

## Les téléphones mobiles, Leurs stations de base et la santé

### PRESENTATION DU RAPPORT DU GROUPE D'EXPERTS (état des connaissances et recommandations)

#### I. ETAT DES LIEUX

##### I.1 Rappel sur les radiofréquences et les valeurs limites d'exposition

###### 1. Rappel sur les radiofréquences

**Un champ électromagnétique est l'association d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui varient dans le temps et se propagent dans l'espace.** Ces champs sont susceptibles de déplacer des charges électriques. Les champs électromagnétiques sont caractérisés par plusieurs propriétés physiques dont les principales sont leur fréquence ou leur longueur d'onde, leur intensité et leur puissance.

La téléphonie mobile se développe depuis quelques années de façon considérable dans notre environnement. Elle utilise des champs électromagnétiques dans une gamme de fréquences définie : les radiofréquences (RF). Les radiofréquences ont des applications dans d'autres domaines:

- domestiques : fours micro-ondes,
- professionnelles : presses haute fréquence, soudure, radiocommunications
- grand public : badges de contrôle, d'identité ou de titres de transport,
- médicales diagnostiques (IRM : Imagerie par Résonance Magnétique) et thérapeutiques (physiothérapie, hyperthermie, etc. ...).

###### 2. Téléphones mobiles

Le téléphone transforme la voix en champs radiofréquences qui se propagent par l'intermédiaire de l'antenne du téléphone jusqu'à une antenne relais (station de base). Le signal est ensuite transmis par le réseau filaire jusqu'au correspondant. Chaque antenne relais couvre une portion de territoire constituant une " cellule ", d'où le nom de téléphonie cellulaire.

Les champs utilisés dans la téléphonie mobile sont standardisés selon différents systèmes en fonction des régions et des pays. En France, les 2 systèmes actuellement en place sont le système GSM 900, développé par les opérateurs Itineris et SFR, et le système GSM 1800, plus récent, développé par l'opérateur Bouygues Telecom. Dans le système GSM 900, la fréquence porteuse va de 872 à 960 MHz. Dans le système GSM 1800, la fréquence porteuse va de 1710 à 1875 MHz.

Les téléphones commercialisés fonctionnent en GSM 900, GSM 1800, ou les deux (téléphones bi-bandes). Certains sont même compatibles avec le système nord-américain (tri-bandes). Les modèles se différencient par leur autonomie, leur encombrement et leur poids. Plus la puissance d'émission est faible plus l'autonomie est grande et est plus faible le poids de la batterie.

La puissance d'émission des téléphones est limitée à 2W au maximum pour le GSM 900 et 1 W maximum pour le système GSM 1800. Cette puissance d'émission est de plus régulée en fonction de la distance à l'antenne relais : elle est inversement proportionnelle à la qualité de la communication (250 mW à plusieurs kilomètres de l'antenne, 10 mW à proximité). Lors de la connexion de l'utilisateur du mobile avec son correspondant, la puissance émise est ajustée à un niveau élevé permettant d'avoir une communication immédiate optimale, puis le contrôle de puissance réduit celle-ci par paliers de 2 dB, en quelques secondes, jusqu'à se stabiliser au niveau minimum compatible avec une bonne qualité de la communication. Le déplacement de

l'utilisateur fait prendre le relais par plusieurs stations de base successivement, chacune démarrant sa communication à un niveau élevé, puis abaissant la puissance. **C'est donc lors de l'utilisation d'un téléphone mobile en situation de déplacement que l'exposition aux radiofréquences est la plus élevée, ou encore lors d'une conversation dans un lieu à médiocre réception, qui astreint l'antenne relais et le téléphone mobile à rester à des niveaux de puissance élevés.**

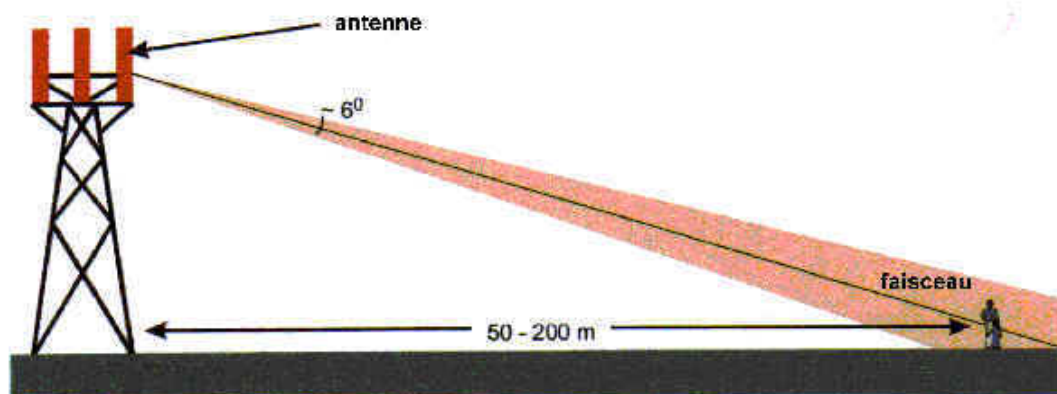
### 3. Antennes relais (station de base)

On distingue plusieurs types d'antennes relais ou stations de base, selon le territoire couvert et la densité des communications transmises :

- les stations macro cellulaires, les plus courantes peuvent émettre à une puissance maximum de 20 à 30 watts par bande de fréquence. En milieu rural, la puissance sera élevée pour couvrir des zones étendues (10-30 km) sur un nombre limité de bandes de fréquence utilisateur, tandis qu'en milieu urbain, la puissance sera répartie sur de nombreuses bandes utilisateur dans un périmètre restreint (500 m).
- les stations micro cellulaires ont une puissance moindre et sont utilisées pour couvrir des zones peu étendues de forte densité d'utilisateurs, comme des gares ou des centres commerciaux par exemple,
- les stations pico-cellulaires sont installées à l'intérieur de bâtiments comme des bureaux.

Le champ dans l'environnement des antennes se présente de la façon suivante :

- strictement en face de l'antenne, le champ à une distance de 1 mètre d'une station micro-cellulaire est de 50 V/m. Les niveaux de référence fixés par la recommandation européenne 1999/519/ CE sont de 41 V/m à 900 MHz et de 58 V/m à 1800 MHz ; ces valeurs sont respectées au delà d'une distance de l'ordre de 1,5 m d'une station micro-cellulaire, et de 2,5 m d'une station macro-cellulaire.
- en arrière de l'antenne, une plaque métallique réfléchit complètement les champs émis dans cette direction. Une distance de 50 cm permet de garantir le respect des valeurs recommandées.
- dès que l'on s'éloigne de l'axe de l'antenne en dessus ou en dessous (cas le plus courant, ces antennes étant habituellement disposées à une hauteur de 20 m environ), le champ est au maximum de 1 à 2 V/m au voisinage immédiat de la station. Le faisceau émis est directionnel ; légèrement incliné, avec une large ouverture horizontale de l'ordre de 90° à 120° et une faible ouverture verticale de quelques degrés, il n'atteint le sol qu'à une distance de l'ordre de 50 à 200 mètres selon la hauteur de l'installation et l'inclinaison de l'antenne (voir le schéma).



Diffusion du faisceau électromagnétique depuis une antenne de macrocellule

#### 4. Radiofréquences et actions sur l'homme

Toute matière vivante contient des charges électriques (ions, molécules...) et des matériaux isolants ; c'est donc un milieu faiblement conducteur (appelé diélectrique). Quand le tissu est soumis à un champ RF, une partie du champ est réfléchi, et l'autre pénètre dans l'organisme. Le rayonnement produit par cette interaction doit être quantifié, car il peut être à l'origine d'effets biologiques.

Dans les tissus, le champ électrique peut déplacer les charges libres comme les ions, ou orienter des molécules polarisées comme des acides aminés. Il induit de la part du milieu exposé, des forces de réaction proportionnelles à la viscosité de ce milieu. Une partie de l'énergie électromagnétique est ainsi transformée en chaleur (effet thermique).

La dose d'énergie absorbée par transformation en chaleur est quantifiée par la puissance absorbée par unité de masse de matière biologique exposée. Elle est définie par le débit d'absorption spécifique (DAS, ou SAR en anglais) et s'exprime en W/kg.

#### 5. Fixation des valeurs limites d'exposition

Les risques de l'exposition aux champs électromagnétiques en général et plus particulièrement radiofréquences (RF) sont évalués à partir d'une revue exhaustive de la littérature sur leurs effets biologiques. L'établissement de valeurs limites d'exposition se fonde sur les effets considérés d'un point de vue sanitaire comme les plus sensibles, c'est-à-dire qui apparaissent au plus bas niveau d'exposition testé. À cette valeur est appliqué un ensemble de coefficients d'abattement destinés à prendre en compte les incertitudes et à disposer d'une certaine " marge de sécurité ". Des réévaluations de ce corps de connaissances, et des recommandations de valeurs limites d'exposition qui en découlent, sont régulièrement pratiquées.

L'avis général des comités d'experts est que l'effet jugé néfaste trouvé chez l'animal au plus faible niveau d'exposition est une altération du comportement chez le macaque et des rongeurs. Une telle altération consiste le plus souvent en une difficulté ou une inhibition complète de la réalisation d'une tâche complexe d'apprentissage sous exposition à une quantité suffisante d'énergie RF. Les résultats expérimentaux indiquent qu'il s'agit clairement d'un effet thermique : cette altération se produit lorsque la puissance absorbée dans le corps, à la suite d'une exposition du corps entier, quantifiée par le débit d'absorption spécifique (DAS), atteint ou dépasse un seuil de 4 W/kg de poids corporel. Prenant en compte un facteur 10 'de réduction', la valeur de 0,4 W/kg a été proposée comme limite recommandée pour les expositions professionnelles, pour une exposition " corps-entier ". Ce paramètre qui conditionne l'existence d'un effet biologique pouvant être jugé comme néfaste pour la santé constitue dans le langage des recommandations une "restriction de base". Un facteur d'abattement de 5 supplémentaire a été introduit pour la population générale, afin de tenir compte de l'absence de contrôle que des personnes non informées ont sur leur environnement, de la possibilité de sensibilités variables en fonction de l'état physiologique ou pathologique des individus. **La valeur ainsi déterminée pour l'exposition du corps soumis en entier dans le champ d'exposition est de 0,08 W/kg.**

Des considérations dosimétriques ont montré que lors d'une telle exposition, certaines zones restreintes de l'organisme pouvaient absorber localement une puissance jusqu'à 25 fois supérieure. Il en a été conclu que le débit local d'absorption spécifique (DAS) local ne devait pas dépasser 2 W/kg pour la tête et le tronc, dans lesquels se trouvent des organes fonctionnels vitaux (cœur, poumons, intestins), et 4 W/kg pour les tissus plus périphériques que sont les membres. La limite d'exposition 'locale' n'est donc pas fixée directement en fonction d'effets biologiques constatés, mais indirectement à partir d'effets observés à la suite d'une exposition 'corps entier', selon une extrapolation dosimétrique.

Le DAS n'est pas une valeur facilement accessible à la mesure ; il a donc été nécessaire d'établir à l'aide "d'équations de transfert" les valeurs de champ électrique ou magnétique susceptibles de produire dans le pire cas les DAS précédemment définis, lorsqu'un individu est soumis à ce champ. Ces valeurs de champ qui peuvent être mesurées, sont appelées dans le langage des recommandations des "niveaux de référence". Comme l'absorption des radiofréquences dépend fortement de la fréquence, les niveaux de référence varient en fonction de la fréquence. En ce qui concerne la téléphonie mobile, les valeurs de champ électrique susceptibles de produire un DAS de 0,08 W/kg chez un individu entièrement plongé dans le rayonnement, sont de 41 et 58 V/m respectivement aux fréquences de 900 et 1800 MHz ce qui correspond à des valeurs de densité de puissance, respectivement de 4,5 et 9 W/m<sup>2</sup>. Par

rapport aux " restrictions de base ", les 'niveaux de référence' incorporent donc une marge de sécurité supplémentaire du fait de leur procédure de calcul qui adoptent des hypothèses pénalisantes assurant que les restrictions de base sont respectées, même dans les situations les plus péjoratives, lorsque le champ émis est inférieur ou égal aux niveaux de référence.

Les valeurs limites d'exposition adoptées par le Conseil de l'Union européenne en 1999 résultent des travaux du groupe d'experts internationaux de la commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) Le Conseil de l'Union européenne les a exprimées dans la recommandation 1999/519/CE du 12 juillet 1999, également reprises par l'OMS<sup>(1)</sup>.



## I.2 Synthèse des données scientifiques sur les effets des radiofréquences sur la santé

Le texte qui suit a pour objet de présenter, de manière très condensée, à partir de quelques exemples, l'essentiel des enseignements tirés par le groupe d'experts sur l'état des connaissances scientifiques actuelles relatives aux effets biologiques et sanitaires des champs électromagnétiques RF associés à la téléphonie mobile, dans le domaine des expositions n'entraînant pas d'effet thermique. Il n'est pas possible d'en dresser ici un inventaire détaillé ou exhaustif ; pour cela, il conviendra de se reporter au rapport complet.

Avant de présenter ces enseignements, il est nécessaire de définir certaines notions : Adoptant le point de vue de diverses instances internationales sur le sujet, le groupe d'experts appelle "**effets biologiques**" des changements d'ordre physiologique, biochimique ou comportemental qui sont induits dans un organisme, un tissu ou une cellule en réponse à une stimulation extérieure. Tout effet biologique ne représente pas une menace pour la santé de la personne ; il peut manifester simplement la réponse adaptative normale de la cellule, du tissu ou de l'organisme à cette stimulation. Un "**effet sanitaire**" est un effet biologique qui peut mettre en danger le fonctionnement normal d'un organisme, en dépassant les capacités de réponse " physiologiques " en réponse à l'action de l'agent extérieur. Des effets biologiques qui sont, ou qui peuvent être considérés, en l'état actuel des connaissances, comme prédictifs de conséquences sanitaires sont qualifiés par le groupe d'experts "**d'effets biologiques menaçants**".

### 1. Des effets biologiques avérés mais dont les effets sur la santé ne sont pas démontrés

Les effets biologiques retrouvés de manière répétitive sont, par exemple :

- Des modification de l'électroencéphalogramme (EEG).
- Des modification de certaines fonctions cognitives (réduction du temps de réaction, modification de la mémoire...).
- L'augmentation, modeste, de l'activité d'une enzyme intracellulaire, l'ornithine décarboxylase (ODC).

**Il n'est pas possible, en l'état actuel des connaissances, de conclure que ces effets biologiques ont un caractère " menaçant ".**

### 2. Des effets biologiques non avérés

Certains travaux ont pu suggérer des manifestations biologiques mais, ils n'ont pu être répliqués ou ont fait l'objet de critiques quant aux conditions expérimentales. Ces résultats appellent donc des travaux complémentaires avant de conclure sur la réalité même de ces effets biologiques.

Les effets biologiques de ce type sont, par exemple :

- La réduction de l'efficacité de la barrière hémato-encéphalique.
- La moindre faculté de réparation de l'ADN (test des micro-noyaux).

### 3. Cancer : des données épidémiologiques non concluantes à ce jour

Plusieurs études épidémiologiques ont été conduites, en Europe ou aux Etats-Unis, comparant l'utilisation de téléphones mobiles par des groupes de patients atteints de cancers céphaliques (cerveau, glandes salivaires ou nerf acoustique) et des sujets témoins. Il s'agit, dans la plupart des cas, d'études de type " cas-témoins " réalisées dans la population générale (dont l'exposition n'est pas liée spécifiquement à l'activité professionnelle). Leurs résultats sont convergents et ne permettent pas de conclure à un risque accru de ces formes de cancer. Les études disponibles sur ce sujet sont celles des équipes de L Hardell (1999), JE Muscat (2000) et PD Inskip (2000).

Mais ces travaux ne permettent pas d'exclure l'existence d'un risque lié à un effet différé des champs RF des mobiles, car le recul concernant l'utilisation des téléphones mobiles par les sujets inclus dans les études actuellement disponibles est relativement court (3 à 6 ans en moyenne). C'est pourquoi le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a engagé l'importante étude épidémiologique Interphone, en vue de tester l'hypothèse selon laquelle pourrait exister un effet cancérigène promoteur, avec un délai de latence de l'ordre de 5 ans minimum. Les résultats complets de cette étude internationale sont attendus d'ici 3 à 4 ans.

Concernant le risque de cancer au voisinage de stations émettrices de RF (radio, télévision ou radar, aux puissances considérablement supérieures à celles des stations de base de téléphonie mobile), les études conduites, de type 'écologique', sont négatives ou non concluantes.

#### **4. Certains troubles déclarés parmi les utilisateurs de téléphones restent à confirmer**

Des études épidémiologiques récentes font état de maux de tête déclarés par les utilisateurs de mobiles de type analogique ou numérique. Ces travaux, peu nombreux mais assez convaincants, doivent pour être concluant être vérifiés selon divers protocoles et dans des populations variés.

#### **5. Des domaines peu explorés**

Le groupe d'experts considère que certains domaines n'ont pas été explorés de manière suffisante, ou l'ont été selon des protocoles peu convaincants. Il appelle à la réalisation de travaux expérimentaux ou épidémiologiques nouveaux pour développer les connaissances, par exemple sur :

- La co-cancérogénèse (association entre RF et cancérigènes chimiques ou physiques connus).
- L'effet des RF sur des tissus en développement ou des organismes immatures.
- La possible sensibilité particulière de personnes ou de tissus malades.

Des recommandations de recherche détaillées sont formulées dans le 6ème chapitre du [rapport](#).

(1) Journal Officiel des Communautés européennes, L 1999/59 du 30 juillet 1999 [Retour texte](#)

