

# Développement de sondes de mesures de SAR- Méthodologie

---

*Christian PERSON*

*LEST UMR CNRS 6165 - GET/ENST Bretagne – Technopole Brest Iroise - CS 83818 – 29238 Brest Cedex –  
e@mail : christian.person@enst-bretagne.fr*

*Commissions des auteurs : Ondes et champs, Signaux et systèmes, métrologie électromagnétique*

---

## **Résumé**

*Nous présentons dans cette communication la démarche de conception de sondes ultra miniatures utilisées pour la mesure de champs électriques émis par des téléphones mobiles dans des fantômes reconstituant les tissus humains (détermination du Débit d’Absorption Spécifique DAS). La particularité du milieu considéré ainsi que les niveau de champ à détecter et les spécifications des normes en vigueur sont autant de paramètres à considérer et à maîtriser au cours de cette phase de conception. Nous proposons par conséquent l’utilisation de matériaux dont les propriétés permettent de répondre à certaines exigences fortes telles que l’isotropie de la sonde, et utilisons de façon conjointe des analyses électromagnétiques globales et des analyses non linéaires. Des résultats de simulations sont confrontés aux performances mesurées de ces sondes.*

*Mots clés : DAS, Dosimétrie, Sondes, téléphonie mobile, rayonnement électromagnétique.*

---

## **Introduction**

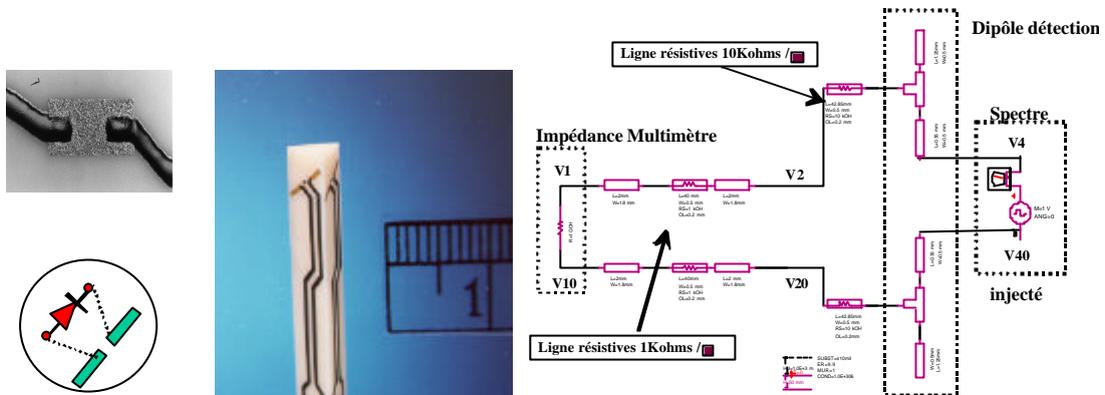
Les radiotéléphones portatifs mis sur le marché doivent respecter les recommandations internationales telles que celles de l’ICNIRP [1] relatives à la protection des personnes vis à vis des rayonnements électromagnétiques. La spécificité des radiotéléphones réside dans le fait que la tête de l'utilisateur se trouve dans le champ proche de l'antenne du portatif et il est donc primordial d'estimer les niveaux de champ perçus par les tissus humains. La mesure du DAS (Débit d’Absorption Spécifique) permet de vérifier la conformité des terminaux mobiles 3G en relevant le champ électrique émis par ce mobile dans un fantôme rempli de liquide reproduisant les propriétés électriques des tissus. L’arrivée imminente sur le marché des systèmes de troisième génération type UMTS repose de manière critique le problème de la détection de ces champs rayonnés compte tenu de la forte atténuation des tissus observés à ces fréquences et donc des faibles valeurs de champs à détecter. Par ailleurs, la dimension du détecteur, i.e. la sonde de mesure de champ, devient un paramètre critique pour, d’une part minimiser toute déformation apportée aux signaux incidents, et d’autre part pouvoir se positionner à la périphérie immédiate du fantôme où se retrouve concentrée la majeure partie des champs. Ce travail s’inscrit dans le cadre du projet RNRT ADONIS labellisé en 2002 et a pour objectif de poursuivre l’effort en direction des systèmes de troisième génération pour lesquels la sensibilité des sondes et les méthodes d’optimisation doivent être fortement adaptées.

## **1. Sonde de mesure de champ électrique - principe**

Dans le domaine de la mesure de SAR, l’absorption des tissus biologiques augmente avec la fréquence. La puissance absorbée se trouve donc dans les couches de plus en plus superficielles où les mesures doivent être effectuées. La mesure de SAR demande donc des sondes de mesure de plus en plus sensibles ainsi que des méthodes d’extrapolation de plus en plus robustes. La première tâche, consiste à développer une sonde détectée miniature, présentant une dynamique et une sensibilité de mesure optimale. Un travail de modélisation électromagnétique est nécessaire afin de définir la géométrie optimale de la sonde (prise en compte de l’influence des matériaux, de la forme,..) et les composants à privilégier (diodes, blindage, accès B.F.,...). Par rapport aux sondes actuelles, le besoin prioritaire est d’abaisser le niveau de bruit, pour converger dans un second temps vers une quantification fiable des champs électromagnétiques UMTS effectivement détectés en une valeur de DAS précise au moyen d’équipements standards.

La figure 1 correspond à un zoom sur la zone de détection centrale de la sonde, constitué d’un support prismatique, sur lequel sont reportés des dipôles électriquement petits ( $L \ll \lambda_0$ ), chargés par

des diodes de détections schottky à seuil de détection nul. Un détecteur peut être décomposé conformément au dessin de la figure 1-B en une succession de modules élémentaires que nous avons optimisés à l'aide de l'outil de simulation Agilent-ADS, sur la base de simulations non linéaires afin de traduire la conversion des champs incidents RF en une information continue de par la détection quadratique effectuée par les diodes.



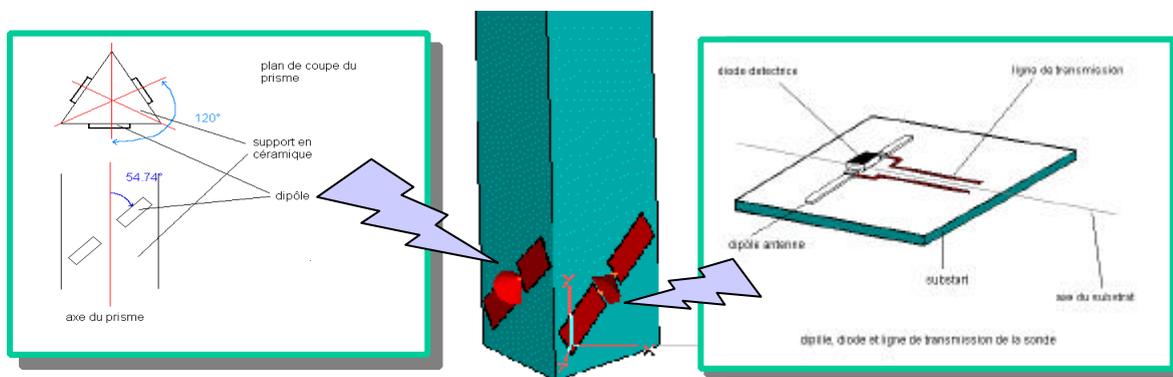
**Figure 1-A** : Sonde (Zoom)

**Figure 1-B** : Description associée d'un détecteur sous ADS

Cette modélisation permet d'optimiser le choix de la sonde (seuil de sensibilité, conductance équivalente...) ainsi que la structure filtrante placée en aval (structure RC distribuée) permettant de supprimer les composantes résiduelles et d'accroître ainsi le rendement de conversion.

## 2. Démarche d'optimisation complète

La démarche précédente ne prend cependant pas en considération la structuration multi-dimensionnelle de la sonde, nécessaire pour respecter les critères d'isotropie imposés par les normes. Nous avons donc complété cette approche par une modélisation à l'aide du logiciel CST Microwave Studio de la sonde prismatique complète. L'objectif est de parvenir à optimiser le choix du matériau support, du radôme associé ainsi que la position spatiale relative des détecteurs.



**Figure 2** : Description de la sonde complète sous CST Microwave Studio

Les résultats de ces études électromagnétiques hybrides seront présentés lors de la conférence.

## Références

[1] ICNIRP Guidelines, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)", Health Physics, April 1998, Volume 74, Number 4:494-522

[3] PERSON (C.) *et al*, "A new generation of SAR test equipment for mobile phone certification", Proceeding of the 5st International Congress of the European BioElectromagnetics Association (EBEA), Helsinki, September 2001.

[3] PERSON (C.) *et al*, "L'exposition des personnes aux ondes radio émises par les systèmes de téléphonie mobile-dosimétrie", Annales des télécommunications – Santé et technologies de l'information - Vol. 58, n°5-6, mai-juin 2003, pp. 1-26