

## Proposition de Stage

**Sujet n° :** Etude dosimétrique de l'exposition d'un enfant aux ondes électromagnétiques avec la méthode TLM

**Thématique (s)** : CMA

**Mots-clés :** Simulation EM et Thermique, DAS, milieux hétérogènes, TLM.

**Responsables :** Marylène CUEILLE (LEAT), Jean Lou DUBARD (LEAT), Oualid MAKHLOUF (LEAT)

**Lieu du stage :** LEAT, Sophia-Antipolis

**Financement :** CMA

**Contacts :** [marylene.cueille@unice.fr](mailto:marylene.cueille@unice.fr), [jean-lou.dubard@unice.fr](mailto:jean-lou.dubard@unice.fr),  
[Oualid.MAKHLOUF@unice.fr](mailto:Oualid.MAKHLOUF@unice.fr)

Avec la forte expansion des nouvelles technologies, notamment sur le marché des jouets connectés (talkie-walkie, baby phone, téléphones ou tablettes pour enfant), la problématique des éventuels effets des ondes électromagnétiques sur la santé des jeunes enfants a fait l'objet de plusieurs études ces dernières années. L'ANSES, agence nationale de sécurité sanitaire, a publié en juin 2016 un rapport stipulant que la précocité de l'exposition des enfants aux rayonnements EM devrait amener à adapter les niveaux de référence des champs électromagnétiques [ANSES, 2016].

Du fait de la difficulté des mesures, la simulation numérique est l'outil privilégié pour quantifier la puissance absorbée par les tissus (DAS, W/kg) et l'élévation de température qui en découle : on parle de dosimétrie numérique.

Le LEAT (UCA) travaille depuis de nombreuses années sur la méthode TLM qui s'avère être une méthode bien adaptée pour la modélisation de milieux hétérogènes tels que le corps humain [Laisné, 2013]. Les récents développements du code TLM [Makhlouf, 2016], permettent de simuler, dans le même domaine de calcul, des antennes et des modèles complexes de corps humains (Virtual Family [Itis]).

Les particularités de la morphologie des enfants ont fait l'objet de plusieurs études rapportant d'une exposition plus importante que celle des adultes [Wiar, 2008], [Kühn, 2009], [Christ, 2010], [Bakker, 2010].

Dans ce cadre, l'objectif du stage sera d'identifier et de simuler des scénarios de type « pire-cas » en étudiant les paramètres à prendre en compte (fréquence, position de l'objet connecté, distance par rapport au corps, influence de la présence de la main...) lors de l'exposition d'un enfant de 6 ans (Thelonious, Virtual Family, [Itis]) à un objet connecté (simulé par une antenne ou onde plane). Les simulations comporteront deux aspects : EM et thermique et se feront via le code TLM (Il pourra être envisagé une comparaison avec le logiciel commercial CST). Chacune d'elles devra être comparée au cas de l'adulte.

### **Bibliographie de Référence pour ce stage**

[ANSES, 2016] : Exposition aux radiofréquences et santé des enfants, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective, Juin 2016

[Laisné, 2013] : Laisné, Alexandre, and Julien Drouet. "Comparison of finite integration technique (fit) and transmission line matrix (tlm) for numerical dosimetry in hf/vhf band." Electromagnetic Compatibility (EMC EUROPE), 2013 International Symposium on. IEEE, 2013.

[Makhlouf, 2016] : O. MAKHLOUF, "Nouveau modèle TLM thermique pour la dosimétrie numérique de structures fortement hétérogènes", Thèse Université de Nice-Sophia Antipolis, décembre 2016.

[Itis] : <http://www.itis.ethz.ch/virtual-population/>

[Wiar, 2008] : Wiar, J., Hadjem, A., Wong, M.F. and Bloch, I., (2008) Analysis of RF exposure in the head tissues of children and adults. Phys. Med. Biol. 53, 3681

[Kühn, 2009] : Kühn, S., Cabot, E., Christ, A., Capstick, M. and Kuster, N., (2009) Assessment of the radiofrequency electromagnetic fields induced in the human body from mobile phones used with hands-free kits. *Phys Med Biol* 54, 5493–5508.

[Christ, 2010] : Christ, A., Gosselin, M.-C., Christopoulou, M., Kühn, S. and Kuster, N., (2010) Age-dependent tissue-specific exposure of cell phone users. *Phys Med Biol* 55, 1767–1783.

[Bakker, 2010] : Bakker, J.F., Paulides, M.M., Christ, A., Kuster, N. and van Rhoon, G.C., (2010) Assessment of induced SAR in children exposed to electromagnetic plane waves between 10 MHz and 5.6 GHz. *Phys Med Biol* 55, 3115–3130

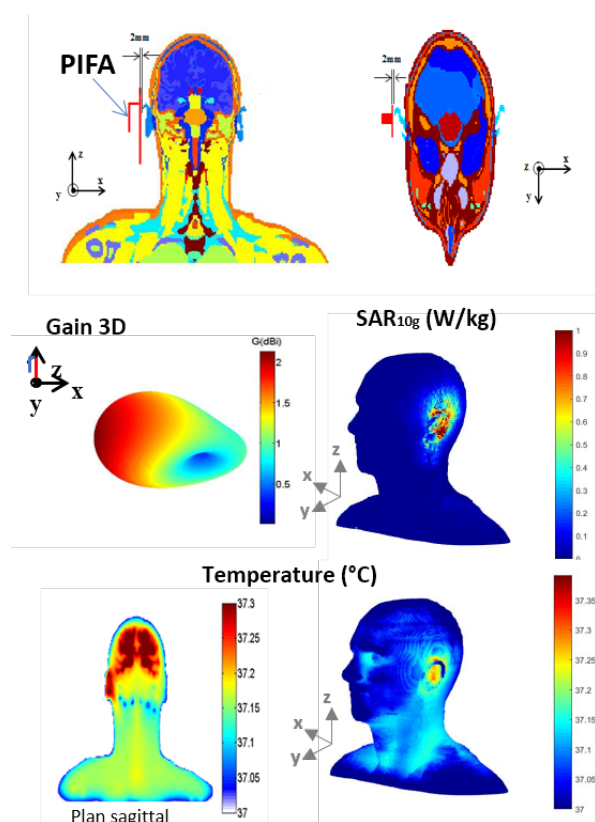


Fig 1 : Exposition de la tête d'un adulte à une antenne PIFA



Fig 2 : Thelionius, Virtual Family, [Itis]