



## CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES : DE LA DOSIMÉTRIE À LA SANTÉ HUMAINE

### Titre : Evaluation du DAS par une multi-exposition à l'aide d'un téléphone portable

Zaher Mahfouz<sup>\*,\*\*\*</sup>, Azeddine Gati<sup>\*</sup>, Joe Wiart<sup>\*,\*\*</sup>, David Lautru<sup>\*\*\*</sup> et Victor Fouad Hanna<sup>\*\*\*</sup>

*\*France Télécom Division R&D RESA: FACE. 38-40, rue Général Leclerc, 92794 Issy Les Moulineaux, France  
{zaher.mahfouz;azeddine.gati;joe.wiart}@orange-ftgroup.com*

*\*\* Whist Lab: Orange Labs & Institut Telecom Common Lab*

*\*\*\* UPMC Univ Paris 06 EA 4436, L2E, F-75005 Paris, France{david.lautru;victor.fouad\_hanna}@upmc.fr*

Mots-clefs : SAR, sources non corrélées

#### Résumé

Ce document présente des résultats du Débit d'Absorption Spécifique (DAS) lorsqu'un téléphone portable est équipé d'un système multi-antennes. Le DAS est évaluée en utilisant la méthode numérique de calcul électromagnétique FDTD (Finite-Difference Time-Domain) pour différentes combinaisons possibles d'émission simultanée à partir d'un téléphone portable. Les signaux considérés ici sont GSM900, GSM1800, UMTS2100, WiFi2400 et LTE2600. Les résultats montrent que le calcul du SAR local pour les différentes combinaisons ne dépasse jamais la limite de 2 W/kg recommandé par l'ICNIRP. Il a été démontré que le maximum de la somme du DAS évaluée à partir de deux différentes émissions est toujours inférieur à la somme des maxima du DAS évaluée à partir de chaque émetteur séparément.

#### Introduction

L'utilisation des équipements sans fil continue de susciter des préoccupations au sujet des effets potentiels sur la santé des êtres humains. Des restrictions de base de l'exposition aux champs électromagnétiques ont été établies par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) [1] et par IEEE [2], et des standards ont été établis comme par le CENELEC [3] pour vérifier la conformité à ces limites.

L'exposition est quantifiée en évaluant le Débit d'Absorption Spécifique (DAS). La restriction de base a été fixée par l'ICNIRP à une valeur maximale de 2 W/kg pour un DAS moyenné sur 10g (SAR10g).

Nous sommes exposés à divers types d'émissions d'onde radio. Chaque signal a ses propres caractéristiques : puissance d'émission, modulation, TDMA, FDMA, CDMA....

Les nouveaux téléphones peuvent être utilisés pour transmettre de la voix et des données en même temps. Ils contiennent plusieurs émetteurs fonctionnant à des fréquences différentes. Les émissions provenant de ces sources non corrélées doivent être combinées afin d'estimer le seuil d'exposition.

Dans ce papier, le DAS est évalué pour différentes combinaisons possibles de transmission simultanée à partir d'un unique téléphone portable en utilisant la méthode numérique de calcul électromagnétique FDTD (Finite-Difference Time-Domain).

#### Évaluation du DAS

Dans cette étude, un modèle de téléphone portable avec deux antennes est modélisé (Fig. 1). Certains modèles de téléphones portables sont proposés dans [4]. Les modèles ont été validés avec la présence du corps par des mesures expérimentales de la distribution du DAS. Ce modèle choisie contient deux antennes patch: une antenne dans la partie haute du mobile, est adapté pour différentes bandes de fréquence, les bandes GSM (900 MHz et 1800 MHz) et la bande UMTS (2100 MHz), une deuxième antenne dans la partie basse est adaptée pour les bandes de fréquence Wi-Fi (2400 MHz) et LTE (2600 MHz).

Un parallélépipède (fantôme plat) rempli d'un liquide équivalent est utilisé pour modéliser une tête humaine et permettre l'évaluation du DAS. Un modèle de tête n'est pas utilisé dans les simulations afin de simplifier et de faciliter la comparaison entre les différentes combinaisons. La permittivité et la conductivité du liquide équivalent sont choisies en concordance avec la fréquence utilisée pour les différentes sources [5].

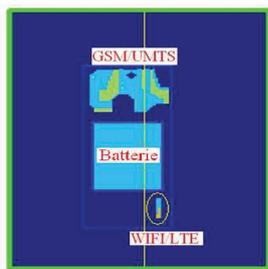


Fig. 1. modèle du téléphone portable avec ces deux antennes

Un téléphone portable équipé du service Wi-Fi permet de faire un appel et utiliser le Wi-Fi simultanément. Le rapport technique IEC 62630 [6] fournit des indications générales sur la façon d'évaluer l'exposition à des sources RF multiples. Le DAS10g évalué pour  $n$  sources non corrélées est la somme du DAS10g pour chacune de ces  $n$  sources:

$$DAS10g_{total} = \sum_1^n DAS10g_i \quad (1)$$

Dans ce cas, l'utilisateur est exposé à des champs électromagnétiques émis par différents services au même moment. Le DAS doit être évalué pour différentes configurations prenant en compte toutes les combinaisons possibles. La figure 2 montre la distribution du DAS normalisé par rapport au maximum pour une émission LTE, WIFI et combinée LTE-WIFI.

Notez que les anciens téléphones portables ne permettent pas la transmission simultanée. Afin de vérifier leur conformité, on doit vérifier la conformité service par service (bande par bande), c'est à dire les téléphones portables vérifient la conformité lorsque le maximum de DAS locale pour chaque émetteur est inférieure à la limite de 2 W / Kg. Néanmoins, au cours des dernières années, les nouveaux téléphones portables (SmartPhones) permettent la transmission simultanée sur de multiples interfaces radio. Les téléphones intelligents contiennent plusieurs émetteurs fonctionnant à des différentes fréquences et près du corps. Les émissions provenant de ces sources non corrélées doivent être combinées (ICNIRP). Noter que les expositions maximales locales de ces différents émetteurs ne sont pas localisées à la même position. Par conséquent, il n'est pas vrai de sommer les valeurs maximales de l'exposition de chaque émetteur séparément pour obtenir l'exposition maximale.

Les résultats pour les différentes combinaisons sont présentés dans le tableau I. Notez que l'étude est faite aussi pour des combinaisons de deux différents réseaux mobile e.g. UMTS (communication) et LTE (data).

Les résultats montrent que de  $DAS10g_{total}$  calculée pour les différentes combinaisons ne dépasse jamais la limite de 2 W/kg. Par conséquent, si le SAR pour chaque service ne dépasse pas la limite de 2 W / Kg, alors le SAR total induit par deux différentes sources ne dépasse jamais la limite.

De plus, il a été démontré que le maximum de la somme des DAS10g évaluées à partir de deux différentes émissions n'atteint jamais la valeur de la somme des maxima évalués par chaque émetteur pris séparément (2). Donc, il suffit de continuer à effectuer des mesures pour chaque bande séparément.

$$Max(\sum_1^n DAS_i) \leq \sum_1^n Max(DAS_i) \quad (2)$$

Ce résultat était attendu car l'exposition par rapport à un émetteur dépend entre autre de sa fréquence. Les deux antennes ne sont pas placées au même endroit. Par conséquent, la répartition du DAS et la localisation de sa valeur maximale, obtenue pour un service, n'est pas le même selon le service. Par exemple, si on prend la combinaison LTE et WIFI, ces deux services utilisent la même antenne (celle du bas) et ils émettent sur des fréquences proches, donc les maximum du DAS de chaque service vont être localisés très proche l'un de l'autre, ce qui justifie que le maximum de la somme du DAS de ces deux services est très proche de la somme des maxima de chaque service. Ce qui n'est pas le cas pour les autres combinaisons où les différents émetteurs ne sont pas placés au même endroit. Les résultats montrent aussi que GSM900 domine les autres services, c'est à cause de la grande puissance émise par un téléphone portable en GSM900 comparant aux autres services.

Tableau 1  
DAS10g pour toutes les combinaisons possibles

|                     | Max<br>[DAS10g <sub>1</sub> + DAS10g <sub>2</sub> ] | Max(DAS10g <sub>1</sub> )<br>+<br>Max(DAS10g <sub>2</sub> ) |
|---------------------|---|---|
| GSM900 + WIFI2400   | 1.479   | 1.648   |
| GSM1800 + WIFI2400  | 0.46  | 0.515   |
| UMTS2100 + WIFI2400 | 0.682   | 0.735   |
| LTE2600 + WIFI2400  | 0.613   | 0.623   |

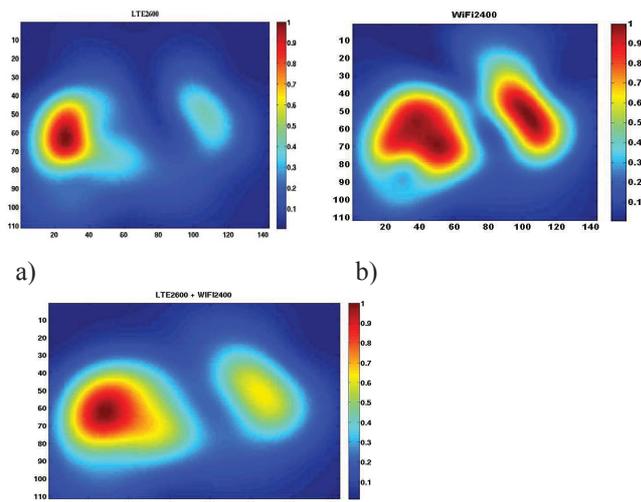


Fig. 2. Distribution du DAS : LTE2600 (2.a), WiFi2400 (2.b), LTE2600 + WiFi2400 (2.c)

## Conclusions

Dans ce papier, le DAS est évalué pour différentes combinaisons possibles d'émissions simultanées à partir d'un téléphone portable en utilisant la méthode numérique FDTD.

La principale conclusion est que le  $DAS_{10g_{total}}$  pour les différentes configurations ne dépasse jamais la limite de 2 W/kg défini par l'ICNIRP. Il vaut bien mentionner que nos résultats ont été obtenus avec deux antennes placées au sommet et au bas du mobile comme dans un cas réel. Par conséquent, si le SAR pour chaque service ne dépasse pas la limite de 2 W / Kg, alors le SAR total induit par deux différentes sources ne dépasse jamais la limite.

Il a été démontré également que le maximum de la somme du DAS évaluée à partir de deux différents émetteurs n'atteint jamais la somme des maxima évalués par chaque émetteur pris séparément. L'exposition dépend de la fréquence de l'émetteur mais aussi de la localisation de l'antenne. Donc, il suffit de continuer à effectuer des mesures pour chaque bande séparément.

## Références bibliographiques

- [1] International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (1998). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz). *Health Phys* 74:494-522.
- [2] IEEE Standard (1999) for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields, 3 KHz to 300 GHz, IEEE Standard C95.1.
- [3] Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (2008). European Committee for Electrotechnical Standardisation TC 106x WG1 EN 50492 in situ. Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations. Brussels: CENELEC.
- [4] Y. Pinto, A. Ghanmi, A. Hadjem, E. Conil, T. Namur, C. Person, J. Wiart. Numerical Mobile phone models validated by SAR measurements. Page 2585. *EuCAP* 2011.
- [5] IEC 62209-1 2005 Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices –human models, instrumentation, and procedures—part 1: procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz)
- [6] Technical Report IEC 62630 Ed.1 (106/173/DTR), Guidance for evaluating exposure from multiple EM sources.