

## Débat Session 5

### **Impacts des radiofréquences sur le système nerveux, le système auditif, le sommeil**

**Président : Dr Lluís M. Mir**

#### Exposés

- Téléphonie mobile et système nerveux - Dr René de SEZE
- Effets des expositions sub-chroniques (2 mois) et chronique (6 mois) aux RF GSM 900 MHz – Dr Thérèse M. JAY
- Effets comportementaux et neuronaux des expositions aux ondes GSM à 900 MHz – Mme Ismahane GUIMIOT
- Effets des champs EM RF sur l'auto-organisation in vitro des microtubules – Dr James TABONY

#### Débats

**Eric VINDIMIAN, Ministère de l'Environnement, CA FSRF**

A votre connaissance, des chercheurs se sont-ils intéressés à la potentialisation de l'effet d'un agent chimique par les radiofréquences ?

**René de SEZE, INERIS**

L'interaction entre la chimie et les radiofréquences est une approche intéressante. Dès lors que le nombre de facteurs est augmenté, le nombre d'études est multiplié de façon exponentielle. Il existe d'ailleurs plusieurs études dans le domaine que vous avez cité. S'agissant du cancer du cerveau, il est intéressant de chercher à savoir s'il existe des facteurs chimiques potentialisateurs ou multiplicateurs. Cette hypothèse doit faire l'objet d'une étude, lors d'une seconde étape.

Je profite de mon intervention pour signaler que le projet qui vient d'être présenté par Ismahane GUIMIOT est également financé par la Fondation Santé et Radiofréquences.

**Daniel OBERHAUSEN, Priartem**

J'ai appris qu'une exposition au GSM pouvait avoir des effets positifs, auxquels je ne m'attendais pas. Dans certains cas, on observe certains effets qu'on peut qualifier de contradictoires ; ainsi que, assez fréquemment, la non-reproductibilité d'un constat.

Actuellement, le DAS est utilisé comme paramètre de travail, tant il est vrai que dans l'état actuel de la science, il n'est pas possible d'en prendre un autre. Ce paramètre a une valeur très moyenne. La simulation numérique présentée ce matin montre que des DAS identiques, mais dans des conditions variant faiblement (la forme d'un organisme, à quelques millimètres près voire moins), peuvent faire naître des points chauds. Dans le domaine de la neurophysiologie, cette différence peut avoir des effets tout à fait non-négligeables.

Cette simulation numérique montre à l'évidence que le DAS est un paramètre un peu trop frustré pour ces études. Ne faudrait-il pas aller au-delà du DAS, pour recréer des conditions expérimentales et obtenir une reproductibilité ?

**Lluis M. Mir, CNRS**

Vous soulignez toute la difficulté de ces expériences. Le DAS est cependant actuellement l'indicateur qui permet de mettre le maximum de données en rapport.

**Thérèse M. JAY, INSERM U796**

Nous avons été concernés par la variabilité, car la tête de l'animal bougeait. Nous avons fini par l'anesthésier pour être sûrs que sa tête soit vraiment exposée et demeure immobile.

**Martine HOURS, INRETS, présidente CS FSRF**

En épidémiologie, il est admis qu'il est impossible de maîtriser toutes les conditions, et que c'est la multiplication des études menées suivant des protocoles différents, dans des populations différentes, qui permet de tirer des conclusions. Aussi, je suis étonnée lorsque vous déclarez vouloir standardiser les protocoles. Le plus intéressant me semble au contraire de faire jouer la variabilité, et d'étudier les résultats finaux au terme d'un nombre d'études suffisant. Je me demande également s'il n'est pas possible de réaliser des méta-analyses, c'est-à-dire d'effectuer des analyses statistiques à partir des articles publiés (qui se basent sur des protocoles relativement proches).

**Lluis M. Mir**

Il faut avant toute chose mettre au point un protocole, car il n'est pas possible d'étudier toutes les variabilités à la fois.

Vous avez évoqué les méta-analyses. Le problème est qu'il n'existe pas une multitude de laboratoires dans le monde à utiliser des labyrinthes en posant exactement la même question que celle de l'expérience présentée.

Nous sommes confrontés à plusieurs problèmes dans l'expérimentation animale, résumés sous la forme des « 3 R » : la réduction, le raffinement, et le remplacement. La tendance actuelle n'est pas à l'augmentation du nombre d'animaux testés, mais plutôt à sa diminution (d'autant plus que l'expérimentation animale est très coûteuse).

### **Ismahane GUIMIOT, INERIS**

Nous essayons de standardiser les protocoles afin de reproduire les études. Se trouver face à une contradiction ne facilite pas la tâche des chercheurs. Nous préférons standardiser dans un premier temps et, seulement ensuite, mener des études faisant intervenir d'autres paramètres.

Ce genre d'expérimentation est très lourd à mener. De plus, ainsi que vous l'avez peut-être remarqué, il n'est possible que d'exposer 4 animaux à la fois. Enfin, augmenter le nombre d'animaux ne permettra pas forcément d'obtenir un effet.

### **Arlette FOURRIER-LAMERE, Université Pierre et Marie Curie**

Les définitions du SAR et du DAS datent de plus de 50 ans. Elles sont relatives uniquement à la température macroscopique du milieu investigué. Je voudrais que l'utilisation du SAR soit utilisée par les chercheurs en toute connaissance de ses limites.

Dès lors que l'on applique un champ électromagnétique au cerveau, ce sont les entités électriques qui y sont sensibles. Vous savez tous que la vitesse de la lumière est de 300 000 kilomètres par seconde, modulée par la vitesse de propagation dans le cerveau.

Avant que les mécanismes de régulation thermique interviennent, un paquet d'énergie est transmis dans les premiers instants à ces entités électriques (par exemple les ions de potassium) qui augmente la vitesse de diffusion de ces ions. Par ailleurs, nous savons que pour justifier des réactions chimiques très rapides, il doit y avoir un abaissement des barrières de potentiel. Nous avons baptisé cet ensemble « effet athermique ».

Je crois qu'il faudrait éloigner ce respect que nous avons, depuis toujours, pour le SAR ou le DAS. Cet indicateur ne correspond qu'à une élévation de la température macroscopique. Considérons plutôt que chaque entité électrique qui reçoit un paquet d'énergie est un point chaud, auquel on peut associer une température microscopique.

### **Lluis M. Mir**

Vous avez parlé d'accélération, de mouvements d'ions bipôles. Ces mouvements se produisent effectivement sous l'effet des champs électriques. Les équations de Maxwell permettent de

déterminer le champ électrique en chaque point de l'espace, déterminé par le maillage du modèle. Ensuite, à partir de la distribution du champ électrique, il est possible de calculer localement le SAR. Autrement dit, le SAR est le reflet d'un champ électrique local calculé.

Le calcul passe d'abord par le champ électrique, et non par le SAR.

### **René de SEZE**

Les suggestions sont intéressantes. Lorsqu'un scientifique a la chance « d'accrocher un effet », soit il étudie ce qui se passe dans le temps pour déterminer si l'effet aboutit à une pathologie, soit il observe les phénomènes les plus précoces possibles. C'est là que certaines manipulations décrites prennent tout leur sens, permettant une localisation des phénomènes dans le cerveau.

Pour l'instant, les phénomènes que nous observons ne se situent pas directement sur le cortex, au niveau de l'exposition. Il semble que des voies nerveuses soient concernées en amont.

### **Joe WIART, FT R&D**

Comment dépasser la contradiction, ne pas sacrifier inutilement trop d'animaux, et assurer une forme de diversité d'analyse tout en standardisant l'expérience en cours ? Toutes ces tendances prises une à une sont logiques, mais sont très contradictoires lorsqu'elles sont prises ensembles.

### **René de SEZE**

Il y a quelques années, il fallait des semaines pour réaliser des calculs. En écoutant les exposés de la journée d'hier, j'ai réalisé le progrès apporté par la modélisation, qui va de la molécule à l'organisme en passant par la cellule. Cette modélisation est en construction, et j'espère qu'elle deviendra à terme une solution de remplacement permettant de réduire l'expérimentation animale et d'obtenir des réponses plus rapides.

### **Joe WIART**

Il n'en reste pas moins que, si le scientifique n'a pas idée du mécanisme à tester, sa simulation ne sera pas dirigée. Il n'est pas possible de répondre sans connaître le problème.

### **Annie GINIBRE**

La modulation a-t-elle été quantifiée ?

### **René de SEZE**

La plupart des études présentées ont été réalisées avec des signaux GSM, ayant des modulations identiques. Les mêmes types de signaux sont appliqués ; il n'y a pas de composante vocale. Nous ne parlons pas aux animaux.