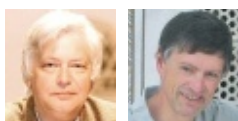


LES AUTEURS



Luc VERSCHAEVE fait partie de la Direction opérationnelle Santé publique et surveillance de l'Institut scientifique de santé publique de Bruxelles. Il est professeur de toxicologie à l'Université d'Anvers, en Belgique.

Jacques VANDERSTRAETEN est membre de la Cellule environnement de la Société scientifique de médecine générale, et collaborateur scientifique de l'École de santé publique de l'Université libre de Bruxelles.

Luc Verschaeve préside le groupe de travail Rayonnements non ionisants du Conseil supérieur de la santé belge, dont Jacques Vanderstraeten est également membre.

Site du Groupe belge BioElectroMagnetic, BBEMG : <http://www.bbemg.ulg.ac.be/>

à Los Angeles, a abouti à la même conclusion que celle publiée en 2000. Ainsi, on n'a pas mis en évidence d'effet cancérigène des champs magnétiques de très basses fréquences chez l'adulte ni chez l'enfant, hormis un risque de leucémie.

Peut-on évaluer cette augmentation du risque de leucémie chez l'enfant ? Il est statistiquement corrélé à l'exposition aux champs magnétiques de très basses fréquences, et ce, à partir d'une intensité d'exposition de l'ordre de 0,4 microtesla, valeur retrouvée, par exemple, dans les habitations situées à proximité des lignes à haute tension. Pour autant, soulignons bien que si l'on a trouvé une corrélation entre ces deux données, on n'a pu mettre en évidence aucun lien de causalité : on n'a pas pu montrer que ce sont les lignes à haute tension qui expliquent l'augmentation du risque de leucémie chez l'enfant.

Si cette causalité était avérée, ces champs seraient responsables, d'après l'Institut de matériaux et de mesures de référence néerlandais, de un cas de leucémie infantile supplémentaire par an dans une population de 35 millions de personnes. Notons que beaucoup d'autres facteurs sont connus ou soupçon-

nés de favoriser la survenue d'une leucémie chez l'enfant, par exemple les radiations ionisantes, certaines infections, les pesticides, l'exposition à divers agents chimiques, ou encore des facteurs de prédisposition génétique.

Ces champs magnétiques provoqueraient-ils d'autres effets sur la santé ? De nombreuses études ont été réalisées sur des cellules et des animaux de laboratoire. On y a recherché des effets autres que le déclenchement de cancers, mais les études n'ont pas révélé d'effets reproductibles. Dans l'ensemble, les études disponibles n'indiquent pas que les champs magnétiques de très basses fréquences perturbent la reproduction ou le développement des animaux (ou de l'homme), ni qu'ils puissent avoir un impact nuisible direct sur l'ADN, le patrimoine génétique de l'individu. En revanche, des incertitudes subsistent quant à une éventuelle potentialisation par ces champs de l'effet d'agents dont on sait qu'ils sont responsables de mutations ou qu'ils déclenchent des tumeurs.

Parmi les études réalisées sur des sujets humains, beaucoup ont porté sur l'hypermagnétisme aux champs électromagnéti-

LES EFFETS DES RADIOFRÉQUENCES EN FONCTION DE LA DOSE

Lorsque nous sommes exposés aux champs électromagnétiques radiofréquences, notre corps absorbe de l'énergie. La quantité d'énergie absorbée est fonction de différents facteurs tels que la densité de puissance, la fréquence, les vêtements que nous portons, etc.

Les radiofréquences peuvent provoquer des effets thermiques lorsque la hausse de la température corporelle est supérieure à un degré. Cet effet thermique est le seul que tous les scientifiques reconnaissent.

Dans le domaine des radiofréquences, on utilise le taux d'absorption spécifique, TAS, pour évaluer les doses. Ce taux correspond à l'énergie absorbée par unité de masse et de temps ; il s'exprime en watts par kilogramme. Il est égal au carré de la densité de courant (i) divisé par la masse spécifique du tissu exposé (ρ , exprimé en kilogramme par mètre cube) et par la conductivité électrique de ce

tissu (σ , exprimé en siemens par mètre). Comme l'énergie absorbée, E , est égale à i/σ :

$$TAS = i^2/\sigma\rho \text{ ou } TAS = \sigma E^2/\rho$$

Le taux d'absorption spécifique permet d'estimer l'augmentation de température (ΔT) due à l'absorption de cette énergie :

$$\Delta T = TAS / c_{th}$$

où c_{th} est la capacité calorifique spécifique du tissu, exprimée en joules par kilogramme et par degré.



Le taux d'absorption spécifique est donc une mesure de l'absorption d'énergie aussi bien qu'une mesure de l'augmentation de la température du tissu ou du corps exposé. Une augmentation de la température corporelle peut aisément expliquer la plupart des effets qui sont souvent attribués à tort aux champs électromagnétiques radiofréquences qu'utilise la téléphonie mobile.

Ce sont plutôt les effets non thermiques – sans augmentation de la température – qui font l'objet des débats sur les effets biologiques des ondes utilisées pour les téléphones portables. Aujourd'hui, la plupart des scientifiques reconnaissent la présence éventuelle d'effets non thermiques sans pour autant être convaincus de leur nocivité. C'est là tout le débat.

Pour évaluer les effets toxiques d'agents chimiques, les chercheurs utilisent souvent des

doses élevées de la substance testée, afin de pouvoir déceler plus facilement d'éventuels effets. Ensuite, ils extrapolent les résultats obtenus avec des doses élevées aux faibles doses auxquelles nous sommes exposés.

Pour la téléphonie mobile, c'est impossible, car les mécanismes d'action (s'ils existent) seraient tout à fait différents. Et aujourd'hui, on sait que l'on ne peut extrapoler les résultats d'expériences correspondant à des « doses élevées », où les effets thermiques prédominent, aux expositions réelles non thermiques. Seules les expériences réalisées avec des « faibles doses » auraient un sens, mais c'est précisément le domaine où les résultats restent controversés. Les expériences ne sont pas en mesure de montrer que les champs électromagnétiques radiofréquences utilisés en téléphonie mobile sont nocifs pour la santé.

ques (voir l'encadré page 132), sur le système immunitaire, le sang, la mélatonine (une hormone), le système cardio-vasculaire ou encore le système nerveux central. Malgré quelques effets transitoires ou peu significatifs, la conclusion générale est qu'il n'y a pas de preuves que les champs magnétiques de très basses fréquences puissent provoquer des effets néfastes sur la santé aux niveaux auxquels nous sommes typiquement exposés dans notre environnement quotidien.

Pourtant, des données récentes pourraient indiquer l'existence d'un autre risque ignoré jusqu'à présent. Depuis quelques années, des publications scientifiques font en effet mention d'une augmentation possible, mais non encore confirmée à ce jour, de maladies neuro-dégénératives, telle la maladie d'Alzheimer, chez les personnes exposées aux champs magnétiques dans le cadre de leur profession, ou chez les personnes habitant à proximité des lignes à haute tension. Il est encore trop tôt pour tenir compte de ces indications, mais elles imposent néanmoins une certaine vigilance, et la réalisation d'études complémentaires.

Ainsi, en ce qui concerne les lignes à haute tension, il existe un risque de leucémie infantile légèrement augmenté sans que le lien de cause à effet n'ait pu être établi et il faudra surveiller à l'avenir la prévalence des maladies neurodégénératives dans un tel contexte.

Les radiofréquences et la téléphonie mobile

Que peut-on dire d'une autre source de pollution électromagnétique : le radar, les ondes radio et télévision, les antennes relais, le téléphone mobile et le Wi-Fi, pour ne citer que quelques exemples d'applications permettant la transmission d'information par les ondes électromagnétiques ? Il s'agit ici de radiofréquences ou de micro-ondes. Les applications de ce type ne cessent de se multiplier, de sorte que l'exposition de la population aux champs électromagnétiques augmente.

Cette exposition aux fréquences radio (comme aux très basses fréquences) engendre une certaine anxiété, surtout si l'exposition est imposée et non volontaire. Cette anxiété est entretenue par des rapports scientifiques dont les contenus sont par-

fois controversés et discutables, tout autant que par des témoignages alarmistes et des discussions sans fin dans les médias. Dans le cas des radiofréquences, et plus encore que pour les champs électromagnétiques de très basses fréquences, il faut être très prudent quand on évalue les données scientifiques, notamment en raison d'une propriété fondamentale des radiofréquences (dont font partie les micro-ondes). En effet, contrairement aux champs électromagnétiques de très basses fréquences, les radiofréquences peuvent induire des effets thermiques dans un organisme exposé à des intensités de champ importantes.

Ces effets thermiques expliquent la plupart des effets biologiques recensés à ce jour. Ils résultent de l'augmentation de la température locale des tissus soumis à l'effet micro-ondes : la molécule d'eau est polaire, c'est-à-dire que ses charges électriques sont inégalement réparties. À la haute fréquence d'un four à micro-ondes, le dipôle ne peut suivre les oscillations imposées par le champ extérieur, à cause des frottements entre les molécules (dus aux liaisons hydrogène). Il s'ensuit un échauffement de l'eau. Divers mécanismes biochimiques en sont perturbés. Des mesures sont prises afin d'éviter une exposition à des champs d'une telle intensité. Ainsi, les fours à micro-ondes modernes sont équipés de plusieurs systèmes de sécurité afin de minimiser les fuites.

Quant aux antennes émettrices (stations de base GSM) et toutes les autres sources d'émission de radio- ou de télécommunication (Wi-Fi, par exemple), elles exposent à des intensités trop faibles pour causer le moindre effet thermique. Si, comme nous l'avons évoqué, on connaît les effets biologiques d'intensités suffisamment fortes pour entraîner des effets thermiques sur des cellules ou sur des animaux, on ne peut pas extrapoler ces résultats aux situations d'exposition non thermiques auxquelles nous sommes confrontés au quotidien.

Pourtant, ce pas est souvent franchi, généralement par ignorance. Il faut sans cesse rester vigilant, car beaucoup d'études présentent des biais (défaut de dosimétrie biologique, nombre de sujets, d'animaux ou de cellules insuffisant pour que l'expérience soit statistiquement significative, etc.). En outre, aucune étude n'est à elle seule suffisante pour qu'on puisse la généraliser : comme pour tous les sujets de recherche, les résultats d'une étude doivent être confirmés

✓ BIBLIOGRAPHIE

R. Baan *et al.*, Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields, *Lancet Oncology*, vol. 12, pp. 624-626, 2011.

L. Kheifets *et al.*, Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia, *Br. J. Cancer*, vol. 103, pp. 1128-1135, 2010.

R. Stam, Electromagnetic fields and the blood-brain barrier, *Brain Res. Rev.*, vol. 65, pp. 80-87, 2010.

A. Perrin *et al.*, Effects of radiofrequency field on the blood-brain barrier : A systematic review from 2005 to 2009, *Compt. Rend. Phys.*, vol. 11, pp. 602-612, 2010.

Interphone Study Group, Brain tumour risk in relation to mobile telephone use : results of the INTERPHONE international case-control study, *Int. J. Epidemiol.*, vol. 39, pp. 675-694, 2010.

G. Rubin *et al.*, Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly electromagnetic hypersensitivity) : an updated systematic review of provocation studies, *Bioelectromagnetics*, vol. 31, pp. 1-11, 2010.

A. Huss *et al.*, Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases : longitudinal study of the Swiss population, *Am. J. Epidemiol.*, vol. 169, pp. 167-175, 2009.

L. Kheifets *et al.*, Future needs of occupational epidemiology of extremely low frequency electric and magnetic fields : review and recommendations, *Occ. Environ. Med.*, vol. 66, pp. 72-80, 2009.

P. Zwiack, Vivre dans les champs électromagnétiques, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2009.

M. Crasson, Sommes-nous sensibles aux ondes ?, *Cerveau&Psycho*, n° 36, nov-déc. 2009.

A. Garcia *et al.*, Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease : a meta-analysis, *Int. J. Epidemiol.*, vol. 37, pp. 329-340, 2008.