



FONDATION  
SANTÉ ET RADIOFRÉQUENCES

**2<sup>èmes</sup> Rencontres Scientifiques de la  
Fondation Santé et Radiofréquences**

**20 - 21 octobre 2009**  
Télécom Paris Tech  
46, rue Barrault - 75013 - Paris

# RÉSUMÉS DES COMMUNICATIONS

## Editorial

La Fondation Santé et Radiofréquences, créée en 2005 pour financer et animer la recherche sur les effets sur la santé des ondes radiofréquences, organise pour la deuxième fois des Rencontres scientifiques les 20 et 21 octobre 2009.

Deux ans après les 1ères Rencontres scientifiques et à l'approche de la fin du 1<sup>er</sup> mandat de cinq ans de la Fondation, le Conseil scientifique a souhaité faire le point sur les avancées et les résultats des projets financés par la Fondation en les situant dans le cadre de l'ensemble des recherches menées en France et à l'étranger. Il a aussi souhaité poursuivre le dialogue entamé en 2007 avec la société civile sur les implications des résultats de ces recherches.

La Fondation a donc lancé un appel à communications portant sur tous les champs de recherches concernés : Dosimétrie-Exposimétrie, Epidémiologie, Hypersensibilité EM, Etudes biologiques, Perception des risques et controverses ainsi qu'une table ronde sur la gouvernance de la recherche.

Rappelons que le rôle de la Fondation s'inscrit dans l'analyse du risque. A travers les recherches qu'elle finance, elle contribue à l'identifier et le caractériser. Elle permet de mieux mesurer et évaluer l'exposition des personnes, d'identifier les mécanismes d'interactions avec le vivant et de comprendre la façon dont ce risque est perçu et géré par la société. Les résultats de ces recherches ouvrent la voie aux propositions de régulation et de gestion allant dans le sens d'une précaution éclairée par des faits scientifiques établis.

Il incombe aussi à la Fondation d'entretenir un courant de communication sur les résultats de ce travail, au-delà du monde des scientifiques, et de prendre en compte tous les questionnements, d'où qu'ils viennent. Il est important que sur un tel sujet se développe un dialogue serein fondé sur des éléments concrets, et débattu de la façon la plus ouverte.

La Fondation a voulu que ces Rencontres scientifiques permettent un tel dialogue, clair et sans a priori. C'est pourquoi, tout en gardant une approche résolument scientifique, le programme de ces journées tente de rompre avec l'approche classique de ce type d'évènement, en donnant la parole à des conférenciers d'origines diverses (recherche publique et privée, opérateurs, société civile, associations,...), et défendant des thèses différentes. Ceci afin de permettre que s'ouvre un véritable débat scientifique sur cette question malmenée par les diverses controverses et prises de positions de toutes origines.

Ces journées sont aussi un bilan de la bonne utilisation des fonds publics qui nous ont été affectés, dans un contexte où notre avenir semble aujourd'hui menacé. Nous gardons l'espoir, cependant, qu'une autre structure, ayant les mêmes objectifs et missions, reprenne et perpétue nos travaux.

**Tullio Joseph TANZI**

*Président du Comité d'Orientation des 2èmes Rencontres scientifiques  
Membre du Conseil scientifique de la Fondation et Professeur à Télécom ParisTech*

## Sommaire

### Mardi 20 octobre 2009

#### 10:00 - Dosimétrie - Exposimétrie

- |       |  |   |
|-------|--|---|
| 10:00 | Dosimétrie personnelle de l'exposition aux RF Les Challenges de la Métrologie<br>S. Mann   | 3 |
| 10:30 | Comparaison de l'exposition de la tête de l'utilisateur d'un téléphone mobile avec et sans kit mains libres filaire ou oreillette Bluetooth<br>D. Picard   | 4 |
| 10:45 | Représentativité du SAR constructeur dans l'exposition moyenne des utilisateurs de téléphones mobiles GSM/DCS<br>L. Fouquet, S. Galdeano, M.-L. Gibergues, D. Picard, S. Chauvin et J.-P. Desreumaux | 5 |
| 11:00 | Mise au point et test d'un protocole d'évaluation de l'exposition professionnelle aux radiofréquences<br>A. Massardier-Pilonchéry, M. Hours, E. Martin et A. Bergeret                                | 6 |
| 11:15 | Modélisation de la femme enceinte avec une approche hybride pour la dosimétrie<br>J. Anquez, L. Bibin, T. Boubekour, E. Angelini et I. Bloch   | 7 |

#### 12:00 - Session Posters

#### 14:45 - Epidémiologie

- |       |  |   |
|-------|--|---|
| 14:45 | La causalité en épidémiologie<br>M. Goldberg | 8 |
|-------|--|---|

#### 16:50 - Hypersensibilité EM

- |       |   |   |
|-------|---|---|
| 16:50 | Hypersensibilité électromagnétique<br>M. Rössli | 9 |
|-------|---|---|

**Mercredi 21 octobre 2009****9:00 - Etudes biologiques**

- 9:00**    **Le cerveau n'est pas un récepteur radio pour les signaux des téléphones sans-fils : les tissus humains ne démodulent pas les porteuses radiofréquences**    10  
C. Davis
- 9:30**    **Exposition A Un Signal Wi-Fi Chez Le Jeune Rongeur: Effet Sur Le Cerveau**    11  
S. Ait Aïssa, A. Athané, B. Billaudel, F. Poulletier De Gannes, E. Haro, A. Hurtier, M. Taxile, G. Ruffié, M. Geffard, J. Wiart, T. Wu, B. Veyret et I. Lagroye
- 9:45**    **Effet des RF sur la Mémorisation et l'Attention chez le rat**    12  
R. De Seze, E. Brillaud, M. Ammari, A. Jacquet, A. Lecomte et C. Gamez
- 10:00**    **Programme MAPHYS : micropuce à ADN pour études physiologiques**    14  
D. Roux, S. Girard, S. Lallechere, P. Bonnet, E. Davies, F. Paladian et A. Vian
- 10:15**    **Co-génotoxicité d'un champ électromagnétique 1,8 GHz de type GSM sur des cellules humaines.**    17  
A. Perrin
- 10:30**    **Observation et identification des mécanismes athermiques des interactions entre le champ électromagnétique hyperfréquences et des porteurs de charges. Application à des systèmes biochimiques**    18  
A. Fourier-Lamer et O. Meyer

**13:00 - Perception des risques et controverses**

- 13:00**    **Les plaintes en santé environnementale et la construction des risques**    20  
M. Calvez
- 13:30**    **Téléphonie mobile et risques pour la santé : connaissances, perceptions et comportement des Français.**    21  
V. Nguyen-Thanh et J.-B. Richard
- 13:45**    **P.R.A.T. : Perception des risques liés à la téléphonie mobile et ses déterminants.**    22  
S. Briancon, D. Zmirou-Navier, C. De Tychev et V. Denny-Bas
- 14:00**    **Ondes électromagnétiques et médecins de ville - une étude faisabilité**    23  
D. Salomon

**15:00 - Gouvernance de la recherche**

- 15:00**    **Source of Funding and Results of Studies of Health Effects of Mobile Phone Use: Systematic Review of Experimental Studies**    24  
A. Huss

**Dosimétrie personnelle de l'exposition aux RF Les Challenges de la Métrologie****Personal Dosimetry for RF Exposures The Metrology Challenges**

S. Mann

Health Protection Agency, OX11 0RQ Didcot, Royaume-Uni  
simon.mann@hpa.org.uk

Recent advances in the capability of portable measurement instruments that record the electric field strengths of environmental radiofrequency signals have opened up a range of exciting new research possibilities. The instruments, known as personal exposure meters (PEMs) or exposimeters, can be carried around when people are moving and placed nearby when they are stationary. In this way people's exposures can be measured over time.

PEM measurements can be used for hazard assessments, risk communication or to provide exposure information for health-related studies. Studies of short-term health effects in which small numbers of people are issued with PEMs over the period during which their health is studied are relatively straightforward. A greater challenge is to use the readings from PEMs to optimise predictive exposure models so that studies of health effects in larger numbers of people, including retrospective ones, can be carried out.

The first studies to use the new PEMs are now producing databases that have yielded insights into the relative exposure levels from different sources such as radio and television broadcast transmitters, base station transmitters for mobile phones, and personal use of mobile/cordless phones and Wi-Fi. The data are also being examined to find out if aspects of people's lifestyle, residential location etc, can be used as predictors of exposure and if an exposure gradient can be formulated based on these factors.

This presentation will focus on the measurement aspects of PEMs and the dosimetry challenges in assessing personal exposures. These include calibration and maintenance of the instruments in a study, interpreting the readings in terms of biologically relevant exposure metrics and understanding how the limitations of the instruments affect study results. There is a range of other challenges in different aspects of study design and a multidisciplinary approach is necessary to develop robust studies.

**Comparaison de l'exposition de la tête de l'utilisateur d'un téléphone mobile avec et sans kit mains libres filaire ou oreillette Bluetooth****Comparative Exposure of the User Head of mobile Phone with and without Hands free kit or Bluetooth Earpiece**

D. Picard

Supélec, 91192 Gif sur Yvette, France  
dominique.picard@supelec.fr

Supélec réalise la mesure du Débit d'Absorption Spécifique (DAS) de téléphones mobiles depuis 10 ans. Nous étudions également la dosimétrie des kits mains libres filaires utilisés comme accessoire des téléphones mobiles. Nous avons mesuré le DAS de 124 téléphones portables et de leur kit mains libres suivant la norme IEC 62209-1 pour le téléphone et le protocole de mesure suivant pour le kit [1]. Le fil du kit est collé sur 2cm sur la joue du fantôme SAM, près de l'oreille, à l'aide de ruban adhésif. Deux configurations différentes sont testées. Pour la première, le fil du kit est tendu entre le téléphone mobile et le fantôme, tandis que pour la suivante, on réalise une boucle comportant deux spires de 3cm de diamètre sur le fil, à proximité du connecteur du kit. On place cette boucle près de l'antenne du téléphone, la position exacte étant obtenue par l'observation du signal de mesure du DAS dans le fantôme, à la fréquence centrale de la bande de fréquence d'émission du téléphone, en cherchant à maximiser ce signal. On réalise la mesure du DAS aux fréquences minimale, centrale et maximale d'émission du téléphone, celui-ci étant contrôlé par un émulateur de station de base, et émettant sa puissance maximale. Le DAS du téléphone dans la bande est alors la valeur maximale obtenue pour ces 6 mesures.

Nous avons également mis au point une base dosimétrique spécifique, dont les performances sont nettement supérieures à celles des bases commerciales, d'un facteur 100 à 1000 en sensibilité et d'un facteur 10 à 20 en rapidité de mesure [2]. Cette base permet notamment d'évaluer le DAS d'objets rayonnants de faible puissance et 18 oreillettes Bluetooth ont été testées [3], ces mesures étant irréalisables avec une base dosimétrique classique [4]. La mesure du DAS des oreillettes Bluetooth est réalisée sur le fantôme SAM. L'axe de l'écouteur de l'oreillette est placé sur l'axe du conduit auditif, l'oreillette étant en contact avec l'oreille du fantôme. L'axe écouteur microphone de l'oreillette est placé sur l'axe oreille bouche du fantôme, la distance entre le microphone et la joue étant de 14mm. L'oreillette est émulée par un téléphone, lui-même contrôlé par un émulateur de station de base. La mesure est réalisée des deux cotés du fantôme. Le DAS de l'oreillette est la valeur la plus forte obtenue après les deux mesures.

Les valeurs moyennes des DAS des téléphones mobiles, des kits mains libres et des oreillettes Bluetooth sont respectivement de 620mW/kg, 120mW/kg et 1,6mW/kg. Les écarts-type respectifs sont de 230mW/kg, 88mW/kg et 1,1mW/kg. Ces valeurs montrent nettement une réduction de l'exposition de la tête de l'utilisateur d'un téléphone mobile par l'emploi de ces accessoires. La réduction de l'exposition est statistiquement d'un facteur 5,2 pour le kit mains libres filaire et d'un facteur 390 pour l'oreillette Bluetooth.

[1] D. Picard, 'Hand free kit dosimetry results analysis', Biological Effects of Electromagnetic Fields 4th International Workshop, 16-20 October 2006, Crete Greece

[2] D. Picard, Advanced dosimetric assessment system, 38th European Microwave Conference, Amsterdam, The Netherlands, October 2008.

[3] D. Picard, Real exposure to Bluetooth earpieces, BEMS 2009, Bioelectromagnetics Society, Davos, Suisse, June 2009.

[4] A.Kramer, S. Kühn, U. Lott, N. KusteR, Development of procedures for the assessment of human exposure to EMF from wireless devices in home and office environments, Final report, IT'IS Foundation, Zurich, January 2005.

**Représentativité du SAR constructeur dans l'exposition moyenne des utilisateurs de téléphones mobiles GSM/DCS****Is the manufacturer SAR significant in average exposition of 2G mobile phone users?**

L. Fouquet<sup>a</sup>, S. Galdeano<sup>a</sup>, M.-L. Gibergues<sup>a</sup>, D. Picard<sup>b</sup>, S. Chauvin<sup>a</sup> et J.-P. Desreumaux<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Bouygues Telecom, 92640 Boulogne-Billancourt, France; <sup>b</sup>Supélec, 91192 Gif sur Yvette, France  
lfouquet@bouyguetelecom.fr

**Introduction**

Au cours d'une communication, la puissance radiofréquence émise par le téléphone mobile varie. Les téléphones mobiles ont tous des caractéristiques techniques différentes. Ils ont chacun un DAS constructeur inférieur à 2 W/kg, conformément aux réglementations française et européenne, cette valeur est précisée dans la notice d'utilisation. Le DAS constructeur est un DAS maximal qui n'est pas le DAS auquel est exposé l'utilisateur tout au long de la communication. La question que nous nous sommes posée est la suivante : le coefficient de réduction de la puissance radiofréquence émise par le mobile en communication dépend-il du DAS constructeur ? Pour répondre à cette question, des mesures ont été réalisées dans différents lieux avec plusieurs téléphones de marques et de caractéristiques distinctes, à l'aide de l'outil DASmètre co-développé par Bouygues Telecom et Supélec. Dispositif et méthode Sept téléphones mobiles GSM/DCS ont été sélectionnés selon trois caractéristiques techniques : RXLevel Error, Sensibilité, PIRE, respectivement en GSM et DCS, et selon leur DAS constructeur. Le choix de ces téléphones s'est fait suivant l'évaluation des performances de chacun dans les différents critères. L'objectif était d'avoir, pour chaque critère, des téléphones avec des niveaux de performance variés, afin d'analyser les résultats selon ces critères techniques.

Environ 150 mesures de six minutes ont été réalisées dans des lieux différents en Ile de France et principalement à Paris, durant les mois de juin et juillet 2008. Ces mesures ont été effectuées soit en statique, soit en mobilité, à l'intérieur de bâtiments, en souterrain et en extérieur. L'outil utilisé pour effectuer les mesures est appelé le DASmètre. Il a déjà été utilisé précédemment pour d'autres campagnes de mesures. Il mesure un coefficient de réduction de la puissance radiofréquence émise par le mobile en communication par rapport à la puissance maximale émise par le téléphone lors de la communication. Le dispositif global comprend le DASmètre auquel sont reliées une sonde et une carte d'acquisition insérée dans un ordinateur portable. La sonde est ensuite attachée au téléphone mobile.

**Résultats**

Le dispositif étant encore au stade de prototype, la réalisation des mesures nécessite des manipulations qui ne sont pas forcément aisées dans toutes les situations (mobilité, transport en commun). 112 mesures ont donc été retenues pour la suite de l'étude, les autres mesures ont été rejetées suite à des problèmes rencontrés lors des mesures : problème au lancement ou interruption de la mesure par exemple. Pour chaque téléphone, un coefficient de réduction moyen a été calculé en prenant en compte les coefficients de réduction moyens obtenus pour chacune des mesures réalisées. L'exposition moyenne a ensuite été calculée en faisant la multiplication entre le DAS constructeur de chacun des téléphones et son coefficient de réduction moyen. Le coefficient de réduction moyen du DAS constructeur calculé sur toutes les mesures est de 40%. Cela signifie que la puissance radiofréquence à laquelle un utilisateur de téléphone mobile est exposé équivaut en moyenne à 40% du DAS constructeur. Ce résultat est en accord avec les résultats déjà disponibles : posters ou publication . Dans un second temps, les mesures ont été distinguées en deux catégories : celles effectuées en statique et celles effectuées en dynamique. Nous avons observé que l'exposition moyenne équivaut à 37% du DAS constructeur en statique et à 43% du DAS constructeur en dynamique. Diverses analyses sur les différentes caractéristiques selon lesquelles les mobiles ont été choisis : RXLevel Error, Sensibilité, PIRE, respectivement en GSM et DCS ont été réalisées. Les données obtenues ne permettent pas de conclure sur une relation entre le coefficient de réduction de la puissance radiofréquence et l'une de ces trois caractéristiques, que ce soit en GSM ou en DCS.

**Conclusion**

L'analyse des 112 mesures effectuées avec les sept téléphones mobiles 2G de l'étude permet de conclure que le coefficient de réduction de la puissance radiofréquence émise par le mobile en communication réelle est indépendant du DAS constructeur. Ainsi dans cette étude, plus le DAS constructeur est faible, plus la puissance radiofréquence moyenne à laquelle l'utilisateur est exposé est faible.

L'étude pourrait être enrichie en augmentant le nombre de téléphones sélectionnés et le nombre de mesures réalisées.

Ma 11:00

Dosimétrie - Exposimétrie

**Mise au point et test d'un protocole d'évaluation de l'exposition professionnelle aux radiofréquences****Assessment of occupational exposure to radiofrequency fields: development and testing of a protocol**

A. Massardier-Pilonchéry, M. Hours, E. Martin et A. Bergeret

UMRESTTE, 69373 Lyon Cedex 08, France  
amelie.massardier-pilonchery@recherche.univ-lyon1.fr

En réponse au développement de la téléphonie mobile, le nombre de sites d'émission de radiofréquences ne cesse de croître. Les antennes de téléphonie mobile côtoient d'autres émetteurs de radiofréquences (radiodiffusion, télédiffusion, antennes de services de sécurité...). Une maintenance régulière et diverses interventions de professionnels sont nécessaires sur ces sites. Les études épidémiologiques menées actuellement ne retrouvent pas d'effet sanitaire notable des ondes électromagnétiques émises par les stations de base, cependant le risque ne peut pas être considéré à ce jour comme nul. Ainsi, l'AFSSET et l'OMS estiment que les connaissances sur les effets des radiofréquences ne peuvent être recueillies que par des études s'appuyant sur des personnes fortement exposées : des populations " sentinelles ". De plus, face aux inquiétudes de leurs salariés, et dans le cadre de l'évaluation des risques dans les entreprises, les médecins du travail s'interrogent sur l'exposition professionnelle et la surveillance médicale nécessaire. Cette étude a permis la mise au point et la validation d'un protocole de mesure de l'exposition aux ondes électromagnétiques en milieu professionnel. L'étape suivante, qui vient de débiter, est une campagne de mesures sur le grand nombre. Ces mesures seront couplées à l'exploitation d'un budget espace/temps et d'un questionnaire de recueil de différentes données (organisation des sites, antennes présentes...) afin de définir une matrice emploi-tâches-exposition. Cette communication présentera le protocole retenu de mesure d'exposition professionnelle aux ondes électromagnétiques, son élaboration, ainsi que des exemples de résultats de mesures effectuées durant l'étude.

(239 mots)



**Modélisation de la femme enceinte avec une approche hybride pour la dosimétrie****Pregnant woman modeling using a hybrid approach for dosimetry studies**

J. Anquez, L. Bibin, T. Boubekur, E. Angelini et I. Bloch

Télécom Paristech, 75013 Paris, France  
anquez@telecom-paristech.fr

La dosimétrie vise à évaluer l'effet thermique induit par les champs électromagnétiques sur les tissus biologiques. Une approche utilisée en dosimétrie est de simuler numériquement la propagation de ces champs électromagnétiques dans des modèles numériques du corps humain, construits à partir d'images médicales segmentées.

Bien que l'exposition du fœtus fasse l'objet d'une attention particulière, peu de modèles numériques de la femme enceinte existent à l'heure actuelle. Ces modèles existants ont été obtenus en fusionnant des modèles de femme non gravide et des modèles de l'unité utéro-placentale-foetale. Ces derniers présentent toutefois un réalisme et des détails anatomiques limités.

Nous proposons une modélisation de la femme enceinte intégrant des modèles de l'unité utéro-placentale-foetale détaillés, couvrant la durée de la grossesse. Des images acquises avec des modalités complémentaires utilisées en obstétrique sont exploitées : l'échographie tri-dimensionnelle et l'IRM, effectuées en début et fin de grossesse respectivement. Les modèles sont intégrés dans un modèle de corps de femme synthétique constitué d'un tissu homogène unique.

Des résultats préliminaires de dosimétrie ont été obtenus avec ces modèles. Ces résultats ont montré que la position du fœtus a une influence sur la dosimétrie, et que l'utilisation d'un modèle de femme homogène nécessite de définir avec soin les propriétés diélectriques du tissu moyen la constituant.

**La causalité en épidémiologie****Causation in Epidemiology**

M. Goldberg

INSERM Unité 687, 94807 VILLEJUIF CEDEX, France  
marcel.goldberg@inserm.fr

L'épidémiologie a pour objectif général la connaissance des problèmes de santé dans les populations et de leurs déterminants. Dans ce cadre, un des buts est la mise en évidence du rôle néfaste pour la santé de l'exposition des facteurs environnementaux de nature diverse. C'est le cas pour les radiofréquences, l'état des connaissances ne permettant pas actuellement de trancher clairement sur leurs effets pathogènes éventuels concernant des problèmes de santé diversifiés. On est donc aujourd'hui largement dans le contexte scientifique de la recherche d'une relation causale entre l'exposition à divers types de radiofréquences et la survenue ou l'aggravation de plusieurs problèmes de santé spécifiques. La causalité en épidémiologie est un concept probabiliste : l'exposition à un "facteur de risque" entraîne une augmentation de la fréquence de la pathologie concernée dans la population, et des critères formalisés ont été établis pour juger de la nature causale d'une relation entre exposition et risque de maladie. Diverses méthodes sont utilisées par les épidémiologistes pour la recherche de causalité. Elles reposent sur l'observation de sujets à l'échelle individuelle, en comparant des personnes exposées et non exposées, malades et non malades, tout en tenant compte d'éventuels autres facteurs susceptibles de modifier la relation. Il est donc nécessaire de pouvoir :

- mesurer de façon précise les expositions des sujets observés, parfois de façon rétrospective et parfois sur une longue période ;
- identifier de façon valide la survenue des problèmes de santé incriminés ;
- prendre en compte les éventuels facteurs susceptibles d'interférer dans la relation exposition-maladie, ainsi que des biais de nature diverse ;
- réunir un nombre de sujets exposés et de sujets malades suffisant pour aboutir à des estimations fiables du risque.

De nombreux problèmes peuvent rendre difficile la recherche de causalité ; on passera les principaux en revue.

**Hypersensibilité électromagnétique****Electromagnetic hypersensitivity**

M. Rööslü

Institute of Social and Preventive Medicine, University of Basel, CH-4051 Basel, Suisse  
martin.roosli@unibas.ch

The term electromagnetic hypersensitivity (EHS) relates to individuals attributing symptoms to exposure to electromagnetic fields (EMF). Typically EHS individuals suffer from a wide range of non-specific symptoms such as neurasthenic or skin symptoms. Often they attribute the symptoms to one or a few specific EMF sources. Prevalence of self-declared EHS was reported to be between 1 and 10 percent in different countries. A substantial part among EHS individuals claims to be able to perceive EMF in their daily life immediately or within a few minutes after exposure. This ability to perceive low levels of EMF was repeatedly investigated by so-called provocation studies. In such a study, participants are repeatedly exposed to an active field or sham condition in a blind manner and have to detect the correct field status (presence or absence of field). In most of these provocation studies is also evaluated whether EMF exposure triggers the occurrence of symptoms. In addition, epidemiological studies have been accomplished to investigate a potential association between long term exposure and health related quality of life. Provocation studies demonstrated that the large majority of individuals who claims to be able to detect low level RF-EMF are not able to do so under double-blind conditions. If such individuals exist, they represent a very small minority and have not been identified yet. Similarly, most of the provocation studies did not identify a link between exposure and acute occurrence of symptoms. Regarding health consequences from long term exposure the situation is less clear. To date, in epidemiological studies exposure assessment is often limited and it is difficult to differentiate between biophysical and nocebo effects (i.e. development of symptoms out of concerns). There seems to be a pattern that the more sophisticated the exposure assessment was carried out, the less likely an effect was reported in an epidemiological study. Nevertheless, longitudinal studies are still missing on this subject.

Me 9:00

Etudes biologiques

---

**Le cerveau n'est pas un récepteur radio pour les signaux des téléphones sans-fils : les tissus humains ne démodulent pas les porteuses radiofréquences**

**The brain is not a radio receiver for wireless phone signals: human tissue does not demodulate a modulated radiofrequency carrier**

C. Davis

University of Maryland, 20742 Maryland, états-Unis d'Amérique  
davis@umd.edu

We have shown that biological cells do not exhibit significant electrical nonlinearity so as to be able to demodulate low frequency signals present as modulations of a radiofrequency carrier. This makes irrelevant any mechanism for interaction between radiofrequency electromagnetic waves and biological systems that involves such demodulation. Your wireless phone is not an athermal hazard to your brain.

**Exposition A Un Signal Wi-Fi Chez Le Jeune Rongeur: Effet Sur Le Cerveau****Exposure to a Wi-Fi signal in young animals: effect on the brain**

S. Ait Aïssa<sup>a</sup>, A. Athané<sup>a</sup>, B. Billaudel<sup>b</sup>, F. Poullétier De Gannes<sup>b</sup>, E. Haro<sup>b</sup>, A. Hurtier<sup>b</sup>, M. Taxile<sup>b</sup>, G. Ruffié<sup>c</sup>, M. Geffard<sup>b</sup>, J. Wiart<sup>d</sup>, T. Wu<sup>e</sup>, B. Veyret<sup>b</sup> et I. Lagroye<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Laboratoire de bioélectromagnétisme EPHE, 33607 Pessac, France; <sup>b</sup>Laboratoire IMS UMR5218 - Equipe bioélectronique, 33607 Pessac, France; <sup>c</sup>Laboratoire IMS UMR5218 - IMS transfert, 33607 Pessac, France; <sup>d</sup>Orange Lab RD-RESA-ISS, 92794 Issy les Moulineaux, France; <sup>e</sup>Telecommunication Metrology Center of Ministry of Industry and Information Technology, 100191 Beijing, Chine  
saliha.ait@ims-bordeaux.fr

La potentielle sensibilité accrue des enfants aux facteurs de l'environnement (métaux lourds, chimiques, radiations ionisantes, etc.) est une question débattue depuis quelques années. La question concerne également les champs électromagnétiques environnementaux. Dans le cas des champs radiofréquences, la population actuelle des jeunes est la première à expérimenter une exposition permanente aux radiofréquences de la téléphonie mobile et autres systèmes de communications sans fils. Chez les jeunes, les systèmes immunitaires et nerveux continuent à se développer après la naissance et l'on sait que l'exposition à des toxiques de l'environnement durant l'enfance est susceptible d'interférer avec leur développement ou leur capacité future de réponse à l'agression par des agents extérieurs. La question est donc de savoir si les champs radiofréquences peuvent être considérés comme des agents de l'environnement toxiques pour les sujets jeunes. Le projet ERYA consiste à évaluer, chez le rongeur, l'influence d'une exposition in utero et durant les 5 premières semaines de sa vie, 2 heures/jour, à un champ radiofréquence de type Wi-Fi. Nous avons choisi le signal de communication sans fil Wi-Fi, car il est aujourd'hui omniprésent sur le lieu de vie, à l'école ou au travail. Pour ce projet, un système d'exposition permettant d'exposer les rongeurs " corps-entier " de façon homogène et sans contrainte a été conçu et caractérisé ; il s'agit d'une chambre réverbérante (Satimo, France) dans laquelle les animaux peuvent être exposés à trois niveaux de Débit d'Absorption Spécifique (DAS) corps-entier, évalués à 0,08 W/kg, 0,4 W/kg et 4 W/kg chez les femelles gestantes (Orange Labs, France). Un groupe d'animaux est exposé de façon factice (0 W/kg, exposition " sham "). L'exposition est réalisée en aveugle avec les codes A, B, C, D. Un groupe d'animaux appelé " contrôle cage " reste dans l'animalerie pendant toute l'expérimentation. L'effet de l'exposition Wi-Fi sur le cerveau est exploré chez le rat en recherchant l'apoptose neuronale, l'expression des HSP majoritaires (Hsp25 et Hsp70) et une réaction de gliose (expression protéine GFAP). Pour chaque niveau de DAS, un groupe de 8 rats issus de mères différentes est étudié. Les marqueurs ont été recherchés dans 10 zones du cerveau incluant l'hippocampe et le noyau putamen/caudé. Pour aucun des marqueurs étudiés, nous n'avons détecté de différence significative entre les différents groupes de rats. Témoin d'altérations impliquées dans différentes pathologies (neuro-dégénérescence, neurotoxicité, stress radicalaire), une quinzaine de néoantigènes a été étudiée dans le sérum des rats exposés. Seule une diminution significative de N-acétyl Catécholamine (marqueur de neuro-dégénérescence) a été observée dans le sérum des rats exposés au plus fort niveau de DAS comparé aux rats " sham ". Sur le plan physio-pathologique, cet effet ne témoigne pas d'un effet délétère puisque dans ce cas, c'est une augmentation qui serait attendue.

L'analyse des données disponibles sur les effets sur le cerveau de rat après exposition à un signal Wi-Fi in utero et pendant 5 semaines après la naissance, ne suggère pas que les jeunes animaux présentent une susceptibilité particulière à l'exposition au signal Wi-Fi.

**Effet des RF sur la Mémorisation et l'Attention chez le rat****Effect of RF fields on memory process and attention in the rat**R. De Seze<sup>a</sup>, E. Brillaud<sup>b</sup>, M. Ammari<sup>c</sup>, A. Jacquet<sup>a</sup>, A. Lecomte<sup>a</sup> et C. Gamez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ineris, 60550 Verneuil-en-Halatte, France; <sup>b</sup>Ineris - TOXI, 60550 Verneuil-en-Halatte, France; <sup>c</sup>UPJV - PériTox, 80036 AMIENS CEDEX 1, France  
rene.de-seze@ineris.fr

Le rayonnement radiofréquence émis par les téléphones mobiles numériques (GSM) constitue de par sa proximité avec la tête de l'utilisateur une des sources de champs électromagnétiques les plus importantes auxquelles l'homme n'ait jamais été exposé et pourrait conduire à un risque sanitaire éventuel. Des travaux de recherche récents montrent des effets de champs électromagnétiques radiofréquences sur le comportement et sur des marqueurs biochimiques dans le cerveau du rat, que ce soit concernant l'activité neuronale, la liaison de neurotransmetteurs à leurs récepteurs ou plus particulièrement le marqueur de neurotoxicité GFAP (Glial Fibrillary Acidic Protein). Concernant ce dernier, son évolution peut-être le signe d'une modification temporaire (inflammation) ou persistante (gliose), pouvant entraîner des conséquences physiologiques. Il est donc important d'étudier ce marqueur de neurotoxicité pour comprendre les mécanismes sous-tendant un effet et d'en mesurer l'impact. Les champs électromagnétiques sont des rayonnements radiofréquences modulés selon la norme GSM déjà utilisée dans les radiocommunications. La principale fréquence de répétition des impulsions est 217 Hz, avec une durée de 576  $\mu$ s. Les expositions étaient focalisées sur la tête à l'aide d'un système d'exposition dit "antennes boucles". Les différentes intensités ont été initialement choisies par rapport à des puissances absorbées dans les tissus superficiels lors de l'utilisation d'un téléphone mobile : 6 W/kg : valeur seuil pour laquelle un effet sur la GFAP a été observé après 15 min d'exposition 2 W/kg : valeur limite d'exposition recommandée par la commission européenne, 0,5 à 1 W/kg : valeurs auxquelles sont soumis les utilisateurs de radiotéléphones ; la valeur dans le cerveau est environ moitié moindre. En conséquence, les valeurs utilisées pour notre étude ont été choisies principalement à 1,5, et 6 W/kg. Le modèle animal utilisé est le rat Sprague Dawley, déjà très étudié en neurosciences et dont la cartographie cérébrale est bien identifiée et le rat Long Evans pour étudier le comportement d'attention. L'utilisation de ces paramètres permettra une harmonisation des résultats avec les études précédemment menées et en cours (projets COMOBIO, ACI et RAMP), et ainsi de pouvoir déterminer les potentiels effets toxiques des expositions sub-chronique et chronique aux RF de type GSM 900 MHz et leurs conséquences sanitaires éventuelles. Ce travail complète les données précédemment obtenues et permet de mieux cerner les paramètres déterminants dans l'interaction des systèmes biologiques avec les radiofréquences émises par les téléphones mobiles, notamment concernant les cellules du système nerveux central. Un système de contrôle de l'exposition a été développé et mis au point à l'INERIS, qui permet de régler la puissance incidente et d'enregistrer la qualité du signal fourni sur chaque antenne en début d'étude, et sur une antenne tout au long de l'étude pour garantir la qualité de l'exposition. De plus, des fantômes de rat en gel à base d'acrylamide ont été fabriqués, et une méthodologie de mesure d'échauffement grâce à une thermométrie non perturbable par les champs radiofréquences permet de contrôler la puissance absorbée et d'évaluer le DAS produit par le système. La première partie de l'étude a consisté à regarder les effets d'une exposition sub-chronique (2 mois) et chronique (6 mois) sur la mémoire spatiale chez le rat. Ensuite étudier l'effet d'une exposition chronique sur le comportement d'attention chez le rat en utilisant le test à 5 choix. Les résultats de ces expositions ne montrent pas d'effets néfastes sur le comportement des animaux (mémoire spatiale et processus de rappels) au niveau de labyrinthe radiaire à 8 bras. Par contre nous avons trouvé une diminution du pourcentage de réussite et du pourcentage de réponses correctes chez les rats après une exposition chronique (15 min, DAS = 6W/Kg, pendant 6 mois) au niveau de test d'attention à 5 choix. La deuxième partie de l'étude a consisté à regarder la durée de l'effet observé sur la GFAP avec une exposition à un signal GSM 900 MHz. Nos résultats ont montré une augmentation de l'expression de GFAP chez les rats après une exposition sub-chronique et chronique. Cette augmentation est retrouvée 3 jours après la fin de l'exposition de 2 mois, et est persistante 10 jours après des expositions de 2 mois et de 6 mois. Cette augmentation de GFAP au niveau des structures des cerveaux des rats exposés 15 min à un DAS = 6 W/Kg est un signe de gliose. Par contre chez les animaux exposés à un DAS = 1,5 W/Kg et sacrifiés 3 jours après, cet effet ne persiste pas 10 jours après des expositions de 2 mois et 6 mois, ce qui est en faveur d'une simple hypertrophie des cellules gliales. Si on cherche à extrapoler à l'homme, cette étude suggère que l'absence d'effet chronique persistant à 1,5 W/kg chez le rat pourrait être observée chez l'homme jusqu'à un niveau d'exposition égal ou supérieur à 6 W/kg, et qu'un effet persistant après exposition chronique à 6 W/kg chez le rat pourrait être observé chez l'homme à un DAS égal ou supérieur à

24 W/kg. Ces études sont rassurantes vis à vis des utilisateurs de téléphones portables quant aux dangers encourus au cours d'une communication.

Les auteurs remercient la Fondation Santé et Radiofréquences pour leur financement de ce projet FSR 2006-5 en conjonction avec le Pr 189 07-DRC02 du MEEDDAT.

**Programme MAPHYS : micropuce à ADN pour études physiologiques****MAPHYS program: DNA microarray for physiological studies**

D. Roux<sup>a</sup>, S. Girard<sup>a</sup>, S. Lallechere<sup>a</sup>, P. Bonnet<sup>a</sup>, E. Davies<sup>b</sup>, F. Paladian<sup>a</sup> et A. Vian<sup>a</sup>

<sup>a</sup>LASMEA, 63177 AUBIERE, France; <sup>b</sup>North Carolina State University, 7612 Raleigh, états-Unis d'Amérique  
david.roux@univ-bpclermont.fr

**Contexte et Objectifs**

Le programme MAPHYS s'intéresse aux réponses moléculaires mises en œuvre par des kératinocytes humains à la suite de courtes expositions à un champ électromagnétique haute fréquence (CEM HF) de faible amplitude (puissance inférieure aux limites européennes en vigueur). Une attention particulière est portée sur l'établissement d'un lien formel univoque entre l'exposition au CEM et une éventuelle réponse biologique. Ce travail bénéficie de l'acquis obtenu très récemment par notre équipe sur le modèle végétal tomate [1,2,3]. Trois critères importants sont retenus : un modèle biologique simple (culture de kératinocytes normaux), une exposition courte, un environnement électromagnétique parfaitement maîtrisé (Chambre Réverbérante à Brassage de Modes - CRBM).

L'objectif principal de ce travail est de tester, de la manière la plus exhaustive possible, le potentiel de réponse de cellules de peau humaine à l'exposition au CEM HF. La méthode utilisée consiste à cribler des biopuces à ADN (microarrays) qui permettent d'évaluer la réponse de la quasi-totalité du génome humain. La concentration moyenne de ATP (principale source énergétique cellulaire) est également mesurée en tant que paramètre physiologique annexe. Cette étude a donné lieu à la détermination des paramètres statistiques du CEM généré en CRBM au voisinage des cellules, ainsi qu'à l'évaluation numérique et expérimentale du DAS (Dose d'Absorption Spécifique).

**Retombées attendues**

Le programme utilise un système biologique simplifié (cultures de kératinocytes) pour explorer, au travers de puissants outils d'analyses, les réponses biologiques survenant suite à une exposition à un CEM de faible amplitude. Les informations recueillies sont donc essentiellement qualitatives et alimentent une base de connaissances des gènes dont l'expression est induite ou réprimée par l'exposition. Elles concernent les principales voies cellulaires (perception, métabolisme, réparation - protection) impliquées dans la réponse des kératinocytes humains à l'exposition au CEM HF. Des informations complémentaires sont également obtenues grâce à l'analyse en cinétique de réponse des cellules, ainsi que par leur sensibilité à la dose de CEM perçue (effet seuil par exemple). L'ATP constitue un autre marqueur, rendant compte de l'état énergétique cellulaire.

La possibilité de pouvoir comparer les résultats obtenus pour deux conditions d'exposition différentes (durées et amplitudes de champs) ouvre des perspectives nouvelles d'analyses différentielles. Les aspects " physiques ", les mesures expérimentales et les simulations numériques permettent de préciser les caractéristiques d'exposition biologique maîtrisée pour une puissance et une fréquence donnée. Ce travail combine une approche novatrice sur le plan de l'analyse biologique (kératinocytes normaux / biopuces) et des moyens d'exposition (CRBM).

**Méthodes**

Le programme MAPHYS est basé sur l'étude de cellules normales, c'est-à-dire non transformées. Notre choix s'est porté sur des kératinocytes (lignée NHEK - Promocell), cellules qui constituent l'épiderme et donc l'interface directe entre l'organisme humain et son environnement. De surcroît, ces cellules se développent en surface ce qui a permis la transposition des concepts expérimentaux développés par notre équipe pour la plante de tomate, notamment la proportion relative de cellules d'interface [4].

Mise en place expérimentale : il a tout d'abord été construit une enceinte de culture cellulaire thermo-régulée en tenant compte des contraintes de compatibilité électromagnétique. Son comportement vis-à-vis du champ électromagnétique généré en CRBM a été testé de manière intensive (transparence électromagnétique, conservation des propriétés d'isotropie et d'homogénéité), de même que la détermination des paramètres dosimétriques associés aux cultures de kératinocytes (adéquation du CEM aux normes en vigueur et lois de distributions, détermination du DAS, stabilité, mesures de températures...).

Cultures cellulaires : des échantillons de kératinocytes ont été produits pour l'approche gène-candidat ainsi que pour l'interrogation des biopuces. Les cellules sont produites par sous-culture (boîte de 35 mm de diamètre, 37°C, 5 % de CO<sub>2</sub>, en présence d'un antibiotique et d'un antifongique) puis exposées au CEM HF lorsqu'elles atteignent 70-80 % de confluence (4 à 6 jours de culture, environ 2 millions de cellules par boîte).



Exposition électromagnétique : 1 heure avant l'exposition, les boîtes de culture (35 mm) sont placées dans des petits contenants en plastique de manière à piéger l'atmosphère enrichie en CO<sub>2</sub>. Ces boîtes sont ensuite transférées dans le caisson thermo-régulé au sein de la CRBM. L'ensemble est alors exposé au CEM HF pendant 10 ou 30 minutes, valeur moyenne du DAS : 0.04 ou 1,05 W/kg, fréquence : 900 MHz.

Aspects dosimétriques : la caractérisation précise de l'environnement électromagnétique de test a permis d'établir les niveaux de DAS induits par les milieux de culture. Le cas d'un environnement réverbérant représentant un sujet peu ou pas abordé, les principales avancées dosimétriques réalisées cette année se sont appuyées sur des approches novatrices, à la fois expérimentales et numériques. Ainsi, les mesures ont été effectuées à partir d'une sonde de température : la valeur moyenne du DAS sur une rotation complète du brasseur a été obtenue à partir de 60 valeurs temporelles (à l'aide de trois séries différentes de mesures). Numériquement, l'estimation du DAS à l'intérieur même du milieu de culture a été obtenue à partir de la résolution des équations de Maxwell par la méthode des Différences Finies dans le Domaine Temporel (FDTD). La difficulté liée à l'important facteur d'échelle existant entre les dimensions de la CRBM (200 m<sup>3</sup>) et le volume d'un milieu de culture (2 mL) a pu être contournée par une approche innovante pour des applications en bio-électromagnétisme (analogie entre le comportement CRBM et une sommation finie d'ondes planes en espace libre).

Approche gène-candidat et dosage d'ATP : immédiatement avant et après l'exposition électromagnétique (étude en cinétique), des échantillons sont prélevés et traités pour extraire l'ARN total (méthode tri-reagent) ou l'ATP (méthode acide perchlorique et dosage des protéines). L'ARN est utilisé en PCR quantitative en temps réel afin d'analyser les variations des gène-candidats choisis.

Biopuces : les échantillons sont prélevés 90 et 120 minutes après l'exposition au CEM puis l'ARN total est extrait avant d'être dosé. Après vérification de leur qualité, les échantillons sont envoyés à l'Institut de Génétique et de Biologie Moléculaire et Cellulaire (IGBMC, Strasbourg) pour le criblage de 8 biopuces : 4 par lot d'échantillons "exposés" / "témoins". Le traitement statistique des données brutes et la validation par PCR quantitative des résultats sont ensuite réalisés par nos soins.

#### **Avancement et Résultats**

Le projet MAPHYS est en cours de finalisation, il s'est décomposé en quatre étapes successives :

1- Installation des conditions expérimentales, dosimétrie, mesure du taux d'ATP et développement d'une approche gène candidat nécessaire à la détermination des points chronologiques de la réponse des cellules pour la réalisation des biopuces. Les kératinocytes ont été exposés soit à un champ électromagnétique de 900 MHz, 8 V/m (valeur moyenne sur les points de mesure des valeurs maximales des composantes du champ électrique sur une révolution du brasseur), pendant 10 minutes, soit 40 V/m pendant 30 minutes. La valeur moyenne de DAS estimée à 0.04 W/kg et 1.05 W/kg, a été normalisée à la valeur normative observée du champ électrique dans le caisson de culture pour une fréquence de 900MHz. D'un point de vue numérique, l'uniformité du DAS moyen à l'intérieur du milieu de culture a été illustrée (3/4 des cellules de calcul étant caractérisées par des données en DAS comprises entre 50 et 100% de la valeur maximale observée). Enfin, des expériences numériques supplémentaires ont permis d'estimer précisément la part extrêmement réduite des effets de couplages entre milieux de culture sur la détermination du DAS. Cette étape d'une durée de 9 mois s'est achevée avec succès, les résultats significatifs obtenus, bien que faibles, nous ont permis de sélectionner (pour la biopuce) les échantillons de cellules correspondant au temps 90 et 120 minutes après l'exposition électromagnétique.

2- Production des échantillons cellulaires, réalisation et interrogation des biopuces. La lecture et la production des données brutes issues des biopuces ont été sous-traitées à l'IGBMC de Strasbourg en raison de leur technicité et du matériel spécifique nécessaire. En revanche, le traitement statistique et l'analyse des données ont été réalisés par notre équipe. Cette étape de 7 mois est également achevée.

3- Validation expérimentale (3 mois). Le criblage des biopuces n'a fait ressortir que 16 différences significatives, correspondant à 13 gènes (0.3 à) parmi les 54000 séquences présentes, avec des ratios "exposés / témoins" très faibles compris entre 0,45 et 1,6. Neuf de ces marqueurs ont pu être testés par PCR quantitative, mais aucun d'entre eux ne montre de modification significative entre les conditions témoins et exposées. De surcroît, les différences repérées initialement via l'approche gène-candidat ne sont pas retrouvées parmi les marqueurs différentiels de l'analyse des biopuces.

4- Etape additionnelle (3 mois) : le même type d'expérimentation (mais à durée et puissance plus importantes : 30 minutes à un CEM HF de 41 V/m, DAS moyen : 1,05 W/kg, 900 Mhz) a été réalisée. L'objectif est d'étudier la réponse des kératinocytes à la suite d'une exposition proche des recommandations actuelles mais toujours en l'absence d'effets thermiques. Les résultats sont très similaires à la première biopuce : 17 marqueurs présentent des modifications significatives mais de ratios très faibles. Ils correspondent à 10 gènes connus. La validation physiologique de ces marqueurs par PCR quantitative ne fait pas ressortir de modification significative. De surcroît, la comparaison des données issues de ce crible avec l'exposition à faible énergie (biopuce 1) ne montre aucun marqueur en commun.

#### **Conclusion**

Nous pouvons conclure quant à la réalité de la réponse des kératinocytes humain à l'exposition au CEM HF dans nos conditions

expérimentales : il semble que les cellules de peau ne soient pas influencées par le rayonnement utilisé (900 Hz, 10 min ou 30 min, DAS moyen : 0.04 ou 1,05 W/kg).

#### Références

1. Roux D, Vian A, Girard S, Bonnet P, Paladian F, Davies E, Ledoigt G. (2008) High frequency (900 MHz) low amplitude (5 V m<sup>-1</sup>) electromagnetic field: a genuine environmental stimulus that affects transcription, translation, calcium and energy charge in tomato. *Planta*. 227:883-891.
2. Beaubois E, Girard S, Lallechere S, Davies E, Paladian F, Bonnet P, Ledoigt G, Vian A (2007) Intercellular communication in plants: evidence for two rapidly systemic signals generated in response to electromagnetic field stimulation in tomato. *Plant, Cell and Environment*. 30:834-844.
3. Roux D, Vian A, Girard S, Bonnet P, Paldian F, Davies E, Ledoigt G (2006) Electromagnetic fields (900 MHz) evoke consistent molecular responses in tomato plants. *Physiologia Plantarum*. 128(2):283-288.
4. Vian A, Faure C, Girard S, Davies E, Hallé F, Bonnet P, Ledoigt G, Paladian F (2007) Plants Respond to GSM-Like Radiations. *Plant Signaling and Behavior*. 2(6):522-524.

**Co-génotoxicité d'un champ électromagnétique 1,8 GHz de type GSM sur des cellules humaines.****Co-genotoxicity of 1.8 GHz-GSM exposure on human cells.**

A. Perrin

CRSSA, 38000 LA TRONCHE, France  
aperrin@crssa.net

Introduction : A ce jour, les effets biologiques des radiofréquences observés, à de faibles niveaux de puissance, sont souvent difficilement reproductibles et il y a généralement discussion sur leur possible origine thermique ou artefactuelle. Bien qu'un effet très marqué soit exclu dans l'état actuel des connaissances, l'existence d'un effet faible ne peut toutefois être totalement exclu et ne pourra, du reste, jamais l'être totalement. La poursuite de recherches dans ce domaine se justifie par le nombre considérable de personnes exposées susceptible de conférer un impact important à un risque faible. C'est un ensemble d'études cohérentes qui permet de formuler une conclusion et de diminuer l'incertitude. Notamment, l'éventualité d'un rôle des RF dans le développement de cancers reste une préoccupation qui se traduit par des études in vivo (co-promotion), et in vitro. Contrairement aux radiations ionisantes, les radiofréquences (RF) n'ont pas l'énergie suffisante pour provoquer des cassures au sein des molécules et aucun mécanisme pouvant expliquer un tel effet biologique n'est actuellement décrit. Le mécanisme d'action d'un agent mutagène étant complexe et multistade, un effet des RF avec une étape intermédiaire pourrait modifier l'effet du mutagène (négativement ou positivement). Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est d'examiner l'action combinée d'une exposition radiofréquences (RF) à un signal de téléphonie mobile GSM et d'un agent mutagène connu sur l'ADN de cellules immunitaires humaines en culture. Deux méthodes ont été employées pour évaluer les dommages de l'ADN : i) la quantification du taux de cassures par le test des comètes basé sur l'analyse d'image de l'ADN du noyau, et ii) la mobilisation de l'histone H2AX phosphorylée et assemblée sous forme d'agrégats (foci), quantifiée par cytométrie en flux. Une importance particulière est dévolue à la dosimétrie pour déterminer la puissance absorbée par les cultures cellulaires ou DAS (densité d'absorption spécifique). Cette grandeur permet de situer le niveau d'exposition utilisé dans l'expérience aux normes (valeurs limites) en vigueur. Méthode : les expériences sont réalisées à la fréquence 1,8 GHz modulée à 217 Hz, sur des cellules humaines cultivées en suspension (monocytes, lignée THP-1) avec différents niveaux de puissance (DAS 2 à 16 W/kg et plus). L'incubation des cellules (boîtes de pétri) exposées ou non au champ électromagnétique est réalisée en chambres anéchoïques dans des incubateurs thermostatés spécialement conçus en plexiglas. Les expériences témoins (sham) sont faites en parallèle dans les mêmes conditions d'incubation et l'exposition est alternée d'une chambre à l'autre pour éviter un effet cage. Dans tous les cas, les cellules sont traitées par une substance mutagène connue : le 4-nitroquinoline-N-oxide (4-NQO) avec et sans exposition au rayonnement. Les températures des milieux sous exposition sont mesurées avec une sonde fluoro-optique. Une gamme de température est également testée sur les cellules avec la même dose de 4-NQO (sans exposition RF) pour déterminer l'influence d'un échauffement sur l'action du mutagène. La méthode d'estimation du DAS par calcul numérique (FDTD) est associée à des méthodes de mesures physiques au niveau des échantillons : mesure de champ électrique avec une sonde isotrope et mesures de température du milieu de culture avec un thermomètre à fibres optiques. Résultats - conclusion : un effet de l'élévation de température apparaît à partir d'une élévation de 6 °C, soit 43°C dans le milieu, lorsque la détection est faite avec le test des comètes. Par contre il est détecté à partir d'une élévation de 4°C, soit 41°C dans le milieu en utilisant la détection de l'H2AX. Par contre, quel que soit la méthode de détection des altérations du génome, l'effet induit par l'agent mutagène n'est pas significativement modifié par l'exposition à la fréquence 1,8 GHz-GSM pour des DAS variant de 2 à 16 W/kg. Les résultats d'expériences conduites avec des valeurs de DAS plus élevées sont en cours et seront disponibles lors de la conférence.

**Observation et identification des mécanismes athermiques des interactions entre le champ électromagnétique hyperfréquences et des porteurs de charges. Application à des systèmes biochimiques****Observation and identification of athermal mechanisms in the interactions between charge carriers and the rf electromagnetic field. Application to biomolecules**A. Fourier-Lamer<sup>a</sup> et O. Meyer<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Laboratoire d'Electronique et d'Electromagnetisme, 75252 Paris CEDEX 05, France; <sup>b</sup>Laboratoire de Génie Electrique de Paris-Supélec, 91192 Gif -sur -Yvette, France  
arlette.fourrier@upmc.fr

Les travaux rapportés dans cette communication ont été effectués au sein de l'équipe que j'ai créée, intitulée " Electromagnétisme des Milieux Complexes pour Dispositifs Micro-ondes " sur une dizaine d'années, d'abord au sein du Laboratoire de Dispositifs Infrarouge et Micro-ondes de Paris 6, puis après l'association de l'équipe au CNRS, au Laboratoire de Génie Electrique de Paris à Supélec(LGEP). A l'heure actuelle, ces travaux sont poursuivis dans ce dernier laboratoire, par O. Meyer, ainsi qu'au laboratoire d'Electronique et d'Electromagnétisme de Paris 6 (L2E) - que j'ai rejoint, depuis janvier 2009. Les collaborateurs sont : A. Loupy (CNRS Paris11), M. Delmotte (ENSAM, Paris), J.C. Lacroix (ITODYS, Paris 7), F. Maurel (ITODYS, Paris 7), N. Baumann (INSERM , La Pitié-Salpêtrière), J. Massoulié (CNRS, ENS, Ulm).

L'objectif premier, en collaboration avec les chimistes, fut de justifier la rapidité des synthèses de réaction chimique sous micro-ondes par rapport au traitement thermique classique, entraînant la sélectivité. Rompant délibérément avec la méthode classique de bilan thermique, nous nous sommes intéressés aux premiers instants d'application du champ électromagnétique, par exemple les 30 premières secondes, au cours desquelles la température macroscopique varie très peu, ce qui permettra plus tard de prévoir d'étendre notre méthode aux systèmes biochimiques, avant que la circulation sanguine n'instaure la régulation thermique. Notre équipe, formée d'électroniciens spécialistes de l'électromagnétisme aux hyperfréquences, curieux de la physique des matériaux, a choisi deux types de marqueurs de réaction, la fréquence de relaxation des dipôles électriques et la conductibilité des ions, ce qui correspond respectivement à la viscosité d'une solution contenant des dipôles (temps de relaxation) et à la diffusion des ions (taux de conversion), grandeurs utilisées par les chimistes. Ces deux marqueurs, fréquence et conduction, ont été mesurés grâce à une technique de caractérisation diélectrique très large bande, qui va du continu aux hyperfréquences avec le même échantillon placé dans une cellule unique, sur laquelle est aussi appliqué le champ micro-onde (de fréquence fixe et de grande amplitude) de transformation de la matière. Le champ électromagnétique à fréquence variable, de très petite amplitude, est alors considérée comme une faible perturbation Cette instrumentation originale fut dûment publiée par l'équipe, entre autres, dans la revue IEEE Transactions on Microwaves Theory and Techniques.

Le premier pré-requis fut donc d'identifier les dipôles de relaxation propres aux réactifs ainsi que les ions mis en jeu au cours de la réaction chimique, qui nécessitait ou non un catalyseur.

Nous avons observé que les variations de fréquence et de conductibilité étaient accélérées en présence de champ par rapport au traitement classique, c'est-à-dire que la vitesse de rotation des dipôles et de sauts d'ions était augmentée.

L'évolution de la fréquence de relaxation des dipôles et celle de la conductibilité des ions en fonction du temps, jusqu'au déclenchement de la réaction chimique, nous a conduits à introduire l'énergie transmise à chaque entité électrique pour une puissance incidente donnée, et d'en déduire que l'état de transition n'était pas le même qu'en traitement thermique classique, à savoir, la barrière de potentiel était abaissée, ce qu'avaient prévu les chimistes. Ceci n'a pu être identifié que parce que nous avons démontré que la barrière de potentiel chimique était la même grandeur que la barrière de potentiel de relaxation lorsque le dipôle électrique occupe le site réactif [1-6]. Nous avons donc supposé que l'entropie des systèmes était modifiée par le champ, en d'autres termes que la conformation des molécules était modifiée. Des travaux de modélisation en chimie quantique et mécanique moléculaire confirmeront cette hypothèse sous certaine condition de champ local.

Il est important de souligner que nos résultats ne concernent que les premiers instants d'application du champ : à terme, la thermique reprends ses droits.

L'application de nos résultats aux systèmes biochimiques a débuté en octobre 2007 avec un doctorant DGA de Paris 6, au LGEP, C. Gilbert, qui adapte l'instrumentation existante à la recherche des mêmes phénomènes athermiques [7] : accélération des porteurs de charges et modification de la barrière de potentiel chimique en présence d'un champ. La réaction chimique,

dont l'étude est envisagée, est l'hydrolyse de l'Acétylcholine (Ach) en présence d'un catalyseur, l'Acétylcholinestérase (AchE). Cette synthèse possède une formulation proche de celle de la saponification des esters que nous avons étudiée, mais présente des caractéristiques biologiques que nous devons prendre en compte : température macroscopique au voisinage de 37°C, présence d'eau à très forte permittivité, d'où un traitement de signal optimisé. Parallèlement, les travaux de modélisation d'une stagiaire, M. Janin, en chimie quantique, ont été effectués à l'Idodys en 2007. Elle a introduit à côté d'une accélération, la possibilité d'inhibition de la réaction, ce que nous serons aussi amenés à rechercher, par l'observation, dans ce cas, d'une augmentation de la barrière de potentiel de relaxation. D'autre part, à l'heure actuelle, pour valider les travaux théoriques de modélisation moléculaire, nous avons entrepris de distinguer le champ extérieur appliqué, du champ local moléculaire, compte tenu des forts champs dipolaires régnant dans le cerveau. Ces travaux devraient débiter au L2E en 2010.

#### CONCLUSION

L'application des résultats obtenus sur des systèmes non biologiques à des systèmes biologiques appartenant au cerveau humain, va dans le sens de la généralisation de l'utilisation du rayonnement hyperfréquence à différentes applications civiles et militaires qui entraînent l'interaction des individus avec ce dernier.

Le but de cette allocution a été de montrer comment des méthodes classiques apportées par des collaborateurs de diverses disciplines, pouvaient être appliquées à des molécules biologiques. Dans cette démarche, nous avons rassemblé différentes compétences, avec les moyens qui leur sont propres, pour travailler sur des molécules identiques.

La constitution d'un groupe de normalisation, travaillant sur les mêmes molécules biologiques, avec leurs moyens propres et leurs compétences, permettrait de confronter à la fois les effets et les mécanismes de l'interaction entre un système moléculaire biologique et le champ appliqué : il pourrait inclure des physiciens, des électroniciens, des chimistes expérimentaux et théoriciens ainsi que des biochimistes, couvrant alors les domaines in-vitro et in-vivo au niveau microscopique, à l'époque des nano-sciences.

#### BIBLIOGRAPHIE

Une vingtaine de publications ont illustré à ce jour l'ensemble de ces travaux dont certains ont été soutenus par des contrats publics. Nous en donnons quelques unes.

[1] S. Chevalier, "Nouvelle instrumentation appliquée à la chimie sous rayonnement micro-ondes. Aide à la compréhension d'une réaction de synthèse organique par caractérisation diélectrique sur une large bande de fréquences.", thèse de l'université de Paris 6, (2000). [2] S. Chevalier, O.Meyer, A.Fourrier-Lamer, A.Petit, A.Loupy, F.Maurel, "New instrumentation for the comprehension of chemical reactions under microwave and classical heating with the aid of a wide frequency band dielectric spectroscopy", Eur.Phys. J. AP 15, p 223-229, 2001. [3] O. Meyer, S. Chevalier, R. Weil, A. Loupy, F. Maurel A. Fourrier-Lamer, "Chimie de synthèse : paramètres diélectriques de systèmes isolés et de mélanges réactionnels Deuxième partie : saponification d'un ester en présence d'un catalyseur", Ann. Chim. Sci. Mat., 29 (4), p. 89-103, 2004 [4] O. Meyer, S. Chevalier, R. Weil, M. Delmotte, A. Loupy, A. Fourrier-Lamer, "Chimie de synthèse : paramètres diélectriques de systèmes isolés et de mélanges réactionnels. III : Traitement micro-ondes. Phénomènes athermiques", Ann. Chim.-Sci. Mat, 32 (5), pp. 461-485 (2007) [5] Meyer, M. Delmotte, J-C. Lacroix, R. Weil, A. Loupy, F. Maurel, A. Fourrier-Lamer, "How broad band (from radio frequency to microwaves) dielectric parameters describe synthetic chemical reactions", J. Phys. Org. Chem. 21, pp. 738-746 (2008). [6] A. Fourrier-Lamer, M. Delmotte, A. Loupy, J.C.Badot, R. Weil, O. Meyer, "Energie d'activation de relaxation. Energie d'activation de réaction chimique. Comparaison des énergies lorsque le dipôle électrique occupe le site réactionnel" Ann. Chim.-Sci. Mat, 33 (4), pp. 271-292 (2008) [7] C. Gilbert, C. Velly-Pareige, A. Fourrier-Lamer, O. Meyer, "Instrumentation pour l'observation de l'hydrolyse de l'acétylcholine sous champ micro-onde de puissance à 2.45 GHz suivie par caractérisation diélectrique large bande", Journée scientifique SFRP-CRSSA, La Tronche, 7 octobre 2008.

**Les plaintes en santé environnementale et la construction des risques****Complaints in environmental health and risks construction**

M. Calvez

Université Rennes 2, F-35043 RENNES CEDEX, France  
marcel.calvez@univ-rennes2.fr

Les questions posées par la radiotéléphonie peuvent être appréhendées de façon plus large dans le cadre de plaintes relatives à des questions de santé environnementale qui mettent en cause les effets d'installations de type industriel sur la santé par l'intermédiaire de vecteurs non visibles. La présentation prend appui sur des signalements d'agrégats de cancers et sur la mise en cause d'installations industrielles dans ces agrégats pour discuter de la façon dont les risques de santé sont construits par les personnes qui se sentent concernées et/ou menacées. La présentation aura pour objet de caractériser ces signalements et ce qui en fait la réalité pour les personnes concernées, et d'en souligner les questions qu'elles posent. On présentera les dynamiques sociales et culturelles qui conduisent à des signalements. L'argument est qu'elles ne sont pas réductibles à la seule présence de maladies, mais elles supposent des configurations locales et un contexte public qui permettent de faire de ces cas un problème de santé environnementale. On s'interrogera dans un deuxième temps, sur la façon dont ces signalements vont s'exprimer en termes de risques et les implications de cet usage du risque sur les façons d'appréhender les questions posées par ces signalements d'agrégats.

**Téléphonie mobile et risques pour la santé : connaissances, perceptions et comportement des Français.****Mobile phones and health risks : knowledge, beliefs and practices in France.**

V. Nguyen-Thanh et J.-B. Richard

Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé (INPES), 93203 Saint Denis, France  
viet.nguyen-thanh@inpes.sante.fr**Contexte et objectifs**

Le développement rapide de l'usage d'appareils émettant des ondes électromagnétiques (OEM) conduit la population et les experts à s'interroger sur leur impact sanitaire. En France, les pouvoirs publics ont organisé du 23 avril au 25 mai 2009 une table ronde sur les OEM, impliquant l'ensemble des acteurs concernés : Ministères chargés de la santé, de l'écologie et de l'économie numérique, leurs partenaires institutionnels, les associations, les opérateurs, les élus. 10 orientations ont été présentées à l'issue de cette table ronde, parmi lesquelles le projet d'une " campagne d'information sur l'ensemble des thèmes couverts par la table ronde ", conduite par l'Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé (INPES). Cette campagne devrait notamment viser à faire connaître et appliquer, au nom du principe de précaution, les gestes de protection préconisés par le Ministère chargé de la santé tels qu'utiliser une oreillette, éviter de téléphoner trop longtemps ou trop souvent... Afin de préparer cette campagne d'information, l'INPES a réalisé une étude quantitative, une étude qualitative et une analyse du discours des médias. L'objectif de cette triple étude est d'évaluer le niveau d'information, les inquiétudes, les comportements des Français par rapport aux risques liés aux OEM et en particulier à la téléphonie mobile, mais aussi de qualifier les comportements des Français, afin d'identifier des pistes et leviers en matière de communication.

**Méthode**

L'étude se décompose donc en trois volets : un volet principal, quantitatif, et deux volets plus qualitatifs (focus groupes et analyse du discours des médias).

**Volet quantitatif** L'institut Ipsos a réalisé pour l'Inpes une enquête par téléphone du 14 au 22 avril 2009 auprès d'un échantillon de 1505 personnes de 15 à 75 ans, représentatif de la population française. Cet échantillon a été construit de la manière suivante : 1303 personnes jointes sur un téléphone fixe sélectionnées selon la méthode des quotas (dont 250 personnes en liste rouge et 1053 personnes en liste blanche ), et 202 personnes ne possédant pas de ligne fixe, jointes sur leur portable (" portables exclusifs "). L'ensemble de la base a été redressée sur les données INSEE 2007. Certaines questions du Baromètre santé environnement 2007 de l'INPES, portant sur la téléphonie mobile, ont été reprises quasiment à l'identique dans le questionnaire 2009. Les réponses 2007-2009 à ces questions seront comparées, avec une certaine prudence toutefois au vu des différences de méthodes employées dans les deux études .

**Volet qualitatif** Le volet quantitatif a été complété par des entretiens qualitatifs pour mieux comprendre la perception des risques, la compréhension du principe de précaution et la relation de confiance avec les émetteurs d'information sur le sujet. L'institut Ipsos a organisé pour l'INPES 3 réunions de groupe de 2h30 et 15 entretiens individuels en face à face d'une heure. Une sociologue a fait pour l'INPES une analyse secondaire de ces entretiens.

**Analyse du discours des médias** L'Argus de la presse a analysé pour l'INPES 90 retombées presse et internet identifiées par la cellule veille média de l'Afset et correspondant à la période juillet 2007-mars 2009.

Les données du volet quantitatif serviront de fil rouge à la présentation, et seront illustrées par certains résultats extraits des deux autres volets.

**P.R.A.T. : Perception des risques liés à la téléphonie mobile et ses déterminants.****Risks perception associated to mobile phone and its determinants.**

S. Briancon<sup>a</sup>, D. Zmirou-Navier<sup>b</sup>, C. De Tychev<sup>c</sup> et V. Denny-Bas<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ecole de Santé Publique - Faculté de Médecine, 54505 VANDOEUVRE-LES-NANCY, France; <sup>b</sup>INSERM U 954 - Faculté de Médecine, 54505 VANDOEUVRE-LES-NANCY, France; <sup>c</sup>Université Nancy 2 - UFR Connaissance de l'Homme - Laboratoire de Psychologie, 54015 NANCY CEDEX, France  
valerie.denny-bas@nancy.inserm.fr

Introduction : La perception des risques est un phénomène complexe, multidimensionnel, résultant d'interactions entre les caractéristiques propres du risque et des facteurs individuels, démographiques, sociaux, psychologiques, culturels et cognitifs. Objectif : L'objectif principal est de comparer la perception du risque pour la santé liée à l'exposition aux radiofréquences des téléphones mobiles et des antennes relais, avec celle des expositions active et passive à la fumée de tabac et d'en identifier les principaux déterminants. Méthodes : Dans une première étape, un échantillon de 1.700 sujets représentatifs de la population de la région Lorraine a été interrogé par téléphone, afin d'obtenir une estimation de la fréquence des expositions active et passive aux radiofréquences et à la fumée de tabac et des craintes face à ces différents risques. Dans une deuxième étape, un échantillon de 284 sujets sélectionnés à partir de l'échantillon de l'étape 1 et d'un échantillon complémentaire ont été interrogés par le biais d'un auto-questionnaire rempli au domicile permettant d'explorer d'une part la perception des sujets sur onze qualités intrinsèques de l'exposition au risque sur des échelles visuelles analogiques de 0 à 10 : la contrôlabilité, le bénéfice attendu, l'incertitude quant aux résultats, la familiarité, l'hypothèse d'effets retardés, la réversibilité, le potentiel catastrophique, l'équité de la répartition du risque, la confiance envers les pouvoirs publics, la qualité et la fiabilité des informations disponibles, et d'autre part, des instruments de mesure des caractéristiques individuelles de nature psychologique :EYSENCK (névrosisme et extraversion), SPIELBERGER (anxiété trait et anxiété état), COHEN ((stress perçu), CARVER (coping ou stratégies d'ajustement face à une situation stressante). Résultats : La distribution des scores de danger attribués aux radiofréquences et au tabagisme est tout à fait différente avec des niveaux beaucoup plus élevés pour le tabac, et une majorité de scores moyens pour les radiofréquences. Les facteurs socio-démographiques influencent peu et de façon non indépendante les résultats observés. Pour chacune des 4 expositions, il existe un lien important entre la perception du danger et l'exposition à ce risque, la perception étant plus faible chez les sujets exposés que chez les sujets non exposés. La qualification des onze qualités du risque fait apparaître des différences systématiques opposant, d'une part les radiofréquences au tabagisme dans lesquels les niveaux de risque sont globalement plus marqués, et d'autre part, les expositions active et passive. Deux de ces onze qualités sont prépondérantes dans la construction du score de danger, le potentiel catastrophique et l'incertitude quant aux retombées de l'exposition. Après Ajustement sur les facteurs socio-démographiques, l'exposition et les qualifications du risque, le niveau d'anxiété est associé au score de danger de façon significative pour le tabagisme mais plus pour les radiofréquences, pour lesquelles la perception d'un potentiel catastrophique est l'élément le plus déterminant lui-même lié au niveau d'anxiété dans une probable chaîne causale. Conclusion : La perception des dangers liés aux expositions potentiellement à risque se construit différemment selon le type d'exposition. Les caractéristiques attribuées au danger sont un élément ne construisant que partiellement l'appréciation du danger dont l'explication doit être également recherchée dans d'autres caractéristiques individuelles et environnementales. La troisième étape d'investigation qualitative sur un petit nombre d'individus sélectionnés par rapport à leur perception du risque devrait apporter des réponses complémentaires à ces questions.



**Ondes électromagnétiques et médecins de ville - une étude faisabilité****Electromagnetic fields and medical practitioners - a feasibility study**

D. Salomon

Risques & Intelligence, 75005 Paris, France  
danielle.salomon@risques-intelligence.com

Le constat ayant été fait de l'implication d'associations de professionnels de santé sur le sujet de la téléphonie mobile, la recherche visait à préparer une enquête quantitative auprès des médecins de ville sur le sujet des ondes électromagnétiques. Quelques entretiens qualitatifs menés avec des professionnels de santé d'origine et de spécialités différentes ainsi qu'avec des spécialistes des ondes électromagnétiques ont permis de préciser le contenu du questionnaire. La question de la constitution des savoirs a figuré comme une question centrale. De façon récente des associations de médecins se sont impliquées sur les sujets de la santé ou la médecine environnementale. Parmi les différents sujets, figure la téléphonie mobile, en général pour soutenir le discours des associations qui défendent la possibilité d'un effet pour la santé des ondes émises par les antennes. Persuadés à divers titres que la dégradation d'un certain nombre d'indicateurs de santé est à trouver dans l'environnement, les discours des mouvements organisés de médecins soutiennent les lanceurs d'alerte. La profession des médecins est en revanche globalement peu engagée sur les thèmes de santé et d'environnement mais les ondes électromagnétiques suscitent le doute auprès de certains d'entre eux. A l'issue de ce travail, les hypothèses suivantes seront testées au travers du questionnaire mis au point. - Les médecins de ville ne sont pas des scientifiques et adaptent des savoirs appris à une grande diversité de pratiques et de spécialités. Ils apparaissent sensibles au sujet comme toute personne du grand public et leurs connaissances ne sont pas plus approfondies. Mais le doute est assez répandu. - Les questions des patients relatives à la téléphonie mobile sont peu fréquentes. Elles sont liées à l'actualité, sont d'ordre général ou concernent les enfants et le portable : les généralistes sont par exemple moins sollicités que les pédiatres. - Les médecins sont très occupés et ne consacrent du temps (notamment pour la formation) qu'à ce qui est prioritaire pour leur activité ou leurs choix personnels. La téléphonie mobile y figure très rarement. - Une pratique complémentaire de la médecine qui amène une approche holistique de la personne et de sa santé favorise l'idée d'effets des ondes, considérés comme étant encore méconnus. - Entre formations complètes, savoirs pragmatiques et plaquettes d'information, les demandes en matière de connaissance sur le sujet des ondes électromagnétiques sont variées. Mais la mise en place de telles formations, dans leur diversité soulève des difficultés de plusieurs ordres. - L'usage de petits détecteurs d'ondes permet de se faire une idée de la puissance des divers instruments électriques et également de rassurer les patients. Leur diffusion plus large est à approfondir.

### Source of Funding and Results of Studies of Health Effects of Mobile Phone Use: Systematic Review of Experimental Studies

### Source of Funding and Results of Studies of Health Effects of Mobile Phone Use: Systematic Review of Experimental Studies

A. Huss

University of Berne, CH-3012 Berne, Suisse  
a.huss@uu.nl

**Introduction:** Over the last decade, the use of mobile phones has increased rapidly. Mobile phones emit low-level radiofrequency electromagnetic fields. The absorption of radiation by the brain of users of handheld phones has raised concerns regarding potential health effects, but studies on this issue have produced conflicting results. Many of the relevant studies have been funded by the telecommunications industry and thus may have resulted in conflicts of interest. We performed a systematic review and analysis of the literature to examine whether industry involvement is associated with the results and methodological quality of studies.

**Methods:** We searched EMBASE, Medline, and the specialist database ELMAR in February 2005 and scrutinized reference lists from relevant publications. We included original articles that reported studies of the effect of controlled exposure with radiofrequency radiation from mobile phones on health related outcomes. Health related outcomes included e.g. electroencephalogram recordings, cognitive or cardiovascular function or subjective wellbeing and symptoms. Of all studies, methodological and reporting quality was assessed, as well as data on the source of funding and the reporting of potential conflicts of interest. The primary outcome was the reporting of at least one statistically significant association between radiofrequency exposure and a health related outcome. In September 2009, we updated our literature search in EMBASE, Medline, ELMAR and the EMF-Portal, and assessed sources of funding and the reporting of potential conflicts of interest statements in the publications. **Results:** We identified 59 studies in the first search (see Table 1). None of the 31 journals published a conflicts of interest statement. Studies with mixed funding had the highest study quality whereas studies with no reported source of funding did worst. Studies funded exclusively by industry reported on the largest number of outcomes but were less likely to report statistically significant results. This finding was not altered in analyses where we adjusted for the number or categories of reported outcomes, study design and quality or exposure characteristics.

In the update of the systematic literature search between February 2005 and October 2009, we identified 75 studies (Table 1). The percentage of studies that did not report on source of funding had declined slightly, whereas there were now more studies of mixed funding. 8 of 75 (11%) publications reported a conflicts of interest statement that reported that there were no conflicts. Of these 1 had industry funding, 2 had mixed, 4 had public funding and 1 did not report their funding source. Of the 7 publications that had authors with industry affiliation, none reported on potential conflicts of interest.

	Industry	Public	Mixed	Not reported	Total
Systematic review until Feb. 2005	12 (20%)	14 (24%)	11 (19%)	22 (37%)	59 (100%)
Feb. 2005 - Oct 2009	11 (15%)	12 (16%)	33 (44%)	19 (25%)	75 (100%)
Total	23 (17%)	26 (19%)	44 (33%)	41 (31%)	134 (100%)

Table 1: Reported sources of funding in studies on health effects from mobile phone use

**Conclusion:** Our first systematic review found that source of funding explained some of the heterogeneity in the results of different studies, and the results supported the notion that disclosure statements should be published, including statements indicating the absence of conflicts of interest. However, these are rarely reported.

**Acknowledgements:** This study was funded by intramural funds of the Institute of Social and Preventive Medicine of the University of Bern, Switzerland. I would like to thank Martin Röösl, Matthias Egger, Kerstin Hug, Karin Huwiler-Müntener and Lotte van Nierop for their contributions.

## AUTHOR INDEX

Ait Aïssa, S. ....	11	Haro, E. ....	11
Ammari, M. ....	12	Hours, M. ....	6
Angelini, E. ....	7	Hurtier, A. ....	11
Anquez, J. ....	7	Huss, A. ....	24
Athané, A. ....	11	Jacquet, A. ....	12
Bergeret, A. ....	6	Lagroye, I. ....	11
Bibin, L. ....	7	Lallechere, S. ....	14
Billaudel, B. ....	11	Lecomte, A. ....	12
Bloch, I. ....	7	Mann, S. ....	3
Bonnet, P. ....	14	Martin, E. ....	6
Boubekeur, T. ....	7	Massardier-Pilonchéry, A. ....	6
Briancon, S. ....	22	Meyer, O. ....	18
Brillaud, E. ....	12	Nguyen-Thanh, V. ....	21
Calvez, M. ....	20	Paladian, F. ....	14
Chauvin, S. ....	5	Perrin, A. ....	17
Davies, E. ....	14	Picard, D. ....	4, 5
Davis, C. ....	10	Poullietier De Gannes, F. ....	11
De Seze, R. ....	12	Richard, J.-B. ....	21
De Tychey, C. ....	22	Röösli, M. ....	9
Denny-Bas, V. ....	22	Roux, D. ....	14
Desreumaux, J.-P. ....	5	Ruffié, G. ....	11
Fouquet, L. ....	5	Salomon, D. ....	23
Fourrier-Lamer, A. ....	18	Taxile, M. ....	11
Galdeano, S. ....	5	Veyret, B. ....	11
Gamez, C. ....	12	Vian, A. ....	14
Geffard, M. ....	11	Wiar, Joe ....	11
Gibergues, M.-L. ....	5	Wu, T. ....	11
Girard, S. ....	14	Zmirou-Navier, D. ....	22
Goldberg, M. ....	8		