

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.

LES PERSONNES ÉLECTROSENSIBLES

Un nombre croissant de personnes se plaint de symptômes non spécifiques qu'elles attribuent à une exposition aux champs électromagnétiques (lignes à haute tension, antennes GSM, etc.) et qui apparaissent à des niveaux d'exposition qui ne causent aucune réaction chez la majorité des personnes, et se situent très en dessous des recommandations internationales.

Dans certains cas, les personnes sont tellement affectées qu'elles s'isolent, sont contraintes de cesser de travailler et changent leur style de vie. D'autres personnes rapportent des symptômes moins graves, mais elles cherchent à éviter certaines sources de champs électromagnétiques. On parle souvent d'hypermensibilité à l'électricité, d'hypermensibilité électromagnétique ou encore d'intolérance idiopathique environnementale avec attribution aux champs électromagnétiques. Les symptômes peuvent être

variés : maux de tête, vertiges, accélération du rythme cardiaque, troubles intestinaux, fatigue, picotements, etc.

Malgré un grand nombre d'études en laboratoire ou en



milieu contrôlé, cette hyper-sensibilité n'est toujours pas clairement établie. La plupart des études sont négatives et ne permettent donc pas d'établir un lien causal, direct, entre les plaintes et l'exposition aux champs électromagnétiques.

Dans certains cas, il existe un effet nocebo manifeste, c'est-à-dire que ces personnes se sentent malades, parce qu'elles sont persuadées de la nocivité des champs auxquels elles sont exposées. Mais il serait imprudent de réduire toute plainte à un effet nocebo.

La plupart des études, dites de provocation, où l'on replace le sujet dans l'environnement supposé délétère, sont de courte durée et ne sont donc peut-être pas en mesure de mettre en évidence une réelle hypersensibilité. Un effet causal n'est donc pas établi, ce qui ne signifie pas qu'il ne faut pas prendre en compte les symptômes qui, eux, sont bien réels.

des études sur la fertilité, montrant que cette dernière est perturbée par les fortes intensités, génératrices d'effets thermiques.

Que dire du téléphone portable ? Plusieurs équipes ont fait des études épidémiologiques recherchant différents types de cancer du cerveau ou de la glande salivaire, puisque ce sont le cerveau et les zones voisines qui sont les plus exposés aux champs électromagnétiques quand on utilise son portable sans oreillette (notons que l'utilisation d'une oreillette éloigne la source des ondes radiofréquences du cerveau). Or ces études ont essentiellement fourni des résultats négatifs. Néanmoins, étant donné que l'introduction de la téléphonie mobile est relativement récente, il est trop tôt pour conclure quoi que ce soit quant aux effets à long terme. En effet, les études portant sur l'utilisation du portable et présentant une durée importante (plus de dix ans) sont encore peu nombreuses et leur durée reste encore insuffisante pour que l'on puisse fournir des informations parfaitement fiables et définitives. Le cancer et les tumeurs bénignes du cerveau sont des maladies qui se développent très lentement, et seules des études portant sur une vingtaine d'années ou plus permettront de clore définitivement ce débat.

© Shutterstock/leam

par d'autres. De surcroît, il faut pouvoir disposer d'études de différentes natures (épidémiologie, expériences en laboratoire sur des volontaires sains ou des personnes qui se disent sensibles aux ondes, sur des cellules et sur l'animal) et dans différents domaines de longueurs d'onde avant de pouvoir conclure quant à la présence ou à l'absence d'un effet biologique, quel qu'il soit.

En ce qui concerne les champs électromagnétiques de la téléphonie mobile, seuls les effets non thermiques, possibles mais très controversés, sont donc à prendre en considération. Malgré un très grand nombre d'études effectuées jusqu'à présent, les données actuelles ne permettent pas de formuler une conclusion définitive, comme l'ont montré différentes évaluations scientifiques. Les recherches réalisées *in vitro* ne permettent pas (pas plus qu'avec les champs électromagnétiques de très basses fréquences) d'identifier un mode d'action probable. Pourtant, les études portant sur le matériel génétique, la fonction immunitaire, l'expression des gènes et la

production des protéines, le stress oxydatif, les voies de signalisation dans les cellules et l'apoptose (ou mort programmée des cellules) ne manquent pas !

Le même constat peut être formulé quant aux études faites sur l'animal. On recherche l'influence des ondes radiofréquences sur la durée de vie, le poids corporel ou l'apparition d'une maladie, notamment d'un cancer. La cinquantaine d'études effectuées jusqu'à présent sur ces différents aspects et publiées dans des revues scientifiques de qualité montre que le bilan global est très nettement en faveur d'une absence d'effets. Une petite centaine d'études a également été publiée sur les effets possibles des champs électromagnétiques sur la barrière hémato-encéphalique (un filtre très sélectif qui protège le cerveau contre d'éventuels agents pathogènes contenus dans le sang), mais dans l'ensemble les résultats n'ont pas permis de déceler d'effets significatifs, sauf quand les animaux sont exposés à des intensités tellement élevées qu'elles produisent des effets thermiques. C'est également le cas

Les recommandations relatives aux radiofréquences

Étant donné les préoccupations du public et le nombre important d'études sur les effets biologiques des radiofréquences, le Centre international de la recherche sur le cancer a considéré qu'il était temps de faire un bilan sur les risques cancérigènes des radiofréquences. À cette fin, une trentaine de scientifiques issus de 14 pays différents se sont réunis du 24 au 31 mai 2011 au siège du CIRC, à Lyon.

Toutes les études épidémiologiques ont été prises en compte, mais celles de Lennart Hardell, de l'Université d'Örebro, en Suède, et celles réalisées dans le cadre du projet *Interphone*, auxquelles des laboratoires de 13 pays différents ont participé, ont pesé davantage que d'autres dans les conclusions du groupe de travail. L'étude *Interphone* n'a pas montré de corrélation entre l'utilisation d'un téléphone mobile et un risque accru de cancers, mais les personnes les plus exposées semblaient être