HAL
open science

Identification des facteurs morphologiques impactant le Débit d'Absorption Spécifique du Corps Entier

Aimad El Habachi, Emmanuelle Conil, Abdehamid Hadjem, Emmanuel Vazquez, Gilles Fleury, Joe Wiart

To cite this version:

Aimad El Habachi, Emmanuelle Conil, Abdehamid Hadjem, Emmanuel Vazquez, Gilles Fleury, et al.. Identification des facteurs morphologiques impactant le Débit d'Absorption Spécifique du Corps Entier. Proccedings of the Aremif'09, Apr 2009, Paris, France. hal-00422245

HAL Id: hal-00422245

https://centralesupelec.hal.science/hal-00422245v1

Submitted on 6 Oct 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Identification des facteurs morphologiques impactant le Débit d'Absorption Spécifique du Corps Entier

Aimad El habachi[1], Emmanuelle Conil[1], Abdehamid Hadjem[1], Emmanuel Vazquez[2], Gilles Fleury[2] et Joe Wiart[1].

[1]France Telecom R&D, Issy les Moulineaux, France
[2]SUPELEC, Gif-sur-Yvette, France
aimad.elhabachi@orange-ftgroup.com

Introduction

Les systèmes fondés sur des technologies liées aux champs électromagnétiques (EM) sont de plus en plus répandus. La question des effets possibles sur la santé dus à ces technologies sont devenues une préoccupation publique. Afin de limiter l'exposition des personnes aux ondes EM, des niveaux de protection appelés restrictions de bases, ont été définis par l'ICNIRP [1]. Ces niveaux fixent des valeurs de Débit d'Absorption Spécifique (Specific Absorption Rate : SAR) à ne pas dépasser. Des niveaux de références ont été dérivés des restrictions de base de façon conservative.

Plusieurs études menées avec des modèles numériques d'humains [2,3] (fantômes) montrent que, pour certaines configurations, le WBSAR (Whole Body averged Specific Absorption Rate) est très proche des restrictions de base. D'autres études ont souligné la variabilité du WBSAR due à la variabilité de la morphologie humaine [2].

L'objectif de ce papier est d'identifier les facteurs morphologiques (internes et externes) qui ont un impact sur le WBSAR pour des fantômes exposés à une onde plane à une fréquence fixée à 2100MHz et une densité de puissance de 1W/m².

Matériel et méthodes

Dans le cadre de cette étude, nous disposons de 12 fantômes (3 femmes, 7 hommes et 2 enfants). D'autres enfants ont été obtenus par la technique du morphing qui consiste à déformer l'enveloppe externe du fantôme adulte afin de le ramener à un âge d'enfant.

Le nombre de fantômes étant limité, des méthodes statistiques usuelles ne peuvent pas être utilisées pour caractériser la distribution du WBSAR pour une population donnée.

L'objectif de ce papier est de construire un modèle de la WBSAR en fonction d'un certain nombre de facteurs externes (tels que la surface corporelle) et de facteurs internes (tels que la proportion de peau, muscles ...). Les paramètres du modèle sont estimés par moindres carrés. Le test statistique est utilisé pour déterminer l'importance des facteurs.

Résultats

Plusieurs études ont été menées afin d'établir une expression pour prédire le WBSAR [3]. Ces études se basent sur la forte corrélation entre la puissance absorbée et la surface du corps exposée à l'onde. Des facteurs plus commodes ont été utilisés pour estimer cette surface comme le BSA (m²) (1) (Body Surface Area) qui est un facteur empirique qui estime la surface de peau en fonction de la taille et du poids. Le modèle du WBSAR choisi s'écrit comme suit :

$$\hat{y}_{WBSAR} = \alpha X + \varepsilon \qquad \textbf{(1)}$$

où $\hat{y}_{WBSAR}$ est la valeur estimée du WBSAR, α est le paramètre inconnu, ε est l'erreur générée par (1) et X est le BSA / poids. L'utilisation de l'ensemble des 12 fantômes pour estimer le paramètre α génère une erreur importante (30% en terme d'erreur relative maximale). Toutefois, le test de Student [4] montre que le paramètre α est très significatif. Par ailleurs, l'estimation de ce paramètre en utilisant les familles de fantômes (on appelle "famille de fantômes" un fantôme adulte obtenu par IRM et les enfants obtenus par la technique du morphing à partir de cet adulte) donne des résultats satisfaisants (cf. figure 1). En effet, le paramètre α de cette relation est presque constant au sein d'une même famille. Ceci nous

amène à penser que α dépend essentiellement de la morphologie interne qui est sensiblement identique pour un adulte et les enfants issus du morphing de ce dernier.

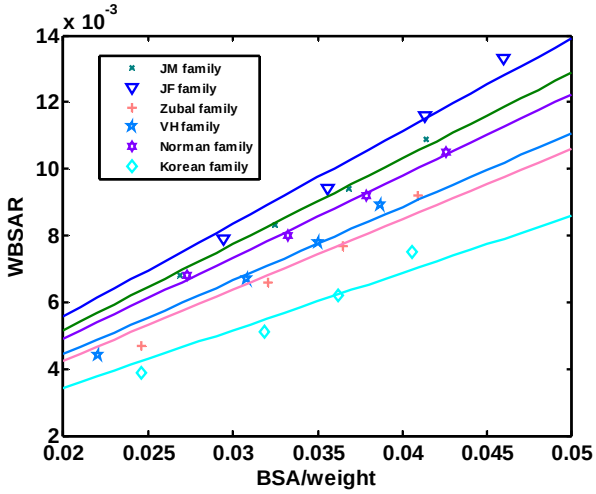

Figure 1. Régressions obtenues par familles de fantômes (modèle (1)).

Afin de vérifier l'hypothèse que le paramètre α dépend essentiellement de la morphologie interne, nous avons établi une relation entre ce paramètre et les proportions de tissus internes (masse de peau ramenée au poids total par exemple).

$$\hat{\alpha}(x_p, x_M, x_G, x_O) = \beta_0 + \beta(2x_P + x_M + x_G + \frac{3}{5}x_O) + \varepsilon \qquad \textbf{(2)}$$

où $\hat{\alpha}$ est l'estimation de α, x_P est la proportion de peau, x_M la proportion de muscle, x_G la proportion de graisse, x_O la proportion d'os et ε l'erreur. Les coefficients de multiplication affectés à chaque facteur dans (2) ont été établis de manière empirique à partir de différents modèles. Les paramètres β_0 et β ont été estimés par moindres carrés en utilisant l'ensemble des 12 fantômes. Le test statistique de Student [4] montre que ces paramètres sont très significatifs, de plus le coefficient de corrélation multiple [4] est de l'ordre de 0.90 ce qui indique une bonne qualité de la régression. L'erreur relative maximale est de l'ordre de 12%.

Conclusion

Le but de cette étude est d'établir une relation simplifiée du WBSAR en fonction de la morphologie. Elle montre également que les facteurs internes morphologiques sont importants dans la prédiction WBSAR, mais il est impossible d'obtenir des données statistiques de ces facteurs.

L'objectif est transporté sur la construction d'une loi statistique pour le paramètre dépendant de la morphologie interne. Cette loi prendra en compte l'ensemble des fantômes et nos connaissances sur les phénomènes physiques de l'absorption des ondes par les tissus biologiques.

Références

[1] ICNIRP 1998 Guidelines for Limiting Exposure to Time Varying Electric Magnetic and Electromagnetic Field (up to 300 GHz). Radiation Protection Health Physics, Volume 74, Number 4:494-522.

[2] Conil. E, Hadjem. A, Lacroux. F, Wong. MF and Wiart J 2008 Variability analysis of SAR from 20MHz to 2.4GHz for different adult and child models using FDTD Phys. *Med. Biol.* **53** 1511-1525.

[3] Hirata A, Nagaya Y, Fujiwara O, 2007 " Correlation between Absorption Cross Section and Body Surface Area of Human for Far-Field Exposureat GHz Bands".

[4] Saporta G Probabilités, analyse de données et statistiques, EDITIONS TECHNIP, January 1990.