

Débat Session 3

Modélisation et mesure de l'exposition aux radiofréquences

Présidente : Dr Frédérique de FORNEL

Exposés

- Dosimétrie des interactions des ondes radioélectriques avec les tissus : une approche hybride de la métrologie - Dr Joe WIART
- Dosimétrie des systèmes d'exposition utilisés pour les études en laboratoire – Dr Philippe LEVEQUE
- Constitution d'une base d'images adaptées à la modélisation du fœtus et de l'utérus – M. Jérémie ANQUEZ
- Etude d'un dosimètre portatif pour les études épidémiologiques M. Matthieu le HENAFF

Débats

Daniel OBERHAUSEN, Priartem

En tant que physicien, j'ai été particulièrement intéressé par les exposés de ce matin, dont l'excellente qualité m'a impressionné.

Ma question est destinée à Philippe LEVEQUE. Si j'ai bien compris, les simulations qu'il a effectuées utilisaient le maillage millimétrique. Il est intéressant de constater qu'il existe des points chauds, c'est-à-dire des zones amenées à recevoir plus de signaux que d'autres. Avez-vous la possibilité d'examiner, à un niveau plus fin (le nanomètre), ce qui se passe au sein de la cellule ? Nous pouvons faire l'hypothèse que, lorsque l'onde électromagnétique parvient à la cellule, elle a un impact plus important sur certaines parties de la cellule (membrane, éléments des mitochondries, etc.).

Philippe LEVEQUE, XLIM CNRS

Notre résolution de base est de l'ordre du millimètre ; il est possible de descendre à 200 microns. Nous n'en sommes pas encore au niveau des cellules, mais au niveau des organes des tissus. Pour examiner la cellule, l'ordre de grandeur approprié n'est, selon moi, ni le millimètre ni le nanomètre, mais le micromètre.

L'hypothèse est intéressante, mais les fréquences étudiées sont assez hautes, si bien que les propriétés électromagnétiques des tissus biologiques sont relativement homogènes au sein

d'un même tissu. Aussi nous n'avons pas, pour l'instant, l'objectif de discriminer la membrane vis-à-vis de la cellule.

Joe WIART, FT R&D

Aujourd'hui, les modèles travaillent sur des matériaux qui sont considérés localement comme homogènes.

Marcelle BERDUGO, Faculté de médecine, université Paris 7

En champ proche, le problème est la distorsion du rapport champ électrique au champ magnétique. Je déplore que vous n'en donniez jamais les valeurs.

Joe WIART

Nous pouvons vous les fournir ; nous les avons en notre possession. Votre question nous ramène à la problématique qui vient d'être abordée, celle de la métrique. En tant que physicien, nous ne sommes pas les plus à même de répondre à ce type de demande. Nous recherchons soit une description totale, soit des comparaisons, soit des systèmes homogènes, soit à modéliser le vivant. Les paramètres que vous citez sont davantage susceptibles d'être étudiés par des biologistes.

D'une manière générale, il n'y a ni pertes électriques – car la conductivité des tissus correspond à la polarisation des molécules – ni pertes magnétiques. Nous pouvons vous fournir des éléments sur l'interaction éventuelle entre le champ magnétique et les tissus. Il est à noter que le champ électrique et le champ magnétique sont intimement couplés.

Philippe LEVEQUE

Je tiens à signaler que les molécules que nous étudions sont avant tout des milieux directs. C'est la raison pour laquelle le champ électrique semble la grandeur la plus significative pour représenter les phénomènes d'interaction.

René de SEZE, INERIS

Vous avez présenté une dosimétrie que je qualifierai de descendante, partant de l'organisme vers les tissus. Or, il existe également une approche ascendante, partant du niveau microscopique ou nanométrique, prenant en compte l'action de champ. Cette approche permet d'observer la conformation d'une molécule, voire l'activité enzymatique. Il s'agit d'une approche différente, relevant d'une autre culture.

Annie GINIBRE, physicienne

Il existe dans les cerveaux des particules magnétiques, qui modifient les valeurs du champ magnétique. J'aimerais que cet élément soit pris en compte dans les modèles.

Joe WIART

Au niveau international, aucun membre de communauté scientifique travaillant sur la caractérisation des tissus du cerveau n'a mis en évidence une présence magnétique dans le cerveau. Il n'y a pas de pertes magnétiques dans les tissus biologiques. A ce jour, aucune étude publiée ne va dans ce sens.

Lluis M. MIR, CNRS

Je vais vous expliquer, d'un point de vue de biologiste, la raison de s'intéresser au champ électrique plutôt qu'au champ magnétique.

On trouve certes des particules magnétiques dans les bactéries, mais la seule interaction connue entre un champ magnétique et un champ électrique a lieu au niveau de protéines très spécifiques, tel que le chrome, qu'on trouve dans l'œil des oiseaux migrateurs. A certains moments de la journée, le plan magnétique dans la rétine est dirigé notamment par rapport au champ magnétique terrestre.

Il existe effectivement des champs électriques locaux au niveau de la cellule. Localement, le champ électrique est de 2 à 10 millions de volt par mètre dans une cellule normale au repos, au niveau de la membrane. Les requins sont capables de détecter des champs qui ne font que 5 nanovolts par mètre.

La nature est fascinante, et très riche, mais les interactions se passent essentiellement *via* les champs électriques, et non *via* les champs magnétiques.

Lawrie CHALLIS, MTHR

Je souhaite réagir aux propos tenus quant aux particules magnétiques se trouvant dans le cerveau. Il existe différentes méthodes de calcul, mais il faut être prophète pour deviner des champs magnétiques au-dessous d'un certain seuil.

Lluis M. MIR

A l'échelle du millimètre, que nous utilisons pour nos calculs en dosimétrie, les particules de magnétique de quelques nanomètres de dimension n'influent pas suffisamment pour modifier le champ magnétique.

Il se pose également une question de domaine de fréquences. Dans un champ statique en basse fréquence, l'orientation des cristaux de magnétite est connue. Dans le domaine des hautes fréquences en revanche, la variation est beaucoup trop rapide pour influencer sur l'orientation des cristaux de magnétite.

Annie GINIBRE

Il semblerait bien qu'il existe des interférences entre les radiofréquences à champ électrique et les champs magnétiques.

Joe WIART

Mon propos ne concernait que les champs électriques de haute-fréquence. Il y a bien des traces de magnétite, mais je n'ai pas analysé de manière intensive le rôle de la magnétite dans les basses fréquences. Dans le domaine des hautes fréquences, les études se mènent sans prendre en compte les petites particules qui existent, certes, mais dont l'influence est faible comparée à toutes les autres interactions.

Annie GINIBRE

J'ai entendu le mot « ferrite » dans le deuxième exposé, donc cela a tout de même un rôle.

Philippe LEVEQUE

Les ferrites évoquées le sont d'un point de vue massique. En fréquence micro-ondes, s'il y a bien des matériaux magnétiques, ceux-ci sont présents en quantité minimale dans le tissu.