

DOSIMETRIE DES OREILLETES BLUETOOTH

Dominique PICARD

Département EMG - Supélec

3 rue Joliot Curie

91192 Gif sur Yvette

Résumé. L'utilisation des oreillettes Bluetooth avec les téléphones mobiles permet de réduire l'exposition de la tête de l'utilisateur au champ électromagnétique radiofréquence. Pour évaluer cette réduction de l'exposition, il est nécessaire de mesurer le DAS induit par l'oreillette. La mesure d'un niveau de DAS aussi faible n'est pas possible à l'aide d'une base dosimétrique commerciale, compte tenu de la sensibilité limitée de ces dispositifs. Supélec a conçu et mis au point une base dosimétrique haute performance, dont la sensibilité est de l'ordre de $15\mu\text{W/kg}$ en DAS local. Cette base a permis la mesure de 18 oreillettes différentes dont le DAS maximum moyennés sur 10g vont de 2,2 à 19mW/kg . La répétabilité des mesures a été estimée : elle est de quelques pourcents. L'utilisation des oreillettes Bluetooth réduit donc significativement l'exposition de la tête des utilisateurs de téléphones portables.

I. INTRODUCTION

L'usage des oreillettes Bluetooth en temps qu'accessoire des téléphones portables, se généralise. Il doit permettre une réduction significative de l'exposition de la tête au champ électromagnétique, de façon similaire à l'utilisation des kits mains libres filaires, compte tenu de la différence de puissance d'émission entre l'oreillette et le téléphone, respectivement 1mW et 1 ou 2W. Pour chiffrer cette réduction, il est nécessaire d'évaluer expérimentalement la puissance déposée par l'oreillette à l'intérieur de la tête de l'utilisateur. Le niveau du débit d'absorption spécifique (DAS) d'une telle oreillette est très faible, ce qui rend impossible sa mesure à l'aide d'une base dosimétrique commerciale, sauf en utilisant des méthodes simplifiées [1]. Le Département Electromagnétisme de Supélec a conçu et réalisé une base dosimétrique hautes performances qui permet de réaliser de telles mesures avec les procédures classiques.

II. BASE DOSIMETRIQUES HAUTES PERFORMANCES

Les bases dosimétriques utilisent des sondes à détection directe pour mesurer le champ électrique local induit dans un fantôme de corps humain. Ces

sondes comportent trois dipôles électriques, chacun d'entre eux étant chargé par une diode qui redresse le courant haute fréquence induit sur le dipôle. Le niveau de la tension détectée aux bornes de la diode est très faible compte tenu des pertes de conversion du détecteur et de la faible longueur des dipôles. Les lignes qui relient le dipôle et le voltmètre sont réalisées avec un matériau à haute résistivité pour minimiser les effets parasites : diffraction, courant haute fréquence induit, impédance connectée en parallèle sur la diode de détection... Il en résulte un niveau de bruit important qui dégrade la sensibilité de la mesure. Par exemple la sonde Antennes SA dispose de dipôles de 4,5mm de longueur et la résistance des fils d'accès est de $1,5\text{M}\Omega$. Typiquement la tension détectée est de 2,5mV pour un champ de 10V/m et 25 μV pour un champ de 1V/m. En pratique l'effet du bruit ambiant, des dérives d'amplificateur, de l'électricité statique, des tensions de masse... limitent le niveau minimal mesurable à quelques V/m, c'est-à-dire quelques mW/kg. La base dosimétrique hautes performances de Supélec dispose d'une instrumentation fortement améliorée sur le plan de la sensibilité et de la rapidité.

Nous avons développé une interface électronique, il y a quelques années pour une autre base dosimétrique. Elle consiste en deux parties : un amplificateur à faible bruit et une détection synchrone. Nous avons modifié cette interface électronique et amélioré ses performances en terme de bruit et de stabilité [2]. Le tableau 1 montre la comparaison des performances de la base Supélec et des bases commerciales. La figure 1 montre la comparaison des répartitions de DAS dans un fantôme dues à un téléphone mobile émettant respectivement aux niveaux de puissance 5 et 20. L'écart réel entre les puissances d'émission de ces deux niveaux a été mesuré par l'émulateur qui pilote le téléphone mobile à 27dB, ce qui correspond précisément à l'écart entre les niveaux maxima de DAS mesurés.

Tableau 1: Comparaison des performances de la base dosimétrique Supélec et des bases commerciales pour la mesure d'une configuration EN50361 d'un téléphone mobile GSM.

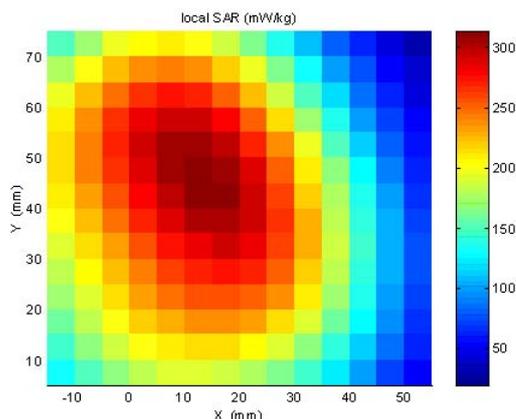
Base dosimétrique	Supélec	Commerciale
Durée de la mesure	80s	15mn
Sensibilité en DAS local (rapport signal à bruit de 0dB)	$15\mu\text{W/kg}$	5mW/kg
Traitement	20ms	5s

III. DOSIMETRIE DES OREILLETES BLUETOOTH

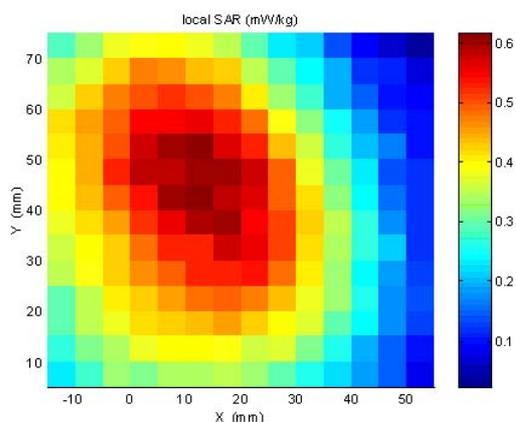
L'oreillette est émulée par un téléphone portable lui-même contrôlé par un émulateur de station de base. Dans ces conditions l'enveloppe du signal d'émission est périodique et la proportion de la durée de l'impulsion d'émission représente 12% de la période. Les mesures sont réalisées sur le fantôme anthropomorphique SAM défini par la norme EN50361. L'axe de symétrie de l'oreillette est placé sur l'axe oreille bouche du fantôme. Le conduit auditif de l'oreillette est placé en face du point de référence de l'oreille. Le trou du microphone est placé à la distance de 14mm de la joue. L'oreillette est mesurée successivement sur les deux cotés de la tête. Les caractéristiques du liquide équivalent utilisé sont celles indiquées par la norme EN50361 à la fréquence de 2,45GHz: $\epsilon=39$ et $\sigma=1,84S/m$.



Figure 2 : Oreillette placée sur le fantôme.



a) Niveau de puissance 5.



b) Niveau de puissance 20.

Figure 1 : Répartition de DAS local (mW/kg) induit par un téléphone GSM900.

IV. RESULTATS

La figure 3 présente la répartition du DAS local sur la première couche mesurée, située à 6mm de profondeur dans le fantôme, dans les conditions de mesure. Le niveau maximum de DAS est d'environ 1,1mW/kg. La figure 4 montre le DAS moyenné sur 10g maximum de 18 oreillettes (figure 5) en ramenant la durée de l'impulsion d'émission à 50% de la période de l'enveloppe du signal d'émission, ce qui correspond au pire cas pour la technologie Bluetooth, au lieu des 12% obtenus lors de la mesure (x4,17). Les valeurs du DAS moyenné sur 10g maximum vont de 2,2 à 19mW/kg (tableau 2).

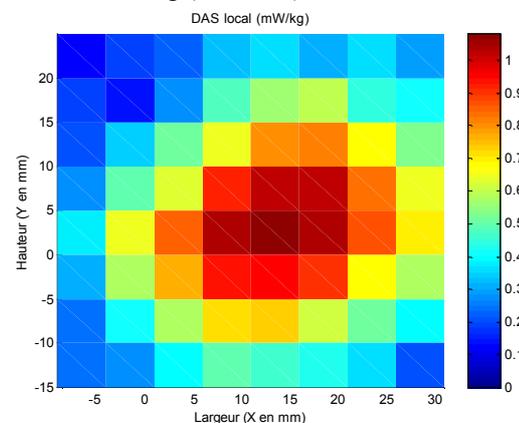
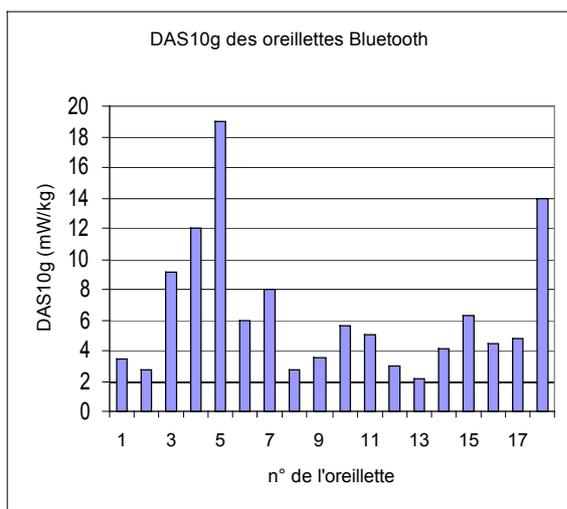
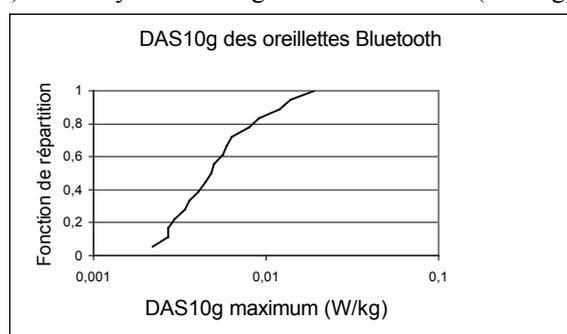


Figure 3 : Répartition de DAS local (mW/kg) mesuré à 6mm de la surface du fantôme.



a) DAS moyenné sur 10g de tissu maximum (mW/kg).



b) Fonction de répartition des valeurs des DAS.

Figure 4 : DAS moyenné sur 10g de tissu maximum (mW/kg) de 18 oreillettes Bluetooth.

Tableau 2 : Valeur moyenne, écart type, maximum et minimum (mW/kg) pour les DAS10g des oreillettes Bluetooth.

mW/kg	DAS des oreillettes Bluetooth
Valeur moyenne	6,4
Ecart type	4,4
Maximum	19
Minimum	2,2

La répétabilité de la mesure a été étudiée. Pour cela 4 oreillettes ont été choisies, en fonction de leurs DAS régulièrement répartis de la valeur minimale à la valeur maximale : 2,7mW/kg à 19mW/kg. Pour chacune d'entre elles, 4 mesures différentes successives sont réalisées sans déplacer l'oreillette (mesures 1 à 4). Puis 4 autres mesures successives sont effectuées en retirant l'oreillette et en la remplaçant entre deux mesures (mesures 5 à 8). Les DAS moyennés sur 10g de tissu biologique des 8 mesures réalisées sur une oreillette sont alors normalisés par le DAS maximum obtenu de façon à estimer la répétabilité de la mesure par la comparaison des 8 valeurs. On constate sur la figure 6 que la répétabilité de la mesure sans déplacer l'oreillette est de l'ordre de 2% et celle avec

déplacement et remplacement de celle-ci est environ de 5%.



Figure 5 : Photographie des 18 oreillettes testées.

La figure 7 présente la comparaison des répartitions du DAS local à la profondeur de 6mm dans le fantôme dues à l'oreillette Bluetooth dont le DAS est le plus faible et obtenues au moyen de deux mesures successives. La dynamique représentée est de 20dB. Les deux mesures donnent des résultats comparables jusqu'à un niveau de quelques dizaines de $\mu\text{W/kg}$.

V. CONCLUSION

La base dosimétrique hautes performances de Supélec permet la caractérisation des oreillettes Bluetooth, qui sont des dispositifs de classe 3 dont la puissance d'émission crête est de 1mW. Les valeurs du DAS moyenné sur 10g de tissu varient dans un rapport 1 à 7, tout en restant très faibles, 19mW/kg au maximum. La réduction de l'exposition de la tête de l'utilisateur permise par l'utilisation des oreillettes Bluetooth comme accessoire des téléphones portables, est de l'ordre d'un facteur 100. Les oreillettes Bluetooth exposent également moins la tête de l'utilisateur que les kits mains libres filaires, d'un facteur environ égal à 10 [3].

Remerciements : Supélec et l'auteur remercient Bouygues Telecom pour son soutien financier.

REFERENCES

- [1] A.KRAMER, S. KÜHN, U. LOTT, N. KUSTER, Development of procedures for the assessment of human exposure to EMF from wireless devices in home and office environments, Final report, IT'IS Foundation, Zurich, January 2005.
- [2] D. PICARD, N. RIBIÈRE-THARAUD, A. ZIYYAT, A new high performance dosimetric assessment system, BEMS 2007,

Bioelectromagnetics Society, Kanazawa, Japan, June 2007.

[3] D. PICARD, 'Hand free kit dosimetry results analysis', Biological Effects of Electromagnetic Fields 4th International Workshop, 16-20 October 2006, Crete Greece.

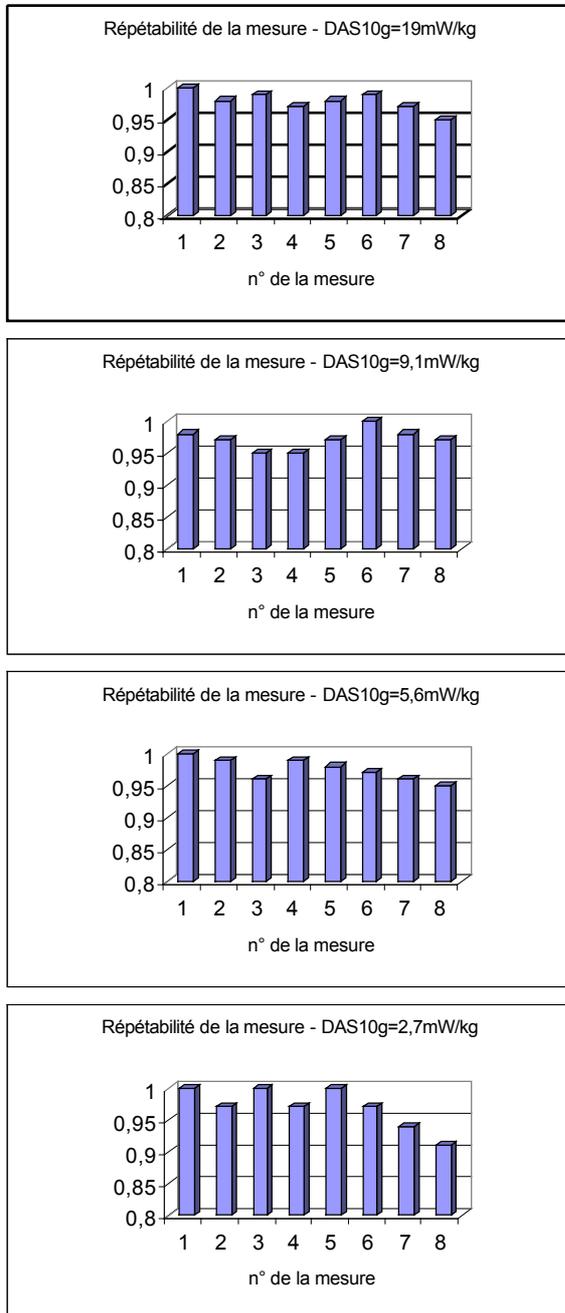
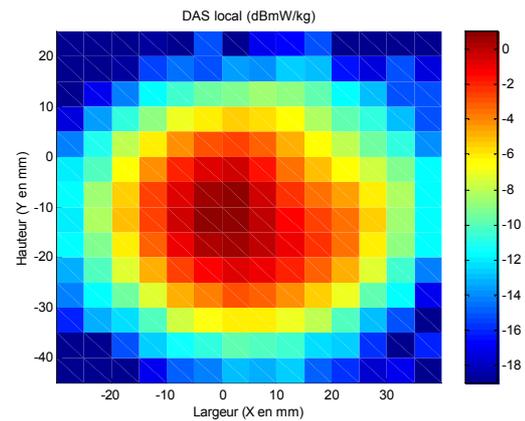
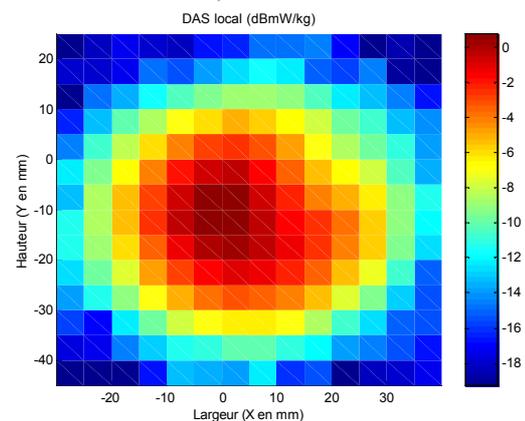


Figure 6: Répétabilité de la mesure de DAS des oreillettes Bluetooth.



a) Mesure 1.



b) Mesure 2.

Figure 7: comparaison des répartitions de DAS local obtenues à l'aide de deux mesures successives.