

Réduire l'exposition aux ondes des antennes-relais n'est pas justifié scientifiquement
17/12/2009

L'Académie nationale de Médecine, l'Académie des sciences et l'Académie des Technologies ont constitué un groupe d'experts auquel a été demandé un avis sur les risques sanitaires des radiofréquences. Il approuve sans réserve¹ les conclusions du rapport scientifique de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) sur les radiofréquences, rendu public le 15 octobre 2009, qui confirment celles de nombreuses autres expertises collectives.

Ce rapport représente une somme de travail considérable et couvre avec pertinence et pédagogie les questions posées par l'impact sanitaire éventuel des communications sans fil et en particulier de la téléphonie mobile. Il donne aux citoyens et aux élus les éléments scientifiques nécessaires à une gestion apaisée des questions posées par la téléphonie mobile et permet d'éclairer la justice.

Il montre tout d'abord que les hypothèses concernant les mécanismes biologiques qui auraient pu être à l'origine d'un effet sanitaire des radiofréquences n'ont pas été confirmées :

- les champs électromagnétiques utilisés en téléphonie mobile ne génèrent pas de radicaux libres de l'oxygène et ne potentialisent pas le stress oxydant (page 152) ;
- ils ne sont ni génotoxiques, ni co-génotoxiques, ni mutagènes (page 165) ;
- il ne semble pas exister d'effet inducteur non thermique des radiofréquences sur l'apoptose cellulaire, en particulier pour les cellules d'origine cérébrale (page 170) ;
- ils n'ont pas d'effet cancérigène ou co-cancérigène (page 174) ;
- ils n'ont pas d'effet délétère sur les cellules du système immunitaire (page 177) ;
- les travaux conduits depuis 2005 convergent vers une absence d'effet sur la barrière hémato-encéphalique pour des niveaux d'exposition (DAS) allant jusqu'à 6 W/kg (page 183) ;
- ils ne modifient pas la sécrétion de mélatonine (page 215) ;
- ils ne provoquent pas d'augmentation d'incidence ou l'aggravation de cancers expérimentaux dans les conditions testées (page 401) ;
- à ce jour, aucun mécanisme d'interaction onde-cellule n'a été identifié (page 25) ;
- il n'y a pas à ce jour de preuve de l'augmentation du risque de tumeur intracrânienne lié à l'utilisation régulière de téléphone mobile par un phénomène de promotion (page 249).

Il met également fin à certaines polémiques en précisant que :

- les antennes-relais n'émettent pas de basses fréquences (page 96) ;
- « *Le rapport BioInitiative doit donc être lu avec prudence : il revêt des conflits d'intérêts dans plusieurs chapitres, ne correspond pas à une expertise collective, est de qualité inégale selon les chapitres et est écrit sur un registre militant* » (page 324) ;
- aucune étude ne montre que l'électrohypersensibilité est due aux ondes électromagnétiques. Les études suggèrent un effet nocebo (inverse de l'effet placebo : troubles relatés résultant d'un mécanisme psychologique) et des facteurs neuro-psychiques individuels (page 308) ;
- la demande d'abaisser les valeurs limites à 0,6 V/m n'a aucune justification scientifique (page 340).

Il conclut : *Au vu de l'analyse détaillée et critique des travaux effectuée par le groupe de travail, et compte tenu par ailleurs de l'état antérieur des connaissances, aucune preuve convaincante d'un effet biologique particulier des radiofréquences n'est apportée pour des niveaux d'exposition non thermiques, dans les conditions expérimentales testées. (p 400).*

Pour l'analyse des publications sur les effets biologiques éventuels, la démarche exemplaire des auteurs du rapport doit être rappelée : ils ont appliqué aux 226 publications récentes sur les effets biologiques des radiofréquences qu'ils ont analysées une première sélection, fondée sur la qualité méthodologique des aspects physiques (exposition aux radiofréquences) et biologiques (effet recherché, protocole, etc.). Cette première sélection n'a retenu que 97 études, dont 86 ne montrent pas d'effet et 11 en rapportent.

Ces 11 études rapportant un effet n'ont pas été validées. En effet, aucune d'entre elles n'a été répliquée alors

¹ Il attire cependant l'attention sur le fait qu'une incertitude sur les expositions mal prise en compte fausse non seulement les estimations des risques relatifs, mais également leur intervalle de confiance. Ce point est important en ce qui concerne les parties de l'étude Interphone déjà publiées ; il permet probablement d'expliquer certains résultats contradictoires.

qu'un critère essentiel de validation scientifique demeure la réplication de la même expérience par d'autres équipes avec l'obtention des mêmes résultats : *Les conclusions du groupe de travail sont donc fondées sur des résultats de travaux rigoureux et sur la concordance de ces résultats obtenus par plusieurs études différentes.* (rapport Afsset p 24). Plusieurs sont en contradiction avec d'autres études. Les effets rapportés n'ont été observés qu'à des niveaux d'exposition (DAS) 5 000 à 30 000 fois plus élevés que ceux créés par la quasi-totalité des antennes relais.

C'est pourquoi les Académies considèrent que ces études ne justifient pas une diminution de l'exposition aux antennes-relais. L'avis du groupe d'experts va dans le même sens puisque le rapport précise simplement : « *le groupe de travail recommande... de répliquer quelques études analysées dans ce rapport et qui montrent des effets biologiques probablement physiologiques (sur le débit sanguin cérébral, etc.)* » (page 403).

Ces conclusions rejoignent celles de nombreux autres organismes, nationaux, européens et mondiaux qui ont conduit des expertises collectives comparables, en particulier l'OMS, le SCENIHR et l'Académie nationale de Médecine. Elles sont relayées dans le communiqué de presse du 16 octobre 2009 des ministres Mmes Bachelot, Kosciusko-Morizet et Jouanno : « *le rapport de l'Afsset confirme que l'exposition du public due aux antennes-relais de téléphonie mobile n'engendre pas de risques sanitaires identifiés pour la population riveraine* ». Le rapport de l'OPECST et celui de l'ICNIRP parus quelques semaines plus tard arrivent aux mêmes conclusions.

Les Académies s'étonnent que la présentation de ce rapport n'ait pas particulièrement insisté sur ces aspects rassurants, mais au contraire sur les 11 études rapportant des effets. Ces études justifient un essai de réplication mais ne constituent pas pour autant des « signaux d'alerte » crédibles. Elles ne sont pas considérées comme telles dans le rapport scientifique dont les conclusions sont différentes. Cette présentation a paradoxalement inquiété le public en proposant, sans justifications claires, des mesures de réduction des expositions.

Les Académies relèvent que le rapport des experts indique (page 400) :

« *... aucune preuve convaincante d'un effet biologique particulier des radiofréquences n'est apportée... À ce jour, il ressort de cette analyse que, en conditions non thermiques, les radiofréquences supérieures à 400 MHz ne modifient pas les grandes fonctions cellulaires...* »

en contradiction avec le communiqué de presse qui commence par :

« *Le rapport de l'Afsset met en évidence l'existence d'effets des radiofréquences sur des fonctions cellulaires, rapportées par une dizaine d'études expérimentales considérées par l'Afsset comme incontestables* ».

- Les Académies rappellent que des mesures de précaution préconisées sans justification suffisante ne peuvent que renforcer artificiellement les préoccupations de la population. Elles sont de nature à créer un stress supplémentaire dont l'impact non négligeable en termes de santé publique doit être mis en balance avec le bénéfice sanitaire attendu.
- Il est techniquement possible de réduire l'exposition aux antennes-relais en les multipliant (et en réduisant leur zone de couverture). Mais, dans certains cas, le portable augmente sa puissance d'émission chaque fois que l'on passe d'une zone de couverture à une autre, et l'exposition au téléphone portable est 100 à 100.000 fois plus élevée que celle aux antennes. On risque donc d'augmenter, sans justification, l'exposition des quelques 85% des français qui utilisent un portable. Le rapport Afsset précise page 406 : *le groupe de travail recommande de peser avec soin les conséquences d'une telle réduction, notamment : 1) en termes de multiplication du nombre des antennes ; 2) et en termes d'augmentation possible de l'exposition de la tête aux radiofréquences émises par les téléphones mobiles.*

Les Académies déplorent que ces études aient été présentées comme « *incontestables* » invitant à réduire l'exposition aux antennes-relais. Ceci ne ressort ni du rapport scientifique de l'Afsset, ni des conclusions des autres rapports récents, ni de l'analyse de ces études. Des mesures de réduction des expositions ne peuvent aujourd'hui relever que d'une décision de gestion politique.

Les Académies soutiennent la réflexion conduite actuellement sur une Charte de l'expertise qui éviterait la traduction inexacte des données de l'expertise scientifique en termes de mesures sanitaires.

Les Académies recommandent de poursuivre les recherches épidémiologiques et biologiques dans le domaine des radiofréquences, en veillant à une méthodologie rigoureuse.

Les Académies alertent sur une réduction irréfléchie de l'exposition aux antennes-relais qui pourrait aboutir à un effet inverse pour la grande majorité des Français, sans bénéfice sanitaire pour les autres.

Glossaire

Afsset

Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail.

Le rapport de l'Afsset du 15/10/2009 sur les radiofréquences est téléchargeable à l'adresse :

<http://www.afsset.fr/index.php?pageid=671&newsid=497&MDLCODE=news>

Apoptose (mort cellulaire programmée)

Processus par lequel une cellule déclenche sa propre destruction. L'apoptose peut être déclenchée par la cellule elle-même ou par des cellules voisines. En détruisant des cellules dont les chromosomes sont altérés, l'apoptose est un mécanisme fondamental de défense contre le développement de cellules cancéreuses.

Barrière hémato-encéphalique

Séparation entre le tissu cérébral et le sang contenu dans les vaisseaux. Cette barrière a une finalité de protection du cerveau.

Basses fréquences

Au sens strict, les rayonnements électromagnétiques de *basses fréquences* sont ceux dont la fréquence est entre 30.000 et 300.000 Hertz. Il a été avancé que les antennes-relais émettaient des « basses fréquences » de 217 Hertz. Dans cette gamme, les fréquences s'appellent *extrêmement basses fréquences* et les antennes-relais n'en émettent pas (rapport Afsset p. 96), contrairement aux portables eux-mêmes.

BioInitiative

Document souvent cité comme rapportant des effets des champs électromagnétiques sur la santé. Ce rapport (www.bioinitiative.org) est analysé dans celui de l'Afsset (p. 324) qui signale : « *il revêt des conflits d'intérêts dans plusieurs chapitres* » (<http://www.silcom.com/~sage/emf/cindysage.html>)

Caspase-3

Enzyme dont l'activation est une étape clé de l'apoptose ou mort cellulaire programmée. Après induction de l'apoptose par divers processus, la caspase-3 est activée ; elle déclenche alors l'apoptose en catalysant le clivage de certaines protéines intracellulaires.

Cellules Jurkat

Cellules cancéreuses humaines d'origine immunitaire (lymphome T) dont les cultures sont utilisées pour la recherche en biologie cellulaire fondamentale ou pour établir certains diagnostics (infection virale, maladie hémorragique du nouveau-né).

Co-génotoxique

Se dit de certains agents physiques, chimiques ou biologiques (par exemple viraux) qui peuvent entraîner indirectement une augmentation des altérations de l'ADN s'ils sont associés à certains autres agents, eux-mêmes pourvus d'action génotoxique complète ou non.

DAS (Débit d'Absorption Spécifique)

La puissance totale **émise** par une antenne-relais ou un portable est exprimée en watts.

La puissance **reçue** par telle ou telle partie de l'organisme est exprimée en watts par mètre carré (W/m²).

Cette puissance reçue dépend de la puissance, de l'orientation et de la distance du dispositif émetteur, pratiquement au contact du corps pour un portable, mais très variable pour une antenne.

La puissance reçue est en partie **absorbée**. Seule cette partie absorbée est pertinente pour évaluer les éventuels effets biologiques. Elle est exprimée en watts par kilogramme de tissu biologique (W/kg).

Cette valeur est appelée « DAS » (Débit d'Absorption Spécifique) ; en anglais « SAR » : *Specific Absorption Rate*. Le DAS dépend de la puissance totale reçue et de la fréquence du rayonnement.

Effets thermiques et non thermiques

Les rayonnements électromagnétiques peuvent avoir des effets biologiques liés soit à des phénomènes d'échauffement (effets thermiques) soit sans augmentation significative de la température (effets non thermiques).

Les effets thermiques ne se détectent que pour des échauffements d'au moins 1°C, ce qui nécessite des puissances absorbées (DAS) importantes. Par exemple dans le champ d'une antenne-relais qui serait à 6 V/m, le DAS est d'environ 0,4 mW/kg, 10 000 fois plus faible que le seuil d'apparition des effets thermiques. Le rapport Afsset précise en effet (p. 77) que *le seuil d'apparition d'un effet thermique*

correspond à une hausse de 1°C de la température corporelle chez l'homme, c'est à dire un DAS pour le corps entier de 4 W/kg environ. Au-dessous de cette valeur, le système de thermorégulation de l'organisme exposé est capable de maintenir la température corporelle, car la vascularisation des tissus biologiques permet l'évacuation de la chaleur. Ce seuil de 4 W/kg est a fortiori valable pour une exposition localisée comme celle d'un portable.

Les effets non thermiques apparaissent à des niveaux d'exposition pour lesquels la température n'augmente pas de manière significative. Par exemple les rayonnements électromagnétiques de forte énergie (rayonnements ionisants) ont des effets non thermiques génotoxiques. En ce qui concerne les rayonnements électromagnétiques utilisés en téléphonie mobile, le rapport Afsset précise (p. 24) : *au vu de l'analyse détaillée et critique des travaux effectuée par le groupe de travail, et compte tenu par ailleurs de l'état antérieur des connaissances, aucune preuve convaincante d'un effet biologique particulier des radiofréquences n'est apportée pour des niveaux d'exposition non thermiques, dans les conditions expérimentales testées.*

Électrohypersensibilité

L'électrohypersensibilité est un trouble pour lequel une personne déclare ressentir des symptômes qui sont selon elle causés ou aggravés par des ondes électromagnétiques, créées par exemple par des lignes à haute tension, des antennes-relais ou des portables. Aucun système sensoriel humain permettant de percevoir ce type de champ n'a été identifié. C'est pourquoi la quasi-totalité des études sur l'électrohypersensibilité a montré que les sujets concernés, bien que manifestant des troubles variés en présence de dispositifs émetteurs de champs électromagnétiques, sont incapables de reconnaître si ces dispositifs sont actifs ou non. L'anxiété ou la phobie en présence d'émetteurs de champs électromagnétiques peuvent être réelles, entraîner un handicap social sévère et justifier une prise en charge adaptée.

Électromagnétique (champ ou rayonnement ou onde)

Les champs électromagnétiques sont une forme de transport d'énergie sans support matériel (contrairement par exemple aux ondes sonores qui nécessitent un support comme l'air). Elles sont constituées par un champ électrique et un champ magnétique qui se propagent de proche en proche à très grande vitesse (300.000 km par seconde dans le vide).

On peut considérer ces champs comme des ondes (un peu comme les vagues de l'océan) dont la principale caractéristique est la fréquence. Selon la fréquence, les propriétés de ces ondes sont très différentes.

L'effet éventuel des champs électromagnétiques sur des éléments de l'ordre de grandeur d'un atome ou d'une molécule (en particulier l'ADN des cellules), n'est pas explicable si on les considère comme de simples ondes. Pour expliquer ces effets, on doit les considérer comme des « paquets d'énergie » appelés « photons ». L'énergie individuelle des photons est proportionnelle à la fréquence du champ électromagnétique.

Endocytose

L'endocytose est un mécanisme au cours duquel la membrane d'une cellule entoure une petite particule et la fait pénétrer à l'intérieur d'une cellule. Ce mécanisme est utilisé par exemple par les cellules thyroïdiennes pour « prélever » une particule de la colloïde, forme de stockage des hormones thyroïdiennes, afin de libérer ces hormones dans la circulation sanguine.

Génotoxique

Se dit d'agents physiques, chimiques ou biologiques (par exemple viraux) capables d'altérer l'ADN des cellules. Si ces altérations sont correctement réparées par les systèmes cellulaires dévolus à cet effet, elles sont sans conséquence. Il en est de même si la cellule déclenche l'apoptose (mort programmée). En revanche, si une lésion de l'ADN est mal réparée, ce processus aboutit à une **mutation** qui peut soit conduire à l'apoptose, soit entraîner une modification irréversible des fonctions cellulaires dont la cancérisation peut être une conséquence tardive.

Gliome

Les gliomes ou tumeurs gliales sont des tumeurs du cerveau développées à partir du tissu de soutien appelé « glie ». Ce sont des tumeurs très hétérogènes et, dans chaque cas particulier, leur pronostic est difficile à établir.

Hertz (Hz)

Unité de fréquence ; symbole Hz. Pour les rayonnements électromagnétiques, 1 Hertz équivaut à une

oscillation du champ électrique et du champ magnétique par seconde.

ICNIRP (*International Commission for Non Ionizing Radiation Protection*)

Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements non ionisants : organisme international non gouvernemental chargé d'étudier les rayonnements non ionisants (c'est à dire incapables d'arracher des électrons à la molécule d'eau) et de faire des recommandations pour la sécurité de leur utilisation.

http://www.icnirp.de/documents/RFReview.pdf?bcsi_scan_9825C54B428CE2DA=0&bcsi_scan_filename=RFReview.pdf

Longueur d'onde

Pour un rayonnement électromagnétique, c'est la distance parcourue pendant une oscillation du champ électrique et du champ magnétique. Les longueurs d'onde des rayonnements électromagnétiques utilisés en téléphonie mobile sont de quelques centimètres (17 cm à 1800 MHz ; 32 cm à 900 MHz).

Mélatonine

Hormone sécrétée par l'épiphyse, petite glande située à la base du cerveau, pendant l'obscurité, afin de « renseigner » l'ensemble de notre organisme (lequel est toujours dans le noir) sur l'alternance jour-nuit. La mélatonine freine le développement de certains cancers chez l'animal ; les tentatives d'utilisation en cancérologie humaine ont été un échec. On sait depuis quelques années que la sécrétion de mélatonine est réglée par des cellules de la rétine grâce à la *mélanopsine*, protéine voisine de celles qui nous permettent de percevoir la lumière visible. La mélanopsine ne réagit à des champs électromagnétiques que si leur longueur d'onde est dans la gamme 0,3 à 0,6 microns (millièmes de millimètre). Les longueurs d'onde des rayonnements électromagnétiques utilisés en téléphonie mobile sont de plusieurs centimètres.

Mutagènes

Se dit d'agents physiques, chimiques ou biologiques (par exemple viraux) capables d'altérer l'ADN des cellules avec une réparation imparfaite par les systèmes cellulaires dévolus à cet effet. Une mutation peut être sans effet ou entraîner soit un gain de fonction, par exemple activation d'un proto-oncogène (gène normalement inactif après la naissance) en oncogène (actif en permanence), soit une perte de fonction, par exemple inactivation d'un « gène suppresseur de tumeur » ou d'un gène impliqué dans la réparation de l'ADN ou l'apoptose. La mutagenèse est une étape obligée des processus de cancérisation.

Neuroblastome

Le neuroblastome est une tumeur cancéreuse extra-crânienne ; c'est la tumeur la plus fréquente chez le jeune enfant. Elle se développe à partir de cellules embryonnaires du système nerveux autonome sympathique, en n'importe quel point de l'organisme où existent des structures nerveuses sympathiques (rachis, surrénale). Son pronostic dépend du stade lors de la découverte de la tumeur. Dans certains cas, une régression spontanée de la tumeur jusqu'à un stade bénin est observée.

OPECST (Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques)

Créé en 1983 et composé de 18 sénateurs et 18 députés, l'OPECST a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix de caractère scientifique et technologique afin d'éclairer ses décisions. Son rapport sur la téléphonie mobile, paru en novembre 2009, est téléchargeable aux adresses :

<http://www.senat.fr/noticerap/2009/r09-084-1-notice.html>

<http://www.senat.fr/noticerap/2009/r09-084-2-notice.html>

Principe de précaution

Le Principe de précaution est souvent cité dans le débat sur les éventuels effets sanitaires des champs électromagnétiques. Nous citons ci-dessous le rapport Afsset (page 49) qui en précise différentes versions.

Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement, 1992 : *Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les Etats selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement.*

Traité de Maastricht, 1992 : *La politique de la Communauté dans le domaine de l'environnement [...] est fondée sur les principes de précaution et d'action préventive, sur le principe de la correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement et sur le principe du pollueur-payeur.*

Loi Barnier, 1995 : ... le principe de précaution, selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable.

Charte de l'environnement, 2005 : Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en oeuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage.

Un rapport de l'OPECST, édité en novembre 2009, fait référence à l'usage du Principe de précaution dans le cas des dangers attribués aux antennes. Ce rapport est disponible à l'adresse : <http://www.senat.fr/rap/r09-025/r09-0251.pdf>

Promotion

Les agents « promoteurs » sont ceux qui favorisent le développement des cellules pré-cancéreuses ou cancéreuses, sans avoir d'effet directement mutagène. Ce sont par exemple, pour le cancer du sein, les traitements hormonaux substitutifs de la ménopause. Ces agents sont aussi importants pour la cancérogenèse (sinon plus) que les génotoxiques. Leur action se manifeste en général rapidement, en quelques années, contrairement aux agents génotoxiques dont l'action peut n'apparaître qu'au bout de dizaines d'années.

Radicaux libres de l'oxygène

Les radicaux libres de l'oxygène (ou « espèces réactives de l'oxygène » ROS) sont des oxydants puissants, de haute réactivité chimique. Ils sont naturellement produits par notre métabolisme et détruits par des enzymes ou captés de façon à les neutraliser. Ils sont responsables, dans chacune de nos cellules de plusieurs milliers de cassures de l'ADN par jour. Cela permet de comprendre que l'évolution ait favorisé l'apparition de systèmes très efficaces de réparation de l'ADN et d'élimination des cellules dont l'ADN est irréparable. Des radicaux libres sont également formés par les rayonnement ionisants, expliquant leur génotoxicité. L'agression de la cellule par les espèces réactives de l'oxygène est appelée « stress oxydant ».

Rayonnement électromagnétique

Voir **Électromagnétique**

SAR

Specific Absorption Rate voir **DAS**.

SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks)

Ce "Comité scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux" de la Commission Européenne formule des avis sur les questions relatives aux risques émergents ou nouveaux, sur des questions générales, complexes ou pluridisciplinaires exigeant une évaluation globale des risques pour la sécurité des consommateurs ou la santé publique et sur des questions connexes non couvertes par d'autres organismes communautaires chargés de l'évaluation des risques. Son rapport sur la téléphonie mobile, paru en 2007 et mis à jour en 2009 est disponible à l'adresse : <http://ec.europa.eu/health/opinions2/fr/champs-electromagnetiques/index.htm>

Stress oxydant

Aggression de la cellule par les espèces réactives de l'oxygène. Voir **Radicaux libres de l'oxygène**

Académie nationale de Médecine, Académie des sciences, Académie des Technologies
Groupe de travail sur la téléphonie mobile
Décembre 2009

Raymond ARDAILLOU

Secrétaire adjoint de l'Académie nationale de Médecine - Professeur émérite à l'Université Pierre et Marie Curie - Médecin honoraire de l'Hôpital Tenon - Ancien membre du Conseil scientifique de la Fondation Santé-radiofréquences

André AURENGO

Membre de l'Académie nationale de Médecine - Membre du Haut Conseil de la Santé Publique. Chef du service de médecine nucléaire de la Pitié-Salpêtrière - Professeur de biophysique - Docteur en médecine et Docteur ès Sciences. Ancien élève de l'École Polytechnique, ancien Interne des Hôpitaux de Paris. Ancien Président de la Section Rayonnements du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, ancien Président de la Société française de radioprotection. Ancien membre (bénévole) du conseil scientifique de Bouygues-Télécom et ancien administrateur d'EDF (représentant l'État).

Maurice BELLANGER

Membre de l'Académie des Technologies, ancien élève de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications - Docteur ès Sciences - Professeur titulaire de la chaire d'électronique au CNAM de 1991 à 2009 ; Professeur émérite au CNAM depuis 2009. Membre émérite de la SEE, Fellow de l'IEEE en 1984 et président de sa section française de 1990 à 1992 - Membre et président d'EURASIP (European Association for Signal Processing) de 1987 à 1994 - Expert auprès de la Commission Européenne pour les programmes RACE, ACTS, IST, FP6 et FP7 - Membre d'URSI-France (section française de l'Union radio scientifique internationale).

Alim-Louis BENABID

Membre de l'Académie des sciences et membre correspondant de l'Académie de Médecine - Docteur en Médecine et Docteur ès Science - Ancien chef de service de neurochirurgie du CHU de Grenoble, ancien Directeur de l'Unité INSERM 318 Neurosciences précliniques - Professeur émérite de Biophysique. Actuellement Conseiller Scientifique à la DRT du CEA et directeur scientifique du projet Clinatex au CEA Grenoble.

Pierre-Étienne BOST

Délégué Général de l'Académie des Technologies. Membre du Conseil supérieur de la recherche et de la technologie. Il a exercé des fonctions de direction de recherche et de développement dans l'industrie chimique, pharmaceutique et à l'Institut Pasteur. Il est également vice-président du laboratoire Genethon et préside le conseil scientifique de DNDi (Drugs for Neglected Diseases).

Roland MASSE

Radiobiologiste, toxicologue - Membre de l'Académie des Technologies et membre correspondant de l'Académie de Médecine. Président de la Commission des maladies professionnelles (Conseil d'orientation des conditions de travail, Ministère du Travail) - Président du Conseil scientifique "Recherche" de l'Afsset - Ancien président de l'Office de protection contre les rayonnements ionisants (OPRI) - Ancien membre de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) - Membre du Conseil scientifique de Bouygues Télécom.

Patrice TRAN BA HUY

Membre correspondant de l'Académie nationale de Médecine - Chef du service d'ORL de l'Hôpital Lariboisière - Professeur des Universités (Paris 7).

José-Alain SAHEL

Membre de l'Académie des sciences. Directeur de l'Institut de la Vision, Centre de Recherche 968 Inserm-UPMC à Paris - Professeur d'ophtalmologie à la Faculté de Médecine Pierre et Marie Curie - Cumberlege Professor of Biomedical Sciences, Institute of Ophthalmology à l'University College of London - Chef de Service au Centre Hospitalier National d'Ophtalmologie des Quinze-Vingts et Fondation Ophtalmologique Rothschild à Paris.

Notes techniques sur les 11 études pointées par le communiqué de presse de l'Afsset 17/12/2009

Sur l'ensemble des études conduites sur l'homme, sur l'animal ou, *in vitro*, sur des cultures cellulaires, le rapport de l'Afsset conclut (p. 24) :

Au vu de l'analyse détaillée et critique des travaux effectuée par le groupe de travail, et compte tenu par ailleurs de l'état antérieur des connaissances, aucune preuve convaincante d'un effet biologique particulier des radiofréquences n'est apportée pour des niveaux d'exposition non thermiques, dans les conditions expérimentales testées. À ce jour, aucun mécanisme d'interaction onde-cellule n'a été identifié.

Les 11 études positives présentées dans le dossier de presse comme « incontestables », sont celles qui ont franchi la première étape de sélection consistant à valider la qualité méthodologique des aspects physiques (exposition aux radiofréquences, dosimétrie) et biologiques (recherche de tel ou tel effet, protocole, etc.). Cette sélection n'est pas pour autant une validation définitive, un critère essentiel d'une validation scientifique étant la réplication de la même expérience par d'autres équipes avec l'obtention des mêmes résultats, comme le note le rapport Afsset (p. 24) : *Les conclusions du groupe de travail sont donc fondées sur des résultats de travaux rigoureux et sur la concordance de ces résultats obtenus par plusieurs études différentes.*

Le groupe de travail a analysé ces publications à la lumière des critères établis par les experts de l'Afsset et universellement admis par la communauté scientifique, ainsi que leur pertinence dans le domaine de la téléphonie mobile. En effet, toutes ces études ont été conduites avec des niveaux d'exposition des milliers de fois supérieurs à ceux créés par une antenne-relais, et souvent très supérieurs à ceux d'un téléphone portable.

Il est difficile de comparer les DAS utilisés dans ces études à ceux résultant de l'utilisation réelle d'un portable dont le DAS maximal varie selon les modèles (de 0,05 à 1,8 W/kg), au cours du temps (en s'adaptant à la proximité de l'antenne-relais avec des pics de puissance en passant du territoire d'une antenne à un autre) et dont le DAS est réparti de manière très hétérogène dans le cerveau.

C'est pourquoi nous n'avons comparé les DAS utilisés qu'à celui d'une antenne-relais en un lieu où le champ électrique serait de 4,1 V/m (soit environ 0,2 mW/kg) ; rappelons que 97% des mesures effectuées par l'Agence Nationale des Fréquences sont inférieures à cette valeur.

Mahrour 2005

Mahrour N, Pologea-Moraru R, Moisescu MG, Orlowski S, Levêque P, Mir LM. In vitro increase of the fluid-phase endocytosis induced by pulsed radiofrequency electromagnetic fields: importance of the electric field component. Biochim Biophys Acta. 2005 Feb 1;1668 (1):126-137

Les auteurs ont trouvé une augmentation de la pénétration de certaines substances dans des cellules en culture exposées à des champs radiofréquences pulsés. Cette augmentation de 50% en « tout ou rien » n'est observée qu'au delà d'un seuil élevé : DAS compris entre 1,6 et 2,6 W/kg (8 000 et 13 000 fois l'exposition à une antenne-relais) et champ électrique (auquel les auteurs attribuent cette augmentation) supérieur à 110 V/m. Ces résultats, obtenus dans des conditions très différentes des expositions de la téléphonie mobile, n'ont pas été validés par d'autres études indépendantes.

Moisescu 2009

Moisescu MG, Leveque P, Verjus MA, Kovacs E, Mir LM. 900 MHz modulated electromagnetic fields accelerate the clathrin-mediated endocytosis pathway. Bioelectromagnetics. 2009 Apr;30 (3):222-30

La même équipe que celle de l'étude précédente a trouvé un effet analogue avec un DAS de 3,2 W/kg (16 000 fois l'exposition à une antenne-relais) ou avec des champs électriques pulsés (217 Hz, 100 à 300 V/m). Le rapport Afsset conclut : *Il s'agit d'un effet tout ou rien : en dessous d'un certain seuil, il n'y a aucun effet sur l'endocytose. Ce seuil est trop élevé par rapport aux niveaux atteints in vivo à l'intérieur du corps avec les téléphones mobiles.* Ces résultats n'ont pas été validés par d'autres études indépendantes.

Miyakoshi 2005

Miyakoshi J, Takemasa K, Takashima Y, Ding GR, Hirose H, Koyama S. Effects of exposure to a 1950 MHz radio frequency field on expression of Hsp70 and Hsp27 in human glioma cells. Bioelectromagnetics. 2005 May;26 (4):251-7.

Les auteurs ont étudié l'expression de deux protéines caractéristiques des chocs thermiques dans des cultures de cellules de gliome humain. Ils ont trouvé une diminution de l'une d'entre elles pour des DAS de 10 W/kg, (50.000 fois l'exposition à une antenne-relais) administrés pendant 1 à 2 heures. Le rapport de l'Afsset considère que ces expériences sont conduites *au delà de la limite d'apparition d'effets thermiques.* Ces résultats n'ont pas été validés par d'autres études indépendantes.

Ammari 2008

Ammari M, Brillaud E, Gamez C, Lecomte A, Sakly M, Abdelmelek H, de Seze R. Effect of a chronic GSM 900 MHz exposure on glia in the rat brain. Biomed Pharmacother. 2008 Apr-May;62 (4):273-81.

Les auteurs ont étudié l'effet d'une exposition à des radiofréquences 900 MHz sur le cerveau de rats. Ils mettent en évidence un effet pour des DAS de 6 W/kg (30 000 fois l'exposition à une antenne-relais) 45 minutes 5 jours sur 7 pendant 24 semaines (90 h en tout) mais pas à 1,5 W/kg. Le rapport Afsset conclut à un effet thermique pour cette exposition bien au delà des limites d'expositions réglementaires. Ces résultats n'ont pas été validés par d'autres études similaires.

Joubert 2008

Joubert V, Bourthoumieu S, Leveque P, Yardin C. Apoptosis is induced by radiofrequency fields through the caspase-independent mitochondrial pathway in cortical neurons. Radiat Res. 2008 Jan;169 (1):38-45.

Les auteurs ont étudié le taux d'apoptose (mort programmée de la cellule) sur des neurones de rats en culture après exposition à un DAS de 2 W/kg (10 000 fois l'exposition à une antenne-relais) pendant 24 h. Ils observent une augmentation de la température de 37 à 39°C et du taux d'apoptose par rapport à une culture témoin maintenue à 39°C. Les auteurs et le rapport Afsset expliquent que des effets thermiques locaux ont pu déclencher l'apoptose. Ces conditions d'exposition à une température qui n'est pas nominale ne sont pas valides car trop éloignées des conditions physiologiques optimales. Ce résultat est en contradiction avec l'absence d'effet montré par la même équipe en 2006 sur des cellules neurologiques humaines soumises à la même exposition ; il n'a pas été validé par d'autres études similaires.

Del Vecchio 2009

Del Vecchio G, Giuliani A, Fernandez M, Mesirca P, Bersani F, Pinto R, Ardoino L, Lovisolo GA, Giardino L, Calzà L. Effect of radiofrequency electromagnetic field exposure on in vitro models of neurodegenerative disease. Bioelectromagnetics. 2009 Oct;30 (7):564-72.

Les auteurs ont cherché des signes d'altération de plusieurs fonctions cellulaires sur des cultures de cellules corticales de rats et de neuroblastomes de souris exposées à un DAS de 1 W/kg (5 000 fois l'exposition à une antenne-relais) pendant respectivement 120 et 144 h. Ils n'observent aucun effet en dehors d'une augmentation de la toxicité du peroxyde d'hydrogène (stress oxydatif) sur les cellules de neuroblastome mais pas sur les neurones. Ce résultat n'a pas été validé par d'autres études indépendantes. Le rapport Afsset conclut : *L'étude mériterait donc d'être répliquée.*

Kumlin 2007

Kumlin T, Iivonen H, Miettinen P, Juvonen A, van Groen T, Puranen L, Pitkääho R, Juutilainen J, Tanila H. Mobile phone radiation and the developing brain: behavioral and morphological effects in juvenile rats. Radiat Res. 2007 Oct;168 (4):471-9.

Les auteurs ont recherché des anomalies du développement cérébral de jeunes rats exposés à un DAS de 0,3 ou 3 W/kg (1 500 et 15 000 fois l'exposition à une antenne-relais) 2 heures 5 jours sur 7 pendant 5 semaines (50 h en tout). Ils n'observent ni dégénérescence neurologique, ni mort de neurones, ni altération de la barrière hémato-encéphalique, ni modification du comportement dans différents tests, sauf celui de la « piscine » où le rat doit à plusieurs reprises trouver un point d'appui caché. Une amélioration mineure est observée chez les rats exposés. Ce résultat (bénéfique !) n'a pas été validé par d'autres études et le rapport Afsset conclut : *D'autres études mettent en évidence une amélioration des performances chez l'animal ou chez l'humain, mais nécessiteraient d'être répliquées.*

Palumbo 2008

Palumbo R, Brescia F, Capasso D, Sannino A, Sarti M, Capri M, Grassilli E, Scarfi MR. Exposure to 900 MHz radiofrequency radiation induces caspase 3 activation in proliferating human lymphocytes. Radiat Res. 2008 Sep;170 (3):327-34.

Les auteurs ont étudié l'apoptose, la survie et le cycle cellulaires dans des cultures de cellules « Jurkat » et des lymphocytes humains exposés à un DAS de 1,35 W/kg (6 500 fois l'exposition à une antenne-relais) pendant 1 h. Ils ne rapportent aucun effet (apoptose, viabilité, cycle cellulaire) en dehors d'une augmentation de l'activité de la caspase 3 pour les cellules Jurkat non retrouvée pour les lymphocytes. Les auteurs concluent qu'il est difficile de déterminer la signification biologique de leurs résultats et que des études complémentaires sont nécessaires pour confirmer l'augmentation de l'activité de la caspase 3 et, si elle est avérée, comprendre sa signification. Non seulement ce résultat n'a pas été validé par d'autres études, mais le rapport Afsset note qu'il semble en contradiction avec ceux d'une autre équipe.

Buttiglione 2007

Buttiglione M, Roca L, Montemurno E, Vitiello F, Capozzi V, Cibelli G. Radiofrequency radiation (900 MHz) induces Egr-1 gene expression and affects cell-cycle control in human neuroblastoma cells. J Cell Physiol. 2007 Dec;213

(3):759-67.

Les auteurs italiens ont recherché des effets induits par l'exposition aux radiofréquences pour un DAS de 1 W/kg (5 000 fois l'exposition à une antenne-relais) pendant des durées de 5 minutes à 24 heures, sur des cellules humaines du système nerveux en culture. Ils montrent une diminution des ARN messagers de gènes inhibiteurs de l'apoptose et un ralentissement du cycle cellulaire. Ce résultat n'a pas été validé par d'autres études et il est en contradiction avec ceux de plusieurs études comparables (cf. rapport Afsset p. 141).

Le rapport Afsset conclut : *Ces effets faibles sur l'apoptose ne permettent toutefois pas de conclure que les radiofréquences induisent l'apoptose dans les conditions expérimentales. Compte tenu des biais possibles les auteurs proposent de réaliser des études complémentaires pour confirmer et approfondir, ou invalider ces résultats.*

Les deux études suivantes portent sur le débit sanguin cérébral local étudié par tomographie à émission de positons (TEP). Elles donnent des résultats contradictoires quant à la localisation des modifications observées. Leurs auteurs considèrent que des réplifications à plus grande échelle sont nécessaires. Le rapport Afsset conclut : *il est difficile d'interpréter ces résultats qui sont en partie contradictoires et dont la signification ne peut être établie en l'absence de tests permettant de préciser les mécanismes (biologiques ou cognitifs) sous-jacents. Ces variations ne sont pas importantes et sont de l'ordre de celles observées lors du fonctionnement «normal» du cerveau. Il est donc difficile de conclure. Les variations observées restent dans des limites physiologiques.*

Huber 2005

Huber R, Treyer V, Schuderer J, Berthold T, Buck A, Kuster N, Landolt HP, Achermann P. Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow. Eur J Neurosci. 2005 Feb;21 (4):1000-6.

Les auteurs suisses ont exploré par TEP le débit sanguin cérébral de 12 volontaires, 10 minutes après exposition pendant 30 minutes à un signal GSM 900 MHz, DAS de 1 W/kg, soit de type « portable », soit de type « antenne » (avec un DAS 5 000 fois supérieur à celui d'une antenne réelle). Cette exposition est faite à l'aide d'une antenne placée à l'écart de la tête et non d'un téléphone mobile : la moitié de la tête est exposée à un niveau élevé, ce qui est très différent de l'exposition habituelle au téléphone mobile. Ils trouvent une augmentation du débit sanguin cérébral régional pour le signal « portable » dans le cortex préfrontal dorso-latéral et le gyrus frontal inférieur du côté de l'exposition. Ces modifications ne sont pas retrouvées pour l'exposition de type « antenne ». Les variations observées restent dans des seuils physiologiques.

Aalto 2006

Aalto S, Haarala C, Brück A, Sipilä H, Hämäläinen H, Rinne JO. Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. J Cereb Blood Flow Metab. 2006 Jul;26 (7):885-90.

Ces auteurs ont employé la même technique chez 12 volontaires avec des expositions de type «téléphone portable » allant jusqu'à 51 minutes. Ils notent une diminution du débit sanguin dans la partie postéro-inférieure du cortex temporal inférieur du côté de l'exposition et une augmentation bilatérale du débit sanguin au niveau du cortex préfrontal.