 1, 2 et 3 donnent les résultats graphiques des mesures effectuées au Royaume-Uni sur le bruit en provenance d'émetteurs à ondes métriques pourvus d'étages de sortie à tubes électroniques et d'étages de sortie à état solide, pour la «bande supérieure» (150-170 MHz) et pour la «bande inférieure» des ondes métriques (71,5-87,9 MHz).

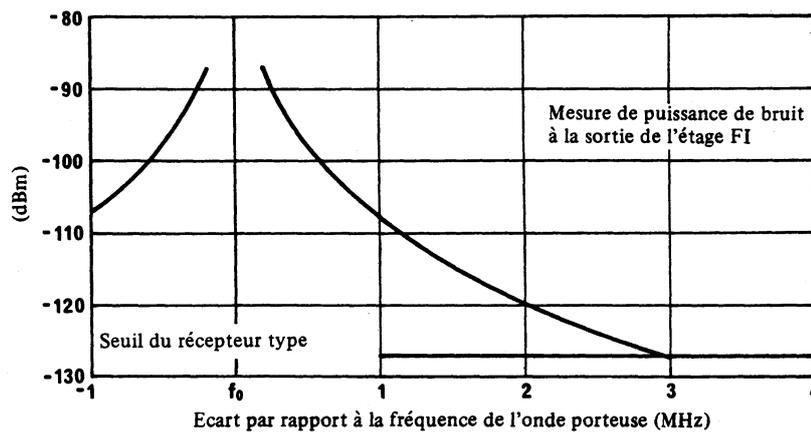


FIGURE 1 – Bruit de l'émetteur type  
Ondes métriques (bande supérieure) (150-170 MHz)  
Etage de sortie à tube

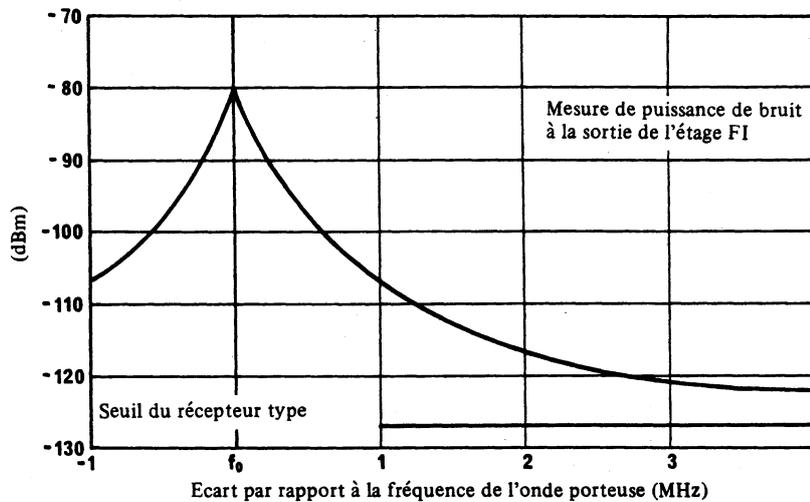


FIGURE 2 – Bruit de l'émetteur type  
Ondes métriques (bande supérieure) (150-170 MHz)  
Etage de sortie à état solide

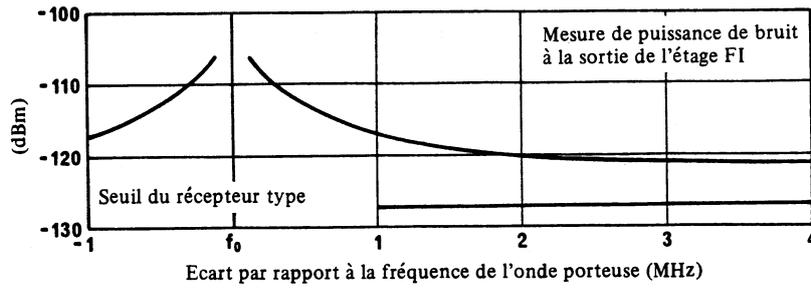


FIGURE 3 – *Bruit de l'émetteur type*  
*Ondes métriques (bande inférieure) (71,5-87,9 MHz)*  
*Etage de sortie à état solide*

La Fig. 4 donne la courbe de bruit (dans des conditions d'exploitation) d'une station de base sans filtrage des rayonnements non désirés et du bruit à la sortie de l'émetteur (courbes A). Ces résultats peuvent être comparés à ceux des courbes B qui illustrent l'avantage qu'offre le filtrage en réduisant d'environ 30 dB le bruit et les rayonnements non désirés.

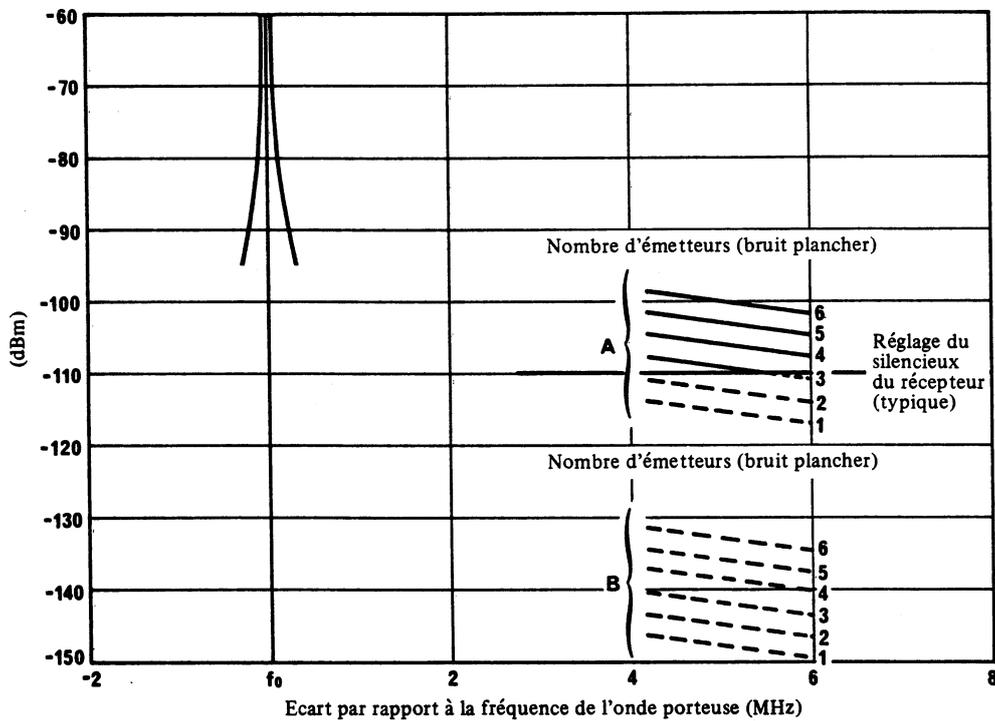


FIGURE 4 – *Courbes de bruit réelles en exploitation*

Courbes A: Emplacement sans filtres d'émetteurs

B: Emplacement avec filtres d'émetteurs

Découplage minimal à la fréquence de réception: 30 dB

Tous les émetteurs ont des étages de sortie à état solide

Valeur typique de la puissance de l'onde porteuse par émetteur: +43 dBm

La Fig. 5 montre un système type de filtrage pour émetteurs et la Fig. 6 la courbe de réponse détaillée du filtre à division de spectre présenté dans la Fig. 5.

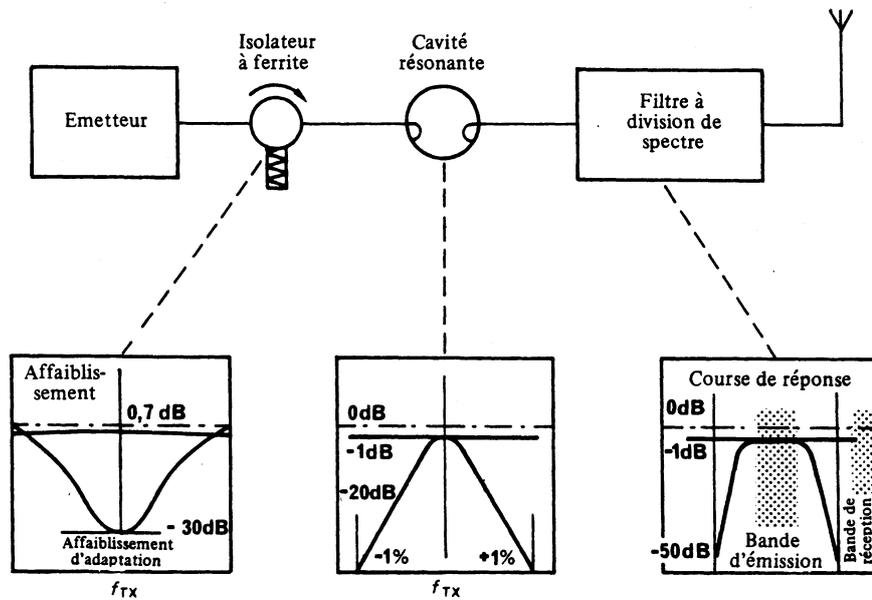


FIGURE 5 – Système type de filtrage des émetteurs  
Communication en transit  
Ondes métriques 150-160 MHz

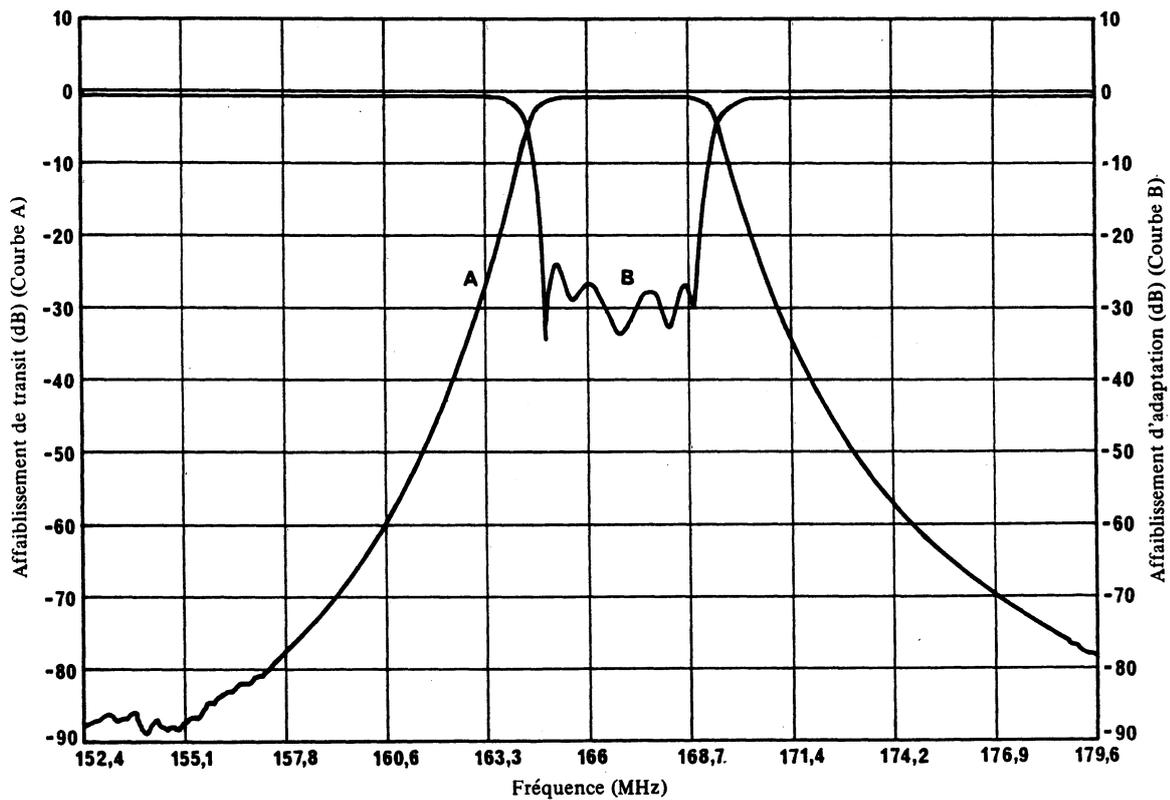


FIGURE 6 – Courbe de réponse du filtre à division de spectre

Un calcul typique des niveaux de bruit auxquels on peut s'attendre sur un emplacement comportant 15 émetteurs, utilisant le système de filtrage de la Fig. 5, est donné ci-dessous:

*Calcul des niveaux types de bruit de l'émetteur  
(Découplage émission/réception de 4,8 MHz)  
Ondes métriques (bande supérieure) 150-170 MHz*

Par émetteur:		
	Bruit à la fréquence de réception: (Valeur typique)	- 137 dB (par rapport à l'onde porteuse)
Introduire un supplément d'isolement:		
	Ajouter la ferrite (- 1 dB)	- 138 dB
	Ajouter la cavité (- 30 dB)	- 168 dB
	Ajouter le filtre à (- 35 dB) division de spectre (6 cellules)	<u>- 203 dB</u>
Prendre la porteuse Réf. + 42 dBm:	Valeur du bruit	= - 161 dBm
	Ajouter 15 émetteurs (+ 3 dB/émetteur)	= <u>+ 45 dB</u>
		= <u>- 116 dBm</u>
	Ajouter 5 émetteurs (+ 3 dB/émetteur)	= + 15 dB
	Niveau de bruit à la fréquence de réception	= <u>- 101 dBm</u>
		(soit 2 $\mu$ V d.d.p.)*

## 6. Bruit électrique extérieur

Mis à part le bruit provenant de l'allumage des moteurs à explosion, il faut compter avec les sources de brouillage radioélectriques bien connues qui continuent à proliférer, notamment parmi les utilisateurs industriels. Parmi ces sources, on peut citer le chauffage à micro-ondes, les fours à micro-ondes, les rayons X et les appareils médicaux. Ces sources donnent naissance à un large spectre de bruit qui a tendance à varier en fréquence.

Le blindage ou la suppression des appareils causant le brouillage réduit normalement le problème à des proportions acceptables.

Pourtant, il faut compter avec une nouvelle famille de sources de brouillage: les ordinateurs et leurs périphériques, lesquels posent bien des problèmes avec leurs émissions de bruit à large bande dans le spectre des ondes métriques.

## 7. Résumé

Dans certains cas, les techniques d'ingénierie courantes utilisées pour les emplacements comportant de nombreux émetteurs ont donné lieu à des émissions non désirées excessives. Etant donné l'utilisation accrue des services mobiles terrestres, il est souhaitable de perfectionner les techniques pour réduire à l'avenir l'effet des brouillages. Particulièrement en ce qui concerne les réseaux à canaux en partage et les systèmes cellulaires, il est nécessaire d'améliorer l'ingénierie des emplacements afin de les rendre plus «silencieux».

Dès lors, il est nécessaire d'examiner les points suivants:

- rayonnements non essentiels des émetteurs;
- filtrage des sorties des émetteurs pour réduire les rayonnements non essentiels et le bruit aux fréquences voisines de la porteuse;
- emploi d'isolateurs directifs dans les étages de sortie des émetteurs;
- filtrage supplémentaire afin de protéger les bandes de fréquences adjacentes;
- effets de non-linéarité à tous les points du système.

\*  $\mu$ V d.d.p. est la différence de potentiel en  $\mu$ V mesurée sur le circuit fermé.