



**Supélec**

DÉPARTEMENT  
ÉLECTROMAGNÉTISME (EMG)

---

## Rapport

# Mesures de champ de très basses fréquences à proximité d'antennes de stations de base GSM et UMTS

---

A.AZOULAY  
T.LETERTRE  
R. DE LACERDA

Convention AFSSET / Supélec 2009

*Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite de Supélec*

- 1 -

---

Supélec - Département EMG – 3, rue Joliot Curie - Plateau de Moulon - 91192 Gif-sur-Yvette Cedex  
Téléphone : +33 [0]1 69 85 15 42 - Télécopie : +33 [0]1 69 85 15 69

**SOMMAIRE GÉNÉRAL**



Supélec

DÉPARTEMENT  
ÉLECTROMAGNÉTISME (EMG)

## 1. Introduction

Dans le cadre d'une étude sur l'exposition des personnes aux très basses fréquences, l'AFSSET a demandé à Supélec d'évaluer si la présence d'antennes de stations de base pouvait contribuer à produire une augmentation des niveaux de très basses fréquences dans l'environnement, en particulier des très basses fréquences supposées induites par les accès temporels du TDMA des canaux de trafic GSM.

Deux stations de base proches de Supélec à Gif sur Yvette ont été sélectionnées (voir photos 1 et 2).

La station de base 1 est un site essentiellement SFR et le canal BCCH prépondérant est le canal 117 (fréquence 958,4 MHz) avec une valeur de champ radiofréquence au point considéré sans aucune extrapolation d'environ 0,3 V/m (+/- 3 dB)

La station de base 2 met en évidence deux canaux BCCH principaux dont un canal Bouygues Télécom, canal 1010 à environ 0,15 V/m sans extrapolation et un canal Orange, canal 51 également à environ 0,15 V/m, dans les deux cas les antennes sont à environ 100 mètres du point de mesure.



Figure 1 . Station de base 1



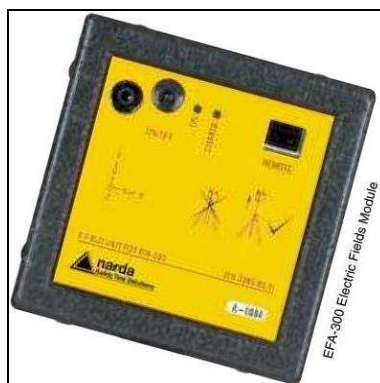
Figure 2 . Station de base 2

## 2. Instrumentation et méthode de mesure à très basses fréquences

Pour effectuer ces mesures, Supélec dispose du système de mesure à très basse fréquence NARDA EFA-300.

Le NARDA EFA-300 peut effectuer des mesures de champ magnétique et électrique dans la bande de fréquences de 5 Hz à 32 kHz. L'appareil est composé principalement de deux parties ou unités élémentaires :

a) Basic Unit (unité élémentaire): cette unité possède un capteur intégré lui permettant d'effectuer des mesures de champ magnétique, de manière isotrope (selon trois axes) ou selon un seul axe, avec une précision de 6%. (fig. 3a)



*Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite de Supélec*

- 2 -

Fig 3a. EFA 300 Basic Unit

Fig 3b. EFA 300 Capteur de champ électrique

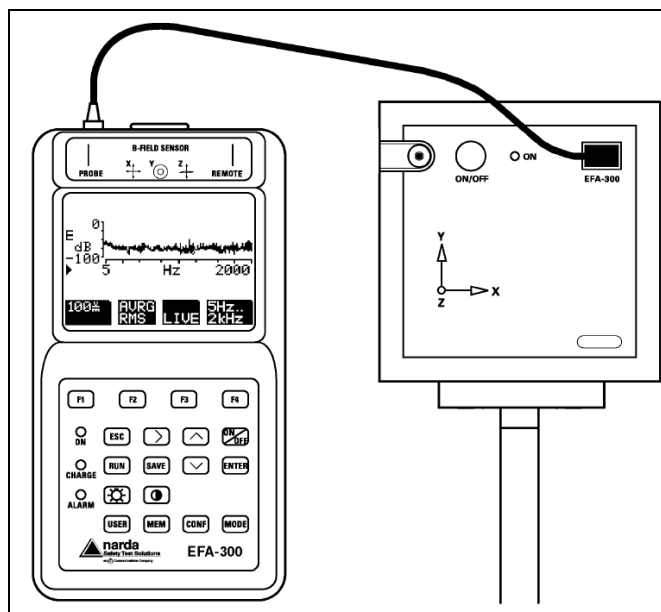


Fig 3c. Schéma de l'ensemble EFA 300 avec capteur de champ électrique

b) le capteur de mesure du champ électrique (fig.3b)

Ce capteur est disposé sur un trépied à 1,5 m du sol et est relié à l'unité de mesure par une fibre optique de 3 m de longueur.

Supélec dispose également du système Enertech Emdex II pour la mesure du champ (induction) magnétique de très basse fréquence déjà utilisé pour les mesures de champ magnétique à Champlan ou dans le cadre de l'étude nationale Expers.

L'EMDEX II est un appareil portable qui permet d'effectuer des mesures d'induction magnétique, dont les caractéristiques sont indiquées au tableau 1 et dont la photographie est présentée à la figure 4.

Bande de fréquences couvertes	40 – 800 Hz
Dynamique de mesure	0.01 – 300 $\mu$ T
Résolution	0.01 $\mu$ T / +/-1%

Tableau 1 : Caractéristiques de l'EMDEX-II



Fig.4. Emdex II

### **Méthode de mesure**

L'appareil est placé sur un trépied isolant à 1,5 m de hauteur et à une distance de 30 à 70 m de la station de base. Le point de mesure est assez dégagé et suffisamment éloigné de toute autre source de rayonnement à très basse fréquence pouvant influencer les résultats. (fig.5)

Pour la station de base 2, il ne nous a pas été possible de nous dégager suffisamment (mesures près de la route située à proximité immédiate de la station de base)

On relève alors le champ électrique et le champ magnétique correspondant suivant le type de capteur installé.

Le champ magnétique a été mesuré soit avec le capteur EFA 300 dont la sensibilité est moyenne : 0,1  $\mu\text{T}$  soit avec l'Emdex dont la sensibilité est meilleure : 0,01  $\mu\text{T}$ .



Fig.5. Exemple de montage d'essai.

Capteur de champ électrique relié par fibre optique à son unité de mesure.

## **3. Résultats de mesures**

### **Station de base 1**

Les mesures à la station de base 1 n'ont donné aucun résultat significatif tant en champ électrique qu'en champ magnétique. Nous avons mesuré le bruit propre des appareils de mesure.

*Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite de Supélec*

Le champ électrique du capteur EFA 300 mesuré à très basse fréquence entre 5 Hz et 32 kHz correspond à l'indication résiduelle de l'appareil de mesure de l'ordre de 0,6 à 0,8 V/m sans indication de fréquence particulière (bruit de mesure).

Le champ magnétique du capteur EFA 300 donne une indication de l'ordre de 0,1  $\mu$ T qui correspond aussi à son bruit de mesure dans la bande totale de 5 Hz à 32 kHz.

Le champ magnétique indiqué par l'Emdex II dans la bande 40 à 800 Hz est de l'ordre de 0,01  $\mu$ T (c'est le seuil de mesure de l'Emdex II)

### **Station de base 2**

Les résultats sont identiques à la station de base 2.

Le champ électrique du capteur EFA 300 mesuré à très basse fréquence entre 5 Hz et 32 kHz correspond à l'indication résiduelle de l'appareil de mesure de l'ordre de 0,6 à 0,8 V/m sans indication de fréquence particulière (bruit de mesure).

Le champ magnétique du capteur EFA 300 donne une indication de l'ordre de 0,1  $\mu$ T qui correspond aussi à son bruit de mesure dans la bande totale de 5 Hz à 32 kHz.

Le champ magnétique indiqué par l'Emdex II dans la bande 40 à 800 Hz est de l'ordre de 0,01  $\mu$ T.

Les mêmes ordres de grandeurs ont été obtenus.

Des précautions particulières ont été prises du fait de la proximité d'une route : mesures en l'absence de véhicule circulant sur la route, mesures multiples à quelques minutes d'intervalles (fig.6).



Fig.6. Mesure de champ près de la station de base 2

### **4. Comparaison à un site éloigné d'une station de base**

Il n'y a pas de différence sur un site éloigné d'une station de base en prenant les précautions de mesure habituelles car la proximité de lignes électriques, aériennes ou souterraines, d'appareils électriques, de transformateurs ou de tableaux électriques tend à produire des champs à 50 Hz et parfois aussi des harmoniques du 50 Hz. C'est pourquoi les mesures de comparaison n'ont pas été effectuées en laboratoire ni même en cage de Faraday qui n'est efficace véritablement qu'au dessus de 10 kHz mais sur un terrain éloigné de toute source de très basse fréquence.

### **5. Conclusion**

Cette campagne de mesures a permis de vérifier les lois de l'électromagnétisme et de la théorie des antennes, en l'occurrence qu'une antenne conçue pour émettre des radiofréquences à 900 MHz ou au-delà, ne peut physiquement pas rayonner des très basses fréquences compte tenu des écarts énormes de longueurs d'ondes entre les radiofréquences des stations de téléphonie mobile et les très basses fréquences en question (de quelques Hz à

*Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite de Supélec*

- 5 -

217 Hz). En effet, l'efficacité de rayonnement d'une antenne est proportionnelle au quotient de sa plus grande dimension à la longueur d'onde émise.

Enfin, même si le signal GSM transporte « une modulation équivalente à très basse fréquence », il n'y a pas de rayonnement indépendant de signaux à très basses fréquences. En réalité, seuls les canaux de trafic (TCH) peuvent porter cette « modulation à très basse fréquence » (et encore si l'occupation des 8 intervalles de temps d'émission sur la fréquence considérée n'est pas complète) (exemples aux figures 7 et 8) et pas le signal de balise (BCCH) qui est un signal permanent émis par les stations de base GSM. (exemple à la figure 9).

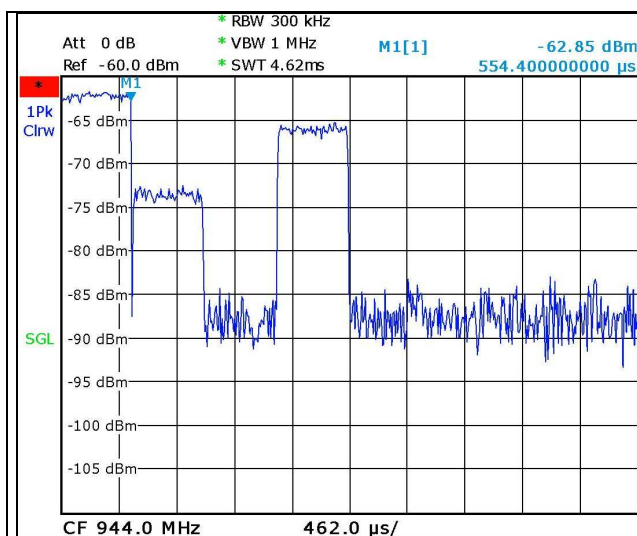


Fig.7. Exemple de variations temporelles d'un signal radiofréquence émis sur un canal de trafic (3 utilisateurs du canal TCH à cet instant sur une période de 4,6 millisecondes)

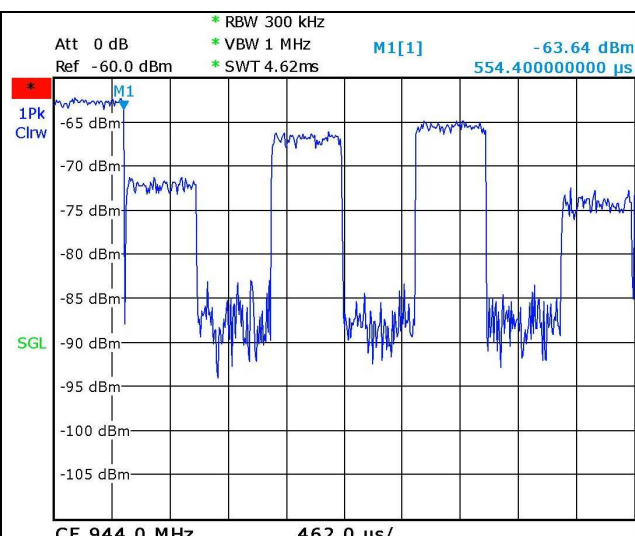


Fig.8. Exemple de variations temporelles d'un signal radiofréquence émis sur un canal de trafic (5 utilisateurs du canal TCH à cet instant sur une période de 4,6 millisecondes)

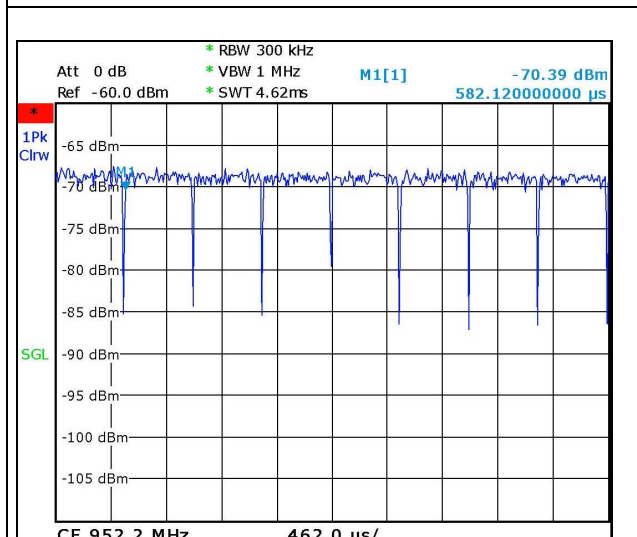


Fig.9. Exemple d'un signal radiofréquence de balise BCCH (mesuré en span 0, signal temporel, niveau constant avec des microcoupures de 30 μs de séparation des intervalles de temps d'émission)