

**PROJET DE**  
**RAPPORT DE L'AGENCE NATIONALE DES FREQUENCES**

**SUR LA COMPATIBILITE ENTRE**

**LES RESEAUX DE RADIOCOMMUNICATIONS DU SERVICE MOBILE DU MINISTERE  
DE L'INTERIEUR (BANDE 83–87,3 MHz)**

**ET**

**LES STATIONS D'EMISSION DE RADIODIFFUSION FM (BANDE 87,5–108 MHz)  
AUTORISEES PAR LE CONSEIL SUPERIEUR DE L'AUDIOVISUEL**

TABLE DES MATIERES

<b>1. Préambule.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Rappel des travaux du groupe de travail CCE3 entre l'ANFR, le ministère de l'intérieur et le CSA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Travaux et résultats ; l'échec des discussions.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Informations générales sur l'utilisation des bandes de fréquences du ministère de l'intérieur et de la bande de radiodiffusion sonore FM (CSA) .....</b>	<b>7</b>
<b>4. La bande du CSA 87,5-108 MHz - FM.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. Aspects réglementaires .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2. La bande FM 87,3 – 108 MHz .....</b>	<b>9</b>
4.2.1. Normes et règles d'ingénierie .....	9
4.2.2. Rayonnements non essentiels .....	10
<b>5. La bande du ministère de l'intérieur 83 – 87,3 MHz .....</b>	<b>12</b>
<b>5.1. Caractéristiques des réseaux radioélectriques du ministère de l'intérieur .....</b>	<b>13</b>
5.1.1 Pour les réseaux des services de sécurité civile .....	13
5.1.2 Pour les réseaux des services de la Police nationale .....	13
5.1.3 Caractéristiques des réseaux radioélectriques du ministère de l'intérieur.....	13
<b>5.2. Règles d'ingénierie appliquées lors de la création de réseaux radioélectriques du ministère de l'intérieur .....</b>	<b>14</b>
<b>5.3. Conformité CEM des équipements .....</b>	<b>15</b>
5.3.1. Immunité aux champs forts produits en dehors du canal utile .....	15
5.3.2 Valeur de champ de 3V/m .....	16
5.3.3. Valeur de champ de 10V/m .....	17
<b>5.4 Conclusion .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Analyse des gênes .....</b>	<b>18</b>
<b>6.1. Les types de gênes que l'on peut rencontrer .....</b>	<b>18</b>
<b>6.2. Caractéristiques techniques de la réception à prendre en compte.....</b>	<b>19</b>
6.2.1. Couverture radioélectrique des réseaux radioélectriques de l'intérieur - Calcul du champ utile des réseaux de l'Intérieur et protection de ce champ à proximité des émetteurs FM .....	19
6.2.2. Protection des récepteurs dans un champ rayonné sur un site d'émission FM .....	21
<b>6.3. Conclusion .....</b>	<b>24</b>
<b>7. Résumé des difficultés énumérées .....</b>	<b>26</b>
<b>7.1. Analyse des difficultés et des propositions de solutions.....</b>	<b>26</b>
<b>8. Recommandations .....</b>	<b>28</b>

<b>ANNEXES</b> .....	<b>31</b>
<b>Annexe 1</b> .....	<b>32</b>
<b>Bandes de fréquences du ministère de l'intérieur et du CSA (FM)</b> .....	<b>32</b>
<b>Annexe 2</b> .....	<b>33</b>
<b>Elément de calculs de compatibilité des réseaux radioélectriques de l'Intérieur (83-87,3 MHz) et des stations d'émission FM (87,5-108 MHz)</b> .....	<b>33</b>
<b>Annexe 3</b> .....	<b>40</b>
<b>Champ radioélectrique du service mobile terrestre du ministère de l'intérieur</b> .....	<b>40</b>
<b>Références des documents techniques utilisés dans ce rapport</b> .....	<b>45</b>

## **1. PREAMBULE**

### **1.1. Rappel des travaux du groupe de travail CCE3 entre l'ANFR, le ministère de l'intérieur et le CSA**

La Commission consultative de compatibilité électromagnétique (CCE) a créé un groupe de travail (CCE3) afin de répondre à une demande de la Commission consultative des sites radioélectriques (COMSIS) sur les difficultés rencontrées dans le traitement des dossiers de coordinations des sites déposées par le CSA pour les stations FM auxquelles le ministère de l'intérieur est souvent amené à opposer un avis différé<sup>1</sup>.

Le Directeur général de l'ANFR avait demandé d'examiner cette difficulté et de proposer une méthode pour traiter techniquement les difficultés rencontrées entre les stations radioélectriques de l'intérieur et du CSA dans la bande II (87,5-108 MHz).

### **1.2. Travaux et résultats**

Ont participé au groupe de travail pour :

- l'Agence Nationale des Fréquences : M. Jean-Jacques GUITOT (chargé du groupe), M. Eric FOURNIER (président de la CCE), M. Gérard GAUCHERELLE (directeur de la DGNF) ; M. Marc DIZERBO (responsable de la COMSIS).
- le Ministère de l'Intérieur (DTI) : M. Cyril CHARBONNIER ; M. BLARY et M. MALLET
- le Conseil Supérieur de l'Audiovisuel : M. Jean-Jacques CLAUDEL, M. Michel FOURNIER, accompagnés des représentants de TDF : M. Jacques MARTIN et M. Frédéric DUVELLEROY, de SOGETEC : M. Raphaël EYRAUD, d'ECS : M. Patrice ALBARELLI , M. Jean-Michel KANDIN.
- Le groupe de travail a tenu 6 réunions. Une présentation de l'avancement des travaux a été faite à la COMSIS du 26 février 1999 où il a été rappelé que le représentant du CSA a approuvé que les diffuseurs proposent en fonction des zones particulières à définir par le ministère de l'intérieur de diminuer le champ rayonné à 130 dB(µV/m) à 10 m et était d'accord sur l'établissement de deux sous-bandes FM en-dessous et au-dessus de 89 MHz.

Par la suite, le ministère de l'intérieur ayant fait connaître qu'il ne pouvait pas définir a priori ces zones particulières. Dès lors, les participants ne pouvaient pas arriver à un accord sur les données à utiliser. La CCE 3 en a rendu compte à la CCE d'avril 1999 et a proposé que l'Agence nationale des fréquences finisse l'étude. Celle-ci a été établie en grande partie sur le document en préparation dans la CCE 3. Le rôle de l'ANFR a été de proposer un niveau de champ minimal à protéger pour les réseaux du ministère de l'intérieur dans la bande 83-

---

<sup>1</sup> Voir la procédure de réponse différée dans le paragraphe 1.4.2 du document "Procédures d'utilisation optimale des sites radioélectriques".

87,3 MHz qui est une valeur entre celle avancée par la DTI et celle qui correspondrait au niveau de sensibilité défini dans les normes pertinentes. Il est évident que les réseaux du ministère de l'intérieur peuvent fonctionner avec des intensités de champs plus faibles. Les éléments de ce rapport sont à prendre comme une base pour démarrer des discussions techniques dans des cas de difficultés de compatibilité électromagnétique.

Le projet a été donné pour avis à la COMSIS du 21 septembre 1999, les membres étant invités à faire leurs observations avant la COMSIS de février 2000.

Le ministère de l'intérieur a fait ses commentaires par lettre du 10 décembre 1999. Il a été tenu compte de ses observations à l'exception de l'emploi de la valeur de sensibilité de  $0,35\mu\text{V}$  au lieu de la valeur de  $0,7\mu\text{V}$  utilisée ici pour déterminer une formule de niveau de champ de référence médian. On notera que les calculs ne sont pas en contradiction avec les données fournies par le ministère de l'intérieur (voir fiche de calcul en annexe A.3.4), sauf sur la question du niveau de champ à protéger.

Le représentant du CSA a donné ses commentaires le 11 janvier 2000. Il a rappelé ses propositions qui sont :

- les diffuseurs proposent en fonction des zones particulières à définir par le ministère de l'intérieur de diminuer le champ rayonné à  $130\text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$  à 10 m,
- l'accord sur l'établissement de deux sous-bandes FM en-dessous et au-dessus de 89 MHz.

\* \*

\*

## 2. INTRODUCTION

1. Il faut tout d'abord indiquer qu'aucun travail spécifique détaillé sur la compatibilité des émissions FM et du service mobile dans la bande adjacente inférieure de la bande FM n'est connu. L'UER (Union européenne de radiodiffusion) a rapidement examiné cette compatibilité dans son document commun avec l'ETSI (ETR 132) pour indiquer que le service mobile doit être à plus de 2 MHz de la bande FM. L'ERO (Bureau européen des radiocommunications) a prévu dans son logiciel de planification de radiodiffusion une analyse de compatibilité, mais aucun élément n'est disponible. Il existe toutefois une analyse de compatibilité entre la radiodiffusion et le service mobile aéronautique pour les bandes au-dessus de 108 MHz<sup>2</sup>. Bien que la radiodiffusion soit en cause, le cas du service mobile aéronautique est différent de celui du service mobile terrestre, notamment les types de zones de service sont différentes.
2. Au cours des discussions dans la CCE 3, il est apparu qu'il existe des incompréhensions portant sur les règles techniques à prendre en compte pour l'analyse de compatibilité. Toutefois, bien qu'on puisse considérer que les équipements de chacun des deux services de radiocommunications concernés sont conformes aux normes en vigueur, on constate que les cas de gênes difficiles à traiter concernent le fonctionnement de récepteurs en champ faible aggravant ainsi le phénomène de saturation des récepteurs, à proximité d'émetteurs de forte puissance dans la bande adjacente à celle affectée au ministère de l'intérieur, qui s'accompagne d'une réduction de leur sensibilité pour les signaux utiles. Aussi, le rapport examine plus particulièrement ce cas. Les autres cas ont des solutions techniques, même si elles ne sont pas mises en œuvre faute d'accord d'ordre administratif entre les parties.
3. Il faut noter qu'en se référant aux normes en vigueur, le CSA et le ministère de l'intérieur ont chacun raison. En effet, la norme ETS 300-279 ne permet pas à elle seule d'assurer la cohabitation des équipements du ministère de l'intérieur avec les émetteurs de forte puissance utilisés par les services de radiodiffusion puisqu'elle exclut des mesures sur une partie de la bande FM qui correspond aux plages de tolérance de mesure sur la bande du ministère de l'intérieur. Compte tenu de l'historique de la gestion des bandes de fréquences en France, les deux affectataires doivent rechercher des compromis techniques au cas par cas.
4. Le rapport ci-après s'appuie donc sur les règles techniques et les normes ETSI en vigueur et préconise un certain nombre de recommandations pour permettre les coordinations des opérations de compatibilité électromagnétique entre les réseaux de radiocommunications concernés et les émissions de radiodiffusion FM sur la base d'éléments techniques.  
Il ne préconise pas les solutions d'ordre administratif pour mettre en œuvre les solutions techniques. Il appartient aux intéressés de faire le nécessaire pour évaluer les financements des équipements nécessaires éventuellement en liaison et avec l'aide de l'ANFR.

---

<sup>2</sup> Recommandation UIT-P IS.1009-1 -Compatibilité entre le service de radiodiffusion sonore dans la bande d'environ 87-108 MHz et les services aéronautiques dans la bande 108-137 MHz.

Il montre que **la coordination entre les deux affectataires, prenant en compte les caractéristiques techniques de chacun des deux services concernés, est obligatoire**. En effet, d'un côté, il n'est pas pensable d'interdire plusieurs mégahertz de la bande FM aux stations de radiodiffusion et d'un autre côté, il n'est pas non plus envisageable d'empêcher le fonctionnement d'un réseau radioélectrique servant aux missions de sécurité publique.

5. De son côté, l'ANFR ne peut que :

**a) constater l'ancienneté des attributions** des bandes de fréquences à chacun des deux affectataires basées sur :

- Le Règlement des radiocommunications et sur plan de planification des fréquences de radiodiffusion pour l'affectataire CSA ;
- Les attributions des bandes 68-88 MHz au service mobile, plus exactement 68-74,8 MHz et 75,2 – 87,5 MHz, au service fixe et au service mobile sauf aéronautique. Les réseaux radioélectriques du service mobile ont été déployés suivant les règles reconnues de l'art.

**b) rechercher à ce que les deux services puissent se développer sur une base équitable**, et dans ce sens, il faudra tenir compte de l'impossibilité d'appliquer l'ETS 300-279 sur la CEM des équipements de radiocommunications du ministère de l'intérieur à proximité de la bande FM.

6. L'ANFR demande :

- que le CSA puisse imposer si nécessaire ou que les radiodiffuseurs s'engagent à observer des contraintes limitant les niveaux de champs forts lorsque manifestement c'est une solution permettant d'assurer une compatibilité ;
- que le ministère de l'intérieur assure un champ minimum de réception à proximité des sites d'émission de radiodiffusion.
- Un minimum de coopération entre les deux parties et, lorsque c'est nécessaire, l'intervention des services régionaux de l'ANFR sans que la COMSIS soit amenée à intervenir. Cela porte notamment sur les échanges d'informations sur les assignations de fréquences.

\* \*

\*

### **3. INFORMATIONS GENERALES SUR L'UTILISATION DES BANDES DE FREQUENCES DU MINISTERE DE L'INTERIEUR ET DE LA BANDE DE RADIODIFFUSION SONORE FM (CSA)**

#### **La position des bandes de chaque affectataire**

La bande de radiodiffusion FM (87,5-108 MHz) est quasiment adjacente à la bande affectée au ministère de l'Intérieur (83 – 87,3 MHz). Entre ces deux bandes, on trouve la bande de la radiomessagerie unilatérale publique –Eurosignal. (voir annexe 1 : Bandes de fréquences du ministère de l'intérieur et du CSA (FM))

Dans les bandes de radiodiffusion FM et de radiomessagerie, il existe des émetteurs de puissance allant de plusieurs centaines de watts à plusieurs kilowatts. Les émetteurs de radiomessagerie utilisent deux types de modulation : la modulation de fréquence et la modulation d'amplitude. Dans le passé, de grandes difficultés ont été rencontrées avec les émetteurs de radiomessagerie. Ils ont été résolus au cours du temps au cas par cas par l'adjonction de filtres ou par déplacement des sites de réception du ministère de l'intérieur. Les difficultés rencontrées provenaient de produits d'intermodulation et de désensibilisation des récepteurs de stations fixes ainsi que des gênes produites sur les récepteurs FM.

\* \*

\*

## 4. LA BANDE DU CSA 87,5-108 MHz - FM

### 4.1. Aspects réglementaires

#### La loi de 1986 et la décision de 1987

Le CSA, autorité indépendante, donne les autorisations de diffusion à des opérateurs qui diffusent soit à partir de leurs émetteurs qu'ils installent eux-mêmes, soit qu'ils les fassent installer tout en restant propriétaires, soit qu'ils s'adressent à un opérateur technique spécialisé dans ce genre d'activité, notamment TDF et SOGETEC.

Les autorisations sont données dans le cadre de la loi de 1986<sup>3</sup>. L'instruction du dossier d'autorisation s'appuie sur un certain nombre d'éléments y compris l'aspect technique qui n'est qu'un élément parmi beaucoup d'autres. Il faut bien noter que la **procédure d'autorisation a un caractère juridique très formel**. La procédure d'autorisation inclut un appel à candidatures sur des zones de service désignées, à l'exception toutefois du service public et des stations temporaires. Les appels à candidatures et les autorisations sont publiés au Journal officiel.

#### Les contraintes réglementaires techniques

Concernant les aspects techniques de la diffusion FM, le CSA s'appuie sur l'article 25 de la loi de 1986 et sur la décision 87-23 du 6 mars 1987 concernant les rayonnements non essentiels dont les éléments imposés par cette décision sont indiqués ci-après.

#### L'article 25 de la loi de 1986

Le CSA s'appuie sur l'article 25 de la loi de 1986 qui dit : « *L'usage des fréquences pour la diffusion de services de communication audiovisuelle par voie hertzienne terrestre est subordonné au respect des conditions techniques définies par le Conseil supérieur de l'audiovisuel et concernant notamment :*

*1° les caractéristiques des signaux émis et des équipements de diffusion utilisés ;*

*2° le lieu d'émission ;*

*3° la limite supérieure de puissance apparente rayonnée ;*

*4° la protection contre les interférences possibles avec l'usage des autres techniques de télécommunications.*

*Le conseil peut soumettre l'utilisateur d'un site d'émission à des obligations particulières, en fonction notamment de la rareté des sites d'émission dans une région. Il peut en particulier, imposer le regroupement de plusieurs utilisateurs sur un même site.*

*Il détermine le délai maximum dans lequel le titulaire de l'autorisation doit commencer de manière effective à utiliser la fréquence dans les conditions prévues par l'autorisation. »*

---

<sup>3</sup> Loi n° 86-1067 du 30 septembre 1986 relative à la liberté de communication, modifiée et complétée. Une nouvelle loi a été soumise au Parlement; les points discutés ici ne sont pas modifiés.

### **L'évolution depuis 1987**

Depuis la décision de 1987, un certain nombre de normes et de règles techniques ont été publiées par l'ETSI. Les normes sont admises par les constructeurs et sur lesquelles ils se basent pour produire les émetteurs. Les règles techniques (ETR) servent à l'installation des émetteurs et donnent des indications techniques générales. Elles constituent des règles de l'art pour les installateurs qui les connaissent plus ou moins et par les radiodiffuseurs techniques qui ont par ailleurs participé à leur élaboration.

Ces règles, qui n'ont pas en France un caractère réglementaire, sont admises par les radiodiffuseurs. Elles sont évolutives.

### **Les règles de l'art admises et appliquées par les radiodiffuseurs techniques au cas par cas**

Afin de faciliter la cohabitation des sites de diffusion importants avec d'autres installations, les radiodiffuseurs techniques s'imposent des règles techniques supplémentaires, notamment pour les installations à plus d'une dizaine d'émetteurs, en limitant dans les zones sensibles le champ rayonné en réglant le rayonnement en site des aériens de diffusion.

Ces règles admises par les radiodiffuseurs facilitent l'implantation des sites et limitent les risques de gênes.

## **4.2. La bande FM 87,3 – 108 MHz**

La bande est canalisée avec un pas de 100 kHz avec un espacement entre fréquences centrales de 400 kHz, et avec entrelacement possible (hors des même zones de couverture). La largeur nécessaire au signal est de 200 kHz conformément aux dispositions de l'UER.

### **4.2.1. Normes et règles d'ingénierie**

L'ETSI en liaison avec l'UER a publié :

- **P'ETS 300 384** : « Radio broadcasting systems ; Very High frequency (VHF), frequency modulated, sound broadcasting transmitters » qui fixe les caractéristiques techniques des émetteurs notamment les limites des émissions non-essentiels.
- **P'ETR 132** «radio Broadcasting systems : Code of practice for site engineering - Very High Frequency (VHF), frequency modulated, sound broadcasting transmitters ». Ce rapport technique donne les règles générales d'installation des stations de radiodiffusion FM qui constituent le minimum à observer pour éviter les principales difficultés.

Une émission radioélectrique comprend l'émission du signal utile à la fréquence assignée et des rayonnements non désirés. Les rayonnements non désirés comprennent :

- les rayonnements non essentiels perturbant à des valeurs de fréquences discrètes. Ils doivent être à un niveau fixé par une norme. Dans le cas présent, le niveau a été fixé par la décision de 1987 de la CNCL, pour un seul émetteur.

- le rayonnement de bruit large bande lié au procédé de modulation. Ici, on a pris la référence dans l'ETS 300-384.

Ces limites font toujours l'objet de travaux au sein des organismes de réglementation européens (CEPT, ETSI) et internationaux (UIT).

Le CSA peut intervenir en imposant des contraintes comme les sites au moment des appels à candidatures.

#### 4.2.2. Rayonnements non essentiels

##### Rayonnement en bande étroite

En 1987, une décision de la CNCL a défini les conditions techniques d'usage des fréquences pour la diffusion de signaux de radiodiffusion sonore en modulation de fréquence. Les caractéristiques sont :

- L'excursion maximale de fréquence ne doit pas dépasser 75 kHz
- La stabilité en fréquence doit être meilleure que +/- 2 kHz
- Les niveaux de puissance maximaux tolérés des rayonnements non essentiels, mesures à la sortie de l'émetteur, sont :
  - pour les émetteurs d'une puissance nominale supérieure à 500 watts, 90 décibels au-dessous de la puissance de l'émetteur,
  - pour les émetteurs d'une puissance nominale comprise entre 25 et 500 watts, 60 décibels au-dessous de la puissance, sans dépasser 1 milliwatt,
  - pour les émetteurs d'une puissance inférieure ou égale à 25 watts, 40 décibels au-dessous de la puissance de l'émetteur, sans dépasser 25 microwatts.

Dans son article 2, il est précisé que les **diffusions des émissions doivent être effectuées à partir du site approuvé** par la commission et celle-ci peut imposer des modifications de l'installation si celle-ci est source de gênes.

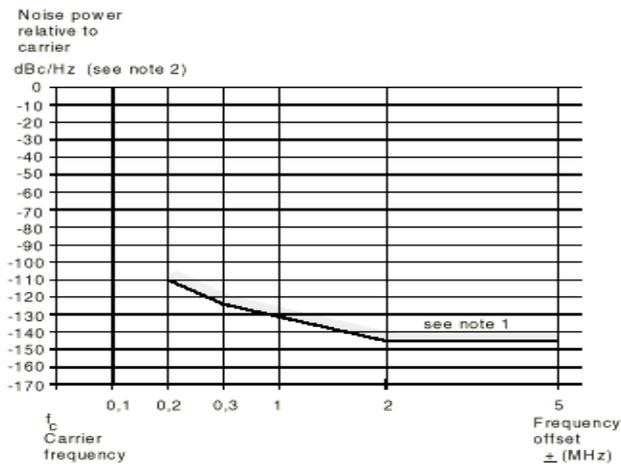
Par ailleurs, la PAR est fixée dans l'autorisation. Il est indiqué que le titulaire de l'autorisation ne doit pas perturber le fonctionnement de services de télécommunications en exploitation par l'émission de signaux en dehors de la bande de fréquences qui lui a été allouée.

##### Bruit large bande

Cette décision ne mentionne pas de chiffres en ce qui concerne la puissance de bruit hors bande des émetteurs qui doivent tenir individuellement le gabarit ci-après d'après la norme ETS 300-384.

On s'aperçoit que le niveau du bruit large bande auprès de la fréquence centrale est important, mais qu'au-delà de 2 MHz de cette fréquence, le niveau de bruit est constant.

Des mesures effectuées sur un certain nombre d'émetteur de radiodiffusion FM par TDF – C2R montrent que les caractéristiques sont meilleures que celles imposées par la norme (document UIT-R, annexe 8 du rapport du GA1-5 de janvier 99).



NOTE 1: The far-out of band emissions are influenced by transmitter output filter/combiner networks. Measurements should be made with these in place, where necessary.

NOTE 2: The measurement bandwidth is 1 kHz; this curve is obtained by subtracting 30 dB from the measured values.

NOTE 3: Under certain circumstances, arising at a small minority of sites, this curve may not guarantee full compatibility with other services and a more stringent specification may be required (see ETR 132 [8] for further information).

Figure 3: Limits for out-of-band emissions (see subclause 4.11)

Fig. 1 – limites des rayonnements de bruit large bande

(Les notes sont à prendre en compte dans l'utilisation de cette courbe)

\* \*

\*

### 4.3. Proposition du représentant du CSA et des diffuseurs participants à la CCE3

Lors des discussions au cours de la CCE3, le représentant du CSA a accepté le partage de la bande FM en deux sous-bandes 87,5-89 MHz et 89-108 MHz et d'indiquer à la COMSIS la portion utilisée.

Par ailleurs, les radiodiffuseurs présents à la CCE3 s'engageaient à prendre tous les moyens pour essayer de réduire la valeur de champ rayonné à 10 m à 130 dB( $\mu$ V/m) sur les zones définies à l'avance par le ministère de l'intérieur.

## 5. LA BANDE DU MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR 83 – 87,3 MHz

Il faut rappeler que les réseaux radioélectriques du ministère de l'intérieur sont utilisés par les services de la Police nationale et les services de sécurité civile pour leurs missions de sécurité et de sauvegarde des biens et des personnes.

La bande de fréquences du ministère de l'intérieur, 83-87.3 MHz, est utilisée par les services de la Police Nationale (83,6-85,5 MHz et 86,6-87,3 MHz), les services d'incendie et les services de Sécurité Civile (83-83,6/86-86,6 MHz et 85,5-86 MHz) (voir le tableau en *Annexe 1 : Bandes de fréquences du ministère de l'intérieur et du CSA (bande de la FM)*).

Deux types d'exploitation sont employés par les services de la Police Nationale : alternat sur une fréquence (simplex), alternat sur deux fréquences (semi-duplex). Le mode en alternat permet notamment de diriger le trafic échangé et facilite les échanges de communications dans des conditions difficiles en particulier bruitées. La canalisation de leurs réseaux radioélectriques est de 25 kHz.

Les services de Sécurité Civile (dont font partie les services départementaux d'incendie et de secours) utilisent le mode alternat sur deux fréquences (duplex à l'alternat) avec une canalisation de 12,5 kHz et exceptionnellement à 20 kHz sur d'anciennes installations. Dans ce cas, la fréquence d'émission des relais (réception des mobiles) est la fréquence haute du couple, et la réception des relais (émission des mobiles) est la fréquence basse.

- Les puissances (PIRE) maximales autorisées pour les relais et les bases sont de 25 W, 2 W pour les portatifs et 10 W pour les mobiles.
- Le maillage de la France est effectué sur la base d'un motif autorisant une distance de répétition de 150 km environ. Il est réalisé avec un motif<sup>4</sup> à 7 cellules comprenant chacune 3 canaux bifréquences pour les réseaux opérationnels, 1 pour l'alerte, 1 de pour le secours et soins d'urgence.

Pour le réseau de commandement le motif est de 9 avec une fréquence par cellule.

Il existe au niveau national 7 mono-fréquences d'infrastructures spécialisées, 1 fréquence Sécurité-Accueil et 23 fréquences tactiques, 1 fréquence d'interconnexion tous services de l'Etat.

Les objectifs de zone de couverture correspondent :

- à la circonscription pour les services de la police nationale,
- au département pour les services d'incendie et de secours (SIS) dépendant de la Sécurité Civile, et ce sur 90% des emplacements pendant 90% du temps<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Il faut toutefois noter que, pour ce type de service, les zones de couverture sont limitées par le bruit plutôt que par le brouillage co-canal.

<sup>5</sup> Il y aurait lieu de définir ces pourcentages qui ne semblent pas être ceux utilisés par l'ANFR dans ce rapport. Pour plus de clarté voir l'annexe A-3.4.

## 5.1. Caractéristiques des réseaux radioélectriques du ministère de l'intérieur

### 5.1.1 Pour les réseaux des services de sécurité civile

La mise en place et l'exploitation des réseaux radioélectriques des services de sécurité civile sont effectuées conformément aux prescriptions des trois circulaires suivantes :

- ◆ Circulaire NOR INT/G/97/00092 C du 29 mai 1997 relative à l'ingénierie des réseaux radioélectriques des services départementaux d'incendie et de secours.
- ◆ Circulaire du 18 septembre 1992 relative à la réforme du plan de fréquences de la sécurité civile (80 MHz ) et à la mise en place d'un réseau Secours et Soins d'Urgence.
- ◆ Circulaire du NOR INT/E/90/00219 C du 10 octobre 1990 relative l'organisation des transmissions de la sécurité civile, définissant l'organisation et les règles d'exploitation des réseaux radioélectriques. (Ordre de Base National des Transmissions de la Sécurité Civile).

### 5.1.2 Pour les réseaux des services de la Police nationale

La mise en place et l'exploitation des réseaux radioélectriques des services de la Police nationale sont effectuées conformément à l'ordre de base des transmissions (OBT) de la Police nationale qui ne peut être diffusé pour des raisons de confidentialité.

### 5.1.3 Caractéristiques des réseaux radioélectriques du ministère de l'intérieur

Pour les deux catégories, les installations suivent les principes généraux de la PMR, et les caractéristiques des récepteurs sont celles des équipements des réseaux privés et elles sont résumées ci-dessous dans le *Tableau 1 – Paramètres radioélectriques des équipements du ministère de l'intérieur*

#### 5.1.3.1 Norme de mesures radioélectriques : ETS 300-086

Conformément à l'article L33 du code des postes et des télécommunications et à l'article R. 20-11 du décret 98-266 du 2 avril 1998 relatif à l'évaluation de conformité des équipements terminaux de télécommunications et à leurs conditions de raccordement, le ministère de l'intérieur définit ses propres spécifications techniques et acquiert des équipements qui doivent être conformes aux ETS 300-086 et ETS 300-279. Les caractéristiques radioélectriques sont les suivantes.

	Portatif	Mobile	Fixe
<b>Silencieux</b>	0,35 à 1µV	0,35 à 1µV	0,35 à 1µV
<b>Sensibilité statique à 12 dB SINAD</b>	0,25 à 0,35 µV	0,25 à 0,35 µV	0,25 à 0,35 µV
<b>Sélectivité par rapport aux canaux adjacents (Pour 12,5 kHz)</b>	>60 dB	>60 dB (en pratique <sup>6</sup> >70 dB)	>60 dB (en pratique >70 dB)
<b>Protection contre l'intermodulation</b>	65 dB (en pratique >70 dB)	65 dB (en pratique >70 dB)	65 dB (en pratique >70 dB)
<b>Blocage</b>	84 dB	84 dB	84 dB
<b>Atténuation des réponses parasites</b>	70 dB	70 dB	70 dB

<sup>6</sup> Lettre DTI à l'ANFR (réf. 1857) en date du 10 décembre 1999

	(en pratique >75 dB)	(en pratique >75 dB)	(en pratique >75 dB)
--	----------------------	----------------------	----------------------

**Tableau 1** – Paramètres radioélectriques des équipements radioélectriques du ministère de l'intérieur

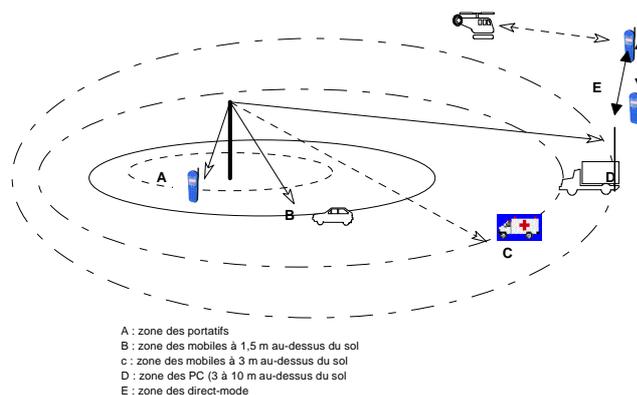
Note :

- 1) La consultation d'un résultat de mesures sur des terminaux mobiles, fournis à l'époque par TH-CSF, mis en service en 1986 montre que les valeurs ci-dessus étaient observées.
- 2) Des mesures effectuées en statique sur quelques terminaux portatifs dernièrement approvisionnés par le ministère de l'intérieur donnent des résultats meilleurs que ceux indiqués dans la norme ETS 300-086.
- 3) Des constructeurs annoncent des valeurs de blocage de 106 dB, mais à 10 MHz de la fréquence nominale.

## 5.2. Règles d'ingénierie appliquées lors de la création de réseaux radioélectriques du ministère de l'intérieur

- Les zones de compétences des différents services de sécurité et de secours sont définies par des textes réglementaires tels que cités en deuxième référence et correspondent généralement selon le service soit à la circonscription, soit au département. L'ingénierie des réseaux a donc pour objectif de couvrir l'ensemble de la zone de compétence.
- Les services de sécurité et de secours sont susceptibles d'intervenir partout, y compris dans les lieux inhabituels. Par ailleurs, il faut savoir que les communications doivent être établies à partir de points imposés par le sinistre, donc les opérateurs ne sont pas censés se déplacer de façon importante pour essayer d'établir une liaison. Le silencieux (squelch) est réglé à la limite afin que la couverture soit la plus étendue possible. Il est à noter que les équipements des services de police ou de secours de la bande VHF ne sont pas utilisés à l'intérieur des locaux et dans les environnements couverts ; dans ce cas, des terminaux fonctionnant dans la bande 450 MHz sont utilisés
- Du fait de la recherche de la sensibilité maximale, les réseaux radioélectriques, généralement monocentres, ont plusieurs zones de service correspondant aux différents types d'équipement mobiles et portatifs :
  - Les portatifs fonctionnant avec un champ élevé ;
  - Les mobiles à bord de véhicules légers pour lesquels on considère une antenne à 1,5 m au-dessus du sol ;
  - Les mobiles à bord de camions pour lesquels on considère une antenne à 3 m au-dessus du sol ;
  - Les mobiles à bord de PC avec une antenne plus directive à une hauteur entre 3 m et 10 m ;
  - Les portatifs des réseaux en direct mode (liaisons directes entre portatifs et entre portatifs et postes de commandement).

L'ensemble est représenté à la figure 2 ci-après .



**Fig. 2** – Exemple des différentes couvertures d'un réseau de l'intérieur en VHF

*Dans l'illustration précédente, on s'aperçoit qu'un réseau du ministère de l'intérieur, par exemple un réseau radioélectrique du service d'incendie et de secours aura pour la station fixe, une couverture pour :*

- *les portatifs ;*
- *les mobiles sur véhicule léger ;*
- *les mobiles sur camions ;*
- *les PC (liaison point à point avec antenne directive)*
- *les liaisons en direct mode entre PC et portatifs (et mobiles) et entre portatifs, et même avec des hélicoptères.*

*De l'exemple précédent, on constate la complexité des configurations de désensibilisation.*

Les couvertures sont établies par le ministère de l'intérieur pour garantir un niveau d'intensité de champ en réception à 1,5 m du sol de 6 à 9 dB( $\mu$ V/m) sur 90% des emplacements et pour 90% du temps pour les réseaux des SDIS mis en place après le 29 mai 1997. On verra au paragraphe 6.2 la discussion sur les valeurs d'intensité de champ radioélectrique à prendre en compte dans la présente étude de compatibilité entre les réseaux du service mobile et les stations de diffusion FM. Pour les réseaux SDIS mis en place avant le 29 mai 1997 et pour les réseaux de la police nationale, il n'y a pas de valeur minimale. Les cartes de couverture des stations du ministère de l'Intérieur peuvent être établies pour le traitement de certaines plaintes, sous réserve de confidentialité.

- La puissance (PIRE) maximale autorisée en émission pour les stations des services de sécurité civile est de 15 W (25 W par dérogation). Pour les services de la police Nationale la puissance maximale autorisée est de 50 W.
- Pour des raisons de sécurité évidentes, le ministère de l'intérieur a des contraintes de choix d'emplacement de ses sites de ses stations radioélectriques fixes. Ce critère n'est pas à sous-estimer dans les contraintes d'analyse de compatibilité électromagnétique.

### **5.3. Conformité CEM des équipements**

Les équipements du ministère de l'intérieur sont parfois accusés de ne pas être immunisés contre les champs radioélectriques forts. Les explications suivantes permettent d'éclairer les discussions et de constater que les équipements du ministère de l'intérieur respectent l'ensemble des normes en vigueur, mais que ces normes ne permettent pas de garantir l'absence de brouillage (voir 5.3.2 ci-après).

#### **5.3.1. Immunité aux champs forts produits en dehors du canal utile**

La Directive 89/336/CEE relative à la compatibilité électromagnétique dispose à son article 4 que les appareils doivent avoir un niveau adéquat d'immunité intrinsèque contre les perturbations électromagnétiques, leur permettant de fonctionner conformément à leur destination, cette disposition étant applicable dans un environnement « normal ».

Ces exigences de protection sont présumées satisfaites si les appareils sont conformes aux normes européennes harmonisées en la matière. Généralement, et pour les fréquences comprises entre 30 et 1000 MHz, cette valeur

est fixée à 3 V/m pour les équipements susceptibles de fonctionner en zone résidentielle et de 10 V/m pour ceux susceptibles de fonctionner en zone industrielle. Toutefois, cette limite ne s'applique pas dans les bandes immédiatement adjacentes à la bande de réception des récepteurs radios.

Sur le site même de radiodiffusion, qui ne constitue pas un environnement « normal » au sens de la Directive, le rapport final BPN 012 de l'UER (novembre 1997) précise que des exigences spécifiques d'immunité pourront s'avérer nécessaires, les champs pouvant atteindre plusieurs dizaines de volts par mètre à proximité des antennes. Il convient donc de traiter différemment l'immunité des équipements professionnels installés sur le site même de diffusion par rapport aux matériels généralement « grand public » utilisés à l'extérieur du site et pour lesquels les normes harmonisées prises en application de la Directive CEM constituent la référence.

#### **Appareils utilisés en dehors du site de diffusion**

Si les valeurs de 3 ou 10 V/m précitées constituent la référence et sont prises en compte notamment par TDF pour l'ingénierie des aériens lors de l'implantation des émetteurs de radiodiffusion, l'immunité correspondante n'est applicable que pour des agressions monosources. On admet généralement que lors de l'irradiation simultanée de plusieurs sources, les conditions d'immunité sont satisfaites si (cf ENV 50166-2) :

$$\sum_i \left( \frac{E_i}{L} \right)^2 \leq 1$$

$E_i$  étant la composante de champ électrique due à la  $i^{\text{ème}}$  source, en V/m,

$L$  étant la limite prise en compte pour l'immunité des appareils.

#### **Equipements exploités sur le site de diffusion**

L'immunité de ces équipements sera définie en fonction de l'emplacement de l'équipement sur le site (dans la salle d'émission ou sur le pylône par exemple), des puissances RF mises en jeu, du découplage entre les différents aériens, etc... Si l'on admet généralement qu'un niveau de 10 V/m constitue un seuil de référence minimum, la prévention des risques de brouillage passe inévitablement par le respect de règles d'installation et l'utilisation d'outils logiciels d'assistance s'appuyant sur une description précise du site considéré, intégrant la structure de chaque chaîne d'émission/réception et le détail des équipements la composant.

### **5.3.2 Valeur de champ de 3V/m**

Pour la PMR, la Directive fait référence à la norme ETS 300-279 qui indique le niveau de champ de 3V/m devant être toléré par les équipements PMR en dehors de la bande d'utilisation de ces derniers et des bandes immédiatement adjacentes. Ainsi, dans le paragraphe 4.1.2.7 de cette norme, il est indiqué une bande d'exclusion où les conditions CEM ne s'appliquent pas, celle-ci est définie par :

- ◆ la fréquence basse de la bande d'exclusion est la fréquence basse du domaine d'utilisation, diminuée de 5% de la fréquence centrale du domaine d'utilisation ou diminuée de 10 MHz, en prenant la fréquence la plus faible ;

- ◆ la fréquence haute de la bande d'exclusion est la fréquence haute du domaine d'utilisation, augmentée de 5% de la fréquence centrale du domaine d'utilisation ou augmentée de 10 MHz, en prenant la fréquence la plus élevée.

Les équipements du ministère de l'Intérieur étant destinés à fonctionner dans la bande 83-87,3 MHz, la bande d'exclusion est alors 73-97,3 MHz. **La norme ETS 300-279 ne répond donc pas entièrement au cas des réseaux du ministère de l'intérieur dans cette bande.**

### 5.3.3. Valeur de champ de 10V/m

Seules les normes spécifiques aux équipements destinés à fonctionner en milieu industriel précisent que ces équipements doivent supporter des valeurs de champ de 10V/m. Or, les équipements PMR normaux n'ont pas normalement vocation à être utilisés dans de telles conditions.

## 5.4 Conclusion

Concernant cet aspect de CEM, l'Agence nationale des fréquences prend note de l'impossibilité d'appliquer complètement la norme ETS 300-279 aux réseaux du ministère de l'intérieur dans la bande 83-87,3 MHz.

L'ancienneté de la planification des bandes de fréquences oblige les affectataires à rechercher une cohabitation en adoptant des solutions techniques au cas par cas ; chaque affectataire s'obligeant à prendre en considération les contraintes de son voisin.

Dans cet état d'esprit, il apparaît évident que l'opposition de la norme ETS 300-279 ne peut pas servir d'argument recevable par l'ANFR pour ne pas rechercher et accepter une compatibilité entre les deux services de radiocommunications.

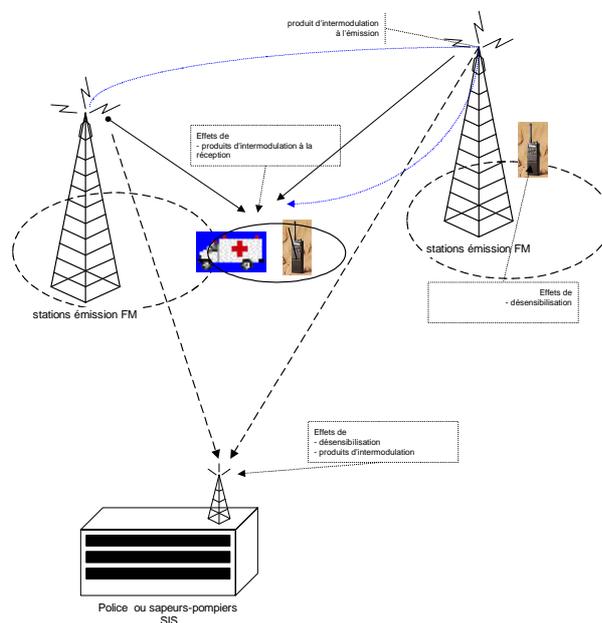
\* \*

\*

## 6. ANALYSE DES GENES

### 6.1. Les types de gênes que l'on peut rencontrer

Nous sommes dans le cas d'une bande du service mobile à proximité d'une bande de diffusion 87,3 à 108 MHz dans laquelle nous trouvons de 87,3 à 87,5 MHz de la diffusion de radiomessagerie unilatérale – (Eurosignal, prochainement arrêtée) et de la diffusion sonore FM de 87,5 à 108 MHz. C'est à dire d'un côté un système de type PMR utilisant des niveaux faibles de champ radioélectrique et de l'autre part un système rayonnant un champ de niveau élevé.



Le schéma suivant illustre les différents types de gênes susceptibles d'être rencontrées.

**Fig. 3** – Illustration des types de gênes possibles

Le service mobile du ministère de l'intérieur peut subir les gênes suivantes provoquées par :

- Des produits d'intermodulation tombant dans la bande du service mobile ; produits d'intermodulation pouvant être créés
  - dans les étages d'émission des différents émetteurs proches,
  - dans les éléments passifs non linéaires de l'environnement métallique proche des émetteurs,
  - dans des éléments électroniques à proximité présentant des non-linéarités en présence de champs radioélectriques forts (exemple : amplificateurs FM, distributeurs TV, etc),
  - dans les récepteurs des équipements du service mobile.
- La saturation de l'étage de réception du récepteur dont l'antenne baigne dans un champ radioélectrique important (émetteur de radiodiffusion mais aussi dans certaines configurations opérationnelles les émetteurs

proches de l'Intérieur, par exemple un mobile de plus de 15 W émettant à proximité d'un récepteur portatif) qui se traduit par une réduction de la sensibilité du récepteur pour les signaux utiles.

- Effets des rayonnements non essentiels et du bruit large bande des émetteurs (émetteur de radiodiffusion ou émetteurs proches des stations de réception du ministère de l'intérieur).

Dans le cas des brouillages des réseaux du ministère de l'intérieur par les émetteurs de radiodiffusion, l'expérience a montré que ce dernier phénomène était généralement négligeable. Les deux paramètres radioélectriques importants à prendre en compte ici sont donc :

- la protection contre l'intermodulation ;
- la protection contre la désensibilisation ou blocage.

*D'une manière opérationnelle, la situation créée par ces gênes sur le terrain peut être illustrée par le schéma suivant : la zone de couverture de la station directrice du service de police ou d'incendie et de secours n'obtient plus de liaison dans des zones d'intervention notées A (qui est à proximité du site d'émission – champ perturbateur élevé) et B (plus éloigné mais où il y a conjonction d'un champ perturbateur fort et d'un niveau de signal utile faible).*

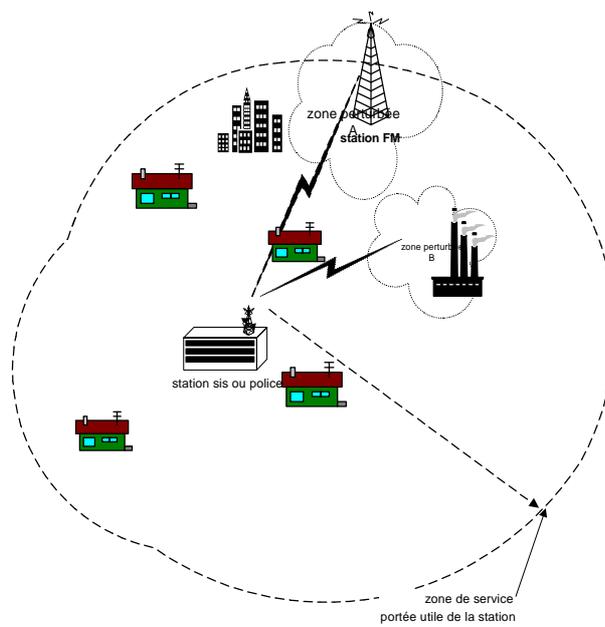


Fig. 4 – Illustration des pertes de couverture radioélectrique

## 6.2. Caractéristiques techniques de la réception à prendre en compte

### 6.2.1. Couverture radioélectrique des réseaux radioélectriques de l'intérieur - Calcul du champ utile des réseaux de l'Intérieur et protection de ce champ à proximité des émetteurs FM

L'objectif de ce paragraphe est d'estimer le champ radioélectrique médian utile pour un bon fonctionnement des réseaux mobiles du Ministère de l'intérieur afin d'obtenir une norme qui servira à estimer de manière raisonnable les efforts que chaque affectataire doit faire pour permettre un fonctionnement dans des conditions acceptables ou tout au moins fixer les bases pour une discussion sur les efforts à faire. Il n'est pas concevable

d'un côté d'interdire des mégahertz à la radiodiffusion FM ou de l'autre provoquer des dysfonctionnements imprévisibles aux réseaux du ministère de l'intérieur, réseaux servant à la sécurité du public.

Il est évident que les équipements mobiles du ministère de l'intérieur qui ont d'excellentes performances permettent d'établir des liaisons avec un niveau de champ radioélectrique faible lorsqu'on envisage une exploitation dans un environnement sans perturbations.

**La norme ETSI ETS 300-086**

Il est reconnu que les équipements radioélectriques présentent toujours des performances meilleures que celles spécifiées dans les normes ETSI, ne serait-ce que pour prendre en compte les dispersions de fabrication. Aussi, les éléments chiffrés retenus dans les calculs produits dans ce rapport sont fondés sur ceux de l'ETS 300-086 en prenant en compte une marge raisonnable de tenue des équipements vis-à-vis des valeurs spécifiées dans la norme, particulièrement dans le cas de la sensibilité et du niveau de blocage.

L'ETS 300-086 précise que la sensibilité maximale utilisable est de 14 dB( $\mu$ V/m) pour un équipement avec antenne intégrée et 6 dB $\mu$ V (fem) pour les équipements avec connecteur antenne. Cette valeur est définie sur banc de test pour qualifier un équipement. On trouve donc, après conversion, les sensibilités suivant les différentes définitions :

	Gain d'antenne	Sensibilité (champs)	Sensibilité (fem)	Sensibilité (récepteur)	Sensibilité dynamique
	dBi / dBd	dB( $\mu$ V/m)	dB( $\mu$ V fem)	dB( $\mu$ V)	dB( $\mu$ V/m)
Portatifs	-3,0 / -1	14,0	9,9	3,9	24,0
Mobiles de voiture	2,0 / 0	7,1	6,0	0,0	17,1

**Tableau 2 :** Valeurs des sensibilités suivant l'ETS 300-086

La sensibilité définie dans l'ETS 300-086 est une sensibilité statique, mesurée en laboratoire dans des conditions où le signal utile ne varie pas (canal gaussien). En pratique, le canal de réception n'est pas gaussien compte tenu de la variabilité de l'environnement (canal de Rayleigh). On définit donc généralement la notion de sensibilité dynamique comme étant le niveau minimum de signal reçu dans les conditions réelles de réception. Selon plusieurs sources, notamment « *Rémy, Ceugniet, Siben - Les systèmes de radiocommunications avec les mobiles* », la sensibilité dynamique est environ 10 dB plus élevée que la sensibilité statique. Ce chiffre est celui repris dans la suite du document.

Il est à noter que les sensibilités statiques annoncées par le ministère de l'intérieure sont de 9 dB plus faibles que les valeurs ci-dessus (0.35 $\mu$ V au lieu de 1  $\mu$ V pour une sensibilité définie à 12 dB SINAD sans différence entre les performances des portatifs et ceux des mobiles). Cette qualité des récepteurs s'explique par le fait que la norme ETS 300-086 ne définit qu'une performance minimale de sensibilité, les constructeurs pouvant concevoir des équipements plus sensibles. Par ailleurs, il ne s'agit pas ici de déterminer la sensibilité réelle des équipements mais le niveau de champ à protéger. L'hypothèse retenue pour définir le niveau de champ à protéger correspond à une sensibilité de 0.7  $\mu$ V (voir la référence ci-dessus). On obtient alors les sensibilités dynamiques correspondantes :

Type de terminaux	Mobile	Portatif
Sensibilité dynamique	14 dB(μV/m)	17 dB(μV/m)

**Tableau 3 : Sensibilités dynamiques**

Il s'agit de la valeur de champ qui correspond à un niveau de réception garantissant un bon fonctionnement sans tenir compte d'autres évanouissement que celui de Rayleigh.

***L'estimation du champ radioélectrique utile pour des liaisons avec des équipements mobiles***

En prenant le calcul établi en annexe A-3.2, pour une sensibilité de 0,7 μV, ce signal correspond donc à une intensité de champ à protéger minimal de 14 dB(μV/m) pour un terminal de type mobile et donne 17 dB(μV/m) pour une antenne<sup>7</sup> ayant – 3 dB de gain par rapport à l'antenne demi-onde.

	Mobile	Portatif
Champ à protéger minimal	14 dB(μV/m)	17 dB(μV/m)

**Tableau 4 : Valeur des champs à protéger minimal**

**Ces valeurs de référence s'avéreront insuffisantes en présence de perturbations** produites par exemple :

- en environnement urbain dense où les parasites cumulés produits par les différents équipements électrodomestiques,
- les appareils de traitement de l'information (ATI) ou les mobiles de radiocommunications sont susceptibles de dépasser ce niveau, en environnement industriel,

En milieu industriel ou urbain, ces valeurs peuvent être supérieures de 20 dB. Suivant cette méthode, en pratique dans les agglomérations importantes, compte tenu du niveau de bruit radioélectrique, on devrait en pratique retenir plutôt un champ supérieur, selon la formule suivante :

$$\text{Champ à protéger} = \text{sup} (\text{Champ à protéger minimal}; \text{niveau de bruit} + 12 \text{ dB})$$

La valeur de 12 dB correspond au rapport signal à bruit minimal des équipements du ministère.

**6.2.2. Protection des récepteurs dans un champ rayonné sur un site d'émission FM**

Pour un champ rayonné par les émetteurs FM de 3 V/m (130 dB(μV/m))<sup>8</sup> à 10 m au-dessus du sol, le champ utile médian reçu sur l'antenne d'un mobile à 1,5 m au-dessus du sol serait de l'ordre de 119 dB(μV/m). La valeur du rapport de protection donné par l'ETS 300-086 est de 84 dB (à plus de 1 MHz d'écart en fréquence). Pour éviter une désensibilisation du récepteur du terminal du ministère de l'intérieur, il faudrait que celui-ci fonctionne avec un **champ de 35 dB(μV/m) au moins** (119-84 dB) à 1,5 m au-dessus du sol.

<sup>7</sup> Dans la réalité, les gains d'antennes raccourcies ont plutôt un gain proche de –15 dB par rapport au doublet demi-onde, référence : doc ETSI /RES2 (92)98.

<sup>8</sup> Valeur de la directive 89/336/CEE et que doit supporter normalement les terminaux radioélectriques

Compte tenu des contraintes de dispersion des valeurs des paramètres radioélectriques et du fait, comme expliqué précédemment, que les équipements du ministère de l'intérieur offrent des performances meilleures que ceux spécifiés dans la norme, il est proposé de retenir ici, comme performance minimale des équipements, une plage de valeurs entre 84 dB et 90 dB.

- Avec le niveau d'intensité de champ de 14 dB( $\mu$ V/m) pour les mobiles et le rapport de protection contre le blocage de 84 à 90 dB (à plus de 1 MHz d'écart en fréquence), on peut fonctionner dans un champ rayonné par les émetteurs FM de 98 à 104 dB( $\mu$ V/m) au niveau de l'équipement mobile.

- Avec le niveau d'intensité de champ de 17 dB( $\mu$ V/m) pour les portatifs et le rapport de protection contre le blocage de 84 à 90 dB (à plus de 1 MHz d'écart en fréquence), on peut fonctionner dans un champ rayonné par les émetteurs FM de 102 à 108 dB( $\mu$ V/m) au niveau de l'équipement portatif.

Les radiodiffuseurs doivent pouvoir, si nécessaire, garantir 3V/m à 10m, soit 130 dB( $\mu$ V/m). Les formules de conversion (Recommandation P.370 de l'UIT-R) indiquent le facteur de correction suivant entre les valeurs de champ à 10 m et les valeurs de champ à une hauteur entre 1,5 et 40 m :

$$\text{Facteur de correction (dB)} = \mathbf{\text{Erreur !}} \cdot 20 \log_{10} (H / 10)$$

Où

H est la hauteur d'antenne du mobile

C prend les valeurs suivantes

Zone	C (dB)
Rurale	4
Suburbaine	5
Urbaine	6

Cette formule doit être utilisée avec précaution puisqu'il s'agit d'une valeur moyenne et qu'elle s'applique généralement à grande distance de l'émetteur de radiodiffusion.

La hauteur d'antenne des équipements du ministère de l'intérieur peut varier de 1.5 m (à main d'homme) à 3.5 m (sur un véhicule).

La valeur de champ à 1,5 m devant être considérée est donc de 119 dB( $\mu$ V/m) et à 3.5 m de 124 dB( $\mu$ V/m) en zone rurale (pire cas), soit les marges négatives suivant les différentes configurations pour garantir une bonne compatibilité entre les deux services.

	Mobile	Portatif
Champ utile	14 dB( $\mu$ V/m)	17 dB( $\mu$ V/m)
Champ des émetteurs FM à 1,5 m	119 dB( $\mu$ V/m)	119 dB( $\mu$ V/m)

(zone rurale)		
Seuil de brouillage	98 à 104 dB( $\mu$ V/m)	102 à 108 dB( $\mu$ V/m)
Marge	- 21 à -15 dB	-17 à -11 dB
Champ des émetteurs FM à 3,5 m	124 dB( $\mu$ V/m)	124 dB( $\mu$ V/m)
(zone rurale)		
Seuil de brouillage	98 à 104 dB( $\mu$ V/m)	102 à 108 dB( $\mu$ V/m)
Marge	- 26 à -20 dB	-23 à -16 dB

**Tableau 5 : Marge de fonctionnement en présence d'émissions FM**

Note 1 : En zone urbaine, on doit en plus prendre en compte le bruit radioélectrique qui peut affecter le seuil de brouillage.

Note 2 : Il est rappelé que cette différence entre portatif et mobile n'est pas due à une sensibilité plus grande des mobiles au brouillages, mais au contraire au fait qu'il existe des zones où les mobiles pourront fonctionner à faible niveau de réception - et donc être brouillé - et où les portatifs, eux, ne fonctionneront pas.

**Il est rappelé que la marge obtenue suppose un écart en fréquence supérieur à 1 MHz et la validité de la conversion entre champ à 10 m et champ à 1,5 m ou 3.5 m.**

En pratique, cette marge négative peut être compensée par :

- le fait qu'un émetteur FM ne se situe pas en limite de couverture des réseaux du ministère de l'intérieur (qui utilise un champ utile largement supérieur à la sensibilité) où que le bruit ambiant (zone urbaine ou industrielle) limite la sensibilité à un niveau nettement supérieur à la sensibilité dynamique calculée.
- la performance des terminaux en terme de niveau de blocage (particulièrement dans le cas des mobiles : meilleure conception, meilleur filtrage, meilleur bruit de phase des OL).
- Un niveau de champ de la radio locale privée inférieure à 130 dB( $\mu$ V/m) à 10 m dans de nombreux cas.

On pourrait gagner sur cette marge en baissant la puissance rayonnée par l'émetteur de radiodiffusion. Cette solution envisageable dans quelques cas isolés ne peut pas être généralisée. L'expérience a montré que le radiodiffuseur cherche alors à déplacer son émetteur et compte tenu de la puissance utilisée, on retrouve les mêmes problèmes sur le nouveau site. Cependant cette solution n'est pas à écarter. D'une manière générale, il semble de bon principe d'éviter l'installation de radios locales au centre des zones denses est à suivre. Faire baisser la puissance revient à multiplier le nombre de stations d'émission qui auront encore des puissances suffisantes pour créer des gênes aux réseaux radioélectriques de l'intérieur et à favoriser les implantations au centre des villes, ce que l'on avait cherché à éviter ces dernières années. Il est sans aucun doute plus intéressant de mettre des stations supplémentaires pour les réseaux de l'intérieur pour renforcer leur couverture.

Dans les cas où il y a malgré tout un brouillage, les dispositions suivantes peuvent être prises :

- Renforcement du champ utile du réseau du ministère de l'intérieur (répéteur ou station supplémentaire, amélioration des aériens, augmentation de la puissance...).

- Redéfinition de la zone de couverture pour prendre en compte le trou de couverture ou le défaut de garantie de liaison aux environs immédiats de la station FM.
- En zone urbaine, un renforcement du champ est nécessaire pour prendre en compte le niveau de bruit radioélectrique.

### **6.3. Conclusion**

A ce stade on peut formuler les premières conclusions suivantes.

Il y a lieu de distinguer les valeurs de champ pour les différents types d'équipements. Par simplification, ici, on ne retient que les portatifs et les mobiles.

Indépendamment des problèmes liés à la proximité des émissions de radiodiffusion, on doit considérer que les champs minimaux de réception en dynamique des récepteurs du ministère de l'intérieur doivent être supérieurs aux valeurs indiquées ci-après, même si en pratique les terminaux du ministère de l'intérieur fonctionnent en-dessous de ces valeurs.

	Mobile	Portatif
Champ de référence médian à 1,5 m au-dessus du sol	14 dB( $\mu$ V/m)	17 dB( $\mu$ V/m)
	14 dB( $\mu$ V/m) – Gain antenne/doublet demi-onde	

**Tableau 4 :** Valeur des champs de référence minimal

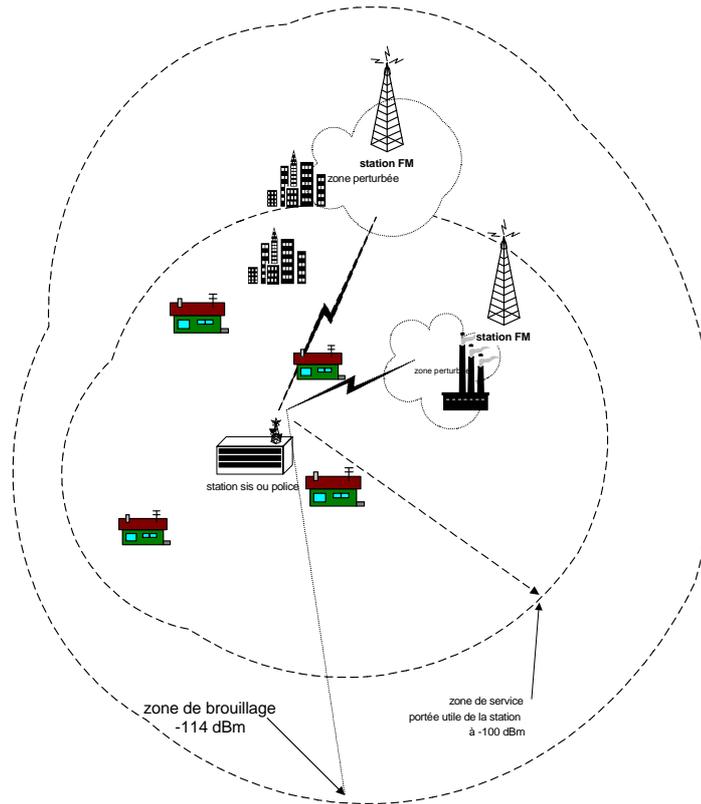
Pour une valeur à 10 mètres au-dessus du sol, on ajoute le facteur de correction cité précédemment (environ 11 dB en zone rurale) aux valeurs ci-dessus.

En présence de stations d'émission de radiodiffusion, ces valeurs de champ doivent être augmentées pour assurer les liaisons dans des conditions satisfaisantes de bon fonctionnement.

La figure suivante illustre les difficultés qui peuvent être rencontrées.

\*

*Le schéma suivant illustre sur le terrain les dysfonctionnements rencontrés par les stations mobiles ou portatives du ministère de l'intérieur. Il peut exister une ou plusieurs zones sensibles à proximité de la limite de couverture de la station du réseau ou bien une mauvaise couverture à l'intérieur de la zone de service. Dans ces zones, le fonctionnement accepté jusqu'à l'arrivée d'un émetteur de forte puissance peut ne plus être valide ensuite. Une station fixe du service mobile supplémentaire ou des dispositions opérationnelles permettent de pallier l'insuffisance de champ radioélectrique.*



**Fig. 5 – Illustration des dysfonctionnements**  
des stations mobiles ou portatives du ministère de l'intérieur

La zone dénommée «zone de service de la station radioélectrique – portée utile de la station » correspond à un niveau de champ de 11 dB( $\mu$ V/m). A l'intérieur de cette zone, le réseau de l'intérieur fonctionne normalement avec un niveau de qualité.

En dehors de cette zone, jusqu'à la limite «zone de brouillage » co-canal, les équipements du réseau fonctionnent plus ou moins bien mais considéré comme acceptable aujourd'hui. Des mesures sur place sont nécessaires pour affiner la carte de couverture. Une station fixe supplémentaire est à installer ou les services prennent des dispositions opérationnelles avec par exemple l'utilisation d'une liaison en direct mode pour conserver les liaisons.

Nota : Les différents équipements (équipements portables, mobiles sur un véhicule léger ou mobile sur un camion) fonctionnent avec des valeurs plus ou moins élevées de champ radioélectrique, leurs antennes et leurs emplois opérationnels. Autrement dit, pour une même valeur de champ radioélectrique, on obtiendra des zones de couverture radioélectrique différentes par types d'équipement (voir figure 2).

\* \*

\*

## 7. RESUME DES DIFFICULTES ENUMEREES

Une dizaine de cas ont été fournis par les deux parties. L'analyse faisant l'objet de contestations, ils ne sont pas décrits ici. On peut cependant résumer les difficultés rencontrées qui proviennent :

1. De produits d'intermodulation créés dans l'infrastructure des sites radioélectriques ou à proximité (majorité des cas rencontrés et qui ne sont pas signalés) et parfois par des équipements électroniques présentant des non-linéarités en présence de champs forts.
2. De produits d'intermodulation créés par les émetteurs FM du CSA présentant des non-linéarités en présence de champs forts.
3. De brouillages par les rayonnements non désirés et de désensibilisation des récepteurs de stations fixes.
4. De désensibilisation des récepteurs portatifs du ministère de l'intérieur. C'est semble-t-il le problème le plus difficile à traiter en pratique.
5. De produit d'intermodulation créés dans les récepteurs du ministère de l'intérieur.
6. De configurations où le niveau de champ des réseaux du ministère de l'intérieur, dans la zone de service de ces réseaux, est inférieur aux niveaux spécifiés dans cette étude. ou bien de configuration où le champ des émetteurs de radiodiffusion est supérieur au champ de 3 V/m maximum à 10 m au-dessus du sol.

### 7.1. Analyse des difficultés et des propositions de solutions

1. Intermodulation créée dans l'infrastructure des sites radioélectriques ou à proximité :  
Le propriétaire du site ou éventuellement le propriétaire de l'objet source de la non-linéarité doit prendre les dispositions pour l'éliminer. Il n'y a pas de règles techniques pratiques et claires affichant cette obligation, notamment à l'adresse des personnes qui ne sont pas directement impliquées dans l'activité des réseaux de radiocommunications. Il faudrait fixer une règle imposant l'entretien des objets métalliques (pylônes, clôtures métalliques, grillages, portails métalliques, tôles, etc.) dans un rayon de 100 m autour des stations d'émission de puissance de telle façon que les utilisateurs de ces sites prévoient un budget prévisionnel. Ce problème est traité de manière plus générale par la CCE2.
2. Produits d'intermodulation créés par des émetteurs présentant des non-linéarités en présence de champs forts. Le cas est identique au précédent.
3. Désensibilisation des récepteurs de stations fixes.  
La solution consiste à ajouter un filtre. Tous les cas ont une solution, mais la DTI ne considère pas qu'elle doive financer le filtre. L'application de la règle de l'antériorité, c'est à dire la protection de l'installation de station déjà installée, est demandée. Cependant des difficultés d'application apparaissent avec l'addition successive des émetteurs de radiodiffusion dans une zone donnée. Il y a lieu de fixer une règle raisonnable de partage des frais des éléments à ajouter pour conserver la protection. Ce problème est traité de manière plus générale par la CCE2.

- 4.1 Brouillage des récepteurs du ministère de l'intérieur par le niveau de bruit large bande généré par un ou plusieurs émetteurs de radiodiffusion FM sur un même site.

Ce problème pourrait se rencontrer à proximité des émetteurs de radiodiffusion pour des fréquences inférieures à 89 MHz. Il n'y a pas d'exemple de gênes, mais il faut quand même apporter une attention sur l'émission FM à moins de 2 MHz de la bande de l'Intérieur (fréquence d'émission FM inférieure à 89 MHz).

- 4.2 Désensibilisation par un champ fort.

Il s'agit du cas traité principalement à la partie 5. Les radiodiffuseurs s'engagent à limiter les rayonnements de champs forts sur les zones sensibles définies préalablement par le ministère de l'intérieur. Le rayonnement sera alors inférieur à 3V/m à 10 m au-dessus du sol. (A Lyon Fourvière, TDF rayonne moins de 1 V/m sous 10° de site).

5. De produit d'intermodulation créés dans les récepteurs du ministère de l'intérieur.

Une protection des récepteurs serait nécessaire. Ce scénario suppose une coïncidence entre la fréquence de fonctionnement des équipements du ministère de l'intérieur et du produit d'intermodulation entre deux émetteur FM proches. Pour les récepteurs de stations fixes, cette difficulté n'a pas de raisons d'exister : changement par un récepteur aux normes et si nécessaire addition d'un filtrage supplémentaire. Les cas des récepteurs des mobiles sont résolus par l'addition d'un filtre. Pour les portatifs, il est impossible de rajouter un élément supplémentaire. Les cas qui peuvent exister se rencontrent soit à cause de l'utilisation d'équipements anciens qu'il serait raisonnable de rénover, même si apparemment ils fonctionnent bien, soit à cause d'une combinaison de fréquences très particulières que l'on peut être amener à résoudre par un changement de fréquence des émetteurs du CSA ou du ministère de l'intérieur ou un changement de site d'un des émetteurs FM.

7. Le niveau de réception des récepteurs du ministère de l'intérieur est inférieur au niveau de champ minimal à protéger. Il convient de densifier le réseau des stations du ministère de l'intérieur.

\* \*

\*

## 8. RECOMMANDATIONS

L'ANFR propose d'appliquer les recommandations ci-après qui diminueraient les risques potentiels de gênes.

1. Pour un fonctionnement normal du travail de la COMSIS, **on peut considérer qu'il ne devrait pas y avoir d'avis différé sans une première étude d'analyse de compatibilité** entre les deux services de radiocommunications. Une demande d'avis différé doit s'accompagner d'une description du problème de compatibilité attendu et d'une proposition de solution technique à mettre en place. Cette première étude ne peut prendre en compte la question des produits d'intermodulation que si le CSA a communiqué au ministère de l'intérieur la fréquence des émetteurs nouveaux et anciens sur le site, On peut admettre qu'un avis favorable peut être conditionné à la vérification de l'absence de produit d'intermodulation à des fréquences indiquées comme sensibles par l'étude ou confirmé après installation des émetteurs ou des récepteurs. Le résultat défavorable de l'étude préalable entraîne l'impossibilité d'émettre avant qu'une solution technique ne soit retenue et mise en place.
2. Compte tenu du gabarit sur le rayonnement du bruit large bande des émetteurs de radiodiffusion, il semble nécessaire de **prendre en considération les émissions de radiodiffusion FM en dessous de 89 MHz**. La COMSIS pourra demander simplement de fournir ce renseignement dans sa fiche en incluant une ligne d'information précisant si la fréquence de radiodiffusion est inférieure ou pas à 89 MHz. Compte tenu des procédures d'autorisation, le CSA ne donne pas la fréquence FM à assigner au fichier de la COMSIS. Mais, il veillera à ne pas créer de gênes provoquées par des produits d'intermodulation tombant sur les fréquences utilisées par les réseaux de l'intérieur dans les zones correspondantes. Il est rappelé que les caractéristiques techniques des assignations autorisées sont publiées au Journal officiel ce qui devrait permettre au CSA de fournir les informations pertinentes.
3. **La norme ETS 300-279 ne répond pas complètement au cas précis des équipements du ministère de l'intérieur**. Cependant à ce jour, il n'est pas économiquement raisonnable de réclamer l'application d'une norme plus sévère que la norme ETS 300-279. **Les réserves vis-à-vis de l'application de cette norme ne doivent donc pas être opposables et donc ne doivent pas être prises en compte par la COMSIS**. Toutefois, la compatibilité des terminaux de l'intérieur avec un rayonnement d'un champ à 3V/m à 10 m doit être systématiquement recherchée et obtenue. Jusqu'à présent, une solution a toujours été trouvée. Le CSA et le ministère de l'intérieur doivent donc continuer au cas par cas leurs travaux communs pour permettre une bonne cohabitation.

### **Pour les problèmes de désensibilisation par un champ fort**

4. En l'absence de station de diffusion de forte puissance, les réseaux radioélectriques de l'intérieur sont considérés comme fonctionnant de manière normale pour des terminaux en mouvement avec les niveaux de champ

radioélectrique de référence minimal suivants. Il est quand même rappelé qu'un fonctionnement en zone bruitée demande des intensités de champ radioélectrique nettement supérieures (voir annexe A 3-4):

	<b>Mobile</b>	<b>Portatif</b>
<b>Champ de référence minimal</b>	<b>14 dB(μV/m)</b>	<b>17 dB(μV/m)</b>
<b>à 1,5 m au-dessus du sol</b>	<b>14 dB(μV/m) – Gain antenne/doublet demi onde</b>	

**Tableau 4 : Valeur des champs de référence minimal pour les récepteurs de l'Intérieur**

5. L'ANFR considère que les propositions du représentant du CSA et des radiodiffuseurs, visant à garantir en tant que de besoin un niveau de champ inférieur à 130 dB(μV/m) à 10 m doivent être entérinées.
  
6. Le CSA et le ministère de l'intérieur doivent étudier au cas par cas les zones où le niveau de champ de référence minimale est atteint et où la condition du point 5 ci-dessus doit être appliquée. Cette étude doit prendre en compte le niveau de champ utile sur cette zone, le niveau du champ brouilleur et le niveau de blocage réel des équipements du réseau du Ministère de l'intérieur. Les conclusions peuvent, par exemple, aboutir au renforcement du champ utile du réseau du ministère de l'intérieur (addition d'une station du ministère de l'intérieur) ou à la re-définition de la zone de couverture de ce réseau ou modification des caractéristiques de rayonnement de la station de radiodiffusion.
  
7. Les récepteurs du ministère de l'intérieur sont déclarés être conformes aux normes ETSI, la présence de récepteurs non conformes dans le réseau concerné ne peut pas être prise en compte dans l'évaluation du brouillage.

**Pour les problèmes sur sites**

8. Fixer les règles écrites d'ingénierie des sites radioélectriques et des gabarits de protection de la réception sur les sites traditionnels de l'Intérieur (casernes des sapeurs-pompiers ou commissariat, hôpitaux...). Si l'Intérieur émet une réserve en COMSIS il doit fournir les éléments descriptifs du réseau concerné pour faire les analyses de compatibilité ou proposer lui-même son analyse de compatibilité en prenant en compte notamment :

- Les paramètres de réglage et la localisation de la station de base,
- Les valeurs de fréquences de réception pour l'analyse de l'intermodulation.

L'annexe 2 ci-après donne des éléments de calcul d'ingénierie. Le rapport de la CCE 2 fournira des éléments plus complets.

9. Imposer le nettoyage des sites radioélectriques et des environs proches des sites d'émission pour diminuer les risques de création de produits d'intermodulation<sup>9</sup>. Les propriétaires d'éléments inutiles doivent les retirer ou laisser les retirer. Afin de faciliter le nettoyage, les cohabitants devraient prendre à leur charge les frais de remise

<sup>9</sup> Voir aussi Rapport de M. Pierre FRITZ "La gestion des points hauts et des sites radioélectriques" N° II.3.99 – Décembre 99

à niveau des éléments sources de perturbations. Une règle de partage des frais pourrait s'établir sur la base des frais d'investissements des réseaux radioélectriques (radiocommunications et diffusion).

10. Découpler suffisamment les antennes d'émission ou utiliser des multiplexeurs communs d'antenne sur les mêmes sites.

\* \*

\*

## ANNEXES

**ANNEXE 1**

**BANDES DE FREQUENCES DU MINISTERE DE L'INTERIEUR  
ET DU CSA (FM)**

Sécurité civ	Récep. fixe	83 – 83,6
police duplex et simplex	Duplex et simplex	83,6
SIS	Simplex SIS	85,5
Sécurité civ	Emission fixe	86
Police duplex	Emission fixe	86-86,6
Eurosignam	Emission	86,6 -87,3
	Emission FM	87,3-87,5
		87,5

◆————◆  
Duplex 3 MHz

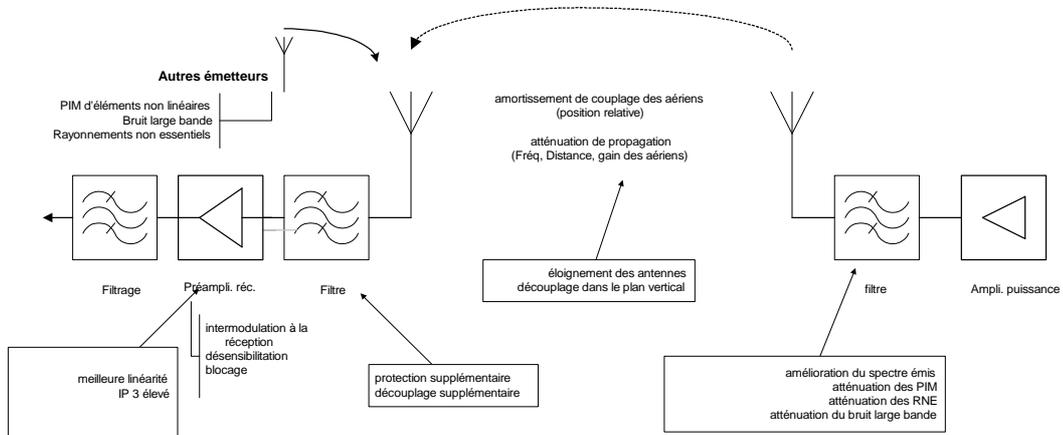
## ANNEXE 2

### ELEMENT DE CALCULS DE COMPATIBILITE DES RESEAUX RADIOELECTRIQUES DE L'INTERIEUR (83-87,3 MHz) ET DES STATIONS D'EMISSION FM (87,5-108 MHz)

#### A2-1 Généralités

En se référant à l'ETR 053, on peut examiner les différentes caractéristiques techniques à prendre en compte dans l'ingénierie des réseaux de radiocommunications mobiles du ministère de l'intérieur dans la bande 83-87,3 MHz.

Les interactions entre les deux systèmes radioélectriques (réseaux radioélectriques de l'intérieur et diffusion FM) décrits ci-dessus peuvent être schématisées de la manière suivante avec les indications des paramètres radioélectriques à prendre en considération.



**Fig 6** : Interactions des systèmes radioélectriques

Ce synoptique situe plus précisément les risques de sources de problèmes et indique les points pouvant faire l'objet d'une action pour éliminer les gênes.

Ainsi, l'addition d'un filtre à l'émission FM atténuée :

- Les rayonnements non essentiels et le niveau de bruit radioélectrique large bande de l'émetteur ou des émetteurs couplés sur la même antenne.
- Les éventuels produits d'intermodulation créés au niveau de l'émission.

Un découplage supplémentaire sera créé par une augmentation de l'amortissement de couplage entre antennes des émetteurs (y compris des émetteurs autres que radiodiffusion) en plaçant les aériens dans un plan vertical ou en les éloignant en distance dans le plan horizontal.

Au niveau du récepteur de la station fixe, un filtre améliorera ses caractéristiques radioélectriques en apportant une atténuation supplémentaire pour la protection contre :

- La désensibilisation,
- L'intermodulation dans le récepteur.

Enfin, dans les calculs de compatibilité sur le site, il y a lieu de prendre aussi en compte l'ensemble des émissions environnantes, y compris celles des autres stations d'émission du ministère de l'intérieur, notamment des équipements terminaux (mobiles et portatifs) fonctionnant côte à côte qui se trouvent être dans la même bande de fonctionnement.

Concernant les stations radioélectriques, plus particulièrement les équipements portatifs, sur lesquelles l'addition d'un filtre supplémentaire n'est pas envisageable, il faut envisager des règles d'exploitation à faire imposer aux utilisateurs pour éviter des mauvais fonctionnements lorsque c'est possible. Afin de pallier les difficultés possibles, il y a lieu d'étudier l'ingénierie complète du réseau et non plus se limiter à celle du site exclusivement. Ainsi, il est nécessaire de définir une zone de couverture radioélectrique avec un niveau de réception suffisant pour permettre un bon fonctionnement dans les zones sensibles sur le plan opérationnel et en tenant compte de l'environnement radioélectrique y compris des stations d'émission FM. Si nécessaire, l'étude d'ingénierie préconise l'installation d'une ou plusieurs stations fixes supplémentaires pour renforcer le champ utilisable.

### **Les paramètres**

Les paramètres radioélectriques à étudier sont :

- la sélectivité du canal adjacent ;
- les rayonnements hors bandes (bruit large bande des émetteurs) ;
- la protection contre les rayonnements non essentiels ;
- la protection contre l'intermodulation ;
- la protection contre la désensibilisation ou blocage.

Dans la compatibilité entre le service mobile et la diffusion FM, les deux derniers sont importants. Les deux premiers concernent surtout la cohabitation des équipements de l'intérieur dans sa bande et le troisième s'avère négligeable dans ce cas précis.

**A2-2 Sélectivité**

La sélectivité définit la capacité d'un récepteur à accepter un niveau de signal fort sur les canaux adjacents. Les caractéristiques de sélectivité dépendent des caractéristiques de filtrage de la fréquence intermédiaire et aussi des performances spectrales de l'oscillateur local. La norme ETS 300-086 donne les mesures de dégradation de sélectivité. La limite se réfère au cas le plus défavorable d'un niveau de 60 dB au-dessus du signal utile à 107 dBm. Dans ce cas, on doit éviter un signal supérieur à -47 dBm sur les canaux adjacents et -37 dBm dans le voisinage proche ( $5 \times 12,5 \text{ kHz} = 72,5 \text{ kHz}$ ). Pour conserver les performances habituelles sur un site, ces limites doivent être diminuées de 3 dB (-50 dBm sur les canaux adjacents et -40 dBm à proximité du canal central de réception).

**A2-3 Désensibilisation**

La désensibilisation du récepteur se rencontre lorsque l'antenne est placée dans un champ radioélectrique important. L'ETS 300-086 donne la valeur du facteur de réjection à 84 dBc pour un signal utile de 6 dB ( $\mu\text{V}$  fem), soit à un niveau de blocage du récepteur de -23 dBm. Pour une station d'émission FM de 1 kW, cela demande un découplage minimal de 83 dB entre les deux antennes. Ce découplage est obtenu par un éloignement en distance (horizontale ou verticale) des antennes avec si cette distance est insuffisante l'addition d'un filtre dans le circuit d'antenne du récepteur.

**A2-4 Bruit large bande des émetteurs**

Les émetteurs FM génèrent des rayonnements non désirés composés notamment de rayonnements hors bande caractérisés essentiellement par du bruit large bande.

L'ETS 300-384 fixe les limites de ce bruit large bande (voir gabarit § 4.2.2.). Ce gabarit se décompose en 3 zones :

- Une première zone comprise entre 0,2 et 0,3 MHz de la porteuse FM et dans laquelle le bruit décroît linéairement avec le logarithme de la fréquence entre -110 et -124 dBc/Hz,
- Une deuxième zone comprise entre 0,3 et 2 MHz de la porteuse FM et dans laquelle le bruit décroît linéairement avec le logarithme de la fréquence entre -124 et -145 dBc/Hz,
- Une troisième zone comprise entre 2 et 5 MHz de la porteuse FM et dans laquelle le bruit est de -145 dBc/Hz.

Pour l'application de ce gabarit à la compatibilité entre les émetteurs FM et les récepteurs du ministère de l'intérieur utilisant la bande 83/87,3 MHz, on peut noter que la première zone n'est pas à prendre en compte (le premier canal FM se situant à 87,6 MHz) et qu'il convient d'ajouter au gabarit un facteur de correction de bande 38,8 dBHz pour prendre en compte la bande passante des récepteurs du ministère de l'intérieur (7500 Hz).

L'équation du bruit entre 0,3 et 2 MHz de la porteuse est donc  $N_{(\text{dBc})} = -98,5 - 25,5 \lg f_{(\text{MHz})}$  pour s'aligner à -106,2 dBc entre 2 et 5 MHz de la porteuse.

En prenant en compte un rapport signal/bruit de 10 dB pour les récepteurs du ministère de l'intérieur et un champ maximal de 3 V/m généré par les émetteurs FM dans leur environnement immédiat, on peut définir le champ minimal nécessaire au bon fonctionnement d'un récepteur du ministère de l'intérieur à proximité immédiate d'un site de radiodiffusion.

Fréquence FM en MHz	Sensibilité récepteur STI en dB( $\mu$ V/m)
$87,6 \leq f < 89,3$	$S = 41,5 - 25,5 \log (f - 87,3)$
$89,3 \leq f < 92,3$	$S = 34$
$92,3 \leq f < 108$	Sans incidence

**Note 1 :** le cumul de plusieurs émetteurs FM sur un site de radiodiffusion conduit à adopter une valeur de sensibilité  $S_c$  telle que :

$$\begin{aligned} \text{exemple :} \quad f_1 = 88 \text{ MHz,} \quad S_1 = 45,5 \text{ dB}(\mu\text{V/m}) \\ f_2 = 91 \text{ MHz,} \quad S_2 = 34 \text{ dB}(\mu\text{V/m}) \\ f_3 = 98 \text{ MHz,} \quad S_3 = 34 \text{ dB}(\mu\text{V/m}) \\ \text{d'où } S_c = 46 \text{ dB}(\mu\text{V/m}) \end{aligned}$$

**Cette valeur constitue toutefois un majorant** de la sensibilité minimale, les émetteurs FM n'arrivant pas tous à 3 V/m à l'emplacement du récepteur du ministère de l'intérieur. Le passage de 10 m à 1,5 m entraîne une atténuation de l'ordre de 10 dB.

**Note 2 :** Le calcul a été établi pour une utilisation d'une fréquence du ministère de l'intérieur de 87,3 MHz correspondant au cas le plus défavorable et utilisée exclusivement par les services de police. Il peut être affiné en prenant en compte l'affectation précise de la bande 83 / 87,3 MHz.

Par exemple, pour un émetteur FM diffusant à 88 MHz et reçu avec un champ de 3 V/m, le champ minimum est de :

$$\begin{aligned} 45,5 \text{ dB}(\mu\text{V/m}) & \quad \text{pour les services de police,} \\ 37,8 \text{ dB}(\mu\text{V/m}) & \quad \text{pour les services de sécurité civile,} \\ 34 \text{ dB}(\mu\text{V/m}) & \quad \text{pour les services d'incendie (SIS).} \end{aligned}$$

## A2-5 Les rayonnements non essentiels

La perturbation à l'entrée d'un récepteur est un signal discret comme dans le cas d'un rayonnement non essentiel, le rapport du signal à bruit acceptable est de 14 dB. Pour le récepteur typique à 12,5 kHz, ayant une sensibilité utilisable de -110 dBm, cela équivaut à un niveau du signal non essentiel de -124 dBm.

Les limites définies par l'ETSI dans l'ETS 300 086 donnent les niveaux maximums pour des émissions non essentielles de -36 dBm dans la gamme de fréquence jusqu'à 1 GHz et -30 dBm au-dessus de cette fréquence. Le récepteur cité fonctionnant à une fréquence en dessous de 1 GHz, le découplage minimum d'un émetteur ayant un rayonnement non essentiel autorisé est au maximum 88 dB (-36 - (-124)dB).

La conception de l'équipement radio est généralement telle que la dégradation directe du récepteur par un émetteur co-site est évitée lorsqu'un découplage entre antennes est trouvé et si une séparation suffisante de fréquence est choisie lors la planification de fréquences. Pour une station fixe seule sur son site, il est seulement nécessaire de vérifier le découplage avec les sites voisins.

Pour les stations fixes multiples, il est nécessaire de vérifier le découplage entre les émetteurs co-sites et ceux des sites environnants voisins.

#### **A2-6 Le niveau de bruit radioélectrique ambiant**

La mesure de bruit radioélectrique ambiant est seulement une indication approximative, puisqu'elle est strictement applicable à l'antenne utilisée et aux conditions de bruit propre à cette mesure. Le niveau de bruit ambiant aux emplacements urbains en particulier dans les bandes VHF basses, a une influence importante sur la portée du système et de sa performance.

Le bruit radioélectrique ambiant comprend le bruit atmosphérique, du ciel et le bruit généré fait par l'homme. Sur un emplacement en zone rurale, il peut être possible d'utiliser des récepteurs dans la bande VHF à des niveaux en dessous de -110 dBm. Cependant plus habituellement le signal utilisable minimum sera de l'ordre de -107 dBm.

#### **A2-7 Les produits d'intermodulation entre plusieurs fréquences**

Ces produits sont provoqués par le mélange de deux ou plusieurs fréquences bien définies. Ils sont généralement le résultat du découplage insatisfaisant entre les étages de puissance des émetteurs.

Le critère d'intermodulation, chiffrant l'immunité contre ces effets, peut être défini comme le rapport en dB entre le niveau de signal associé non désiré et le niveau des produits d'intermodulation de troisième ordre qui sont produits par le processus de mélange.

Le critère d'intermodulation facilite une méthode simple de calcul pour déterminer le niveau produit d'intermodulation du troisième ordre qui peuvent être obtenus en raison du couplage d'émetteurs.

Si:

$W$  = le niveau du signal utile RX ;

$X_T$  = découplage Tx - Tx ;

$X_R$  = découplage Tx - Rx ;

$Y$  = rapport d'intermodulation de l'équipement ;

$Z$  = puissance de  $T_X$  en dBm.

Alors :

$(Z - X_T) - Y$  = niveau de puissance du produit d'intermodulation d'ordre 3 = P ;

$P - X_R$  = niveau de signal perturbateur du RX = D ;

$W - D$  = rapport de protection en dB.

Pour la PMR, on prend 10 dB ; (pour comparaison : cellulaires analogiques = 18 dB ; cellulaires numériques = 9 dB.)

Le rapport de protection peut être amélioré en augmentant  $X_T$ ,  $X_R$  ou  $Y$  suivant le type de service concerné.

Les limites applicables pour le critère d'intermodulation résultent de l'interprétation des normes existantes pour les stations fixes.

Pour la PMR, la norme applicable est l'ETS 300-086 et les limites sont fixées selon l'utilisation prévue de l'équipement qui est dans l'une de deux catégories :

- a) normale - utilisation comme simple station de base fonctionnant seule, pour laquelle le facteur d'intermodulation doit être au minimum de 10 dB ;

- b) spéciale - utilisation sur des emplacements communs avec d'autres émetteurs co-sites, alors ce facteur d'intermodulation doit être de 40 dB au minimum. Ce sera le cas des stations de réception fixes du ministère de l'intérieur.

Exemple : Deux émetteurs ayant chacun une puissance de sortie de +60 dBm sont installés à des emplacements voisins avec un découplage entre sortie de 70 dB. L'étage de sortie de chacun reçoit donc un signal non désiré de  $+60 - 70 = -10$  dBm.

Le niveau des produits d'intermodulation de troisième ordre résultant est donc :

- pour le facteur d'intermodulation " normal " :  $-10 - 10 = -20$  dBm ;
- pour le facteur d'intermodulation " spécial " :  $-10 - 40 = -50$  dBm.

En supposant qu'un récepteur soit à proximité, réglé sur la fréquence d'un de ces produits, et si le découplage des antennes entre l'émetteur et le récepteur est aussi de 70 dB :

- les émetteurs " normaux " donnent un produit perturbateur de  $-20 - 70 = -90$  dBm ;
- les émetteurs " spéciaux " donnent un produit perturbateur de  $-50 - 70 = -127$  dBm.

En comparant ces niveaux à un récepteur ayant une sensibilité utilisable de -110 dBm pour 10 dB de rapport signal/bruit, il est évident que le produit des émetteurs " normal " dépasse les signaux attendus de faible niveau bas sur cette fréquence et crée une gêne inacceptable. Les produits des émetteurs " spéciaux " sont par contre au-dessous du plancher de bruit du récepteur et n'auront aucun effet perceptible.

Ce court calcul, pour des signaux de niveau identique peut être généralisé. Il démontre l'importance des problèmes d'intermodulation qui doivent être soigneusement étudiés lors de la planification des fréquences.

## **A2-8 L'intermodulation et les effets de blocage des systèmes de réception**

Ces problèmes sont habituellement le résultat des signaux importants à l'entrée du système de réception qui causent des non-linéarités. Il y a quatre causes différentes :

- a) intermodulation entre les signaux reçus ;
- b) saturation de l'étage d'entrée du récepteur ;
- c) sélectivité insatisfaisante du récepteur ;
- d) rayonnements non essentiels du récepteur.

Bien que tous les paramètres opérationnels pour les récepteurs soient bien définis par les ETS applicables au service mobile de terre, l'effet des amplificateurs de distribution de réception doit être considéré en plus de ces standards habituels puisque les amplificateurs sont installés souvent dans un environnement radioélectrique hostile sur des sites largement utilisés.

Il y a un besoin de définir deux largeurs de bande dans le système de réception :

- 1) la largeur de bande utilisable du récepteur une fois correctement réglée sur le canal assigné ;
- 2) la largeur de bande à l'entrée de la tête de réception du système de réception (soit le filtre de présélecteur de l'amplificateur du récepteur, soit le filtre d'entrée du système de distribution de réception).

**a) L'intermodulation entre les signaux reçus**

La réception des signaux de niveau élevé, dans la largeur de bande du premier filtre, est le plus mauvais cas d'intermodulation dans un récepteur. La largeur de bande et de l'atténuation hors bande de ce filtre est donc très importante.

Sur un site commun à plusieurs utilisateurs, un filtre de présélection de performance élevée est généralement placé entre l'antenne et l'amplificateur de distribution pour définir la bande de fréquence utile.

Pour des systèmes de modulation angulaire, les performances contre l'intermodulation du récepteur sont définies dans l'ETS 300-086 comme rapport entre le signal d'essai de -107 dBm sur la fréquence utile et deux signaux non utile à 70 dB au-dessus du niveau pour causer un produit d'intermodulation d'ordre trois sur le canal voulu. Dans ces conditions, un niveau audio approximativement équivalent à un rapport signal à brouillage de 7 dB est obtenu. Cette définition donc accepte qu'en présence des signaux éloignés, la sensibilité du récepteur fixée par les normes puisse être dégradée de 3 dB.

Le résultat pratique de cette définition est que pour les signaux d'entrée du 3ème ordre, le récepteur qui remplit juste les normes sur l'intermodulation a une dégradation de sensibilité de 3 dB quand les signaux non désirés dépassent  $-107 + 70 = -37$  dBm. Cela représente une isolation minimum avec d'autres émetteurs de 20 W (+ 43 dBm) de 80 dB et de 97 dB pour des émetteurs de 1 kW (+ 60 dBm).

Dans le cas des récepteurs qui dépassent la sensibilité minimum exigée par les normes, la dégradation causée par l'intermodulation peut être beaucoup plus élevée. Par exemple, un récepteur avec une sensibilité de -110 dBm qui observe juste la norme sur l'intermodulation à -107 dBm, a été dégradé approximativement de 6 dB.

Vu le niveau HF du produit à l'entrée du récepteur, le rapport porteuse sur brouilleur de 7 dB relativement à un signal désiré de -110 dBm représente un signal équivalent avec un niveau équivalent de -117 dBm.

Puisque le récepteur rencontre un produit d'intermodulation comme une fréquence discrète et non pas comme simple bruit à large bande, le rapport signal à brouilleur pour une dégradation de sensibilité de 1 dB est identique au cas de rayonnement non essentiel de l'émetteur d'un émetteur et doit être de 14 dB ou plus supérieur, imposant un signal maximum brouilleur équivalent de  $-110 - 14 = -124$  dBm.

Pour une dégradation de sensibilité de 1 dB due à l'intermodulation, appliquée à un récepteur de sensibilité -110 dBm, le niveau équivalent de signal brouilleur proposé par les normes est trop élevé de 10 dB.

Les produits d'intermodulation variant suivant une puissance cubique, le niveau des signaux non désirés est donc trop élevé d'au moins 10/3 ou 3.33 dB, exigeant un découplage dans les émetteurs en cause de  $80 + 4 = 84$  dB.

En considérant des émetteurs sur le même emplacement, la planification appropriée de fréquence, lorsque c'est possible, en même temps que le filtrage peut permettre le découplage attendu.

Remplir les critères ci-dessus permet de s'assurer que les problèmes d'intermodulation ne proviennent pas du système de réception sur site mais des émetteurs voisins eux-mêmes. Une planification de fréquence soigneuse et une ingénierie, si elle est appliquée à tous les sites, devraient réduire au minimum ces difficultés.

\* \*

\*

## ANNEXE 3

### CHAMP RADIOELECTRIQUE DU SERVICE MOBILE TERRESTRE

#### DU MINISTERE DE L'INTERIEUR

##### A-3.1 Sensibilité d'un récepteur

Un récepteur est sensible à la ddp à son impédance d'entrée qui est  $50 \Omega$ . A cette ddp correspond une force électromotrice de l'onde collectée sur l'antenne qui est la moitié de la ddp mesurée.

$$\text{Sensibilité fem} = \text{Sensibilité ddp} + 6 \text{ dB.}$$

##### A-3.2 Equivalence du champ et de la tension à l'entrée du récepteur.

La formule de passage d'un niveau de tension en dBm à un niveau de champ en dB( $\mu\text{V/m}$ ) : pour une antenne dipôle demi-onde, est :

$$P_{\text{dBm}} = P_{\text{dB}(\mu\text{V/m})} - 75 - 20 \log (F_{\text{MHz}})$$

(ou  $P_{\text{dB}(\mu\text{V/m})} - 77,2 - 20 \log (F_{\text{MHz}})$  pour une antenne isotropique)

Ou pour simplifier en prenant F égale à 90 MHz :

$$P_{\text{dBm}} = P_{\text{dB}(\mu\text{V/m})} - 114, \quad (P_{\text{dBm}} = P_{\text{dB}(\mu\text{V/m})} - 116,2)$$

Et

$$P_{\text{dB}(\mu\text{V/m})} = P_{\text{dBm}} + 114 \quad (\text{ou } P_{\text{dB}(\mu\text{V/m})} = P_{\text{dBm}} + 116,2)$$

Pour une installation sur un véhicule, on considère que le gain de l'antenne est celui d'un dipôle (2 dBi). Pour un portatif, on prend un gain négatif de -3 dB (-5 dBi) -en pratique, les antennes raccourcies présentent plutôt un gain de l'ordre de -15 dB- les chiffres du tableau précédent deviennent.

Les différents résultats pour les rayonnements non essentiels sont donnés pour une protection de 70 dB et pour le blocage de 84 dB.

On obtient ainsi les valeurs de champ pour les sensibilités(ddp) indiquées ci-dessous :

sensibilité $\mu\text{V}$	sensibilité $\text{dBm}$	Champ électrique sur antenne demi-onde $\text{dB}\mu\text{V/m}$	Champ électrique sur antenne isotropique $\text{dB}\mu\text{V/m}$	Champ électrique Des RNE (70 dB) $\text{DB}\mu\text{V/m}$	Champ électrique de blocage $\text{dB}\mu\text{V/m}$	Champ électrique RNE antenne à gain $G=-3$ dB $\text{dB}\mu\text{V/m}$	Champ électrique de blocage Antenne à gain $G=-3$ dB $\text{dB}\mu\text{V/m}$
0,25	-119,0	-4,8	-2,7	65,2	79,2	68,2	82,2
0,35	-116,1	-1,9	0,2	68,1	82,1	71,1	85,1
0,5	-113,0	1,2	3,3	71,2	85,2	74,2	88,2
0,6	-111,4	2,8	4,9	72,8	86,8	75,8	89,8
0,7	-110,1	4,1	6,2	74,1	88,1	77,1	91,1
1	-107,0	7,2	9,3	77,2	91,2	80,2	94,2
1,4	-104,0	10,1	12,3	80,1	94,1	83,1	97,1
1,58	-103,0	11,2	13,3	81,2	95,2	84,2	98,2
2,24	-100,0	14,2	16,3	84,2	98,2	87,2	101,2
3,1	-97,1	17,0	19,2	87,0	101,0	90,0	104,0
4,46	-94,0	20,2	22,3	90,2	104,2	93,2	107,2
6	-91,4	22,8	24,9	92,8	106,8	95,8	109,8
7	-90,1	24,1	26,2	94,1	108,1	97,1	111,1
10	-87,0	27,2	29,3	97,2	111,2	100,2	114,2
90	-67,9	46,3	48,4	116,3	130,3	119,3	133,3
750	-49,5	64,7	66,8	134,7	148,7	137,7	151,7
15700	-23,0	91,1	93,2	161,1	175,1	164,1	178,1

**Tableau 2** – Relation entre le niveau de sensibilité et le champ radioélectrique

### A-3.3 Calcul du niveau de réception à partir de la sensibilité statique des récepteurs du ministère de l'intérieur<sup>10</sup>

Ce paragraphe et le suivant servent à expliquer les éléments retenus dans la présente étude, notamment le calcul du niveau de champ à protéger, c'est à dire le niveau en champ radioélectrique du niveau minimal sans agression extérieur à protéger pour deux valeurs de sensibilité : 0,35  $\mu\text{V}$  et 0,7  $\mu\text{V}$ , ceci pour un portatif et pour un mobile.

Définition relative à la zone de couverture

Les définitions des zones de couverture dépendent de la configuration des réseaux. Pour des réseaux recherchant le maximum de couverture par un site central, la couverture est limitée par le bruit. Pour des réseaux de type cellulaire, la couverture limitée par le brouillage co-canal.

Pourcentage de couverture

L'intensité de champ varie suivant deux types de fluctuations dues :

- aux trajets multiples qui sont des fluctuations rapides (combinaison du trajet direct et des trajets réfléchis) et qui sont pris en compte dans l'évaluation de la sensibilité dynamique ;
- aux effets d'écran qui sont des fluctuations lentes (topographie du terrain, obstacles, environnement du mobile) et que l'on suppose qu'elles obéissent à une distribution log-normale.

Ici, on considère l'intensité de champ radioélectrique à sa valeur médiane hors fluctuations rapides en un point. Cette valeur délimite le périmètre de la zone de couverture. Le taux de couverture (en %) peut être évalué à partir de la connaissance de la sensibilité dynamique, du champ médian et de l'écart-type de la distribution des fluctuations lentes.

<sup>10</sup> Systèmes de radiocommunications avec les mobiles Rémy, Cueugnet, Siben : zone de couverture – choix du seuil de réception

### Limitation par le bruit

La portée de la liaison est donnée par la distance pour laquelle la probabilité d'emplacement est en-dessous d'une valeur donnée.

Pour les terminaux en mouvement (mobiles et portatifs), l'évanouissement apparaît comme un évanouissement de Rayleigh qui demande une augmentation du niveau minimum moyen reçu afin d'avoir une qualité acceptable de la parole. La probabilité d'emplacement à la distance  $R$  de l'émetteur est définie comme la probabilité que la moyenne dépasse la sensibilité dynamique du récepteur. La probabilité d'emplacement dans ce cas est fixée par une distribution log-normale. Les tableaux ci-après associés au tableau 4 donnent les résultats des calculs.

Le schéma suivant illustre les marges prises dans les calculs<sup>11</sup>.

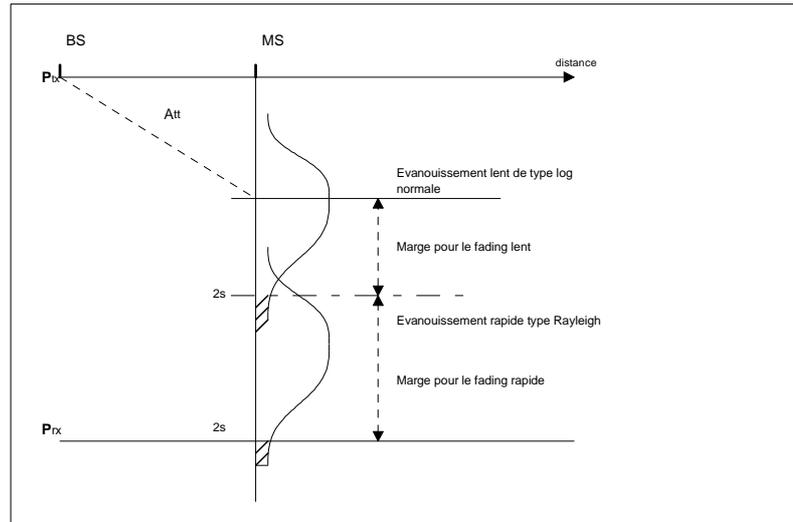


Fig. 7 : schéma des marges à la réception

### Limitation par le brouillage co-canal

Dans cette configuration cellulaire, le système est étudié de telle façon que la probabilité de brouillage co-canal soit supérieure à la probabilité que le rapport signal à bruit soit en dessous du seuil de réception.

#### A-3.4 Niveau de champ électrique utile du service mobile de l'intérieur à protéger

Dans la présente étude, compte tenu de la configuration des réseaux du ministère de l'intérieur en VHF, on considère la limitation par le bruit.

Le calcul est établi sur la sensibilité du récepteur dans une bande de 7,5 kHz pour deux valeurs de sensibilité 0,35  $\mu$ V et 0,7  $\mu$ V et pour différents pourcentages d'emplacement à la limite de couverture.

Les tableaux ci-après indiquent pour diverses configurations, la valeur de champ correspondante à protéger. Cette valeur de champ doit être augmentée pour correspondre aux différents taux de pourcentage de couverture suivant le type de couverture rurale ou urbaine, on y ajoute alors les fluctuations dus aux effets d'écran qui suivent une loi statistique de type log-normal.

Les tableaux suivants donnent les différentes valeurs de champ électrique pour de valeurs de sensibilités 0,35 et 0,7  $\mu$ V, pour deux types d'équipements : le mobile avec une antenne à 0 dB de gain par rapport au doublet demi-onde et le portatif avec une antenne à -3dB par rapport au doublet demi-onde.

Dans l'exemple ci-après, on a pris un niveau de bruit important de 20 dB afin d'illustrer l'importance de disposer d'un niveau de champ radioélectrique suffisant pour permettre un fonctionnement correct de la liaison.

<sup>11</sup> Mobile Radio Communications – R. Steele

Sensibilité à 0,35  $\mu$ V, Mobile

## Calcul des intensités de champ radioélectrique pour différents taux de couverture

Fréquence; MHz	87,5	rural			urbain		
		P>90%	P>95%	P>99%	P>90%	P>95%	P>99%
<b>Sensibilité du récepteur; dBm</b>	<b>-116</b>						
Atténuation d'antenne dB	0	0	0	0	0	0	0
Atténuation des fluctuations de type Rayleigh	10	10	10	10	10	10	10
Niveau minimal sans agression extérieure; dBm		-106	-106	-106	-106	-106	-106
<b>équivalent en champ; dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
atténuation des effets de masques (P>x%)							
		1,28*5dB	1,65*5 dB	2,33*5 dB	1,28*7dB	1,65*7 dB	2,33*7 dB
atténuation dB		6,4	8,25	11,65	8,96	11,69	16,31
Niveau minimal pour une couverture à P>x%; dBm		-99,6	-97,75	-94,35	-97,04	-94,31	-89,69
<b>équivalent en champ médian dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>15</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>24</b>
Niveau de bruit radioélectrique ambiant; dB							
					20	20	20
Niveau de seuil utile; dBm		-99,6	-97,75	-94,35	-77,04	-74,31	-69,69
<b>Equivalence en champ en zone bruitée dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>15</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>44</b>
Champ minimal en zone bruitée		8	8	8	28	28	28

Sensibilité à 0,35  $\mu$ V, Portatif

## Calcul des intensités de champ radioélectrique pour différents taux de couverture

Fréquence; MHz	87,5	rural			urbain		
		P>90%	P>95%	P>99%	P>90%	P>95%	P>99%
<b>Sensibilité du récepteur; dBm</b>	<b>-116</b>						
Atténuation d'antenne dB	3	3	3	3	3	3	3
Atténuation des fluctuations de type Rayleigh	10	10	10	10	10	10	10
Niveau minimal sans agression extérieure; dBm		-103	-103	-103	-103	-103	-103
<b>équivalent en champ; dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
atténuation des effets de masques (P>x%)							
		1,28*5dB	1,65*5 dB	2,33*5 dB	1,28*7dB	1,65*7 dB	2,33*7 dB
atténuation dB		6,4	8,25	11,65	8,96	11,69	16,31
Niveau minimal pour une couverture à P>x%; dBm		-96,6	-94,75	-91,35	-94,04	-91,31	-86,69
<b>équivalent en champ médian dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>18</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>27</b>
Niveau de bruit radioélectrique ambiant; dB							
					20	20	20
Niveau de seuil utile; dBm		-96,6	-94,75	-91,35	-74,04	-71,31	-66,69
<b>Equivalence en champ en zone bruitée dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>18</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>47</b>
Champ minimal en zone bruitée		11	11	11	31	31	31

\* \* \*

Sensibilité à 0,7 $\mu$ V, Portatif							
Calcul des intensités de champ radioélectrique pour différents taux de couverture							
Fréquence; MHz	87,5	rural			urbain		
		P>90%	P>95%	P>99%	P>90%	P>95%	P>99%
Sensibilité du récepteur; dBm	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110
Atténuation d'antenne dB	3	3	3	3	3	3	3
Atténuation des fluctuations de type Rayleigh	10	10	10	10	10	10	10
Niveau minimal sans agression extérieure; dBm		-97	-97	-97	-97	-97	-97
<b>équivalent en champ; dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>
atténuation des effets de masques (P>x%)		1,28*5dB	1,65*5 dB	2,33*5 dB	1,28*7dB	1,65*7 dB	2,33*7 dB
atténuation dB		6,4	8,25	11,65	8,96	11,69	16,31
Niveau minimal pour une couverture à P>x%; dBm		-90,6	-88,75	-85,35	-88,04	-85,31	-80,69
<b>équivalent en champ médian dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>24</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>33</b>
Niveau de bruit radioélectrique ambiant; dB					20	20	20
Niveau de seuil utile; dBm		-90,6	-88,75	-85,35	-68,04	-65,31	-60,69
<b>Equivalence en champ médian en zone bruitée dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>24</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>53</b>
Champ minimal en zone bruitée		17	17	17	37	37	37
Sensibilité à 0,7 $\mu$ V, Mobile							
Calcul des intensités de champ radioélectrique pour différents taux de couverture							
Fréquence; MHz	87,5	rural			urbain		
		P>90%	P>95%	P>99%	P>90%	P>95%	P>99%
Sensibilité du récepteur; dBm	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110
Atténuation d'antenne dB	0	0	0	0	0	0	0
Atténuation des fluctuations de type Rayleigh	10	10	10	10	10	10	10
Niveau minimal sans agression extérieure; dBm		-100	-100	-100	-100	-100	-100
<b>équivalent en champ; dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
atténuation des effets de masques (P>x%)		1,28*5dB	1,65*5 dB	2,33*5 dB	1,28*7dB	1,65*7 dB	2,33*7 dB
atténuation dB		6,4	8,25	11,65	8,96	11,69	16,31
Niveau minimal pour une couverture à P>x%; dBm		-93,6	-91,75	-88,35	-91,04	-88,31	-83,69
<b>équivalent en champ médian dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>21</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>30</b>
Niveau de bruit radioélectrique ambiant; dB					20	20	20
Niveau de seuil utile; dBm		-93,6	-91,75	-88,35	-71,04	-68,31	-63,69
<b>Equivalence en champ médian en zone bruitée dB(<math>\mu</math>V/m)</b>		<b>21</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>43</b>	<b>46</b>	<b>50</b>
Champ minimal en zone bruitée		14	14	14	34	34	34

\*\*\*

**REFERENCES DES DOCUMENTS TECHNIQUES UTILISES DANS CE RAPPORT**

EMC at transmitter sites – BPN 012 Nov. 1997 - UER

Recommandations P.370-7 et P.529-2 - UIT –R

Bruit et perturbations radioélectriques d'origine industrielle Azoulay – note technique CNET

ETS 300-086 Radio Equipment and Systems - Land mobile service - Technical characteristics and test conditions for radio - equipment with an internal or external RF connector intended primarily for analogue speech

ETS 300-279 Radio Equipment and Systems (RES); ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for Private land Mobile Radio (PMR) and ancillary equipment (speech and/or non-speech)

ETR 132 Radio broadcasting systems; code of practice for site engineering VHF, frequency modulated sound broadcasting transmitters

ETR 053 Radio equipment and systems (RES); Radio site engineering for radio equipment and systems in the mobile service.

Accord de Vienne 1993 – Annexes

Report on Type approval testing of the MD-234 AB in accordance with ETS 300-086, I-ETS 300219, ETS 300-117 – April 1997. (Equipements radioélectriques de stations mobiles et stations fixes de marque Motorola).