

EFFETS NUISIBLES POTENTIELS DES RADIATIONS DE TELEPHONIE MOBILE SUR LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU * PAR

GJ HYLAND

* Les opinions exprimées ci dessous sont entièrement basées sur mes propres recherches indépendantes et ne sont ni adoptées, ni rejetées par l'Université de Warwick.

Université de Warwick, Institut International de Biophysique, Département de Sciences Physiques, Kapellner Strasse, ehem. Raketenstation, COVENTRY, CV4 7AL, D-41472 NEUSS-HOLZHEIM Grande Bretagne Allemagne

Les préoccupations du public concernant des possibles impacts nuisibles pour la santé générés par l'exposition au type de radiations actuellement utilisées dans la téléphonie mobile GSM ne sont que peu apaisées, en dépit de communiqués émanant à la fois de l'Industrie de la Téléphonie Mobile et du Gouvernement, assurant que tout va bien. Parmi les préoccupations particulières il y a la possibilité de ce que des conséquences nuisibles pour la santé puissent être provoquées par les effets non thermiques contestés de ces radiations. Car, il n'est tenu aucun compte de ces effets dans les lignes directrices d'exposition publiées par quelque organisme de sécurité, national ou international, que ce soit (comme par exemple la Commission Internationale de Protection contre les Radiations Non Ionisantes (ICNIRP) [1] laquelle restreint simplement l'intensité des radiations à un niveau suffisamment bas pour éviter l'échauffement excessif des tissus, en s'appuyant sur l'aptitude qu'a le corps à assurer ses mécanismes de thermorégulation. Il est essentiel de comprendre que dans ce cas l'état vivant du corps n'intervient que dans la mesure où il dicte l'ampleur de l'élévation de température pouvant être tolérée avant que des effets nuisibles pour la santé apparaissent; l'échauffement lui-même se produisant indifféremment que le système soit vivant ou non. Dans le cas de systèmes vivants, cependant et seulement dans les systèmes vivants, la radiation peut exercer des types d'influences (non thermiques) totalement différents, à des intensités bien en dessous de celles nécessaires pour provoquer un échauffement détectable et qui n'ont rien à voir [2] avec l'échauffement (voir cependant, [3]).

On peut donc affirmer clairement que les lignes directrices en matière de sécurité ne concernent qu'un seul aspect du problème, -l'aspect thermique- abandonnant les personnes vulnérables exposées à la possibilité de subir des effets nuisibles provoqués par le côté non thermique négligé. On doit mettre au premier plan le fait que des radiations de micro-ondes pulsées à faible intensité, actuellement utilisées en téléphonie mobile GSM peuvent exercer des influences subtiles, non thermiques, sur les organismes humains vivants. Au premier plan, parce que les micro-ondes sont après tout des ondes et en tant que telles ont d'autres propriétés que leur seule intensité. En particulier, comme conséquence de leur cohérence, les radiations ont des fréquences plutôt bien définies, ce qui facilite leur identification par l'organisme vivant (et de ce fait augmente leur activité biologique), et via laquelle l'organisme peut être à son tour affecté. Il en est ainsi parce que l'organisme humain lui-même comporte une quantité d'activités biologiques électriques de nature oscillatoire, chacune d'elles étant caractérisée par une fréquence particulière [4], dont quelques unes se trouvent être proches de celles utilisées dans la technologie GSM. Ainsi la fréquence porteuse de la gamme des micro-ondes est proche de celles caractérisant les activités électriques hautement organisées (cohérentes) au niveau cellulaire. La biophysique moderne prédit que ces fréquences permettent le métabolisme adéquat des organismes vivants [5]. Il existe maintenant une quantité de preuves expérimentales confortant ce concept [6], parmi lesquelles les effets spectaculaires de radiations de micro-ondes à intensité ultra faible, de fréquence spécifique, sur des processus aussi fondamentaux que la division cellulaire, peuvent être compris de manière assez naturelle [7].

De plus, l'utilisation du procédé TDMA (Time Division Multiple Access) dans le système GSM implique une pulsation plutôt complexe des signaux, dont certaines composantes -en particulier celles de 2 Hz et de 8,34 Hz - correspondent à des fréquences des oscillations électriques du cerveau, respectivement les ondes cérébrales delta et alpha. Il est donc tout à fait possible que les organismes vivants aient en réalité une sensibilité aux radiations GSM sous deux aspects c'est à dire à la fois vis-à-vis de la fréquence porteuse micro-onde et de certaines pulsations à basses fréquences qui caractérisent le signal. Ce signal "ouvre" effectivement l'organisme aux influences spécifiques de la fréquence de cette radiation. Sans cela, l'organisme serait insensible à cette fréquence via laquelle certaines activités endogènes peuvent subir des interférences à un grand nombre de niveaux [8] et

même être stimulées. Le fait de nier cette possibilité, et d'admettre en même temps l'importance d'assurer la compatibilité électromagnétique (EMC) entre ces radiations et les systèmes électroniques (comme ceux qui se trouvent à bord des avions et dans les hôpitaux, par exemple), révèle le peu de cas que l'on fait de la nature fondamentalement électromagnétique des organismes vivants [4].

Ainsi, en opposition avec l'échauffement par les microondes, qui repose sur l'aptitude des systèmes à absorber de l'énergie des champs radiants, l'existence d'effets non thermiques survient comme conséquence d'une "similitude oscillatoire" (comprenant les effets de résonance) entre la radiation et certaines activités électromagnétiques de l'organisme vivant.

C'est ainsi que l'organisme peut répondre à la radiation d'intensité sub-thermique via son aptitude à "reconnaître" certaines caractéristiques fréquentielles de la radiation -c'est à dire essentiellement par un processus de transfert d'information (plutôt que par un transfert d'énergie). L'échauffement par microondes se produit, que l'organisme soit vivant ou non. Par contre, les effets non thermiques ne se produisent que lorsque l'organisme est vivant, étant donné que les fréquences endogènes -dont dépend la sensibilité de l'organisme- sont excitées par des champs externes : les morts n'ont pas d'électroencéphalogramme ni d'électrocardiogramme avec lesquels un champ électromagnétique externe peut interférer !

Pour justifier l'exclusion de toute introduction d'effet non thermique dans la formulation de ses lignes directrices, l'ICNIRP [1] conclut :

"En somme, la littérature concernant les effets athermiques des champs électromagnétiques modulés en amplitude est si complexe, la validité des effets rapportés est si pauvrement établie et la pertinence des effets sur la santé humaine si incertaine qu'il est impossible d'utiliser ce corpus d'informations comme base de fixation de limites d'exposition humaine à ces champs."

Il faut insister sur le fait qu'il n'est pas équivalent de nier soit l'existence d'influences biologiques non thermiques de ce type de radiations, soit la possibilité qu'ont ces influences de provoquer des réactions nuisibles pour la santé- comme cela est souvent soutenu par l'Industrie de la Téléphonie Mobile- mais plutôt que, selon le point de vue de l'ICNIRP (à cause des raisons déclarées), de tels effets ne peuvent pas être utilisés comme base pour fixer des limites d'exposition.

Considérons chaque point successivement. Comme exemple de la "complexité" des effets athermiques (c'est-à-dire non thermiques), les déclarations suivantes apparaissent dans le paragraphe précédant celui dont la citation ci-dessus est extraite : "L'interprétation de plusieurs effets biologiques observés (de ce type de radiations) est compliquée par l'existence apparente de "fenêtres" de réponses à la fois dans les domaines d'intensité et de fréquence. Il n'y a pas de modèle accepté qui explique convenablement ce phénomène, lequel s'oppose au concept traditionnel d'une relation monotone entre l'intensité du champ et la sévérité des effets biologiques résultants."

On devrait cependant réellement s'attendre à l'absence d'une relation monotone ("dose-réponse") puisqu'on s'adresse à des organismes vivants dont le fait d'être vivants signifie qu'ils sont loin de l'équilibre thermique et donc bien au delà de l'état où l'on pourrait s'attendre à trouver une telle relation linéaire. Lorsqu'un organisme vivant est loin de l'équilibre thermique, sa réponse à un champ électromagnétique externe, par exemple, dépend nécessairement de l'état de cet organisme lorsqu'il est exposé à la radiation. C'est-à-dire que lorsqu'on a affaire à ce qu'on appelle des effets non linéaires, l'exposition à un faible champ de micro-ondes, par exemple, n'entraîne pas en général une réponse faible correspondante ou vice versa. Dans ce cas, les phénomènes "fenêtre" mentionnés ci-dessus sont réellement tout à fait typiques ! [6,7]. (A ce sujet, il est bon de se rappeler que le concept de relation dose-réponse est hérité de la toxicologie et est comme tel inapproprié dans le contexte présent, étant donné que les champs électromagnétiques ne sont pas étrangers aux organismes vivants, mais jouent réellement des rôles fondamentaux et intégraux dans leur organisation et leur contrôle [4] !)

Du fait que les influences non thermiques dépendent de l'état de l'organisme vivant, on doit en général s'attendre à voir la reproductibilité de leur détection sérieusement compromise. Ceci conduit évidemment à ce que l'on dise (dans certains cas) des effets rapportés qu'ils sont "pauvrement établis". Par conséquent, de telles difficultés devraient être considérées plus positivement comme un "fait biologique lié à la vie", en somme comme une marque de ce qui est vivant ! Il faudrait noter que

l'affirmation "pauvrement établie" n'est pas acceptée universellement comme le montrent à la fois la Résolution de Vienne de 1998, signée par 16 chercheurs [9] de rang international, ainsi qu'une analyse récente du document de l'ICNIRP [1] qui affirme qu'elle contient...."un modèle consistant de biais, d'erreurs majeures et de présentations délibérément erronées".

La partie la moins litigieuse de la citation ci-dessus est la question de la pertinence des effets non thermiques (en postulant que leur existence est acceptée) concernant la santé humaine. Il faut faire la distinction entre l'apparition d'effets non thermiques en soi et le fait qu'ils provoquent nécessairement des réactions nuisibles pour la santé. En effet il est possible de citer des exemples (comme la Thérapie par Résonance de Microondes [11]) où des effets non thermiques de radiations de micro-ondes à ultra faible intensité (de fréquences spécifiques) entraînent réellement des conséquences bénéfiques pour la santé humaine. Ceci ne peut cependant pas être utilisé pour affirmer que l'exposition à de tels champs soit en général inoffensive, tout comme l'efficacité de médicaments prescrits sous conditions médicales contrôlées n'exclut pas la possibilité de réactions allergiques chez quelques personnes ou l'abus de ces médicaments. Bien qu'actuellement la façon dont un effet non thermique particulier pourrait entraîner une quelconque réaction nuisible pour la santé soit plutôt mal comprise, il y a néanmoins des rapports indéniables entre la nature de certaines réactions nuisibles pour la santé -telles qu'elles sont décrites par quelques utilisateurs de téléphones mobiles GSM et par des personnes résidant dans le voisinage des stations de base associées- et certains types d'influences non thermiques des radiations GSM dont on connaît l'action sur certains aspects du fonctionnement du cerveau. Ces influences ont été observées lors d'expériences in vitro et in vivo, mais il faut reconnaître qu'elles n'ont pas toujours été corroborées au même degré.

Est-il donc possible que les préoccupations du public concernant d'éventuels dangers présentés par l'exposition au type de radiation actuellement utilisé dans la téléphonie mobile soient totalement justifiées ? Pour répondre à cette question, il est nécessaire de considérer avec plus de détails ce qui est connu expérimentalement concernant les influences biologiques non thermiques des radiations de micro-ondes pulsées avec l'intensité utilisée en technologie GSM, en relation avec les types de symptômes nuisibles rapportés actuellement.

Bien que la densité de puissance de la radiation utilisée dans ces expériences soit typiquement celle appliquée à la tête d'un utilisateur de téléphone mobile, et donc beaucoup plus élevée que celle existant dans les zones accessibles au public, proches d'une station de base, le contenu d'information de la radiation émise est le même. En conséquence, ces résultats ne sont pas hors de propos quant à la considération de possibles effets nuisibles pour la santé associés à des expositions chroniques aux radiations des stations de base.

Etant donné qu'il est connu à quel point de telles radiations dégradent le système immunitaire [12, 13], augmentent la perméabilité de la barrière sang-cerveau [14] et affectent une quantité de fonctions du cerveau - comme son activité électrique (électro-encéphalogramme [15]) et son électrochimie [16, 17] - il n'y a certainement aucune coïncidence dans le fait que la majorité des problèmes de nocivité pour la santé rapportés soient principalement de nature neurologique, tels des maux de tête, des troubles du sommeil, des altérations de la mémoire à court terme, et plus gravement une augmentation significative de la fréquence des pertes de conscience (absences) chez quelques enfants épileptiques.

Ainsi, par exemple, les relations de maux de tête corroborent le fait que des radiations de micro-ondes pulsées affectent le système dopamine-opiacées du cerveau [17] et la perméabilité de la barrière sang-cerveau [14], étant donné que ces deux fonctions sous-tendent des maux de tête [18]. Les rapports concernant des interruptions du sommeil, d'autre part, corroborent les effets des radiations de microondes sur la phase de sommeil à mouvement oculaire rapide (REM) (voir 4ème référence de [15]) et sur les niveaux de mélatonine - comme cela a été mis en évidence à la fois dans des études épidémiologiques (dans le cas de l'exposition aux radiofréquences [19]) et dans des expériences de laboratoire in vivo [12]. Des altérations de la mémoire sont corroborées par les découvertes indiquant que les radiations de micro-ondes pulsées ont pour organe cible l'hippocampe [20]. Enfin, il n'y a pas de raison de supposer que la capacité de la lumière visible clignotante [21] d'induire des pertes de conscience (absences) ne s'étende pas aux radiations (invisibles) de micro-ondes - lesquelles peuvent atteindre directement le cerveau à travers la boîte crânienne - ces radiations clignotant aux mêmes rythmes de basses fréquences. Il est reconnu que l'exposition à ces types de radiations induisent des activités épileptiques chez certains animaux [22]. Dans ces conditions, les rapports

concernant des augmentations des activités épileptiques chez certains enfants ne sont peut être pas surprenants [23].

Une image plutôt logique et cohérente commence ainsi à émerger. Il est clair qu'à partir de celle-ci, les questions des effets non thermiques, avec leur potentialité d'induire des réactions du type décrit, délétères pour la santé, souvent admises à titre anecdotique, ne peuvent désormais plus être ignorées. Ce serait faire preuve d'irresponsabilité. Il serait bon d'insister sur le fait que la nature anecdotique de beaucoup de problèmes de santé décrits ne constitue pas un motif solide pour les nier d'un revers de main, comme cela se fait souvent. Etant donné la rareté des données issues d'études épidémiologiques relatives à cette technologie récemment introduite, de tels rapports sont une source indispensable d'informations - ce point de vue est reconnu dans le rapport de l'an dernier de la Commission désignée de la Chambre des Communes du Royaume Uni [24], concernant les téléphones mobiles et la santé.

Il est intéressant de noter que quelques uns des mêmes symptômes ont été décrits dans des études épidémiologiques (impliquant des animaux et des plantes vivantes, en plus des humains), non pas en relation avec des stations de base de téléphonie mobile, mais avec d'autres installations fonctionnant avec des fréquences plus basses (spécialement un émetteur à ondes courtes [19] et un radar [25]), en des endroits où l'intensité de la radiation émise était typiquement comparable à celle mesurée à 150 m d'une station de base de téléphonie mobile. Les effets additionnels comprennent :

- Une diminution des niveaux nocturnes de mélatonine chez le bétail [19],
- Une mémoire moins développée et une diminution de l'attention (ainsi qu'une baisse de l'endurance du système neuromusculaire) chez des enfants vivant dans un rayon de 20 km du radar, et soumis à une densité de puissance maximale de rayonnement de $0,039 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ [26].
- Une augmentation d'un facteur six des dégâts chromosomiques sur les vaches exposées à une intensité maximale probable de $0,1 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ [27].

(Dans chaque cas, la population non exposée, située à l'arrière des faisceaux constituait le groupe témoin)

La dernière observation est d'un intérêt particulier à la lumière des rapports subséquents [28] concernant du bétail subissant des effets nuisibles engendrés par les radiations de stations de base : réduction importante de la lactation, amaigrissement, avortements spontanés, et décès à la naissance. Les faits suivants sont spécialement pertinents :

1. Si le bétail est transporté dans des pâtures bien éloignées de l'antenne, les conditions s'améliorent de façon spectaculaire, puis déclinent à nouveau lorsque les animaux sont ramenés à la pâture de départ,
2. Les effets délétères ne sont apparus que lorsque les antennes relais GSM, émettrices de micro-ondes ont été installées sur une tour qui n'avait auparavant été utilisée que pour émettre des signaux de télévision et de radio (analogiques), auxquels on n'avait pu jusque là associer aucun problème évident de santé !

L'apparition d'effets nuisibles dans le cas d'animaux est particulièrement significative, étant donné qu'elle indique que ces effets sont réels et non psychosomatiques, comme cela est souvent affirmé dans le cas de l'exposition humaine, par ceux qui refusent de reconnaître que ce type de radiation puisse être nocif.

A des intensités un peu plus fortes que celles atteintes dans le cas des GSM, mais encore toujours bien en dessous des limites permises par les lignes directrices existantes (par exemple [1]), une étude à long terme a révélé une augmentation de deux fois le nombre de cancers parmi les policiers militaires polonais exposés aux rayonnements radar [29].

Il est bien entendu essentiel de comprendre que puisque les influences non thermiques dépendent du fait que l'organisme est vivant, il s'ensuit nécessairement que toute personne n'est pas également sensible, même exposée au même champ que d'autres; car la sensibilité dépend réellement de l'état de l'individu au moment de son irradiation, et non uniquement de l'intensité du champ. Si l'acceptation de ceci rend l'apparition des effets non thermiques plus difficile à prédire, -et de ce fait rend toute réglementation difficile à concevoir - ceci ne signifie pas qu'on puisse ignorer ces effets en matière de

sécurité, ou qu'ils ne puissent pas provoquer de réactions délétères pour la santé (on peut s'attendre à ce que la gravité de ces réactions puisse varier d'une personne à l'autre, selon la robustesse du système immunitaire - lequel comme cela a déjà été mentionné est lui-même affecté par l'exposition au type de radiation utilisé en téléphonie mobile GSM). En relation avec ceci, il faut se rappeler de ce qu'au cours de la "Guerre Froide", ce type de radiation a été utilisé (plutôt avec succès) par les Soviétiques pour provoquer délibérément de sérieux effets délétères sur la santé des occupants des ambassades occidentales dans des pays du bloc de l'Est, enfants compris [30].

On peut s'attendre à ce que des enfants pré-adolescents puissent (potentiellement) encourir plus de risques que des adultes- comme cela a été reconnu par le rapport récent publié par le Groupe d'Experts Indépendants du Royaume Uni, concernant les téléphones mobiles [31], et ce, pour les raisons suivantes :

1. L'absorption des microondes aux fréquences utilisées en téléphonie mobile est plus importante dans un objet dont les dimensions ont à peu près celles de la tête d'un enfant- c'est ce que l'on appelle la résonance de la tête. De plus, suite à la plus mince épaisseur de la boîte crânienne d'un enfant, la pénétration des radiations est plus forte que chez un adulte.
2. L'activité des ondes cérébrales chez un enfant est moins robuste vis-à-vis des agressions des impulsions de micro-ondes (217 par seconde) utilisées pour les systèmes GSM que celle d'un adulte mature. Ceci, en raison de la répétition des fréquences pulsées à structures multiples de 8,34 Hz, et de 2 Hz, caractérisant le signal du téléphone équipé d'une émission discontinue (DTX), lorsque l'utilisateur écoute (mais ne parle pas). Ces fréquences se situent respectivement dans les plages des ondes alpha et delta des activités cérébrales. Le fait que ces deux activités électriques particulières changent constamment chez un enfant jusqu'à ce qu'il ait atteint l'âge d'environ 12 ans - lorsque les ondes delta disparaissent et lorsque le rythme alpha se stabilise finalement - signifie qu'on peut prédire qu'elles sont particulièrement vulnérables aux interférences des impulsions des téléphones GSM. La situation chez les adultes est quelque peu différente (voir [33]).
3. Le système immunitaire d'un enfant, dont l'efficacité est dans tous les cas diminuée par les radiations du type utilisé dans la téléphonie mobile, est généralement moins robuste que celui d'un adulte. Un enfant peut donc moins bien faire face à tout effet nuisible pour sa santé provoqué par l'exposition (chronique) à de telles radiations.

Dans le cas des appareils téléphoniques portables GSM, il existe un autre risque potentiel qui est souvent négligé, mais qui pourtant pourrait se révéler tout aussi délétère pour la santé. Il s'agit des champs magnétiques à extrêmement basses fréquences non pas associés à l'émission d'ondes pulsées de micro-ondes des antennes, mais plutôt aux variations de courant de la batterie du téléphone [34], qui est nécessaire pour assurer l'émission de microondes selon les caractéristiques requises par le système TDMA. Des expériences récentes mettant en oeuvre des embryons de poules indiquent une augmentation du taux de mortalité lorsque le téléphone portable est protégé par un grillage de blindage adéquat réduisant le passage des microondes [12]. Avec le système de blindage en place, la puissance d'émission (de microondes) nécessaire pour maintenir le contact avec la station de base augmente, ce qui requiert de plus importants influx de courant de la batterie, auxquels sont évidemment associés des champs magnétiques à extrêmement basses fréquences (ELF) plus puissants (et d'autant plus nuisibles pour la santé).

Quant à la voie à suivre dans le futur, il est clairement nécessaire d'assurer un plus haut degré de biocompatibilité électromagnétique que celui qui existe aujourd'hui. Heureusement, avec l'arrivée de la troisième génération des téléphones mobiles, on a bon espoir que la gravité de quelques problèmes neurologiques va diminuer suite au remplacement du système TDMA par le système CDMA (Code Division Multiple Access). Bien que la sensibilité à la microonde porteuse subsiste, la pulsation des radiations utilisées en technologie CDMA n'est pas régulière, (comme pour le système TDMA). De ce fait, la radiation ne peut pas avoir de similitude oscillatoire avec l'activité des ondes cérébrales humaines. Mais il faut dire que, du fait de la fréquence un peu plus élevée de l'onde porteuse utilisée, plus proche de celle à laquelle l'eau absorbe le plus fortement les micro-ondes, des effets thermiques pourraient devenir dans ce cas un problème plus préoccupant. D'autre part, l'introduction du système TETRA (Terrestrial Enhanced Trunked Radio Access) donne lieu à une augmentation du niveau de préoccupations d'ordre non thermique, étant donné que la fréquence de transmission de la trame de base est ici de 17,6 Hz, une fréquence se situant dans la plage de l'activité bêta du cerveau, et proche

de celle à laquelle un flash clignotant de lumière visible peut provoquer des instants d'inconscience chez les sujets épileptiques photosensibles [35].

En conclusion, il est clair que si la question de savoir comment des effets nuisibles pour la santé peuvent être provoqués par des influences de radiations de microondes pulsées à un niveau non thermique, radiations actuellement utilisées dans les télécommunications GSM, est loin d'être résolue, il existe des preuves circonstancielles considérables confortant cette possibilité. Ces preuves ne sont pas encore prises en compte dans les lignes directrices de sécurité mais elles suggèrent au moins deux voies via lesquelles la biocompatibilité pourrait être améliorée :

1. S'assurer de ce qu'il n'existe pas de champ pulsé à fréquence extrêmement basse (ELF) d'émission dans la plage d'activité des ondes cérébrales humaines.
2. Etant donné qu'il n'est pas encore possible de définir de manière systématique des seuils de densité de puissance pour des effets non thermiques (il y a cependant quelques expérimentations [6] indiquant des seuils non thermiques de l'ordre de grandeur du microwatt / cm²), les intensités d'exposition devraient être réduites à des niveaux situés en dessous de ceux où aucun effet nuisible n'a été trouvé empiriquement parmi les populations exposées. Etant donné qu'il existe des rapports concernant des effets nuisibles pour la santé à des endroits où dans le faisceau principal de rayonnement, à des distances de l'ordre de 150 à 200 mètres d'une station de base typique de 15 m de hauteur, les densités de puissance sont de quelques dixièmes de microwatt / cm², les niveaux d'exposition devraient être réduits à 10 nanowatt / cm² (*) (cette valeur applique un facteur de sécurité de 10).

(*) 10 nW / cm² = 0,01 μW / cm²

Des problèmes de santé sont cependant également décrits parmi de jeunes écoliers dont les salles de classe sont situées beaucoup plus près (20-30 m) du pylône d'une station de base, et donc bien en dessous du faisceau principal de rayonnement. Par conséquent, les problèmes de ces écoliers (saignements du nez, violents maux de tête) sont plus vraisemblablement dus à l'exposition aux "lobes latéraux", lesquels sont habituellement négligés en raison de leur beaucoup plus faible puissance (en comparaison avec celle du faisceau principal). Il faut cependant noter qu'à une telle proximité de l'antenne, la densité de puissance dans ces lobes latéraux pourrait bien approcher celle atteinte dans le faisceau principal à de beaucoup plus grandes distances de l'antenne.

Se référer à de plus fortes densités de puissance associées aux champs électromagnétiques des émissions radio et TV dans le but de justifier le maintien de niveaux plus élevés d'émission de stations de base GSM est peu judicieux au moins sous deux aspects :

1. La nature des émissions est assez différente en ce qui concerne les fréquences porteuses - différences entre ondes pulsées et analogiques - et la configuration des faisceaux,
2. Il existe des rapports décrivant des problèmes de santé (en particulier incidence des leucémies) au voisinage de quelques uns de ces émetteurs [36].

Finalement, on peut absolument opposer que jouir d'une qualité de vie acceptable requiert plus que l'absence d'une maladie terminale. Des effets nuisibles pour la santé des humains, tels ceux de types déjà rapportés (assez régulièrement) dans le monde entier, comme les maux de tête, les interruptions de sommeil, la diminution de la mémoire à court terme, etc., peuvent peut-être ne pas représenter une menace en soi pour la vie, mais ont néanmoins un effet débilisant qui indubitablement bien entraîne une diminution du bien être général de ceux qui en sont victimes. Dans le cas de certains enfants, ces effets pourraient bien entraver leur développement neurologique et académique, ce qui a en effet été montré dans le cas d'exposition à d'autres types de radiations [19, 26] (à la fois à ondes pulsées et à ondes constantes) d'intensité similaire, mais ayant des caractéristiques un peu différentes en fréquences.

Il faudrait évidemment noter que l'absence apparente de données concernant les effets nuisibles menaçant la vie suite à des expositions aux stations de base GSM n'est pas une garantie d'innocuité vis-à-vis d'effets d'expositions à long terme (ou chroniques). Car, les expositions à ce type de radiations en sont toujours "à leurs débuts" comparativement à la beaucoup plus longue période de latence (10 - 15 ans) des types de cancers pouvant être promus [37] chez certaines personnes [29, 30]

Note additionnelle à titre de preuve

Une augmentation statistiquement significative de l'incidence de tumeurs neuro-épithéliales (une espèce rare de tumeur de la périphérie du cerveau où les radiations des GSM peuvent facilement pénétrer) a été trouvée par Muscat et al. dans une étude faisant partie du Programme WTR [40] et étendue à l'ensemble des USA. La latéralité de ces tumeurs correspond avec le côté où le téléphone cellulaire est utilisé. Peut-être pas sans relation avec ce qui précède, le fait que l'exposition aux radiations GSM (d'intensité typiquement rencontrée à la tête lorsqu'on utilise un téléphone cellulaire), n'aboutit pas seulement à l'augmentation du nombre de ruptures déjà mentionnées de chaînons d'ADN, mais aussi à la formation de micronoyaux [41]. Cette découverte a été confirmée plus tard par le Programme WTR [40].

Références bibliographiques

- [1] Health Physics, 74 (4), pp. 494-522 (1998).
- [2] Hyland G. J. Scientific Advisory System : Mobile Phones and Health, Vol. II, Appendix 15, pp.86-91, HM Government, 1999.
- [3] Il y a une possibilité intéressante pour qu'une influence non thermique d'une radiation sur l'hypothalamus puisse affecter les mécanismes de thermorégulation du corps.
- [4] Becker R.O. and Marino A.A. "Electromagnetism and Life" Suny Press, Albany, 1982. - Popp F.A. et al. (Editors) "Electromagnetic Bioinformation" Urban Schwarzenburg, Munich, 1989. - Smith C.W. & Best S. "L'homme électromagnétique", Ed. Encre Paris, 1988.
- [5] Fröhlich H., Int. J. Quantum Chem., 2, pp. 641-649 (1968).
- [6] Fröhlich, Advances in Electronics and Electron Physics, 53, pp. 85-152 (1980).
- [7] Hyland G.J., Engineering Science and Educational Journal, 7 (6), pp. 261-269 (1988).
- [8] La situation peut être comparée à la manière dont la réception d'une radio allumée réglée sur une fréquence particulière peut subir l'interférence d'un signal d'une station de fréquence très voisine. Dans ce cas, il est plus question de réception d'information d'un signal donné (qui interfère) que de la quantité d'énergie qu'il contient.
- [9] Voir: www.irf.univie.ac.at/emf
- [10] Cherry N. "Criticism of the Proposal to adopt ICNIRP Guidelines for New Zealand", Lincoln University, N.Z., 1998.
- [11] Betskiy O.V., J. of Commun. Technol. and Electronics, 38, pp. 65-82 (1993) - Sit'ko S.P., Physics of the Alive, 1, pp. 5-21 (1993).
- [12] Youbicier-Simo B.J. et al., Prog. in Radiation Protection, FS-99-106-T, Vol.1, pp. 218-223 (1999).
- [13] Lyle D.B. et al., Bioelectromagnetics, 4, pp. 281-292 (1983), - Sri Nageswari K., Proc. Asia Pacific Microwave Conf. (Edited by R.S. Gupta), Vol. 1 (B1.6), pp. 59-61 (1996), - Coghill R.W. and Galonja-Coghill T., Electro and Magnetobiology, 19 (1), pp. 43-56 (2000).
- [14] Salford L.G. et al., Bioelectrochemistry & Bioenergetics, 30, pp. 293-301 (1993), - Microsc. Res. Tech., 27, pp. 535-542 (1994), - Wireless Networks, 3, pp. 455-461 (1997).
- [15] Bise W., Physiol. Chem. & Physics, 10, pp. 387-398 (1978), - von Klitzing L., Phys. Medica, XI (2), pp. 77-80 (1995), - Reiser H.-P. et al., Eur. J. Med. Res., 1, pp. 27-32 (1995), - Mann K. & Roschke J., Neuropsychobiology, 33, pp. 41-47 (1996), - Vorobyov V.V. et al., Bioelectromagnetics, 18, pp. 293-298 (1997), - Freude G. et al., Bioelectromagnetics, 19, pp. 384-387 (1998), - Eulitz C. et al., Neuro Report, 9, pp. 3229-3232 (1998), - Borbely A.A. et al., Neurosci. Lett., 275 (3), pp. 207-210 (1999), - Krause C.M. et al., NeuroReport, 11 (4), pp. 761-754 (2000)
- [16] Bawin S.M. et al., Ann. NY Acad. Sci., 247, pp. 74-81 (1975), - Blackman et al., Radio Sci., 14, pp. 93-98 (1979), - Dutta S.K. et al., Bioelectromagnetics, 5, pp. 71-78 (1984), (voir également leur contribution au Chapitre 8 "Biological Effects of Electropollution : Brain Tumours and Experimental Models" Ed. S.K. Dutta et al., Information Ventures Inc., Philadelphia, 1986, pp.63-69, - Frey A.H., Environmental Health Perspectives, 106, pp. 101-103 (1998) avec références incluses.
- [17] Frey A.H. (Editor), "On the Nature of Electromagnetic Field Interaction with Biological Systems", R.G. Landes Co, Austin, Texas, 1994.
- [18] Sandyk R. & Awerbuch G., Int. J. Neurosci., 76, pp. 249-257 (1994), - Janigro D. et al., Circ. Res. 75 (3), pp. 528-538 (1994), - Winkler T. et al., Neuroscience, 68 (4), pp. 1097-1104 (1995), - Del Zompo M. et al., Headache, 35 (4) pp. 222-224 (1995), - Villeneuve A., Can. J. Psychiatry, 39 (9 supplément 2), pp. 53-58 (1994), - Barbanti P. et al., Neurosci. Lett. 207 (2), pp. 73-76 (1996).
- [19] Altpeter E.S. et al., Study of Health Effects of Short-wave Transmitter Station at Schwarzenburg, University of Berne, Inst. For Social & Preventive Medicine, August 1995.
- [20] Tattersall J., New Horizons, Edition d'Automne, p. 11, 1999.
- [21] La lumière visible et les radiations de microondes sont simplement des types différents de radiations électromagnétiques qui se distinguent par leurs fréquences et par leur degré de cohérence, ainsi que par le plus grand pouvoir de pénétration des radiations de microondes dans les tissus et les os.
- [22] Sidorenko A.V. and Tsaryk V.V., Proc. Electromagnetic Fields and Human health, Moscow, pp. 283-284, Sept. 1999.
- [23] Personal Communication, 1999.
- [24] Scientific Advisory System : Mobile Phones and Health, Vol.I, Para. 36, HM Government, 1999.
- [25] The Science of the Total Environment, 180/1 - Whole issue (1996).
- [26] Kolodynski A.A. and Kolodynska V.V., ibid., pp. 87-93 (1996).
- [27] Balode Z., ibid. pp. 81-85 (1996).
- [28] Löscher W. and Käs G., Practical Veterinary Surgeon, 79 (5), pp. 437-444 (1998),
Personal Communications to the author, (1999, 2000).
- [29] Szmigielski S., The Science of the Total Environment, 180 (1), pp. 9-17 (1996).
- [30] Goldsmith J.R., Int. J. Occup. Environ. Health, 1, pp. 47-57 (1995),
Goldsmith J.R., Public Health Review, 25, pp. 123-149 (1997).
- [31] "Mobile Phones and Health", Report of the Independent Expert group on Mobile Phones, May 2000.
- [32] Gandhi O.P. et al., IEEE Trans. MTT, 44, pp. 1884-1897 (1996).

- [33] Etant donné que l'activité delta du cerveau à la fréquence de 2 Hz caractérise le sommeil profond, l'effet de l'exposition à des radiations de microondes externes pulsées à cette fréquence sur l'électroencéphalogramme (EEG) d'un sujet adulte éveillé (lequel ne comprend pas d'ondes delta, excepté dans des cas pathologiques) mérite des investigations.
- [34] Linde T. and Mild K.H., *Bioelectromagnetics*, 18, pp. 184-186 (1997), - Andersen J.B. and Pedersen G.F., *Rad. Protection Dosimetry*, 72, pp. 249-257 (1997).
- [35] Ceci est un bon exemple de la vulnérabilité de l'organisme humain vivant vis-à-vis d'une influence électromagnétique non thermique. Ce n'est pas tellement la quantité d'énergie lumineuse (qui dépend de son intensité) absorbée qui provoque l'instant d'inconscience (l'absence), mais plutôt l'information transmise au cerveau par la régularité (cohérence) du clignotement. Le cerveau "reconnait" la fréquence de ce clignotement, parce que celle-ci est proche de l'une de celles qui sont utilisées par le cerveau lui-même.
- [36] Hocking B. et al., *Medical J. Australia*, 165, pp. 601-605 (1996); - Dolk H. Et al., *American J. Epidemiology*, 145 (1) pp. 1-9 (1997) and *ibid.* pp. 10-17 (1997).
- [37] Concernant la question du cancer, la preuve de l'effet de promotion de celui-ci par des radiations pulsées GSM a été apportée par des expérimentations [38] sur des souris transgéniques. Une augmentation de l'apparition de cancers a été décrite dans les articles sous références [29] et [30]. Il faut noter que bien que les radiations de micro-ondes soient non-ionisantes (c'est à dire qu'elles n'ont pas assez d'énergie pour briser des liaisons chimiques et l'ADN en particulier), des expositions prolongées pourraient bien interférer avec les processus naturels de réparation de l'ADN, ce qui est corroboré par l'augmentation du taux de fragmentation découverte expérimentalement [39]. Voir également à ce sujet la Note additionnelle à titre de preuve.
- [38] Repacholi M.H. et al., *radiation Res.*, 147, pp. 631-640 (1997).
- [39] Lai H. and Singh N.P., *Bioelectromagnetics*, 16, pp. 207-210 (1995); - Lai H. and Singh N.P., *Int. J. Radiation Biol.*, 69, pp. 513-521 (1996).
- [40] Carlo G.L., *Wireless Telephone and Health : WTR Final report* - document présenté à l'Assemblée Nationale Française le 19 juin 2000.
- [41] Garaj-Vrhovac V. et al., *Mutation Research*, 281, pp. 181-186 (1992).