

Sommaire:

1. Introduction	p. 2
2. Principe de fonctionnement du GSM	p. 2
2. 1. Le réseau GSM est un système cellulaire numérique	p. 2
2. 2. Eléments constitutifs d'un réseau téléphonique mobile	p. 3
2. 3. Antennes	p. 5
2. 4. Déroulement d'une conversation par GSM	p. 6
3. Les risques potentiels sur les humains	p. 7
3. 1. Introduction	p. 7
3. 2. Sécurité envers les ondes électromagnétiques	p. 9
3. 3. Pathologies liées aux micro-ondes	p. 10
3. 4. Effet thermique des ondes électromagnétiques	p. 14
3. 5. Les pacemakers et les GSM	p. 15
3. 6. Les ondes d'interférences électromagnétiques dans les milieux hospitaliers...p.	18
3. 7. La sécurité routière	p. 18
4. Essais d'explications physiologiques	p. 19
4. 1. Effets des radiofréquences sur les fonctions du cerveau et sur l'ADN	p. 20
4. 2. Effets biologiques des radiofréquences constatés spécifiquement sur certains organes	p. 22
4. 3. Effets des radiofréquences et des fréquences des GSM sur le sommeil	p. 22
4. 4. Les tissus cancéreux absorbent-ils sélectivement les rayonnements ?	p. 23
5. Economies.....	p. 23
6. Conclusions.....	p.23
7. Bibliographie.....	p. 25
8. Annexes.....	p. 26
8. 1. Tableau récapitulatif de l'a.s.b.l. Teslabel Coordination.....	p. 26
8. 2. INTER-ENVIRONNEMENT WALLONIE.....	p. 27

1. Introduction:

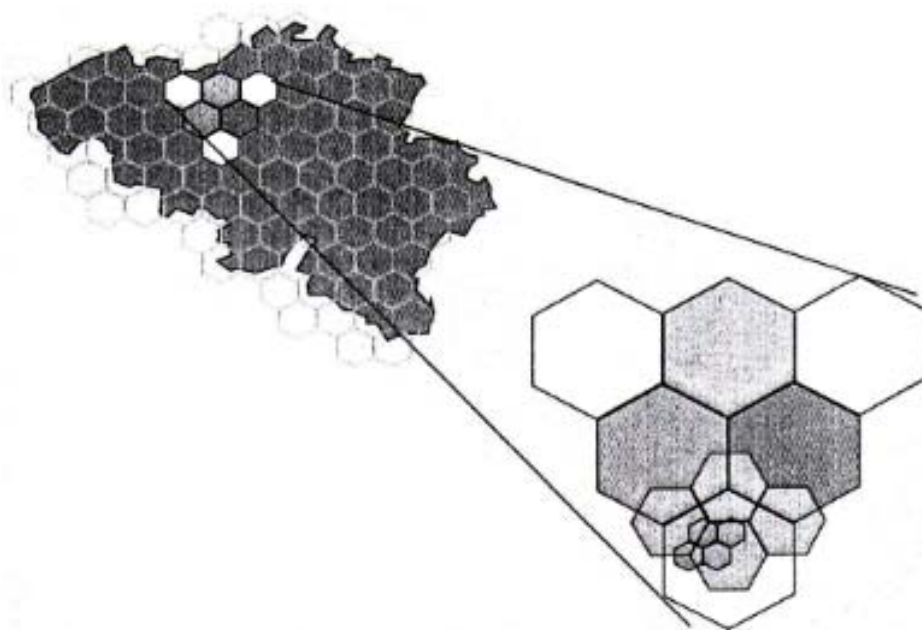
Les scientifiques du monde entier ont fait considérablement progresser en une très courte période de temps les sciences, les technologies actuelles et les technologies futures. Les rêves technologiques des humains n'ont presque plus de limites. La mondialisation est devenue un mot à la mode, mais un mot qui commence à faire du plus en plus peur. Le monde tourne-t-il trop vite?

Le GSM (pour Global System Mobile) est né de cette avancée technologique extraordinaire, avancée dont on ne pouvait au préalable prévoir les conséquences sur la qualité et le mode de vie des hommes.

Rentabilité oblige, les téléphones mobiles ont été mis sur le marché par des énormes entreprises sans que des études préalables de nuisances aient été faites. Les utilisateurs sont donc les cobayes d'une expérience dont on ignore encore, faute de recul suffisant, les séquelles sur la santé.

2. Principe de fonctionnement du GSM:

2. 1. Le réseau GSM est un système cellulaire numérique:



Cellulaire: la zone est subdivisée en cellules hexagonales; une cellule est la zone de couverture géographique d'une antenne. La taille de la cellule est donc déterminée par la portée de l'antenne; celle-ci peut aller de quelques centaines de mètres à un maximum de 35 km. Chaque cellule se voit attribuer un nombre de canaux permettant le trafic des communications. Les canaux de fréquence se situent aux environs de 900 MHz ou de 1800 MHz en Belgique (et bientôt à 2100 MHz).

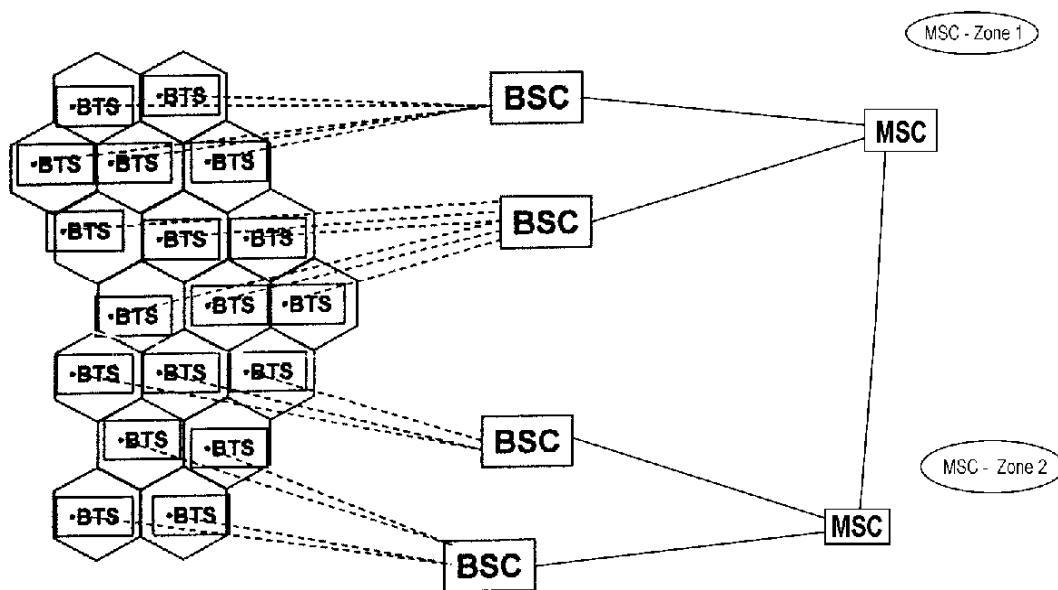
Numérique: Alors que la téléphonie analogique traditionnelle transmet la voix par un signal électronique variable, la téléphonie numérique convertit la voix en bits, impulsions électroniques numérisées. Cela signifie que toutes les communications sont converties en 1 et 0, procédé beaucoup plus fiable qui offre une qualité très supérieure. Cette qualité de communication est encore améliorée par un nouveau système de codage: l'Enhanced Full Rate. Cela a un double sens:

- La capacité du réseau est augmentée de façon conséquente, ce qui veut dire que le taux d'appels interrompus diminue;
- Les bruits de fond tels que train, voiture, les passants dans la rue sont filtrés et éclaircis.

2.2. Éléments constitutifs d'un réseau téléphonique mobile:

Avant tout, voyons comment fonctionne un réseau de téléphonie mobile.

Pour téléphoner avec son GSM, différentes antennes sont mises en œuvre :



2.2.1. BTS: (Base Transceiver Station)

Une BTS ou station de base est une unité qui contient chaque appareil radio nécessaire (émetteur – récepteur – antenne) pour effectuer des connexions avec les stations mobiles d'une cellule. Les BTS effectuent entre autres une localisation du téléphone portable toutes les x laps de temps (= Location Update). Différents types d'antennes BTS sont illustrées au point 2.3.

2. 2. 2. BSC: (Base Station Controller)

Différentes cellules BTS regroupées sont contrôlées et supervisées par une BSC. Sa principale fonction est d'assurer la continuité de l'appel via un GSM. Lorsqu'un abonné se déplace d'une cellule à l'autre, le signal doit être également transmis d'une BTS à l'autre sans interruptions de la communication. Ce transfert est appelé **Handover**.

2. 2. 3. MSC: (Mobile Switch Center)

Plusieurs BSC sont reliées à une antenne MSC. Ces antennes sont le cœur du réseau téléphonique d'un fournisseur GSM. Elles assurent la "gestion" de l'appel. Proximus possède 11 MSC en Belgique (situation en 12/97).

Les MSC veillent entre autres :

- ❖ à l'aboutissement, la transmission, le contrôle et l'achèvement de l'appel ;
- ❖ au Handover entre différentes MSC ;
- ❖ au lien entre le réseau GSM du fournisseur et le réseau public de téléphonie fixe ou d'autres réseaux ;
- ❖ à la collecte des données nécessaires à la facturation et à la comptabilité.

2. 2. 4. TSC: (Transit Switches)

En plus des MSC il existe 2 TSC qui servent à décharger les MSC en reprenant certaines de ses tâches (comme le Voice Mail Traffic, International Gateway, Transit Traffic,...).

2. 2. 5. quatre fichiers de données aident les MSC dans l'exécution de leurs tâches:

a. Home Location Register: (HLR)

Il contient les informations sur l'abonné : type d'abonnement, services souscrits, localisation...

b. Authentication Center: (AUC)

Il contrôle les codes et vérifie si la carte SIM n'est pas bloquée (par exemple en cas de vol).

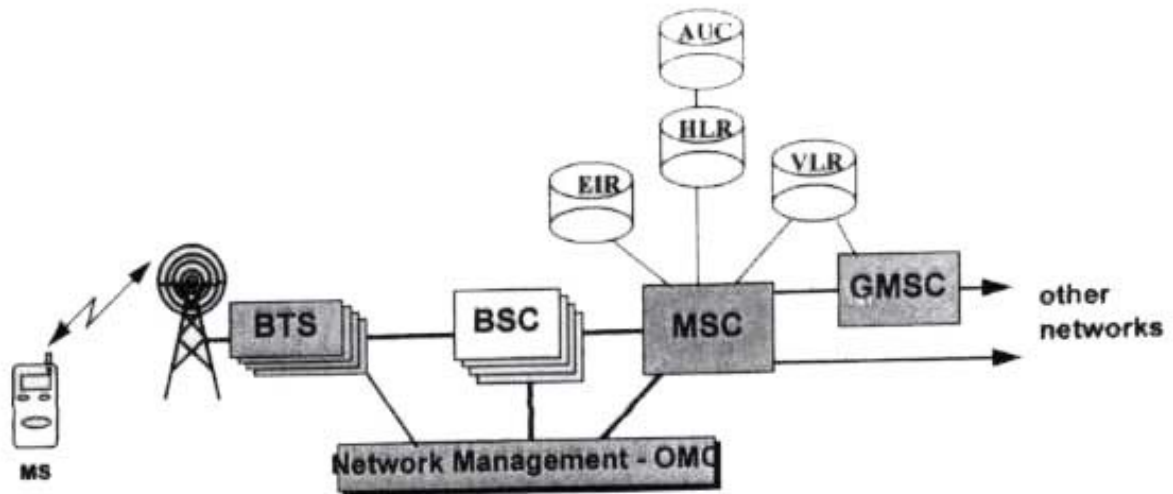
c. Visitor Location Register: (VLR)

Il contient toutes les données de tous les appelants dans une zone MSC déterminée à un moment donné.

d. Equipment Identity Register: (EIR)

Il stocke des informations sur l'appareil mobile. Il contient la liste noire des appareils mobiles. Un code IMEI est donné et inscrit sur chaque GSM, ce code peut servir à bloquer l'appareil. Il existe un lien avec "l'EIR international" à Dublin, cet organisme est capable de bloquer les GSM volés, perdus, appareils non agréés,... grâce au code IMEI.

Le schéma suivant donne une image plus complète des différents éléments d'un réseau de téléphonie mobile:



MS : Mobile Station

BSC : Base Station Controller

HLR : Home Location Register

EIR : Equipment Identity Register

GMSC : Gateway MSC

BTS : Base Transceiver Station

MSC : Mobile Service switching Center

AUC : Authentication Center

VLR : Visitor Location Register

OMC : Operation & Maintenance Center

2. 3. Antennes:

Pour obtenir une couverture optimale du relief, Le fournisseur GSM utilise différents types d'antennes: les micro-antennes, les macro-antennes et les pico-antennes.

2. 3. 1. Les macro-antennes:

Elles possèdent une portée supérieure aux micro-antennes et servent à couvrir une zone extérieure relativement grande.

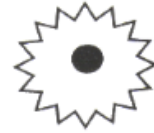
Il en existe différents types :

a) Antennes trisectorisées:

Emissions d'ondes radio dans un cercle de 120°.



b) Antennes omnidirectionnelles:
Emissions d'ondes radio dans un cercle de 360°.



c) Antennes bidirectionnelles:
Emissions d'ondes radio dans un cercle de 180°.



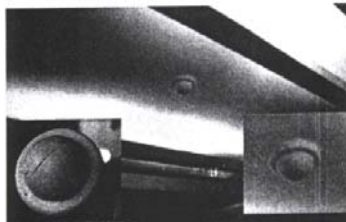
2. 3. 2. Les micro-antennes:

Elles servent à couvrir les rues, rues piétonnières, artères principales,... Elles ont une portée de 500 mètres au maximum



2. 3. 3. Les pico-antennes:

Elles sont utilisées pour réaliser une bonne couverture à l'intérieur d'un bâtiment.



2. 4. Déroulement d'une conversation par GSM:

Mr X veut téléphoner à Mme Y. Au moment où il allume son GSM, il doit introduire son code PIN. Après l'introduction du bon code, le nom du fournisseur GSM apparaît sur l'écran du téléphone portable. Il a maintenant accès au réseau et peut composer le numéro de sa secrétaire.

- Dans les différents fichiers de données, on vérifie si tout est OK et s'il n'y a pas de restrictions (par exemple une carte bloquée ou un appareil bloqué).
- A ce stade, le réseau attribue un canal (time slot) à M. X et il peut engager la conversation. Pendant qu'il téléphone, M. X se déplace. Au fur et à mesure qu'il s'éloigne de l'antenne, le signal faiblit, donc le GSM doit émettre à une puissance plus élevée le signal radio. Cependant, le GSM de M. X "écoute" en permanence toutes les stations de base environnantes et transmet constamment un rapport à l'antenne BSC. Ainsi, la BSC sait parfaitement à quel moment le signal devient trop faible et qu'il faut effectuer un **handover** à une cellule voisine qui peut offrir un signal plus puissant. Ainsi, notre client peut poursuivre sa conversation sans interruption perceptible.

- En cas d'échec, l'appelant reçoit un "**dropped call**", c'est-à-dire une déconnexion involontaire. Dans ce cas et suivant le fournisseur GSM, une minute d'appel est offerte, à condition que M. X rappelle le même numéro dans la minute.

3. Les risques potentiels sur les humains:

3. 1. Introduction:

Les téléphones portables émettent un signal sinusoïdal de fréquence variant selon le fournisseur GSM (900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz). Pour les GSM émettant à une fréquence dite "à 900 MHz", ils utilisent en fait une bande de fréquence comprise entre 890 et 915 MHz avec une puissance maximum de 2 W.

Pour augmenter le nombre de canaux de communication, deux techniques sont utilisées simultanément:

a) AMRT: le multiplexage temporel (Accès Multiple à Répartition dans le Temps)

Une trame (ou période de temps) de 4,615 ms est divisée en 8 intervalles de temps égaux de 577 μ s. Chaque intervalle respectif de chaque trame constituera 1 canal. On peut ainsi faire passer 8 communications différentes.

b) AMRF: le multiplexage fréquentiel (Accès Multiple à Répartition de fréquence)

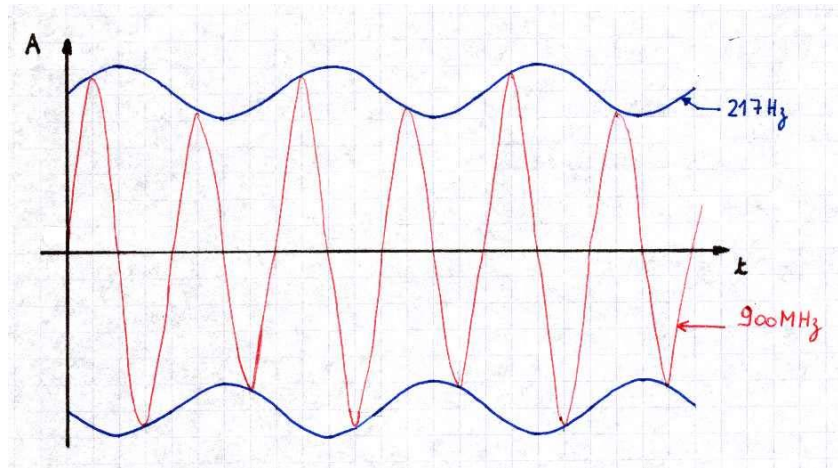
Les bandes utilisées dans le sens fixe/mobile et mobile/fixe sont divisées en 124 sous-bandes, correspondant aux 124 fréquences centrales des 124 canaux de communications simultanées de 200 kHz de largeur chacun. Ce qui nous donne donc 1 fréquence centrale et 7 sous-porteuses différentes, dans un sens et dans l'autre, détail qui a son importance. Cela veut dire en effet que l'infrastructure GSM fonctionne en réalité en mode pulsé modulé, puisque pour chaque canal de communication, nous utilisons en réalité un cycle de 8 fréquences dans un sens et dans l'autre. Or, les fréquences pulsées représentent un danger pour la santé, et peuvent interférer avec le spectre cérébral.

Un simple calcul permet de déterminer la fréquence pulsée modulée dans le signal 900 MHz: comme la fréquence est égale à l'inverse de la période de temps (=4,615ms)

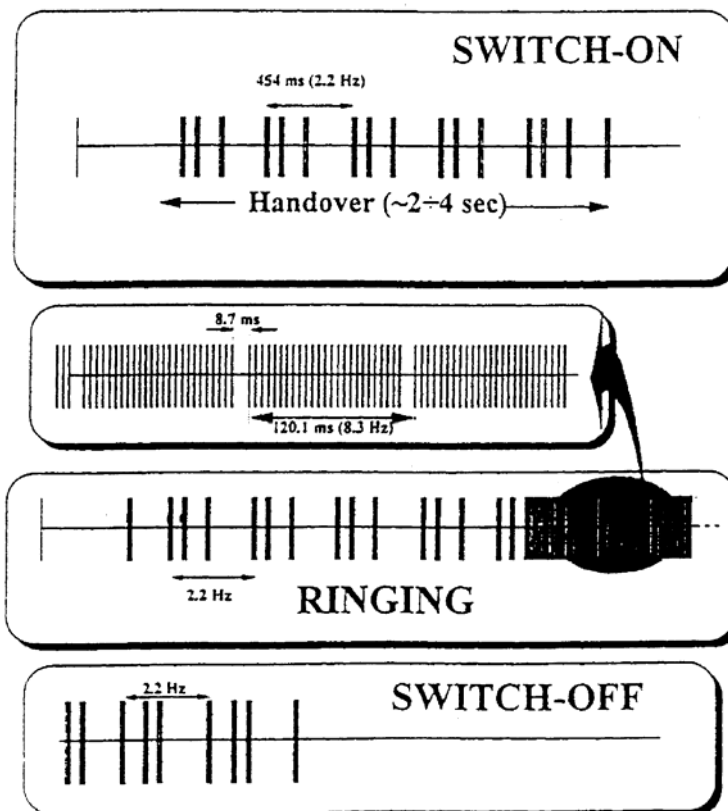
$$\rightarrow F = \frac{1}{4615} = 217\text{Hz}$$

Pour résumer, le GSM a 8 fréquences différentes, que l'on peut qualifier de pulsées, émises chacune 217 fois dans la même seconde. Le GSM change donc environs **1733 fois de fréquence par seconde**.

Représentation graphique d'un signal GSM 900 MHz modulé à 217 Hz:



Les représentations ci-dessous montrent clairement les signaux émis par les GSM durant la phase de mise en fonctionnement, d'arrêt et de sonnerie.



La phase de sonnerie du GSM constitue la phase la plus hasardeuse en ce qui concerne les personnes possédant un pacemaker implanté et qui portent leur GSM au niveau de celui-ci (notamment lorsqu'il est dans la poche intérieure d'une veste). Durant cette phase certains pacemakers sont totalement inhibés jusqu'à ce que la source d'interférence soit enlevée. Cette inhibition du pace commence 3 à 6 secondes avant que le GSM ne commence à sonner.

3. 2. Sécurité envers les ondes électromagnétiques:

3. 2. 1. Estimations en densités de puissance des valeurs limites d'expositions autorisées

Quelles sont les doses d'irradiation à ne pas dépasser ? La seule réponse définitivement sûre à cette question serait : des doses du même ordre de grandeur que l'irradiation naturelle, laquelle atteint à peine $0,25 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ (=micro Watt / cm^2) pour l'ensemble du spectre jusqu'à 300 GHz, et pour l'intervalle 890 à 910 MHz (fréquence du GSM) 1/2 milliardième de microWatt / cm^2 (= $0,5 \cdot 10^{-9} \mu\text{W} / \text{cm}^2$)

D'autre part, la dose la plus faible pour laquelle un problème physiologique sérieux ait été mis en évidence (la chute nocturne de production de mélatonine) est $0,02 \mu\text{Watt} / \text{cm}^2$. Il semble qu'il n'y ait pas de seuil en dessous duquel aucun effet indésirable ne serait à craindre. Dans ces conditions, comme l'écrit Neil Cherry (Université Lincoln, Christchurch), même les plus faibles intensités de micro-ondes "vont s'accumuler avec le temps jusqu'à égaler et dépasser les doses qui ont produit des corrélations statistiques significatives avec de nombreux effets pathologiques".

Au vu de ces différentes données, on pourra apprécier le sens du compromis dont fait preuve Neil Cherry lorsqu'il propose dans ses recommandations : *"les antennes relais ne devraient pas être installées dans ou près des écoles, des jardins d'enfants, des centres de soin ou autres endroits où des enfants ou des femmes enceintes passent de longues périodes de temps. Elles devraient même être séparées des écoles et des habitations d'une distance telle que l'intensité de micro-ondes n'y excède pas, en moyenne sur un an, $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ".*

Signalons que la municipalité de San Francisco (Californie) a interdit l'installation d'antennes relais dans l'enceinte des établissements scolaires sur son territoire. On a vu que la norme soviétique, la plus sévère car tenant compte des effets non thermiques des micro-ondes, avait été fixée à $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

A l'heure actuelle, les normes australiennes et néo-zélandaises fixent $200 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ pour le public et $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ comme limite professionnelle.

3. 2. 2. Estimation des distances de sécurité à respecter vis-à-vis des antennes relais:

Dans ces conditions, quelles peuvent être les distances de sécurité vis-à-vis des antennes relais ? Le Professeur Neil Cherry, a publié le 17 avril 1995 un rapport extrêmement bien documenté et intitulé "Potential and actual adverse effects of cellsite microwave radiation" ("Effets nocifs potentiels et présents des rayonnements de radiofréquences et micro-ondes des stations de téléphones cellulaires").

Neil Cherry évalue cette distance à 300 mètres des habitations, des écoles et autres endroits où des enfants séjournent longuement.

Le scientifique Don Maisch, dans une lettre datée du 26 septembre 1996 et publiée dans "EMFacts Information Service" (North Hobart, Tasmanie), considère que la distance de 300 m, combinée à un niveau d'exposition maximale de $0,2 \text{ microwatt} / \text{cm}^2$ constitue "un compromis réaliste entre la nécessité de protéger la santé publique et celle de disposer d'un réseau de téléphones mobiles exploitable". Mais il ajoute que "le fonctionnement de certains équipements électroniques très sensibles peut être perturbé par les transmissions d'antennes relais à des distances de celles-ci dépassant les 600 m."

Il cite une déclaration de J. P. Vaughan, de "l'Aerojet General" (Sacramento County, California) faite le 24 mai 1991: "Les émetteurs par antenne à haut gain, dont on se sert en haut des tours de téléphonie cellulaire, produisent, dans le champ du lobe principal de l'antenne, des interférences électromagnétiques de l'ordre de 200 mV/m à une distance de 2000 pieds de la tour (610 m). Ceci est suffisant pour interférer avec les opérations ultra-précises des instruments très sensibles utilisés pour des mesures de précision et des systèmes d'acquisition de données. Les installations de fabrication militaires, utilisant des accéléromètres, de l'usinage de précision digitalisé, des oscillographes et des appareils de mesure de signaux, peuvent être affectées par de telles interférences."

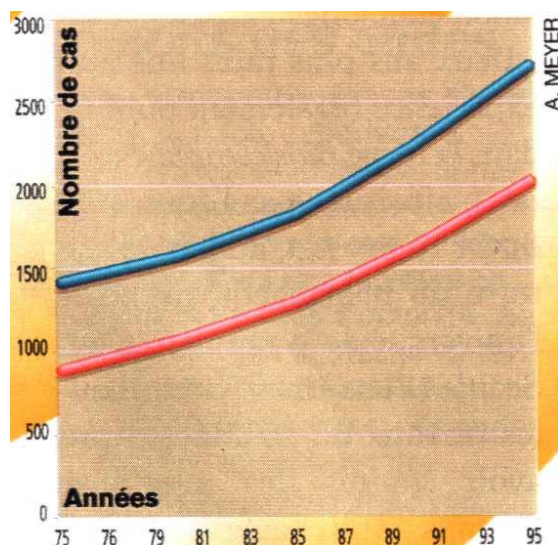
A la suite de quoi, le "Butler Pennsylvania Council" a édicté une ordonnance, en 1993, imposant une distance de 610 m entre les antennes relais et les habitations, les écoles, etc. Les promoteurs de cette ordonnance considèrent que, si les émissions des antennes relais interfèrent avec de délicats instruments électroniques, elles peuvent très bien avoir de subtils effets sur les personnes vivant ou séjournant en deçà de cette distance de 610 m.

En annexe (page 26), nous pouvons trouver un tableau récapitulatif de l'a.s.b.l. Teslabel Coordination, informant des distances limites à respecter en fonction de la puissance d'émission et de la densité limite de sécurité choisie.

3. 3. Pathologies liées aux micro-ondes:

Les effets pathologiques constatés lors de l'exposition excessive aux micro-ondes utilisées en télécommunications sont nombreux et particulièrement graves. Il s'agira de préciser par des chiffres, ce qu'on entend par "excessive". Les différents rapports ou études publiés à ce sujet concordent largement.

Les radiotéléphones sont-ils responsables de l'augmentation des tumeurs cancéreuses du cerveau en France ? En 1975, le nombre de cancers du système nerveux central s'élevait à 1390 cas chez les hommes (en bleu sur la graphique ci-dessous) et 873 chez les femmes (en rouge). En 1995 on comptait 2665 cas chez les hommes et 1986 chez les femmes. 96% de ces cancers sont des tumeurs de l'encéphale ou des méninges cérébrales. Simple coïncidence?



3. 3. 1. [Rapport du CSIRO: \(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation\)](#)

Ce rapport exprime de réelles inquiétudes concernant les risques pour la santé d'expositions à long terme, même à de faibles niveaux d'intensité. Les effets constatés sont essentiellement :

- l'aggravation de la prolifération cancéreuse, spécialement de la leucémie, du cancer du sein et des tumeurs au cerveau;
- la dégénérescence tissulaire de la rétine, de la cornée et de l'iris de l'œil (spécialement chez les personnes souffrant de glaucome);
- des modifications de la chimie du cerveau et du degré d'efficacité des drogues (dus à une perméabilité accrue ou déperdition de la barrière hémato-encéphalique);
- une altération des fonctions d'apprentissage et de mémoire (ce qui rend particulièrement désastreuse l'installation d'antennes relais au voisinage des écoles...).

Il faut noter ici que les enfants sont plus sensibles que les adultes aux effets pervers des radiofréquences, et cela d'autant plus qu'ils sont petits.

Des niveaux extrêmement bas d'irradiation par hyperfréquences (des milliers de fois moins que les "niveaux de sécurité" mentionnés dans les normes américaines ou australiennes) ont provoqué des cancers et des anomalies congénitales chez des animaux d'expérimentation.

Une irradiation pulsée à des niveaux aussi bas que $0,02 \mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ a montré qu'elle affectait, au point de supprimer, l'augmentation dans le corps (qui a lieu normalement la nuit) des niveaux de mélatonine. Cette hormone a dans tout le corps un puissant effet de protection contre le cancer et il semble bien que sa suppression entraîne une plus grande susceptibilité à toute une série de cancers, spécialement celui du sein.

3. 3. 2. [Les déclarations du Docteur A. Michrowski:](#)

Le Docteur A. Michrowski, président de l'Association Planétaire pour une Energie Propre, basée au Canada, a déclaré, lors d'une réunion qui s'est tenue à Adélaïde (Australie), après des mesures (de l'ordre de 15 à $45 \mu\text{Watt} / \text{cm}^2$) prises à 250 m d'une antenne relais, que les intensités mesurées étaient *"suffisamment élevées pour affecter la numération des globules rouges, la structure cellulaire, l'hémoglobine, le métabolisme en général..."* et qu'à long terme (par effet cumulatif) elles pouvaient agir *"sur le système immunitaire et sur le niveau d'absorption des médicaments..."* *"D'après notre expérience, il est clair pour nous qu'il est malavisé de construire des antennes-relais là où séjourne longuement une population humaine, qu'il s'agisse d'écoles ou tout simplement d'habitations"*.

3. 3. 3. [Ce que dit le Prof. Neil Cherry: \(Université Lincoln, Christchurch\)](#)

Neil Cherry rend compte d'une mise au point du professeur Goldsmith (Israël) à propos de la fameuse affaire de l'irradiation du personnel de l'ambassade américaine à Moscou. Cette irradiation existait sans doute depuis 1953. On s'en est rendu compte au début des années 60. Citons ici Cyril M. Smith et Simon Best dans "L'homme électromagnétique" (Ed. Encre, Paris, p.213) : *"D'août 1963 à mai 1975, la fréquence a fluctué entre 2,56 et 4,1GHz, et l'intensité était stable à environ $5 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ au point le plus exposé du faisceau. Deux rayons*

supplémentaires sont apparus, l'un en janvier 1973 et l'autre en août 1975, et se sont maintenus presque tous les jours, faisant parfois monter l'intensité à $18 \mu\text{W} / \text{cm}^2$. Lorsque l'écran protecteur a été installé en février 1976, celle-ci est descendue à environ $2 \mu\text{W} / \text{cm}^2$, niveau auquel elle s'est maintenue jusqu'à ce que toute radiation ait cessé brusquement, en janvier 1979, pour ne réapparaître que brièvement en 1983. Puis quelque peu encore en mars 1988. En supposant une présence des employés dans l'ambassade de 40 heures par semaine, on peut conclure qu'ils ont subi une irradiation moyenne de $1 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ allant parfois jusqu'à $4 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ ".

Trois ambassadeurs successifs sont morts d'un cancer... mais le professeur Goldsmith fait remarquer que c'était l'état général du personnel de l'ambassade qui était intéressant à observer. Ils présentaient une augmentation statistiquement significative du nombre de globules blancs, et de celui des monocytes (triplé!), et une chute du pourcentage des neutrophiles qui augmenta plus tard en même temps que chutait le nombre de lymphocytes. Il y eut une augmentation des morts par cancer (15 sur les 31 femmes du personnel), y compris des leucémies, des cancers des voies génitales chez les femmes, et aussi des cancers chez les enfants. Une proportion anormale de ceux-ci souffraient d'anémie. La présence de cellules cancéreuses fut observée chez les membres du personnel de cette ambassade dans une proportion, par rapport à la moyenne générale de la population américaine, de 1,5 à 5.

3. 3. 4. Y-a-t-il un syndrome pathologique des radiofréquences?

Une chercheuse américaine de Caroline du Nord, Johnson Liakouris, a réétudié le rapport de l'Etude de Lilienfeld (Irradiation de l'Ambassade des Etats Unis à Moscou, mentionnée ci-dessus) et a comparé les symptômes observés sur le personnel de l'ambassade à ceux décrits par les soviétiques sur des personnes exposées à de faibles intensités de radiofréquences micro-ondes. Elle estime que l'on peut aujourd'hui valablement identifier un syndrome pathologique des radiofréquences.

Les chercheurs soviétiques déclarent qu'au début de l'exposition, les symptômes sont réversibles mais que si l'on maintient l'exposition, au cours du temps, ils deviennent progressivement irréversibles.

Johnson Liakouris montre que dans l'Etude de Lilienfeld, les experts n'ont pas suffisamment examiné les similitudes existant entre les données soviétiques et les symptômes observés sur les personnels de l'ambassade américaine.

Ce syndrome comprend les symptômes suivants :

- des formes de psoriasis et d'eczéma, des troubles cutanés inflammatoires et allergiques;
- des troubles neurologiques liés au système nerveux périphérique, parmi lesquels on peut citer: l'irritabilité, la dépression nerveuse, la perte d'appétit, les difficultés de concentration mentale, des problèmes d'accommodation visuelle;
- des affections des ganglions, chez les personnes de sexe masculin;
- des troubles de la reproduction (problèmes durant la grossesse, complications lors de l'accouchement, affections puerpérales);
- des tumeurs bénignes parmi les hommes et malignes parmi les femmes;
- Des modifications hématologiques (leucocytes).

3. 3. 5. Ce qu'indique une étude de Doull et Curtain: (CSIRO)

Une autre étude, très significative et riche en résultats, est celle préparée en janvier 1994 par A.H. Doull (CSIRO Health and Safety Adviser) et Dr C. Curtain (CSIRO, Honorary Research Fellow). Cette étude, elle aussi, présente l'affaire de l'ambassade américaine à Moscou et mentionne quelques découvertes des chercheurs soviétiques. Comme effets des champs électromagnétiques sur la santé, elle mentionne:

- des affaiblissements physiques et mentaux, des altérations génétiques, des dégradations de la capacité de travail (à 10 $\mu\text{Watt} / \text{cm}^2$!),
- des augmentations des tumeurs du cerveau, des leucémies, des lésions testiculaires,
- des diminutions de la fertilité, etc.

Une corrélation a été trouvée entre l'exposition paternelle aux radiations des radiofréquences et le mongolisme d'enfants nés de ces pères exposés.

Les personnes exposées commencent par se plaindre de fatigue, d'irritabilité, d'anxiété et de pertes de mémoire. Puis les symptômes deviennent plus sérieux : faiblesse chronique, angine de poitrine, hypertension artérielle, défaillances dans le contrôle de l'équilibre hydrique et de la température corporelle, de l'appétit, du sommeil et de l'équilibre endocrinien, avec finalement l'apparition de maladies de cœur.

"Un technicien de New-York, après 13 ans de travail dans les équipements de radiofréquences, a subi une détérioration considérable de son ouïe, de sa vue et de sa coordination motrice. Il est mort 3 ans plus tard à l'issue d'une dégénérescence physique et mentale très pénible".

"Des études montrent que les personnes exposées aux micro-ondes ont trois fois plus de chances en moyenne de développer un cancer, affectant surtout l'appareil digestif, la peau, et plus encore les systèmes sanguin et lymphatique : le taux de leucémies est multiplié par sept. Il y a une forte corrélation avec la durée d'exposition".

"Une dose de micro-ondes de 0,5 Watt pénétrant dans un œil humain peut y causer une cataracte en un court laps de temps ..."

3. 3. 6. Hypertension liée aux téléphones cellulaires GSM:

Le Professeur S. Braune et son équipe, de l'Institut de Neurologie de l'Université de Freiburg (Allemagne) a soumis sept hommes et trois femmes âgés de 26 à 36 ans à un téléphone portable. Pendant 35 minutes, cinq fois par jour. Cette expérience, publiée dans "The Lancet" (20/06/1998) a été réalisée en double insu, tantôt avec des téléphones n'émettant pas, tantôt avec des téléphones actifs. Une élévation évidente de la tension artérielle a été observée chez les personnes soumises aux téléphones actifs.

3. 3. 7. Le GSM rendrait le cerveau moins étanche aux bactéries et aux virus:

Des travaux allemands et suédois soupçonnent qu'une exposition aux micro-ondes comprise entre 0,1 et 0,3 Watt par kilogramme de poids corporel augmente de 50% la perméabilité de la barrière hémato-méningée, système biologique qui assure les échanges ioniques entre le tissu nerveux et la circulation sanguine cérébrale. Afin de vérifier ces travaux,

trois ministères français (Santé, Recherche et Technologie, Industrie) ont lancé, en octobre 1999, un vaste programme de recherche, appelé "Comobio", sous la direction du Laboratoire de physique des interactions ondes et matière (Bordeaux). De son côté, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) mène actuellement dans dix pays une enquête épidémiologique dont on connaîtra les premiers résultats dans trois ans.

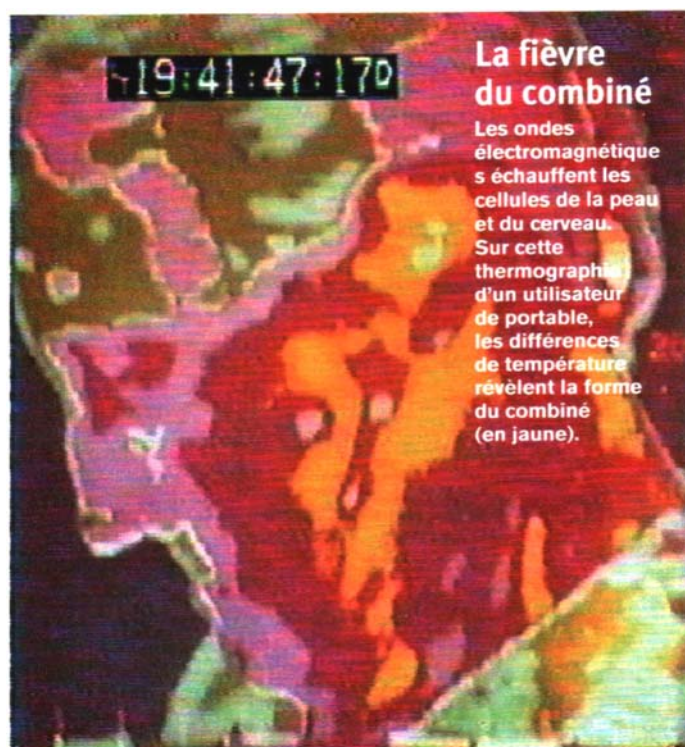
Si ces études confirment les travaux allemands et suédois, le cerveau serait bien à la merci de toutes sortes de virus et de bactéries, comme cela a déjà été établi chez la souris pour le virus de l'encéphalite. La qualité des échanges (glucose, acides aminés, ions) au niveau du cerveau serait également modifiée, ce qui pourrait affecter le fonctionnement du système nerveux.

Cependant, une note optimiste: les téléphones sans fil d'appartement sont beaucoup moins puissants que les mobiles et n'ont, à ce jour, jamais été soupçonnés de présenter un quelconque danger.

3. 4. Effet thermique des ondes électromagnétiques:

Au milieu des années 60, des études soviétiques puis américaines avaient mis en évidence un lien entre l'apparition de cancers chez les enfants et la proximité de réseaux électriques à haute tension. Cependant, en dépit du fait que les lignes à haute tension émettent aussi des ondes électromagnétiques, elles n'agissent pas de la même façon que les GSM sur l'organisme humain. En effet, les champs électromagnétiques des lignes à haute tension sont à très basse fréquence (50Hz) et traversent les tissus sans les réchauffer. En revanche, les champs magnétiques produits par les GSM sont à très haute fréquence (900,1800, 1900MHz), et par conséquent, légèrement pénétrants: de 2 à 3 cm selon les tissus.

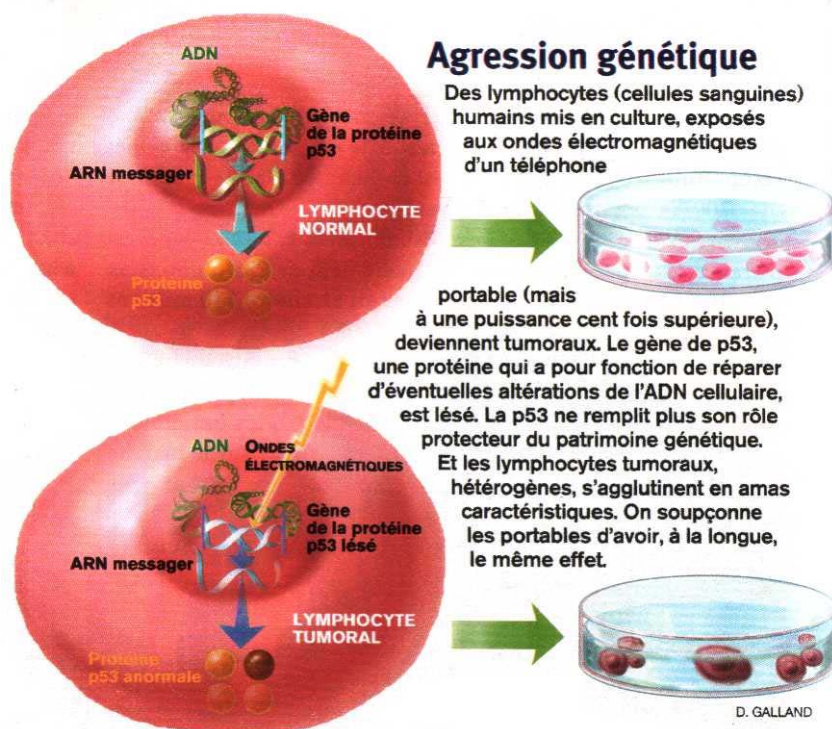
Après avoir traversé la peau, les muscles du visage et les os du crâne, ces ondes atteignent la région la plus superficielle (mais aussi la plus sensible) du cerveau: le cortex ou écorce cérébrale. De par la loi de Lavoisier (rien ne se crée, rien ne se perd, tout se transforme), l'énergie électromagnétique est transformée en chaleur, provoquant une élévation de la température du tissu cérébral d'environ 1°C.



Le principe de fonctionnement est le même que pour un four à micro-ondes: les ondes électromagnétiques font "bouger", à une fréquence élevée, les molécules de l'eau. Cette friction moléculaire entraîne inévitablement un échauffement.

Si l'on téléphone régulièrement et pendant de longues périodes, il n'est pas impossible que l'effet thermique finisse par léser l'ADN cellulaire et provoquer des tumeurs cancéreuses ! En effet, l'ADN des chromosomes porte les gènes qui programment l'ensemble des caractéristiques de la vie, il suffit qu'un d'entre eux soit lésé pour que les mécanismes vitaux soient perturbés.

Pour qu'un cancer apparaisse, il faut que la détérioration de l'ADN se situe au niveau du gène p53. Ce gène est dit "suppresseur de cancer" parce la protéine p53 qu'il induit s'oppose à la cancérisation d'une cellule quand celle-ci est agressée. Quand ce gène est lésé, la protéine p53 est déficiente et ne provoque plus le génome.



De plus, les GSM de dernière génération sont de plus en plus compact et léger. Les antennes sont plus petites et intégrées au téléphone, ce qui a pour conséquence moins de chaleur soit se dissiper par l'antenne et l'échauffement local du cerveau est plus important.

3. 5. Les pacemakers et les GSM :

Une série de tests in vivo ont été établis pour vérifier si les radiations de champs magnétiques émis par des GSM pouvaient affecter le fonctionnement des pacemakers implantés sur des patients. Cette étude a été faite au Biomedical Engineering laboratory de Rome (Italie) en juin 1995.

Les pacemakers ont été conçus pour envoyer des stimulations cardiaques via des électrodes fixées dans une ou des cavités cardiaques (ceci dépendant de la pathologie du

patient) lorsque les "pacemakers naturels" du cœur ont un dysfonctionnement. La fréquence des stimulations cardiaques varie selon des paramètres physiques, paramètres qui sont recueillis par des capteurs ou des transducteurs répartis dans le corps du patient. Ceux-ci convertissent les paramètres en de très faibles tensions électriques pour transmettre les informations au stimulateur cardiaque.

Les pacemakers de dernière génération sont protégés des ondes électromagnétiques extérieures par un bouclier en titane scellé, par le filtrage des signaux d'entrée, l'analyse temporelle (chaque impulsion ouvre une fenêtre de contrôle afin de déterminer s'il s'agit d'une impulsion isolée ou non; à la suite de cette fenêtre, un nouvel intervalle d'attente est ouvert). Néanmoins certaines sources d'ondes peuvent encore affecter les fonctions du pacemaker. Des interférences électromagnétiques peuvent avoir lieu au niveau de connecteurs invisibles situés au sommet du pacemaker ou à travers des fils attachés qui peuvent servir d'antenne. C'est pourquoi les pacemakers ont été équipés de circuits anti-bruits depuis le début des années 1960. Quand un signal est reconnu comme interférence, le pacemaker s'auto-connecte en mode "EMI asynchronous mode" (mode asynchrone d'interférence électromagnétique ou mode de réversion). Par exemple, s'il effectue une stimulation à une fréquence cardiaque déterminée et qu'il détecte une interférence électromagnétique, l'appareil va garder la fréquence de stimulation en mémoire et faire battre le cœur à cette fréquence jusqu'à ce que l'interférence disparaisse.

Les pacemakers sont généralement programmés pour passer en mode asynchrone d'interférence électromagnétique en présence d'un signal d'interférence supérieur à environ 9 Hertz. Quand des signaux varient entre 2 et 9 Hertz sont détectés, le stimulateur cardiaque peut soit :

- refouler l'interférence,
- se synchroniser lui-même avec le signal ou commuter en mode asynchrone d'interférence électromagnétique (ceci dépendant des circuits anti-ondes électromagnétiques du pace et de la programmation de quelques paramètres).

Des études précédentes in vitro ont montré que les champs magnétiques émis par des GSM standard européens peuvent altérer le fonctionnement du pace, mais ne peuvent pas endommager l'appareil ou modifier les paramètres qui ont été programmés.

Il existe un code de 3 lettres pour classer les différents types de pacemakers:

- la première lettre indique l'endroit de la stimulation;
- la seconde désigne où a lieu la détection de l'activité propre du cœur;
- la troisième exprime le mode de réponse du pacemaker au signal détecté.

Spécifications des lettres:

D: double chambre (soit oreillette et ventricule), ou double système;

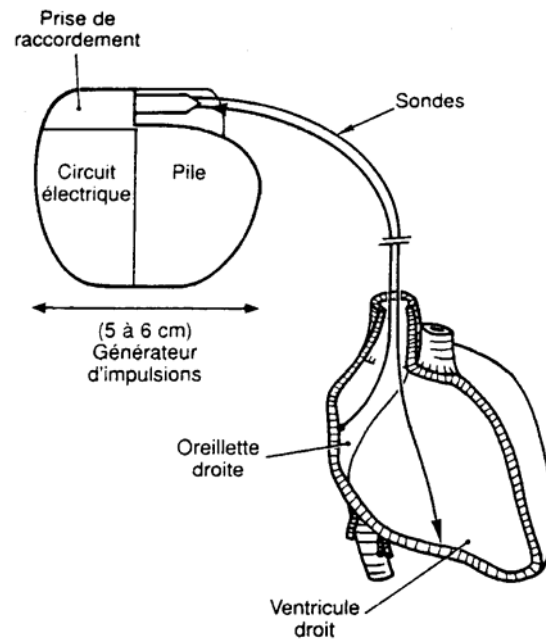
A: auriculaire;

V: ventriculaire;

I: inhibition du pace;...

Exemple: VAI: stimulation ventriculaire, détection à l'oreillette, mode de réponse: inhibition du pace (si stimulation cardiaque détectée, inhibition du pacemaker)

Représentation d'un pacemaker implanté de type VAI:



Si une activité cardiaque suffisante est détectée, le pace n'envoie pas d'impulsion. Si les oreillettes, ou les ventricules, ou les deux ne se stimulent pas physiologiquement, le pace envoie alors des stimulations électriques dans les électrodes implantées dans le muscle cardiaque.

Deux téléphones cellulaires européens de 2 Watt de puissance ont été testés, les essais ont été accomplis sur 101 pacemakers dont les patients implantés venaient pour un contrôle de routine. Pour l'étude, l'antenne du GSM était en contact direct sur la peau du patient, juste au-dessus de l'implant. 43 modèles de 11 marques différentes de pacemakers ont été testés. Des interférences ont été détectées pour 26 pacemakers implantés (**26%**):

- ✗ 10 sur 101 blocages ou arrêts d'impulsions pace;
- ✗ 9 sur 46 déclenchements d'impulsions pace ventriculaires (pour des DDD et VDD), ce qui peut produire des palpitations, voire de la tachycardie.
- ✗ 4 sur 52 ont envoyé des stimulations asynchrones, c'est à dire que le cycle cardiaque (stimulation auriculaire puis stimulation ventriculaire) a été interrompu;
- ✗ 1 sur 52 arrêts d'impulsions combinées avec des stimulations asynchrones;
- ✗ 2 sur 46 arrêts d'impulsions combinées avec des impulsions pace ventriculaires.

Les interférences électromagnétiques sur un pacemaker à chambre unique sont moins fréquentes: 6,8%.

Dans certains cas, durant les essais, des pacemakers du même modèle se sont comportés différemment lorsqu'ils ont subi un champ d'interférence électromagnétique. La non-uniformité des résultats peut être causée par le lieu de l'implant qui peut varier, la difficulté de définir avec précision l'emplacement du pace, ou par d'autres paramètres. De plus, le signal GSM n'a pas une puissance constante, mais un signal régulé automatiquement toutes les 60 ms. La régulation dépend des conditions de propagations et a pour but principal de minimiser les interférences et de réduire la consommation de la batterie.

En conclusion, un modèle de pacemaker ne peut être totalement immunisé contre des champs d'interférences électromagnétiques. Il est un fait certain que les GSM peuvent poser un risque potentiel pour des pacemakers implantés chez des patients et qu'un bon nombre de modèles peuvent être affectés par ce phénomène inquiétant.

Cependant, les pacemakers de toute dernière génération utilisant une transmission d'informations par radiofréquence sont moins sensibles aux interférences électromagnétiques extérieures (grâce à des nouveaux systèmes de filtrage). Il est recommandé pour les personnes possédant un pacemaker implanté, d'éviter de tenir leur GSM à proximité directe (c'est-à-dire une vingtaine de cm) du générateur de pulsations. Il est également recommandé de faire la conversation en tenant son combiné du côté de l'oreille opposée au côté où se trouve ce générateur. Les porteurs d'un pacemaker ne bénéficiant pas de filtres adéquats sont invités à repasser au système de téléphonie analogique plutôt que digital, car un danger existe.

3. 6. Les ondes d'interférences électromagnétiques dans les milieux hospitaliers:

L'habilité qu'ont les appareils émettant des ondes radio pour interférer avec l'électronique des appareils médicaux est depuis longtemps reconnue. A la clinique du Gasthuisberg à Leuven, le GSM a jeté le trouble: en une heure, un pompe à perfusion a injecté chez un patient la dose médicamenteuse normalement prévue pour cinq heures. Heureusement sans conséquence fâcheuses. Il est donc conseillé de respecter une distance de sécurité de 3 à 4 mètres entre les appareils médicaux électroniques et les GSM d'une puissance de 2 Watt.

Dans des conditions bien particulières, un GSM en communication pourrait influencer un appareil médical spécifique (comportant des circuits électroniques) d'une ou de plusieurs manières:

- parasitage de signaux bioélectriques;
- modification des consignes de l'appareil: paramètres programmés, alarmes...;
- perturbations dans les communications des données;
- autres ?

Les chiffres diffusés par l'Emergency Care Research Institute (organisme américain bien connu pour ses compétences en matière de sécurité des équipements médicaux) avancent que depuis 1991, 61 incidents relatifs à la perturbation d'appareils médicaux par interférences électromagnétiques ont été rapportés à cet organisme. Sur ces 61 incidents, 18 se sont produits durant l'usage clinique des appareils incriminés, les autres cas ayant été mis en évidence lors d'essais d'immunité en laboratoire électrotechnique (tests d'agrément). Sur les 18 incidents, 9 seulement impliquent des téléphones cellulaires. Le danger est donc loin d'être alarmant.

Pour qu'il y ait interaction entre un GSM et un appareil électronique, il doit y avoir compatibilité entre eux: l'appareil perturbateur et l'appareil perturbé doivent être "accordés" en fréquence, dans une zone de susceptibilité commune. Il s'agit donc de cas particuliers.

Les appareils pouvant émettre des ondes d'interférences magnétiques sont nombreux: il y a bien sûr le GSM, mais aussi les lecteurs de CD portables, les ordinateurs portables, les Talkies-Walkies (utilisés pour la sécurité dans les hôpitaux),...

Les plus grosses sources d'interférences électromagnétiques dans les centres hospitaliers sont les appareils médicaux eux-mêmes: radars en rhumatologie, bistouris électriques en

salles d'opérations, Imagerie par Résonance Magnétique (IRM),... Dans ces conditions, la suppression totale du risque d'interférence électromagnétique devient un case-tête.

Les équipements médicaux répondent à des exigences normatives de plus en plus sévères, et notamment en matière de protection contre les interférences électromagnétiques (domaine appelé immunité électromagnétique). Ces normes suivent l'évolution de l'environnement technologique et des risques associés à l'utilisation des équipements médicaux, elles sont régulièrement revues et adaptées par des experts.

Au cas où une interaction adverse influencerait un appareil médical, l'effet produit n'est pas automatiquement conséquent pour le patient. Les appareils vitaux sont évidemment plus critiques, mais aussi normalement mieux protégés.

Il y a une autre raison pour interdire l'utilisation des GSM dans les hôpitaux : celle-ci est purement économique. Comme les hôpitaux fixent le montant d'une communication dans une chambre à des prix fortement exagérés (par exemple 45Bef/min au lieu de 3 Bef/min en heures pleines), ils ne veulent pas perdre cet argent aussi facilement gagné à cause de l'emploi de téléphones portables par les patients. Les hôpitaux arrivent à payer leur propre facture de téléphone et même à obtenir une bonification rien qu'avec les communications téléphoniques des patients dans leurs chambres.

En conclusion, on peut donc dire que si le risque potentiel d'un accident mettant en cause un appareil médical et un GSM n'est pas nul, la probabilité d'un tel cas reste néanmoins très faible sur le terrain. L'interdiction des GSM dans les hôpitaux est une sécurité supplémentaire pour éviter des sources de dysfonctionnement supplémentaires pour les appareils médicaux. La qualité des soins pour les patients en sera donc augmentée. Mais pour prendre cette décision, les hôpitaux ont sans doute pris l'argument économique comme facteur important.

3. 7. La sécurité routière:

Lors d'une conversation téléphonique dans un véhicule, les ondes électromagnétique "rebondissent" dans l'habitacle, ce qui est encore plus néfaste pour le corps humain. Le GSM doit délivrer un signal plus puissant pour qu'une bonne communication sans coupures ait lieu.

Il n'y a pas que les effets des ondes électromagnétiques qui sont dangereux en voiture, des dangers indirects existent. Lors de la conduite d'un véhicule, un appel téléphonique peut avoir des répercussions irrémédiables. Si un kit "mains libres" n'est pas installé, il est plus difficile de contrôler son véhicule avec une seule main pour tout faire. De plus, une déconcentration du conducteur entraîne l'augmentation de ses temps de réflexes si une situation de danger survient. Malheureusement, il est difficile d'obtenir des statistiques concernant le nombre d'accidents ayant été causés par l'utilisation d'un téléphone cellulaire au volant, mais il est vraisemblable que beaucoup de stupides accidents de ce genre auraient pu être évités si les conducteurs se seraient arrêtés sur le côté pour téléphoner.

4. Essais d'explications physiologiques:

On a vu à quel point l'éventualité de développer un cancer a été souvent évoquée précédemment. On pourrait donc penser que la pollution électromagnétique se situe à l'origine de certains cancers. Ceci n'est peut-être pas à exclure, mais n'est pas nécessairement vrai. On sait maintenant que de nombreux cancers, provoqués par les causes les plus diverses, passent inaperçus, dominés par un système immunitaire encore suffisamment actif et vigilant.

La naissance d'un cancer signifie la production de cellules anormales. Le développement de ce cancer signifie leur prolifération. Celle-ci ne devient macroscopiquement évidente qu'à partir du moment où les défenses immunitaires naturelles du sujet sont submergées. Le vrai problème est de savoir pourquoi l'immunité a perdu ses capacités naturelles.

Toute multiplication cellulaire, qu'elle soit naturelle ou pathologique, implique un dédoublement des chromosomes, opération à haut risque mutagène, dont on connaît de mieux en mieux maintenant les mécanismes régulateurs, correcteurs et stabilisateurs, d'une fantastique précision, et pourtant imparfaits. Ce sont évidemment les cellules qui se divisent le plus qui sont les plus sujettes à des anomalies induites. C'est la raison pour laquelle la moelle osseuse ainsi que le système nerveux au cours de son développement, fœtal d'abord puis dans la prime enfance, sont les cibles les plus vulnérables des pollutions les plus diverses et en particulier de celles dues aux ondes électromagnétiques. Et il en est de même des cellules reproductrices qui, de par leur nature même, présentent une telle vulnérabilité. Il n'est donc pas étonnant qu'il soit souvent question ici de cancers des testicules ou des voies génitales féminines.

On sait que la membrane cellulaire, si mince soit elle, est l'objet d'une polarisation électrique, de l'ordre de 70 mV, absolument essentielle à la survie de la cellule. Il serait étonnant que l'intervention d'une fluctuation électromagnétique très énergétique n'influence pas cette polarisation. Et il est maintenant clair que cette influence est déterminante.

Dans beaucoup d'hôpitaux suédois, la méthode d'émission d'énergie par un émetteur pour obtenir un effet thermique concentré, afin de traiter des hypertrophies de la prostate (un trouble impliquant des difficultés urinaires affectant tôt ou tard la plupart des hommes âgés) est communément appliquée. On a découvert qu'une fréquence porteuse de 915 MHz fournit le meilleur effet thermique durant le traitement. La fréquence d'utilisation des GSM serait-elle mal choisie?

4. 1. Effets des radiofréquences sur les fonctions du cerveau et sur l'ADN:

Le rapport d'avril 1995 de Neil Cherry a déjà été abondamment cité. Voici encore l'essentiel d'un passage particulièrement intéressant. *"J'ai été en mesure de prendre contact et de correspondre avec le docteur Lebrecht von Klitzing, professeur à la faculté de médecine de Lübeck (Allemagne). J'ai pu contrôler ses affirmations concernant les modifications de tracé qu'il a mesurées dans l'EEG de ses étudiants lorsqu'ils étaient exposés à de très faibles niveaux d'irradiation par micro-ondes pulsées."*

"Les niveaux d'intensité concernés n'atteignaient pas 1 μ W / cm² dans le cerveau des étudiants. Il utilisait une onde porteuse vibrant à 150 MHz et modulée à 217 Hz."

Dans un article écrit dans une revue allemande (Wohnung + Gesundheit), le docteur von Klitzing fait remarquer que les réseaux actuels de téléphonie cellulaire digitale fonctionnent à l'aide d'impulsions réglées sur 217 Hz environ. Il ajoute : *"Les champs à haute fréquence pulsés à basse fréquence ont un effet, même à très faible puissance, sur l'électroencéphalogramme humain. Le système de communication intercellulaire est-il perturbé par ces champs ? C'est possible. A ce stade, l'explication est inconnue"... "Quoi qu'il en soit, il y a des effets biologiques... !"*

Les niveaux d'exposition dont se sert le docteur von Klitzing dans ses expériences de laboratoire sont équivalents à ceux qui peuvent se mesurer tous les jours à une distance de 100 à 500 m d'un relais cellulaire de 50 Watt. Au cours d'une démonstration utilisant un

téléphone cellulaire digital à Erkrath, près de Düsseldorf, le 14 mars 1994, le docteur von Klitzing déclara : *"Des effets biologiques apparaissent dès que la densité de puissance atteint $0,1 \mu\text{Watt} / \text{cm}^2$. Quand j'expose une personne à un signal modulé à 217 Hz, typique d'une transmission par téléphone cellulaire digital, l'EEG présente un pic élevé dans la région des 10 Hz. L'EEG ne réagit qu'en présence d'une pulsation répétée constamment et ne réagit pas quand celle-ci est variable. L'EEG manifeste des pics et des courbes, sous l'influence des transmissions digitales, qu'on n'a jamais vu auparavant. Des pics non reconnaissables. Ce qui est surprenant, c'est que ces pics persistent un certain temps après la fin de l'exposition... au moins quelques heures, parfois quelques jours, et même une semaine..."* (Suivent quelques considérations sur les précautions prises par Neil Cherry pour s'assurer de l'exactitude des traductions de l'allemand et aussi de l'excellente réputation du docteur von Klitzing...). *"Nous avons discuté des hypothèses possibles sur les processus physiques par lesquels le signal pulsé peut pénétrer à l'intérieur de la structure à la fois biologique et électromagnétique du cerveau. L'hypothèse physique que nous discutons et testons actuellement est celle selon laquelle les micro-ondes transportent de l'énergie jusque dans les tissus du cerveau où la fréquence de modulation entre en résonance avec les rythmes alpha et beta du cerveau. Les résultats présentés dans le dernier article de von Klitzing vont dans le sens de cette hypothèse..."*

Voici ce qu'indique le docteur von Klitzing dans un fax daté du 7 mars 1995 : *"Je pense que vous êtes sur la bonne voie (et c'est la mienne aussi) dans votre interprétation des influences subcellulaires dues aux télécommunications par GSM. Non seulement l'EEG est altéré, mais nous constatons des changements dans la réponse des systèmes immunitaires (lymphocytes ou cellules sanguines) ou dans la régulation métabolique des cultures de cellules (cellules de levure)... Notre hypothèse est que dans les chemins de la communication intercellulaire, la périodicité des signaux à haute fréquence pulsés à basse fréquence interfère avec "l'horloge interne" biologique"*.

La question qui se pose alors est de savoir si cette énergie absorbée par l'ADN peut mener à sa rupture. C'est bien le cas, et à ce sujet, Neil Cherry cite, après Swicord, un passage d'un article de "Microwave News", de nov.- déc. 1994, intitulé : "Microwaves Break DNA in Brain, Cellular Phone Industry skeptical". Voici ce passage : *"Une irradiation par micro-ondes de faible niveau peut causer des ruptures d'ADN dans le cerveau d'animaux en laboratoire, selon des études poursuivies aux USA et en Inde. Ces résultats nouveaux, qui ont suscité beaucoup d'intérêt dans les milieux industriels concernés, suggèrent que les micro-ondes puissent agir en tant qu'agent causal du cancer"*.

Les docteurs Henry Lai et de Narendra Singh de l'Université Washington à Seattle ont trouvé qu'une simple exposition deux heures à des radiations de 2,45 GHz (celle des fours à micro-ondes), à des niveaux habituellement considérés comme inoffensifs, peut augmenter le nombre de ruptures d'un seul brin d'ADN dans les cellules du cerveau de rats. *"Un ADN endommagé est lié à un début de cancer : s'il y a une erreur dans le processus de réparation, cela peut conduire à un problème. Nous avons encore un long chemin à parcourir avant de tirer des conclusions définitives"*, ajoute le docteur Lai, en faisant aussi remarquer que *"des ruptures d'ADN peuvent stimuler les mécanismes de réparation de cet ADN, ce qui pourrait conduire à un effet bénéfique"*.

Une seconde étude sur des animaux, menée par une équipe sous la direction du docteur Soma Sarkar de l'Institut de Médecine Nucléaire et de Sciences Appliquées de New Delhi (Inde), a trouvé que dans le cerveau et les testicules de souris, l'ADN avait subi des "réarrangements" après exposition à des micro-ondes à la même fréquence et approximativement à la même intensité que dans l'expérience de Lai et Singh. Sarkar et ses

collaborateurs concluent qu'une réévaluation du potentiel mutagène des micro-ondes "*semble impérative*".

4. 2. Effets biologiques des radiofréquences constatés spécifiquement sur certains organes:

L'étude de Doull et Curtain de janvier 1994, citée précédemment, tente de faire le point sur les possibilités d'explications physiologiques de l'effet des micro-ondes sur la santé.

Elle décrit les recherches soviétiques au sujet des effets non thermiques des micro-ondes, notamment sur le fonctionnement du cerveau humain. Les conclusions de ces recherches révèlent la totale inadéquation des normes américaines : même la plus sévère (à $10 \mu\text{W} / \text{cm}^2$) est encore considérée par les Russes comme dangereuse pour l'être humain. Les Russes ont étudié les effets sur le cerveau, sur le système nerveux et sur les cellules en général de longues expositions continues à faible niveau. Il apparaît de nouveau que les radiations pulsées conduisent à des effets biologiques plus prononcés que les radiations continues. Les effets biologiques non thermiques, c'est-à-dire se produisant en dessous de $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ($= 1.000 \mu\text{W} / \text{cm}^2$) (donc en dessous de la densité d'irradiation d'un utilisateur de GSM), mentionnés par Doull et Curtain sont les suivants: vibrations moléculaires; réactions photochimiques et phénomènes bioélectriques affectant le cerveau, le système immunitaire, le système reproducteur, le système nerveux, le système cardio-vasculaire, le métabolisme du fer, l'hématopoïèse (formation des globules rouges du sang), etc, et mettant en jeu l'activité enzymatique aussi bien que la structure cellulaire elle-même.

En ce qui concerne les glandes endocrines, on constate que des intensités fortes (au niveau dit "thermique") suppriment la production des hormones hypophysaires (glande située sous l'encéphale qui sécrète de nombreuses hormones, dont l'hormone de croissance) et celle d'adrénaline, tandis que des intensités faibles (non thermiques) les augmentent. Quant à la fonction thyroïdienne, elle est stimulée par une irradiation radiofréquences à $3 \text{ mW}/\text{cm}^2$. La fonction sexuelle a déjà été mentionnée précédemment.

4. 3. Effets des radiofréquences et des fréquences des GSM sur le sommeil:

D'un dossier intitulé "Fields of Conflict" (et disponible chez Emfacts Information Service, P.O.Box 96, North Hobart, Tasmania, 7002 Australia), nous pouvons retirer une autre information très intéressante.

D'après des chercheurs de l'Université de Mayence en Allemagne, l'exposition aux micro-ondes émises en signaux digitaux par un téléphone portable raccourcit la durée du sommeil dit "REM" ("rapid eye movement": mouvements oculaires rapides), réduit le temps qu'il faut pour s'endormir (en moyenne de 12,25 à 9,5 minutes) et modifie les ondes cérébrales durant le "REM". Cette expérience a été menée par les docteurs Klaus Mann et Joachim Roschke sur 12 hommes pendant 3 nuits consécutives (dont une seulement avec l'appareil activé, sans que le sujet concerné sache laquelle...). Le téléphone portable, disposé à 60 cm de la tête des sujets, émettait en 900 MHz avec une puissance de pointe de 8 W et une pulsation réglée à 217 Hz ; ses caractéristiques correspondaient en tous points à celles du système européen dit GSM. "*Le sommeil "REM" joue un rôle physiologique particulier quant au traitement des informations dans le cerveau, spécialement en ce qui concerne la consolidation de nouvelles expériences*" disent les chercheurs. "*Donc, les effets observés peuvent éventuellement être associés avec les altérations de la mémoire et des fonctions d'apprentissage.*"

Mann et Roschke ont signalé à "Microwave News" qu'ils ont aussi étudié les effets de micro-ondes pulsées sur des personnes éveillées et qu'ils ont l'intention d'en étudier les effets sur la production nocturne de mélatonine.

4. 4. Les tissus cancéreux absorbent-ils sélectivement les rayonnements?

Une étude dirigée par le Dr Joines a montré que la conductivité électrique et la constante diélectrique dans un tissu cancéreux ne sont jamais les mêmes que dans des tissus sains. Ces grandeurs varient avec la fréquence de l'irradiation électromagnétique appliquée. Du fait que tous les tissus cancéreux ont une meilleure conductivité et une constante diélectrique plus élevée que les tissus normaux, ils doivent absorber plus de puissance du rayonnement électromagnétique ambiant que ne le font les autres tissus. De ce fait, des personnes exposées à un tel rayonnement accumulent plus d'énergie électromagnétique si elles ont un cancer. On peut penser que cet effet est responsable de l'accroissement de la mortalité par mélanome.

"Il n'y a aucun doute que le cancer peut absorber de l'énergie sélectivement."... "Il est donc très probable que l'énergie électromagnétique pourrait être utilisée par le cancer, parce que des niveaux appropriés de celle-ci peuvent stimuler le taux de croissance des cellules malignes."

5. Economie :

Le GSM et tout ce qui l'entoure est aujourd'hui un enjeu économique de premier plan. Actuellement, le chiffre d'affaires du GSM dans le monde augmente chaque année de 25 %. Des milliards de dollars sont en jeu. Aucun secteur n'atteint ce niveau et il n'y a qu'à suivre l'évolution de la dernière OPA (Offres Publiques d'Achat) agressive du plus important groupe de télécommunication anglais sur le plus grand groupe allemand.

6. Conclusions:

De toutes les différentes expérimentations, il faut remarquer, d'une part, qu'il est difficile de transposer sur des humains les résultats acquis sur des animaux, et cela pour la simple raison que les rapports entre les longueurs d'onde mises en jeu et la taille des organes concernés peuvent être différents. D'autre part, il est difficile de comparer les effets de l'irradiation sur une cellule isolée d'un organe à ceux sur l'organe lui-même in vivo, du fait des différences de degré d'absorption des divers tissus, voire de l'éventuel effet d'écran de certains d'entre eux.

Les études réalisées démontrent souvent ce que désirent les commanditaires de l'étude. Si ce n'est pas le cas, les financements de l'étude sont tout simplement supprimés. Beaucoup d'études sont commandées par les fabricants de GSM ou par les fournisseurs de réseaux. Il est clair que les conclusions ne vont jamais à l'encontre du commanditaire ou que l'étude réalisée va se concentrer sur des effets secondaires peu nocifs.

Il y a cinq ans, les plus gros utilisateurs de téléphones portables étaient des hommes d'affaires. Depuis, en Belgique par exemple, plus de 2,5 millions de GSM sont en circulation. Rien ne semble pouvoir arrêter l'augmentation du nombre d'utilisateurs de GSM. En jouant sur les tarifs, les prix des GSM et les actions publicitaires, les fournisseurs de réseaux influencent le public et créent des besoins.

Les GSM seraient ainsi utilisés par des enfants, des femmes enceintes ou des infirmes, qui pourraient être extrêmement vulnérables aux effets potentiellement néfastes des expositions aux puissants champs électromagnétiques qui sévissent à proximité immédiate des antennes émettrices.

En Belgique, la législation est très floue, voire inexistante, quant à la situation des antennes émettrices par rapport aux normes de sécurité. Beaucoup d'antennes sont installées sur des toits d'immeubles habités, dans des écoles (qui par ce biais touchent des loyers qui augmentent leurs moyens) et dans des clochers d'églises. Seules quelques manifestations de groupes de pression semblent faire reculer les fournisseurs de réseaux (voir annexe 8. 2.).

Ainsi, les dangers potentiels de l'exposition (surtout du cerveau) à ces champs pénétreront dans beaucoup de foyers, atteignant peut-être la majeure partie de la population. Si, dans les prochaines années, l'exposition de celle-ci à des champs électromagnétiques excessifs mène à des effets néfastes sur la santé, tels que ceux dont on discute actuellement, l'impact économique sur le système de santé publique pourra être de grande portée, tout autant que l'effet potentiel sur les individus et les familles.

Mais pour le moment, la locomotive avec le sceau \$ est lancée à trop grande vitesse.

Après les espaces non fumeurs, un nouvel espace est né aujourd'hui: la zone "GSM free". Ces espaces ont été inventés pour les gens qui ne veulent pas être dérangé par une sonnerie de GSM, ou bien pour ceux qui ne veulent pas entendre leur voisin parler à haute voix dans leur téléphone portable. Malheureusement, les zones "GSM free" sont assez rares.

Rappelons les trois chiffres les plus significatifs de ce rapport:

- le rayonnement naturel total entre 890 et 910 MHz vaut à peine $0,5 \cdot 10^{-9} \mu\text{W} / \text{cm}^2$, c'est-à-dire $0,000.000.000.5 \mu\text{W} / \text{cm}^2$;
- le seuil à partir duquel on a pu constater, jusqu'à présent, des effets néfastes sur le cerveau d'une exposition à des micro-ondes est à peine supérieur à $0,02 \mu\text{W} / \text{cm}^2$;
- le niveau d'exposition d'un utilisateur de GSM se situe vers $2.000 \mu\text{W} / \text{cm}^2$.

Il est temps de **réagir** avant d'atteindre le point de non-retour...malheureusement, les gains importants d'argent prennent la plupart du temps le dessus sur la santé. La crise de la vache folle en Angleterre ou de la dioxine en Belgique en sont des exemples récents.

Bref, ce n'est pas demain que s'arrêtera la croissance du marché du GSM.

7. **Bibliographie:**

- ◆ les GSM en accusation dans les hôpitaux...?, MOJET (Daniel).
- ◆ Stimulateurs cardiaques, dans *INRS*, n°162 – 1^{er} trimestre 1996, pp. 55 - 57.
- ◆ Les effets des téléphones cellulaires sur la santé,
<http://www.multimania.com/corruptn/10.htm>
- ◆ Le GSM banni de l'hôpital, dans *La Nouvelle Gazette*, 13/09/95.
- ◆ Do European GSM mobile cellular phones pose a potential risk to pacemaker patients?, dans *PACE*, vol.18 – June 1995, pp. 1218 - 1224.
- ◆ Tricot (Anne), Proost (Peter), Proximus Belgacom Mobile: GSM BASICS for Call Center, 28/09/99, 14 p.
- ◆ Portables: à consommer avec modération, dans *Science & Vie*, n°979 – avril 1999, pp. 80 - 84.
- ◆ Portables: l'alerte sonne, dans *Science & Vie*, n°987 – décembre 1999, p. 40.
- ◆ TESLABEL: <http://www.multimania.com/teslabel/>

8. Annexes:

8. 1. Tableau récapitulatif de l'a.s.b.l. Teslabel Coordination:

TESLABEL Coordination asbl

GSM - Appareils et antennes émettrices

Distance limite en fonction de la puissance d'émission et de la densité limite de sécurité choisie

densité limite	4,50 W/m ² 450 μW/cm ²	2,00 W/m ² 200 μW/cm ²	1,00 W/m ² 100 μW/cm ²	0,10 W/m ² 10 μW/cm ²	0,05 W/m ² 5 μW/cm ²	0,024 W/m ² 2,4 μW/cm ²	0,020 W/m ² 2 μW/cm ²	0,010 W/m ² 1 μW/cm ²	0,001 W/m ² 0,1 μW/cm ²
puissance émission W	CENELEC m	Australie Nouv. Zél. m		Pays de l'Est m	ex URSS m	Equipemts. électroméd Direct. Eur. m	Trib. Plan Nouv. Zél. m		Recom. de Scientifq. m
2	0,19	0,28	0,40	1,26	1,78	2,58	2,82	3,99	12,62
8	0,38	0,56	0,80	2,52	3,57	5,15	5,64	7,98	25,24
16	0,53	0,80	1,13	3,57	5,05	7,29	7,98	11,29	35,69
50	0,94	1,41	2,00	6,31	8,92	12,88	14,11	19,95	63,09
80	1,19	1,78	2,52	7,98	11,29	16,29	17,85	25,24	79,81
100	1,33	2,00	2,82	8,92	12,62	18,21	19,95	28,22	89,23
160	1,68	2,52	3,57	11,29	15,96	23,04	25,24	35,69	112,87
200	1,88	2,82	3,99	12,62	17,85	25,76	28,22	39,90	126,19
400	2,66	3,99	5,64	17,85	25,24	36,43	39,90	56,43	178,46
500	2,97	4,46	6,31	19,95	28,22	40,73	44,61	63,09	199,52
600	3,26	4,89	6,91	21,86	30,91	44,61	48,87	69,12	218,57
800	3,76	5,64	7,98	25,24	35,69	51,52	56,43	79,81	252,38
1000	4,21	6,31	8,92	28,22	39,90	57,60	63,09	89,23	282,17

8. 2. Inter-environnement Wallonie:

INTER-ENVIRONNEMENT WALLONIE

Association sans but lucratif

Fédération des associations d'environnement

rue Marcq, 16
1000 Bruxelles
Tél. : 02/219.89.46
Fax: 02/219.91.68
email:mclahaye@skynet.be

bld du Nord, 6
5000 Namur
Tél.: 081/25.52.80
Fax: 081/22.63.09
email: iew@skynet.be

Namur, le 11 décembre 1998

Au Collège des Bourgmestre et Echevins.

Mesdames, Messieurs

Concerne: antennes GSM

Inter-Environnement Wallonie souhaite par la présente mener auprès des autorités publiques, une campagne de sensibilisation à propos des effets nocifs des ondes électromagnétiques hautes fréquences émises par des antennes relais GSM. Vous trouverez ci-joint un petit dossier que nous avons réalisé et faisant le point de la situation en la matière.

Ainsi la seule procédure actuellement en vigueur concernant le choix d'un site d'implantation d'antenne se fait via un Permis d'urbanisme délivré par le fonctionnaire délégué de la Région après consultation de la commune.

Il nous semble essentiel que la commune utilise ce droit d'avis dans un sujet aussi sensible entouré d'autant d'incertitudes et pour lesquels les citoyens éprouvent une réelle inquiétude. Les communes ont en effet notamment pour mission de "*faire jouir les habitants des avantages d'une bonne police, notamment de la propreté, de la salubrité*"¹.

Les recommandations européennes nous semblent fort laxistes au regard des dangers encore méconnus que font courir ces antennes aux riverains. Certains scientifiques de renom ont ainsi déclaré qu'il semblait inadmissible de trouver des habitants exposés à l'intérieur du champ proche de l'antenne. Dans notre dossier vous trouverez une formule permettant de calculer le périmètre de sécurité minimum à l'intérieur duquel il faut éviter la présence d'habitants et à plus forte raison des enfants ou des personnes sensibles.

En espérant avoir pu vous être de quelque utilité, nous vous prions d'agréer l'expression de notre haute considération.

Thérèse Snoy,
Secrétaire Générale

Jean Maertens,
Chargé de mission

¹ Art. 135, par. 2 de la nouvelle loi communale du 1.9.1994

INTER-ENVIRONNEMENT WALLONIE

Association sans but lucratif

Fédération des associations d'environnement

rue Marcq, 16
1000 Bruxelles
Tél. : 02/219.89.46
Fax: 02/219.91.68
email:mclahaye@skynet.be

bld du Nord, 6
5000 Namur
Tél.: 081/25.52.80
Fax: 081/22.63.09
email: iew@skynet.be

Namur, le 11 décembre 1998

Les effets sur la santé résultant d'une exposition à des ondes électromagnétiques telles que celles utilisées en téléphonie mobile

On retient deux types d'effets sur la santé, les effets thermiques et les effets non-thermiques.

On ne retient souvent que les effets thermiques sur l'utilisateur. Ils pourraient surtout se manifester lors de l'utilisation de l'appareil mobile. Une utilisation prolongée (20 minutes) d'un GSM à pleine puissance (2 Watts) provoque une augmentation de la température d'une partie du cerveau de un degré. Sans connaître les conséquences d'un tel échauffement, les médecins s'accordent à dire que ce phénomène est loin d'être anodin.

En ce qui concerne les effets non-thermiques d'une exposition prolongée à un champ électromagnétique provenant d'antennes relais, on manque singulièrement de recul temporel pour pouvoir juger in situ de ces effets sur les êtres humains. La plupart des résultats obtenus le sont suite à des expériences tentées sur des animaux. La polémique existant autour de ces résultats provient du fait que nous ne pouvons affirmer avec certitude qu'ils pourront être transposés à l'homme. Retenons simplement que les résultats obtenus sur les animaux ou plus généralement sur le vivant sont fort préoccupants et font toujours l'objet de recherches. Il apparaît clairement qu'il existe une sensibilisation différente selon les individus. Il existe des personnes hypersensibles à l'exposition d'ondes électromagnétiques et il semble également avéré que les enfants et les malades disposant d'un appareil cardio-respiratoire sont particulièrement vulnérables.

Citons entre autres dangers observés sur des animaux: la promotion du cancer (leucémie ou cancer), la dégénérescence tissulaire de la rétine, la modification de la chimie du cerveau et l'altération du système immunitaire. Des retards d'apprentissage ont également été observés. Des résultats concordants ont été obtenus par des chercheurs de différentes universités.²

Il nous semble que ces résultats convergents sont suffisamment inquiétants pour faire prévaloir le principe de précaution en appliquant des règles élémentaires de prudence.

Quelles normes utiliser?

Actuellement la Belgique suit les "**pré-normes**" européennes: densité de puissance maximale pour une exposition à long terme de $4,5 \text{ Watt/m}^2$. Ces valeurs seuils sont fournies par des organismes transnationaux composés en grande partie de sociétés de télécommunication. La Commission européenne encourage les Etats Membres à adopter cette valeur en leur laissant la possibilité d'adopter des valeurs plus restrictives.

L'Italie a récemment décidé d'adopter une norme d'exposition de densité de puissance de $0,1 \text{ Watt/m}^2$, soit 45 fois moins élevée que celle recommandée par la Commission européenne. La norme italienne préconisée par l'OMS en 1981 a été adoptée par la Communauté Française de Belgique pour ce qui ressort des bâtiments scolaires relevant de sa tutelle.

A titre de repère la Commission européenne a imposé une norme de $0,024 \text{ Watt/m}^2$ pour les équipements électro-médicaux dans sa directive de 1995.

Nous conseillons aux autorités de se référer à cette norme plutôt qu'aux "pré-standards" européens en attendant de disposer des résultats de l'enquête OMS actuellement en cours. Notons avec le

² In " Téléphones Cellulaires, Danger ? ", Roger Santini, éditions Marco Pietteur, Coll. Résurgence, 1998

Professeur Vander Vorst, éminent spécialiste belge de l'UCL, que les "pré-normes" européennes ne tiennent compte que des effets thermiques. Nulle part n'est fait mention d'effets non-thermiques consécutifs d'une exposition prolongée à des champs électromagnétiques de faible intensité qui ont pourtant montré - comme on l'a vu plus haut - qu'elle pourrait être nocive.

Champs proches, champs lointains?

Le Professeur Vander Vorst insiste pour que l'on évite d'installer des antennes relais n'importe où, en ne se référant qu'aux seuls pré-standards européens.

"Il y a lieu d'éviter à une personne humaine d'effectuer de longs séjours dans le champ proche d'une antenne. Il y a lieu d'éviter des implantations imposant une telle situation."

Le calcul de ce champ proche se fait de la manière suivante:

$$\frac{2 \times (\text{taille de l'antenne})}{\text{Longueur d'onde}^{\text{®}}} = \frac{2 \times (2.6)}{0,33} = 41 \text{ m}$$

Pour une antenne de 2,6 mètres ce champ proche est de 41 m.

Ces distances devraient être des minima à n'enfreindre en aucun cas.

Ces normes devraient également tenir compte d'un facteur d'incertitude ou de risque de rencontrer un individu particulièrement sensible ou disposant d'un pacemaker (ce type d'appareil étant, comme chacun sait, particulièrement sensible aux ondes d'hyperfréquences).

Procédure actuelle

Les seules autorisations nécessaires aujourd'hui pour installer une antenne GSM se limitent à un Permis d'urbanisme délivré par le fonctionnaire délégué de la Région Wallonne. Les communes sont invitées à émettre un avis (à titre consultatif). Cet avis motivé, peut faire suite à une enquête publique.

Aucune prescription particulière n'est prévue pour les sites d'antennes. Le danger potentiel de l'antenne n'est jamais évoqué dans cette procédure.

Perception de la population et attitudes du pouvoir communal

La question du danger des ondes électromagnétiques effraye de manière assez considérable la population. Cette question mobilise les énergies et nombreux sont les comités de riverains qui se sont battus contre l'installation de telles antennes.

Les réactions des riverains semblent souvent assez irrationnelles:

"Vous ne pouvez pas comprendre ce que c'est de dormir à côté d'une antenne qui vous bombarde le ventre d'ondes pulsées!"

"Mon mari et moi sommes mariés depuis 20 ans; depuis l'installation de ces antennes nous nous disputons très fréquemment."

Les pouvoirs publics se retranchent souvent devant cette démarche irrationnelle oubliant parfois ce que cette peur a de légitime, voire de fondée. Il nous semble primordial de laisser ouverte la possibilité d'organiser un débat public sur le sujet, en tentant de le maintenir dans un cadre positif et dépouillé au maximum de l'émotivité habituellement observée.

Concrètement cela devrait se traduire par une **enquête publique systématique** en cas d'installation d'antennes relais.

Exemple de la Ville de Namur

[®] La longueur d'onde de 0.33 est celle des opérateurs Proximus et Mobistar.

La Ville de Namur, devant le haut degré de technicité de ce dossier et les inquiétudes légitimes que la prolifération des antennes relais provoque auprès du public, a décidé de s'adjoindre les services de Professeurs d'universités et d'établir une démarche systématique pour chaque demande d'installation d'antennes.

Les informations demandées aux opérateurs sont les suivantes:

- Puissance maximum émise par l'émetteur.
- Dimension de l'antenne proprement dite.
- Diagramme de rayonnement de l'antenne.
- Limites du champ proche à partir de l'antenne.
- Si des personnes peuvent se trouver dans ce champ proche, l'installateur doit fournir la valeur de ce champ proche en fonction de la distance à l'antenne.
- Calcul de la densité de puissance électromagnétique (watts par mètre carré) ou du champ électrique (en volt par mètre) auxquels sont soumises les personnes.

Chaque dossier est ensuite soumis à un comité de concertation chargé d'examiner chaque point d'implantation. Ce comité est constitué de l'échevin de l'environnement, des opérateurs de téléphonie mobile, des représentants de l'urbanisme, du service éco-conseil et des experts désignés par la ville.

Conclusions

Il est difficile de trancher quant à la distance acceptable d'une antenne relais par rapport aux habitations. Nous proposons d'**éviter** les zones densément peuplées en évitant d'exposer des riverains à l'intérieur du **champ proche** de l'antenne (environ 50 mètres). D'autres part, nous proposons aux autorités d'adopter la **norme de 0,02 W/m₂** (directive européenne relative à la protection des équipements électro-médicaux) avant de disposer de plus d'informations et en particulier les résultats de l'étude lancée par l'OMS en 1996.

D'une manière générale le **principe ALARA** ("As Low As Reasonably Achievable": aussi bas que raisonnablement possible) devrait être retenu.

Le principe de précaution tel que nous l'entendons est de tenir compte d'un certain niveau d'incertitude, de parvenir à le communiquer à la population et de prendre les décisions qui s'imposent pour palier aux risques que représente une exposition involontaire et imposée, compte tenu des nombreuses incertitudes entourant ce dossier.

Personne de contact à IEW Bruxelles:

Jean Maertens: 02/219.89.46

Fax: 02/219.91.68