

Champs électromagnétiques, où en est-on?



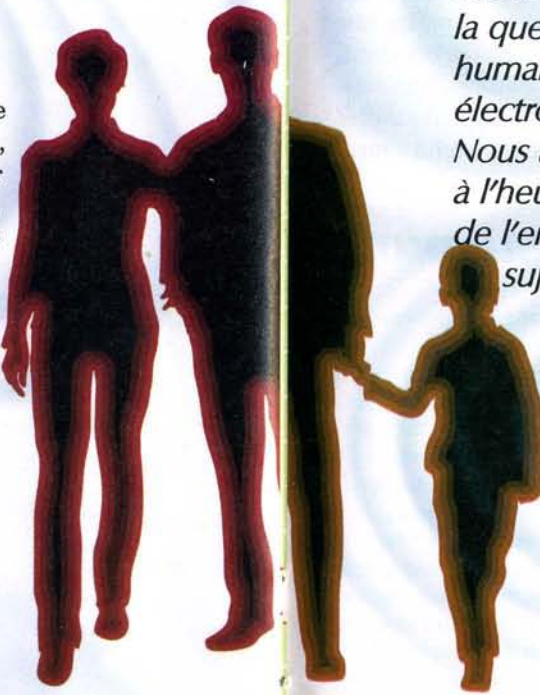
Q

ui se rase avec un rasoir électrique, voyage en TGV, téléphone avec un mobile – pis, dans sa voiture! –, connecte son ordinateur à une borne wi-fi, cuisine à l'induction, passe l'aspirateur, etc., c'est-à-dire une

large majorité de la population vivant au III^e millénaire, s'expose aux rayonnements électromagnétiques. À partir de quelle durée et selon quelle intensité l'exposition peut-elle avoir des effets nocifs sur la santé? Pour le moment, ces questions ne reçoivent que de vagues réponses. Les études scientifiques sont nombreuses, mais leurs résultats souvent contradictoires, à cause tantôt du manque de recul, tantôt des difficultés de mesures ou d'analyses, et des méthodologies différentes.

Des scientifiques parlent du principe d'attention (moins exigeant que le principe de précaution) pour conseiller aux consommateurs des aménagements dans leurs pratiques quotidiennes : il est facile, par exemple, de réduire son niveau d'exposition en éloignant, tout simplement, les sources. Sans pour autant verser dans la psychose... Certains tapissent leur maison de feuilles d'aluminium, censées stopper les rayonnements!

Parler de champs électromagnétiques (CEM) revient à englober toute une gamme de fréquences, entre 0 et 300 GHz. Des "extrêmement basses fréquences" du courant électrique 50-60 Hz, jusqu'aux "hyperfréquences" (à partir de 300 MHz) des périphériques Bluetooth, des émetteurs de télévision, de radio, de téléphonie mobile (GSM 900 et 1800, respectivement 900 MHz et 1800 MHz), des téléphones d'intérieur sans fil (DECT) et des fours à micro-ondes.



magnétiques,



Le développement des nouvelles technologies relance la question des effets sur la santé humaine des rayonnements électromagnétiques. Nous avons voulu faire le point, à l'heure où le Grenelle de l'environnement a remis le sujet sur le devant de la scène.



Les technologies sans fil ont la particularité de se situer dans des hautes fréquences. Leur profusion fait naître des craintes, puisque si ces rayonnements (comme tous les rayonnements non ionisants) ne se cumulent pas dans le temps, ils se cumulent à l'instant T par multiplication des sources. Les équipements électriques classiques, eux, émettent dans les basses fréquences, et ils se multiplient aussi.

180 millions d'appareils électriques et électroniques

à usage ménager, fabriqués en 2006.
Source : Éco-systèmes.

53 millions de téléphones mobiles fin 2007

Taux d'équipement chez les 12-24 ans : 91%.
Source : Arcep.

113 497 stations relais pour les télécommunications

400 bornes wi-fi dans les lieux publics à Paris.

Source : ANFR.

Tout appareil branché sur une prise de courant est émetteur de champs. Un champ électrique associé est induit en permanence, même hors fonctionnement. Il est proportionnel à la tension de la source à laquelle il est relié. Alors que le champ magnétique n'apparaît que lorsque le courant passe, et est proportionnel à l'intensité du courant. De là vient l'intérêt d'installer au tableau électrique un interrupteur de champs dit aussi rupteur bipolaire (dont nous parlions dans le dossier sur la maison à haute qualité environnementale d'octobre 2007). Dès que le dernier appareil ou luminaire est éteint dans la pièce à protéger, le boîtier coupe automatiquement la tension.

Les simples transporteurs d'énergie émettent également. Les questions ont ainsi d'abord porté sur les lignes à haute tension, qui induisent un champ important (basse fréquence) par le fait de transporter du courant à haute intensité et à haute tension. Aujourd'hui, ce sont les antennes relais de la téléphonie mobile qui inquiètent car elles émettent, par nature, un rayonnement dans les hautes fréquences.

Basses et hautes fréquences, des effets différents sur le corps humain. Précisons tout d'abord que pour les basses fréquences on identifie plutôt les champs magnétiques (en ampères par mètre), plus facilement observables (les champs électriques provoquent également des courants induits, à très haute intensité), alors que pour les hautes fréquences on se réfère plutôt aux champs électriques (en volts par mètre), plus simples à mesurer (les champs magnétiques existant aussi).

Dans le corps humain, les champs basse fréquence provoquent des courants induits qui peuvent interagir avec des éléments du métabolisme, soumis à des champs de même nature : circulation sanguine, terminaisons nerveuses, muscle cardiaque. Mais leur grande longueur d'onde rend le corps globalement très "transparent" à ces rayonnements. Inversement, les hautes fré-

quences sont moins susceptibles de "dialoguer" avec le métabolisme d'un être vivant, mais le bombardent davantage, le corps y est moins transparent (faible longueur d'onde) : les effets aigus seront plutôt de l'ordre de l'échauffement des tissus, voire de la brûlure dans un cas extrême (à très haute intensité). L'interaction des champs électromagnétiques de très haute fréquence (plusieurs GHz) avec le corps se concentre sur une petite épaisseur (le rayonnement est absorbé dans les premiers centimètres de tissus). Même si les effets biologiques de ces champs, eux, sont mal connus.

Les sources les plus importantes ne sont pas celles dont on parle le plus. En basse fréquence, on serait tenté d'incriminer d'abord les lignes à haute tension. Pourtant, malgré la forte intensité de courant qui circule à l'intérieur, le champ magnétique créé à proximité peut être inférieur à celui d'un...



Le procès

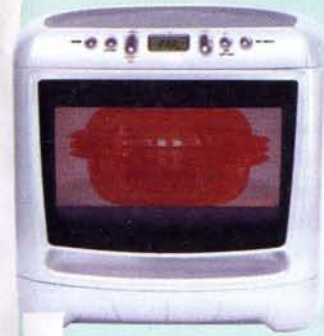
n ballast pas innocent.

Les ampoules de basse consommation, de même que les tubes, émettent des rayonnements électromagnétiques par leur ballast électronique. Ces circuits, caractéristiques de ces lampes, régulent la tension électrique entrant dans l'ampoule – ce qui optimise l'énergie consommée et accroît la durée de vie de l'ampoule.

À la différence des anciens dispositifs, ces ballasts procurent une lumière constante, sans papillotements, responsables de la fatigue visuelle.

Pourquoi une polémique aujourd'hui ?

Ces émissions étaient connues, mais le dossier a rebondi en septembre 2007 à l'occasion d'un communiqué



es fours à micro-ondes utilisent des rayonnements de haute fréquence, rayonnements absorbés par les aliments et transformés en chaleur. Un système de sécurité est prévu pour que le magnétron s'arrête automatiquement dès

Doit-on se méfier des fours à micro-ondes ?

l'ouverture de la porte. Mais il peut y avoir des rayonnements de fuite, même si les appareils sont systématiquement contrôlés et doivent respecter des limites en sortie d'usine. Il est recommandé de ne pas coller son œil à la porte pour surveiller la cuisson... L'étanchéité de la porte est très importante. Conformément à une norme internationale, les notices préconisent d'ailleurs un contrôle par l'utilisateur. En réalité, les fabricants reconnaissent que les consommateurs n'ont pas

les moyens de mesurer par eux-mêmes les fuites éventuelles de leur micro-ondes. Le Groupement interprofessionnel des fabricants d'appareils d'équipement ménager (Gifam) assure que les joints en silicone, extrêmement résistants, sont conçus pour durer toute la vie de l'appareil. Retenez qu'il ne faut pas utiliser un four qui a pu tomber et dont la porte a pu se voiler, ou dont le joint est endommagé. En cas de doute, sachez que les réparateurs agréés sont équipés d'instruments de mesure.

des lampes basse consommation

de presse publié par le Centre de recherche et d'information indépendantes sur les rayonnements électromagnétiques (Criirem), à la suite de mesures prises en Espagne chez un particulier se plaignant du dysfonctionnement de son stimulateur cardiaque. Cet organisme indépendant, présidé par Michèle Rivasi (ex-présidente de la Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité [Criirad]), a alerté sur les émissions déclarées importantes de ces lampes, incitant à les tenir à distance des lits et des tables de travail et mettant en garde contre le pic à l'allumage.

Les arguments en présence. Le fort appel de courant dure une microseconde et reste

au-dessous des valeurs limites réglementaires des basses fréquences, relativise le Syndicat de l'éclairage. En effet, l'Afsset a constaté que les mesures dans les champs proches (plus délicates que dans les champs lointains) n'avaient pas été réalisées selon les bons protocoles par le Criirem... qui ne le conteste pas. "La vocation du Criirem est de lancer des alertes, pas de donner des mesures officielles", a déclaré Pierre Le Ruz, docteur en biophysique et directeur scientifique du centre.

Les arguments à venir.

Le Syndicat de l'éclairage, l'Ademe, l'Afsset et le Criirem sont convenus, pour clore la polémique, d'engager une campagne de mesures rigoureuse sur le plan scientifique, et, éventuellement

dans un second temps, de se poser la question de l'évaluation de la dangerosité des lampes fluocompactes pour la santé. Le Syndicat de l'éclairage insiste sur le fait que les marques des fabricants d'ampoules qu'il représente (Osram, General Electric, Philips) ont été reconnues conformes à la réglementation (décret de 2002 et directive sur la compatibilité électromagnétique). Tout le monde a intérêt à ce que cette question soit tranchée rapidement, à l'heure où la disparition des lampes à incandescence est programmée pour 2010. Sans compter qu'un autre problème se pose : celui de leur collecte en fin de vie, pour éviter que le mercure qu'elles contiennent ne se dissémine dans la nature.

rasoir électrique placé près du visage, avec son moteur qui tourne rapidement (mais moins longtemps). Bref, il est très difficile de donner un ordre de grandeur.

Retenons que dans nos maisons nous recevons les champs des lignes électriques à haute tension passant à proximité, des transformateurs, des lignes électriques classiques, des circuits électriques résidentiels et, quelquefois à un niveau supérieur, des appareils domestiques. Parmi ces derniers, les plaques à induction seraient la source la plus importante selon *Le Guide de l'habitat sain*. Elles émettent à la fréquence du courant, mais aussi à la fréquence de 30 kHz, et à des puissances à la limite des recommandations en vigueur en Europe. *Sciences et Avenir*, dans un dossier de 2002 (épuisé), avait également publié des mesures épinglant les aspirateurs, les sèche-cheveux, les rasoirs électriques, les brosses à dents électriques et les halogènes.

En ce qui concerne les hautes fréquences, ce sont tous les appareils "communicants" qui sont en cause. *L'Ordinateur individuel*, en février 2007, fait état de 100 V/m à 1 cm d'un téléphone GSM, de 8,50 V/m à 20 cm pour un interphone pour bébé, 30 V/m à 1 cm pour un clavier et une souris sans fil, 1,20 V/m pour un routeur wi-fi, 0,10 V/m à 1 m pour un périphérique Bluetooth.

Un seuil à ne pas dépasser pour les antennes relais. Les limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques sont fixées en fonction de la bande de fréquences des ondes par un décret du 3 mai 2002. Ce texte reprend une recommandation du Conseil de l'Europe du 12 juillet 1999, et s'inspire des données de la Commission internationale de radioprotection sur les rayonnements non ionisants (ICNIRP). Les seuils fixés ont pour objectif de prévenir les effets d'une exposition aiguë de courte durée sur la santé, pas ceux à long terme, qui demeurent incertains. La Fondation santé et radiofréquences (www.sante-radiofréquences.org) a été créée pour étudier les répercussions de ces ondes sur la

Le Particulier pratique : Si des effets particuliers sur les enfants ont été relevés en basse fréquence, qu'en est-il en haute fréquence ?

Dans la gamme des radiofréquences, une éventuelle sensibilité spécifique des enfants a été suggérée par le rapport britannique Stewart en 2000. Le système nerveux central est l'un des tissus et des organes qui continuent à se développer durant l'enfance. La différence de taille et de morphologie de la tête, d'épaisseur du crâne, des propriétés diélectriques des tissus peut accroître l'absorption des radiofréquences dans la tête des enfants. La profondeur de pénétration relative est supérieure chez les enfants du fait de leur tête plus petite. En raison des incertitudes, le rapport britannique 2004 du NRPB préconise de limiter l'exposition des enfants de moins de 10 ans au téléphone mobile.

santé, et informer objectivement les citoyens des risques potentiels courus.

Pour les antennes relais, les niveaux de référence réglementaires fixés correspondent à des maximums d'exposition aux champs électriques (plus faciles à mesurer que les champs magnétiques). Ainsi, le pic d'exposition ne doit pas dépasser, pour les stations GSM 900, 41 V/m ; pour le téléphone DECT ou le GSM 1800, 58 V/m ; 61 V/m pour les ondes wi-fi ou Bluetooth dont la fréquence dépasse les 2 GHz. Ces limites sont définies sur la base des effets biologiques (thermiques et comportementaux) observés sur les animaux à des expositions 50 fois plus fortes.

Entretien avec Suzanne Déoux

docteur en médecine et coauteur de *Bâtir ensemble pour la santé des enfants* (à paraître)



Les normes actuelles vous paraissent-elles suffisantes ?

Les risques dépendent des fréquences. Les champs électromagnétiques ont des effets reconnus nocifs sur le corps humain lors d'expositions aiguës à des intensités élevées. La recommandation de 1999 (décret du 3 mai 2002 en droit français) limite ces pics, mais ne traite pas des possibles effets à long terme d'une exposition à de faibles intensités, car les données scientifiques sont considérées comme insuffisantes pour établir des valeurs limites. En 2007, l'Organisation mondiale de la santé a publié une nouvelle monographie concernant la santé environnementale liée aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse

fréquence (*extremely low frequency* [ELF]). Le principe de précaution y est suggéré pour réduire l'exposition des enfants. Et il y est conseillé aux autorités

“ L'électromagnétisme est un sujet complexe et délicat, il est plus facile d'inquiéter le public que de l'informer réellement ”

publiques un programme de mesures de champs de toutes les sources pour vérifier que les limites d'exposition ne sont pas dépassées pour la population en général et pour les travailleurs. Elle suggère aux urbanistes et aux industriels de mettre en œuvre des protections à faible

coût lors de la construction de nouvelles installations et lors de la conception de nouveaux équipements, y compris d'appareils électriques. Ce sont de réelles stratégies de diminution de l'exposition, même en l'absence de preuves sur l'existence d'un risque.

Avant tout projet d'implantation d'une antenne relais, les maires peuvent conclure des chartes avec les opérateurs. À Paris, la municipalité a négocié en 2003 l'application d'un indice particulier. Les opérateurs se sont engagés, dans la capitale, à ne pas faire dépasser un niveau d'exposition moyen en 24 heures de 2 V/m, un seuil à bien différentiel des niveaux exposés plus haut, qui considèrent un pic potentiel maximal.

Un panorama du rayonnement électromagnétique en France. Dans les chartes négociées entre villes et opérateurs, les exploitants des stations de base sont amenés à faire un état des lieux des installations présentes avec des campagnes de mesures. Ces données

sont rassemblées par l'Agence nationale des fréquences (ANFR) et mises en ligne sur son site (voir "En savoir plus"). La dernière synthèse remonte à 2007. La carte des mesures peut être consultée sur le site www.cartoradio.fr. En pratique, partout où une antenne relais est installée, les habitants de la ville ou du village peuvent faire mesurer gratuitement les rayonnements électromagnétiques à l'intérieur de leur logement. Il suffit de s'adresser au service municipal (à Paris, à la mairie d'arrondissement), qui répercute la demande sur les laboratoires accrédités par le Cofrac. Il faut compter un délai de trois semaines au minimum dans la capitale. Les opérateurs de téléphonie prennent en charge

ces frais, qui représentent, en moyenne, 1000 € (HT) par visite. Un laboratoire accrédité comme l'Apave confie être parfois sollicité aussi par les particuliers pour réaliser des mesures intégrales, y compris dans les basses fréquences.

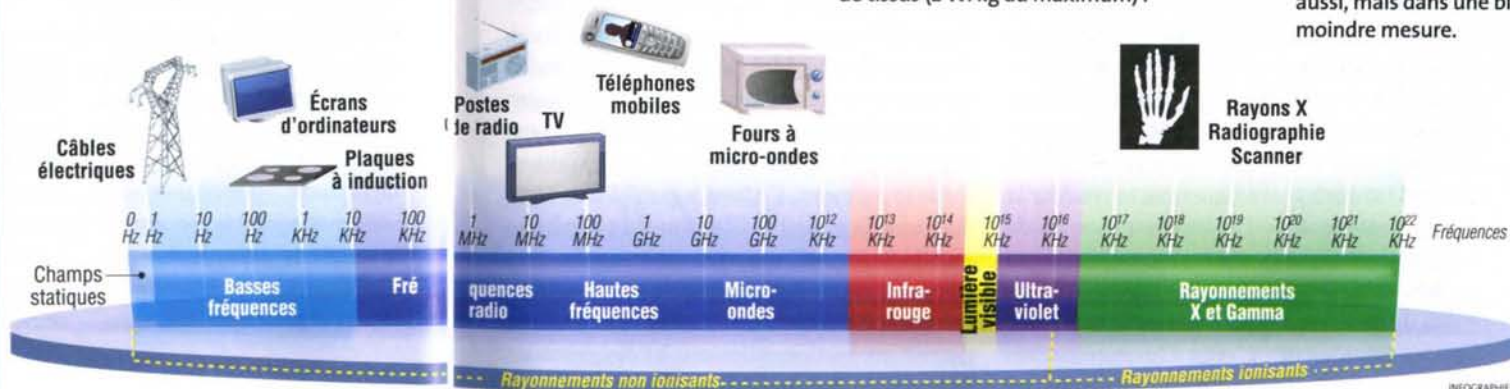
En effet, l'exposition quotidienne de la population à ces fréquences n'est pas suffisamment connue. C'est pourquoi, en 2007, dans sa monographie concernant la santé environnementale liée aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommande aux autorités nationales de réaliser des mesures des champs de toutes les sources. Il s'agit de vérifier si les limites d'exposition (fixées aussi par la réglementation de 2002) sont dépassées pour la population, notamment pour les travailleurs, de manière à établir un programme de protection. De même, pour voir ce qu'il en est exactement dans l'habitat, l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) est en train de mener une étude d'exposition individuelle aux champs magnétiques basse fréquence pendant 24 heures sur 15 volontaires à Champlan, dans l'Essonne. Les résultats seront publiés au printemps.

Des risques pour la santé? Une question en débat. Et ce, depuis une trentaine d'années. C'est à 1979 que remonte la première étude suggérant une relation entre l'exposition aux champs magnétiques 50 Hz et la survenue du cancer chez l'enfant. En 2000, deux synthèses ont conclu que des expositions moyennes à un champ magnétique de basse fréquence égal ou supérieur à $0,4 \mu\text{T}$ (microtesla) et le doublement du risque de leucémie chez l'enfant sont statistiquement corrélés. À la suite de cette étude, le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) a classé, en 2001, les champs magnétiques d'extrêmement basse fréquence comme "cancérogènes possibles pour l'homme" (groupe 2B).

Basses fréquences sur longue durée

Pour les lignes à haute tension et les transformateurs EDF, rien à faire... Mais pour les appareils électriques qui sont constamment en fonctionnement, le conseil est simple : il suffit de les éloigner car le champ électromagnétique diminue d'intensité en fonction du carré de la distance. Par exemple, un réfrigérateur ne doit pas être placé derrière la cloison où le lit est collé; le radioreveil branché sur une prise est à éloigner de la tête du lit.

Tout un spectre de rayonnements



Qu'elles rayonnent directement (le cas des antennes, en haute fréquence), ou se limitent à créer un champ électromagnétique (couplage d'un champ électrique et d'un champ magnétique) à

proximité (cas des lignes de transport d'électricité), toutes les sources électromagnétiques émettent autour d'elles des ondes électromagnétiques. Les caractéristiques de ces ondes varient selon

l'intensité du courant qui est en jeu, la tension à la source et les dispositifs utilisés (simple résistance, turbine, etc.). Il est difficile de donner une échelle de grandeur, l'important étant de savoir qu'elles diminuent

avec l'éloignement de la source. On les présentera donc simplement par leurs gammes de fréquences.

Source : Institut national de recherche et de sécurité (INRS).

Concernant les champs de haute fréquence, il n'existe actuellement pas de preuves d'une augmentation des cancers à proximité des émetteurs de radio et de télévision, et peu d'études ont été réalisées sur les stations de base, dont la puissance est inférieure. Le rapport Zmirou rendu à la Direction générale

de la santé en 2000 n'a pas retenu de risque pour la santé de la population vivant à proximité des stations de base, même s'il a recommandé de respecter une distance de sécurité de 100 m entre les antennes relais et les "bâtiments sensibles" tels les crèches, les écoles, les hôpitaux, au nom du principe

d'attention à l'inquiétude publique. Quant au Circ (agence de l'OMS), il tarde à publier la plus importante enquête épidémiologique (projet Interphone) menée dans 13 pays pour déterminer si l'exposition aux radiofréquences peut être associée à la survenue d'un cancer, faute de pouvoir produire une

Des aménagements pour limiter l'exposition aux rayonnements électromagnétiques

Basses fréquences sur courte durée

Certains appareils créent des champs de fortes intensités, mais sur une courte durée. C'est le cas des rasoirs, des brosses à dents électriques, des sèche-cheveux. De là à s'en passer...

Hautes fréquences sur courte durée

Éviter l'usage du GSM dans les zones de mauvaise réception, au cours des déplacements, car la puissance et l'exposition augmentent. Utiliser le kit mains libres, couper l'alimentation pendant la nuit et ne pas laisser l'appareil près du lit. Tenir le portable à distance des zones péri-ombilicales pour les femmes enceintes et des testicules pour les adolescents. Choisir le combiné offrant le débit d'absorption spécifique (DAS) le plus faible possible, lequel définit la dose d'énergie absorbée par le corps, et s'exprime en puissance absorbée par kilogramme de tissus (2 W/kg au maximum).

Hautes fréquences sur longue durée

Avant d'acheter un terrain ou un logement, se renseigner sur les antennes relais sur www.cartoradio.fr. Soyez conscient qu'un réseau wi-fi domestique expose aussi, mais dans une bien moindre mesure.

synthèse avec une signification claire. "Il est souvent difficile de conclure statistiquement compte tenu du faible nombre de cas et de l'existence de beaucoup de biais", relativise Olivier Merckel, chef de projet scientifique à l'Afsset, qui reconnaît aussi qu'il existe un véritable problème d'information lié à l'enseignement des sciences en général. "Il se vend des protections aux rayonnements sur des arguments à faire bondir tout physicien !" poursuit-il.

Des solutions magiques contre les champs électromagnétiques. Un petit tour sur Internet, et l'on se rend compte que le marché fourmille de produits destinés à lutter contre les CEM. Ainsi, le "stop-ondes", à accrocher à son téléphone portable, dont l'argumentaire s'appuie sur une théorie scientifique véridique mais inapplicable en pratique. Le procédé consiste à poser une antenne censée recevoir l'onde primaire émise par le téléphone, **antenne qui alors créerait une onde antidote grâce à l'opposition en phase à 180°**, tout cela pour réduire la nocivité des hyperfréquences et rétablir la balance corporelle... Le site www.memon.de propose toute une gamme d'harmonisateurs supposés "protéger contre les rayonnements négatifs accompagnant les radiations des téléphones sans fil". L'effet d'harmonisation est obtenu, d'un côté, par l'"interférence destructive" et, de l'autre, par le "décalage du niveau de polarisation vers le secteur de polarité positive". Du charabia pseudo-scientifique, selon l'Afsset. La société Nikken, qui ne commercialise ses produits que par "marketing relationnel", un mode de vente par réunions de type Tupperware, propose aussi tout un catalogue, avec un matériau dit "biocéramique". Semelles, patches, matelas, couverture, coussin... le kit complet Maison bien-être coûte entre 5 000 et 7 000 €! Les "hypersensibles aux champs électromagnétiques", une dénomination désignant les personnes qui se plaignent de maux de tête, de troubles du sommeil, de fatigue, de vertiges, sont souvent les plus attirés par

ces argumentations, qui leur promettent un remède. D'où la nécessité pour le grand public d'être parfaitement informé.

En attendant des études concluantes, la vigilance reste de mise. Le Grenelle de l'environnement, qui s'est tenu fin octobre 2007, met l'accent sur les radiofréquences, dont la principale source d'exposition provient des téléphones mobiles. Les effets à long terme de la téléphonie mobile ne sont pas connus. Au cours du premier trimestre 2008, une loi-programme doit inclure un chapitre dédié à l'électromagnétisme. Le gouvernement a confié à l'Afsset la réalisation d'une synthèse des études portant sur les éventuels risques sanitaires liés aux nouvelles technologies comme le wi-fi et le Wimax pour fin 2008. On commence à entendre des plaintes. La Mairie de Paris vient de déconnecter des bornes wi-fi dans quatre de ses bibliothèques, des employés souffrant de maux de tête. Mais les valeurs limites des émissions ne seront abaissées qu'à la lumière de nouvelles connaissances, apportées, le cas échéant, par de futures études concluantes. Pour le moment, l'Afsset a publié une série de conseils pour l'utilisation du téléphone mobile (voir p. 47) qui mettent en application la sacro-sainte règle de prudence en matière de champs électromagnétiques : l'exposition décroît proportionnellement à l'éloignement de la source. À chacun d'exercer une vigilance active et de se tenir bien informé.

Marise Sargis

En savoir plus

- **Recommandation** 99/519 du Conseil de l'Union européenne du 12 juillet 1999 relative à l'exposition du public aux champs électromagnétiques.
- **Décret** n° 2002-775 du 3 mai 2002 et arrêté du 8 octobre 2003 fixant les valeurs limites que ne doivent pas dépasser les CEM émis par les stations radioélectriques et les équipements terminaux radioélectriques.
- **OMS** : www.who.int/fr/.
- **Afsset** : www.afsse.fr.
- **ANFR** : www.anfr.fr.

Aménager

Isoler sa maison par l'extérieur

Le principe de l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) consiste à placer le matériau isolant du côté froid, à l'extérieur, plutôt que du côté chaud, à l'intérieur.

Une bonne protection de la maçonnerie et un meilleur équilibre thermique. Premier avantage de l'ITE, protéger le mur des agressions climatiques. Les écarts thermiques, le gel l'hiver ou le soleil l'été, sont supportés par l'isolant, pas par la maçonnerie. Les problèmes liés aux infiltrations d'eau de pluie sont réduits (décollements d'enduits, fissures, rouille des armatures...). Et surtout, l'isolation gagne en efficacité. En effet, les façades sont doublées de façon continue, tandis que, par l'intérieur, l'isolant s'arrête à chaque étage. Ainsi, les ponts thermiques sont supprimés.

En été, il faut du temps pour que la chaleur du soleil traverse l'isolant, puis le mur. Selon la nature de la maçonnerie, ce décalage (déphasage) peut atteindre jusqu'à 12 h. Ce qui permet d'échapper à la canicule de la journée et de profiter de la fraîcheur de la nuit en aérant. En hiver, c'est l'inverse, l'épaisseur du mur se trouve du côté chaud. Il est donc plus facile de conserver une ambiance confortable, à température et humidité constantes, le mur pouvant contribuer à réguler cette dernière.

Quatre solutions pour habiller un mur...

... avec des avantages spécifiques



p.50

En rénovation, un chantier d'exception...

... très exigeant dans la réalisation



p.52

Une mise en œuvre simplifiée dans le neuf...

... mais des constructeurs encore timides



p.54