



**Agence Nationale des Fréquences**

## **PROTOCOLE DE MESURE IN SITU**

Visant à vérifier pour les stations émettrices fixes, le respect des limitations,  
en termes de niveaux de référence,  
de l'exposition du public aux champs électromagnétiques prévues par  
le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002

**DOCUMENTATION DE REFERENCE : ANFR/DR 15-3**

**VERSION 3 - 31 mai 2011**

**REVISIONS**

<b>Indice</b>	<b>Date</b>	<b>Nature des révisions</b>
V1	28 juin 2001	Création du document
V2	3 novembre 2003	Application des exigences de la recommandation ECC (02) 04
V2.1	3 mai 2004	Prise en compte des signaux du service « UMTS » Modifications : § 3.1 Figure 1 - § 3.3.3 - § A 1.8 Identification du service « DECT » Modification : § 3.3.2 Tableau 1 Estimation du nombre de TRX en GSM Modification : § 3.3.3 Tableau 2 Les évolutions des réseaux GSM Nouveau : § A 1.2.2.3
V 3	31 mai 2011	Application des exigences de la norme NF EN 50492 Ajout en annexe (informative) d'une évaluation informative complémentaire des niveaux de champ électrique des principaux services.

## SOMMAIRE

<b>1 INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>2 ANALYSE DU SITE</b> .....	<b>6</b>
<b>3 PROCESSUS DE MESURE</b> .....	<b>6</b>
3.1 Généralités.....	6
3.3 Réalisation du Cas B (Evaluation détaillée de l'exposition).....	8
3.4 Evaluation des critères liées à l'exposition à des sources émettant à plusieurs fréquences .....	12
3.5 Incertitude des mesures .....	13
3.6 Conclusions .....	13
<b>4 RAPPORT</b> .....	<b>13</b>
<b>5 REFERENCES</b> .....	<b>13</b>
<b>ANNEXE 1 RAPPORT DE MESURE</b> .....	<b>15</b>
<b>ANNEXE 2 EVALUATION INFORMATIVE COMPLEMENTAIRE DES NIVEAUX DE CHAMP ELECTRIQUE DES PRINCIPAUX SERVICES</b> .....	<b>19</b>

**Tableaux et figures**

Tableau 1 : Liste des services .....	8
Figure 1 : Processus de mesure .....	7

## 1 Introduction

Ce document a pour objectif de décrire le protocole de mesure retenu par l'Agence nationale des fréquences concernant l'application du décret n° 2002-775 du 03 mai 2002 conformément aux exigences de la norme NF EN 50492, norme de base pour la mesure du champ électromagnétique sur site, en relation avec l'exposition du corps humain à proximité des stations de base, dont les références ont été publiées au Journal officiel du 7 janvier 2009, ci après désignée la norme. Pour les thématiques non couvertes par la norme (signaux radar), la recommandation ECC (02)04 peut être utilisée (disponible sur le site Internet de l'ECO, *European communications office*).

Le présent protocole est particulièrement adapté aux émissions des réseaux mobiles de type GSM ou UMTS, de radiodiffusion (sonore ou visuelle), des réseaux locaux sans fils et des réseaux radioélectriques indépendants. Le tableau de fréquences des émissions considérées est présenté au tableau 1.

Le présent protocole est essentiellement destiné aux rayonnements électromagnétiques « imposés » et « permanents ». Il est ainsi recommandé, pendant les mesures, d'éteindre les équipements dont les émissions sont « contrôlées » et « non permanentes ». Cependant si ce type d'équipements fait l'objet d'une demande particulière de mesure, cela peut être réalisé, mais doit être expressément signifié dans le rapport de mesure.

Le présent protocole traite des mesures nécessaires pour comparaison aux niveaux de référence pour les champs électromagnétiques pour des fréquences de 100 kHz à 300 GHz, à l'exception de ceux concernant les courants de contact d'objets conducteurs. Les champs basses fréquences de 0 Hz à 100 kHz ne sont pas traités par le présent document.

Le processus adopté se compose d'une analyse du site suivie de relevés de niveaux de champs électromagnétiques et du calcul des incertitudes associées. Les niveaux relevés et, le cas échéant pour certaines catégories de réseaux, extrapolés, sont ensuite comparés aux niveaux de référence de l'annexe 2.2 – A du décret du 3 mai 2002 ; une application des critères de l'annexe 2.3 – B de ce même décret prenant en compte le cumul des sources est également effectuée.

Le respect de tous les niveaux de référence garantit le respect des restrictions de base de l'annexe 2.1 du décret. Si les valeurs mesurées et, le cas échéant, extrapolées sont supérieures aux niveaux de référence, il n'en découle pas nécessairement un dépassement des restrictions de base. Dans ce cas, il conviendrait dans un premier temps de reconsidérer la valeur des paramètres d'extrapolation en identifiant la configuration réellement installée. Si le dépassement persiste, il convient d'évaluer si les niveaux d'exposition sont inférieurs aux restrictions de base. Ce dernier point n'est cependant pas abordé dans le présent protocole.

## 2 Analyse du site

L'analyse du site devra être effectuée conformément au § 6.2 de la norme.

La première étape d'une mesure consiste à établir une topologie des émetteurs présents et de leurs zones de rayonnement « privilégiées ». Cette topologie sera faite de façon visuelle, par des recherches en base ([www.cartoradio.fr](http://www.cartoradio.fr)), ou par des mesures spectrales sélectives.

Cette étape permet notamment de déterminer le choix des bandes de fréquences à éventuellement analyser au-delà de 6 GHz.

Sur site, la détermination des zones de mesure est précisée à partir de :

- **l'expression de la demande,**
- **la topologie des émetteurs présents et de leurs zones de rayonnement.**

Le cas particulier de la mesure à proximité d'une source de champs électromagnétiques (vérification d'un périmètre de sécurité par exemple) doit être traité avec beaucoup de précautions. En particulier, le système de mesure doit être adapté aux niveaux d'énergie à contrôler. Par ailleurs, la proximité d'une source peut contraindre à la mesure des deux composantes du champ électromagnétique, à savoir les champs électrique et magnétique. Les exigences du § 7 de la norme doivent être notamment appliquées.

Le site de mesure étant clairement caractérisé, le processus de mesure peut être initialisé après avoir déterminé le ou les points d'amplitude de champ maximale en utilisant le mode opératoire recommandé par l'annexe C.2.3 de la norme<sup>1</sup>.

## 3 Processus de mesure

### 3.1 Généralités

Les spécifications des § 6, 7, 8, 9 de la norme sont applicables à la réalisation des Cas A ou B. Notamment, la mesure doit systématiquement couvrir l'ensemble des émissions RF (fréquences radioélectriques) de 100 kHz à 6 GHz.

La première décision consiste à choisir entre les approches d'évaluation (Cas A et Cas B). Le Cas A fournit un résultat couvrant toutes les sources et fréquences. Le Cas B fournit un ensemble de valeurs de champs pour des sources, des fréquences ou des sous-bandes de fréquences. Ces deux cas ne sont pas exclusifs l'un de l'autre. Ce choix tient compte de la demande formulée.

- Lorsqu'une demande d'évaluation détaillée de l'exposition est formulée, c'est-à-dire une investigation pour chaque contribution de sources RF en utilisant une analyse sélective en fréquence, alors le Cas B est obligatoire. Il est recommandé de faire précéder systématiquement le cas B d'une évaluation globale (mesure large bande).
- Lorsqu'une simple demande d'évaluation de la conformité de l'exposition est formulée, ou lorsqu'aucune demande spécifique n'est formulée, l'évaluation commence par une évaluation globale, c'est-à-dire la mesure de la combinaison des contributions de toutes les sources RF, en utilisant le Cas A, mesure large bande. En fonction du résultat obtenu, cette évaluation globale est suivie, le cas échéant, d'une évaluation détaillée de l'exposition (Cas B), comme précisé dans les deux alinéas suivants :
  - si le résultat<sup>2</sup> de la mesure large bande est inférieur à 6 V/m, le rapport conclut au respect des niveaux de référence<sup>3</sup> ;

<sup>1</sup> Pour la sonde, choisir un détecteur RMS

<sup>2</sup> Sans tenir compte des incertitudes, dès lors que les exigences du §3.5 sont respectées

- si le résultat<sup>4</sup> de la mesure large bande est supérieur ou égal à 6 V/m, il n’y a pas de conclusion possible à ce stade et le processus doit se poursuivre par une évaluation détaillée (Cas B).

La figure 1 définit le processus de mesure, qui reprend les exigences du paragraphe 5 de la norme. Elle prend également en compte la recommandation de faire précéder systématiquement le Cas B d’une mesure large bande, ainsi que la possibilité de réaliser une évaluation informative complémentaire des niveaux de champ électriques des principaux services (cf. annexe 2).

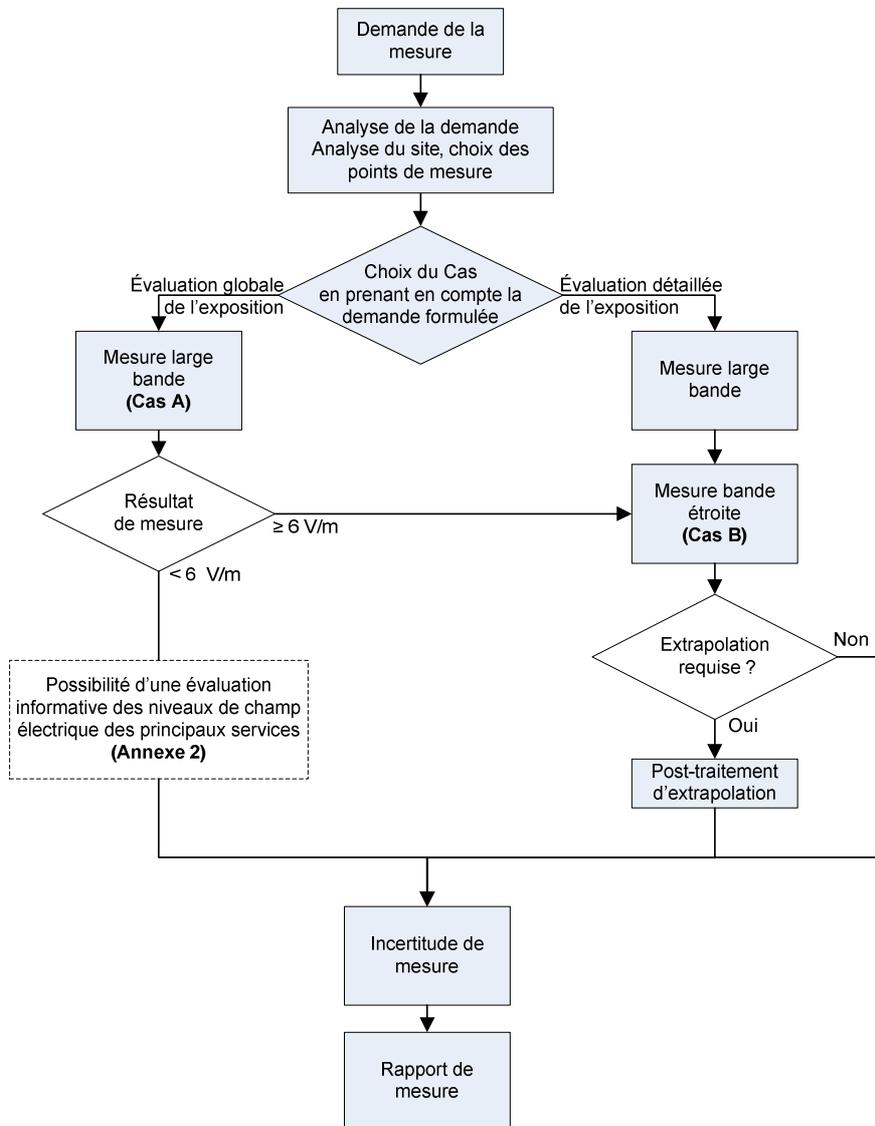


Figure 1 : Processus de mesure

### 3.2 Réalisation du Cas A (Évaluation globale de l'exposition)

Lors de la réalisation du cas A, l'équipement doit être dans un mode permettant d'accéder à la valeur efficace moyennée sur une période de temps de :

- six minutes pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 10 GHz,
- $68/f^{1,05}$  minutes ( $f$  est exprimée en GHz) pour des fréquences supérieures à 10 GHz.

<sup>3</sup> Le respect des niveaux de référence ainsi établi, la mesure peut être complétée, à titre purement informatif, par une évaluation des niveaux de champ électrique des principaux services (cf. Annexe 2)

<sup>4</sup> Sans tenir compte des incertitudes, dès lors que les exigences du §3.5 sont respectées

Dans la pratique, une durée inférieure est en général suffisante, dès lors que la valeur efficace moyennée est stable.

La moyenne spatiale s’effectuera sur un minimum de trois points (à 110 cm, 150 cm et 170 cm) conformément aux recommandations de la norme (§ 9.2.2).

Cette évaluation globale peut être complétée par une évaluation informative des niveaux de champ électrique des principaux services (cf. Annexe 2).

La mesure à large bande ne doit pas être utilisée à des fins d'extrapolation. En effet, en l'absence de toute capacité de discrimination de la fréquence, cette extrapolation entraînerait nécessairement une erreur sur l'évaluation de l'exposition maximale.

### 3.3 Réalisation du Cas B (Evaluation détaillée de l'exposition)

#### 3.3.1 Mesures

Il est recommandé de faire précéder l’évaluation détaillée d’une évaluation globale réalisée conformément au § 3.2.

Le cas B s'effectue de la manière suivante :

##### 3.3.1.1. Mesure du niveau de champ par service

L’intégration par service est à réaliser conformément à l’annexe D.4 de la norme (en complément des réglages mentionnés, choisir un détecteur RMS).

Les différents services à considérer sont présentés dans le Tableau 1.

Bande de fréquences	Services
100 kHz – 30 MHz	Services HF (y compris la radiodiffusion sonore)
30 MHz – 87,5 MHz (hors TV)	PMR
87,5 MHz – 108 MHz, 174 MHz – 223 MHz	Radiodiffusion sonore (FM – RNT)
108 MHz – 880 MHz (hors TV et RNT)	PMR – BALISES
47 MHz– 68 MHz, 470 MHz– 830 MHz	TV <sup>5</sup>
790 MHz – 862 MHz	Dividende numérique <sup>6</sup>
921 MHz – 960 MHz	GSM 900 et UMTS 900 (925 – 960 MHz) – GSM R (921 – 925 MHz)
960 MHz – 1710 MHz	RADARS - BALISES – FH
1805 MHz – 1880 MHz	GSM 1800
1880 – 1900 MHz	DECT
2100 – 2170 MHz	UMTS 2100
2200 – 6000 MHz (hors WiFi)	RADARS – BLR (Wimax) - LTE – FH
2400 – 2483,5 MHz, 5150 – 5350 MHz, 5470 – 5725 MHz	Réseaux locaux radioélectriques (WiFi)

**Tableau 1 : Liste des services**

##### 3.3.1.2 Relevé des émissions significatives

Pour chaque service, le niveau de chaque émission significative est à reporter. Les émissions significatives sont, a minima, celles dont le niveau est supérieur à 40 dB au dessous du niveau de référence le plus faible, arrondi à 0,3 V/m.

Si aucune émission présente ne dépasse ce niveau, seront reportées au moins les 2 émissions les plus fortes.

<sup>5</sup> A compter du 1<sup>er</sup> décembre 2011, les bandes IV et V de la TV seront sur une bande de fréquence de 470 MHz à 790 MHz

<sup>6</sup> A compter du 1<sup>er</sup> décembre 2011

Les émissions des services faisant l’objet d’une demande particulière doivent également être prises en compte.

La mesure de l’intensité de la composante électrique<sup>7</sup> du champ électromagnétique pour toutes les émissions significatives détectées s’effectue de la façon suivante :

La fréquence centrale doit être réglée sur le canal d’émission avec une résolution adaptée à la largeur du canal, ou une résolution inférieure en effectuant un calcul cumulatif prenant en compte la forme du filtre de résolution (mode « Channel Power »).

Le récepteur doit être dans un mode permettant d’accéder à la valeur efficace moyennée sur une période de :

- six minutes pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 10 GHz,
- $68/f^{1,05}$  minutes ( $f$  est exprimée en GHz) pour des fréquences supérieures à 10 GHz.

Dans la pratique, une durée inférieure est en général suffisante, dès lors que la valeur efficace moyennée est stable.

Le niveau reçu sera converti en intensité de champ électrique par la formule :

$$E_{dBV/m} = F_{dB(m^{-1})} + V_{dBV} + Pc_{dB} \text{ avec :}$$

<b>F</b> : Facteur d’antenne	<b>Pc</b> : Valeur absolue des pertes câble à la fréquence maximale de l’émission
<b>V</b> : Tension efficace	<b>E</b> : Intensité de champ électrique

Toutes les fréquences ainsi relevées seront reportées dans le rapport, ainsi que le niveau de champ correspondant.

Pour les services de radiodiffusion, les annexes D1, D2, D3, E de la norme sont applicables.

Pour les mesures WIFI (IEEE 802.11 a, b, g ), les considérations de l’annexe J de la norme doivent être prises en compte. De plus, le caractère complexe des signaux générés nécessite certaines précautions. Les mesures seront effectuées en mode « channel power » et détection efficace (RMS). Pour un canal donné actif dominant, l’excursion totale en fréquence (SPAN) de l’analyseur ne doit pas dépasser 25 MHz, la bande d’intégration doit être de 20 MHz et le temps de balayage doit être supérieur à 20 secondes. Il faut veiller à ne pas avoir de recouvrements dans les largeurs d’intégration. Lorsque plusieurs canaux se recouvrent, la largeur d’intégration doit prendre en compte l’ensemble des canaux actifs. Si plusieurs intégrations doivent être réalisées pour couvrir la gamme de fréquences spécifiée, le niveau de l’amplitude totale de champ doit alors être calculé selon l’équation ci après :

$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^N E_i^2} \quad \text{où N est le nombre d’intégrations}$$

L’application de cette équation implique que la réponse hors bande peut être ignorée ; si tel n’est pas le cas, le niveau de champ indiqué constitue alors une surestimation.

### 3.3.2 Extrapolation

Pour les réseaux GSM et UMTS, les principes du § 10 et de l’annexe I de la norme sont à appliquer.

<sup>7</sup> Ou magnétique, en cas d’utilisation d’une antenne boucle, mutatis mutandis

Après identification des "canaux pilote" et à partir du relevé des émissions significatives, on relève le maximum de la valeur efficace des "canaux pilote" (pour ne pas avoir de risque de sous-estimation de l'extrapolation).

L'usage de téléphones mobiles « à trace » est recommandé pour les bandes GSM ou UMTS : il permet l'identification sans ambiguïté des cellules environnantes.

Pour les réseaux radioélectriques indépendants cellulaires (de type TETRA ou TETRAPOL), les principes de l'annexe I.5 de la norme sont applicables. Cependant, la configuration de ce type de réseaux pouvant fortement varier en fonction d'exigences très localisées, il peut être nécessaire de contacter les opérateurs de réseaux pour déterminer les paramètres d'extrapolation<sup>8</sup>.

Pour les autres cas, en l'absence d'une connaissance détaillée du fonctionnement des émetteurs, une solution est de réaliser une mesure coopérative en situation de charge maximale des émetteurs. Le rapport de mesure doit préciser la méthodologie employée.

Les paragraphes suivants précisent les valeurs d'extrapolation pour certaines catégories de réseaux.

Dans tous les cas, lorsque des coefficients d'extrapolation spécifiques sont choisis (suite à une communication avec l'ANFR ou à un contact avec l'opérateur par exemple) ou que des réseaux radioélectriques sont placés dans des conditions de charge spécifiques, le rapport de mesure doit le préciser.

### 3.3.2.1 Cas des services GSM

Une extrapolation sera réalisée pour ces services dans les conditions décrites au § 10 et à l'annexe I de la norme, en utilisant les nombres forfaitaires d'émetteurs ou TRX des cellules concernées suivants :

- **pour le GSM 900, 5 TRX pour les 12 unités urbaines<sup>9</sup> de plus de 400 000 habitants, 4 TRX pour les autres unités urbaines;**
- **pour le GSM 1800, 6 TRX pour les 12 unités urbaines de plus de 400 000 habitants, 5 TRX pour les autres unités urbaines.**

Par ailleurs, pour le cas spécifique du **GSM-R** (ferroviaire), le nombre d'émetteurs est de **2**.

Les données ci-dessus constituent un nombre maximal d'émetteurs pour un panel équivalent à plus de 98% de l'ensemble des cellules (à la date du 31 mai 2011).

Remarque : ces données résultent d'une analyse statistique réalisée sur les nombres d'émetteurs par cellule tous opérateurs confondus, et ne rendent pas compte des différences qui existent entre opérateurs, en fonction des choix technologiques et de déploiement qui leur sont propres.

Préalablement à l'application de ces données forfaitaires, et lorsque le résultat de la mesure large bande est supérieur à la valeur maximale de la fourchette retenue par la norme, soit 6 V/m, tel que présenté au

---

<sup>8</sup> après la mesure, en situation de mesure non coopérative

<sup>9</sup> Unité urbaine (définition INSEE) : la notion d'unité urbaine repose sur la continuité de l'habitat, est considérée comme telle un ensemble d'une ou plusieurs communes présentant une continuité du tissu bâti (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) et comptant au moins 2 000 habitants. La condition est que chaque commune de l'unité urbaine possède plus de la moitié de sa population dans cette zone bâtie. Les unités urbaines sont redéfinies à l'occasion de chaque recensement de la population. Elles peuvent s'étendre sur plusieurs départements. Une « base des unités urbaines », donnant la liste des communes par unité urbaine à jour du dernier recensement, est disponible sur le site web de l'INSEE, ainsi qu'une « liste des unités urbaines de plus de 100000 habitants » permettant d'identifier les 12 unités urbaines de plus de 400 000 habitants : il s'agit, à la date de publication de cette version du protocole, des unités urbaines suivantes, Paris, Marseille-Aix-en-Provence, Lyon, Lille, Nice, Toulouse, Bordeaux, Nantes, Toulon, Douai-Lens, Strasbourg, Grenoble

§ 3.1, il faut veiller à ce que le site de mesure ne soit pas couvert par une cellule dont le nombre d'émetteurs excèdent ces données forfaitaires. Si tel est le cas, l'ANFR communiquera<sup>10</sup> le nombre réel d'émetteurs installés in situ.

L'application de ces données forfaitaires conduit à une surestimation importante pour un nombre significatif de cellules. C'est pourquoi, si leur application conduisait à un non respect des niveaux de référence, ou bien pour toute autre raison motivée, l'ANFR communiquerait<sup>10</sup> le nombre réel d'émetteurs installés in situ. La valeur extrapolée avec le nombre réel d'émetteurs installés prévaut sur la valeur calculée en appliquant des données forfaitaires.

### 3.3.2.2 Cas des services UMTS (méthode adaptée à la technologie W-CDMA de l'UMTS)

**Une extrapolation sera réalisée pour ces services dans les conditions décrites au § 10 et à l'annexe I.3 de la norme en utilisant le ratio  $\eta_{\text{cpich}}$  forfaitaire de 5%**

La donnée ci-dessus constitue un ratio  $\eta_{\text{cpich}}$  minimal pour un panel équivalent à plus de 98% de l'ensemble des cellules (à la date du 31 mai 2011).

Remarque : cette donnée résulte d'une statistique réalisée sur le ratio  $\eta_{\text{cpich}}$  par cellule tous opérateurs confondus, et ne rend pas compte des différences qui existent entre opérateurs, en fonction des choix technologiques et de déploiement qui leur sont propres.

Préalablement à l'application de cette donnée, et lorsque le résultat de la mesure large bande est supérieur à la valeur maximale de la fourchette retenue par la norme, soit 6 V/m, tel que présenté au § 3.1, il faut veiller à ce que le site de mesure ne soit pas couvert par une cellule dont le  $\eta_{\text{cpich}}$  serait inférieur à ce niveau forfaitaire. Si tel est le cas, l'ANFR communiquera<sup>10</sup> le nombre réel  $\eta_{\text{cpich}}$  in situ.

L'application de ce nombre forfaitaire conduit à une surestimation importante pour un nombre significatif de cellules. C'est pourquoi, si l'application de ce nombre forfaitaire issu d'une analyse statistique conduisait à un non respect des niveaux de référence, ou bien pour toute autre raison motivée, l'ANFR communiquerait<sup>10</sup> les ratios réels  $\eta_{\text{cpich}}$  in situ.

Les équipements de mesure employés dans l'extrapolation adaptée à la technologie W-CDMA devront répondre aux exigences de mesure et d'étalonnage de la procédure de qualification des équipements de décodage de P-CPICH en mode W-CDMA (ANFR/DR-16).

### 3.3.2.3 Cas particulier des mesures au voisinage d'une station des services GSM/UMTS implantée à l'intérieur

Lorsqu'une mesure est réalisée en intérieur au voisinage d'une station des services GSM/UMTS elle-même implantée à l'intérieur, les principes de l'annexe I.2 et I.3 de la norme sont applicables. Cependant, la configuration de ce type de station pouvant fortement varier en fonction d'exigences très localisées, il est nécessaire de contacter les opérateurs pour déterminer les paramètres d'extrapolation<sup>11</sup>.

Remarque : l'application des coefficients « intérieurs » nécessite préalablement l'identification du point d'émission.

<sup>10</sup> Pour des raisons de confidentialité commerciale, la communication est limitée aux organismes qui remplissent les conditions de l'article D100 du [Code des postes et des communications électroniques](#).

<sup>11</sup> après la mesure, en situation de mesure non coopérative

### 3.3.2.4 Cas du WiFi

L'évaluation du maximum théorique sera réalisée pour le service WiFi (IEEE 802.11 a, b, g). Les considérations de l'annexe J de la norme ont été prises en compte et se complètent des précautions suivantes. Les canaux WiFi occupent typiquement une bande comprise entre 17 et 20 MHz, supérieure à la bande de résolution (RBW) de la plupart des équipements de mesure de champ. Le champ efficace rayonné est fortement dépendant du trafic transitant à l'émission du point d'accès WiFi considéré.

La procédure de mesure visant à estimer le champ maximal théorique est définie comme suit :

Plusieurs alternatives sont proposées et dépendent de la capacité des équipements de mesure.

Option 1 (si une intégration de plus de 20 MHz est envisageable) :

Réalisation d'une intégration instantanée avec un filtre (ou résolution) de 20 MHz en mode max-hold et détection crête

Option 2 (issue d'une méthode expérimentale) :

Si on note  $P_{RBW=1\text{ MHz}}$  la valeur en dBm mesurée à chaque fréquence porteuse d'un canal Wifi avec un RBW de 1 MHz, chaque valeur mesurée devra être corrigée de  $+\alpha$  dB pour obtenir la valeur en puissance maximum possible sur toute la bande du signal.

$$P_{Max}^{total} (dBm) = P_{RBW=1MHz} (dBm) + \alpha \text{ dB}$$

Avec le réglage suivant : RBW = 1 MHz ; VBW  $\geq$  1 MHz ; en Max Hold

Remarque :

- la valeur  $\alpha$  est de 4 dB en présence de trafic, de 9 dB en l'absence de trafic (visualiser en span 0)
- ce processus ajoute une incertitude de 1 dB,
- cette procédure donne directement la puissance maximale quel que soit le débit ou l'utilisation.

### 3.4 Evaluation des critères liés à l'exposition à des sources émettant à plusieurs fréquences

Rappel : le protocole permet de réaliser cette évaluation à partir de 100 kHz<sup>12</sup>. Les champs basses fréquences de 0 Hz à 100 kHz ne sont pas couverts par le présent document.

Dans des situations où une exposition simultanée à des champs de fréquences différentes se produit, il convient d'évaluer les critères suivants :

Pour les fréquences comprises entre 1 Hz et 10 MHz<sup>13</sup>, il conviendra de respecter les critères suivants :

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{l,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \qquad \sum_{j=1\text{Hz}}^{150\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{l,j}} + \sum_{j>150\text{kHz}}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

Pour le présent protocole, i et j sont à considérer à partir de 100 kHz<sup>13</sup>

Où :

- $E_i$  intensité du champ électrique mesuré à la fréquence i
- $E_{l,i}$  niveau de référence d'intensité de champ électrique à la fréquence i

<sup>12</sup> Toutefois, les principes du protocole peuvent être appliqués jusqu'à 9 kHz avec une antenne appropriée

<sup>13</sup> Les champs basses fréquences de 0 Hz à 100 kHz ne sont pas couverts par le présent document. Toutefois, les principes du protocole peuvent être appliqués jusqu'à 9 kHz avec une antenne appropriée.

$H_j$  intensité du champ magnétique à la fréquence  $j$ , soit calculée à partir de la mesure de  $E_j$ , soit mesurée directement, conformément aux exigences du § 7 de la norme  
 $H_{l,j}$  niveau de référence d'intensité de champ magnétique à la fréquence  $j$   
 $a = 87 \text{ V/m}$        $b = 5 \text{ A/m}$  ( $6,25 \text{ } \mu\text{T}$ )

Pour les fréquences égales ou supérieures à 100 kHz :

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c}\right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{l,i}}\right)^2 \leq 1 \quad \sum_{j=100\text{kHz}}^{150\text{kHz}} \left(\frac{H_j}{d}\right)^2 + \sum_{j>150\text{kHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{H_j}{H_{l,j}}\right)^2 \leq 1$$

Où

$E_i$  intensité du champ électrique à la fréquence  $i$   
 $E_{l,i}$  niveau de référence d'intensité de champ électrique à la fréquence  $i$   
 $H_j$  intensité du champ magnétique à la fréquence  $j$ , soit calculée à partir de la mesure de  $E_j$ , soit mesurée directement, conformément aux exigences du § 7 de la norme  
 $H_{l,j}$  niveau de référence d'intensité de champ magnétique à la fréquence  $j$   
 $c = 87/\sqrt{f}$        $d = 0,73/f$ ,      avec  $c$  en V/m,  $d$  en A/m,  $f$  en MHz

### 3.5 Incertitude des mesures

Les incertitudes doivent être fournies dans le rapport. Elles seront calculées en accord avec le paragraphe 11.2 de la norme et présentée suivant le modèle du Tableau 5 de la norme.

Remarque : le niveau maximum d'incertitude étendue de 4 dB spécifié au paragraphe 11.1 de la norme ne prend pas en compte :

- la non platitude de la réponse en fréquences des sondes de mesure large,
- la dérive dans le temps des équipements après étalonnage.

### 3.6 Conclusions

La mesure in situ permet de conclure sur le respect des niveaux de référence  $y$  compris lorsque plusieurs équipements ou installation radioélectriques sont à l'origine des champs électromagnétiques à des fréquences comprises entre 100 kHz et 300 GHz.

## 4 Rapport

En accord avec le paragraphe 12 de la norme, le rapport devra présenter les résultats obtenus et toutes les informations nécessaires conformément à l'annexe 1 du présent protocole.

## 5 Références

- [1] Décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 pris en application du 12° de l'article L.32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques
- [2] NF EN 50492 de janvier 2009 : Norme de base pour la mesure du champ électromagnétique sur site, en relation avec l'exposition du corps humain à proximité des stations de base
- [3] ECC recommandation (02)04 (revised Bratislava 2003, Helsinki 2007) measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz)

# ANNEXES

## Annexe 1 Rapport de mesure

Le rapport de mesure sera transmis à l'Agence nationale des fréquences, sous un format spécifié par l'Agence. L'Agence le mettra à disposition du public conformément à l'article L.34-9-1 du code des postes et des communications électroniques.

Il contient :

- des données liées à la mesure et à son environnement,
- une fiche de validation de rapport permettant de garantir la cohérence des données recueillies ; l'absence de cette fiche ou des incohérences dans les éléments la constituant bloqueront l'enregistrement du rapport de mesure par l'ANFR dans l'attente d'un envoi correctif par le laboratoire.

Les éléments obligatoires de ce rapport sont présentés dans cette annexe (les éléments précédés d'un \* ne seront pas rendus public).

### Identification de la mesure >

Clé ASP (agence des services de paiement)

Nom du laboratoire

Coordonnées du laboratoire

N° d'accréditation

Portée de l'accréditation

Version du protocole

Référence du rapport : identifiant unique propre au laboratoire

\* Nom des intervenants du laboratoire

\* Les coordonnées du « point de contact technique » du laboratoire

\* Nom du demandeur

\* Coordonnées du demandeur (raison sociale, nom, n°, rue, lieu dit, commune, code postal)

\* Objectif de la mesure si précisé par le demandeur\* Liste et qualité des personnes présentes lors de la mesure

Date de début d'intervention

### Localisation et description du site de mesure >

Localisation du site de mesure :

- Pour un site extérieur : Coordonnées (WGS 84 / latitude et longitude avec une résolution de 1/10 de seconde). Localisation au mieux (lieu dit, nom de rue, de place, adresse bâtiment voisin, ...)
- Pour un site intérieur :  
Les coordonnées permettant de positionner le bâtiment sur une carte (WGS 84 / latitude et longitude avec une résolution de 1/10 de seconde)  
Adresse de localisation (n°, nom de rue, nom de lieu dit, Code postal, Nom de la commune, Code insee)L'étage, Le N° appartement (et/ou N° immeuble ....)

Est-ce un local d'habitation (oui/non), si oui, un occupant s'oppose t'il à la mise à disposition du public des résultats (oui/non, par défaut non)

Type d'environnement (description libre : jardin privé, jardin public, cour, rue, place, parc, route, habitation, entreprise ou commerce, centre commercial, restaurant, ...)

Caractéristique du site de mesure désignation dans une liste à définir)

Accessibilité de la Zone (réglementation d'accès vis-à-vis des rayonnements) : oui / non

#### Analyse du site et localisation du ou des point de mesure >

Une ou des cartographies du site doivent être jointe(s) et présenter notamment :

- la localisation des émetteurs identifiés par rapport au site de mesure
- en cas d'utilisation du mode opératoire de l'annexe C.2.3. de la norme, la localisation des mesures à la sonde
- Nombre de points de mesures donnant lieu à mesures cas A ou Cas A+cas B
- la localisation du ou des points de mesure (WGS 84 / latitude et longitude avec une résolution de 1/10 de seconde) et leur désignation (numéro d'ordre).

#### Description des systèmes de mesure >

La liste des équipements de mesure (Fabricant, référence)

#### Résultat de mesure >

Dans le cas où plusieurs mesures sont réalisées en réponse à une même demande, chaque mesure est référencée par un numéro d'ordre, la première mesure correspondant au point d'exposition maximale tel que déterminé (Cf. Annexe C de la norme).

Pour chaque mesure, précision de :

- Coordonnée (WGS84 1/10°)
- Etage
- Date
- Heure début mesure
- Heure de fin de mesure
- Type de mesure (Cas A ou/et Cas B)

Schémas ou photos du/des point de mesure (y compris les équipements de mesure)

Schémas ou photos des émetteur(s) visible(s) à partir du/des point de mesure

#### Evaluation globale de l'exposition CAS A >

Numéro d'ordre du point de mesure

Champ lointain / Champ proche (dans ce dernier cas, les 2 composantes doivent être mesurées et reportées)

L'ensemble des résultats des mesures du champ électrique (en V/m) pour le point de mesure choisi (avec un minimum de trois points, conformément au 9.2.2. de la norme)

La valeur moyenne spatiale du champ électrique (en V/m) résultante

Le champ Magnétique mesuré ou calculé (en A/m), dans le cas d'une mesure en champ proche

Conclusion à ce niveau sur le respect des niveaux de référence

#### Complément de l'Evaluation globale de l'exposition par une évaluation informative par service >

(Applicable dans le cas où une évaluation informative des niveaux de champ électrique des principaux services a été demandée suivant les recommandations de l'Annexe 2, ou est faite en fonction des résultats du cas A)

L'ensemble des résultats de mesure du champ électrique (en V/m) pour les services mesurés :

- Nbr bandes mesurées

- Liste : nom bande à partir d'une liste imposée enrichissable (exemple : FM, TV, GSM, UMTS, RRI, ....)/Valeur mesurée)

Lorsque l'évaluation informative est répétée sur une période de 24 heures ou plus, chaque échantillon est précédé d'un numéro d'échantillon, de la date et de l'heure, ou les résultats sont présentés sous forme de courbes.

### Evaluation détaillée de l'exposition CAS B >

Cette évaluation est précédée d'une mesure large bande => données identiques au cas A à reporter

Champ lointain / Champ proche par fréquence (dans ce dernier cas, les 2 composantes doivent être mesurées et reportées)

Les informations sur le réglage des équipements ( $F_{min}$ ,  $F_{max}$ , Sweep time, le mode de détection ; la largeur de bande de résolution (RBW), la largeur de bande vidéo (VBW), traitement appliqué)

L'évaluation du champ électrique (en V/m) par bande de fréquences pour les services du tableau 1..

L'évaluation détaillée (par fréquence) du champ électrique, avec l'ensemble des résultats des mesures du champ électrique (en V/m) pour la localisation choisi (avec un minimum de trois points, conformément au 9.2.2. de la norme) et la valeur moyenne spatiale du champ électrique (en V/m) résultante

Pour les services qui l'exigent, l'estimation par bande de fréquences du champ électrique maximal théorique (extrapolation visant à estimer le champ au trafic maximal) - Mentionnez les conditions de mesure : non coopérative ou coopérative (précisez le \* point de contact chez l'opérateur) - précisez et justifiez les paramètres d'extrapolation.

Le champ Magnétique mesuré ou calculé (en A/m), dans le cas d'une mesure en champ proche

Conclusion sur le respect des niveaux de référence, (si nécessaire, fonction des résultats cas A)

### Incertitudes de mesure >

Les incertitudes doivent être fournies dans le rapport conformément au § 3.4 du présent document.

### Evaluation des critères liées à l'exposition à des sources émettant à plusieurs fréquences >

Dans des situations où une exposition simultanée à des champs de fréquences différentes se produit il convient d'évaluer les critères suivants :

Pour les fréquences comprises entre 1 Hz et 10 MHz, il conviendra de respecter les critères suivants :

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \qquad \sum_{j=1\text{Hz}}^{150\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>150\text{kHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

Pour le présent protocole, i et j sont à considérer à partir de 100 kHz

Où :

$E_i$  intensité du champ électrique mesuré à la fréquence i

$E_{L,i}$  niveau de référence d'intensité de champ électrique à la fréquence i

$H_j$  intensité du champ magnétique mesuré à la fréquence j

$H_{L,j}$  niveau de référence d'intensité de champ magnétique à la fréquence j

$a = 87 \text{ V/m}$        $b = 5 \text{ A/m (6,25 } \mu\text{T)}$

Pour les fréquences égales ou supérieures à 100 kHz :

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c}\right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{El,i}\right)^2 \leq 1 \quad \sum_{j=100\text{kHz}}^{150\text{kHz}} \left(\frac{H_j}{d}\right)^2 + \sum_{j>150\text{kHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{H_j}{Hl,j}\right)^2 \leq 1$$

Pour le présent protocole, i et j sont à considérer à partir de 100 kHz

Où

$E_i$  intensité du champ électrique à la fréquence i

$El,i$  niveau de référence d'intensité de champ électrique à la fréquence i

$H_j$  intensité du champ magnétique à la fréquence j

$Hl,j$  niveau de référence d'intensité de champ magnétique à la fréquence j

$c = 87/\sqrt{f}$                        $d = 0,73/f$  (c en V/m, d en A/m, f en MHz)

## Conclusions >

Respect des niveaux de référence : Oui / non

## **Annexe 2 Evaluation informative complémentaire des niveaux de champ électrique des principaux services**

L'évaluation globale peut être complétée par une évaluation informative des niveaux de champ électrique des principaux services. Cette dernière cherche à évaluer la valeur efficace (rms — root mean square/valeur quadratique moyenne) pour chaque bande mesurée, et notamment les bandes FM, TV, GSM, DECT, UMTS, WIFI et WIMAX telles que définies au Tableau 1.

L'emplacement du point de mesure pour l'évaluation informative est celui des points considérés lors du cas A pour obtenir la moyenne spatiale pour lequel le niveau de champ est maximal. L'équipement doit être considéré au niveau métrologie comme un équipement critique, et à ce titre une incertitude de mesure doit être fournie.

- L'équipement doit être dans un mode permettant d'accéder à la valeur efficace moyennée sur une période de temps de six minutes pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 10 GHz,
- $68/f^{1,05}$  minutes ( $f$  est exprimée en GHz) pour des fréquences supérieures à 10 GHz.

Dans la pratique, une durée inférieure est en général suffisante dès lors que la valeur efficace moyennée est stable.

Ces évaluations par service ont recours à :

- des analyseurs de spectre ou récepteurs (associées aux systèmes antennaires associées) dont un exemple de réglages est donné en annexe D.4 (Intégration par service). La canalisation des émissions pourra être respectée afin de pouvoir restituer le spectre en fréquence.
- des sondes ayant une réponse uniforme modulée spéciale (« special flat shaped probe » en anglais, cf. l'annexe C de la norme).

Remarque : les mesures peuvent être répétées sur une période de 24 heures ou plus, permettant ainsi de visualiser en un point donné la variation du niveau de champ sur la période considérée.