


dgccrf

 Direction Générale de la Concurrence,
de la Consommation et de la Répression des Fraudes

[Présentation](#)
[Actualités](#)
[Textes et publications](#)
[Dossiers thématiques](#)
[Accès par profil](#)
[Infos pratiques](#)

 >> [Accueil](#) >> [Textes et publications](#) >> [BOCCRF](#)

 << [sommaire du BOCCRF n° 2003-02](#)


Deuxième avis de la Commission de la sécurité des consommateurs relatif à la téléphonie mobile

 NOR : *ECOC0300001V*

La Commission de la sécurité des consommateurs,
Vu le code de la consommation, notamment ses articles L. 224-1, L. 224-4, R. 224-4 et R. 224-7 à R. 224-12 ;

Vu les requêtes n° 00-002, 00-035, 00-048, 00-065, 00-082, 00-134, 00-151, 00-162, 00-188, 01-007, 01-012, 01-017, 01-029, 01-032, 01-033, 01-084, 02-021, 02-083 et 02-107 ;

Considérant,

I. - Les travaux antérieurs de la commission

La commission avait été amenée, sur la base d'une saisine du ministre délégué aux finances et au commerce extérieur en date du 1^{er} août 1996, à se pencher sur le problème des combinés de téléphones portables (ou cellulaires). Cette saisine faisait suite à une série d'articles de presse se faisant l'écho d'avis de scientifiques et de médecins étrangers relatifs aux risques pour la santé que pouvaient présenter les téléphones portables.

La commission avait rendu le 30 septembre 1997 un avis, concernant principalement les combinés de téléphones cellulaires, dont les lignes essentielles sont les suivantes :

1. *Les études épidémiologiques liées à l'exposition aux champs électriques et magnétiques qui se sont succédé jusqu'à ce jour n'ont pas été en mesure de mettre en évidence un risque sanitaire lié à l'utilisation de téléphones portables GSM ou DCS 1800 ;*

2. *A ce jour, les données disponibles en matière d'exposition aux champs électriques ou aux champs magnétiques convergent pour écarter un effet d'initiation tumorale ou un effet tératogène et ce, malgré la qualité des modèles expérimentaux qui ont été utilisés ;*

3. *Concernant les autres troubles invoqués, aucun effet pathogène n'a été jusqu'à présent mis en évidence. Cependant certaines études font ressortir des modifications concernant la sécrétion de la mélatonine, l'électroencéphalogramme, le métabolisme de l'acétylcholine, la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique, le cycle nyctéméral, les enzymes hypophysaires, chez l'animal et parfois chez l'homme. Certaines de ces modifications, comme celle de la structure du sommeil, pourraient être considérées en première analyse comme bénéfiques ;*

4. *Il existe une possible action sur la réceptivité des médicaments (potentialisation ou diminution de l'efficacité), comme le montrent certaines études ;*

5. *En l'état actuel des techniques utilisées, il ne semble pas possible de dégager de certitude sur une action néfaste de l'utilisation des téléphones portables sur la santé humaine. De nombreuses recherches actuellement entreprises seraient de nature à répondre aux interrogations des consommateurs et il semble judicieux d'être attentifs à leurs résultats ;*

6. *Enfin la commission souligne l'intérêt de toute évolution technologique tendant à diminuer la puissance et l'intensité des émissions liées aux téléphones portables.*

II. - Les craintes des consommateurs

Depuis la parution de cet avis, la commission reçoit de plus en plus d'appels de consommateurs habitant dans des immeubles en copropriétés (ou en colocation) d'une certaine hauteur, sur les toits desquels il est proposé d'installer une antenne cellulaire (communément appelée « base »). Le consommateur qui interroge la commission est généralement celui qui habite juste sous l'implantation proposée par l'opérateur (SFR, Itinéris, Bouygues...) et qui s'inquiète des éventuels effets de ce type d'installation. Cet habitant, de ce fait, se pose beaucoup plus de questions (et est minoritaire lors des votes en assemblée générale) que les autres copropriétaires situés plus loin de l'antenne. D'autant que ces derniers peuvent être intéressés par le montant (versé à la copropriété) de l'indemnité d'installation et par le loyer annuel proposé par ces sociétés. De ce point de vue, il est d'ailleurs assez regrettable que cet intéressement ne profite pas directement aux occupants des appartements concernés lorsqu'il s'agit de locataires.

Tumeur du cerveau, accélération du développement des cancers, échauffement, maux de tête, insomnie, perte de mémoire, cataracte, dérèglements du système immunitaire ou du métabolisme cellulaire..., constituent un échantillon des effets qui ont été prêtés depuis quelques années aux téléphones cellulaires. L'avis susvisé a fait, sur ce sujet, un point impartial de la situation en 1997 compte tenu des données scientifiques de l'époque. Mais les mêmes peurs surgissent à nouveau concernant les « bases ».

Rappelons que des familles d'adeptes du portable décédés de cancers ont intenté des procès aux fabricants aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne. Procès qui ont toujours vu, même jusqu'à une date très récente (septembre 2002) les plaintes classées sans suite, faute de preuves scientifiques sur des dangers avérés.

III. - Les saisines

C'est sur la base de telles craintes que la CSC a enregistré dix-neuf saisines nouvelles entre l'année 2000 et l'année 2002, craintes portant sur les risques pour les consommateurs liés aux rayonnements de la téléphonie.

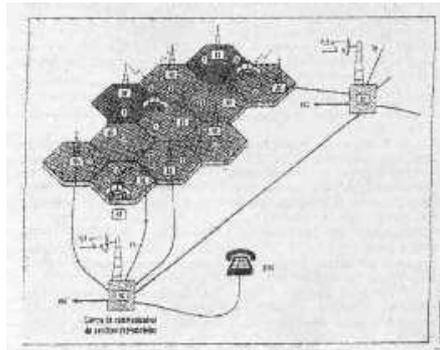
S'il s'agit de traiter assez largement le problème des « bases », la question de fond est similaire à

celle posée à la CSC en 1996 par le ministre et à laquelle elle avait répondu dans son avis du 30 septembre 1997 sur les téléphones cellulaires.

IV. - La structure du réseau

La distance entre le mobile et un équipement fixe de radiotéléphonie est limitée par les conditions de propagation des ondes radio. Le territoire a donc été découpé en zones (la cellule) équipées d'une station de base fixe munie de ses antennes installées sur un point haut (château d'eau, clocher d'église, immeuble, toit d'école...). Cette structure permet de limiter la puissance d'émission nécessaire et donc d'augmenter l'autonomie des mobiles.

Lors de l'utilisation d'un téléphone, de même que lorsque l'appareil est en veille sans qu'il soit à ce moment là utilisé, le combiné mobile transmet par radio la communication vers la station de base de sa cellule. La conversation est ensuite acheminée de façon plus classique (câble, fibre optique...) vers le correspondant s'il est raccordé au réseau téléphonique filaire, ou à sa station de base s'il est équipé d'un mobile.



La communication entre un combiné mobile GSM et une station de base est univoque, mais si on téléphone en se déplaçant, il est possible de changer de cellule. C'est surtout le cas lorsqu'on téléphone depuis un véhicule en mouvement. Il est nécessaire alors de changer la station de base avec laquelle le terminal est relié tout en maintenant la communication : c'est le transfert intercellulaire ou *handover*.

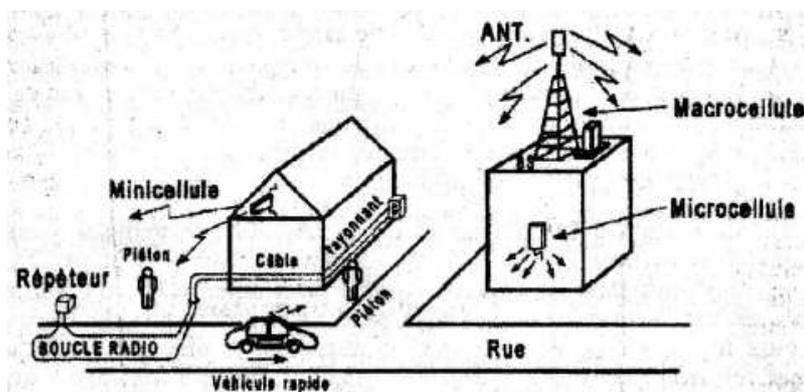
Le mobile et la station de base interviennent dans cette opération de changement de cellule :

Le combiné mobile GSM mesure en permanence la force du signal radio reçu de la station de base et écoute aussi les stations de base des cellules voisines. Lorsqu'il constate qu'il reçoit mieux une autre station de base que celle avec laquelle il échange les signaux, il en informe sa station de base qui « décide » alors de passer le relais à la station de base voisine et met en œuvre la procédure de *handover*.

Les cellules sont en principe hexagonales mais la portée réelle des stations dépend de la configuration du territoire arrosé et du diagramme de rayonnement des antennes d'émission.

La partie la plus visible de la cellule GSM est la station de base BTS avec sa tour équipée d'un certain nombre d'antennes.

Dans une cellule GSM typique (macrocellule), les mobiles peuvent être situés jusqu'à 35 km de la station de base pour le GSM900. *A contrario* la portée efficace peut être réduite à 2 km (minicellule) pour le DCS1800 (puissance plus faible, atténuation plus importante avec la distance).

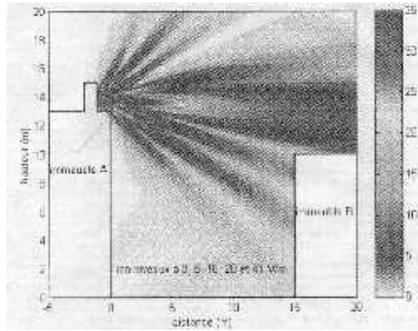


Pour les piétons, qui évoluent beaucoup moins vite qu'une voiture et au niveau du sol, on ajoute des sous-stations de petites dimensions sur un site peu élevé et sur les murs des immeubles.

Dans les villes, on peut faire appel à des boucles radio enterrées ou courant sur les murs, boucles constituées soit de fils ou rubans de cuivre reliant des répéteurs et rayonnant au niveau du sol.

Dans les rues encaissées, les tunnels ou les bâtiments, on utilise aussi des câbles rayonnants dont le revêtement extérieur est usiné de telle sorte que le champ créé par l'âme centrale puisse s'échapper de place en place vers l'extérieur.

Les puissances d'émission d'un combiné de téléphone cellulaire sont de l'ordre du watt (W). Celles des bases sont évidemment plus importantes, de l'ordre de 20 W (bien que les antennes puissent supporter une puissance 10 fois supérieure). Les antennes actuellement installées ne sont pas omnidirectionnelles mais rayonnent dans un cône (irrégulier) d'environ 120° à l'horizontale et 10° en verticale (non comptés les lobes dits secondaires).



Ces lobes secondaires sont moins importants et moins transmetteurs d'énergie que le lobe principal (voir sur le graphique ci-dessous), la différence est de 25 db environ. Sachant qu'une diminution de 3 db divise l'intensité par deux, soit par $2^8 = 256$ dans notre cas, on peut estimer la puissance émise à moins de 100 mW. En principe, seuls ces lobes peuvent « interférer » avec les occupants des appartements situés sous l'antenne.

De plus l'intensité du champ décroît très rapidement avec la distance à l'antenne (comme le carré de cette distance). Ainsi le champ reçu au niveau du sol ou des appartements, près d'une station de base, serait, selon certaines sources proches des opérateurs, de 1 000 à 10 000 fois inférieur aux normes.

V. - La réglementation applicable

Les normes de protection fixent les seuils d'exposition du public et des travailleurs aux champs électromagnétiques. Elles ont été élaborées par des spécialistes indépendants appartenant aux domaines scientifiques et médicaux.

Dans le domaine des radiofréquences, la structure générale des normes de protection fait l'objet d'un large consensus international.

1. Principes

La Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) est reconnue formellement par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour émettre des recommandations d'exposition relatives à la santé. Cette commission vient de mettre à jour les seuils d'exposition aux champs électromagnétiques pour les fréquences allant de 0 à 300 GHz. Elle définit les restrictions de base pour limiter le niveau d'exposition de la population aux champs électromagnétiques et en déduit des niveaux de référence pour simplifier leur mise en application. Ces recommandations ont été adoptées, le 12 juillet 1999, par l'Union Européenne. Ces recommandations ont été traduites tout récemment en droit français par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002.

Deux catégories de personnes sont considérées par les normes, les travailleurs et le public. D'après l'ICNIRP, les travailleurs sont supposés être des adultes exposés dans des conditions bien connues, informés des risques éventuels ainsi que des moyens de protection disponibles. Le public regroupe toutes les autres personnes dont l'état de santé peut varier sensiblement d'un individu à l'autre. Une marge de sécurité supplémentaire a donc été appliquée. En général, les limites d'exposition du public sont cinq fois plus faibles que celles des travailleurs.

2. Restrictions de base

Dans le domaine des radiofréquences, la restriction de base est définie par le taux d'absorption massique ou DAS (dose d'absorption spécifique, en anglais SAR [Specific Absorption Rate]) qui représente la puissance absorbée par unité de masse. Il est exprimé en watts/kg. Lorsque le corps entier est exposé au rayonnement, le DAS moyen est défini comme le rapport entre la puissance totale absorbée par l'individu et sa masse. Lorsqu'une partie du corps est particulièrement soumise au rayonnement, le DAS est également évalué sur une masse de référence (par exemple 10 g). Dans ce cas, une valeur de DAS plus élevée peut être tolérée localement à condition que le DAS moyen ne soit pas dépassé. Le rapport entre le DAS moyen et le DAS local est compris entre 20 et 50, suivant la norme et suivant la partie du corps exposée (tableau 1).

3. Niveaux de référence

L'évaluation du DAS met généralement en œuvre des techniques de mesure sophistiquées liées à la modélisation du corps humain. Les normes de protection ont donc défini des niveaux de référence qui s'appuient sur les mesures directes des champs électriques et magnétiques ambiants ainsi que du flux de puissance électromagnétique. Ces mesures sont effectuées à l'endroit où une personne pourrait être exposée. Les restrictions de base sont établies avec une marge supplémentaire de 1/10 pour des travailleurs qui seraient totalement exposés au faisceau et de 1/50 pour le public. Les niveaux de référence sont définis à partir de ces valeurs par une formule de conversion maximaliste.

4. Contexte international

Les travaux de l'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) (« Guidelines for Limiting Exposure to Time Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields [Up 300 GHz] », Health Physics, Vol. 74, n° 4, pp. 499-522, avril, 1998) complètent les recommandations d'autres organismes de référence tels que :

L'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE C95.1-1991, « Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz »,

septembre, 1991) aux Etats-Unis [3] ;

Le Comité européen de normalisation électrotechnique (CENELEC) (ENV 50166-2 :1995, « *Human exposure to electromagnetic fields - High Frequency [10 kHz to 300 GHz]* », janvier, 1995) ;

L'Association française de normalisation (AFNOR C18-610, « *Exposition humaine aux champs électromagnétiques hautes fréquences [10 kHz à 300 GHz]* », novembre, 1995).

Ces recommandations ont été reprises au niveau européen (EU - n° 98/0166-March 1999) et ont finalement abouti à la recommandation 1999/519/CE du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 à 300 GHz).

5. Principaux seuils d'exposition

Le tableau ci-dessous résume les limites fixées par les principaux documents de référence. La valeur de DAS moyen fait l'objet d'un large consensus international. Le niveau de DAS local fixé par l'IEEE est légèrement plus contraignant mais l'ordre de grandeur reste cohérent avec les autres normes.

Restrictions de base pour l'exposition du public aux rayonnements électromagnétiques dans le domaine des radiofréquences, d'après les principales recommandations internationales

| | ICNIRP « Health Physics » Avril 1998 | CENELEC ENV 50166-2 1995 | IEEE C 95.1 1991 |
|---|---|--|------------------------|
| Secteur d'application | International | Europe | Etats-Unis |
| Gamme de fréquence | 100 kHz-10 GHz | 10 kHz-300 GHz | 100 kHz-6 GHz |
| DAS moyen sur le corps entier | 0,08 W/kg | 0,08 W/kg | 0,08 W/kg |
| DAS local sur une masse de référence | 2 W/kg | 2 W/kg | 1,6 W/kg |
| Masse de référence | 10 g | 10 g (cube) | 1 g (cube) |
| DAS local pour les mains, poignets, pieds et chevilles | 4 W/kg | 4 W/kg | 4 W/kg |
| Masse de référence | 10 g | 10 g (cube) | 10 g (cube) |
| Seuil de densité de puissance (W/m ²) | f (MHz)/200 | f (MHz)/200 | f (MHz)/150 |
| Seuil de champ électrique (V/m) | 1,375 f (MHz) ^{0,5} | 1,37 f (MHz) ^{0,5} | - |
| Seuil de champ magnétique (A/m) | 0,0037 f (MHz) ^{0,5} | 3,64.10 ⁻⁵ f (MHz) ^{0,5} | - |
| Rappel : DAS = SAR (Specific Absorption Rate) = puissance absorbée par unité de masse de tissus. | | | |

Seuils de champ électrique « E », champ magnétique « H » et densité de puissance équivalente « S » pour le public suivant les principaux organismes de normalisation

| | GSM 900 MHz | GSM 1 800 MHz |
|-----------------------------|-------------|---------------|
| ICNIRP (avril 1998) | | |
| E (V/m) | 41 | 58 |
| H (A/m) | 0,11 | 0,16 |
| S (W/m ²) | 4,5 | 9 |
| CENELEC (ENV 50166-2 :1995) | | |
| E (V/m) | 41 | 58 |
| H (A/m) | 0,11 | 0,15 |
| S (W/m ²) | 4,5 | 9 |
| IEEE (C95.1 - 1991) | | |
| E (V/m) | | |
| H (A/m) | | |
| S (W/m ²) | 6 | 12 |

6. Les textes (source ANFR)

L'adoption d'une réglementation relative à la protection du public contre les champs électromagnétiques est en cours d'achèvement en France. Le dispositif réglementaire français (décret n° 2002-775 du 3 mai 2002) s'appuie sur la recommandation européenne (1999/519/CE) du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz).

Divers textes de niveaux juridiques différents, certains en projet, d'autres déjà publiés au *Journal officiel*, reprennent le contenu de la recommandation européenne. Par ailleurs, une méthode a été établie pour mesurer le niveau de champ émis par les équipements radioélectriques et des règles pratiques ont été préconisées concernant l'installation des antennes.

Les textes publiés au *Journal officiel*

Recommandation du Conseil (1999/519/CE) du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz).

Articles 20 et 21 de l'ordonnance n° 2001-670 du 25 juillet 2001 portant adaptation au droit communautaire du code de la propriété intellectuelle et du code des postes et télécommunications.

Circulaire interministérielle du 16 octobre 2001 relative à l'implantation des antennes relais de radiotéléphonie mobile.

Décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 pris en application du 12^o de l'article L. 32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.

Les règles techniques

Normes harmonisées.

Protocole de mesure *in situ* de l'ANFR visant à évaluer le niveau d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les stations émettrices fixes.

Règles pratiques d'installation des stations de base établies par le Centre scientifique et technique du bâtiment.

La recommandation du Conseil (1999/519/CE) du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) (publiée au *Journal officiel des Communautés européennes* n° 99 du 30 juillet 1999, p. 59-70) est un acte communautaire qui ne comporte aucune obligation pour les Etats membres.

Elle leur recommande de prendre des mesures nationales visant à limiter l'exposition du public aux champs électromagnétiques en adoptant les valeurs limites qu'elle fixe et qui correspondent à des restrictions de base dont le respect est garanti par le suivi de niveaux de référence définis en annexe.

La recommandation les incite également à promouvoir la recherche concernant les effets sur la santé résultant de l'exposition à des champs électromagnétiques et les encourage à informer le public du résultat de ces recherches.

L'article 20 de l'ordonnance n° 2001-670 du 25 juillet 2001 portant adaptation au droit communautaire du code de la propriété intellectuelle et du code des postes et télécommunications (publiée au *Journal officiel* de la République française du 28 juillet 2001 p. 12127 à 12141) prévoit, modifiant en ceci l'article L. 32 (12^o) du code des postes et télécommunications, que *les valeurs limites que ne doivent pas dépasser les champs électromagnétiques émis par les équipements et installations radioélectriques sont fixées par décret.*

En application de cette ordonnance, deux textes réglementaires sont en cours d'élaboration :

Le premier précise le débit d'absorption spécifique (DAS) auquel devront répondre les téléphones mobiles dès leur commercialisation ;

Le second définit les valeurs limites que devront respecter les stations radioélectriques « fixes », y compris dans le cas des sources émettant à plusieurs fréquences.

L'article 21 de l'ordonnance modifiant l'article L. 33-1 (I, e) du code des postes et télécommunications introduit *dans le cahier des charges des opérateurs de réseaux ouverts au public des prescriptions relatives à la protection de la santé en plus de celles qui existent déjà concernant l'environnement.* En conséquence, un arrêté du 14 novembre 2001 modifiant les cahiers des charges annexés aux autorisations d'établir et d'exploiter des réseaux ouverts au public a été publié au *Journal officiel* du 17 novembre 2001.

Le non-respect de ces prescriptions pourra donner lieu à l'application de sanctions administratives par l'Autorité de régulation des télécommunications pour non-respect du cahier des charges (art. L. 36-11 du code des postes et télécommunications).

Décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 pris en application du 12^o de l'article L. 32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques

Ce décret intervient dans le cadre de la définition des « exigences essentielles », notamment l'exigence relative à la santé et à la sécurité des personnes. Il est prévu par le dernier alinéa de l'article L. 32 (12^o) du code des postes et télécommunications, modifié par l'ordonnance n° 2001-670 du 25 juillet 2001, qui dispose : « Un décret définit les valeurs limites que ne doivent pas dépasser les champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations mentionnées à l'article L. 33-3, lorsque le public y est exposé. »

1. *Le champ d'application du décret n° 2002-775*

Les dispositions de ce décret sont opposables aux exploitants et utilisateurs de toutes les stations radioélectriques quelles qu'elles soient. Il s'agit notamment et de manière non exhaustive des antennes relais des réseaux ouverts au public (ex. : GSM), des stations de base et des relais des réseaux radioélectriques indépendants (ex. : réseaux de taxis, d'ambulances...), des antennes des stations radioamateurs, des stations radioélectriques de l'Etat utilisées pour les besoins de la défense nationale et de la sécurité publique (ex. : gendarmerie, police...), des stations de l'Etat utilisées par les administrations pour leurs besoins propres (ex. : aviation civile, météorologie nationale...), des émetteurs de radiodiffusion et de télédiffusion autorisés par le CSA...

2. *L'objet du décret n° 2002-775*

L'objectif de ce texte est de responsabiliser les exploitants et utilisateurs des stations radioélectriques, que ceux-ci soient des personnes publiques ou privées, que ceux-ci remplissent des missions d'intérêt général, qu'ils agissent dans un but industriel et commercial ou à titre privé.

Pour ce faire, ce décret :

- fixe les valeurs limites que ne doivent pas dépasser les niveaux d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements susmentionnés ;

- pose une présomption de respect de celles-ci dès lors que les niveaux d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par ces équipements sont inférieurs aux niveaux de référence qui sont prévus par le même décret ;
- fixe des règles de calcul du niveau émis globalement par l'ensemble des équipements et installations dans un lieu donné afin de responsabiliser les exploitants et utilisateurs sur le fait que leur station radioélectrique s'inscrit dans un « paysage » radioélectrique existant (le cumul des niveaux de champs émis par tous les équipements concernés doit être pris en considération avant la mise en service) ;
- prévoit une présomption de conformité aux valeurs limites quand les normes ou spécifications techniques pertinentes régulièrement publiées relatives à l'installation et à l'exploitation des équipements sont mises en œuvre par les exploitants des stations ;
- invite à élargir les structures de concertation créées par la circulaire du 31 juillet 1998 afin de répondre aux questions du public en matière d'exposition aux CEM et de santé.

3. La procédure prévue par le décret n° 2002-775 pour s'assurer du respect de ces dispositions

Pour justifier du respect de ces dispositions, les exploitants doivent établir un dossier attestant qu'ils ont fait en sorte de limiter l'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par leur station, le cas échéant en fournissant les résultats des mesures effectuées sur place en utilisant un protocole de mesure *in situ* opposable à tous.

Par ailleurs, lorsque des établissements scolaires, crèches, établissements de soins sont situés dans un rayon de 100 mètres de l'équipement, l'exploitant doit fournir des éléments attestant que le champ émis est aussi faible que possible.

L'Agence nationale des fréquences tient un rôle déterminant dans la mise en œuvre de ce décret par les exploitants et utilisateurs des stations radioélectriques concernées. Le présent décret, en effet, précise le cadre juridique des contrôles que ses agents effectuent. Ainsi, dans le cadre de sa mission prévue à l'article R. 52-2-1 (10°) du code des postes et télécommunications, une fois la station mise en service, l'Agence est habilitée à :

- se faire communiquer copie des dossiers susmentionnés ;
- réaliser un contrôle de la conformité des mesures de niveaux d'exposition du public aux champs électromagnétiques effectuées par les organismes techniques qui appliquent le protocole de mesure *in situ* établi par l'ANFR.

4. La date d'entrée en vigueur du décret n° 2002-775

Le décret est applicable depuis le 7 mai 2002. Cependant, pour les stations dont la mise en service est antérieure à la publication du présent décret au *Journal officiel*, les exploitants ont jusqu'au 5 novembre 2002 pour s'assurer du respect des dispositions prévues par le texte.

La circulaire interministérielle du 16 octobre 2001 relative à l'implantation des antennes relais de radiotéléphonie mobile (publiée au *Journal officiel* de la République française du 23 octobre 2001, p. 16690 à 16691) rappelle que *les limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques définies par la recommandation européenne du 12 juillet 1999 seront d'application obligatoire en France dès que les travaux réglementaires seront achevés*. Cette circulaire mentionne notamment le rôle qui reviendra à l'ANFR de vérifier le respect des valeurs limites d'exposition dans le cadre de la procédure d'autorisation de l'implantation, du transfert ou de la modification des stations radioélectriques (art. R. 52-2-1 [5°] du code des postes et télécommunications).

Enfin, elle rappelle également les précautions recensées par les ministères de l'aménagement du territoire, de l'environnement et de la culture relatives à la protection de l'environnement et *invite à élargir la composition des structures de concertation existantes, en l'occurrence celles qui avaient été créées par la circulaire du 31 juillet 1998, afin de répondre aux questions du public en matière d'exposition aux champs électromagnétiques*.

Des normes harmonisées ont été définies par le CENELEC dans le cadre de la mise en œuvre de la directive 1999/5/CE du Parlement et du Conseil du 9 mars 1999 concernant les équipements hertziens et les équipements terminaux de télécommunications et la reconnaissance mutuelle de leur conformité. Leurs références sont publiées au *Journal officiel des Communautés européennes*. Les références d'une norme harmonisée portant sur la *mesure de la conformité des téléphones mobiles aux restrictions de base relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques (EN 50360 :2001)* ont déjà été publiées au *Journal officiel des Communautés européennes* du 26 juillet 2001 (C 208/17).

D'autres normes sont en préparation concernant d'autres types d'équipements radioélectriques tels que les stations de base, les appareils faible puissance, faible portée...

Ces normes communautaires permettent au fabricant qui les applique de vérifier la conformité de son produit à l'exigence essentielle relative à la santé des personnes. L'application de la norme harmonisée confère une présomption de conformité à l'exigence essentielle concernée. Toutefois, le fabricant qui décide de ne pas l'appliquer a l'obligation de prouver la conformité de son produit à celle-ci en ayant recours à un autre moyen de son choix.

De son côté, l'ANFR a établi un protocole de mesure *in situ* visant à évaluer le niveau d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les stations émettrices fixes.

Ce protocole, qui a été finalisé à la suite d'un avis au *Journal officiel* du 28 février 2001 relatif à un appel à commentaires, devrait bientôt faire l'objet d'une publication officielle. Ce protocole permet de vérifier sur place le respect des valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les stations radioélectriques installées.

Le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 pris en application du 12° de l'article L. 32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques prévoit, pour justifier du respect des valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques, la possibilité de mettre en œuvre un protocole de mesure *in situ* dont les références sont publiées au *Journal officiel des Communautés européennes* ou au *Journal officiel* de la République française. Les formalités de publication au *Journal officiel* de la République française du protocole de mesure *in situ* établi par l'Agence nationale des fréquences (ANFR) sont en cours de mise en œuvre.

Règles pratiques relatives au périmètre de sécurité autour des stations de base des

réseaux GSM issues du rapport d'étude du Centre scientifique et technique du bâtiment rendu au mois de décembre 2000

Ces règles sont mises en annexe 1 (2) de la circulaire interministérielle du 16 octobre 2001 relative à l'implantation des antennes relais de radiotéléphonie mobile. Il existe également des règles pratiques d'installation des stations de base des réseaux GSM établies par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) qui décrivent les caractéristiques des principaux types de stations de base existantes et les périmètres de sécurité à l'intérieur desquels les niveaux de référence fixés par la recommandation européenne sont dépassés ou susceptibles d'être dépassés, ainsi que les règles de balisage.

Le respect de ces règles pratiques par les opérateurs de réseaux ouverts au public fait l'objet d'une déclaration volontaire non contraignante dans le cadre de la procédure d'autorisation par l'Agence des décisions d'implantation, de transfert et de modification des stations radioélectriques prévue par l'article R. 52-2-1 (5^o) du code des postes et télécommunications

VI. - L'étude des effets

1. Les études menées jusqu'à présent, compte tenu des niveaux d'exposition, ont plutôt concerné l'exposition du consommateur aux ondes du combiné mobile. Le champ produit par ce dernier est en effet normalement supérieur ($\times 10$ au moins) à celui reçu de la part des stations de base. Néanmoins, il s'agit des mêmes caractéristiques d'onde, générant des doses d'absorption différentes. On ne peut, *a priori*, écarter le fait que des éventuels résultats positifs en termes d'effets délétères recueillis lors d'une utilisation du combiné mobile pourraient avoir des répercussions pour des expositions plus faibles.

Les questions sur les effets biologiques possibles peuvent être classées en deux catégories :

- celles relatives aux effets thermiques (échauffement des tissus) ;
- celles qui concernent les effets non thermiques (interactions avec les tissus sans relation directe avec l'échauffement).

Des recommandations internationales, telles que celles de l'ICNIRP (*International Commission on Non Ionizing Radiation Protection* (cf. note 1)), ont établi des niveaux de champs électrique et magnétique à ne pas dépasser, ces limites garantissant une absence d'échauffement néfaste des tissus. Ce seuil d'exposition correspond à une augmentation de température de plus de 1 °C du corps humain. En dessous, l'apport d'énergie est aussitôt éliminé par la thermorégulation interne du corps.

L'étude des interactions non thermiques des ondes radioélectriques est d'une grande complexité car les champs peuvent agir au niveau moléculaire, cellulaire ou encore au niveau des organes et des organismes. Les résultats des nombreuses études menées de par le monde ne permettent pas actuellement de tirer de conclusions définitives. Certes, la plupart de ces expérimentations n'ont pas mis en évidence d'effet pathogène lié à une exposition quantitativement inférieure ou égale à celle des valeurs limites imposées ; néanmoins, quelques études conduites dans des conditions d'exposition légèrement supérieures ont démontré des effets biologiques réels. Tout en se gardant d'une position alarmiste injustifiée et en l'absence de preuve d'innocuité, ce qui ne peut être apporté scientifiquement, ces études concluent à la nécessité de maintenir une certaine vigilance, notamment à l'égard d'une minorité d'utilisateurs qui pourraient présenter une sensibilité particulière aux ondes électromagnétiques.

Ainsi, en raison du nombre sans cesse croissant d'utilisateurs de téléphones cellulaires, les éventuels effets biologiques des ondes radioélectriques représentent un enjeu sanitaire et économique majeur.

2. Face à la question pressante de santé publique posée par les fabricants de téléphones mobiles, les opérateurs et l'opinion publique, de nombreux programmes de recherche ont été initiés à l'échelle nationale et internationale.

Le rapport des experts français (dit « groupe ZMIROU ») remis au directeur général de la santé fait un point exhaustif de ces travaux jusqu'en décembre 2000 (voir « *Les téléphones mobiles, leurs stations de bases et la santé* » paru à La Documentation française en janvier 2001, p. 71 à 180).

Le rapporteur ne croit pas inutile de citer ici les « Recommandations pour la recherche » que le groupe d'experts avait formulées :

« Une grande partie des travaux scientifiques mentionnés et analysés dans le présent rapport n'ont qu'un lien indirect avec l'usage des téléphones mobiles. Pour ce qui concerne les autres données, souvent contradictoires, il s'avère qu'une analyse comparative des résultats obtenus est parfois rendue difficile, voire impossible, par la diversité des protocoles et des matériels utilisés. Il apparaît donc qu'en raison de ces difficultés, l'évaluation des risques potentiels de la téléphonie mobile sur la santé peut être entachée de subjectivité.

Par ailleurs, il est manifeste que certaines expertises analysent les résultats expérimentaux au travers du filtre implicite que les effets biologiques des micro-ondes GSM ne peuvent provenir que d'une élévation de température des tissus, alors que d'autres analyses n'excluent pas que des effets non thermiques des micro-ondes puissent se manifester, même si le mécanisme intime de ces effets reste scientifiquement inexplicable à l'heure actuelle. Selon le poids accordé aux expérimentations tendant à montrer des effets non thermiques, les principaux axes de recherche envisagés par ces différents groupes d'experts s'avèrent parfois assez divergents. »

Compte tenu de ces remarques liminaires, ce groupe d'experts a formulé trois recommandations d'ordre général pour ce qui concerne les investigations à entreprendre ou à compléter dans le domaine des effets biologiques des micro-ondes GSM :

- la standardisation des protocoles et des matériels expérimentaux employés devrait faire aussitôt que possible l'objet d'une concertation nationale et internationale afin de faciliter la comparaison des différents résultats obtenus (ceci n'étant qu'en partie accompli dans le cadre des activités du programme EMF de l'OMS) ;
- étant donné le très faible échauffement des tissus constaté en usage normal des téléphones mobiles, un effort particulier devrait porter sur les effets qui ne peuvent pas être directement expliqués par une action thermique des micro-ondes (in vitro et in vivo) ;
- pour diminuer le risque d'erreur ou de « flou » dans l'interprétation d'éventuels résultats, un « monitoring » aussi complet que possible des variables physiologiques contingentes devrait figurer dans les nouveaux protocoles proposés (évaluation du stress chez l'animal, vérification de la vigilance des sujets lors d'études sur l'EEG...) particulièrement pour ce qui concerne les expérimentations in vivo sur l'animal et l'homme et tout spécialement les expérimentations destinées à montrer ou à confirmer un effet non thermique des micro-ondes (faibles ou très faibles puissances d'exposition).

3. De plus, la revue de la littérature scientifique disponible montre qu'un certain nombre de

domaines de recherche n'ont été que peu ou pas explorés. C'est en particulier le cas pour ce qui concerne :

- la synergie possible entre les effets des micro-ondes et certaines pathologies chroniques ou aiguës, préexistantes ou concomitantes (syndromes cutanés et neurologiques en particulier) ;
- leur action sur certains tissus plus ou moins directement exposés (méninges, vaisseaux sanguins, peau) par l'utilisation actuelle majoritaire (téléphone porté à l'oreille) et par une utilisation future probable liée à l'arrivée de nouvelles technologies comme Bluetooth (téléphone porté à la ceinture ou dans une poche, ce qui induit une exposition de la peau, du péritoine, des viscères et des organes sexuels). Pour ce qui concerne la peau, les aponévroses, les méninges et les viscères en général, l'influence potentielle des RF sur certaines cellules immunitaires résidentes (mastocytes) impliquées dans de nombreuses pathologies à caractère inflammatoire et/ou douloureux devrait recevoir une attention particulière aussi bien *in vitro* qu'*in vivo* ;
- l'influence particulière des ondes GSM sur des organismes et tissus en croissance (embryon, fœtus, enfant, adolescent) ;
- l'influence possible des stations de base lors d'expositions « corps entier » à des intensités moyennes ou relativement fortes (personnel d'installation et de maintenance).

En outre, il semble aussi important d'accompagner l'évolution de cette technologie et d'entreprendre dès aujourd'hui des recherches sur les effets potentiels des nouvelles gammes de fréquence qui seront utilisées dans un futur proche (UMTS, Bluetooth...).

Enfin, la rareté des études épidémiologiques autres que celles ciblées sur une possible cancérogénèse céphalique incite à promouvoir différents types d'études aptes à révéler la possible influence des micro-ondes GSM sur d'autres pathologies, en particulier sur l'apparition de céphalées, que ce soit chez des utilisateurs « quelconques » ou chez des utilisateurs ayant des états physiologiques pouvant les rendre plus sensibles.

4. Le programme Communications Mobiles et Biologie (COMOBIO) répond en partie seulement à ces recommandations.

Un panel d'études menées sous ce vocable fédérateur a permis de répliquer un certain nombre d'études médicales pour connaître réellement l'effet sanitaire des champs électromagnétiques de faible intensité. Il a été lancé début 1999 dans le cadre du RNRT (réseau national de recherche en télécommunications) et les résultats ont été présentés lors d'un colloque organisé le 21 décembre 2001 (voir un résumé des conclusions en annexe, voir également en ligne : <http://www.tsi.enst.fr/comobio/resultats/resultats.html>).

Le projet COMOBIO constitue la contribution ciblée et significative d'équipes françaises à l'étude des effets sanitaires des radiotéléphones. Dans la définition des priorités, les participants du projet COMOBIO ont tenu compte des recommandations de l'OMS ainsi que de celles émises par le groupe d'experts de la DG XIII en 1996. Participent au projet : Alcatel, Bouygues Telecom, Cegetel, ENST de Paris et de Brest, France Télécom, IRCOM Limoges, Sagem, Supélec, universités de Bordeaux, Marseille, Nîmes, Orsay, Rennes.

Les différentes études proposées pour une durée du projet de deux ans à partir du 10 mai 1999 sont les suivantes :

1. Certification des radiotéléphones - C. Grangeat - Alcatel ;
2. Dosimétrie des systèmes d'exposition - J. Wiart - CENT ;
3. Potentiels évoqués auditifs (homme) - G. Faucon & J.L. Coatrieux - U-Rennes ;
4. Métabolisme cérébral et comportement (rat) - B. Bontempi - U-Bordeaux ;
5. Mémoire et apprentissage (rat) - T. Jay, J.M. Edeline - U-Orsay ;
6. Barrière hématoencéphalique et migraine (rat) - P. Aubineau - U-Bordeaux ;
7. Oreille interne (cobaye) - Y.Chalan, J.M. Aran & D. Dulon - U-Bordeaux ;
8. Neurotransmetteurs (rat) - A.L. Mausset & R. de Seze - U-Nîmes.

Certaines de ces études ont donné des résultats positifs, c'est-à-dire qui laissent présager des effets biologiques pouvant se révéler néfastes. Il semble que les résultats de l'étude n° 6, effectuée chez le rat, soient les plus préoccupants en regard des risques éventuels pour la santé humaine. D'une part, ils accréditent la possibilité d'induire des maux de tête (action sur l'endothélium vasculaire engendrant un processus inflammatoire localisé de la dure-mère) chez les personnes prédisposées ou non. D'autre part, ils confirment la perméabilisation de la barrière hémato-encéphalique pour des niveaux de dose absorbée (DAS) de l'ordre de 2 W/kg (l'effet est nettement moins sensible pour un DAS de 0,5 W/kg) moyenné sur l'ensemble du cerveau (donc compatibles *a priori* avec les émissions des téléphones mobiles GSM). Ce dernier point pose le problème de l'exposition du cerveau, réversible ou non, à des composés exogènes dont il est normalement protégé, toutefois il est difficile d'extrapoler les valeurs de DAS du rat à l'homme. Ainsi, le docteur de Seze a apporté un certain nombre de précisions sur les différents aspects à prendre en considération pour le calcul du DAS :

« 70 % de la puissance absorbée chez un utilisateur de téléphone mobile l'est dans un volume de 100 g environ, dont la majorité dans la peau et les autres tissus superficiels (muscle, graisse, os, liquide cérébro-spinal). Seule une faible partie de l'ordre de 10 % est absorbée dans le cerveau et les méninges.

Chez l'animal, la puissance correspondante avec un système d'exposition conventionnel serait absorbée dans la tête entière et même en partie dans le thorax. L'utilisation de l'antenne-boucle mise au point et développée au PIOM permet de mieux simuler chez le rat la répartition de la puissance absorbée existant dans la tête d'un utilisateur, mais une absorption équivalente de 70 % de la puissance se fait malgré tout sur l'ensemble du crâne, et principalement dans le cerveau.

Chez un utilisateur de téléphone mobile émettant à sa puissance maximale de 2 W crête ou 250 mW en moyenne, ce qui n'est pas le cas la plupart du temps, le DAS moyenné sur 10 g produit par un téléphone est de 1 W/kg dans les tissus superficiels. Dans le cerveau, plus en profondeur, le DAS moyenné sur 10 g est de 0,3 W/kg. Dans les méninges auxquelles appartient la dure-mère, le DAS local ponctuel peut être évalué à 0,5 W/kg.

Un DAS de 0,75 W/kg moyenné sur le cerveau chez le rat, d'un poids de 1 g à 2 g, peut être évalué en raison de la décroissance rapide du champ à un DAS local ponctuel dans la dure-mère quatre fois plus élevé, soit 3 W/kg. Cette valeur, superficielle, est difficile à calculer et à mesurer, et nécessite des confirmations.

Enfin, dans le cas d'un utilisateur de téléphone mobile, seule une faible partie du cerveau est exposée, tandis qu'une grande partie l'est chez le rat ; le DAS moyenné sur toute la masse du cerveau chez l'homme serait inférieur à 0,01 W/kg. Autrement dit, seule une très petite partie du cerveau chez l'homme serait exposée à un niveau de champ comparable à celui auquel une grande partie du cerveau du rat serait exposée. On ne peut donc pas directement extrapoler les résultats obtenus chez l'animal à ceux que l'on pourrait obtenir chez l'homme (cf. note 2) .

Il nous faut par ailleurs préciser que des calculs récents ont montré que le DAS était plus élevé qu'il n'a été indiqué initialement (la valeur indiquée pour le DAS moyenné sur le cerveau du rat de

0,5 W/kg est en fait de 0,75 W/kg ; 3 W/kg au lieu de 2 W/kg, etc.). L'étude d'Aubineau montre donc des effets nets, consistant en une perméabilité de la barrière hémato-encéphalique, à un DAS moyenné sur le cerveau du rat de 3 W/kg ; ces effets sont très peu marqués à un DAS de 0,75 W/kg, qui peut donc être considéré comme la valeur seuil de cet effet, ce dernier point restant à confirmer.

Pour un téléphone produisant un DAS moyenné sur 10 g proche de la valeur limite recommandée dans les normes de 2 W/kg dans les tissus superficiels, le DAS local ponctuel dans la dure-mère serait de 1 W/kg. Il semble donc a priori que le seuil indiqué précédemment, s'il est identique chez l'homme par rapport au rat, ne soit pas atteint dans ces conditions conservatrices.

Cependant, cet effet est indicateur d'un risque pour la santé, ce qui nécessite de préciser la dosimétrie comparative chez le rat et chez l'homme et la valeur seuil à laquelle il apparaît. Il convient de plus, d'une part, de s'assurer que de tels effets n'apparaissent pas aux niveaux moyens d'exposition auxquels sont soumis les usagers (0,4 W/kg en superficie), d'autre part, de vérifier s'ils apparaissent au niveau maximum qui satisfait les normes (2 W/kg en superficie), en tenant compte des incertitudes liées notamment aux possibles variations individuelles de sensibilité.

Il reste par contre tout à fait invraisemblable qu'un tel effet puisse se produire aux niveaux d'exposition provenant des antennes des stations de base. »

Les autres études n'ont pas mis en lumière d'effets biologiques particuliers ou néfastes. Certaines d'entre elles ont d'une certaine manière permis de quantifier l'influence des « variables physiologiques contingentes » (stress, vigilance...).

Une étude, il est vrai controversée, menée par Madeleine Bastide, professeur émérite au laboratoire d'immunologie et parasitologie de la faculté de pharmacie de Montpellier a mis en évidence une augmentation importante de la mortalité embryonnaire du poulet et une augmentation significative du taux d'hormones de stress chez la jeune souris sous l'effet des champs électromagnétiques émis par les téléphones mobiles. Ces résultats sont tout à fait originaux et uniques dans la littérature scientifique internationale et demandent à être confirmés.

Le groupe Zmirou concluait sur cette étude : « A ce titre, ils suscitent évidemment un grand intérêt, mais imposent absolument des répliques indépendantes avant de pouvoir être pris en considération, d'autant plus que les protocoles expérimentaux mis en œuvre sont décrits de façon très succincte, et ne semblent pas correspondre à des conditions d'exposition réalistes. »

Dans ces conditions, il apparaît nécessaire que cette étude soit répliquée dans le cadre de COMOBIO afin de lever le doute sur la base de résultats incontestables.

La société Bouygues Telecom a d'ailleurs fait savoir à la commission qu'une réplique de cette étude est actuellement en cours, dans les conditions suivantes : Bouygues Telecom a accepté la demande que lui a formulée Madeleine Bastide à l'issue du colloque organisé en 1999 par M. le député Aschieri à l'Assemblée nationale. Les chercheurs qui ont accepté de participer à cette réplique sont les suivants :

Docteur René de Sèze de l'INERIS (coordonnateur du projet) ;

Jocelyne Léal de l'hôpital Ramon Y Carrai de Madrid (exposition des œufs) ;

Florence Batellier de l'INRA à Tours (exposition des œufs) ;

Dominique Picard de l'Ecole supérieure d'électricité (Supélec, mesures des champs et contrôle de la température) ;

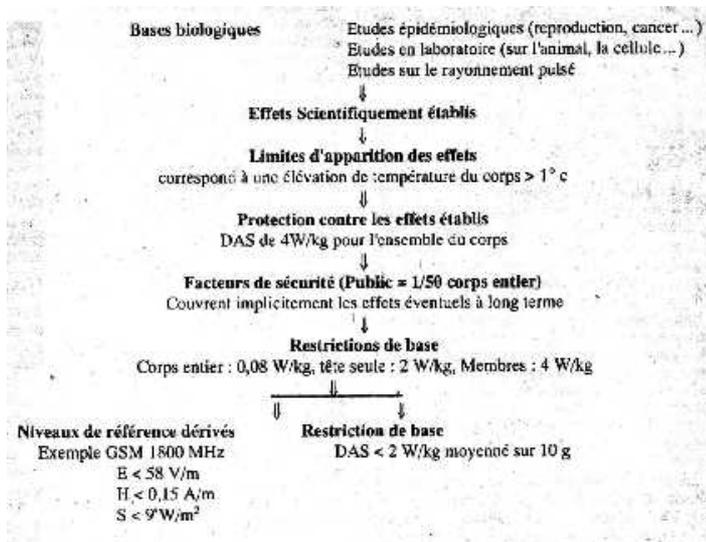
Madeleine Bastide, chargée de garantir qu'il s'agit bien d'une réplique de son expérience.

Le contrat a été signé en mai 2001, pour un montant total d'environ 150 000 Euro. Les résultats sont attendus pour la fin de l'année.

VII. - L'étude du DAS

Lorsque le corps entier est exposé au rayonnement, le DAS moyen est défini comme le rapport entre la puissance totale absorbée par l'individu et sa masse.

Lorsqu'une partie du corps est particulièrement soumise au rayonnement, le DAS est également évalué sur une masse de référence (par exemple 10 g). Dans ce cas, une valeur de DAS plus élevée peut être tolérée localement à condition que le DAS moyen ne soit pas dépassé. Le rapport entre le seuil de DAS moyen et le DAS local est compris entre 20 et 50, suivant la norme et suivant la partie du corps exposée.



1. Ordre de grandeur du DAS global

La norme impose pour les travailleurs un maximum de 0,4 W/kg et pour le public, un seuil de 0,08 W/kg. Le cas le plus défavorable est celui où la personne capte toute la puissance rayonnée.

Cette situation est très peu probable. En effet, si une personne se trouve devant l'antenne, de telle sorte qu'elle capte toute l'énergie rayonnée, le fonctionnement de l'antenne se trouve extrêmement perturbé et la puissance rayonnée par l'antenne diminue considérablement.

Dans ces conditions, les limites d'exposition sont respectées quelle que soit la distance pour tout travailleur de masse supérieure à 50 kg exposé au rayonnement avant d'une antenne dont la puissance transmise est inférieure à 20 W. De même, les limites d'exposition sont respectées quelle que soit la distance pour toute personne de masse supérieure à 20 kg exposé au rayonnement avant d'une antenne dont la puissance transmise est inférieure à 1,6 W. En comparant ces résultats aux calculs du tableau 1, nous constatons que les distances de sécurité calculées d'après les niveaux de référence prennent une marge supplémentaire considérable par rapport aux restrictions de base.

2. Ordre de grandeur du DAS local

L'analyse du DAS local peut être réalisée de façon expérimentale, suivant des méthodes proches de l'analyse des téléphones mobiles. Ce type de mesure est très délicat à mettre en œuvre pour de grandes antennes et pour de fortes puissances. Dans une première étape, il est donc préférable de réaliser des simulations 3D.

Preons le cas d'une antenne alimentée avec une puissance de 10W, fonctionnant à 900 MHz. Le niveau d'exposition le plus fort correspond au cas où il s'agit d'une antenne de petite taille (par exemple 30 cm). Les simulations 3D montrent que pour une distance inférieure à 30 cm de l'antenne, le DAS local reste inférieur à la norme imposée pour les travailleurs. Le public, quant à lui, ne doit pas s'approcher à moins de 20 cm de l'antenne. Toutefois, ce type d'antenne est plus couramment utilisé à des niveaux de puissance plus faibles, de l'ordre de 1 W. Dans ce cas, le seuil de DAS local n'est pas dépassé, autant pour les travailleurs que pour le public.

VIII. - Les mesures effectuées *in situ*

1. Les mesures de l'Agence nationale des fréquences ANFR

Dans le cadre de ses missions (voir en annexe) l'Agence nationale des fréquences (ANFR) a été chargée de procéder à une campagne de mesures des valeurs des champs électromagnétiques.

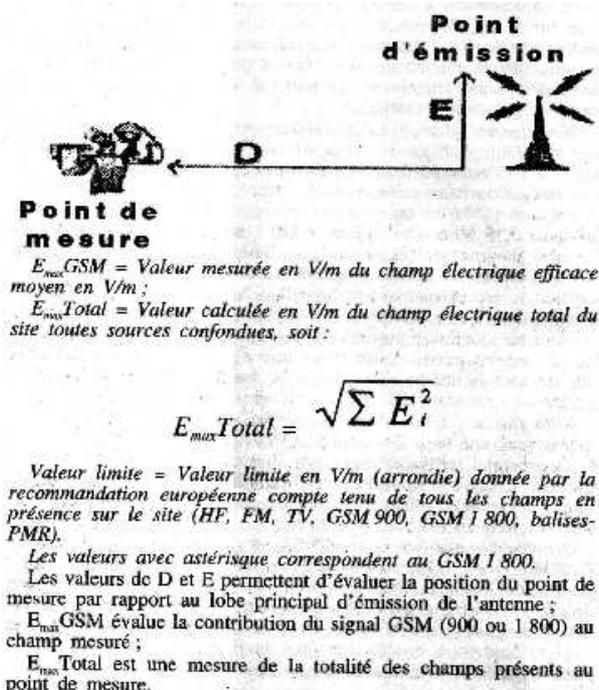
Conformément aux préconisations du rapport du groupe ZMIROU, l'agence a été chargée de deux missions :

- d'une part, recenser les sites sensibles (ceux qui sont situés à moins de 100 mètres et dans le lobe principal de l'antenne) et adapter la procédure COMSIS (Commission consultative des sites et servitudes) ;
- d'autre part, conduire une campagne de mesures supplémentaires d'une centaine de sites typiques de lieux accessibles au public et proches d'une antenne (GSM, radiodiffusion, radio professionnelle).

Un résumé sous forme de tableau recensant les 133 sites mesurés figure en annexe. Dans ce tableau figurent les données suivantes :

Distance = Valeur de D en mètres du croquis ci-dessous ;

Hauteur = Valeur de E en mètres du croquis ci-dessous ;



Les résultats complets sont consultables sur le site de l'ANFR : www.anfr.fr, rubrique « Radiocommunications et santé ».

L'ANFR conclut à la suite de cette campagne : « Mis à part un cas aberrant dû à une radio étrangère et immédiatement signalé à l'administration concernée, il n'y avait pas de sites accessibles au public où les limites de la recommandation européenne seraient dépassées. Sur les sites où les niveaux cumulés ne sont pas dérisoires par rapport à ces limites, ces niveaux sont le plus souvent dus à des stations beaucoup plus anciennes (typiquement de radiodiffusion) dont l'existence n'a jamais perturbé l'opinion publique. »

Les résultats de ces mesures appellent plusieurs remarques.

Très peu de points de mesures (11 au maximum) correspondent à des situations similaires à celles ayant fait l'objet des mesures effectuées pour le compte de la CSC par l'INERIS, c'est-à-dire correspondant aux appartements situés sous ou à proximité immédiate de l'antenne. Il faut rappeler que cette situation est pourtant celle qui motive le plus grand nombre de saisines de la Commission.

| DÉPARTEMENT | VILLE | DISTANCE (D) | HAUTEUR (E) | E _{max} GSM | E _{max} TOTAL | VALEUR limite |
|-------------|------------------|--------------|-------------|----------------------|------------------------|---------------|
| 13 | Marseille | 5 | 4 | 3,15 | 3,52 | 43 |
| 17 | La Rochelle | 33 | 2 | 0,24 | 4,59 | 27 |
| 31 | Toulouse | 0 | 20 | 0,29 | 0,38 | 28 |
| 31 | Toulouse | 8 | 17 | 2,29 | 2,30 | 42 |
| 75 | Paris | 15 | 5 | 4,67 | 4,73 | 28 |
| 78 | Le Perray | 0 | 0 | 0,18 | 0,21 | 42 |
| 78 | Vélizy | 3 | 3 | 0,90 | 1,33 | 42 |
| 78 | Vélizy | 3 | 3 | 1,21 | 1,26 | 59 |
| 83 | La Seyne-sur-Mer | 8 | 6 | 1,74 | 2,12 | 42 |
| 93 | Aubervilliers | 15 | 5 | 0,50 | 0,57 | 42 |

Les « contributions GSM » pour ces points de mesure sont très différentes en dépit de similitudes de distances fréquentes (comparer Paris 4,67 et Aubervilliers 0,50). Cela voudrait dire que, au moins en champ relativement proche, le critère de distance seul n'est pas discriminant. Cela est d'ailleurs confirmé par les mesures du site de Vélizy, par exemple, qui, bien que plus proche de l'antenne, donne des valeurs intermédiaires entre celles de Paris et d'Aubervilliers.

Toujours concernant ces « contributions GSM », quatre mesures sont de l'ordre de plusieurs volts par mètre (2,29, 3,08, 3,15 et surtout 4,67), qui sont donc de l'ordre de grandeur des mesures relevées pour le compte de la CSC.

Soulignons que les mesures de la CSC ont été faites avec un matériel plus léger et certainement moins discriminant que celui utilisé par l'ANFR, qui s'appuie de plus sur un protocole métrologiquement très performant (voir en annexe le document de l'ANFR intitulé *Protocole de mesure in situ ANFR/DR-15*, édition 2001) mais lourd et onéreux à mettre en œuvre. La mise en œuvre de ce protocole paraît au rapporteur hors de portée, au moins pécuniairement, du consommateur moyen qui aura dès lors du mal à faire reconnaître les mesures qu'il aurait pu faire effectuer pour son compte.

Il a été porté à la connaissance de la Commission que les trois opérateurs français s'étaient entendus pour financer conjointement toute mesure demandée par les consommateurs. Ces mesures seraient évidemment effectuées par un organisme indépendant. Les modalités exactes de cet accord n'ont pas été portées à la connaissance du rapporteur.

La comparaison de ces mesures en zone urbaine notamment fait ressortir que seule une mesure *in situ* (en particulier à cause des réflexions sur les différents immeubles qui peuvent conduire à des augmentations importantes des valeurs de champ) peut donner un ordre d'idée des champs et que toute mesure basée sur des simulations simples serait caduque.

Bien que ne faisant pas intrinsèquement partie du présent dossier, notons néanmoins que le champ mesuré total (E_{max}Total) fait apparaître des valeurs qui, bien que toujours inférieures aux limites de la recommandation européenne, peuvent être importantes : Antibes = 18,86 V/m, Muret = 12,54 V/m, Saint-Paul-sur-Yenne = 9,35 V/m. Ces valeurs sont toutes dues aux contributions d'autres gammes de fréquences que celles du GSM, notamment les liaisons HF (1-30 MHz) et la télévision.

Un des reproches parfois fondé qui est fait à certaines études « biologiques » sur les effets des ondes électromagnétiques est que le profil des ondes appliquées est très particulier et précis mais qu'il ne correspond pas toujours à des conditions réelles d'utilisation et que la diversité même rend parfois la comparaison des résultats difficile.

Mais quelle est la mesure importante pour le consommateur qui habite sous une base de téléphone ? La seule contribution GSM ou le champ total (efficace) tel que mesuré plus haut (bien que les fréquences qui y contribuent soient multiples et que les effets biologiques éventuels soient certainement aussi fonction de ces différentes fréquences).

Pour importante que soit la diffusion sur internet des résultats de l'ANFR, il est bien évident que ceux-ci sont largement illisibles pour le consommateur moyen comme pour une majorité de citoyens non spécialistes d'électromagnétisme, sauf à se limiter à la synthèse des résultats figurant en fin de fiche de chacun des sites mesurés et qui est bien mise en lumière dans la présentation générale de la fiche de mesure (voir en annexe).

2. Les mesures de la CSC

Il a semblé important au rapporteur que des mesures soient effectuées, dans la mesure de ses moyens, certes très limités, par la CSC elle-même.

Il a d'ailleurs été assez difficile d'obtenir l'accord des personnes qui se plaignaient de la proximité des antennes lorsqu'il s'est agi de prendre des mesures dans leurs appartements (peur du qu'en-dira-t-on ? mésentente entre copropriétaires et/ou colocataires ?...).

Néanmoins, la CSC a pu obtenir l'accord concernant une implantation située à Paris, rue de la Croix-Nivert. Ce type d'implantation peut être considéré comme celui cumulant les effets négatifs (antennes placées bas sur le toit, appartement proche avec balcon et terrasse baignés par les lobes secondaires des antennes, appartements placés en vis-à-vis...).

Les mesures ont été effectuées par l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques) le 29 novembre 2000. Le rapport final de cet organisme (voir l'intégralité en annexe) fait état de mesures effectuées en particulier dans l'appartement situé immédiatement au-dessous des antennes de la base téléphonique. A noter que ce rapport a été réalisé avant l'établissement du protocole de l'ANFR et qu'en conséquence les valeurs mesurées ne sont pas directement comparables à celles relevées par cet organisme. Néanmoins, les mesures relevées dans l'appartement même sont du même ordre de grandeur que celles mesurées par l'ANFR lors de sa

campagne de mesure.

Le laboratoire conclut :

Les mesures de champ réalisées dans le cadre de cette étude ont pour but d'analyser les risques induits par des bases de radiocommunications situées en toiture de l'immeuble au 128 rue de la Croix-Nivert, à Paris.

Les niveaux d'exposition de référence pour les champs électriques de la recommandation 99/519/CE sont :

| FRÉQUENCE MHz | LIMITE POUR E V/m | LIMITE POUR H A/m | LIMITE EN DENSITÉ de puissance (W/m ²) |
|------------------|----------------------|----------------------|--|
| 900 | 41 | 0,11 | 4,5 |
| 1 000 | 58 | 0,15 | 9 |

Le champ maximum mesuré est de 2,4 V/m pour l'appartement situé sous l'antenne. Il est de 4,6 V/m sur la terrasse de l'immeuble en face, ce qui correspond à une densité de puissance de 0,02 W/m² et 0,06 W/m².

Les champs mesurés sont ainsi très en dessous des niveaux d'exposition de référence, définis pour le public dans la recommandation 99/519/CE.

3. Les mesures des opérateurs

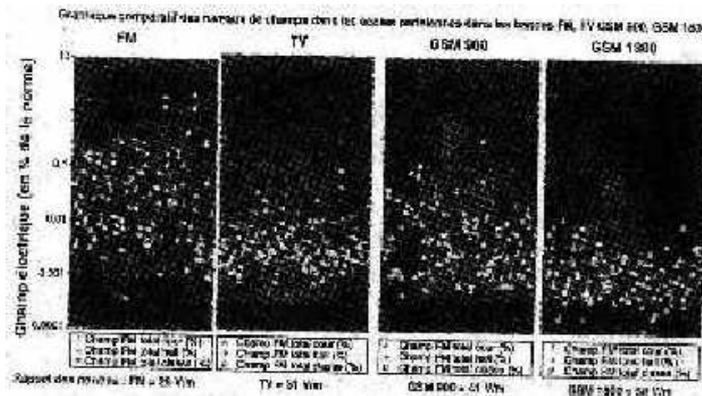
Au vu des plaintes récurrentes des riverains des installations de bases et à la suite de la parution du rapport Stewart, certains opérateurs ont entrepris d'effectuer des campagnes de mesures de champ dans les habitations ou des lieux publics, notamment des écoles.

Ainsi, à Paris *intra muros*, ont été effectuées entre le 7 août 2000 et le 1^{er} septembre 2000, dans le créneau horaire compris entre 9 heures et 17 heures, des mesures d'intensité de champ électromagnétique dans soixante-neuf établissements scolaires sur les bandes suivantes FM (88-108 MHz), TV (450-550 MHz), 900 MHz (SFR Itinéris) et 1 800 MHz (Bouygues).

Pour chaque implantation, trois positions de mesures ont été utilisées :

- centre de la cour de récréation ;
- centre du bâtiment à l'intérieur ;
- hall d'entrée.

Les résultats sont consignés dans les tableaux suivants (l'échelle en ordonnée représente un pourcentage par rapport aux niveaux fixés par la recommandation européenne du 12 juillet 1999).



Les distances entre les bases de téléphone et les implantations sont comprises entre 30 et 400 mètres.

Pour la bande FM, les valeurs sont comprises entre 1/100 000 et quelques pour cent de la norme (28 V/m) ;

Pour les bandes TV et GSM 900, les valeurs sont comprises entre 1/100 000 et 1/1 000 de la norme (respectivement 31 et 41 V/m) ;

Pour la bande GSM 1 800, les valeurs sont comprises entre 1/100 000 et 1/10 000 de la norme (58 V/m).

Concernant les bandes GSM (900 et 1 800 MHz), les mesures relevées sont pour leur grande majorité très inférieures au millième de la norme, soit inférieures à 0,041 V/m pour le GSM 900 et à 0,058 V/m pour le GSM 1 800. A titre subsidiaire, nous relèverons que, ce faisant, les niveaux relevés sont aussi très inférieurs à la norme la plus contraignante adoptée par des pays européens, qui est de 6 V/m.

De plus, de mars 2001 au 11 juillet 2002, à la demande de riverains, de bailleurs ou d'élus, Bouygues Télécom a fait réaliser 443 mesures sur plus de 250 sites par des bureaux de contrôle indépendants. Il est important de noter que ces mesures faisaient suite à des préoccupations du public et que, par conséquent, elles ont été réalisées à vue des antennes ou à proximité immédiate de celles-ci, dans des zones ouvertes au public. Les résultats de ces mesures, dont les rapports ont tous été transmis à l'Agence nationale des fréquences, figurent en annexe. Une analyse quantitative simple met en évidence deux résultats intéressants (source Bouygues Télécom) :

- d'une part, le niveau d'exposition dû au réseau GSM (900 ou 1 800) le plus fort relevé localement, aux rares moments où les émetteurs fonctionnent à pleine puissance (pendant les pointes de trafic où le réseau est saturé) est, en moyenne, de l'ordre du millième des seuils définis par le décret du 3 mai 2002, c'est-à-dire qu'en moyenne le réseau GSM le plus puissant localement délivre une puissance de l'ordre de quelques millièmes des normes ;
- d'autre part, l'exposition causée par le réseau GSM le plus puissant relevé en chacun des 443 points a une puissance en moyenne 600 fois inférieure à celle des ondes « non GSM » relevées

au même point (le plus souvent il s'agit de la radio FM).

4. Autres mesures

4-1. Nous avons vu que la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique (BEH) était perturbée pour des DAS de l'ordre de 0,5 W/kg à 2 W/kg. Rappelons la conclusion des chercheurs de l'université Bordeaux-II et du PIOM :

« L'exposition de la tête des rats à un signal de type GSM 900 MHz à des niveaux de SAR de 2 W/kg moyennés sur l'ensemble du cerveau peut induire une perméabilisation des vaisseaux sanguins intra-crâniens, aussi bien dans la méninge que dans le cerveau. Cette perméabilisation est très importante chez les rats rendus prédisposés à l'inflammation méningée par la dégénérescence de leur innervation sympathique crânienne qui favorise le développement de structures pro-inflammatoires comme les mastocytes et les innervations sensitives et parasympathiques. Ceci peut induire des modifications dans les cellules vasculaires elles-mêmes (muscle lisse et tissu adventiciel). Pour l'exposition des rats à des niveaux de SAR cérébral de 0,5 W/kg, l'influence des ondes se réduit considérablement dans le cerveau mais demeure importante dans la dure-mère. »

« Bien qu'une partie de ces résultats soient encore préliminaires quant à leur analyse, ils suggèrent dans leur ensemble que les champs électromagnétiques de type GSM 900 MHz pourraient agir sur l'endothélium vasculaire, pourvu ou non de "jonctions serrées" (BHE), et engendrer ainsi un processus inflammatoire localisé, en particulier dans la dure-mère. Cette action des ondes GSM sur la dure-mère pourrait être en relation avec le développement de crises de migraine chez des personnes prédisposées. »

Cette conclusion est particulièrement prudente car elle ne met pas trop en avant les conséquences prévisibles de la perméabilisation des vaisseaux du cerveau. Le sang humain transporte de nombreuses molécules potentiellement dangereuses pour le cerveau. Citons à titre d'exemple les sels d'aluminium contenus dans nombre de déodorants corporels (et dont les consommateurs ignorent le plus souvent la présence puisque les règles d'étiquetage ne prévoient pas l'obligation de les mentionner) dont l'accumulation au niveau cérébral a été évoquée comme une cause possible du vieillissement pathologique cérébral de type Alzheimer.

4-2. Une étude publiée en février 2001 dans *60 Millions de Consommateurs* (n° 347) faisait état de son côté de mesures de DAS des modèles de téléphones portables présents sur le marché.

Deux chiffres sont donnés correspondant en haut au DAS GSM 900 et au-dessous au DAS 1 800. Afin d'éviter toute contestation, il convient de préciser que la méthode de mesure décrite dans l'article ne correspond pas en totalité aux méthodes de mesures actuellement préconisées et qui font suite en particulier aux travaux effectués dans le cadre du sous-projet 1 de COMOBIO. Néanmoins, elle s'en rapproche suffisamment pour que les résultats puissent être considérés comme valables au moins en ordre de grandeur.

Ces résultats montrent que les DAS des différents appareils sont très variables (de 0,04 W/kg à 0,74 W/kg pour le GSM 900 et de 0,11 W/kg à 1,51 W/kg pour le GSM 1 800).

Hormis pour les DAS les plus faibles, les DAS mesurés sont de l'ordre de grandeur de ceux qui ont donné des résultats positifs lors de l'étude citée ci-dessus, bien que se situant en majorité aux alentours de 0,5 W/kg, valeur pour laquelle les chercheurs reconnaissent que « l'influence des ondes se réduit considérablement dans le cerveau mais demeure importante dans la dure-mère ».

Cette extravasation (passage de l'intérieur des vaisseaux vers le cerveau) conduit à une accumulation des molécules exogènes dans le cerveau (d'où un effet cumulatif évident).

Les chiffres ci-dessus montrent que certains des mobiles testés ont un DAS très faible (qui de ce fait devrait avoir très peu d'influence sur la perméabilité de la BHE), de l'ordre du 1/10 de W/kg, et même moins. Les fabricants sont donc parfaitement capables de construire des combinés à faible DAS et qui fonctionnent de manière tout à fait normale. Il convient de ce fait de privilégier ce type de fabrication au détriment des appareils à fort DAS (1,50 W/kg !).

De plus, ce DAS devrait évidemment être annoncé au consommateur afin de servir de critère de choix au moment de l'achat. Un texte réglementaire français devait imposer cet affichage mais, pour des raisons qui nous sont inconnues, sa parution n'a, à notre connaissance, toujours pas eu lieu.

Une autre solution destinée à diminuer le DAS « absorbé » par le cerveau est d'éloigner l'antenne de la tête. Cela peut être réalisé par exemple au moyen de « kits piétons » ou « kits main libre » qui, convenablement fabriqués (et isolés), devraient diminuer de manière notable les doses absorbées. En outre, les constructeurs, au moins pour les appareils pliants « haut de gamme », optent de plus en plus pour une antenne centrale nettement plus éloignée de la tête que celle des modèles conventionnels.

Rappelons que les « protections d'antennes », sortes de puces de formes diverses que l'on colle à proximité de celles-ci, n'ont jamais fait la preuve d'une quelconque efficacité.

Conclusions :

1. Concernant les stations de bases des téléphones mobiles :

a) Du fait que les instruments de modélisation restent à affiner, il paraît préférable, pour l'instant, de conserver la pratique de mesures *in situ* pour répondre aux inquiétudes des consommateurs, en particulier de ceux qui résident à proximité immédiate des bases ;

b) Cependant, et c'est là le plus important, toutes les mesures effectuées à ce jour montrent, comme l'avait d'ailleurs annoncé le rapport Zmirou, que les niveaux de champ sont toujours inférieurs (voire très inférieurs) aux valeurs limites définies par la recommandation. Il faut d'ailleurs souligner que certains consommateurs proches d'émetteurs anciens (HF, TV...) subissent depuis fort longtemps une exposition importante sans que des conséquences néfastes aient pu être détectées. A titre d'exemple, rappelons que les émetteurs FM et TV de la tour Eiffel équivalent à environ 300 000 bases de téléphonie mobile, soit l'équivalent de la quasi-totalité des bases installées en France.

De ce fait, aucun risque pour le consommateur ne peut être mis en évidence sur la base des données scientifiques disponibles aujourd'hui.

2. Concernant les téléphones mobiles, en revanche, il convient de prendre en compte à la fois les données scientifiques et les données pratiques qui relèvent du comportement :

a) Les récentes études (COMOBIO notamment) ont montré que des risques ne sont pas à exclure et que le conseil « d'évitement prudent » formulé par le groupe Zmirou demeure d'actualité.

En effet, comme nous l'avons évoqué précédemment, le sous-projet COMOBIO 6 concernant « Barrière hémato-encéphalique et migraine chez le rat », met en lumière un effet potentiellement délétère qui ne peut pas être ignoré. Soyons clair, à la date du présent avis, aucune conséquence néfaste de cet effet n'est avérée (au sens scientifique du terme), ne serait-ce que parce que l'essentiel des études reste à mener.

Bien qu'une partie des résultats du sous-projet COMOBIO 6 soient encore préliminaires, ils suggèrent dans leur ensemble que les champs électromagnétiques de type GSM pourraient agir sur

l'endothélium vasculaire, pourvu ou non de « jonctions serrées » (BHE), et engendrer ainsi un processus inflammatoire localisé, en particulier dans la dure-mère. Cette action des ondes GSM sur la dure-mère pourrait être en relation avec le développement de crises de migraine chez des personnes prédisposées.

Lors de l'instruction du premier dossier de la Commission relatif aux téléphones portables, le problème posé par certains sels d'aluminium (présents notamment dans certains déodorants corporels) avait été évoqué dans la mesure où leur accumulation dans le cerveau semblait être corrélée avec l'apparition de lésions cérébrales de même nature que celles observées dans la maladie d'Alzheimer. Cette hypothèse n'a pas été confirmée pour l'instant et le rôle des sels d'aluminium (entre autres éléments métalliques) dans les pathologies neurodégénératives fait toujours l'objet d'une controverse scientifique importante. Il apparaît donc particulièrement nécessaire d'étendre les analyses futures à ce type de problème.

Selon les informations portées à la connaissance de la Commission par le ministère de la santé, il apparaît qu'une suite appelée COMOBIO + doit être donnée au programme COMOBIO. Il est maintenant probable que ce nouveau programme pourra démarrer prochainement. Toutefois, en l'état actuel du projet, aucune étude biologique n'est prévue, alors que la partie « biologie » de COMOBIO a démontré son utilité. D'après les renseignements fournis à la Commission, plusieurs sous-programmes distincts seraient prévus, en particulier :

ADONIS, consacré à la dosimétrie des mobiles de 3^e génération et qui semble en cours de réalisation (crédits obtenus). Rappelons que la dosimétrie constituait une part importante du premier programme COMOBIO et que la France est leader dans ce domaine ;

EM3D, consacré aux études de simulations 3D des champs émis notamment par les bases. Ce programme n'est pas encore labellisé (retenu).

Afin de ne pas arrêter les recherches biologiques sur les champs électromagnétiques, les rapporteurs estiment donc indispensable que le futur programme COMOBIO + prenne en charge la suite des expérimentations biologiques, notamment en regard des conséquences possibles de la perméabilisation des vaisseaux sanguins intra-crâniens, aussi bien au niveau des méninges que dans le cerveau.

Il convient de remarquer que l'étude montre que la diminution du DAS des téléphones permet de limiter fortement cette perméabilisation (cas des DAS de 0,5 W/kg). L'attitude « d'évitement prudent » préconisée par le rapport Zmirou apparaît de ce fait particulièrement judicieuse et l'emploi d'oreillette devrait limiter voire supprimer cette éventuelle perméabilisation ainsi que ses possibles conséquences.

b) Les données comportementales :

Si les résultats scientifiques ne permettent pas de mettre en évidence des effets délétères sur les consommateurs, en revanche, il apparaît très clairement que les risques aujourd'hui connus relèvent davantage des comportements : l'usage du téléphone mobile en voiture constitue un exemple particulièrement dangereux,

Emet l'avis suivant :

*Mieux informer les consommateurs. -
Former les professionnels de la santé*

Concernant les bases de téléphones :

- à la lumière des connaissances actuelles, aucun risque pour la santé publique ne peut être mis en évidence ;
- l'instauration d'une instance de médiation pour l'installation des stations de bases semble en cours de mise en place à la demande des consommateurs (circulaire interministérielle du 16 octobre 2001), il est donc nécessaire que celle-ci permette effectivement de concilier les intérêts de couverture du territoire par les opérateurs et les légitimes préoccupations des habitants ;
- indépendamment de cette instance de médiation, une information préventive devrait être effectuée auprès des habitants du site concerné avant l'installation. Ces installations, présentes ou futures, doivent être strictement conformes à la réglementation en vigueur, notamment concernant les distances de sécurité et le balisage.

Les champs mis en œuvre à proximité des habitants, même ceux proches de l'antenne (notamment au-dessous) sont bien inférieurs (toutes méthodes de mesure confondues) à ceux émis par les combinés eux-mêmes. Il est raisonnable d'en déduire que les doses effectivement absorbées par ces habitants sont aussi bien plus faibles, bien que reçues 24 heures sur 24. Rappelons que la « contribution » GSM est en moyenne sur le territoire français 600 fois inférieure (1 200 fois à Paris) à la contribution des bandes FM et TV. Cette contribution ne peut donc être considérée comme susceptible d'induire des effets biologiques délétères. Aussi, afin de rassurer les consommateurs :

- les habitants proches de ces antennes devraient recevoir une information précise (découlant de mesures réelles *in situ*) sur les niveaux de champs générés par ces bases (et éventuellement par d'autres émetteurs d'ondes électromagnétiques). Les professions médicales et paramédicales ainsi que les élus devraient recevoir une formation ou une information précise et scientifiquement correcte afin de pouvoir servir utilement de relais auprès des populations concernées ;
- pour rendre cette information possible, des mesures devraient être obligatoirement effectuées par les opérateurs lors de l'installation de stations de bases, à la demande des riverains ou de l'instance de médiation. Des contrôles aléatoires ultérieurs devraient être effectués régulièrement par des organismes indépendants en relation avec les structures de concertation locales. Les mesures doivent être basées sur une méthodologie identique, fiable et reproductible, tel que le protocole de mesure de l'ANFR ;

- il devrait, enfin, revenir aux opérateurs, par l'intermédiaire d'une fondation indépendante (dont les lignes budgétaires pourraient être abondées par l'ensemble des partenaires) de contribuer au financement de campagnes d'information destinées aux consommateurs ainsi éventuellement que des études susceptibles d'éclairer les éventuelles implications de la téléphonie mobile sur la santé.

*Poursuivre les recherches sur les effets
des ondes électromagnétiques*

Concernant la poursuite des recherches sur les effets des ondes électromagnétiques, la Commission considère que, en plus des pistes décrites par le rapport Zmirou, et sans prétendre à l'exhaustivité, il conviendrait que les scientifiques se penchent sur les problèmes suivants :

- affinage des mesures et interprétation très précise des implications médicales de la modification de la perméabilité de la BHE ;

- poursuite des études épidémiologiques de cohorte afin d'éviter les biais des études « cas/contrôle » et en les élargissant à d'autres pathologies que les cancers.

Utiliser des combinés à faible DAS, améliorer la couverture du territoire, utiliser un kit piéton, limiter les appels, pas d'utilisation du téléphone en conduisant ou dans les stations-services

Concernant les téléphones mobiles (combinés) eux-mêmes :

- dans la mesure où leur usage est désormais socialement acquis et peut se révéler en outre fort utile dans certaines circonstances de la vie, il serait illusoire de vouloir en restreindre autoritairement l'usage. Aussi, afin de minimiser au maximum les risques, les autorités devraient encourager les fabricants à produire des combinés de téléphonie mobile à très faible DAS et les opérateurs à améliorer la couverture du territoire afin de rendre ces combinés utilisables par tous ;
- les fabricants devraient fournir systématiquement, lors de l'achat, un accessoire (du type kit piéton par exemple) permettant d'éloigner l'antenne des parties sensibles du corps humain (tête, gonades, implants cardiaques...), en outre, la valeur du DAS devrait être obligatoirement indiquée de manière intelligible sur le combiné et sur les publicités. Il serait aussi hautement souhaitable que les fabricants fournissent les DAS des téléphones cellulaires déjà en service ;
- les pouvoirs publics devraient enjoindre aux personnes proposant des solutions visant à diminuer les ondes émises par les combinés de soumettre leurs produits à des laboratoires indépendants et reconnus afin d'en déterminer l'efficacité réelle.

Dans l'attente des progrès techniques permettant de minimiser les puissances émises, la Commission invite les consommateurs et notamment les enfants utilisateurs de téléphones portables, à limiter l'utilisation de ces mobiles aux communications vraiment utiles. Pour ces derniers, les parents devraient leur faire utiliser des téléphones n'autorisant qu'un nombre de numéros restreint préenregistrés. Les utilisateurs, en application, à titre personnel, du principe de précaution, devraient utiliser tout moyen, notamment le kit piéton, éloignant l'antenne de toute partie sensible du corps humain (tête, gonades, implants cardiaques...).

La Commission rappelle aux consommateurs que les diverses solutions miracles pour diminuer la nocivité des ondes électromagnétiques que l'on peut trouver sur le marché n'ont toujours pas fait l'objet d'une évaluation positive par des organismes indépendants reconnus et que, de ce fait, elles constituent une fausse sécurité. En conséquence, elle en déconseille formellement l'utilisation.

La Commission met en garde les consommateurs sur les messages alarmistes de personnes ou associations dont les conclusions - du fait notamment de la non-représentativité des échantillons évoqués - ne peuvent présenter un quelconque caractère scientifique de véracité et de fiabilité. Ces messages alarmistes non fondés sont susceptibles de générer eux-mêmes des pathologies ou symptomatologies diverses chez des personnes particulièrement sensibles (anxiété, angoisse, troubles du sommeil...).

Par ailleurs, elle insiste sur le fait que le principal facteur de risque de la téléphonie mobile clairement identifié à ce jour demeure l'association de l'usage du téléphone, avec ou sans kit main libre, et de la conduite d'automobiles, de moto et même de vélo, du fait de l'inattention qui en résulte. Cette inattention entraîne une conduite inadaptée et perturbe les réflexes. Il est impératif que les consommateurs en prennent conscience et adaptent leur comportement en conséquence (un rapport de l'INRETS en date d'octobre 2001 fait le point sur ce problème).

De plus, la Commission est conduite à demander aux personnes susceptibles de côtoyer des vapeurs très inflammables (solvants, hydrocarbures...) de couper préalablement leur téléphone portable. En effet, ces vapeurs (lors de la prise d'essence dans une station par exemple) peuvent être enflammées par leur téléphone portable (micro-étincelle électrique lors du démarrage de la sonnerie ou du vibreur ou lors des prises de contact périodiques avec les stations de base par exemple). Dans certains pays européens, cette interdiction est déjà en vigueur.

Enfin, la CSC ne peut qu'approuver les conclusions et les préconisations formulées par l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques dans son rapport relatif à l'incidence éventuelle de la téléphonie mobile sur la santé (cf. note 3), pour ce qui concerne les actions à destination de la population, l'information des élus locaux et les améliorations à apporter aux sites des antennes-relais.

Adopté au cours de la séance du 4 décembre 2002 sur le rapport de MM. Alain Croisy et Bertrand Raux, assistés de M. Jean-Michel Maignaud, conseiller technique de la Commission, conformément à l'article R. 224-4 du code de la consommation.

ANNEXES

ANNEXE 1

DONNÉES SCIENTIFIQUES RÉCENTES

Données épidémiologiques

L'analyse critique de l'ensemble des résultats épidémiologiques relatifs à l'éventuelle relation entre cancer et téléphonie mobile a fait l'objet, en septembre 2002, d'un rapport au SSI (agence de radioprotection suédoise) (cf. note 4).

Parmi les dix études actuellement publiées, seules les trois réalisées par le groupe suédois de Hardell ont mis en évidence une association « significative » entre l'utilisation de téléphones portables analogiques et la survenue de tumeurs cérébrales latéralisées du côté le plus exposé au combiné téléphonique. Aucune des sept autres études n'a confirmé ces observations qui semblent être biaisées au niveau des critères de choix des cas retenus.

Le rapport SSI, annexé au présent avis, conclut que, à l'heure actuelle, il n'existe aucune évidence de risque cancérigène associé à l'usage de la téléphonie mobile mais que d'autres études sont nécessaires pour évaluer les effets à long terme, dans la mesure où le recul actuel n'est peut-être pas suffisant.

L'augmentation du risque de mélanome oculaire associée à l'exposition aux radiofréquences, rapportée par Stang et collaborateurs (cf. note 5), n'a pas non plus été confirmée par une étude basée sur le registre du cancer danois pour la période 1943-1996. En effet, sur cette période, l'incidence du mélanome oculaire est demeurée constante malgré l'apparition de la téléphonie mobile à partir du début des années 1990 (cf. note 6). Cependant, là encore, le recul est probablement très insuffisant pour permettre d'être totalement affirmatif.

Effets sur les fonctions neuronales

La modification transitoire d'un certain nombre de fonctions neuronales par les champs radiofréquence a été confirmée sans qu'il soit possible, pour l'instant, de conclure à un risque réel pour la santé (cf. note 7) (cf. note 8). Une étude très récente a même démontré que l'exposition au

champ électromagnétique d'un téléphone mobile (900 MHz) induisait une augmentation des performances dans des tests neuropsychologiques (cf. note 9) .

Symptômes suggestifs

Une nouvelle études de « provocation » a été effectuée sur des volontaires, « hypersensibles » aux téléphones portables. Les sujets ont été soumis en double aveugle aux ondes issues de téléphones mobiles placés à proximité de l'oreille. Cette étude s'est avérée négative, en effet, les sujets ont bien déclaré l'apparition de symptômes, mais ces observations n'ont pas été corrélées au fonctionnement des téléphones mobiles (allumés ou éteints) (cf. note 10) .

De même, aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre l'exposition au champ RF d'un téléphone et l'augmentation de la pression sanguine ou des variations du statut hormonal du système nerveux (cf. note 11) .

En revanche, concernant les bases de téléphonie mobile, une enquête réalisée récemment par Santini et coll. (cf. note 12) portant sur les symptômes subjectifs ressentis par des riverains de stations relais de téléphonie mobile a été conduite au moyen d'un questionnaire adressé à 530 personnes recrutées par voie de presse. Elle a pris en compte deux paramètres : la distance à l'antenne et le sexe. La distance était rapportée par les personnes et classée en catégories (moins de 10 m, ..., plus de 300 m). Les symptômes rapportés sont : nausées, perte d'appétit, perturbations visuelles, difficultés de déplacement, irritabilité, tendance dépressive, difficultés de concentration, perte de mémoire, vertiges, baisse de la libido, maux de tête, perturbations du sommeil, sentiment d'inconfort, problèmes cutanés, fatigue, ménopause prématurée, perte d'appétit, tendance dépressive et perturbations visuelles. La prévalence de la plupart de ces symptômes diminue avec la distance de la station de base pour disparaître totalement à partir de 300 m. Toutefois, cette étude comporte de nombreux biais méthodologiques au point que ses résultats peuvent difficilement être retenus. En effet, contrairement aux règles de l'épidémiologie, les personnes interrogées savaient dès le début de l'enquête que l'étude portait sur le rapport entre leur distance à l'antenne et des symptômes subjectifs. D'autre part, la diminution de l'apparition des symptômes avec la distance est en contradiction avec la répartition de la puissance reçue en fonction de la distance : en effet, cette puissance est nulle au pied de l'antenne, croît jusqu'à 200 m environ puis décroît. La prévalence des symptômes peut raisonnablement être attribuée aux craintes, qui sont pour la plupart inversement proportionnelles à la distance, qu'aux ondes émises par les stations de base.

Effets biochimiques

Des études récentes conduites *in vitro* sur des cellules endothéliales humaines ont confirmé l'activation des protéines de stress *hsp27/MAP kinase 38* en réponse à l'exposition, pendant une heure, à une onde GSM de 900 MHz (cf. note 13) .

En revanche, sur l'embryon de poulet, une irradiation identique conduit à un abaissement du taux de *hsp70*, ce qui conduit à une diminution de la résistance cellulaire à l'hypoxie (cf. note 14) .

Enfin, sur des fibroblastes humains en culture, on a observé, dans des conditions expérimentales analogues, une altération de la morphologie cellulaire associée à la surexpression du TGF β , de BAX, un gène impliqué dans l'apoptose, et de gènes intervenant dans la transduction de signaux mitotiques (MAPKK-3, cycline G $_1$) (cf. note 15) .

De tels effets, s'ils devenaient chroniques, pourraient être à même de favoriser certains mécanismes de l'oncogénèse (cf. note 16) .

ANNEXE 2 RESTRICTIONS DE BASE ET NIVEAUX DE RÉFÉRENCE

Pour l'application de restrictions fondées sur l'évaluation d'effets sanitaires éventuels des champs électromagnétiques, il convient de faire une distinction entre restrictions de base et niveaux de référence.

Restrictions de base. - Les restrictions concernant l'exposition à des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques variables dans le temps qui sont fondées directement sur des effets sanitaires établis et des considérations biologiques sont qualifiées de « restrictions de base ». En fonction de la fréquence du champ, les grandeurs physiques utilisées pour spécifier ces restrictions sont l'induction magnétique (B), la densité de courant (J), le débit d'absorption spécifique (SAR) de l'énergie et la densité de puissance (S). L'induction magnétique et la densité de puissance peuvent être aisément mesurées sur des individus exposés.

Niveaux de référence. - Ces niveaux estimés sont fournis aux fins de l'évaluation de l'exposition dans la pratique pour déterminer si les restrictions de base risquent d'être dépassées. Certains niveaux de référence sont dérivés des restrictions de base concernées au moyen de mesures et/ou de techniques de calcul et certains ont trait à la perception et à des effets nocifs indirects de l'exposition aux champs électromagnétiques. Les grandeurs dérivées sont l'intensité de champ électrique (E), l'intensité de champ magnétique (H), l'induction magnétique (B), la densité de puissance (S), et le courant induit dans les extrémités. Les grandeurs qui concernent la perception et d'autres effets indirects sont le courant de contact (IC) et, pour les champs pulsés, l'absorption spécifique (AS). Dans une situation d'exposition particulière, des valeurs mesurées ou calculées de ces grandeurs peuvent être comparées avec le niveau de référence approprié. Le respect du niveau de référence garantira le respect de la restriction de base correspondante. Si la valeur mesurée est supérieure au niveau de référence, il n'en découle pas nécessairement un dépassement de la restriction de base. Dans de telles circonstances, néanmoins, il est nécessaire d'établir si la restriction de base est respectée.

ANNEXE 3 QUELQUES VALEURS DE CHAMPS (Source opérateurs)

Champs électriques

Dans le corps humain (cerveau) : 5 mV/m.

Dans le corps humain (cœur) : jusqu'à 50 mV/m.
 Habitation (sauf près des appareils ménagers) : jusqu'à 20 V/m.
 Dans un wagon de train électrique : jusqu'à 300 V/m.
 A proximité des lignes HT : 20 V/m.
 Ecrans ordinateurs (à 5 cm) : de 1 à 10 V/m.
 Pré en atmosphère calme : de 100 à 200 V/m.
 Moquettes (à 5 mm, en atmosphère sèche) : de 200 V/m à 20 kV/m.
 Pré pendant un orage : jusqu'à 100 kV/m.
 Emissions radio FM à quelques mètres d'une antenne d'émetteur FM : qq V/m.

Champs magnétiques

Dans les appartements :

- à distance d'appareillage 0,002 μ T ;
- à 1 m des appareils ménagers jusqu'à 200 T.

A l'aplomb d'une ligne haute tension : 20 T.
 Dans une rame de métro : 30 T.
 Champ terrestre (géomagnétique) : entre 30 et 70 T.
 Dans un wagon de train électrique : 50 T.
 Détecteurs de métaux (aéroports) : jusqu'à 100 T.

Emissions GSM

A proximité d'une station de base : jusqu'à 0,03 T.
 A proximité de l'antenne du mobile : 0,3 T.

ANNEXE 4 SITES INTERNET

Résultats COMOBIO : tsi.enst.fr/comobio.
 Commission européenne : www.europa.eu.int/comm/index.html.
 Commission internationale de santé au travail : www.icoh.org.sg.
 International Radiation Protection Association : www.irpa.net.
 OMS : International EMF Project : www.who.int/peh-emf.
 Independent Expert Group on Mobile Phones and Health : www.iegmp.org.uk.
 Joint Research Centre of European Commission : www.jrc.org.
 Direction générale de la santé : www.sante.gouv.fr.
 Agence nationale des fréquences : www.anfr.fr.
 ICNIRP (International Commission on Non-Ionising Radiation Protection) : www.icnirp.de.

ANNEXE 5 DÉFINITIONS

Au sens de la présente note, l'expression « champs électromagnétiques » comprend les champs statiques, les champs d'extrêmement basses fréquences (EBF) et les champs de radiofréquences (RF), notamment les micro-ondes, sur l'ensemble de la gamme de fréquences comprise entre 0 Hz et 300 GHz.

Grandeurs physiques

Dans le contexte de l'exposition aux champs électromagnétiques, huit grandeurs physiques sont couramment utilisées :

1. *Le courant de contact* entre une personne et un objet est exprimé en ampères (A). Un objet conducteur dans un champ électrique peut être chargé par ce champ ;
2. *La densité de courant (J)* est définie comme le courant traversant une unité de surface perpendiculaire au flux de courant dans un volume conducteur comme le corps humain ou une partie du corps, exprimée en ampères par m^2 (A/m^2) ;
3. *L'intensité de champ électrique* est une grandeur vectorielle (E) qui correspond à la force exercée sur une particule chargée indépendamment de son déplacement dans l'espace. Elle est exprimée en volts par mètre (V/m) ;
4. *L'intensité de champ magnétique* est une grandeur vectorielle (H) qui, avec l'induction magnétique, définit un champ magnétique en tout point de l'espace. Elle est exprimée en ampères par mètre (A/m) ;
5. *L'induction magnétique (densité de flux magnétique)* est une grandeur vectorielle (B) définie en termes de force exercée sur des charges qui circulent, et elle est exprimée en teslas (T). Dans l'espace libre et dans les matières biologiques, l'induction magnétique et l'intensité de champ magnétique peuvent être utilisées indifféremment selon l'équivalence : 1 A/m est équivalent à $4 \cdot 10^7$ T ;
6. *La densité de puissance (S)* est la grandeur appropriée utilisée pour des hyperfréquences, lorsque la profondeur de pénétration dans le corps est faible. Il s'agit du quotient de la puissance rayonnée incidente perpendiculaire à une surface par l'aire de cette surface ; elle est exprimée en watts par m^2 (W/m^2) ;
7. *L'absorption spécifique (AS) de l'énergie* est définie comme l'énergie absorbée par une unité de masse de tissus biologiques et est exprimée en joules par kilogramme (J/kg). Dans les recommandations, elle est utilisée pour limiter les effets non thermiques des rayonnements micro-ondes pulsés ;
8. *Le débit d'absorption spécifique de l'énergie (SAR)* moyenne sur l'ensemble du corps ou des parties du corps est définie comme le débit avec lequel l'énergie est absorbée par unité de masse du tissu du corps et elle est exprimée en watts par kilogramme (W/kg). Le SAR pour l'ensemble du corps est une mesure largement acceptée pour établir le rapport entre les effets thermiques et l'exposition aux radiofréquences. A côté du SAR moyen pour l'ensemble du corps, des valeurs de SAR locales sont nécessaires pour évaluer et limiter un dépôt excessif d'énergie sur des petites

parties du corps résultant de conditions d'exposition spéciales.

Parmi ces grandeurs, l'induction magnétique, le courant de contact, les intensités de champs électrique et magnétique et la densité de puissance peuvent être mesurées directement.

Unités

Champ électrique E , ($\text{LMT}^{-3}\text{I}^{-1}$). Quotient de la force exercée par le champ électrique sur une charge électrique, par cette charge.

Volt par mètre (V/m) - $1\text{V/m} = 1\text{ m.kg.s}^{-3}.\text{A}^{-1}$.

Champ magnétique H , (L^1I). Le champ magnétique est une grandeur vectorielle axiale dont le rotationnel est égal à la densité de courant, comprenant le courant de déplacement. En ampère par mètre (A/m) - $1\text{ A/m} = 1\text{ m}^{-1}.\text{A}$.

Induction magnétique ou densité de flux magnétique B , ($\text{MT}^{-2}\text{I}^{-1}$). L'induction magnétique est une grandeur vectorielle axiale telle que la force exercée sur un élément de courant est égale au produit vectoriel de cet élément par l'induction magnétique. En tesla (T), $1\text{T} = 1\text{Wb/m}^2$ ou 1 V.s/m^2 ou $1\text{ kg.s}^{-2}.\text{A}^{-1}$.

| MULTIPLÉS ET SOUS-MULTIPLÉS | | |
|---|--|---|
| FACTEUR par lequel l'unité est multipliée | PRÉFIXE à placer avant le nom de l'unité | SYMBOLE à placer avant celui de l'unité |
| 10^{18} ou 1 000 000 000 000 000 000 | exa | E |
| 10^{15} ou 1 000 000 000 000 000 | péta | P |
| 10^{12} ou 1 000 000 000 000 | téra | T |
| 10^9 ou 1 000 000 000 | giga | G |
| 10^6 ou 1 000 000 | méga | M |
| 10^3 ou 1 000 | kilo | k |
| 10^2 ou 100 | hecto | h |
| 10^1 ou 10 | déca | da |
| 10^{-1} ou 0,1 | déci | d |
| 10^{-2} ou 0,01 | centi | c |
| 10^{-3} ou 0,001 | milli | m |
| 10^{-6} ou 0,000 001 | micro | μ |
| 10^{-9} ou 0,000 000 001 | nano | n |
| 10^{-12} ou 0,000 000 000 001 | pico | p |
| 10^{-15} ou 0,000 000 000 000 001 | femto | f |
| 10^{-18} ou 0,000 000 000 000 000 001 | atto | a |

ANNEXE 6 GLOSSAIRE

- ACTH : Adreno CorticoTropic Hormone : Hormone corticosurrénalienne (dite hormone du stress).
 AM : Amplitude Modulation : Emission codée par modulation d'amplitude.
 BHE : Barrière Hémato-Encéphalique.
 CEI : Comité Electrotechnique international.
 CEM : Compatibilité Electromagnétique : Aptitude d'un émetteur électromagnétique à ne pas perturber les autres émetteurs.
 CENELEC : Comité Européen de Normalisation ELECTrique.
 COMOBIO : Programme de recherche en Communication Mobiles et BIOlogie.
 CW : émission continue (de l'anglais « Continuous Wave » : une émission peut être continue (CW) ou pulsée (PW).
 DAS : Débit d'Absorption Spécifique (en anglais = SAR : Spécific Absorption Rate).
 EBF ou ELF : Extrêmement Basse(s) Fréquence(s) (en anglais Extremely Low Frequency).
 Fréquences comprises entre 0 Hz et 300 Hz, comprenant principalement la fréquence industrielle et domestique, 50 Hz en Europe et 60 Hz en Amérique du Nord.
 ELF : Voir EBF.
 EPP : Extravasation de Protéines Plasmiques.
 FM : Frequency Modulation : Emission codée par modulation de la fréquence.
 Hg : symbole chimique du mercure = manière obsolète d'indiquer une valeur de pression (en mm de Hg).
 GABA : Acide gamma-amino-butyrique.
 GFAP : Glial Fibrillary Acidic Protein.
 Hz symbole du hertz = unité de fréquence. MHz = million de Hz.
 ICNIRP : International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.
 IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers aux Etats-Unis.
 IRM : Imagerie par Résonance Magnétique : Technique d'imagerie médicale utilisant le principe physique de résonance magnétique nucléaire (permet d'obtenir *in vivo* des « coupes » d'un corps vivant).
 NT : NeuroTransmetteurs.
 OMS : Organisation Mondiale de la Santé.
 PEA : potentiels évoqués auditifs.
 PIOM : Laboratoire de l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie et de Physique de Bordeaux.
 RF : Radio fréquence.
 RNRT : Réseau National de Recherches en Télécommunications.
 SNC : Système Nerveux Central.
 W : Symbole du watt = unité de puissance.

NOTE (5) : (1) Cette commission rassemble la plupart des experts internationaux.

(2) C'est nous qui soulignons.

(3) Rapport présenté par MM. J.-L. Lorrain et D. Raoul, sénateurs. Rapports n° 52 du Sénat et n° 346 de l'Assemblée nationale.

(4) J.D. Boice, JR. & J.K. McLaughlin, *Epidemiologic Studies of Cellular Telephones and Cancer Risk - A Review* - SSI Report 2002 :16, September 2002 (ISSN 0282-4434).

(5) A. Stang et al., *The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma*, *Epidemiology*, 2001, 12, 7-12.

6) C. Johansen et al., *Mobile phones and malignant melanoma of the eye*, *Brit. J. Cancer*, 2002, 86, 348-349.

(7) R.J. Croft et al., *Acute mobile phone operation affects neural functions in humans*, *Clin. Neuro.*, 2002, 113, 1623-32.

(8) D.L. Hamblin & A.W. Wood, *Effects of mobile phone emissions on human brain activity and sleep variables*, *Int. J. Radiat. Biol.*, 2002, 78, 659-69.

(9) N. Edelstyn & A. Oldershaw, *The acute effect of exposure to the electromagnetic field emitted by a mobile phone on attention*, *Neuroreport*, 2002, 13, 119-21.

(10) M. Hietanen, A.M. Hämäläinen & T. Husman, *Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones : no causal link*, *Bioelectromagnetics*, 2002, 23, 264-70.

(11) S. Braune et al., *Influence of radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals*, *Radiation Res.*, 2002, 158, 352-56.

(12) R. Santini et al., *Etude de la santé des personnes vivant à proximité de stations relais de téléphone mobile : I/incidence en fonction de la distance et du sexe*, *Pathol. Biol.* 2002, 50, 369-73.

(13) Leszczynski et al., *Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells : Molecular mechanism for cancer - and blood-brain barrier-related effects*, *Differentiation*, 2002, 70 : 120-129.

(14) A. Di Carlo et al., *Chronic electromagnetic field exposure decreases HSP70 levels and lowers cytoprotection*, *J. Cell. Biochem.*, 2002, 84, 447-54.

(15) S. Pacini et al., *Exposure to global system for mobile communication (GSM) cellular phone radiofrequency alters gene expression, proliferation, and morphology of human skin fibroblasts*, *Oncol. Res.*, 2002, 13, 19-24.

(16) French et al., *Mobile phones, heat shock proteins and cancer*, *Differentiation*, 2001, 67 : 93-97.

[haut de page](#)

© Copyright Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie - DGCCRF - 28/03/2003 / Plan du site / Webmestre