

## 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 répliques 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.