

Champs électromagnétiques des radiofréquences, exposition chronique et cancer : *Quid Novi* sur les études expérimentales ?

Période : mars 2011 à août 2011

Brahim SELMAOUI

INERIS – Unité Toxicologie expérimentale – Verneuil-en-Halatte

Mots clés : Cancer, Champs électromagnétiques, Exposition chronique, Radiofréquences

Le développement rapide des technologies de communication sans fil et leur utilisation croissante ne laissent « certainement personne indifférent » quant aux conséquences possibles sur la santé des individus. La question d'un effet potentiellement cancérigène des champs électromagnétiques radiofréquences (champs EM-RF) reste une question toujours d'actualité. Bien que le CIRC⁽¹⁾ ait classé cette année (2011) les champs EM-RF en groupe 2B, c'est-à-dire « possiblement cancérigènes » (Baan *et al.*, 2011), il n'en reste pas moins que les études expérimentales récentes menées dans des laboratoires ne concluent pas pour un effet cancérigène des champs EM-RF. Le développement et l'évolution rapide de ces technologies et la diversification des signaux (GSM, UMTS, Wi-Fi, etc.) entraînent une dispersion des études avec des différences dans l'intensité des champs utilisée, la durée d'exposition et la fréquence des rayonnements qui rendent la comparaison entre les études difficile et parfois inappropriée. Dans la présente note, l'analyse portera sur deux études dans lesquelles deux espèces différentes de rongeurs (souris et rats) ont été exposées à des signaux CDMA⁽²⁾ (849 MHz) et W-CDMA⁽³⁾ (1945 MHz) combinés afin d'évaluer l'influence de ces champs électromagnétiques sur l'incidence de différents types de tumeurs ou de transformations malignes chez ces deux espèces. Dans les deux études, la chambre réverbérante a été utilisée pour l'exposition des animaux aux champs EM-RF. Ce n'est que récemment que ce système d'exposition s'est révélé être un outil innovateur et remarquable pour l'étude de l'exposition des animaux aux champs EM.

Exposition chronique (1 an) des rats aux champs électromagnétiques à deux signaux combinés CDMA et W-CDMA

Jin YB, Lee HJ, Seon Lee JS, Pack JK, Kim N, Lee YS. One-year, simultaneous combined exposure of CDMA and WCDMA radiofrequency electromagnetic fields to rats. *Int J Radiat Biol.* 2011; 87 : 416-423.

Résumé

Les auteurs de cet article ont voulu savoir si une exposition chronique sur corps entier de rats (dite « corps entier ») à un champ EM-RF pourrait induire des effets néfastes sur leur santé. Il est à noter que plusieurs études se sont déjà penchées sur la toxicité d'une exposition chronique « corps entier » à un champ EM-RF mais avec un seul type de signal (Zimmerman *et al.*, 2009; Tillmann *et al.*, 2007). Les auteurs de ce travail ont donc testé l'effet d'une exposition chronique de deux signaux, le CDMA et W-CDMA, émis simultanément. Ceci devait permettre de rechercher si la combinaison des deux signaux CDMA et W-CDMA pouvait engendrer un effet délétère. Les animaux d'expérimentation (80 rats Sprague-Dawley (SD)) ont été divisés en deux groupes (exposés et témoins) eux-mêmes divisés en deux sous-groupes (mâles et femelles). L'exposition aux champs EM-RF a été réalisée sur corps entier dans des chambres réverbérantes (2295 mm x 2293 mm x 1470 mm) pendant 45 min/jour, 5 jours/semaine,

pendant 12 mois. Le débit d'absorption spécifique (DAS⁽⁴⁾) total était de 4 W/Kg (2 W/kg pour chaque signal). L'exposition a été réalisée le matin ou l'après-midi en alternance. La position des cages a été changée tous les jours. Après un an d'exposition, les animaux ont été sacrifiés. Plusieurs paramètres ont été étudiés : le poids corporel et celui de certains organes, des paramètres biochimiques (tels que la glycémie, le taux d'enzymes hépatiques, glucose, l'aspartate aminotransférase, l'alanine aminotransférase, la créatininémie, les protéines totales sériques, etc.), et, enfin, l'histopathologie de certains tissus et organes (cerveau, thymus, cœur, foie, poumons, rate, reins, ovaires, testicules, etc.). Concernant la mortalité, le poids corporel et le poids des organes, les résultats ne montrent aucune différence significative entre les animaux exposés et les animaux témoins. Des modifications au niveau du volume globulaire moyen et de l'hématocrite ont été observées chez les rats mâles exposés, mais pas chez les rats femelles. En revanche, une diminution significative de la LDH et de la bilirubine a été observée chez les rats femelles exposés. Il est fort probable que ces variations ne puissent être imputées à l'exposition aux champs électromagnétiques pour la seule raison que ces effets ont été observés, chez les rats mâles ou femelles et non pour les deux à la fois. Y aurait-il un effet genre ? Dans l'attente d'une reproductibilité de ces effets par le même laboratoire ou d'autres laboratoires dans les mêmes conditions, les auteurs concluent qu'une exposition chronique

d'un an aux champs EM-RF combinés de CDMA et W-CDMA dans les conditions citées ci-dessus n'entraîne pas d'effet significatif sur les paramètres d'intérêt étudiés. Les auteurs ont également surveillé le développement de tumeurs. Une tumeur mammaire a été détectée chez un seul rat femelle exposé et une tumeur cutanée de la peau chez un rat mâle témoin. Aucune autre forme de tumeur n'a été observée. Ces résultats suggèrent donc qu'une exposition chronique aux champs EM-RF de CDMA et W-CDMA combinés pendant un an, dans les conditions expérimentales étudiées, n'induit pas de tumeur.

Commentaire

Ce travail est intéressant dans la mesure où il traite de deux problématiques d'actualité. Avec le développement rapide des technologies de communication sans fil, nous sommes actuellement exposés à plusieurs types de signaux (GSM, UMTS, Wi-Fi, etc.). Il se pose donc deux questions: d'une part celle de l'effet combiné de ces signaux et d'autre part celle de leurs effets à long terme. Un autre point intéressant de cette étude est l'utilisation de la chambre réverbérante comme système d'exposition. Ces chambres présentent un champ EM homogène sur la plateforme d'exposition grâce à un brasseur. Ainsi, les expositions peuvent se faire en corps entier, sans contention. L'animal peut donc circuler librement dans sa cage tout en étant exposé à un champ RF homogène.

Le travail est de bonne qualité, les auteurs ont pris soin d'indiquer tous les paramètres importants d'exposition. Le système d'exposition est bien détaillé, ce qui permettra à d'autres auteurs de comparer leurs études ou de reproduire celle-ci facilement.

Développement de lymphome par exposition combinée et simultanée à deux signaux radiofréquences chez des souris AKR/J

Lee HJ, Jin YB, Lee JS, Choi SY, Kim TH, Pack JK, Choi HD, Kim N, Lee YS. Lymphoma development of simultaneously combined exposure to two radiofrequency signals in AKR/J mice. *Bioelectromagnetics*. 2011; 32 : 485-492.

Résumé

Les études cellulaires et sur animal entier en bonne santé n'ont pas permis de conclure à un effet cancérigène de l'exposition aux champs EM-RF. La question d'un éventuel effet de ces champs sur des individus sensibles ou prédisposés à développer un cancer reste cependant posée. Une souche de souris AKR/J a été largement utilisée comme modèle dans la recherche contre le cancer pour son incidence élevée de leucémie (60 % – 90 %). Les chercheurs coréens, Lee et ses collaborateurs (Lee *et al.*, 2011) ont donc utilisé cette souche afin de tester les effets cancérigènes de l'exposition aux champs EM-RF. L'exposition a été effectuée dans des conditions semblables à celles présentées dans l'article ci-dessus (Jin YB *et al.*, 2011). Les animaux (160 souris AKR/J (80 mâles et 80 femelles)) âgées de 5 semaines ont été exposés à deux types de signaux (CDMA) et (W-CDMA) pendant 45 min/jour, 5 jours/semaine, pour un total de 42 semaines.

Le DAS4 du corps entier pour les signaux CDMA et W-CDMA était de 2 W/kg chacun, soit 4 W/kg au total.

Les souris AKR montrent une incidence élevée de lymphomes spontanés qui sont pratiquement tous de type lymphocyte T et surviennent principalement dans le thymus chez des souris âgées de 6 à 12 mois (Furth *et al.*, 1933; Haran-Gher *et al.*, 1992). Ainsi les animaux entre 6 et 12 mois ont été examinés chaque semaine pour la présence d'une splénomégalie ou des ganglions lymphatiques. Les auteurs ont fait une analyse de la survie des souris (test du log-rank), de l'incidence du lymphome et de la splénomégalie (Anova) ainsi que des métastases des lymphomes déjà présents (test du Chi-deux). Aucune différence n'a été observée entre les souris témoins et les souris exposées aux champs EM-RF. Cependant, l'apparition d'infiltrations métastatiques au niveau du cerveau chez les souris porteuses de lymphomes a été significativement plus élevée chez les souris femelles exposées que chez les souris femelles témoins. Cette infiltration a été cependant moins importante chez les souris mâles exposées comparativement aux témoins. Puisque les résultats ne sont pas homogènes entre les groupes mâles et femelles, les auteurs suggèrent donc que l'effet observé chez les femelles n'est pas dû à une exposition aux champs EM-RF, et que des investigations doivent être menées pour en connaître les raisons. Par contre, l'apparition d'infiltrations dans le foie, les poumons et la rate n'ont pas montré de différences significatives entre les groupes exposés et témoins. À partir de ces résultats, les auteurs ont suggéré que l'exposition simultanée à des signaux CDMA et W-CDMA n'avait pas affecté le développement de lymphome chez la souris AKR/J.

Commentaire

L'utilisation des souris de souche AKR/J est pertinente. Cette souche représente un modèle intéressant permettant d'apporter un élément de réponse concernant la sensibilité aux champs EM-RF des espèces prédisposées au développement d'un cancer. À noter que le DAS utilisé dans ces études est supérieur aux valeurs limites d'exposition proposées par l'ICNIRP⁽⁵⁾ pour les humains (0,4 W/Kg pour une exposition en milieu professionnel et 0,08 W/Kg pour la population générale). Ce travail est intéressant, les auteurs ont bien détaillé la méthodologie de travail.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les résultats de ces deux études indiquent qu'une exposition chronique aux champs EM-RF dans les conditions expérimentales testées ci-dessus n'induit pas de cancer chez le rongeur. Bien sûr, ces résultats doivent être interprétés avec prudence et il faut se garder de généraliser ou d'extrapoler. Des différences dans l'intensité utilisée, la durée d'exposition, la fréquence, et l'inhomogénéité des champs appliqués peuvent conduire à des résultats différents. Il est donc nécessaire et utile de continuer des travaux de recherche visant à combler les lacunes dans les connaissances concernant les effets des champs EM-RF sur la santé.

Lexique

- (1) Circ: Centre international de Recherche sur le Cancer, fait partie de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS).
- (2) CDMA (Code-Division Multiple Access): cette technologie de modulation numérique est utilisée notamment pour les systèmes de téléphonie mobile dans les bandes de fréquences autour de 800 MHz et 1,9 GHz (GSM et UMTS). Comme le terme l'indique, la technique CDMA est une forme de multiplexage, qui permet à de nombreux signaux d'occuper un canal de transmission unique, optimisant l'utilisation de bandes passantes disponibles. Pour les deux études, les signaux CDMA utilisent une fréquence porteuse à 849 MHz et les signaux WCDMA une porteuse à 1945 MHz.
- (3) W-CDMA (Wideband Code-Division Multiple Access): c'est une technologie de communication sans fil de troisième génération (3G ou UMTS) qui utilise un canal de 5 MHz pour la voix et des données.
- (4) DAS: débit d'absorption spécifique. Énergie Quantité d'énergie absorbée par unité de masse. L'unité de mesure est le W/kg.
- (5) ICNIRP: Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants. Cette commission a rédigé des lignes directrices proposant des valeurs limites d'exposition pour la population générale et les travailleurs basées sur les effets connus et avérés des champs RF.

Publications de référence

- Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B et al.** WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *Lancet Oncol.* 2011; 12: 624-626.
- Furth J, Seibold HR, Rathbone RR.** Experimental studies on lymphomatosis of mice. *Am J Cancer.* 1933; 19: 521-604.
- Haran-Gher N, Peled A, Brichtman B et al.** Termination of the B cell lymphoma dormant state in thymectomized AKR mice. *J Immunol.* 1992; 148: 2947-2952.
- IARC,** Press release N°208, 31 May 2011.
- Tillmann T, Ernst H, Ebert S et al.** Carcinogenicity study of GSM and DCS wireless communication signals in B6C3F1 mice. *Bioelectromagnetics.* 2007; 28: 173-187.
- Ziemann C, Brockmeyer H, Reddy SB et al.** Absence of genotoxic potential of 902 MHz (GSM) and 1747 MHz (DCS) wireless communication signals: *In vivo* two-year bioassay in B6C3F1 mice. *Int J Radiat Biol.* 2009; 85: 454-464.

Revue de la littérature

- Dubey RB, Hanmandlu M, Gupta SK.** Risk of brain tumors from wireless phone use. *J Comput Assist Tomogr.* 2010; 34: 799-807. Review.
- Habash RW, Elwood JM, Krewski D et al.** Recent advances in research on radiofrequency fields and health: 2004-2007. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2009; 12: 250-288. Review.

Autres publications identifiées

- Oberto G, Rolfo K, Yu P et al.** Carcinogenicity study of 217 Hz pulsed 900 MHz electromagnetic fields in Pim1 transgenic mice. *Radiat Res.* 2007; 168: 316-326.
Cet article traite les effets des champs EM-RF sur le cancer, il utilise également des modèles transgéniques de souris (Pim1). Dans cette étude les auteurs ont essayé de reproduire les résultats de Repacholi et al. (Res Radiat.1997; 147: 631-640) qui ont signalé une augmentation significative des lymphomes après exposition au même signal RF de 900 MHz. Les résultats de cette étude ne suggèrent pas d'effet d'exposition au champ EM-RF sur l'incidence des tumeurs et donc les conclusions de M. Repacholi et al. n'ont pas été confirmées.
- Sommer AM, Bitz AK, Streckert J et al.** Lymphoma development in mice chronically exposed to UMTS-modulated radiofrequency electromagnetic fields. *Radiat Res.* 2007; 168: 72-80.
Cette étude utilise les souris transgéniques AKR/J pour évaluer les effets des champs EM-RF (avec le signal GSM900) sur le cancer. Les résultats ne montrent pas d'effets négatifs de l'exposition des souris AKR/J à des champs électromagnétiques GSM.
- Saran A, Pazzaglia S, Mancuso M et al.** Effects of exposure of newborn patched1 heterozygous mice to GSM, 900 MHz. *Radiat Res.* 2007; 168: 733-740.
Dans cet article des souris knockout Patched1 hétérozygote (PTC1 +/-), un modèle animal de tumeurs multiviscérales a été utilisé pour étudier les effets potentiels tumorigènes des champs électromagnétiques (champs EM) sur des souris néonatales. Les auteurs de ces travaux ne trouvent aucun effet tumorigène de l'exposition néonatale au signal GSM de RF sur le modèle étudié.

Mots clés utilisés pour la recherche bibliographique

Cancer, Chronic exposure, Electromagnetic field, Radiofrequency