



## Dosimétrie multi-senseurs sans robot pour une mesure de DAS temps réel

### Multi-sensors SAR system for real-time dosimetry assessment

Christian Person<sup>1</sup> – Joe Wiart<sup>2</sup> – Yann Toutain<sup>3</sup> – Romain Butet<sup>3</sup>

<sup>1</sup> : Whist-Lab/Lab-STICC-Telecom Bretagne-CS 83818-29238 Brest {christian.person@telecom-bretagne.eu}

<sup>2</sup> : Whist-Lab/Orange Labs – Rue du general Leclerc – Issy Moulineaux {joe.wiart@orange-ftgroup.com}

<sup>3</sup> : Satimo Bretagne ZI du Vernis, 225, rue Pierre RIVOALON 29200 Brest

Mots Clés : DAS, sonde de champ électrique, dosimétrie, système multi-sondes, fantôme  
 Key words : SAR, E-field probe, Dosimetry, Multi-probes system, Phantom

#### RESUME

Ce papier décrit une nouvelle technologie de dosimétrie expérimentale basée sur un système multi-sondes sans robot permettant d'effectuer une acquisition de champs électriques et une détermination de DAS (Débit d'Absorption Spécifique) quasi-temps réel. La difficulté majeure rencontrée aujourd'hui dans la mise en œuvre d'une mesure de DAS suivant le référentiel IEC 6220961 repose d'une part, sur le nombre de configurations à tester, d'autre part sur le nombre important de points de mesure à relever dans un environnement liquide spécifique (fantôme). Nous présentons un démonstrateur développé dans le cadre du projet ANR MERODAS, constitué de 120 à 600 sondes de mesures spatialement réparties (suivant l'option adoptée), interfacées avec un système d'échantillonnage et de numérisation rapide.

La mesure de DAS est effectuée de manière instantanée sur l'ensemble des capteurs, répartis spatialement. Outre la contrainte de multiplexage, le volet calibrage, essentiel et relativement complexe compte tenu du nombre très important de sondes, est également discuté.

#### I. INTRODUCTION

L'exposition produite dans les tissus humains (tête, corps) par un équipement sans fil apparaît comme un paramètre critique à porter à la connaissance des usagers. Les fabricants doivent fournir des informations sur les valeurs de DAS inhérentes à tous les périphériques de communication sans fil pour garantir pleinement le respect des normes [1]. Jusqu'à présent, les évaluations normatives de DAS sont réalisées par des laboratoires accrédités sur des équipements de référence (généralement appelés "gold"), permettant d'en déduire une valeur de DAS servant de référentiel, et pouvant être considérée pour tous les modèles équivalents de celui testé. Une caractérisation systématique du DAS est en effet impossible aujourd'hui compte tenu du temps de mesure induit, typiquement 1 à 2 journées pour un téléphone mobile multistandards aujourd'hui.

#### II. BANC DE MESURE DE SAR MULTI-SONDES SANS ROBOT

Nous avons mise en place un système de mesure de DAS sans robot, par l'intermédiaire d'une structure multi-sondes, permettant de paralléliser et de spatialiser la mesure, conduisant ainsi à des temps de mesure notamment réduits, puisque de l'ordre de la seconde. L'idée n'est pas à ce jour de promouvoir ainsi une mesure normative mais bien de fournir une indication rapide sur la valeur de DAS, et d'identifier éventuellement toute dérive du DAS de par un mauvais montage ou fonctionnement de l'équipement. Cette mesure quasi-instantanée multi-sondes s'adresse aux concepteurs et fabricants de téléphones, ou tout autre équipement sans fil RF.

La structure de test est réalisée sous la forme d'une mise en réseau de sondes croisées, réalisées sur substrats epoxy ( $\epsilon_r=4.3$ ) pour minimiser le coût de production, interdigitées et montés sur un circuit imprimé (PCB) supportant les interconnexions vers les connecteurs pour la numérisation et de traitement des signaux.

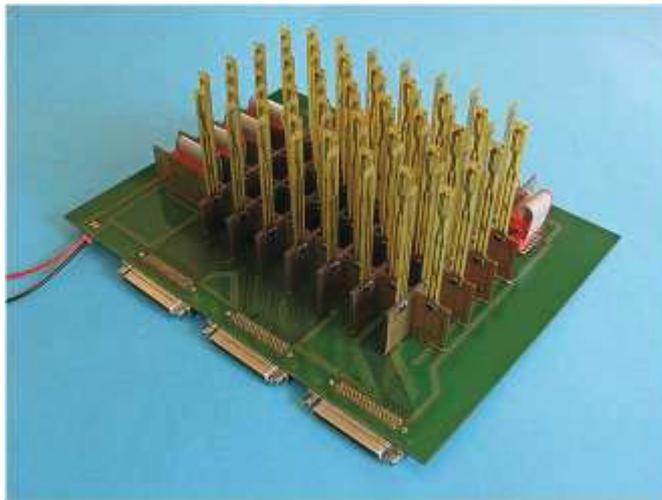


Figure 1. Description du banc multi-sondes (sans le packaging ni la phantomo)

134 sondes (dans l'exemple donné ci dessus) recueillent des niveaux de champ électrique dans un plan de référence donné, en les convertissant en des niveaux de tension analogiques DC.

La version commerciale développée par Satimo sera amenée à prendre en considération plus de 600 capteurs pour une surface numérisée de  $230 * 230 \text{ mm}^2$ . Une interface spécifique de multiplexage, piloté par un micro-contrôleur, est nécessaire dans ce cas pour traiter ce nombre d'entrées analogiques.

Le positionnement des capteurs, la densité du maillage et les dimensions des sondes ont été étudiés afin de minimiser toute perturbation locale de champ au niveau zone de mesure, et pour éviter tout couplage parasite ou interférence induite. La figure suivant montre la répartition spatiale des capteurs et la perturbation apportée sur le champ localement en présence d'une illumination d'un fantôme avec une antenne dipôle de référence.

Par rapport à l'illumination sans sondes (a), on note peu de dégradation liée à la présence des capteurs, que nous avons considéré, dans une analyse pire-cas, comme des motifs totalement métalliques.

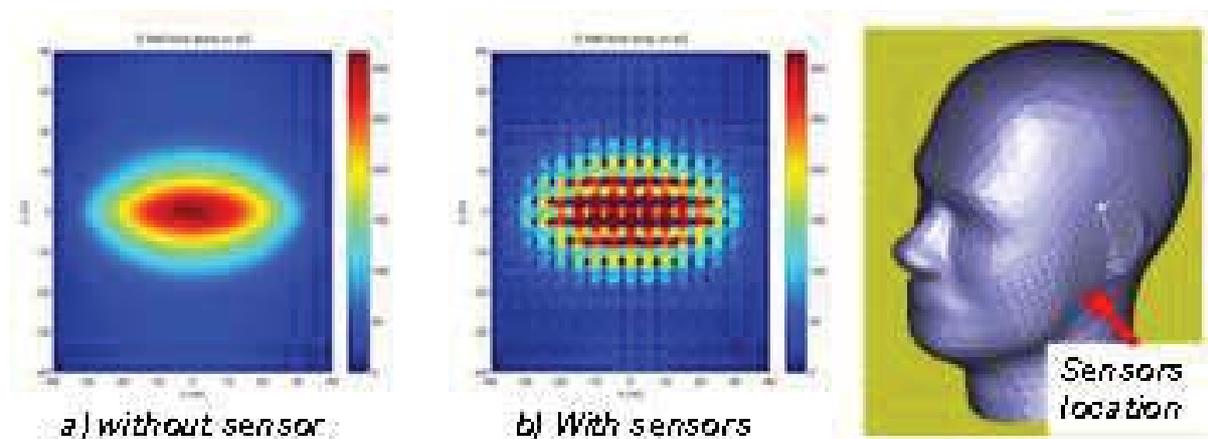


Figure 2. zone sacnée 2D avec / sans le réseaux de capteurs miniatures sptaciallement répartis- illumination avec une antenne dipole.

La déviation de DAS a ainsi été estimée à moins de 5% avec le pas de maillage et la taille de sondes adoptées pour concevoir le système.

Une zone de  $64 \times 12 \text{ mm}^2$  est numérisée à partir du prototype élaboré, correspondant aux dimensions typiques de téléphones smart. Le réseau de capteurs est connecté à un numériseur multiples entrées (National Instruments™ NI6255 [2]), permettant ainsi la détection directe de plus  $2 \times 60$  tensions sur chaque interface.



Figure 3. système de test avec banc de numérisation.

### III. PROCEDURE DE CALIBRAGE

Un point essentiel au développement d'un tel système multi-capteurs réside dans la procédure de calibration. Les sondes de champ E classiques sont caractérisées en utilisant des techniques normalisées mentionnées dans [1]. Ces approches ne sont pas compatibles avec le réseau de sondes, car la durée d'étalonnage induite devient totalement prohibitive et les contraintes de positionnement fastidieuses. En effet, pour chaque détecteur élémentaire, le coefficient d'étalonnage  $K_{sensor\ i}$  - voir Equ. 1 - doit être déterminé, établissant la relation entre la valeur de champ électrique E indicent détecté et la tension continue V générée par le capteur.

$$K_{sensor\ i} = \frac{V_{measured}}{E_{theoretical}^2}$$

Le champ E incident et éclairant chaque capteur doit être correctement contrôlé, tant en termes d'amplitude, de polarisation et d'orientation angulaire.

Nous proposons une méthode plus générale, en utilisant une antenne cornet de référence large bande [3], qui semble plus appropriée pour l'étalonnage en temps réel. Le champ E de l'antenne cornet a été mesuré dans un plan de référence surfacique en zone de champ proche à l'aide d'une sonde pré-calibrée. Une rotation 0/90° du cornet permet d'illuminer les sondes suivant deux plans de polarisation donnés, correspondant à l'orientation spatiale X-Y des senseurs du réseau.

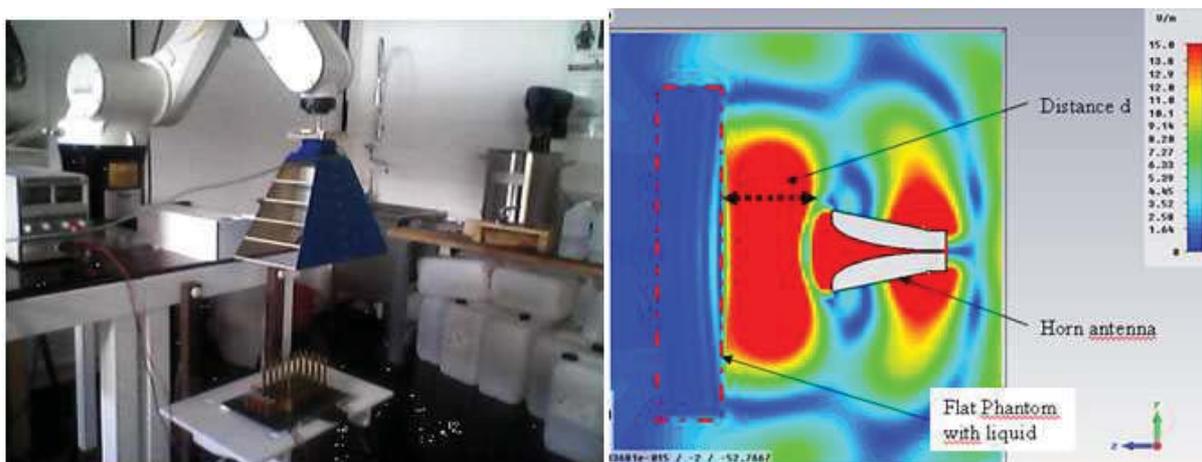


Figure 4. Système de calibration par cornet – visualisation de l'illumination du réseau de sonde suivant la distance

#### IV. INTÉGRATION FINALE DU RÉSEAU

Une intégration optimale finale du réseau de capteur à été réalisée.

La figure ci dessous décrit le système assemblé, constitué du réseau de sondes, des accès connecteurs PCI et d'un fantôme en forme de tête sur laquelle peuvent être déposée des équipements communicants sous test (analyses de DAS « têtes »). Le fantôme est alors rempli de liquide pour reproduire les propriétés des tissus.

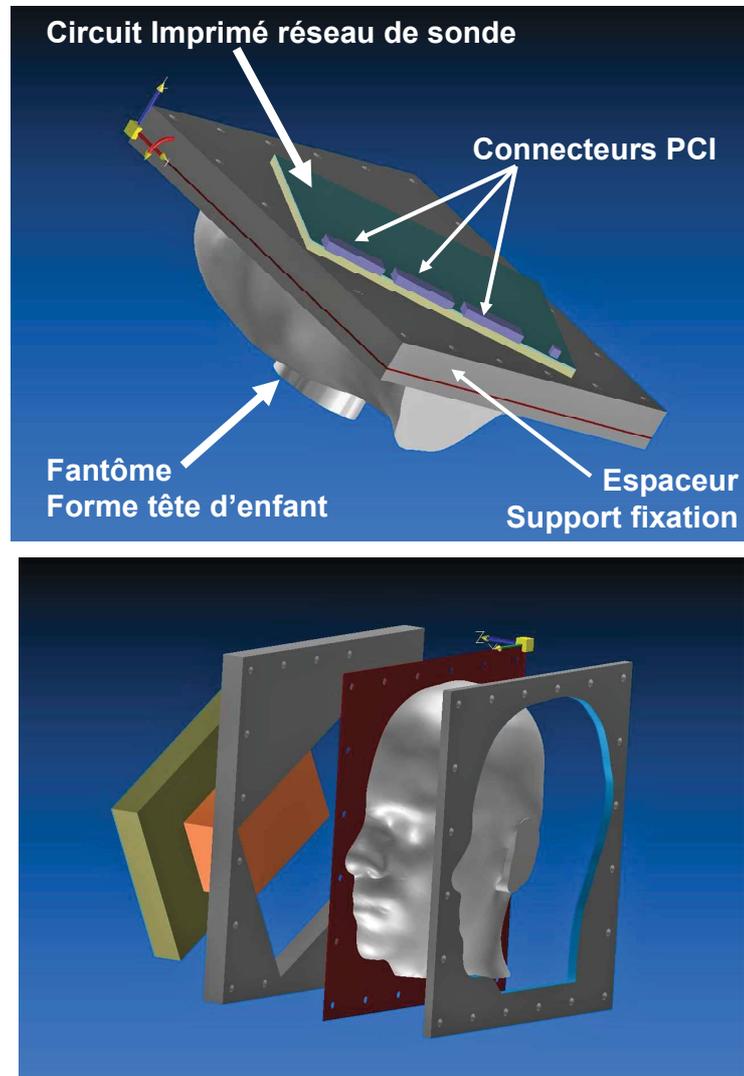


Figure 5. Réalisation du système multisondes complet intégrant le fantôme

Ce nouveau système de mesure de SAR apparaît donc comme totalement innovant, et permet de disposer de solutions compactes pour la réalisation de mesure de DAS quasi temps réels

#### V. REFERENCES

- [1] Standard IEC 62209-2 Ed. 1
- [2] <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/201605>
- [3] [www.satimo.fr](http://www.satimo.fr)
- [4] <http://whist.institut-telecom.fr/meroda>