

TELEPHONE PORTABLE :

A young boy with dark hair, wearing a dark suit jacket, a white shirt, and a blue patterned tie, is holding a silver mobile phone to his ear. He has a serious expression and is looking slightly to the side. The background is plain white.

Pourquoi
et comment
appliquer,
dans notre
quotidien,
le principe de
précaution ?

**Le fonctionnement du téléphone
portable > p.3**

**Quel impact sur la santé ?
Etat des connaissances > p.7**

**Notre exposition au quotidien :
expériences > p.10**

Recommandations d'usage : analyse > p.17

Travaux Pratiques d'Expérimentation
1ère S Lycée Cézanne/ Aix en Provence
Février 2011

Chloé Josserand
Marine Mouysset
Simon Robert

Sommaire

1.0 GENERALITÉS SUR LE TÉLÉPHONE PORTABLE

1.1 Les ondes électromagnétiques et le portable

- I. Qu'est-ce qu'une onde électromagnétique?
- II. Mode de fonctionnement d'un téléphone portable
- III. Puissance surfacique d'une onde et rapport avec le téléphone cellulaire

1.2 Etat des connaissances sur l'impact sur la santé de la téléphonie mobile et Principe de Précaution

- I. Principe de Précaution
- II. Effets biologiques des ondes électromagnétiques
- III. Quelques études cliniques illustrant sur l'impact potentiel sur la santé

2.0 EXPÉRIENCES PERSONNELLES

2.1 Expériences de mesures du Champ Electrique

- I. Matériel
- II. Protocole de mesure
- III. Prise des mesures
- IV. Résultats:
 - mesure du Champ Electromagnétique lors d'un appel émis
 - mesure lors de l'émission d'un SMS court ou long
 - mesure du rôle des oreillettes filaires
 - mesure de l'exposition avec un téléphone au repos
 - mesure de l'exposition en mode utilisation internet

2.2 Expériences hermiques

- I. Explication générale
- II. Matériel nécessaire
- III. Protocole et déroulement
 - A) Expérience avec eau et bûcher
 - B) Expérience avec cervelles d'agneau et crâne humain
- IV. Conclusion

3.0 DISCUSSION

3.1 Analyse des mesures sur la variation d'intensité du Champ Electrique en fonction du mode d'utilisation et analyse des recommandations d'utilisation du téléphone portable

- I. Mesure du Smog
- II. variation de l'exposition lors d'un appel émis
- III. variation de l'exposition lors d'un message émis type SMS
- IV. variation de l'exposition avec l'utilisation des oreillettes avec fil
- V. variation de l'exposition pour un téléphone «au repos»
- VI. variation de l'exposition pour un téléphone avec utilisation d'internet

3.2 Les expériences thermiques

- I. Expérience avec bûcher et eau
- II. Expérience avec crâne et cervelles

4.0 CONCLUSION

INTRODUCTION

Les ondes électromagnétiques, utilisées sur les réseaux radios et télévisés, sont apparues dès 1940. Mais il fallut encore 37 ans avant que le téléphone portable en lui-même n'apparaisse. C'est en effet en 1977 que Le Docteur Martin Cooper, Directeur de la recherche et du développement chez Motorola, passe le premier appel avec un téléphone cellulaire... Mais depuis, son utilisation s'est largement répandue. La place qu'il occupe aujourd'hui dans la société est si importante, que l'on peut s'interroger: Pourrait-on s'en passer ? Objet anodin, il paraît instinctif de lui faire confiance, et pourtant...

Qui est capable, au jour d'aujourd'hui, de prouver que cet objet du quotidien n'a aucun effet néfaste ? Personne.

Et, pour cause, ce n'est peut-être pas le cas... De nombreuses études semblent indiquer que la hausse de certaines pathologies, telles les cancers du cerveau ou de la parotide, serait liée à une utilisation intensive du téléphone, et s'expliquerait de façon scientifique par des cassures de brins d'ADN, un échauffement des tissus ou encore la modification de signaux intracellulaires.

D'autres études nous alarment sur le fait que le danger est plus grand sur les enfants, car leur cerveau est plus perméable aux ondes. Cependant, personne ne semble prendre en compte ces alertes. Des enfants plus jeunes chaque année, ont accès au téléphone portable, tout cela avec le consentement des parents et de la société. Chacun préfère se fier aux rapports optimistes publiés par d'autres savants, et une gigantesque polémique s'est installée.

Pourtant, nous avons déjà connu ce genre de situation dans le passé, et le futur a donné raison au principe de précaution : nous parlons de l'amiante et du tabac, pour ne citer que ces deux exemples. Ainsi, pour ne pas répéter les erreurs du passé, peut-être est-il bon de se pencher sérieusement sur ces recommandations, au nom du Principe de Précaution, et de la Santé Publique...

Nous allons tenter, de manière objective, de déterminer si ces recommandations sont ou non censées, pour que le portable reste un outil utile... et sans danger.

1.0 GENERALITÉS SUR LE TÉLÉPHONE PORTABLE

1.1 LES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET LE PORTABLE

I. Fonctionnement du téléphone portable

O bjet omniprésent dans notre vie quotidienne, le téléphone portable est le premier moyen de communication dans le monde après la parole dite « directe » : en effet, d'après l'ARCEP¹, 59 millions de Français l'ont déjà adopté, soit près de 85% de la population !!

Pas plus gros qu'un paquet de cigarette, le téléphone portable, aussi appelé téléphone mobile ou téléphone cellulaire a révolutionné notre quotidien en nous permettant de communiquer sans fil, partout et surtout n'importe quand !

Le téléphone portable n'est pas à proprement parler une invention à part entière mais un objet né de l'association de deux technologies connues depuis les années 40: la radiodiffusion et la télédiffusion.

Le coup de génie du Dr Cooper de la société Motorola se situe dans l'utilisation de ces technologies comme moyen de communication. En effet, après 15 ans de recherche, ce dernier a sorti en 1983 le tout premier téléphone sans fil considéré comme l'ancêtre de nos outils de communication actuels : le Motorola Dyana ! Bien que d'un prix exorbitant (3.995 US\$), ce premier modèle de 33 cm de long et de 793 g est une véritable réussite commerciale.

Depuis, de nombreuses sociétés se sont lancées dans la téléphonie mobile telles Sony Ericsson, Nokia, Apple en sophistiquant un maximum ces appareils, les rendant ainsi comparables à de petits ordinateurs de poche !

Le téléphone cellulaire utilise des ondes hertziennes pour acheminer la communication. Ce terme cellulaire provient du découpage en « cellules » du territoire, chacune est desservie par un émetteur d'ondes.

Le mobile est tout simplement une « antenne » émettrice ou réceptrice d'ondes radiofréquences, selon le contexte.

Lors d'un appel émis, le téléphone portable envoie des ondes électromagnétiques et établit une liaison avec l'antenne relais la plus proche. Cette dernière transmet ensuite le signal à la centrale des antennes, qui le transmet ensuite à l'antenne relais la plus proche du destinataire. La liaison entre l'antenne de l'appelant et celle de l'appelé s'établit alors grâce aux ondes électromagnétiques.

Dans le cas où le téléphone de la personne appelée est éteint, la centrale renvoie instantanément l'émetteur de l'appel sur la messagerie du destinataire.

Durant l'appel, la voix de l'utilisateur est synthétisée en ondes, de fréquence 900MHz en seulement quelques millisecondes.

En effet, le téléphone possède un microphone convertissant l'onde sonore en signal numérique. Ce signal est ensuite envoyé par le téléphone vers l'antenne relais la plus proche, puis vers le téléphone récepteur. Par le procédé inverse, le signal est retransformé en onde sonore par le haut parleur de l'appareil récepteur. Comme dit précédemment, l'onde électromagnétique est une vibration qui au fur et à mesure de son trajet dans l'air perd de son intensité, l'antenne relai aussi appelée répéteur permet d'amplifier cette vibration jusqu'à un autre récepteur.

1 ARCEP : Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes = autorité administrative indépendante qui a pour mission de réguler la concurrence dans le secteur des communications électroniques et des postes

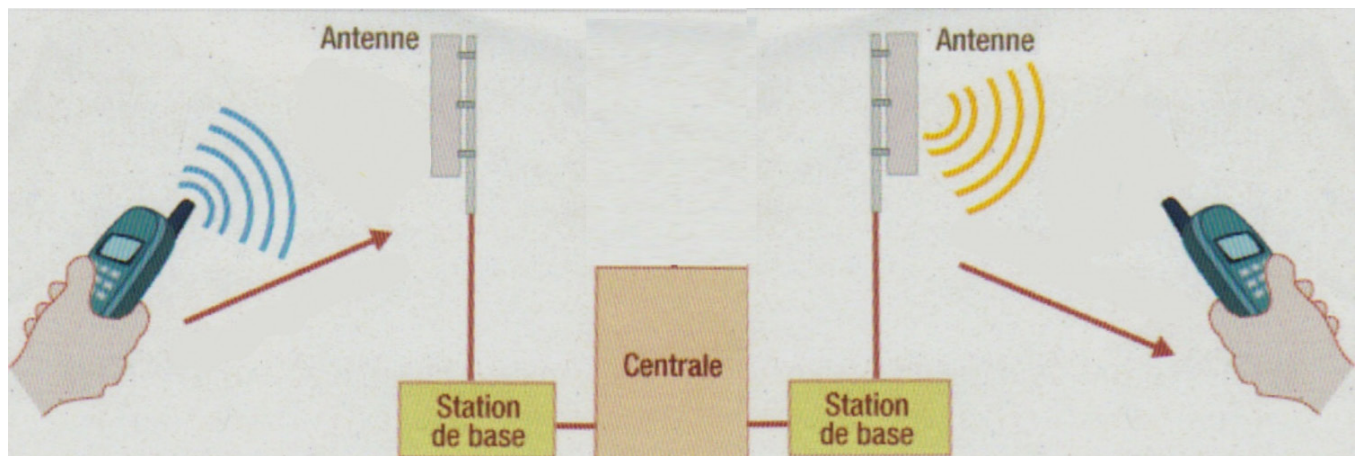
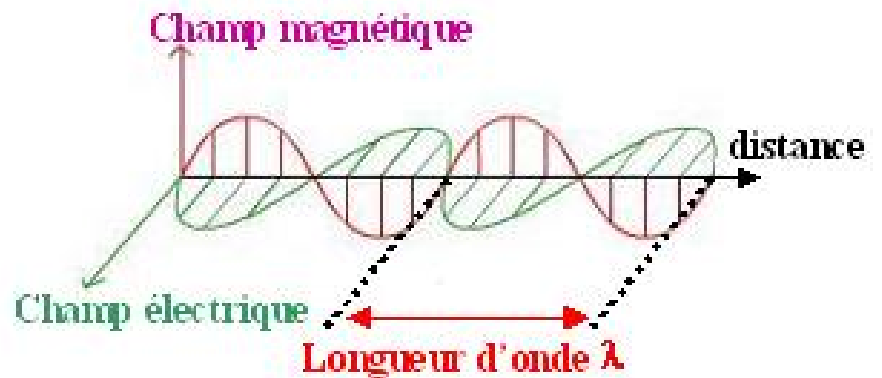


Schéma N°1: Schéma montrant la transmission d'un signal entre deux téléphones portables en communication.

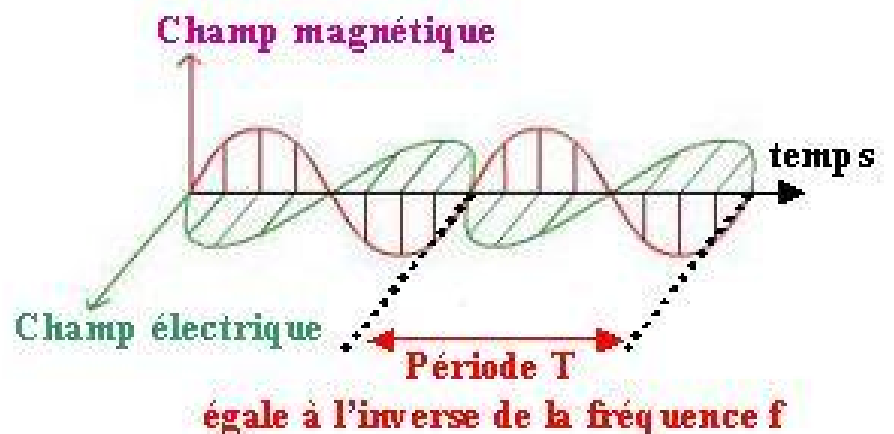
II. Qu'est-ce qu'une onde électromagnétique ?

Une onde électromagnétique est, telle la lumière, une vibration pouvant se déplacer. Elle est composée de deux champs, un champ électrique et un champ magnétique. Tous deux se déplacent sous forme d'onde à la vitesse de la lumière, soit 300 000 km/s, et sont perpendiculaires l'un à l'autre. Le champ électrique s'exprime en Volts par mètres, le champ magnétique en Ampères par mètres.

Les ondes électromagnétiques agissent sur deux plans différents : l'espace et le temps mais toujours sous forme sinusoïdale. Dans l'espace, la grandeur fondamentale est la longueur d'onde λ . Elle s'exprime en mètres et correspond à la distance entre deux motifs, ici deux « vagues », comme indiqué sur le schéma 2 ci-dessous :



Dans le temps, deux grandeurs proportionnelles interviennent: La période et la fréquence, l'une étant égale à l'inverse de l'autre. La période T s'exprime en secondes, la fréquence f en Hertz. Cette dernière correspond au nombre d'oscillations en une seconde. (Voir schéma 3 ci-dessous)



Les ondes qui nous intéressent dans le cadre du téléphone portable sont les ondes radioélectriques. On classe les ondes radioélectriques en fonction de leur fréquence. D'après le règlement des radiocommunications, les ondes radioélectriques ont des fréquences comprises entre 9 KHz et 3000 GHz, ce qui correspond à des longueurs d'ondes comprises entre 33 kms et 0,1 mm. A l'intérieur de cette classe, les téléphones portables émettent dans la bande des UHF, les Ultra Hautes Fréquences qui sont comprises entre 300 MHz et 3 GHz (longueurs d'ondes de 10 cm à 1 m).

Voir spectre radioélectrique (schéma 4, ci-contre)

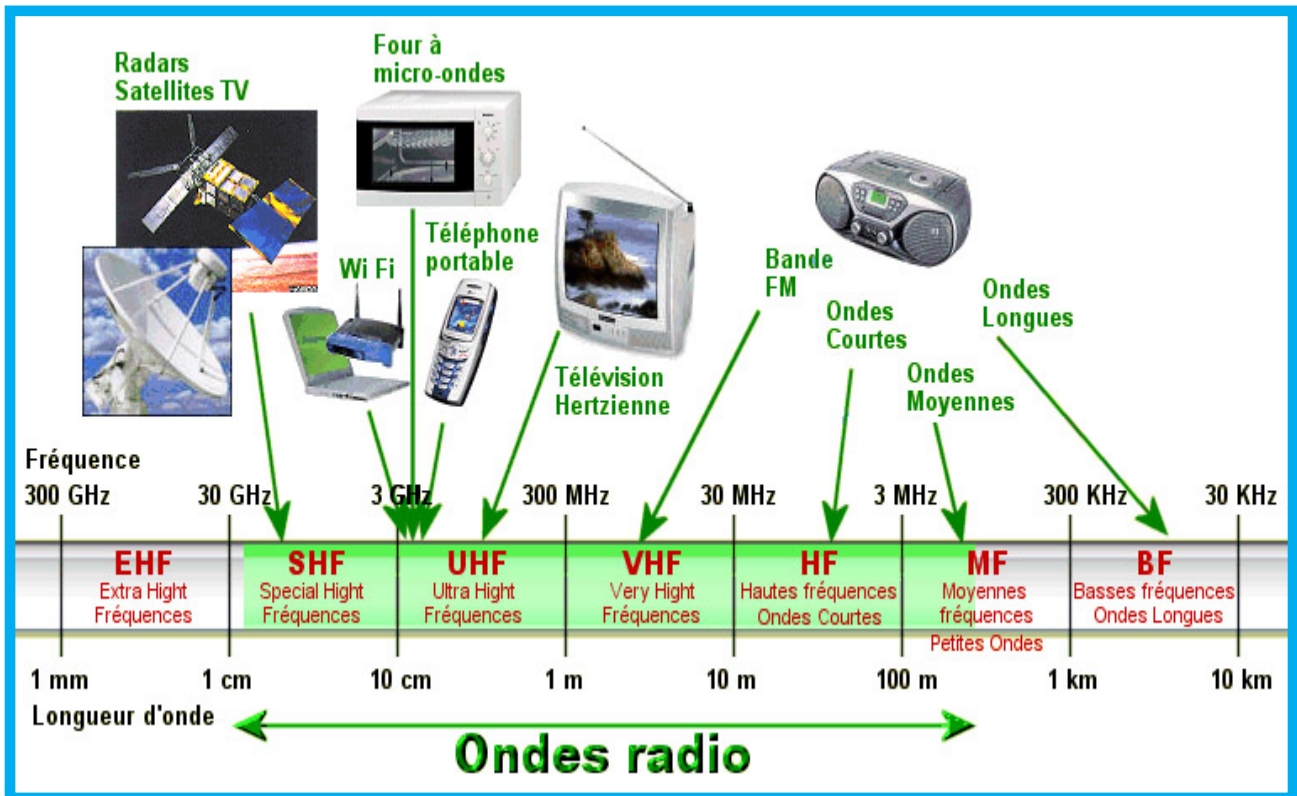


Schéma 4 : Spectre radioélectrique.

Source : www.espace-svt.ac-rennes.fr/applic/images_sat/ondes/ondes.htm



III. Puissance surfacique d'une onde et rapport avec le téléphone cellulaire

En pratique, la puissance surfacique correspond à l'énergie transportée par l'onde et reçue par une surface de 1 mètre carré. Elle s'exprime en Watts par mètre carré. Elle dépend bien sûr des deux champs, mais aussi de la permittivité du milieu exposé, appelée Epsilon et notée ϵ . La permittivité est une propriété physique qui décrit la réponse d'un milieu donné à un champ électrique appliqué. La formule simple de la puissance surfacique dans le cas d'une onde plane est $P = E^2 / 2\mu_0 \cdot c$; où E est le champ électrique, μ_0 la perméabilité du vide et c la célérité de la lumière. On connaît la formule $c = 1/\sqrt{\mu_0 \cdot \epsilon_0}$, qui donne $c^2 = 1/\mu_0 \cdot \epsilon_0$ soit $\mu_0 = 1/\epsilon_0 \cdot c^2$. En remplaçant dans la formule de base, on obtient $P = E^2 / 2c \cdot 1/\epsilon_0 \cdot c^2$, soit $P = E^2 \cdot c \cdot \epsilon_0 / 2$. Ceci est la formule dans le vide, pour l'avoir sur un milieu donné il faut remplacer ϵ_0 par ϵ , sachant que $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$. Bien sûr, cette formule est un peu simpliste mais fonctionne pour de courtes distances dans le cas du téléphone portable, et peut permettre de donner un bon aperçu de l'énergie absorbée.

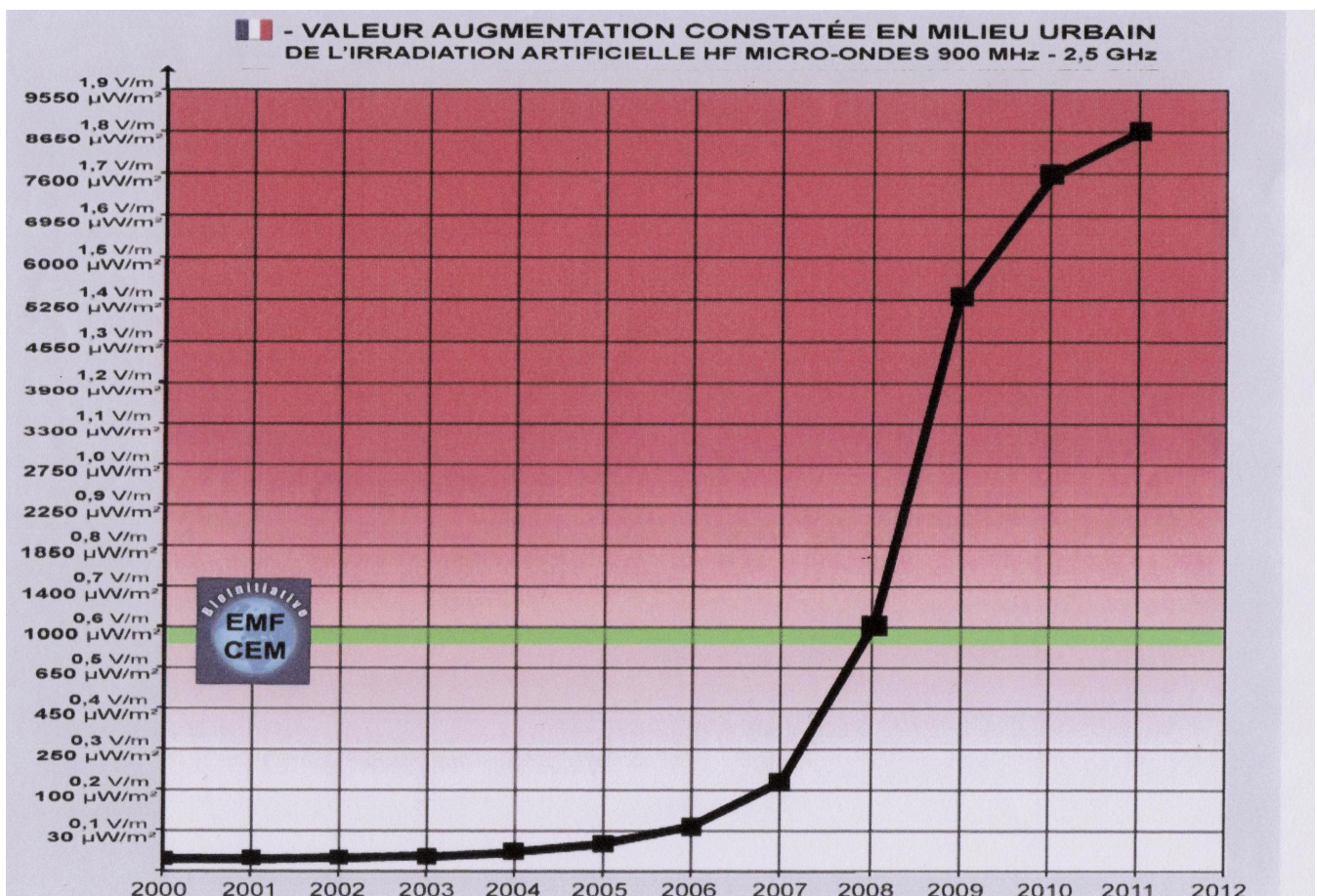
Les ondes et les champs électromagnétiques sont et ont toujours été présents autour de nous ; en effet, nous vivons dans un environnement électromagnétique naturel : le soleil et même notre organisme émettent un rayonnement sous forme de radiations infrarouges. Or, depuis la démocratisation des téléphones portables dans les années 2000, on remarque que la quantité de radiation artificielle a été multipliée par 19 entre 2000 et

2011 (confère graphique ci-dessous). Il est donc urgent de prendre conscience de ce phénomène grandissant et de prendre à notre niveau quelques précautions de base ...

En attendant de connaître ces effets sur la santé, les pouvoirs publics Européens ont imposé une valeur maximale pour les émissions de radiofréquences en téléphonie mobile : le DAS ou Indice de Débit d'Absorption Spécifique (ou en anglais SAR, Specific Absorption Rate).

Dans le domaine des radiofréquences, la restriction est définie par le taux d'absorption massique qui représente la puissance absorbée par unité de masse. Le DAS, exprimé en watts/kg, est le rapport entre la puissance totale absorbée par l'individu exposé à un rayonnement et sa masse. Il correspond ainsi au niveau maximal de radiofréquences émises par l'appareil vers l'utilisateur. Par conséquent, tout téléphone portable commercialisé en France possède cet indice strictement inférieur à 2W/Kg au niveau du tronc et de la tête.

Attention : cette mesure reste une mesure réglementaire mais n'est pas une garantie sanitaire et reste discutable pour certains, ne prenant en compte que l'effet thermique des ondes électromagnétiques et non l'effet biologique : des effets biologiques sont ainsi observés même en dessous des seuils de puissance imposés par les normes de sécurité européennes. Ce n'est qu'une norme, parmi plusieurs, nécessaire pour garantir une sécurité pour les usagers en terme de santé. Nous aborderons justement ce sujet dans le chapitre suivant.



1.0 GENERALITÉS SUR LE TÉLÉPHONE PORTABLE

1.2 ETAT DES CONNAISSANCES SUR L'IMPACT SUR LA SANTÉ DE LA TÉLÉPHONIE MOBILE ET PRINCIPE DE PRÉCAUTION

I. Principe de Précaution

76 % des Français de plus de 12 ans sont équipés d'un téléphone mobile. Le taux d'équipement progresse pour la génération des adolescents de 12 à 24 ans de 88 % en 2006 à 91 % en 2007².

Nous sommes ainsi exposés de plus en plus aux effets potentiels sur la santé des ondes électromagnétiques (OEM) émises - entre autres - par le téléphone portable qui s'est imposé comme un outil du quotidien.

Or nous ignorons l'impact réel sur notre santé, quand des études nous alertent sur ces effets potentiels, et qu'augmente le nombre de personnes touchées par une pathologie chronique dont la fibromyalgie³, l'hypersensibilité électromagnétique, la maladie d'Alzheimer ou le cancer.

Pour le cancer, rappelons quelques chiffres⁴ qui doivent faire prendre conscience de l'urgence sanitaire qui s'impose à nous et justifie l'application du Principe de Précaution (développé plus loin) :

- En France, 1000 personnes apprennent chaque jour qu'elles ont un cancer et 440 en meurent (à titre de comparaison : 12 sur la route, 2 du SIDA, 1 de la grippe...); près de la moitié ont moins de 65 ans
- un coût pour la société estimé de 15 à 30 milliards d'Euros selon les sources
- En l'absence de tabagisme, 85 % des causes du cancer ne sont pas expliquées scientifiquement à ce jour (Rapport de l'Académie de Médecine sept 2007 : « les causes du cancer »)

Ainsi, si à ce jour, les études épidémiologiques existantes sont insuffisantes pour conclure de façon définitive que l'utilisation des téléphones portables est associée à un risque accru de tumeurs cancéreuses ou d'autres pathologies, nous nous devons de rechercher les causes non démontrées à ce jour et d'agir AUJOURD'HUI en conséquence pour se protéger de leur action possible, puisque ces pathologies sont extrêmement présentes à nous sur un mode épidémique (et non un risque potentiel).

Le Principe de Précaution a été édicté pour justifier l'action politique publique en matière de protection de la santé lorsqu'il existe des dangers plausibles, sérieux et irréversibles liés à des expositions actuelles et futures, et lorsqu'il existe des incertitudes, un manque de connaissance scientifique. Toutes ces circonstances s'appliquent aux portables, qu'il s'agisse de l'impact de

l'effet thermique ou biologique des Ondes Electromagnétiques (OEM)⁵.

L'histoire nous enseigne que l'application de mesures de précaution proportionnées prises dès les premières alertes auraient permis d'éviter les coûts encourus avec l'amiante, le tabac, les PCB, etc. De telles leçons s'appliquent à la problématique des OEM dans le contexte notamment de l'épidémie des cancers et d'autres maladies dégénératives.

L'application du Principe de Précaution :

"The Precautionary Principle provides justification for public policy actions in situations of scientific complexity, uncertainty and ignorance, where there may be a need to act in order to avoid, or reduce, potentially serious or irreversible threats to health or the environment, using an appropriate level of scientific evidence, and taking into account the likely pros and cons of action and inaction"

Enoncé de l'Agence Européenne de l'Environnement



2. Étude TNS Sofres ; Commission de la Sécurité des Consommateurs février 2008 ; <http://www.securiteconsso.org/article651.html#>

3. Prévalence de 680 000 personnes en France d'après Bannwarth B, et al, C. Fibromyalgia syndrome in the general population of France: a prevalence study. Joint Bone Spine. 2009 Mar;76(2):184-7

4. CepiDc/ Inserm données 2009

5. « Setting Prudent Public Health Policy for Electromagnetic Field Exposures » : Carpenter D and Sage C, REVIEWS ON ENVIRONMENTAL HEALTH VOLUME 23, NO. 2, 2008

II. Effets biologiques des ondes électromagnétiques

Une onde de radiofréquence (ou micro-onde, microwave en anglais) qui entre en contact avec du tissu vivant est susceptible de créer deux types d'effets :

- effets thermiques : ils sont engendrés par l'exposition à des champs de forte intensité. Ils se traduisent par une augmentation de la température du corps ou du tissu exposé et peuvent entraîner, chez l'animal, des modifications du système nerveux ou du système de reproduction ;
- effets non thermiques ou spécifiques : d'autres effets ont été décrits qui ne paraissent pas être dus à un dégagement de chaleur. Certains effets biologiques (ce qui n'est pas synonyme d'effet délétère) ont été rapportés pour de faibles densités de puissance ($< 1 \text{ mW/cm}^2$) et avec un DAS faible ($< 1 \text{ W/Kg}$).

Les normes existantes sont basées sur les effets thermiques et ne concernent pas les effets non thermiques (ou de basse intensité) dont les effets biologiques et les effets nocifs sur la santé en cas d'exposition chronique ont été clairement démontrés⁶ sur :

- l'ADN (génotoxicité affectant directement l'intégrité du génome humain)
- la communication intercellulaire
- la réparation cellulaire et la cicatrisation des tissus
- la survenue de cancers (schéma 6)
- ou de maladies neurodégénératives
- Ont également été observés :
 - des effets neurologiques, notamment sur la structure et les troubles du sommeil, la mémoire et les fonctions cognitives ; la dépression
 - des pathologies cardiaques
 - la perméabilité pathologique de la barrière hémato-encéphalique (schéma 7)
 - et les perturbations du fonctionnement normal des mécanismes d'immunité, de fertilité et de reproduction
 - des troubles du comportement (problèmes émotionnels, difficultés relationnelles, hyperactivité) chez les enfants exposés aux téléphones portables in utero (augmentation du risque de 80 %)⁷

III. Quelques études cliniques illustrant sur l'impact potentiel sur la santé

- Sur le risque de cancer du cerveau :

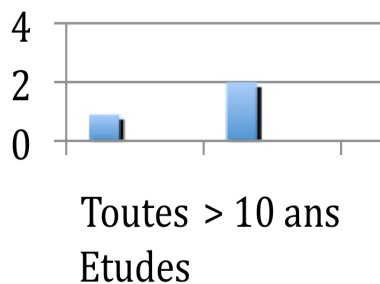


Schéma 6: le Facteur de risque de cancer du cerveau est de 1- donc pas de sur risque de cancer - lorsque l'on analyse l'ensemble des études ; par contre en isolant les études ayant une exposition > 10 ans, on retrouve une multiplication par 2 du risque de cancer du cerveau

Conclusions des auteurs sur l'Utilisation à long terme des téléphones portables et tumeurs cérébrales :

- Risque augmenté de neurinome de l'acoustique et de gliome malin associé à une utilisation > 10 ans
- Une exposition ipsilatérale entraîne un risque plus élevé (200 à 240%) de tumeur du même côté exposé (côté d'utilisation de l'appareil)
- Implications en terme de directives de Santé Publique : Ces résultats indiquent la nécessité d'une précaution d'emploi des téléphones mobiles
 - Plus de recherche est nécessaire pour évaluer le risque sur un nombre de forts utilisateurs croissant⁸

- Sur l'augmentation de la perméabilité pathologique de la barrière hémato encéphalique :

la rupture de la barrière hémato encéphalique chez le rat après exposition au téléphone portable entraîne des dépôts protéiques anormaux, pouvant expliquer des troubles neurologiques, maladies type Alzheimer ...

6 Rapport Bioinitiative : BioInitiative Working Group, 31 août 2007 ; www.bioinitiative.org: Arguments pour des seuils de protections du public fondés sur les effets biologiques des rayonnements électromagnétiques (EBF et MO)

7 Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children : H Divan et al, mai 2008

8 Lennart Hardell, Michael Carlberg, Fredrik So"derqvist, Kjell Hansson Mild, L Lloyd Morganin *Occup Environ Med* 2007;64:626-632.



- Egalement, les études scientifiques disponibles mettent en évidence :

1/ des effets biologiques sur les tissus vivants des champs électromagnétiques dans les bandes de fréquence des téléphones portables (de 800 à 2200 MHz) et en dessous des seuils de puissance imposés par les normes de sécurité européennes (2 W/Kg pour 10g de tissu).

2/ une pénétration significative des champs électromagnétique des téléphones portables dans le corps humain, particulièrement au niveau du cerveau, et plus encore chez les enfants du fait de leur plus petite taille. (Schéma 8)

Notons que les études épidémiologiques réalisées jusqu'à ce jour ne peuvent, du fait de la rareté de l'utilisation des portables jusqu'à ces dernières années, avoir comportées un nombre suffisant de personnes ayant utilisé leur portable de façon intensive (défini par « plusieurs heures par semaine »... ce qui est une utilisation plutôt courante de nos jours) et pendant plus de 10 ans. Ainsi, même d'autres cas où l'association d'une exposition avec un cancer est parfaitement prouvée (comme pour le tabac et le cancer du poumon), des études dans des conditions similaires, à savoir sur des jeunes adultes ayant fumé pendant moins de 10 ans auraient beaucoup de mal à mettre en évidence un risque augmenté de cancer du poumon : le risque apparaît surtout 15 à 35 ans plus tard. Ainsi, un temps d'exposition souvent long est nécessaire pour mettre en évidence un lien entre un facteur de risque potentiel et la survenue effective d'un cancer. Ce temps d'observation minimum (de 10 ans, voire plus) n'est atteint que par de très rares études et ce sont celles-là mêmes qui retrouvent un risque pour la santé.

Enfin, le rapport de l'AFSSET rejoint exactement ces conclusions, qui sont aussi celles que «L'Appel des Vingt» avaient mises en avant en juin 2008 : Il n'y a pas à ce jour de preuve définitive d'un effet délétère des ondes des téléphones portables sur la santé humaine.

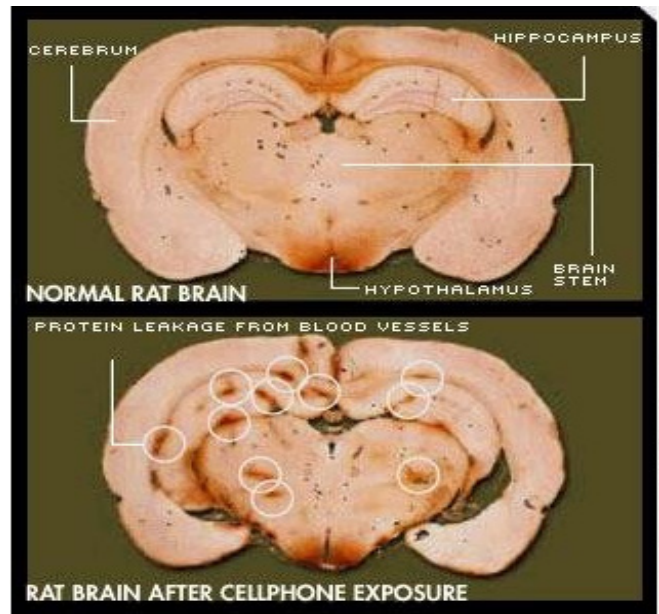


Schéma 7: Barrière Hémato-encéphalique ; Salford et al, 2003 Env. Health. Persp.

Mais des effets biologiques sur les cellules sont prouvés et les signaux émanant des études les plus complètes et les mieux conduites sont inquiétants. Tout cela justifie plus de recherche et l'application, en attendant des résultats plus définitifs, du Principe de Précaution.

C'est dans ce contexte que naissent des recommandations d'usage (cf annexes), mais sur quel rationnel ?

En attendant des mesures protectrices venant du politique (mesures protectrices sur le niveau d'exposition aux OEM), que peut faire chaque individu qui puisse efficacement réduire son propre niveau d'exposition provenant de la façon dont il utilise lui même le téléphone portable ?

C'est ce que nous nous proposons d'évaluer en mesurant les différences de niveau d'exposition aux OEM du téléphone portable suivant le mode d'utilisation : si cela se vérifie, cela justifiera ces recommandations et une démarche de prévention accessible à tous, simples et peu coûteuses.

9 Gandhi, O.P., G. Lazzi, and C.M. Furse, *Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 1996. 44(10): p. 1884-1897.

10 Walker, W.J. and B.N. Brin, *U.S. lung cancer mortality and declining cigarette tobacco consumption. Journal of Clinical Epidemiology*, 1988. 41(2): p. 179-85.

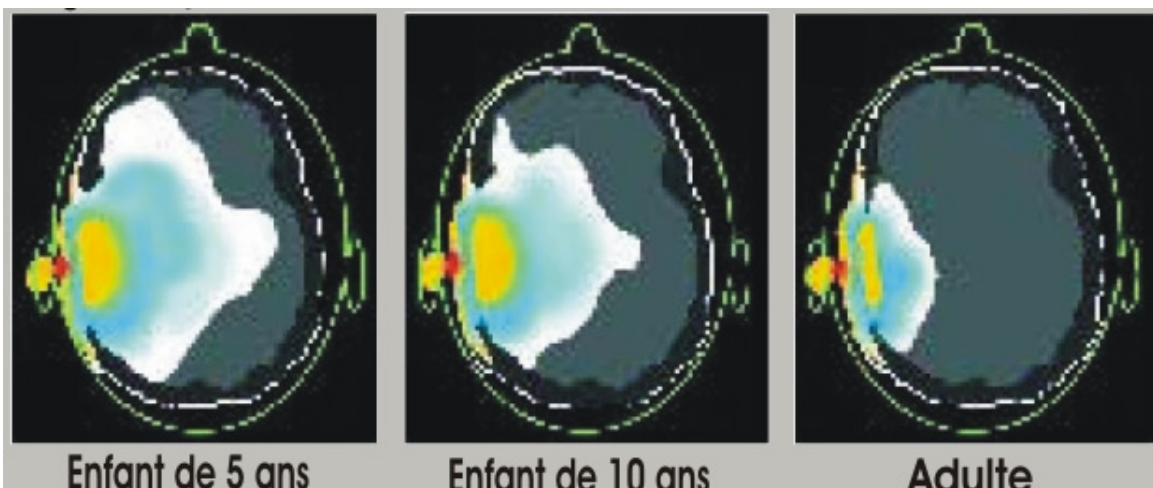


Schéma 8. Exemple d'estimation de la pénétration du rayonnement électromagnétique d'un téléphone portable en fonction de l'âge.

2.0 EXPÉRIENCES PERSONNELLES

2.1 EXPERIENCES DE MESURES DU CHAMP ELECTRIQUE

Avec l'aide de Marius Cangiano et Denis Palacin, l'un président de l'association ADE11- Collectif Antennes Relais Marseille (Association de Défense de l'Environnement), et le second, responsable des mesures, nous avons pu déterminer le champ électromagnétique en V/m émis par un téléphone portable dans différentes circonstances (dont la distance entre la sonde et le portable, le type d'appareil et le type d'utilisation de l'appareil).

Ces deux membres de l'ADE11 ont accepté de nous rencontrer pour nous permettre d'acquérir des mesures complémentaires dans le cadre de notre TPE.

Ces mesures effectuées le 22/10/11, au 11, Les Hauts de Rousset, 13610 Le Puy Sainte Réparate ; (au domicile de Mouysset Marine), en situation de semi campagne, ont été rendu possibles par leur sonde (de calibrage européen) permettant de réaliser des mesures dans la gamme de fréquence de 100Khz à 3 GHz.

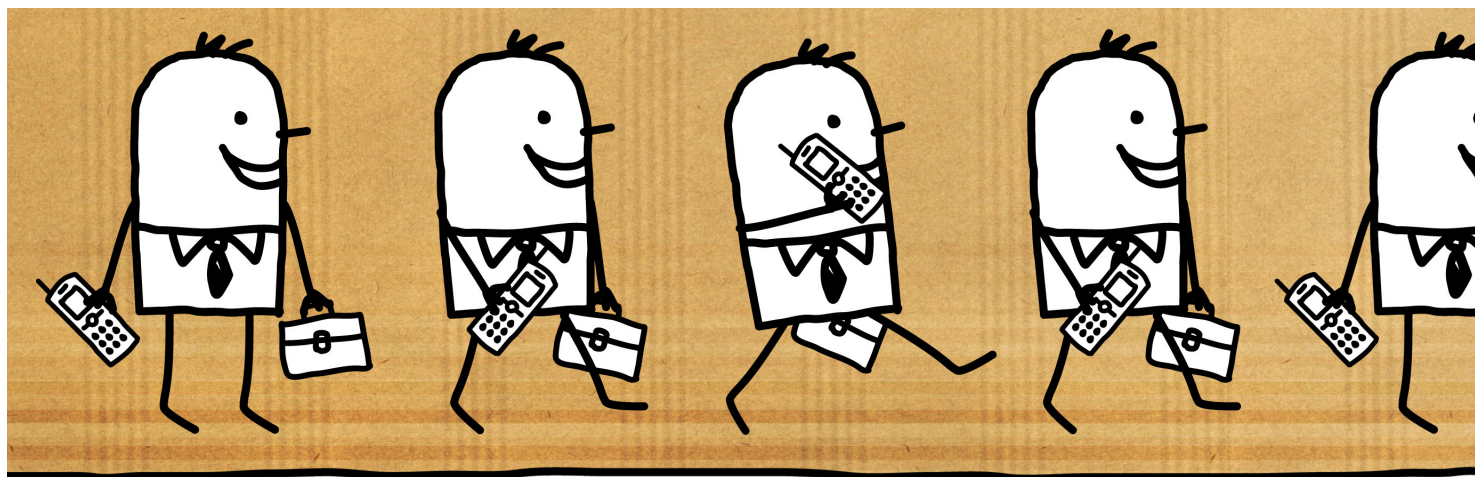
I. Matériel

Composée de 23 mesures, cette expérience a nécessité nombre de matériels, tels que :

- un instrument, doté d'un calibrage européen. Celui est composé d'un appareil de prises de mesure PMM 8053B de téléphonie mobile d'antennes relais ; et d'une sonde de référence PMM EP300 (photo1)
- un téléphone Samsung Player star 2, un I Phone 3GS, un I Phone4 G ;
- un mètre pour mesurer la distance entre la sonde et le portable ;

Les mesures sont faites à l'aide d'un mètre. La sonde et le portable sont tenus à la main comme lors d'une conversation téléphonique.

- une paire d'écouteurs filaires.



II. Protocole de mesures

Dans un premier temps nous avons mesuré le « smog électromagnétique » ou brouillard électromagnétique (exposition permanente aux OEM), en plaçant la sonde à l'extérieur de la maison : cet endroit restera le lieu où toutes les mesures ont été effectuées.

Cette mesure nous servira de témoin. Ainsi, il faudra soustraire cette valeur à chaque mesure prise.

ADE 11

N° 0

Probe: EP 300

Acquisition Mode: 10s Sampling (LP)

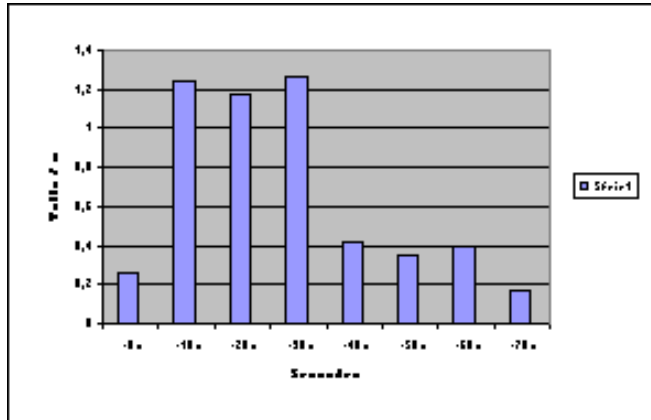
Start Date: 22.10.11

Start Time: 17.18.10

Total Duration: 70 s

Average :	0.66 V/m
+0 s	0,26
+10 s	1,24
+20 s	1,17
+30 s	1,26
+40 s	0,42
+50 s	0,35
+60 s	0,4
+70 s	0,17

Mesure du brouillard de fond avec un portable Iphone 3 GS



III. Prise des mesures

Chaque mesure a été enregistrée toutes les 10 secondes par la sonde. Une moyenne des mesures a été obtenue. La durée d'enregistrement des mesures varie en fonction des expériences :

- **Pour les appels téléphoniques**, nous avons un enregistrement sur 90 à 100 secondes ; ceci afin d'avoir une moyenne représentative d'un appel court.

A 10 secondes, le téléphone émet un appel et à 40 secondes il décroche.

Pour les appels mains libres, nous avons comparé trois types de portable :

- un Samsung player star 2,
- un I Phone 3GS,
- un I Phone 4G.

Les mesures ont été faites pour une distance entre la sonde et le portable de 0 cm, 5 cm, 10 cm, et 40 cm.

- **Pour les SMS**, nous avons des mesures sur 20 secondes correspondant à une durée d'émission d'un SMS court. La durée a été allongée à 40 secondes pour un long SMS. (la définition court correspond à un SMS demandant 5-10 secondes pour son envoi, versus long défini par un SMS demandant 20-30 secondes pour son envoi)

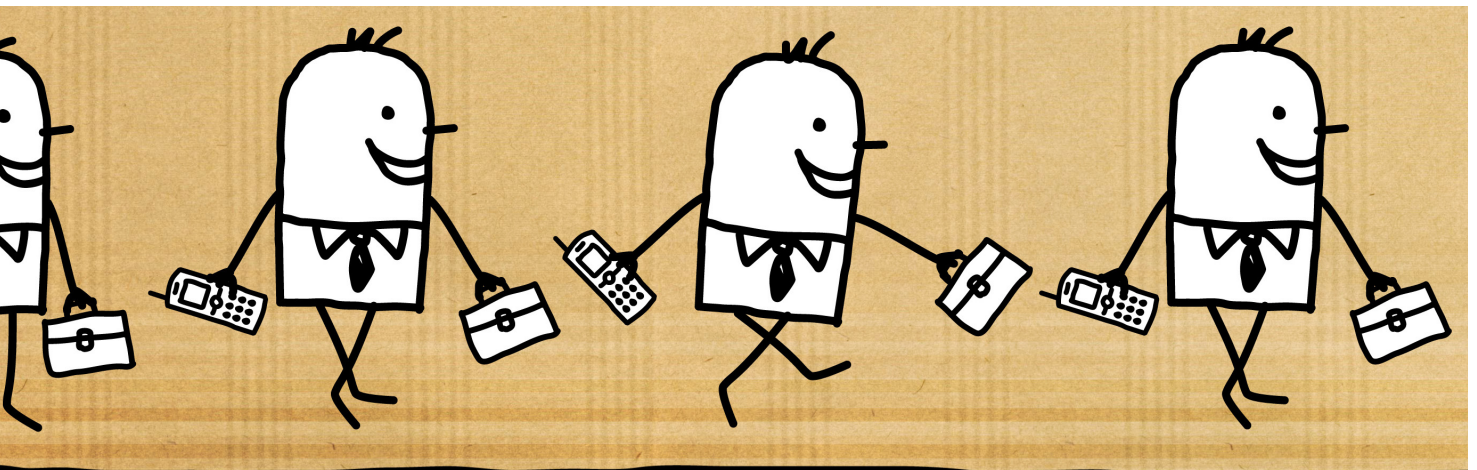
Les mesures ont été réalisées à 20 et 40 cm, cela correspondant à l'utilisation classique du SMS avec un éloignement naturel de l'appareil sur lequel on écrit.

- **Pour les mesures avec un portable en mode veille**, nous avons simulé la situation où la personne dormirait le portable sous l'oreiller (collé à l'oreille donc de 0 à 10 cm de la sonde) ou sur une table de nuit à 40 cm.

Nous avons ensuite mesuré les différents champs électromagnétiques entre un téléphone en mode avion, en mode veille et éclairé (quand il sera collé à l'oreille ou au corps).

Enfin, nous avons mesuré le champ électromagnétique lors de l'utilisation d'internet avec un portable :

- mesure à 40 cm correspondant à la distance de lecture de l'appareil ;
- mesure sur 40 secondes (avec deux appareils différents.)

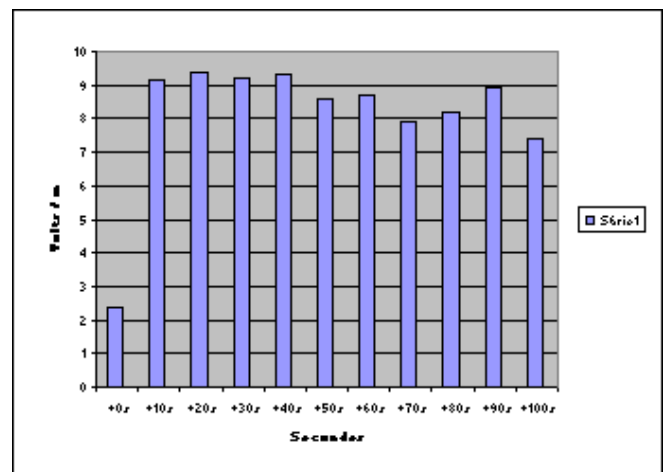
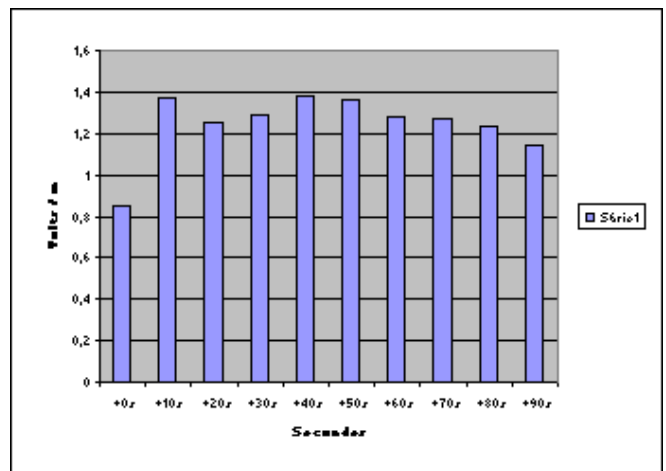
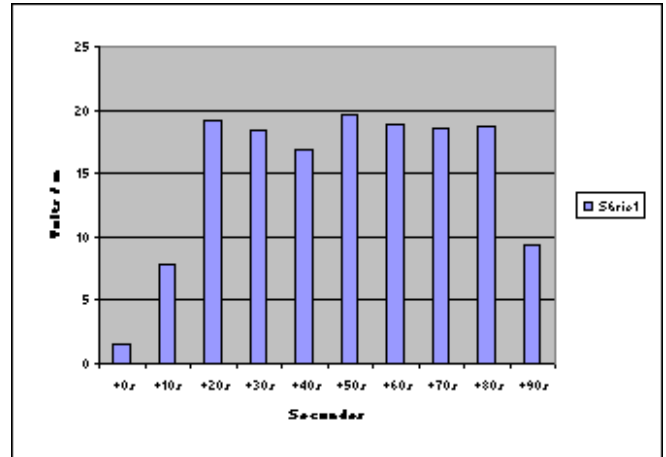
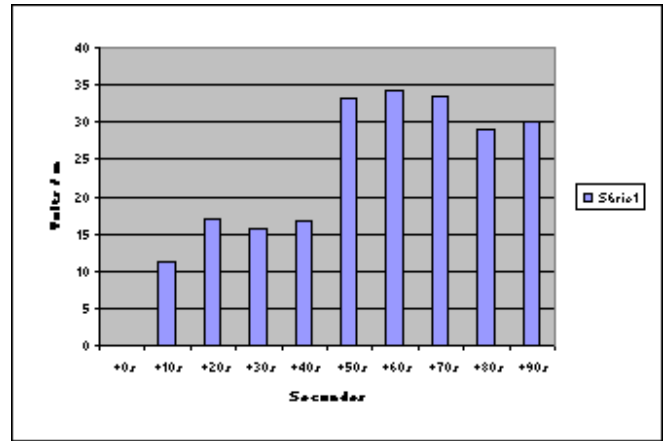


IV. Résultats

Rappel : La moyenne de la quantité d'onde de brouillard de fond est de : 0,66 V/m.

Mesure du CEM autour d'un téléphone portable SAMSUNG lors d'un appel émis.

Mode opératoire	Durée d'enregistrement en secondes	Moyenne du CEM en V/m
N°1 : sonde collée au portable en appel	90	22.12
N°2 : sonde à 5 cm du portable en appel	91	14.91
N°3 : sonde à 10 cm du portable en appel	100	8.10
N°4 : sonde à 40 cm du portable en appel	90	1.24



Mode opérateur	Durée d'enregistrement en secondes	Moyenne du CEM en V/m
----------------	------------------------------------	-----------------------

Mesures autour d'un téléphone portable I Phone 4G lors d'un appel émis.

N°5 : sonde collée au portable	101	22,95
N°6 : sonde à 5 cm du portable	92	29,28
N°7 : sonde à 10 cm du portable	91	22,19
N°8 : sonde à 40 cm du portable.	90	7,46

Mesure d'un portable I Phone 4 G envoyant un SMS court

N°9 : mesure à 20 cm du portable	10	1,29
N°10 : à 40cm du portable	10	1,05

Comparaison entre un SMS court et long

N°11 : sonde à 40 cm lors d'un envoi d'un SMS court	10	1,05
N°12 : sonde à 40 cm lors d'un envoi d'un SMS long	40	2,08

Mesure du rôle des oreillettes avec un portable I Phone

N°13 : mesure à 40 cm du portable en appel sans oreillettes	40	3,25
N°14 : mesure à 40 cm du portable d'un appel avec oreillettes	51	3,27
N°15 : mesure à 60 cm	50	2,11

Mesure d'exposition d'un téléphone portable I Phone 3GS au repos (mode veille = allumé sans appel)

N°16 : mesure avec la sonde collée au portable	41	0,24
N°17 : mesure avec la sonde à 10 cm du portable	41	1,83
N°18 : mesure avec la sonde à 40 cm	41	0,15

Autres mesures (mode veille ou avion ou allumé/éclairé sans appel)

N°19 : idem n°15 (en veille)	91	0,15
N°20 : mode Avion (téléphone allumé mais non déconnecté du réseau)	61	0,31
N°21 : mesure avec la sonde collée au portable allumé sans appel	40	4,14

Mesure d'exposition des OEM avec l'utilisation d'Internet sur le portable (avec un portable recherchant une connexion avec internet)

N°21 : sonde à 40 cm du portable I Phone3GS	40	1,39
N°22 : sonde à 40 cm du portable I Phone 4GS	41	1,60



2.0 EXPÉRIENCES PERSONNELLES

2.2 EXPERIENCES THERMIQUES

I. Explication Générale

Nous allons tenter ici de mettre en évidence un effet des ondes du téléphone cellulaire sur le cerveau humain sur le plan thermique. La conséquence attendue est une élévation de la température.

Il faut cependant recréer un milieu dans lequel les facteurs extérieurs ne puissent agir.

Par ailleurs, nous savons que si le cerveau chauffe, c'est parce qu'il est constitué à 80% d'eau. Ce qui nous amène à réaliser notre expérience sur de l'eau dans un premier temps. Si celle-ci s'avère concluante, nous tenterons de la réaliser sur un morceau de cervelle, ce qui serait plus réaliste. Dans le cas contraire, nous utiliserons de l'agar agar en gélose, milieu meilleur conducteur thermique que l'air.

II. Matériel nécessaire:

- Un calorimètre, nécessaire pour isoler l'expérience du milieu extérieur;
- Un thermomètre à sonde, afin de mesurer la température ;
- Un téléphone portable, de marque Samsung Player Star 2, afin d'émettre les ondes ;
- Un bêcher, qui contiendra les substances à tester;
- Les substances à tester :
 - eau dans un premier temps ;
 - cervelle de mouton ou autre en cas de flagrante réussite ;
 - agar agar en cas d'échec du test sur eau.
- Un crâne humain, qui remplacera le bêcher si le test sur eau est concluant.

III) Protocole :

A) Expérience avec Eau et bêcher

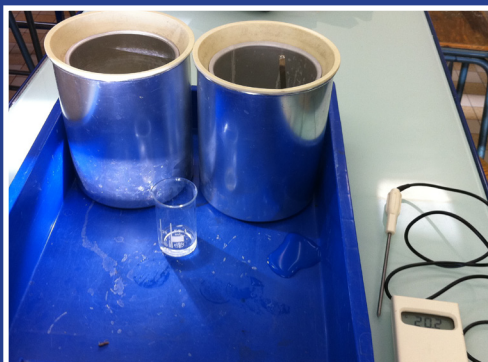
1) Modélisation:

Pour commencer, il faut préciser que le seul élément qui n'est pas représentatif de la réalité est le calorimètre, car il sert strictement à protéger l'expérience des aléas extérieurs. Le thermomètre ne représente rien non plus, il permet juste l'observation de l'évolution de la température. Dans notre expérience, le téléphone sera modélisé par... un téléphone bien sûr! Le cerveau sera représenté par les substances à tester, donc l'eau dans un premier temps, puisqu'il en est principalement composé et que ce sont ces molécules qui chauffent. Plus tard, le cerveau pourra, selon la tournure des événements, prendre la forme de cervelle d'animal ou d'agar agar en gélose, milieu moins représentatif, bien que constitué lui aussi à 80% d'eau, et choisi pour sa conductivité thermique. La boîte crânienne sera le bêcher, et l'air assurera l'isolation existante entre l'oreille et l'émetteur d'ondes.

2) Préparation des expériences

On place le bêcher contenant 10ML d'eau, à l'intérieur du calorimètre. On insère le thermomètre à l'intérieur du bêcher. Lorsque la température de l'eau est stable, à température ambiante, on ajoute alors le téléphone allumé, écran actif, à proximité du bêcher, en prenant soin de laisser une fine couche d'air. Le téléphone sera bien sûr placé sur un profil l'empêchant de recevoir des ondes, afin d'éviter toute possibilité de faussement de l'expérience à cause d'un appel inopiné.

On observe la température, si celle-ci évolue, il faudra alors retirer la différence lors des constatations de l'expérience.



Bêcher Calorimètre Thermomètre



cervelles et thermomètre



crâne humain

- Premier test: appel reçu

On recrée les conditions de l'expérience témoin, puis on appelle le téléphone situé à l'intérieur. Celui-ci reçoit et émet alors des ondes, durant toute la conversation, que nous ferons durer 7 minutes. On observe l'évolution de la température en fonction du temps.

- Second test: appel émis

On laisse à nouveau se stabiliser la température de l'eau. Le téléphone, émettant un appel, est alors placé près du bêcher, à l'intérieur du calorimètre. 7 Minutes plus tard, on relève l'évolution de la température. Le but de ce second test est de déterminer si les effets thermiques sont plus, moins ou également importants en fonction du type d'appel. On suppose cependant qu'ils devraient être égaux.

3) Résultats:

- De l'expérience témoin:

Prise de température (témoin)

Au début de l'expérience, la température de l'eau était de $19,7^{\circ}\text{C}$. Après l'exposition au téléphone pendant 7 minutes, alors même, qu'il n'émettait ni ne recevait aucun appel ni aucun SMS, cette température était de $19,9^{\circ}\text{C}$, soit une augmentation de $0,2^{\circ}\text{C}$.

- De la première expérience:

Pour cette expérience, la température finale était de $20,0^{\circ}\text{C}$, soit une augmentation de $0,3^{\circ}\text{C}$ par rapport à la température initiale. Puisque l'on sait grâce au témoin que, même sans émission d'onde, la température augmente de $0,2^{\circ}\text{C}$, l'augmentation due à la réception d'un appel est donc de $0,1^{\circ}\text{C}$.

- De la seconde expérience:

A la fin de cette expérience, la température était également de $20,0^{\circ}\text{C}$, ce qui représente encore une augmentation de $0,3^{\circ}\text{C}$. Cela représente, suivant le même raisonnement que ci-dessus, une augmentation due à l'émission d'un appel de $0,1^{\circ}\text{C}$.

4) Résultat général:

On observe dans chaque expérience une élévation de température. Celle-ci est égale pour les deux dernières expériences, les effets thermiques sont de même intensité pour un appel émis ou reçu, mais ils sont supérieurs à ceux engendrés par un téléphone n'émettant pas d'onde.



Prise de température (témoin)

B) Expérience avec cerveilles d'agneau et crâne humain

Nous disposons pour cette expérience de trois cerveilles d'agneau pesant 78, 82 et 75g, soit un total de 255g.



1) Modélisation:

Suite aux résultats encourageants obtenus lors de la première expérience thermique, nous allons en mettre une seconde en oeuvre, plus représentative de la situation réelle. On utilisera en effet cette fois-ci un véritable crâne, qui contiendra des cerveilles d'agneau, à défaut de cerveau humain... Grâce à cette échelle grande nature, nous pourrions mieux évaluer la distance qui sépare lors d'une utilisation commune le téléphone de l'oreille, ce qui permettra une précision accrue au niveau de la couche d'air. Puisque nous ne connaissons pas l'impact de ce facteur d'un point de vue thermique, mieux vaut qu'il soit le plus proche possible de ce qu'il est réellement. L'émetteur d'onde sera toujours un téléphone cellulaire personnel.

2) Préparation de l'expérience:

On place une cale sous l'arrière du crâne, afin qu'il se trouve dans la position qu'il occuperait normalement sur les épaules de n'importe quel être humain. Les 255 g de cervelle sont placés à l'intérieur de celui-ci par la moitié supérieure ouverte, que l'on referme ensuite grâce aux crochets métalliques prévus à cet effet. Les cerveilles avaient été sorties auparavant, de manière à ce que leur température soit stable au moment de l'expérience. On mesure cette température et on place le téléphone, recevant un appel, contre le crâne, à une distance légèrement supérieure à 1cm, distance que l'on estime être celle éloignant notre crâne du téléphone lors d'un appel. La durée de communication est arbitrairement fixée à 10 minutes.

3) Résultats : Après les 10 minutes de conversation, la température, initialement de 20,2°C, a évolué. Le thermomètre affiche à la fin de l'expérience 20,4°C, soit une augmentation de 0,2°C.



thermomètre placé dans le crâne

IV. Conclusion

Sur le cerveau comme sur l'eau, le téléphone cellulaire, sinon les ondes électromagnétiques, ont un effet observé dans ces deux expériences : il s'agit de l'élévation de la température.



cervelle d'agneau et crâne humain

3.0 DISCUSSION

3.1 Analyse des mesures sur la variation d'intensité du Champ Electrique en fonction du mode d'utilisation et analyse des recommandations d'utilisation du téléphone portable



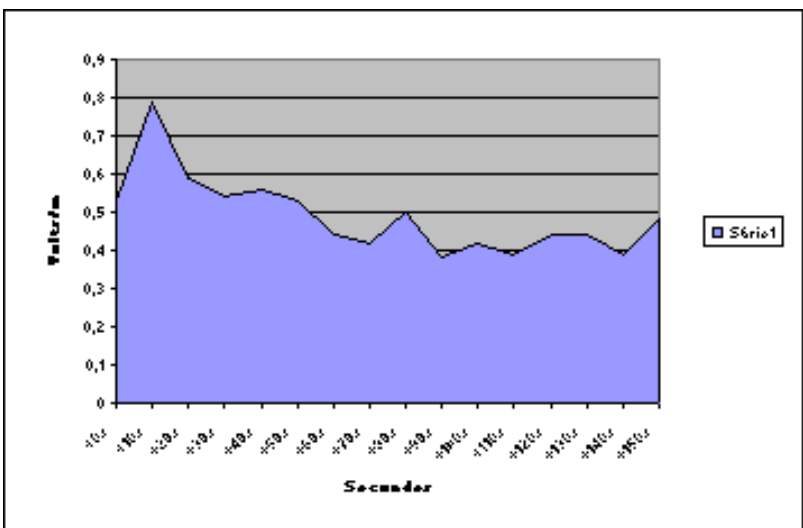
I. Mesure du Smog

Il est à noter qu'à l'endroit choisi pour les prises de mesures, la réception des OEM de la téléphonie mobile sont extrêmement faibles : 0,15 à 0,20 V/m
A titre de comparaison, en situation urbaine, ce Smog sera souvent beaucoup plus élevé car il y a plus d'exposition à des antennes relais:

Exemple de Marseille sur le Vieux Port : niveau équivalent à 0,49 V/m

ADE 11 Collectif Antennes Relais Marseille
Probe: EP 300
Acquisition Mode: 10s Sampling (LP)
Start Date: 09.01.12
Start Time: 16.25.59
Total Duration: 150 s Mesure sur le vieux port

Average:	0.49 V/m
+0 s	0,53
+10 s	0,79
+20 s	0,59
+30 s	0,54
+40 s	0,56
+50 s	0,53
+60 s	0,44
+70 s	0,42
+80 s	0,5
+90 s	0,38
+100 s	0,42
+110 s	0,39
+120 s	0,44
+130 s	0,44
+140 s	0,39
+150 s	0,48



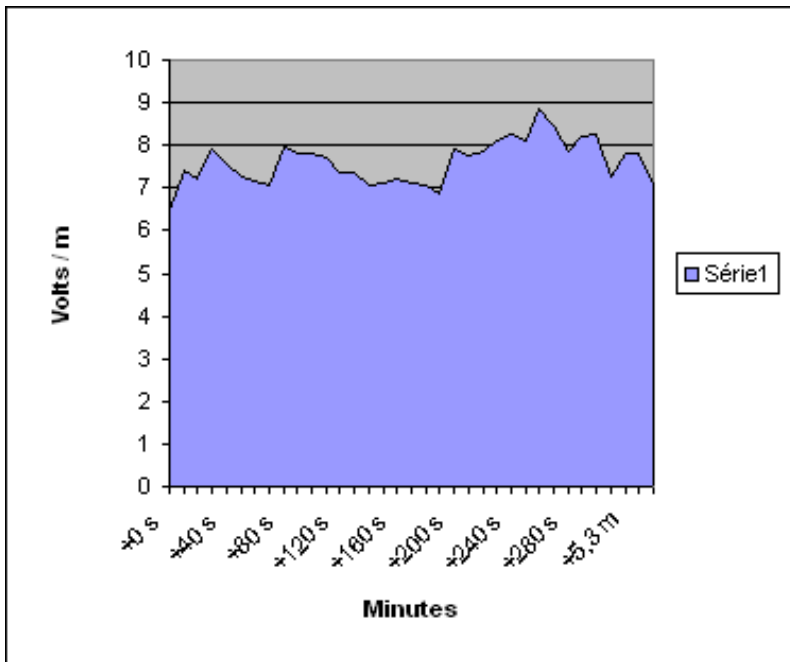
Niveaux plus élevés :

- 8 V/m Corniche KENNEDY (mesure effectuée proche d'une antenne de téléphonie mobile), voir ci dessous
- 1,28 V/m à Bonneveine

Collectif Antennes Relais Marseille - ADE 11 - Ecoforum
 Mesures de CEM
 163 PDT John F Kennedy 13007 Marseille
 Effectuées par Denis Palacin

Probe: EP 300
 Acquisition Mode: 10s Sampling
 Start Date: 02.05.09
 Start Time: 14.00.47
 Total Duration: 5,7 m

Mesure dans la salle de bain,
 l'antenne de téléphonie est
 installée à 50 cm de la sonde



Average: 7.60 V/m

+0 s	6,48
+10 s	7,4
+20 s	7,2
+30 s	7,92
+40 s	7,56
+50 s	7,27
+60 s	7,17
+70 s	7,05
+80 s	7,95
+90 s	7,81
+100 s	7,8
+110 s	7,7
+120 s	7,35
+130 s	7,38
+140 s	7,08
+150 s	7,1
+160 s	7,22
+170 s	7,1
+180 s	7,05
+190 s	6,88
+200 s	7,93
+210 s	7,76
+220 s	7,86
+230 s	8,11
+240 s	8,28
+250 s	8,11
+260 s	8,84
+270 s	8,48
+280 s	7,87
+290 s	8,2
+5,0 m	8,27
+5,2 m	7,24
+5,3 m	7,79
+5,5 m	7,79
+5,7 m	7,1



Ceci explique que les téléphones testés dans notre expérience sont toujours proches du maximum de leur puissance de connexion.

Un bon indicateur (bien qu'un peu rustique) de la puissance qui devra être émise par le téléphone est l'indicateur à barres (entre 5 et 8) présent sur l'écran (assez souvent en haut à gauche). Plus le nombre de barre est important, plus la puissance du signal reçu est importante. Il convient donc, si l'on veut diminuer la puissance moyenne d'émission de son combiné, de téléphoner dans un lieu où le nombre de ces barres est maximal. Les informations présentes dans les circuits du téléphone et qui conduisent à l'affichage de ces barres sont fines et la précision de cet affichage peut être augmenté par simple modification interne de la programmation du combiné.

II. Variation de l'exposition lors d'un appel émis

Nous notons des variations d'exposition selon les portables utilisés. Pour le 1er, la diminution de l'exposition n'apparaît qu'à 40 cm et augmente même à 5 cm de distance alors que l'on peut s'attendre à une diminution. Cela peut s'expliquer par une augmentation de la puissance d'émission du portable pour compenser une variation à la baisse de la qualité de la liaison avec sa station de base (antenne relais).

Ici le 1er téléphone (Samsung Player Star 2, DAS un des plus faibles sur le marché d'une valeur de 0,33 W/kg) a un comportement attendu avec une diminution de l'intensité du champ électrique (ICE) avec la distance, pour avoir une ICE qui se divise par 20 entre un appel qui serait émis collé à l'oreille (analogie à l'application contre la sonde) et un appel à 40 cm.

Pour le second appareil (IPhone 4, DAS 0,93 W/kg) la diminution est nette mais moindre (réduction de l'ICE

Ce dernier indicateur est particulièrement important, dans le cas des téléphones portables, car disponible sur tous les appareils. Chaque utilisateur peut donc à tout moment connaître la "qualité" de la liaison établie avec la station de base correspondante. Remarquons que la consultation régulière de cet indicateur est grandement facilitée par l'utilisation d'un kit oreillette, car alors il est visible à tout moment, ce qui n'est pas le cas lorsque le combiné est collé à l'oreille. Le choix d'un endroit garantissant une bonne réception est alors aisé.

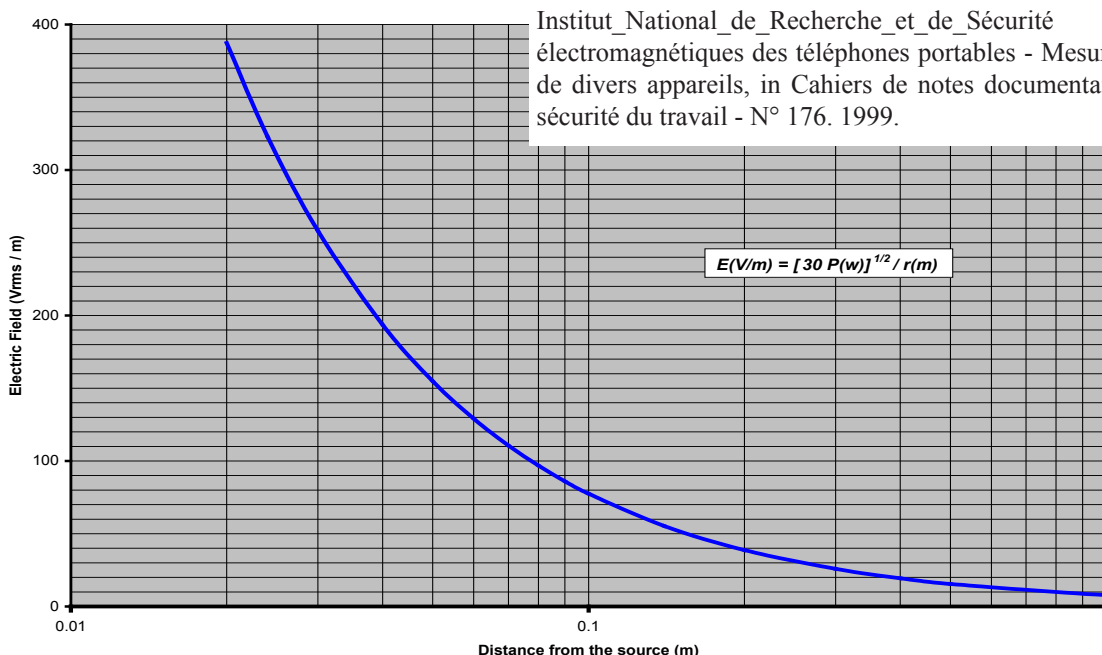
Dans notre expérience, nous nous situons dans un endroit où les téléphones indiquaient une puissance du signal reçu variant de 1 à 2 barres (signal reçu de faible puissance).

de l'ordre de 3 fois), avec une augmentation de la l'ICE à 5 cm, qui peut correspondre à une baisse de la puissance de connexion à l'antenne relais.

Bien qu'ici l'exposition est plus importante avec le téléphone ayant le DAS le plus élevé, il faut retenir que le DAS n'est pas la seule caractéristique pertinente des appareils de téléphonie mobile pour évaluer la sécurité des utilisateurs.

Le "facteur d'antenne" ou la sensibilité constituent aussi des facteurs importants : un téléphone au DAS faible mais de sensibilité médiocre serait inévitablement obligé de fonctionner près de sa puissance maximale pour conserver la qualité de la liaison avec sa station de base et donc risquerait d'être plus nocif qu'un autre téléphone au DAS équivalent mais doté d'une meilleure sensibilité par exemple.

Notre expérience confirme les études antérieures (avec des téléphones plus anciens), démontrant la réduction de l'amplitude du champ électromagnétique avec l'éloignement :



Par contre nous ne retrouvons pas la notion d'émission d'ondes de niveau plus élevé entre la fin de la composition du numéro et le décrochage du correspondant (cf graphiques des mesures 1 à 4) : le niveau d'ICE mesuré à 10 secondes (le téléphone débute l'appel) est au contraire à chaque fois inférieur ou égal aux autres mesures effectuées (le décrochage s'effectue autour de 10 secondes). Autour de 40 secondes (la communication est établie avec la messagerie du correspondant), le niveau d'exposition est similaire ou inférieur à la suite de la communication.

Pour autant, s'exposer durant cette période d'attente est inutile puisque la connexion n'est pas établie avec la personne appelée (ou sa messagerie).

Conclusions en pratique, pour des recommandations de limitations d'exposition aux OEM :

- ces mesures confirment le rôle de l'éloignement du téléphone : la distance de 40 cm semble pouvoir être retenue, correspondant à une utilisation réaliste en pratique quotidienne avec une oreillette (voir plus loin) ou un haut parleur au minimum, le temps de joindre un correspondant, il est préférable de tenir éloigné le téléphone mobile à 40 cm (notamment de la tête) pour ne pas s'exposer inutilement

- Enfin, d'autres éléments vont avoir un impact : le choix du téléphone (privilégier une bonne sensibilité pour la connexion à l'antenne relais) ; vérifier le niveau de réception indiqué sur le téléphone : privilégier les zones où la réception est optimale (repérable au nombre de "barrettes" affichées).

III. Variation de l'exposition lors d'un message type SMS

Lors d'un envoi d'un SMS court, le niveau d'ICE diminue logiquement avec la distance et avec la durée du message (le téléphone se connecte à l'antenne relais la plus proche uniquement le temps d'envoyer le message : le niveau d'émission est donc moins important que lors d'une conversation dans la grande majorité des cas).

On note que l'on est proche d'une valeur inférieure à deux fois celles du SMOG: cette valeur double encore avec un SMS long.

Si on compare au même téléphone situé à 40 cm en mode appel avec haut parleur (ou kit main libre), l'ICE est nettement moindre (7,46 pour l'appel versus 2,08 pour SMS long versus 1,05 pour un SMS court).

Enfin, le niveau d'exposition est de courte durée comparée à des appels téléphoniques : au total, le niveau

d'exposition est nettement plus faible à la fois par la durée et par l'ICE. De plus le mode SMS implique de fait un éloignement de l'exposition au cerveau (mais pas forcément de l'utérus : cas de la femme enceinte)

Conclusions en pratique, pour des recommandations de limitations d'exposition aux OEM, nos observations confirment :

- il faut privilégier l'usage du portable en mode SMS, avec des messages courts
- Attention aux femmes enceintes qui doivent veiller à ne pas placer le téléphone proche du ventre lors de l'utilisation mode SMS



IV. Variation de l'exposition avec l'utilisation des oreillettes avec fil

Nous ne notons aucune différence de l'ICE à 40 cm du portable, que celui-ci soit relié ou non à une oreillette, et une réduction de l'ICE avec une distance à 60 cm : l'exposition n'est donc pas augmentée par les oreillettes dans notre expérience. Nous ne notons pas d'effet d'amplification comme le signalent d'autres recommandations (cf « Appel des 20 », annexes)

Toutefois, on notera que l'exposition reste supérieure au Smog et que l'utilisation de l'oreillette ne permet pas une exposition nulle (à 40 cm de distance du téléphone).

Conclusions en pratique, pour des recommandations de limitations d'exposition aux OEM, nos observations confirment :

- l'utilisation de l'oreillette filaire réduit fortement le niveau d'exposition aux OEM
- et ce avec les oreillettes fournies avec le téléphone acheté
- dans la mesure où l'on maintient le téléphone à distance (et non sur soi)

Notre étude ne retrouve pas d'effet d'amplification : son efficacité semble aussi bonne que l'utilisation avec un haut parleur, tout en permettant de conserver une confidentialité et une meilleure qualité d'écoute.

V. Variation de l'exposition pour un téléphone au « repos »

Au repos, on reste sur un niveau équivalent au Smog : mais la mesure à 10 cm (N°16) est environ 3 fois au dessus du Smog, et la 2ème mesure collée au portable est environ 7 fois supérieure à celui du Smog (téléphone éclairé mais sans appel).

En effet, même au repos, le téléphone mobile émet quelques secondes régulièrement pour signaler sa présence à l'antenne relais : ceci illustre donc que le repos est relatif, et qu'une exposition existe ponctuellement et régulièrement même au « repos ».

Ainsi, porter en permanence sur soi le téléphone la journée, ou dormir proche du portable (a fortiori proche de la tête, comme par exemple sous l'oreiller ou sur la table de nuit) nous expose aux OEM du téléphone portable : à des niveaux assez faibles mais répétés et donc potentiellement nocifs.

Conclusions en pratique, pour des recommandations de limitations d'exposition aux OEM, nos observations confirment :

- ne pas porter le téléphone non éteint (qu'il soit en veille ou éclairé) sur soi en permanence : ceci est particulièrement vrai pour les femmes enceintes, pour des personnes atteintes de pathologies cardiaques et qui porteraient le téléphone proche du cœur...
- ne pas dormir avec le téléphone portable non éteint à proximité
- en cas d'utilisation de fonctions annexes sur le portable (jeux...), il faut passer en mode « avion » pour ne pas s'exposer inutilement

VI. Variation de l'exposition pour un téléphone avec l'utilisation d'Internet

On note une ICE proche de l'utilisation du SMS court, soit environ 2 fois au-dessus du Smog, avec des niveaux assez similaires avec 2 téléphones différents situés à 40 cm du corps (position de lecture du portable).

L'exposition est réelle, même si elle reste très inférieure à l'ICE d'un appel « collé à l'oreille ». Ainsi, pour une utilisation prolongée d'internet, il paraît préférable d'utiliser les postes fixes.

Conclusions en pratique, pour des recommandations de limitations d'exposition aux OEM, nos observations confirment :

- l'utilisation d'internet sur un téléphone portable doit rester exceptionnelle et annexe

I. Expérience thermique n°1 (Eau et Bêcher)

Nous savons désormais qu'il existe un effet thermique sur la matière provoqué par le téléphone portable. La première question à se poser est : Quelles sont les causes de cet échauffement ? La comparaison entre le témoin et les conditions d'appel permettent de déterminer que le téléphone produit un échauffement de par son activité électrique; l'effet Joule est à l'origine de la majeure partie de l'élévation de la température mais l'effet des ondes électromagnétiques n'est pas à négliger. On déduit ainsi que, sur un appel de 7 minutes, un tiers de l'énergie est apporté par les ondes. Mais après tout, que ce soit l'effet Joule où les ondes électromagnétiques qui provoquent l'échauffement de notre cerveau ne modifie rien. Le phénomène reste le même, et, s'il est possible qu'il ait des répercussion sanitaires, il est de notre devoir de nous en protéger. D'ailleurs, la présence du bêcher est intéressante car, à l'instar de la boîte crânienne, il « isole », dans une certaine mesure, l'émetteur de la substance observée. Ainsi, notre modélisation permet l'observation de l'échauffement du cerveau, organe fragile, et non pas celle plus évidente mais moins dangereuse des tissus tels que l'oreille. Le cancer de la parotide est évidemment un problème grave, mais son origine n'est certainement pas seulement une trop haute température. Ainsi, notre expérience ne cherche pas à dire que l'élévation de température est un danger pour l'humanité, et qu'il faut proscrire les téléphones portables, mais cherche seulement à mettre en évidence une interaction entre cet objet et notre corps. Puisqu'elle existe, comme semble l'indiquer cette simple expérience que vous pouvez vous-même reproduire, il est possible d'envisager, même si nous ne pouvons pas encore le prouver, l'existence d'autres interactions potentiellement dangereuses. Se baser sur des phénomènes facilement observables pour anticiper ceux qu'on ne peut pas mettre en évidence avec les moyens actuels, tel est le raisonnement. Ces autres interactions sont d'ailleurs suggérées dans certaines études. Par exemple, un communiqué de presse du Criirem, daté du 7 décembre 2005, évoque que des effets non-thermiques ont été découverts par les scientifiques ! Que ces effets existent ou non, que l'on ait les moyens de prouver leur existence ou non, tant qu'il existe une possibilité pour qu'ils existent, il est fondamental de respecter le principe de précaution et de limiter les potentiels dégâts, par des gestes quotidiens et simples, avant qu'il ne soit trop tard.

Il est dommage que notre thermomètre n'ait une précision que de $0,1^{\circ}\text{C}$, (alors que l'on observe une augmentation de $0,2^{\circ}\text{C}$) et que notre manque de temps ne nous

aient pas permis de dresser une courbe de l'évolution de la température en fonction du temps. Mais, on peut supposer que la température continue d'augmenter, du moins sur une certaine période. De fait, il est extrêmement aisé de limiter cet échauffement, et peut-être par la même occasion de se prémunir des risques potentiels dus à des effets encore inconnus, en évitant les appels prolongés, évidemment, mais aussi, si l'on se voit obligé d'en passer un, en changeant d'oreille au milieu de la conversation, afin que ce ne soient pas les mêmes tissus qui absorbent l'énergie...

Si les effets thermiques sont régis par les mêmes lois que le champ électrique, ce que nous ne prouvons pas mais qui est envisageable, alors le plus simple serait de s'éloigner au maximum de l'appareil, puisque, comme vu précédemment, le champ électrique décroît en fonction de la distance (cf expérience sur le champ électrique mesures 2,3,4 par exemple).



II. Expérience avec cervelles d'agneau et crâne humain

Tous les points abordés pour la première expérience thermique sont aussi valables pour celle-ci, puisqu'il s'agit d'un approfondissement n'ayant pas pour but la mise en évidence d'une autre interaction mais simplement un rapprochement des conditions réelles. Elle se distingue donc de la précédente par une substance à tester plus proche de notre cerveau dans sa composition, car une cervelle d'animal se révèle très similaire à la notre, et dans sa masse, nettement supérieure à celle de l'eau; en effet 255g représente tout de même un cinquième de la masse d'un cerveau moyen. Elle s'en distingue encore par le contenant, le simple bûcher ayant été remplacé par un véritable crâne. C'est le point fort de cet expérience, sa représentation quasiment parfaite des conditions dans lesquelles nous téléphonons. Seules des mesures sur le moment, si l'on possédait du matériel adapté et une personne volontaire, serait plus représentatives. Le fait d'avoir remplacé l'eau par des cervelles est important, car l'eau représentait le cerveau dans sa partie sensible, car ce sont les molécules d'eau qui s'échauffent. Or, ici, la mesure est plus objective, étant donné que la substance réactive représente le cerveau dans son ensemble. Il est donc normal de constater une augmentation moins

importante de la température, au vu de la plus grande quantité de matière utilisée et de la sensibilité inférieure de celle-ci. Nous étions même préparés à obtenir des résultats invisibles avec le matériel dont nous disposions. C'est la raison pour laquelle la durée d'appel a été augmentée. Mais l'expérience a été concluante, et même si notre cerveau est cinq fois plus lourd que les cervelles utilisées, même si son échauffement est d'autant plus long, on sait désormais qu'il existe un effet thermique dû au téléphone portable, même si il n'a pas de conséquences directes détectables à court terme. En outre, nous avons étudié l'effet thermique faute de temps et de matériel adéquat pour étudier les autres effets. Ces effets qui font encore polémique, dont on ne peut prouver pour le moment la responsabilité dans certaines pathologies, mais que l'on soupçonne déjà... Le très intéressant « rapport bioinitiative » relate par exemple que la moitié des études menées sur la génotoxicité des ondes électromagnétiques concluent sur la découverte d'effets génotoxiques. Notre but est de vous permettre, de manière simple et accessible, d'avoir une opinion personnelle sur le téléphone portable. Vous savez maintenant qu'il existe des effets thermiques sur l'organisme, se protéger des éventuels autres effets, appelés non-thermiques, peut être envisagé par des gestes simples, tels que l'utilisation d'oreillettes ou du haut parleur, ou encore par le choix d'un appareil performant, qui évite à son propriétaire d'être trop exposé aux ondes électromagnétiques...



4.0 CONCLUSION

Nous ne prétendons pas être capable de faire ce qu'aucun chercheur n'a actuellement fait. Nous ne prétendons pas pouvoir affirmer que le téléphone portable est ou non néfaste à long terme. Nous aspirons seulement à vous faire réfléchir, à vous interpeler. Nous avons constaté des interactions indéniables entre notre corps et le téléphone portable. Il en existe sûrement d'autres. Nous n'apportons aucune preuve, mais nous montrons, au vu des résultats obtenus, qu'il serait judicieux de prendre en compte les recommandations simples émises par certains chercheurs, afin de nous protéger d'effets indésirables qui nous seraient inconnus, ou non reconnus. En effet, comme ils le suggèrent, une simple application du Principe de Précaution par des gestes banals du quotidien, à notre portée à tous, nous permettrait de nous prémunir en grande partie des risques potentiels liés au téléphone portable. Nous ne faisons que nous appuyer sur les études qui nous mettent raisonnablement en garde, celles-là même qui semblent inconnues du public. Protéger les

jeunes et la génération suivante est une priorité absolue, car exposer des enfants, toujours plus jeunes, si fragiles, à un objet dont nous savons si peu est simplement de l'inconscience ! Chacun est maître de sa santé, chacun est libre d'agir ou non.

Le téléphone portable est certes une fabuleuse invention, très pratique, mais le revers de la médaille peut être lourd... Le bannir de notre vie serait un outrage à la modernité, mais ruiner notre santé sous couvert d'utilité serait ridicule. Trouver un juste milieu, qui nous permette d'en profiter sans nous exposer inutilement, voilà un raisonnement sage.

Puisse ce positionnement toucher un maximum de personnes, seul l'avenir nous donnera raison... ou tort, ce qui resterait une bonne nouvelle. Si ce travail vous a semblé correct, vous pouvez nous aider en diffusant ces saines recommandations, et si vous possédez une volonté forte, du matériel plus performant et suffisamment de temps, tant d'autres expériences restent à faire...



REMERCIEMENTS

Pour le soutien logistique et technique :

Mr CANGIANO Marius (tout à droite) et Mr PALACIN Denis (tout à gauche)

Nous souhaitons également remercier nos professeurs, Mr Apfel professeur de sciences physiques et Mr Rossi professeur de Sciences de la Vie et de la Terre, pour leurs explications et leur investissement pendant les séances de TPE.

Merci à l'Association Santé Environnement France (ASEF) pour la mise en relation avec l'ADE 11 et pour la documentation scientifique,

Merci au journal *les Eco...de la Terre* pour l'aide à la publication et à la diffusion de ce travail.

Commission de la sécurité des consommateurs. « AVIS RELATIF A L'INFORMATION DU CONSOMMATEUR DANS LE DOMAINE DE LA TELEPHONIE MOBILE 02/08 ». 2008 <http://www.securiteconso.org/article651.html#>

Bannwarth B, et al, C : « Fibromyalgia syndrome in the general population of France: a prevalence study. *Joint Bone Spine* », 2009 Mar;76(2):184-7

CepiDc/ Inserm : « données mortalité en France 2009 » <http://www.cepidc.vesinet.inserm.fr/cgi-bin/broker.exe>

Carpenter D and Sage C, « Setting Prudent Public Health Policy for Electromagnetic Field Exposures » : *Reviews on Environmental Health*, Vol 23, N°2, 2008

Carpenter, and C. Sage, Editors. 2007. « BioInitiative Working Group, 31 août 2007 ; www.bioinitiative.org
Traduction française : Traduction française du résumé : « Rapport Bioinitiative : Arguments pour des seuils de protections du public fondés sur les effets biologiques des rayonnements électromagnétiques (EBF et MO) » Criirem, octobre 2007. www.criirem.org

H Divan et al, « Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children »: mai 2008, (rapporté dans « le Journal de l'Environnement : <http://www.journaldelenvironnement.net/risques-sante/>)

Lennart Hardell, Michael Carlberg, Fredrik Söderqvist, Kjell Hansson Mild, L Lloyd Morganin: *Occup Environ Med* 2007;64:626–632

Gandhi, O.P., G. Lazzi, and C.M. Furse : « Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz ». *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 1996. 44(10): p. 1884-1897.

Walker, W.J. and B.N. Brin, U.S. « lung cancer mortality and declining cigarette tobacco consumption. *Journal of Clinical Epidemiology*, 1988. 41(2): p. 179-85.

Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.

Le rapport de l'Afsset met en évidence l'existence d'effets des radiofréquences sur des fonctions cellulaires, rapportés par une dizaine d'études expérimentales considérées par l'Afsset comme incontestables. Néanmoins aucun mécanisme d'action entre les radiofréquences et les cellules pour des niveaux d'exposition non thermique n'a été identifié à ce jour. De même le niveau de preuve épidémiologique concernant des excès de certaines tumeurs reste très limité. A contrario, un nombre important d'études ne rapporte pas d'effet particulier. Au total, le niveau de preuve n'est pas suffisant pour retenir en l'état des effets dommageables pour la santé comme définitivement établis. Pour l'Afsset ils constituent des signaux indéniables. Face à ces incertitudes l'Afsset considère qu'il convient d'agir ... <http://www.afsset.fr/index.php?pageid=2175&parentid=229&ongletlstd=4900#content>

Rapport Académie Nationale de médecine : « Les causes du cancer en France : nouvelles données scientifiques en l'an 2000 » - http://www.academie-medecine.fr/Upload/tubiana_rapp_cancer_13sept_073.pdf

CRIIREM : Centre de Recherche et d'Information Indépendantes sur les Rayonnements ElectroMagnétiques.
« Téléphonie mobile : les bons réflexes 2006. » <http://criimem.blogspot.com/precautionsprotections/>

« APPEL DE 20 EXPERTS INTERNATIONAUX RASSEMBLÉS PAR DAVID SERVAN-SCHREIBER CONCERNANT L'UTILISATION DES TÉLÉPHONES PORTABLES »
www.guerir.org