

# Etalonnage d'antennes de mesure CEM à l'aide d'un dipôle calculable dans la gamme de fréquence 30 MHz – 2 GHz

A. Kazemipour, X. Begaud<sup>(1)</sup>, M. Bourghes, D. Allal

Bureau National de Métrologie – Laboratoire National d'Essais (BNM-LNE)

Tel. 01 40 95 63 51 ; Fax. 01 40 95 55 59 ; E-mail. [alireza.kazemipour@lne.fr](mailto:alireza.kazemipour@lne.fr)

(1) Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (ENST Paris)

Tel. 01 45 81 76 26 ; Fax. 01 45 89 00 20 ; E-mail. [begaud@com.enst.fr](mailto:begaud@com.enst.fr)

## Résumé

Une méthode rapide d'étalonnage d'antennes à l'aide d'un dipôle calculable est présentée. Dans ce cas, la traçabilité des mesures est directement liée à la nature du dipôle de référence dont le Facteur d'Antenne (FA) est déterminé à l'aide de méthodes analytiques ou numériques. Les résultats de mesure sont présentés et comparés à ceux fournis par le National Physical Laboratory (NPL) dans le cadre d'un étalonnage d'une antenne bilog-périodique large-bande.

**Mots clés :** Facteur d'Antenne (FA), Antenne calculable, Méthode de l'antenne standard, Site ouvert de mesure

## I. Introduction

La mesure des champs rayonnés par tout appareil électronique au sens large du terme est aujourd'hui une activité importante en compatibilité électromagnétique. Cette communication a pour objet, l'introduction d'un dipôle calculable pour les fréquences entre 30 MHz et 2 GHz. L'intérêt d'un dipôle calculable est sa fiabilité pour la mesure du champ électrique et sa capacité à étalonner d'autres instruments de mesure de champ.

Le dipôle calculable se compose de brins ajustables et de seulement deux baluns large-bande pour couvrir toute la gamme de fréquence. Ce dipôle a été complètement traité à l'aide de simulations numérique et analytique afin de déduire toutes ses caractéristiques de rayonnement [1].

Cet étalon peut être utilisé pour l'étalonnage d'antennes large-bande log-périodiques et nous avons pu appliquer la « méthode de l'antenne étalon » pour la première fois jusqu'à 2 GHz.

## II. Théorie

Pour connaître le champ électrique éclairant l'antenne de réception, nous définissons une grandeur appelée Facteur d'Antenne (FA). Elle se définit comme le rapport entre le champ présent devant l'antenne et la tension mesurée à l'entrée de l'antenne :  $E = FA \cdot V$ . Cette grandeur est un paramètre très important de l'antenne étalon car en connaissant le FA, on peut déduire simplement le champ électrique à partir de la tension mesurée.

Les mesures du champ électromagnétique dans la bande de fréquence 30 MHz – 2 GHz sont généralement effectuées sur un site ouvert. Un site ouvert idéal, introduit dans les normes internationales, est constitué d'un plan réflecteur parfait, deux antennes (réception et émission), et l'ensemble est situé dans un environnement libre. Cet ensemble définit le « site étalon de mesure » (Fig. 1). Toute caractéristique de rayonnement de l'antenne étalon et spécialement son FA doit donc être déterminé dans cette configuration.

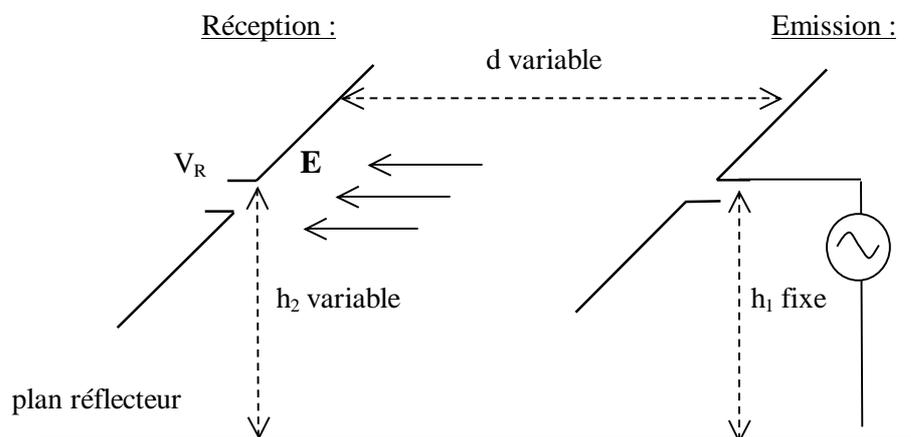


Figure 1: configuration du site de mesure

Le FA peut être évalué en utilisant des méthodes diverses dont chacune présente des avantages et des inconvénients [2]. Concernant la méthode de l'antenne étalon, pour un champ électrique stable  $E_0$ , mais pas nécessairement connu, émis par une antenne émettrice stable, on détermine le  $FA_X$  inconnu de l'antenne X en le comparant avec le  $FA_e$  connu de l'antenne étalon :

$$FA_e = E_0 / V_e$$

$$FA_X = E_0 / V_X \Rightarrow FA_X = FA_e (V_e / V_X)$$

Comme nous pouvons le constater, le FA inconnu est proportionnel au rapport entre les tensions mesurées aux bornes des deux antennes et peut être déterminé à différentes hauteurs  $h_2$ . Notons que l'exactitude de cette méthode dépend fortement du FA de l'antenne étalon et de la répétitivité géométrique des deux mesures.

### III. Mesure

Nous avons effectué l'étalonnage d'une antenne bilog-périodique large-bande (30 MHz – 2 GHz) à l'aide d'un dipôle calculable. L'étalonnage a été effectué sur le site ouvert du BNM-LNE [3], où nous avons utilisé la méthode de l'antenne étalon pour la première fois pour les fréquences supérieures à 1 GHz. Les résultats de mesure sont présentés dans le tableau 1 et comparés à ceux obtenus par le NPL, où la méthode utilisée pour les étalonnages au-delà de 1 GHz est la « méthode du champ connu » [2].

Fréquence MHz	Méthode de l'antenne étalon BNM-LNE		Méthode du champ connu NPL	
	FA (dB/m)	incertitude	FA (dB/m)	incertitude
30	17,5	0,7	18,0	0,7
80	7,4	0,5	6,8	0,7
200	8,0	0,8	8,8	0,7
1000	21,3	0,7	21,2	0,9
1500	24,8	0,7	24,9	0,9
2000	28,4	1,6	27,1	1,4

Tableau 1 : résultats comparatifs du FA de l'antenne bilog-périodique.  
d = 10m,  $h_2 = 4m$  (Fig. 1)

Comme nous pouvons le constater, les deux méthodes montrent un bon accord compte tenu des incertitudes. L'incertitude plus élevée aux hautes fréquences est liée à l'imperfection du site et à la détermination des distances et du centre de phase, mal défini dans le cas d'antennes log-périodiques.

### Références :

- [1] A. Kazemipour, X. Begaud, " Antenna Factor (AF) of the standard dipole between 30 MHz and 2 GHz. Theoretical and experimental results ", à paraître : *IEEE Trans. on EMC*.
- [2] M. J. Salter, M. J. Alexandrer, "EMC antenna calibration and design of an open-field site", *MEAS. Sci.Technol.*, 2 (1991), pp. 510 – 519.
- [3] J. Achkar, ETALONNAGE D'ANTENNES, Rapport interne, Bureau National de Métrologie (BNM-LCIE), Décembre 2000