

Analyse des différents couplages des ondes électromagnétiques avec les tissus biologiques : application à la conception d'un applicateur avec ou sans contact pour le biomédical

Delia Arnaud-Cormos, delia.arnaud-cormos@xlim.fr

Tél : 0587506755


Philippe Leveque, philippe.leveque@xlim.fr


Tél : 0587506753

Equipe : BIO-EM, Limoges

Mots clés : Bio-électromagnétisme, Dosimétrie, Antenne, Biomédical

Résumé de la thèse :

 L'objectif de cette thèse est de concevoir un système permettant d'exposer avec ou sans contact des tissus biologiques in vivo à des champs électromagnétiques hyperfréquences. Dans un premier temps, un système d'exposition et la dosimétrie associée sera défini afin d'explorer les différents couplages de l'onde avec le milieu biologique, à savoir par conduction, par champ proche ou par rayonnement. Pour ce faire, les fréquences considérées pourront couvrir un large spectre allant de quelques MHz à quelques GHz. Les signaux mis en jeu exploreront en particulier les impulsions de champs électriques de très fortes intensités (MV/m) et de très courtes durées (ns).

 The objective of this thesis is to design a delivery system for in vivo exposure of biological tissues to electromagnetic fields. Firstly, a delivery system and the associated dosimetry system will be defined to explore the various couplings of the electromagnetic wave with the biological environment, i.e. conduction, near or far field radiations. For this aim, the considered frequencies will cover a wide spectrum ranging from a few MHz to several GHz. Pulsed electric fields with very high intensities (MV/m) and very short durations (ns) will be considered.

Objectifs :

L'objectif de cette thèse est de concevoir un système permettant d'exposer avec et sans contact des tissus biologiques in vivo à des champs électromagnétiques, dont des champs électriques pulsés nanosecondes de forte intensité. Pour cela, on s'appuiera sur l'étude des différents modes d'interaction entre l'onde électromagnétique et les milieux biologiques.

Description complète du sujet de thèse :

Les études des interactions des ondes électromagnétiques avec le vivant peuvent se décomposer en quatre catégories principales, à savoir les effets sanitaires, les effets thérapeutiques, les mécanismes et les études épidémiologiques. Pour mener à bien ces études, il est nécessaire de regrouper diverses compétences autour de la physique, de la biologie et du biomédical en particulier. Dans ce contexte, notre expertise concerne la dosimétrie et le développement de système d'exposition pour l'étude en laboratoire des interactions des ondes électromagnétiques avec le vivant dans des conditions maîtrisées. Ces travaux sont conduits en particulier avec les biologistes et médecins d'XLIM présent dans l'hôtel à projet Bio-Ingénierie.

L'utilisation des ondes électromagnétiques et plus particulièrement des ondes radioélectriques a connu un développement significatif avec l'avènement entre autre des réseaux de

télécommunications sans fil. Ces signaux ont fait l'objet de nombreux programmes de recherche sur les potentiels effets sanitaires et des travaux se poursuivent au niveau national et international sur cette thématique. Plus récemment, nos efforts se sont intensifiés sur les aspects thérapeutiques autour de l'intégration de biologistes au sein du laboratoire. Les signaux mis en jeu dans ces travaux concernent des impulsions de champs électriques de très fortes amplitudes et de très courtes durées, avec des ordres de grandeurs typiques du MV/m pour l'amplitude et une dizaine de nanosecondes pour la durée. On parle alors de nanopulses.

Toutes ces études demandent de connaître ou de définir les niveaux d'exposition à différentes échelles. Cela peut aller d'un individu à un organe, une cellule ou jusqu'à la membrane de la cellule, on parle alors de microdosimétrie. De plus, les mécanismes d'interaction entre le champ électromagnétique et le milieu biologique peuvent se faire avec différentes approches, à savoir par conduction, par couplage champ proche ou par rayonnement. Dans ce contexte, on cherchera à quantifier l'exposition aux champs électromagnétiques de tumeurs présentes dans des tissus par exemple.

Concrètement, les nouveaux problèmes auxquels nous sommes confrontés couvrent un spectre très large. On peut citer :

Concrètement, les nouveaux problèmes auxquels nous sommes confrontés couvrent un spectre très large. On peut citer :

- L'exposition aux fréquences intermédiaires (6, 13 et 27 MHz) via un couplage par champ magnétique ou électrique : traitements thérapeutiques de cancer par signaux à 27 MHz modulés.
- L'exposition aux impulsions de champ électrique de forte amplitude et très courte durée (nanopulse).
- L'exposition dans la gamme de fréquence des GHz : pour des applications hyperthermie à 2.45 GHz par exemple.

Dans un premier temps, l'objectif de cette thèse est de définir un système d'exposition et la dosimétrie associée qui puisse permettre d'explorer les mécanismes d'interaction. Ainsi autour d'une même cible, il sera possible d'étudier une réponse biologique en fonction d'un type d'interaction. Cette approche des différents modes de couplage électromagnétique devrait permettre de proposer une solution pour l'exposition aux nanopulses dans le cadre d'application thérapeutique. L'objectif ici serait de faire une exposition non invasive, en supprimant l'utilisation d'électrodes pénétrant à l'intérieur des tissus.

Ces travaux s'appuieront sur la simulation numérique pour concevoir les dispositifs d'exposition et sur les mesures expérimentales avec comme objectif final la mise en place de système d'exposition pour des expérimentations bio-électromagnétiques.

Ce travail de recherche s'intègre dans la collaboration existante avec Dr. Rod O'Connor et Pr. Catherine Yardin, ainsi que les biologistes de l'équipe BioEPIX d'XLIM et les médecins de l'équipe ERMA de la faculté de Médecine. Ce sujet pourra également s'intégrer dans le cadre de la mise en place d'une co-tutelle avec l'Université Libanaise.

Compétences à l'issue de la thèse :

Modélisation électromagnétique Hyper-Fréquence
Mesures Hyper-Fréquence
Bio-électromagnétisme

Présentation de l'équipe d'accueil :

L'équipe Bio-électromagnétique (BioEM) se veut à l'interface entre la physique et la biologie. Elle a pour vocation de concevoir des dispositifs permettant d'étudier les interactions des ondes électromagnétiques avec le vivant, en particulier dans le spectre des hyperfréquences. Sa présence au sein de l'hôtel à projet Bio-Ingénierie la positionne au plus près des biologistes et médecins.

Financement : Lot 2: Sujet avec demande de financement institutionnel en cours

Spécialité de Doctorat : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Domaine de compétences principal: Sciences pour l'Ingénieur

Domaine de compétences secondaire: Physique

Candidat :

Compétences souhaitées : électromagnétisme des hautes fréquences, antennes, bio-électromagnétique

Conditions restrictives de candidature : Aucune

Date Limite de candidature : 4 Juin 2016 - 18h