

Interphone, la plus vaste enquête au MONDE

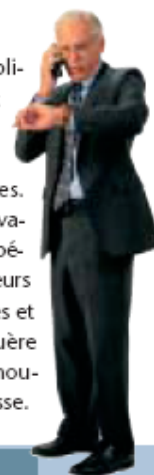
En matière de prévention des risques, l'épidémiologie – l'étude statistique des rapports entre une menace potentielle et ses effets réels sur la santé humaine – représente l'indispensable préalable à tout diagnostic sérieux. Mais pour qu'une telle analyse soit possible, il faut disposer d'un minimum de recul dans le temps et s'appuyer sur des constatations suffisamment larges et significatives. Pour la téléphonie mobile, l'ambitieuse étude *Interphone* a été lancée dès que ces deux conditions ont été réunies. On attend avec beaucoup d'intérêt ses premières conclusions globales, qui seront la première base de connaissances d'un débat objectif de précaution sur l'utilisation du téléphone portable.

Tout commence en 1998. L'usage de la téléphonie mobile est encore très récent mais il s'avère de plus en plus évident que cette invention va s'affirmer comme une mutation à la fois technique et sociétale majeure. Le portable va concerner, de manière individuelle, des centaines de millions de personnes. Deux grandes organisations internationales, l'ICNIRP⁽¹⁾, pour la définition des niveaux de protection en matière électromagnétique, et l'Organisation mondiale de la santé, se sentent directement concernées par cette innovation

technologique. Elles réunissent des experts mondiaux pour faire le point sur son impact potentiel. Que sait-on des conséquences et des risques possibles des radiofréquences EM engendrés par ces nouveaux appareils, placés en contact rapproché avec la tête, qui ont des propriétés très différentes de la téléphonie traditionnelle? A vrai dire, pas grand-chose.

Toutes les données épidémiologiques disponibles concernant l'exposition aux RF, portaient sur des populations restreintes, exposées pro-

fessionnellement (applications radar, milieux médicaux, etc.), mais dans des conditions totalement différentes. Les méthodologies d'évaluation de ces risques spécifiques étaient d'ailleurs peu unifiées, disparates et ne correspondaient guère à l'analyse de cette nouvelle invention de masse.



Des bailleurs de fonds multifformes

L'étude épidémiologique *Interphone* a véritablement pris corps en 2000, lorsqu'elle a reçu un appui financier substantiel de l'Union européenne: près de 3 850 000 euros pour quatre années à titre de projet sélectionné lors du cinquième programme-cadre. Cette dotation communautaire, complétée par des fonds nationaux, implique des participants danois, finlandais, français, allemands, italiens, suédois, norvégiens et britanniques, ainsi qu'une institution médicale israélienne. Quatre autres partenaires internationaux (Australie, Canada, Japon, Nouvelle Zélande) ont décidé de se joindre aux travaux, ce qui porte à 13 le nombre de pays couverts par l'enquête. Les compléments de financement sont également apportés via l'UICC (*Union internationale contre le cancer*). Ce dernier apport sert, en particulier, de courroie de transmission pour des fonds mis à disposition par deux organismes privés représentant l'industrie de la téléphonie portable, le *Mobile Manufacturers' Forum* et l'*Association GSM*. "Si cet appui matériel provenant de l'industrie est accepté, c'est sous une clause qui garantit de façon intransigeante la totale indépendance scientifique des études menées sous l'égide d'*Interphone*", souligne Elisabeth Cardis



Une méthode à inventer

“Dès cette époque, nous avons étudié la faisabilité d’une recherche baptisée *Interphone*, véritablement adaptée et concentrée sur un problème inédit, explique Elisabeth Cardis, directrice de l’Agence internationale pour la recherche sur le cancer (AIRC) – une filiale de l’OMS dont le siège est à Lyon (FR) – et coordinatrice de cette initiative. Des équipes de spécialistes, provenant de treize pays – l’enquête ne pouvait, en effet, prendre son sens que si elle était menée à une échelle très vaste pour éviter tout biais régional – sont tombées d’accord pour concentrer les recherches sur le développement de types bien spécifiques d’affections tumorales du système crânien: certaines tumeurs du cerveau (gliomes et méningiomes), les tumeurs des glandes salivaires (parotides) et du nerf acoustique (neurinomes), ainsi que les atteintes de tissus lymphatiques (lymphomes).”

Restait en second lieu à judicieusement choisir les populations étudiées par rapport à l’usage du téléphone mobile. Les contrôles ont été sélectionnés uniquement dans les zones où cette technologie s’est implantée de façon la plus précoce, de manière à avoir au minimum entre cinq et dix ans de recul. Si c’est par exemple le cas dans des parties assez étendues de l’Europe du Nord, ailleurs il a fallu se concentrer sur quelques grandes agglomérations qui ont été les premières équipées. De même, *Interphone* s’est limitée à une classe d’âge active de 30 à 59 ans, qui est celle où les chances d’une expérience à la fois déjà ancienne et continue avec la téléphonie portable sont les plus courantes.

Après sélection de tous ces critères, le potentiel statistique sur lequel les équipes ont commencé à travailler débouche ainsi sur un échantillon significatif: environ 6 000 personnes présentant des cas de gliomes et méningiomes (à un stade grave ou bénin), 1 000 cas de neurinomes du nerf acoustique et 600 tumeurs des glandes salivaires parotides.

Enquêtes et recoupements

Sur cette base, les chercheurs ont conduit une interrogation personnalisée et approfondie avec ces groupes témoins pour se rendre compte de la rétroactivité et de l’intensité de leur pratique de la téléphonie mobile. Des détails importants sont soigneusement notés. Peut-on, par exemple, déterminer quelle est l’oreille la plus systématiquement utilisée? Cet élément est précieux, en particulier pour cerner l’état du système acoustique et salivaire.

Ce travail de mémoire est recoupé avec les données disponibles de facturation auprès des opérateurs de services, les caractéristiques techniques des réseaux ainsi que des appareils utilisés. Enfin, une enquête personnelle plus élargie est menée pour détecter d’autres facteurs génétiques ou environnementaux susceptibles d’avoir interagi.

“Actuellement beaucoup d’enquêtes nationales ou régionales, finalisées ou en voie de l’être, sont rassemblées par l’AIRC, annonce Elisabeth Cardis. Quelques résultats partiels ont été communiqués par diverses équipes. Ils concluent tous à une absence d’effets, sauf un, publié par une équipe suédoise et concernant le neurinome du nerf acoustique (voir encadré). Mais les résultats d’*Interphone* n’auront de sens que lorsqu’ils auront été analysés et validés dans leur ensemble. Cette évaluation globale ne pourra pas intervenir avant 2006.”



En savoir plus

○ Elisabeth Cardis
cardis@iarc.fr

En savoir plus

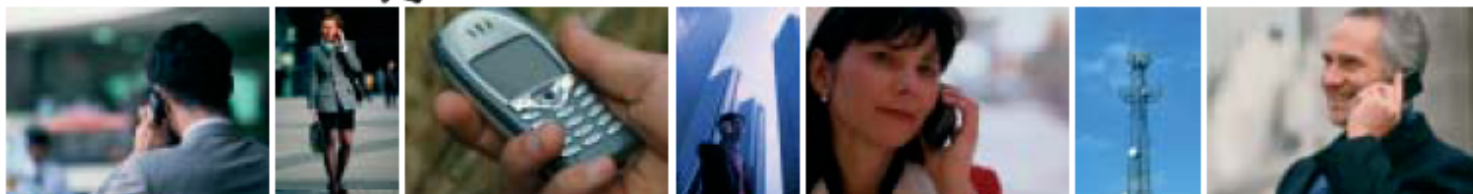
○ www.iarc.fr

(1) Commission internationale pour la protection contre les radiations non-ionisantes

L'énigme du neurinome suédois

En octobre 2004, l’Institut de Médecine Environnemental (IME) du célèbre Karolinska Institutet de Stockholm a diffusé un communiqué qui a jeté un certain émoi. Il révélait que l’examen de 150 cas de neurinomes – une tumeur bénigne survenant au niveau du nerf acoustique, très lente à s’établir et assez rare (estimée à un cas par an pour 1 000 000 personnes) – concluait à un risque doublé chez les utilisateurs intensifs du téléphone mobile depuis au moins dix ans. Détail troublant, le facteur de risque était multiplié par quatre si l’on prenait en compte le côté du crâne systématiquement employé pour porter l’appareil.

De l’avis même des chercheurs – qui n’ont cependant pas résisté à la publicité donnée à l’information –, ce constat doit être pris avec la plus grande prudence. Tout d’abord parce que l’échantillon analysé des porteurs de cette tumeur est mince. L’étude *Interphone* devrait fournir des résultats plus exhaustifs portant sur un millier d’examens de personnes atteintes de cette affection. La spécification de “au moins dix ans” (l’identification du risque augmenté n’ayant à aucun moment été décelée en dessous de cette période) indique peut-être aussi un problème de technologie. Les premiers téléphones en usage au-delà de cette limite de temps étaient de type analogique (NMT). “Rien ne nous permet d’affirmer que ces résultats à long terme concerneraient l’usage des téléphones digitaux de la génération GSM...”, précisent les chercheurs.



Le mobile nous met la puce

à l'oreille....

Lancé sur le marché il y a à peine dix ans et objet d'un succès sociétal autant que commercial extrêmement rapide, le téléphone mobile suscite aujourd'hui d'intenses recherches quant aux garanties de son innocuité pour la santé humaine. Pourtant, si l'on excepte les accidents de la circulation automobile pour défaut de concentration, aucun indice d'une quelconque nocivité n'a jusqu'ici été identifié.

Pourquoi, dès lors, un tel coup de projecteur sur ce risque sanitaire dont la réalité même ne repose sur aucun fait avéré? Sans aucun doute du fait même de la diffusion fulgurante de cette nouvelle technologie, utilisée aujourd'hui par 1,6 milliard de personnes, mais dont certains effets biologiques potentiels et à long terme souffrent d'un profond déficit de connaissances scientifiques. L'électromagnétisme sous toutes ses formes, naturelles ou créées par l'homme, est pourtant un phénomène qui n'a cessé d'être étudié par les savants et exploité par les ingénieurs, qui en ont tiré une profusion d'applications ne cessant de croître depuis un siècle. Il est, en particulier, à la base du développement galopant des télécommunications.

Traditionnellement la frontière de sécurité des effets des champs magnétiques sur la santé humaine a été fixée à la fameuse démarcation entre les ondes ionisantes et non ionisantes. Les conséquences biologiquement destructrices des fréquences électromagnétiques situées au-delà de la lumière visibles – des rayonnements ultraviolets jusqu'aux rayonnements radioactifs – ont été soigneusement identifiées et analysées durant des décennies à travers la discipline scientifique spécifique de la radioprotection. En dépit du danger, celle-ci a permis la maîtrise des applications de la sphère ionisante, tant pour la production de l'énergie nucléaire que dans le domaine médical – où leur développement a permis des progrès techniques considérables d'imageries et de thérapeutiques sophistiquées.

Mais une question a été singulièrement laissée en friche, à tout le moins jusqu'à il y a une vingtaine d'années: celle des influences sur le corps humain que peut avoir le grand smog électromagnétique non ionisant, diffus, mal contrôlé, aux puissances et fréquences croissantes, qui nous côtoie quotidiennement dans notre environnement domestique, urbain et professionnel.

Le téléphone mobile a sonné l'heure. L'heure de mettre les bouchées doubles pour évaluer les risques éventuels et, au besoin, y parer.... Il est temps d'en savoir plus, non seulement sur le petit appareil fréquemment "scotché" à nos oreilles, mais aussi pour tant d'autres nouvelles technologies et toutes les infrastructures qu'elles nécessitent. Ces interrogations interpellent d'ailleurs aussi des installations bien ancrées dans notre environnement, par exemple les lignes de distribution électrique à haute tension dont les riverains subissent la proximité.

Le grand bain

Pendant la quasi-totalité du 20^{ème} siècle, la salubrité des effets des champs électromagnétiques (EM) autres que

ceux relevant de la radioactivité n'a guère été analysée. Depuis 30 ans, le ton a changé, et l'on a commencé à s'interroger sur la protection contre les radiations non ionisantes. Mais de quelles protections faut-il s'armer alors que, jusqu'ici, les scientifiques s'accordent à constater qu'aucune évidence consistante et convaincante des altérations possibles de la santé humaine n'a pu être détectée, malgré la multiplicité des technologies qui accroissent le *smog* électromagnétique qui nous environne? Ils reconnaissent cependant que les données, tant au niveau des recherches de laboratoire que de l'épidémiologie et des mesures de l'exposition, sont très incomplètes et insuffisantes pour se prononcer avec certitude.

électromagnétique

L'électricité est une réalité invisible, mais bien tangible, qui se laisse transporter par des câbles conducteurs. La lampe s'allume, les moteurs en tous genres démarrent, la plaque de cuisson chauffe, le réfrigérateur refroidit, l'écran de télévision ou d'ordinateur s'éclaire, le téléphone sonne, la secousse électrique provoque une douleur instantanée au maladroit qui touche les fils.

Mais tous ces "courants qui passent" ont aussi, de façon inséparable du champ électrique oscillant leur donnant naissance, une composante cachée, extérieure aux conducteurs eux-mêmes et insensible. Ils provoquent, en effet, la création de champs magnétiques ayant la propriété d'induire, à distance, des polarisations des charges électriques présentes dans leur environnement proche.

Depuis les temps pionniers de la fin du 19^{ème} siècle où cette double réalité fut démontrée par le physicien Maxwell – père fondateur de toute la théorie de l'électricité –, cette conjonction fondamentale du champ électrique, nécessaire pour que le courant circule, et du champ magnétique résultant lorsqu'il transite, est combinée dans la notion unique d'électromagnétisme.

Le grand spectre commun et universel

Cette clé conceptuelle de l'électromagnétisme rend compte du déplacement de l'énergie, que ce soit dans la matière concrète d'un support conducteur ou dans l'espace immatériel. Elle a non seulement ouvert la porte au formidable essor de la maîtrise par l'homme des applications de l'électricité mais est devenue en même temps l'un des sésames les plus féconds de la physique moderne.

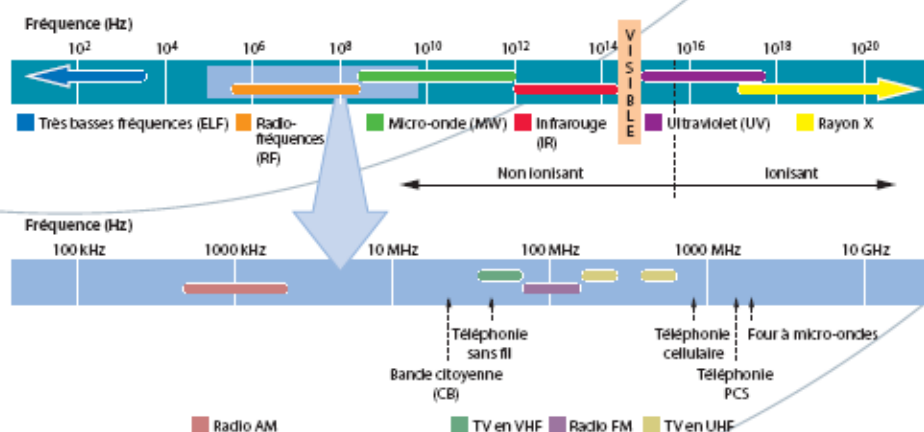
Elle permet de réaliser que l'Univers entier est, en effet, le siège d'une variété inouïe de modes de propagation d'ondes électromagnétiques oscillantes, qui peuvent se lire sur un gigantesque spectre de fréquences allant de zéro (cas du courant continu ou unidirectionnel) à 10²⁰ hertz⁽¹⁾.

Cette grille commune et unifiée des phénomènes vibratoires du monde atomique et sub-atomique englobe, dans ses sommets fréquentiels himalayens, le rayonnement cosmique, les phénomènes de la radioactivité (différenciés en rayons gamma et en rayons X), les caractéristiques de la lumière visible et des différentes couleurs qui la composent, sans oublier les immenses zones qui la précèdent et la suivent dans les zones de l'infrarouge et l'ultraviolet.

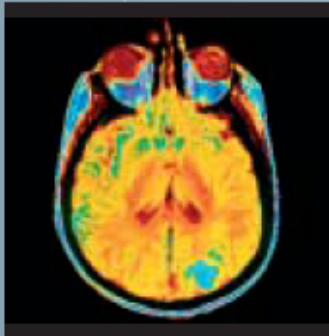
Et, dans cette continuité, c'est donc tout au bas de l'échelle que s'inscrivent les fréquences des applications électriques et électroniques inventées par l'homme. Celles-ci ont pourtant peu à peu gravi l'échelle des oscillations, à des fins des plus en plus diversifiées.

(1) Un hertz (du nom du physicien allemand contemporain de Maxwell) correspond à une oscillation ondulatoire par seconde. Dans une échelle inversée, on s'exprime aussi en longueur d'ondes (par exemple la classe "micro-onde") qui exprime la distance qu'elle parcourt durant un cycle d'oscillation.

Le spectre électromagnétique



Sur une gigantesque échelle logarithmique des fréquences, le spectre électromagnétique intègre aussi bien les phénomènes primordiaux de l'Univers (rayons cosmiques, radioactivité, lumière) que le développement de la civilisation électrique et les télécommunications inventées par l'homme.



Les "rayons", même s'ils sont potentiellement dangereux et placés sous haute surveillance, ont permis à la science de faire des progrès énormes dans la mise à jour des anomalies et des maladies et sont devenus, aujourd'hui, des techniques de diagnostic quotidiennes dont l'imagerie à résonance magnétique est une des plus poussées.

Le précédent de la radioactivité

En se propageant, les ondes électromagnétiques ont, par leur nature même, une influence électrique sur les atomes composant les objets, inanimés ou vivants, qu'elles rencontrent. On se rendit compte de ce phénomène lorsque les chercheurs pionniers de la première moitié du 20^{ème} siècle commencèrent à se passionner, souvent à leurs dépens, pour les propriétés de la radioactivité dont ils ignoraient encore le pouvoir potentiellement nocif au niveau biologique. Dans cette zone du spectre électromagnétique, le pouvoir de pénétration provoque des ruptures des liens atomiques, avec production d'ions. Sur le plan biologique, ceci se traduit par des altérations profondes de l'ADN. Ce groupe, placé sous haute surveillance, prit le nom de "radiations ionisantes".

Même si ce pouvoir pouvait être éminemment mortel, il n'en intéressait pas moins beaucoup la science pour les formidables services qu'il pouvait rendre. Durant la Première Guerre mondiale, à l'arrière des tranchées, Marie Curie mit ainsi toute son énergie à montrer que la radiographie X donnait un moyen sans précédent de "voir" les lésions osseuses des blessés. Elle fut emportée plus tard par les conséquences des rayonnements auxquels toutes les recherches de sa vie l'avaient exposée.

A partir des années 50, avec le développement de l'industrie nucléaire et l'introduction croissante d'applications à caractère radioactif dans la médecine ou d'autres disciplines, toute une science de la *radioprotection* s'est donc constituée pour étudier les effets des rayonnements ionisants, mettre au point des moyens défensifs les plus efficaces, définir les seuils limites d'exposition, tout en en tirant un parti maximum. Créée en 1965, l'IRPA (*Association internationale de radioprotection*) a commencé à jouer un rôle de forum mondial de confrontation et de dissémination des connaissances et de mise à jour des normes sanitaires de ces familles singulières des ondes ionisantes.

Les nouveaux venus non ionisants

Dix ans plus tard, les responsables scientifiques animant les travaux de l'IRPA se demandèrent si les préoccupations de radioprotection ne méritaient pas d'être étendues à d'autres parties du spectre électromagnétique, de plus en plus sollicitées par les technologies nouvelles – depuis la gamme des très basses fréquences de 50 hertz des réseaux électriques traditionnels à celle des radiofréquences de transmission de plus en plus élargies, jusqu'à l'entrée de la zone dite des micro-ondes et celle

Innocentes, les lignes à haute tension?

Dans la très basse fréquence des 50 hertz – norme généralisée de la grande distribution électrique classique dans toute l'Europe –, on a toujours considéré que toute retombée d'ordre EM était sans aucun danger pour la population. Nous sommes donc habitués à évoluer sous l'immense toile d'araignée des lignes à haute tension qui maillent les territoires, avec leurs noeuds de concentration plus serrés au départ des centrales et à l'arrivée dans les grandes zones urbaines. Certes, quelques voix s'élevaient parfois pour mettre en cause l'innocuité des puissants champs magnétiques engendrés par ce type d'autoroutes électriques qui, lorsque leur densité s'accroît, en viennent à avoisiner de près des zones habitées. Longtemps, faute d'études approfondies, ces inquiétudes n'avaient pas été prises au sérieux. Depuis une dizaine d'années, les experts se sont cependant interrogés sur un lien possible entre les cas de leucémies survenant chez des enfants nés et vivant durant de longues périodes à proximité de ces lignes. Des données parcellaires indiquaient une hausse possible des cas et il fut admis que, si cette tendance se confirmait, il fallait y voir "plus qu'un hasard".

En juin de cette année, le *British Medical Journal* a publié les résultats beaucoup plus approfondis d'une équipe de l'université d'Oxford. Celle-ci a entrepris un vaste travail épidémiologique comparant quelque 9 700 cas de leucémies d'enfants de moins de 15 ans comptabilisés en Grande-Bretagne avec la carte du réseau des hautes tensions et des quelque 22 000 pylônes correspondants. Le résultat, assez net, indique un risque de leucémie accru de 70% chez les enfants résidant à moins de 200 mètres des lignes. Prudents, les auteurs estiment que si une relation de cause à effet pouvait en être tirée, cela ne représenterait que moins de 1% des cas de leucémies infantiles dans le pays. La nature même de cette relation doit aussi être tempérée par le fait que l'étude globale de ces dernières révèle très généralement comme origine des altérations de l'ADN préalables à la naissance ou des facteurs environnementaux postérieurs importants, tels une exposition prononcée à des radiations ionisantes. Le chiffre d'augmentation de risque relevée par l'étude britannique, non croisée avec ces facteurs majoritaires, n'a donc qu'une valeur encore très relative. Mais l'on devrait, à l'avenir, rendre plus strictes les normes de distances admises pour les lignes électriques.

En savoir plus

○ www.greenfacts.org/power-lines/1-2/power-lines-3.htm#2

de l'infrarouge. Il existe, en effet, un lien direct entre la fréquence de l'onde et l'énergie transportée – et donc l'impact potentiel sur la matière.

En 1977, en synergie avec l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et le programme des Nations unies pour l'Environnement (PNUE), l'IRPA créa un premier *Comité international des rayonnements non ionisants* pour étudier et définir les critères d'hygiène relatifs à ces domaines très

GSM (Global System for Mobile communication).

Ces trois initiales, nées il y a près de 20 ans, concrétisent une longue et persévérante *success story* de l'Union. Cette réussite est le fruit d'une volonté de coopération constructive et intense entre les entreprises technologiques de la téléphonie et de l'électronique (établie dans le cadre de l'initiative EUREKA), les organisations nationales de télécommunication des pays européens et les institutions de l'UE (Commission, Conseil et Parlement européens). Tous ces acteurs ont largement contribué à la réussite des efforts d'harmonisation nécessaires pour que la norme GSM puisse s'épanouir sans se heurter aux obstacles des frontières. La téléphonie cellulaire GSM dessert aujourd'hui 1,6 milliard d'utilisateurs dans le monde.



Depuis deux décennies, on assiste à l'explosion et au croisement incessant de signaux électromagnétiques les plus divers.

étendus. En 1992, ce Comité fut détaché de l'Association pour devenir la *Commission internationale pour la protection contre les RNI* – en initiales anglaises ICNIRP – une instance scientifique indépendante chargée de la coordination mondiale sur ces questions. Ce champ de recherche, resté très ou trop longtemps en friche, a donc commencé à prendre corps, mais en partant de connaissances très limitées.

Le quotidien électrique

A priori, cette tâche de protection attribuée à cette organisation encore fraîchement créée, relève d'un gigantisme qui peut laisser perplexe. Dans la société du "tout électrique" où nous sommes plongés, comment imaginer de s'inquiéter – aucun indice ne le justifierait à ce jour – des innombrables champs électromagnétiques à très basse fréquence induits par la multiplicité des appareils que nous utilisons dans la vie privée ou professionnelle, par les transports électriques, ainsi que par les câblages qui les alimentent. Un consensus très général existe sur la non nocivité de ces champs, dont les mesures d'induction magnétiques et de faible portée dans l'espace doivent respecter des normes fixées à des niveaux très bas.

L'influence des champs est cependant nettement plus étendue et intense lorsque les courants atteignent des valeurs élevées, demandant des nor-

mes de distances plus spécifiques. C'est le cas, par exemple, dans certaines applications industrielles hautement énergétiques ou aux points névralgiques des réseaux que sont les centrales, les postes de transformation ou lignes électriques à haute tension. Ces dernières sont, de fait, l'objet d'un débat quant à leur effets sanitaires potentiels – effets que de récentes recherches tendraient à confirmer (voir encadré p.5).

L'envahissement des ondes

Un autre domaine clé est, par ailleurs, lié au développement des télécommunications. Ici aussi, la mise à profit des capacités de transmission des ondes électromagnétiques ne date pas d'hier. Pendant la première moitié du 20^{ème} siècle, la maîtrise de l'émission et de la réception de ces ondes baptisées *hertziennes*, dans une gamme de 300 KHz à 300 GHz, a assuré la naissance et le développement de la radiodiffusion, puis de la télévision.

Au fil du temps, cette montée en puissance des télétransmissions "sans fil" s'est aussi affirmée en remontant de plus en plus dans l'élévation dite des "radiofréquences" et en donnant, par exemple, dès la Seconde Guerre mondiale l'invention du radar. Depuis deux décennies, ce croisement incessant de signaux électromagnétiques les plus divers est en train d'exploser. Avec la multiplication des télécommandes, le WiFi ou

Une tour de contrôle des connaissances

Lancé en 2004, le nouveau réseau européen EMF-NET (*Electromagnetic Fields Network*) a pour objectif de coordonner, d'évaluer et d'interpréter les recherches de plus en plus nombreuses sur les effets potentiels sur la santé des champs électromagnétiques non ionisants, et notamment en matière

de téléphonie mobile. Il rassemble les meilleures équipes scientifiques européennes travaillant dans les Etats membres ou dans des coopérations appuyées par l'Union.

De la pénurie qui existait au départ, on passe de plus en plus à l'abondance, sinon à son excès. Un peu partout, le flot de résultats et de données s'égrenent en publications nouvelles, en communiqués de presse, en avis d'agences sanitaires autorisées. Dans l'ensemble, ce fleuve en crue suit son cours dans un sens très généralement rassurant. Cependant s'y mêlent aussi quelques bémols, des écarts d'incidences à élucider, des domaines nouveaux demandant d'être investigués, des recommandations de prudence – telles celles qui concer-

nent, par exemple, l'usage excessif du téléphone mobile par les enfants.

Comment s'y retrouver? Le premier service à rendre concerne la communauté scientifique elle-même. "L'action de coordination EMF-NET constitue d'abord une sorte de tour de contrôle de la recherche, au sein de laquelle les principaux acteurs européens actuellement impliqués dans ces questions précises peuvent se concerter de façon structurée", souligne Paolo Ravazzani, animateur du nouveau réseau. Nous éditons ainsi une newsletter spécialisée qui procède à un balayage de cette information croissante en l'ancrant dans ses fondements interdisciplinaires les plus sérieux."

En savoir plus

- Commission internationale pour la protection contre les radiations non ionisantes
<http://www.icnirp.de/>
- Organisation mondiale de la santé (Site sur les champs EM)
<http://www.who.int/peh-emf/en/>
- GSM World homepage. An industrial association for mobile telephone operators
<http://www.gsmworld.com/gsm europe/index.shtml>

Le Bluetooth, il a envahi notre quotidien domestique ou professionnel. Nous sommes soumis en permanence à des pluies de faisceaux satellitaires. Dans les magasins ou les lieux de transit de voyages, nous passons de plus en plus souvent devant des installations de sécurité (antivol, contrôles de contenus, etc.) dites à rayonnement EM pulsé.

Le questionnement des mobiles

Mais, sans conteste, le sommet des innovations dans ce domaine est l'arrivée de la téléphonie mobile et son succès foudroyant. Phénomène de société de notre époque, elle s'étend à toutes les classes d'âge – à commencer par les plus jeunes – et à toutes les catégories sociales. Opérant à des niveaux d'intensité et de fréquences d'usage courant par rapport à l'environnement électromagnétique dans lequel nous sommes déjà plongés, cette technologie n'a guère soulevé de prime abord de questionnements originaux.

A deux exceptions près, toutefois. D'abord en raison de la mise en place précipitée de l'infrastructure de réseau de transmission, de plus en plus imbriquée au tissu urbain, nécessité par son essor. Au départ, c'est sur ce dernier point que les inquiétudes et les plaintes ont d'abord porté. Les nombreuses études scientifiques menées à ce sujet s'accordent cependant toutes pour conclure que les effets de voisinage de ces instal-



©Nasa

liées au rayonnement du soleil, dont les effets dangereux ont été largement attestés. L'ignorance insouciance du bronzage estival est désormais combattue par une information de précaution, très médiatisée auprès du public.

Dans la foulée des recherches sur les radiations ionisantes, le domaine spécifique des ondes ultraviolettes a également soulevé davantage d'attention en relation avec les nombreuses recherches sur les cancers de la peau. Ces radiations ne proviennent guère d'applications techniques – mis à part les bancs solaires – mais sont

lations, bien qu'à surveiller, ne posent pas de risques nouveaux particulièrement inquiétants. Tout au plus s'ajoutent-elles à la densité déjà grande des sources rencontrées dans l'environnement, sans constituer un facteur aggravant notoire.

Par ailleurs, par la nature même du *modus operandi* de son usage, collé au conduit auditif, et donc d'une proximité toute particulière avec les organes primordiaux du cerveau humain, la téléphonie mobile pose cette fois aux scientifiques un problème inédit.

En quelques années, le problème de l'exposition croissante aux champs magnétiques quotidiens a pris une telle ampleur qu'il constitue un domaine d'investigation de plus en plus prioritaire. Face à ce défi, plusieurs recherches européennes ont été mises sur pied depuis quelques années, en particulier dans le domaine du système auditif, de la biologie cellulaire et de l'épidémiologie (voir pages suivantes). Et, depuis 2004, l'Union est dotée d'un réseau scientifique de coordination EMF-NET (*Electromagnetic Fields Network*), centré sur la sécurité de la téléphonie portable et des autres technologies à incidence électromagnétique. EMF-NET vise à canaliser l'accumulation des résultats scientifiques et à en donner des interprétations aussi fiables qu'indépendantes (voir encadré ci-dessous).

L'enjeu clé de l'interprétation

Mais la principale ambition de EMF-NET est l'interprétation. Comment évaluer la signification de telle ou telle annonce émanant d'équipes restreintes de chercheurs, de résultats certifiant l'absence d'effets, ou au contraire indiquant des possibilités de leur existence? Quelle "opinion scientifique" peut-on en déduire et quelle fiabilité peut-on leur donner?

"EMF-NET a adopté un mode conjoint d'évaluation des données d'études et de recherche par des groupes techniques composés d'experts membres du réseau. Ces groupes de travail sont chargés de fournir à la Commission européenne et aux autorités sanitaires des notes d'information et des rapports

d'interprétation. En cas de demandes précises et urgentes des responsables politiques, nous avons aussi un système de *fast response team* qui permet d'apporter des informations et des commentaires succincts sur les connaissances disponibles sur tel ou tel sujet apparaissant dans l'actualité."

Si le réseau ne vise aucun objectif de recherche à proprement parler, il se donne cependant des missions de prospective et de veille scientifique et technologique dans plusieurs domaines – et, bien entendu, dans tous les développements des technologies émergentes. "L'attention est loin d'être concentrée uniquement sur les seules questions très médiatisées de la téléphonie. Outre les problèmes de protection générale du public à tous les

niveaux de la vie domestique et urbaine, nous voulons mettre au premier plan l'accent qui doit être davantage porté aux effets et aux risques sanitaires dans une très large gamme des occupations professionnelles, qu'elles soient industrielles, médicales ou dans d'autres activités de service. Un autre aspect important est la problématique de la perception et de la communication des risques."

Contact

- Paolo Ravazzani, Istituto di Ingegneria Biomedica, Consiglio Nazionale delle Ricerche
paolo.ravazzani@polimi.it

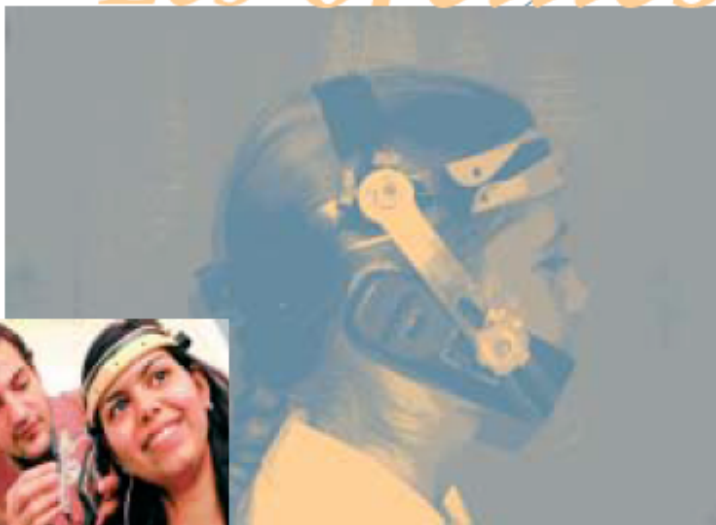
En savoir plus

- EMF-NET (Effects of the exposure to EMF: from science to public health and safer workplace)
emf-net.isib.cnr.it/

Les oreilles

sécurisées

Le système auditif est de toute évidence l'organe humain pour lequel la question de l'effet des radiofréquences de la téléphonie mobile se pose en premier lieu. Les recherches approfondies menées de 2002 à 2004 au sein du projet européen *Guard* (*Potential adverse effects of GSM cellular phones on hearing*) apportent à cet égard une réponse rassurante. Explications d'un spécialiste biomédical italien, acteur engagé de la prévention du risque dans ce domaine.



Exemples de tests directs, sur des volontaires, contrôlant la réaction du système auditif en fonction du positionnement des appareils. Recherches menées par le projet *Guard*.

Paolo Ravazzani, de l'IIB-CNR⁽¹⁾ (Italie), est spécialisé depuis une vingtaine d'années dans la biomédecine du système auditif. "Dès le départ, mes principaux travaux ont cherché à lier les effets biomédicaux des champs électromagnétiques pour la stimulation du système nerveux avec les applications au système auditif, telles que la modélisation, le traitement des signaux et l'optimisation des appareils audiologiques. Dès lors, dans les années 1996-97, je me suis presque 'naturellement' trouvé en première ligne pour m'intéresser aux questions, encore assez inédites, posées par les premiers téléphones cellulaires. La recherche d'innovation technologique à des fins médicales et le souci nouveau des effets sur la santé de la téléphonie mobile se sont confondus dans un même intérêt."

Tests directs sur des volontaires humains

A partir de l'année 2000, Paolo Ravazzani coordonnera le lancement et la mise en oeuvre de *Guard*, un des premiers et importants projets européens de recherche biomédicale lancé par l'Union lors du cinquième programme-cadre. Des spécialistes français, britanniques, italiens, grecs, lituaniens, hongrois et russes, ont d'abord mené des essais approfondis sur des modèles animaux. Parallèlement, des systèmes élaborés d'enregistrement de mesures et de contrôles ont été mis au point pour mener des tests directs sur les systèmes auditifs de volontaires humains, en particulier en fonction du positionnement des appareils. L'un des thèmes étudiés portait sur la question centrale des effets non thermiques localisés que peut entraîner l'usage intensif des appareils GSM opérant aux fréquences de 900 et 1800 mégahertz.

"Après trois années de recherches, aucun de nos résultats ne permet d'affirmer qu'il y ait la moindre nocivité décelable des téléphones portables

actuellement utilisés sur les principales facultés auditives. Mais les retombées de *Guard* ne s'arrêtent pas là. Nous avons aussi accumulé des procédures d'investigations et des connaissances qui ouvrent la voie à d'autres types d'exploration des

problèmes potentiels, toujours susceptibles d'apparaître à plus long terme. Ainsi, nous recommandons des recherches plus approfondies sur les effets des mobiles sur le système efférent cochléaire⁽²⁾."

Coller à l'évolution technologique

Dans le domaine auditif, l'expertise acquise grâce au projet *Guard* va se prolonger pour suivre au plus près l'évolution technologique. "Nous pensons que l'avènement actuel de la téléphonie mobile dite de troisième génération (3G/UMTS⁽³⁾), qui se caractérise à la fois par une élévation dans la gamme de radiofréquences et par de nouvelles modulations des informations transmises, doit susciter de nouvelles recherches." Paolo Ravazzani a ainsi pris en main, en décembre 2004, la coordination scientifique du projet européen EMFnEAR⁽⁴⁾, un consortium basé sur les équipes qui ont travaillé dans *Guard*, auxquelles se sont joints des chercheurs polonais. Et, parallèlement, ce spécialiste biomédical désormais totalement impliqué dans la prévention du risque électromagnétique – et plus particulièrement des dangers potentiels de la téléphonie portable –, est désormais l'animateur principal d'une nouvelle initiative de coordination et de dissémination, soutenue par le sixième programme-cadre, le réseau EMF-NET (voir ci-avant).

Etudes des effets à long terme sur l'audition du rat menées en laboratoire par le projet européen EMFnEAR, en collaboration avec le projet *Guard*.



Contact

○ Paolo Ravazzani, Istituto di Ingegneria Biomedica, Consiglio Nazionale delle Ricerche
paolo.ravazzani@polimi.it

En savoir plus

○ www.guard.polimi.it
○ www.emfnear.polimi.it

(1) Istituto di Ingegneria Biomedica – Consiglio Nazionale delle Ricerche

(2) En neuro-anatomie sensorielle, ce terme désigne les voies "descendantes" vers les récepteurs sensoriels. Ces derniers envoient des messages au système nerveux central par les voies afférentes et reçoivent des messages du système nerveux central par les voies efférentes.

(3) Universal Mobile Telecommunications System

(4) Exposure at UMTS EMF: Study on potential adverse effects on hearing

En termes de biologie cellulaire, les effets des champs électromagnétiques auxquels nous exposent les technologies courantes (depuis les très basses fréquences des applications électrotechniques jusqu'aux radiofréquences des télécommunications) demeurent jusqu'ici une *terra incognita*. Pionnier en la matière, le projet européen *Reflex* vient de lever un coin du voile. Avec des résultats qui soulèvent de nombreuses interrogations...

Surprenants constats *in vitro*



Effets des radiations sur l'ADN *in vitro*. A gauche, sans modification; au centre, présentant des ruptures de brins d'ADN après exposition à des rayons gamma; à droite, l'effet de rupture est provoqué par un champ à haute fréquence électromagnétique appliqué en continu durant 24h.

Dans les recherches sur le cancer, d'innombrables investigations ont démontré les modalités génotoxiques par lesquelles les radiations ionisantes perturbent et détruisent l'univers cellulaire en rompant les liaisons chimiques de l'ADN. A cet égard, le très récent projet européen *Reflex*⁽¹⁾ s'est ainsi attaqué à combler une sorte de "trou noir" des connaissances fondamentales, jusqu'ici complètement muettes sur les éventuels effets biologiques des champs électromagnétiques usuels.

Le projet, rassemblant un consortium de douze laboratoires établis dans sept pays européens, souhaitait franchir une première étape élémentaire de vérification. Il s'agissait de mener des essais intensifs, et les plus exhaustifs possible, en soumettant *in vitro* différents systèmes cellulaires humains isolés (fibroblastes, lymphocytes, etc.) à toute une gamme variable d'expositions électromagnétiques. Dans un second temps, ces échantillons ont été soumis à un examen attentif pour observer si ces rayonnements avaient entraîné, au niveau cellulaire, des effets génotoxiques et phénotypiques considérés comme classiquement susceptibles d'entraîner des pathologies cancéreuses et/ou neurodégénératives.

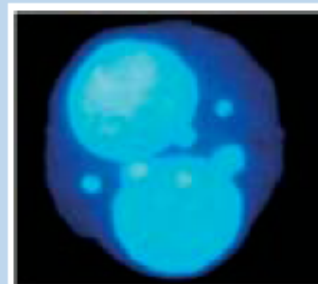
D'indéniables ruptures d'ADN

L'effet de surprise des résultats de *Reflex*, dont les travaux se sont déroulés de 2000 à 2004, est l'affirmation, de façon nettement évidente et répétée, que des *ruptures simples ou doubles des brins d'ADN* de plusieurs systèmes cellulaires se produisent sous l'effet des champs à très basse fréquence ou des radiofréquences auxquels ils ont été exposés. En outre, ces phénomènes génotoxiques sont présents même lorsqu'on descend sous des densités de flux magnétiques ou des taux d'absorption spécifiques répondant aux normes de sécurité admises en vigueur.

"À ce stade, ces observations, dont nous garantissons le sérieux des résultats basés sur une plate-forme commune de travail entre plusieurs laboratoires, ne permettent pas de tirer de conclusions en termes de santé, souligne Franz Adlkofer, de la Verum Foundation à Munich (DE), coordinateur du projet. Les recherches que nous avons menées fournissent des indications d'ordre biologique qui concordent de façon claire et constituent une base de connaissances de départ. D'autres travaux doivent préciser des points singuliers de nos résultats – comme par exemple le fait que l'apparition des effets génotoxiques semble étroitement influencée et différente selon que l'exposition aux champs électromagnétiques est intermittente ou continue. Ainsi, à de très basses tensions, la génotoxicité n'apparaît que lorsqu'il y a une intermittence tandis que, dans la gamme des radiofréquences, l'intermittence entraîne une génotoxicité plus marquée que l'exposition continue."

Les limites de l'*in vitro*

"Pour en revenir au risque réel pour la santé, tout ce que l'on obtient dans des recherches *in vitro* n'offre aucune certitude positive ou négative sur ce qui se passe réellement dans un organisme vivant, tient à préciser le Dr Adlkofer. Les interrogations que soulèvent les résultats de *Reflex* doivent bien évidemment pousser à développer désormais davantage les recherches, en passant à des études *in vivo* sur des modèles animaux et sur l'homme.



Expérience *in vitro*. Division d'une cellule, laissant apparaître plusieurs micronoyaux, en raison des effets génotoxiques dus à des rayonnements électromagnétiques.

(1) Risk evaluation of potential environmental hazards from low energy electromagnetic field exposure using sensitive *in vitro* methods

En savoir plus

○ Verum Foundation – Stiftung für Verhalten und Umwelt (Munich, DE)
www.verum-foundation.de/

Contact

○ Frans Adlkofer
prof.adlkofer@verum-foundation.de