

RAPPORT DU "BIOINITIATIVE WORKING GROUP"

Traducteurs : Frédérique Badoux et Paul Lannoye

Le GRAPPE, www.grappe.be

SECTION 1

RESUME POUR LE PUBLIC

Cindy Sage, Massachusetts

Sage associés

USA

Préparé pour le Groupe de Travail Bioinitiative

Août 2007

Table des matières

I. Résumé pour le public

A. Introduction

B. But du rapport

C. Problèmes avec les normes actuelles de Santé Publique (Valeurs-limites de sûreté)

II. Résumé des connaissances scientifiques.

A. Preuves d'incidence du cancer (Leucémie infantile et cancer chez l'adulte)

B. Changements dans le système nerveux et les fonctions cérébrales

C. Effets sur les gènes (ADN)

D. Effets sur les protéines de stress (*Heat Shock Proteines*)

E. Effets sur le système immunitaire

F. Mécanisme biologique plausible

G. Un autre point de vue sur les CEM (champs électromagnétiques) : utilisations thérapeutiques

III. CEM : exposition et conception prudente de la Santé Publique

IV. Actions recommandées

A. Définir de nouvelles normes d'exposition aux CEM

B. Définir des actions préventives afin de réduire les expositions

V. Conclusions

VI. Références et définitions des unités de mesures

I. Résumé pour le public

A. Introduction

Vous ne pouvez ni les voir, les goûter ni les sentir, mais c'est l'une des plus pernicieuses expositions environnementales dans les pays industrialisés aujourd'hui. Les radiations électromagnétiques (REM) ou les champs électromagnétiques (CEM) sont les termes décrivant les expositions créées par la vaste gamme des technologies câblées ou sans fil qui ont modifié notre mode de vie de nombreuses manières et pour notre bien-être. Toutefois, ces technologies ont été conçues pour maximiser l'efficacité et le confort énergétique, sans prendre en compte les effets biologiques sur la population. Basées sur de nouvelles études, il y a des preuves et des indices de plus en plus nombreux au sein de la communauté scientifique et du public de risques potentiels pour la santé associés à ces technologies.

Les êtres humains sont des systèmes bioélectriques. Notre cœur et notre cerveau sont régulés par des signaux bioélectriques internes. L'exposition environnementale aux CEM interfère avec les processus biologiques fondamentaux du corps humain. Dans certains cas, ceci peut causer de l'inconfort et des maladies. Depuis la seconde guerre mondiale, le niveau ambiant de CEM à partir de sources électriques a augmenté de manière exponentielle, plus récemment par le biais des technologies sans fil telles que les GSM, les réseaux WI-FI et WI-MAX. Plusieurs décennies de recherches scientifiques confirment que les CEM sont biologiquement actifs chez l'humain comme chez l'animal, ce qui pourrait avoir des conséquences majeures sur la Santé Publique.

Aujourd'hui, tout le monde est exposé à deux types de CEM : (1) les champs électro- magnétiques de fréquences très basses (ELF) issues d'équipements électriques et électroniques et (2) les radiations de fréquences radio (FR) des GSM, antennes et tours de transmission. Dans ce rapport, nous utiliserons le terme CEM pour mentionner tous les champs électro-magnétiques en général et le terme REM ou FR pour mentionner des types spécifiques d'exposition. Ils constituent tous deux des radiations non-ionisantes, ce qui signifie qu'ils n'ont pas suffisamment d'énergie pour séparer les électrons de leurs orbites atomiques et ioniser (charger) les atomes, comme le font les rayons X et autres types de radiations ionisantes.

Un glossaire et un certain nombre de définitions sont joints en annexe pour aider le lecteur. Quelques définitions pratiques sont probablement indispensables à la compréhension de ce qui a trait aux champs de basses fréquences (ELF) et aux radiofréquences dans ce résumé, notamment pour ce qui concerne leur mesure.

B. But du rapport

Ce rapport a été écrit par quatorze scientifiques et experts de Santé Publique afin de documenter les données scientifiques relatives aux champs électro- magnétiques. Une douzaine de lecteurs extérieurs ont apporté leurs remarques et critiques à ce rapport.

Le but de ce rapport est d'évaluer les preuves scientifiques à propos des impacts sur la santé des radiations électromagnétiques à des niveaux d'exposition inférieurs aux limites légales actuelles d'exposition et d'envisager les changements de ces limites qui réduiraient les risques pour la santé dans le futur.

Tout n'est pas connu sur le sujet ; mais il est clair que les standards de sécurité actuels dans chaque pays sont beaucoup trop laxistes. Des changements sont indispensables.

De nouvelles approches sont nécessaires pour éduquer les législateurs et le public concernant les sources d'exposition, pour les aider à trouver des alternatives qui ne poseront pas autant de risques pour la santé, tant qu'il est encore temps d'effectuer des changements.

Un groupe de travail composé de scientifiques, de chercheurs et de professionnels de la Santé Publique (Le Groupe de Travail BioInitiative) se sont concertés en vue de documenter les informations

devant être prises en considération au sein du débat international concernant la pertinence (ou la non pertinence) des normes actuelles.

Ce rapport est le produit d'une initiative internationale en matière de recherche et de politique publique qui vise à donner une vue d'ensemble des effets biologiques connus suite à l'exposition aux CEM (FR et ELF ainsi que différentes formes d'expositions combinées qui sont reconnues comme bioactives). Ce rapport examine les recherches et les normes actuelles et prouve que ces normes sont loin d'être pertinentes en matière de Santé Publique.

Conscient que d'autres groupes aux Etats-Unis, au Royaume Uni, en Australie, au sein de l'Union Européenne ainsi que dans les pays de l'Europe de l'Est, mais aussi l'Organisation Mondiale pour la Santé, débattent activement à ce sujet, le Groupe de Travail BioInitiative a conduit un processus de révision scientifique. Ce rapport s'appuie sur des données scientifiques fiables et émet des recommandations aux législateurs et au public.

Les conclusions personnelles des différents auteurs ainsi que les conclusions générales sont données au tableau 2-1 (Tableau résumé global)

Les onze chapitres qui documentent les études scientifiques clefs et identifient les effets des champs électromagnétiques ont été écrits par les membres du Groupe de Travail BioInitiative. Les sections 16 et 17 ont été préparées par des experts en matière de politique de Santé Publique. Ces sections discutent le corps de preuves qui devrait être pris en compte par la politique de Santé Publique, comment les informations scientifiques devraient être évaluées dans le contexte d'une politique de Santé Publique prudente, et identifient les bases qui permettent de prendre les mesures de précaution et les actions préventives proportionnelles aux connaissances disponibles. Ces sections évaluent également les preuves à propos des ELF qui mènent à la recommandation de nouvelles limites d'exposition.

D'autres groupes de travail et agences ont abouti à des conclusions différentes en adoptant des exigences de niveau de preuves si déraisonnablement élevées qu'elles excluent toute possibilité d'adopter de nouvelles limites d'exposition. Quelques uns de ces groupes ont même recommandé un assouplissement des normes existantes. Pourquoi ?

L'une des raisons est que les limites d'exposition aux ELF et aux RF sont conçues par des comités de scientifiques ou d'ingénieurs appartenant aux sociétés professionnelles qui ont toujours mis au point des recommandations à ce sujet ; en conséquence, les agences gouvernementales ont adopté ces mêmes recommandations. Le processus de mise au point de ces recommandations n'intègre que peu voire aucune donnée extérieure à l'ingénierie professionnelle et aux intérêts commerciaux qui y sont intrinsèquement liés. Souvent, les vues de l'industrie sur les risques admissibles et preuves de nuisances sont des plus influentes, en lieu et place de ce que les experts de la Santé Publique déterminent comme acceptable.

Il y a plusieurs objets de désaccord parmi les experts :

- 1) Les scientifiques et les experts de Santé Publique utilisent des définitions différentes des critères de preuve adoptés pour juger les données scientifiques : ils aboutissent donc à des conclusions divergentes sur les actions à entreprendre. Les scientifiques ont bien un rôle à jouer mais ils n'ont pas l'exclusivité ; d'autres avis comptent.
- 2) Nous parlons tous essentiellement des mêmes études scientifiques mais nous utilisons des critères différents quand nous disons « trop, c'est trop ! » ou « voici les preuves ! ».
- 3) Certains experts pensent que toutes les études doivent être cohérentes (aboutir chaque fois au même résultat) avant d'admettre qu'un effet nocif existe.
- 4) Certains experts pensent qu'il suffit d'examiner les effets aigus, de court terme.
- 5) D'autres disent qu'il est impératif d'étendre l'étude sur un laps de temps plus long (montrant les effets d'une exposition chronique) puisque telle est la réalité dans laquelle nous vivons.
- 6) Quelques experts prétendent que tout le monde, les jeunes, les plus âgés, les femmes enceintes et les personnes malades doivent être pris en considération – d'autres prennent uniquement en compte le citoyen moyen (ou, dans le cas des FR, un homme d'1m80).
- 7) Il n'y a plus de population non exposée. Déterminer les risques croissants de maladie est d'autant plus difficile.
- 8) Le consensus manque quant au mécanisme biologique unique qui est impliqué.

9) Les études épidémiologiques concernant les risques liés aux CEM et ELF sur les humains sont cohérentes mais les études sur les animaux ne montrent aucun effet toxique important.

10) Les intérêts financiers et les investissements ont une influence substantielle sur les débats en matière de santé.

Les limites de sécurité d'exposition du public aux CEM ont besoin d'être développées sur base d'un dialogue non seulement entre les scientifiques mais aussi avec les experts de la Santé Publique, les législateurs et le public en général.

« En principe, l'évaluation des évidences devrait être combinée avec d'autres jugements basés sur d'autres valeurs sociétales, par exemple les coûts et les bénéfices, l'acceptabilité des risques, les préférences culturelles, etc. et aboutir à une prise de décision efficace et sage. Les décisions en cette matière sont finalement prises en fonction des points de vue, des valeurs et intérêts des acteurs participant au processus de prise de décision et dont les opinions sont pesées selon plusieurs critères. Les preuves scientifiques pèsent sans doute, ou devraient peser d'un poids relativement lourd dans la balance mais ne bénéficient pas d'un statut d'exclusivité, les décisions seront basées sur les preuves mais aussi sur d'autres critères. » (1)

Le consensus du Groupe de Travail BioInitiative est total : les limites légales de sécurité d'exposition existantes sont inadéquates pour les ELF aussi bien que pour les FR.

Ces propositions reflètent le constat qu'il est impossible de garantir la sécurité en ce qui concerne l'exposition chronique à des niveaux de ELF et de FR de faible intensité. Comme pour beaucoup d'autres normes d'expositions environnementales, les limites proposées ne protègent pas totalement mais des normes plus rigoureuses ne sont pas réalistes à l'heure actuelle. Même un risque faiblement accru de cancer et de maladies neurodégénératives entraînerait d'énormes conséquences pour la Santé Publique. L'adoption de normes réglementaires à l'égard des ELF et des actions préventives pour les FR garantirait actuellement une réduction de l'exposition et informeraient le public sur le potentiel d'augmentation des risques, sur les niveaux d'exposition chronique qui entraînent ces risques et sur les mesures à prendre pour les réduire.

C. Problèmes avec les normes actuelles de Santé Publique (Limites de sécurité)

Les limites actuelles d'exposition du public vis-à-vis des télécommunications sont basées sur la présomption que le réchauffement des tissus (pour les FR) ou l'induction de courant électrique dans l'organisme (pour les ELF) sont les seuls problèmes auxquels les organismes vivants sont exposés. Ces expositions peuvent générer un réchauffement des tissus qui est reconnu nocif même à des doses de court terme. Ainsi, les limites thermiques ont bien un but. Par exemple, pour les gens dont le métier exige d'eux de travailler à des installations de radars, ou pour ceux qui installent et entretiennent les antennes de réseaux sans fil, les limites thermiques sont nécessaires pour prévenir les dommages causés par le réchauffement (ou, dans le cas des ELF, par l'induction de courants électriques dans les tissus). Dans le passé, les scientifiques et les ingénieurs ont développé des normes d'exposition aux radiations électromagnétiques basées sur l'hypothèse que nous savons aujourd'hui erronée, selon laquelle la méthode correcte pour évaluer la quantité d'énergie non ionisante tolérée sans risque par l'organisme humain consiste à mesurer seulement l'échauffement des tissus (RF) ou le courant induit dans le corps (ELF).

Au cours des dernières décennies, il a été établi sans aucun doute possible que les effets biologiques ainsi que quelques effets défavorables à la santé ont lieu lors d'une exposition aux ELF ou FR à un niveau d'exposition bien inférieur, alors qu'aucun échauffement ni induction de courant n'est détecté. Certains de ces effets se manifestent d'ailleurs à des niveaux d'irradiation qui sont plusieurs centaines de milliers de fois inférieurs à la limite de sécurité existante où tout échauffement est impossible.

Il apparaît que c'est l'INFORMATION transportée par les radiations électromagnétiques (plus que la chaleur) qui provoque les changements biologiques – quelques uns d'entre eux conduisent à la perte de bien-être, la maladie et même la mort.

Des effets ont donc lieu lors d'expositions de basse intensité, à des niveaux mille fois inférieurs à ceux que les agences gouvernementales présentent comme sans danger. Beaucoup de nouveaux équipements fonctionnant avec une technologie sans fil sont exemptés de normes réglementaires. Les standards existants sont avérés inadéquats face aux nuisances provenant des expositions chroniques à des champs de basses fréquences si on se base sur les évaluations scientifiques indépendantes qu'on trouve dans la littérature spécialisée. Cela signifie qu'une base (une base biologique) entièrement nouvelle est nécessaire. De nouvelles normes doivent prendre en compte ce que nous avons appris sur les effets des ELF et des FR (ou toute radiation électromagnétique non ionisante) et nous devons définir de nouvelles limites d'exposition basées sur l'existence d'effets biologiques démontrés qui sont importants pour les fonctions biologiques propres à un organisme vivant. Il est vital d'agir de la sorte car l'exposition à de nouvelles sources a créé un niveau d'exposition aux champs électromagnétiques sans précédent qui couvre maintenant toutes les régions habitables de la Terre, hormis quelques zones isolées. Des correctifs sont nécessaires dans la façon dont nous acceptons, testons et déployons les nouvelles technologies qui nous exposent aux ELF et aux FR de manière à conjurer un problème de santé publique général. De récents avis d'experts ont documenté les insuffisances des normes actuelles d'exposition.

Le débat est général sur le constat de ce que les valeurs limites basées sur les effets thermiques sont dépassées et de la nécessité d'adopter de nouvelles normes fondées sur la biologie.

La section 4 décrit les préoccupations exprimées par :

- *l'OMS en, 2007, dans sa monographie : « critères de santé pour les ELF ;*
- *le rapport SCENIHR, 2006, préparé pour la Commission Européenne ;*
- *le rapport Sage- Royaume Uni, 2007 ;*
- *l'Agence de Protection Sanitaire du Royaume Uni en 2005 ;*
- *l'Advanced Research Workshop de l'OTAN en 2005;*
- *l'US Radiofrequency Interagency Working Group en 1999;*
- *l'US Food and Drug Administration en 2000 et 2007 ;*
- *l'Organisation Mondiale de la Santé en 2002 ;*
- *l'Agence internationale pour la recherche sur le cancer (IARC) en 2001 ;*
- *le Groupe d'Experts Indépendants du Parlement du Royaume Uni sur les téléphones mobiles, rapport Stewart, en 2000 ;*
- *et bien d'autres...*

Un pionnier de la recherche, feu le Dr Ross Adey, dans sa dernière publication dans le *Bioelectromagnetic Medicine*, (P. Roche et M. Markov, eds. 2004) a conclu :

« Il subsiste d'importantes questions sans réponse sur les risques possibles pour la santé qui pourraient provenir de l'exposition aux différents champs électromagnétiques provoqués par l'homme lorsque des expositions humaines sont intermittentes, récurrentes ou s'étendent sur une partie significative de la vie d'un individu.

Les études épidémiologiques ont évalué les ELF et les champs de fréquences radio comme des facteurs de risque possibles pour la santé humaine, avec des preuves historiques des risques croissants de tels facteurs telle que l'augmentation progressive de l'éclairage électrique des rues et, plus récemment, les techniques de distribution de l'énergie électrique et son utilisation dans les bâtiments commerciaux. Des modèles appropriés décrivant ces effets biologiques sont basés sur la thermodynamique des systèmes hors équilibre avec l'électrodynamique non linéaire comme caractéristique générale. Les modèles thermiques, basés sur la thermodynamique à l'équilibre n'ont pas pu expliquer cette impressionnante nouvelle frontière d'une signification bien plus grande [...].

Bien qu'imparfaitement comprises, les interactions entre les radicaux libres des tissus et les champs magnétiques peuvent avoir lieu jusqu'au niveau le plus bas d'intensité de ces champs (2)

Il peut donc ne pas exister de limite minimale en dessous de laquelle l'exposition ne nous affecte pas. Jusqu'à ce que nous sachions si une telle limite minimale existe, il est déraisonnable, du point de vue de la Santé Publique, de persister sur le ton « Les affaires sont les affaires », déployant de nouvelles technologies qui augmentent les expositions aux ELF et aux FR, particulièrement quand ces expositions sont involontaires.

II. Résumé des connaissances scientifiques

A. Preuves liées au cancer (Leucémie infantile et cancer chez l'adulte)

1. Leucémie infantile

Le constat clairement étayé de ce que les lignes à haute tension et autres sources d'ELF sont systématiquement associées à un taux plus élevé de leucémies infantiles a conduit l'Agence Internationale pour la Recherche sur le Cancer (une branche de l'Organisation Mondiale de la Santé) à classer les ELF comme Cancérogènes Humains Possibles (dans le groupe 2B de la liste des Cancérogènes). La leucémie est le type de cancer le plus courant chez les enfants.

Il n'y a guère de doute sur le fait que l'exposition aux ELF provoque la leucémie

Le niveau d'exposition à partir duquel il y a un risque est très bas –plus bas que la limite d'exposition actuelle. La limite existante (ICNIRP) est de 1000mG (904mG aux E.U.) pour les ELF. Le risque accru de leucémie infantile commence à un niveau presque mille fois plus bas que cette norme de sécurité. Le risque de leucémie pour les jeunes garçons, tel que rapporté dans une étude, double à partir de 1.4mG (7). La plupart des études portent sur des groupes incluant des enfants plus âgés et des enfants plus jeunes (0 à 16 ans), de sorte que le niveau de risque n'a une signification statistique qu'à 2mG ou 3mG. Bien que certaines méta-analyses aient combiné les études sur la leucémie infantile d'une manière telle que le risque commence à 4mG et plus, beaucoup d'études mettent en évidence des risques accrus à un niveau inférieur à 2mG et 3mG.

2. Autres types de cancers infantiles.

D'autres cancers infantiles ont été étudiés, en ce compris les tumeurs cérébrales, mais les données sont insuffisantes pour savoir si les risques existent, leur importance, ou quels niveaux d'exposition y sont associés. Le manque de certitude concernant les autres formes de cancers infantiles ne devrait pas être compris comme un message d'innocuité ; il s'agit tout bonnement d'une insuffisance de connaissances.

Le *ELF Health Criteria Monograph* n° 322 de l'Organisation Mondiale pour la Santé signale que les autres types de cancers infantiles ne « *doivent pas être exclus* ». (8)

Il existe quelques preuves ce type que d'autres formes de cancers infantiles soient liés à l'exposition aux ELF mais les études conduites sont trop peu nombreuses.

Plusieurs études récentes offrent des preuves plus convaincantes ce que les ELF constituent un facteur de risque de Leucémie infantile et de cancer ultérieurement au cours de la vie.

Dans la première étude (9), les enfants en convalescence dans un environnement riche en ELF montrent un taux de survie médiocre (une augmentation de 450% du risque de mourir si le CEM est de 3mG ou plus).

Dans la seconde étude, les enfants en convalescence dans un environnement de CEM de 2mG et plus ont 300% de chances supplémentaires de mourir que les enfants exposés à 1mG et moins. Dans cette seconde étude, les enfants en convalescence dans un environnement compris entre 1 et 2 mG ont également un taux de survie très bas, le risque accru de mourir étant de 280% (10). Ces deux études offrent une nouvelle – et convaincante – information sur le fait que l'exposition des enfants aux ELF peut être nocive à un niveau à peine supérieur à 1mG.

Une troisième étude examine les risques pour les enfants de souffrir d'un cancer plus tard dans la vie s'ils ont été élevés dans une maison incluse dans un couloir de 300 mètres le long d'une ligne à haute tension (11). Les enfants qui y ont grandi durant les cinq premières années de leur vie ont un risque accru de 500% de développer un type de cancer quel qu'il soit.

Les enfants atteints de leucémie en convalescence ont un taux de survie médiocre si leur exposition aux ELF à la maison (ou sur le lieu de la convalescence) se situe entre 1mG et 2mG selon une étude, plus de 3mG selon une autre étude.

3. Tumeurs cérébrales et neurinomes acoustiques.

L'exposition aux radiations provenant des GSM et des téléphones sans fil à été reliée dans plus d'une douzaine d'études au risque accru de tumeurs cérébrales et/ou de neurinomes acoustiques (une tumeur cérébrale placée sur un nerf lié à l'audition).

Les personnes qui ont utilisé un GSM pendant dix ans ou plus ont un taux élevé de tumeurs cérébrales malignes ou de neurinomes acoustiques. Pire encore si le GSM à été utilisé uniquement d'un seul côté de la tête.

Concernant les tumeurs cérébrales, les personnes qui ont utilisé un GSM durant dix ans ou plus courent un risque accru de 20% (si le GSM a été utilisé alternativement des deux côtés de la tête). Pour les personnes ayant utilisé un GSM durant 10 ans ou plus d'un seul côté de la tête, le risque accru de tumeur cérébrale est de 200%. Cette information s'appuie sur des résultats comparés d'études sur les tumeurs cérébrales (une méta-analyse d'études).

Les personnes qui ont utilisé un téléphone sans fil durant dix ans ou plus ont un taux plus élevé de tumeurs cérébrales et de neurinomes acoustiques. Pire encore si le téléphone à été utilisé principalement d'un seul côté de la tête.

Le risque de tumeur cérébrale (gliome malin de haute catégorie) causé par l'utilisation des téléphones sans fil est accru de 220% (des deux côtés du visage). Les risques dus à l'utilisation d'un téléphone sans fil sont plus élevés de 470% lorsqu'il est utilisé principalement d'un seul côté de la tête.

Concernant les neurinomes acoustiques, le risque est accru de 30% avec un GSM utilisé durant dix ans et plus et accru de 240% lorsque le GSM est utilisé principalement d'un seul côté de la tête. Ces valeurs du risque sont basées sur les résultats comparés de plusieurs études (méta-analyse d'études).

En ce qui concerne l'utilisation de téléphones sans fils, le risque de neurinome acoustique est trois fois plus élevé (310%) lorsque le téléphone est principalement utilisé d'un seul côté de la tête.

Les normes actuelles d'exposition aux émissions de GSM et de téléphones sans fil ne sont pas correctes si l'on considère les rapports d'études à long terme sur les tumeurs cérébrales et les neurinomes acoustiques.

D'autres indications selon lesquelles les radiations aux fréquences radio peuvent provoquer des tumeurs cérébrales proviennent d'expositions aux FR de basse intensité différentes de celles émises par les GSM et les téléphones sans fil. Les études sur les personnes qui sont exposées du fait de leur travail montrent elles aussi un taux plus élevé de tumeurs cérébrales. Kheifets (1995) a rapporté un risque accru de 10% à 20% de cancer du cerveau pour les électriciens. Cette méta-analyse a porté sur 29 études publiées sur les cancers du cerveau en relation avec des activités entraînant une exposition aux CEM ou des activités dans le secteur de l'électricité (6). La preuve d'un lien entre l'exposition à d'autres sources de FR telles qu'une activité professionnelle exposant aux CEM avec un risque modérément élevé de développer une tumeur cérébrale est confirmée.

4. D'autres formes de cancers chez l'adulte.

Il existe de multiples études démontrant statistiquement une relation significative entre une activité professionnelle exposée et la leucémie des adultes (voir chapitre 11), malgré les limites importantes rencontrées dans l'évaluation de l'exposition. Une très récente étude de Lowenthal et al. (2007) a enquêté sur la leucémie des adultes en relation avec une résidence proche de lignes à haute tension. Tout en découvrant un risque élevé chez tout adulte vivant à proximité d'une ligne à haute tension, ils ont trouvé un risque accru de 3.23 (95% CI=1.26-8.29) pour les individus qui ont passé plus de 15 ans de leur vie endéans les 300 m le long de la ligne à haute tension. Cette étude présente deux importantes conclusions : la leucémie de l'adulte est également associée à l'exposition aux CEM et l'exposition durant l'enfance accroît les risques de maladie chez l'adulte.

Un risque significatif de tumeur cérébrale chez les adultes employés dans le secteur électrique et pour ceux qui travaillent dans un milieu exposé aux CEM a été rapporté dans une méta-analyse (synthèse

de nombreuses études individuelles) par Kheifets et al., (1995). On constate un niveau de risque similaire de cancer des poumons que chez les victimes du tabagisme passif (US DHHS, 2006). Cette méta-analyse inclut un total de 29 études étendues à une population de 12 pays. Le risque relatif est de 1.16 (CI=1.08-1.24) soit un risque accru de 16% pour toute forme de tumeur cérébrale. Pour les gliomes, le risque estimé rapporté était de 1.39 (1.07-1.82) soit un risque accru de 39% pour les activités dans le secteur électrique. Une seconde méta-analyse publiée par Kheifets et al. (2001) combinait les résultats de 9 nouvelles études publiées après 1995. Elle rapportait une nouvelle estimation (OR=1.16, 1.08-1.01) qui montrait peu de changements par rapport aux résultats de 1995.

Le niveau de preuve d'une relation entre l'exposition et le cancer du sein est relativement forte chez les hommes (Erren, 2001), et quelques (certainement pas toutes) études montrent que le cancer du sein chez les femmes est d'autant plus fréquent que l'exposition augmente. Les tumeurs cérébrales et les neurinomes acoustiques sont plus courants chez les personnes exposées. Il existe moins de preuves pour les autres cancers dans la littérature scientifique mais Charles et al. (2003) rapportent que les travailleurs faisant partie de la tranche des 10% de la catégorie la plus exposée ont deux fois plus de chances de mourir d'un cancer de la prostate que ceux qui sont moins exposés (OR 2.02, 95% CI=1.34-3.04). Villeneuve et al. (2000) rapporte une augmentation statistiquement significative de lymphome *non Hodgkinien* chez les travailleurs dans le secteur électrique en relation avec une exposition aux CEM, tandis que Tynes et al. (2003) rapporte un taux élevé de mélanomes malins chez les personnes vivant à proximité des lignes à haute tension. Même si ces observations ont besoin d'être confirmées, elles suggèrent néanmoins une relation entre l'exposition et le cancer chez l'adulte outre la leucémie. Au total, la preuve scientifique de maladies d'adultes associées à l'exposition aux CEM est suffisamment convaincante pour le cancer chez l'adulte pour qu'une démarche préventive soit considérée comme appropriée, même si tous les rapports n'ont pas montré la même relation positive. Ceci est particulièrement vrai sachant que de nombreux facteurs réduisent notre capacité à définir un schéma d'apparition de la maladie en liaison avec l'exposition aux CEM : il n'y a plus de population non exposée à comparer, par exemple, et nous rencontrons d'autres difficultés à évaluer les expositions. La preuve d'une relation entre l'exposition aux CEM et les cancers chez l'adulte ou les maladies neurodégénératives, est suffisamment crédible actuellement pour mériter une action préventive visant à réduire les expositions aux CEM.

5. Le cancer du sein.

Il existe des preuves assez convaincantes dans plusieurs domaines d'investigation scientifique de ce que les ELF sont liés au cancer du sein. Durant les deux dernières décennies, il y a eu de nombreuses études épidémiologiques sur le cancer du sein chez les femmes comme chez les hommes, bien que ce lien reste controversé parmi les scientifiques. Beaucoup de ces études ont rapporté que l'exposition aux ELF est liée au risque accru de cancer du sein (toutes les études ne rapportent pas cet effet. Cependant, nous ne nous attendons pas, en science, à une cohérence de 100%, ni même de 50%, dans les résultats et ne l'exigeons pas pour entreprendre une action préventive).

La preuve démontrée par les études sur les femmes dont les activités professionnelles les soumet à une exposition suggère fortement que les ELF sont un facteur de risque pour le cancer du sein chez les femmes sujettes à une exposition à long terme de 10mG ou plus.

Les études concernant le cancer du sein chez les personnes travaillant en milieu exposé aux ELF (10mG ou plus) montrent un taux plutôt élevé de maladie. La plupart des études sur les travailleurs qui sont exposés aux ELF ont abouti à la conclusion qu'un niveau élevé d'exposition se situait entre 2mG et 10 mG. Quoi qu'il en soit, ce composé de niveaux d'exposition relativement bas à relativement hauts ne fait que diluer le niveau de risque réel. Beaucoup d'études sur l'exposition dans les activités professionnelles sont basées sur l'hypothèse selon laquelle le groupe le plus exposé l'est à 4mG ou plus. Cela signifie que a) peu de personnes sont exposées à un niveau plus élevé et b) que la maladie se révèle à des niveaux relativement bas d'exposition, soit pour des ELF de 4mG ou plus. Ceci est une autre manière de démontrer que les limites existantes à l'exposition aux ELF qui sont établies à 933-1000 mG ou plus sont inadéquates face aux niveaux d'exposition rapportés comme entraînant un risque accru.

Les études de laboratoire qui examinent les cellules cancéreuses du sein montrent que l'exposition aux ELF entre 6mG et 12mG peuvent interférer avec l'effet protecteur de la mélatonine qui combat la croissance des cellules cancéreuses. Depuis une décennie, il a été démontré que les cellules cancéreuses du sein se développent plus vite si leur environnement est exposé à un bas niveau d'ELF.

Ceci résulte du fait que l'exposition aux ELF réduit la présence de mélatonine dans le corps. La présence de mélatonine dans les cultures de cellules cancéreuses du sein est connue pour réduire le développement des cellules cancéreuses. L'absence de mélatonine (à cause de l'exposition aux ELF ou pour d'autres raisons) entraîne une accélération du développement des cellules cancéreuses.

Les études en laboratoire sur les animaux atteints de tumeur cancéreuse du sein ont montré qu'ils avaient plus de tumeurs, et plus grosses, quand ils étaient exposés en même temps aux CEM et à un promoteur chimique. Ces études considérées ensemble indiquent que les ELF sont un facteur de risque pour les cancers du sein et que les niveaux significatifs de l'exposition aux ELF ne sont pas plus élevés que ceux auxquels beaucoup de gens sont exposés au travail ou à la maison. Il est raisonnable de soupçonner que le risque est réel et que de nouvelles limites aux expositions d'ELF sont recommandables, et qu'elles auraient une action préventive garantie.

Étant donné le risque élevé de développer un cancer du sein au cours de la vie et l'importance urgente d'une prévention, les expositions aux ELF devraient être réduites pour tout individu évoluant dans un environnement à haut niveau de ELF durant une période prolongée.

Réduire l'exposition aux ELF est particulièrement recommandé pour les personnes atteintes de cancer du sein. L'environnement de la convalescence devrait présenter un bas niveau d'exposition aux ELF, étant donné la preuve d'un taux de survie médiocre pour les patients atteints de leucémie infantile et exposé à des ELF de plus de 2MG ou 3MG. Des actions préventives pour ceux qui présentent un risque élevé de cancer du sein sont également recommandées (particulièrement pour ceux qui prennent du *tamoxifen* afin de réduire les risques de contracter un cancer du sein, puisque en plus de réduire l'efficacité de la mélatonine, l'exposition aux ELF réduit aussi l'efficacité du *tamoxifen* à ces mêmes bas niveaux d'exposition). Il n'y a pas de bonne raison d'ignorer les preuves substantielles que nous disposons déjà et qui montrent un lien entre le cancer du sein et l'exposition aux ELF.

Attendre un niveau de preuves plus concluant est impensable vu l'énormité des coûts, le fardeau communautaire et individuel que cause cette maladie.

Les études sur les cellules cancéreuses du sein et certaines études sur les animaux montrent que les ELF sont un facteur de risque pour le cancer du sein. Les preuves émanant des études sur le cancer du sein humain et sur les cellules cancéreuse du sein chez les animaux confirment le lien entre le cancer du sein et l'exposition aux ELF.

Il s'agit là seulement de quelques aspects de la problématique du cancer.

Il est raisonnable de présumer aujourd'hui que tous les cancers, et d'autres maladies, pourraient être liées, ou aggravées, par une exposition aux champs e.m. (REM) qu'il s'agisse de champs de basse ou de haute fréquence.

Si une ou plusieurs formes de cancer y sont liées, pourquoi tous les risques de cancer ne seraient-ils pas un problème ? On ne peut plus affirmer actuellement que les connaissances excluent les risques pour la santé humaine. Le coût faramineux pour la société et la souffrance humaine résultant d'un manque de réaction (ou de prévention) exigent une politique active de Santé Publique, et les agences gouvernementales chargées de la protection de la santé doivent agir sur base des données disponibles.

B. Changements dans le système nerveux et les fonctions cérébrales

L'exposition aux champs électromagnétiques à été étudiée en relation avec la maladie d'Alzheimer, les déficiences (motrices) neurologiques et la maladie de Parkinson (4). Ces déficiences impliquent toutes la mort de neurones spécifiques et peuvent être classées dans les maladies neurodégénératives. Il y a des preuves qu'un haut niveau d'*amyloïde bêta* est un facteur de risque pour la maladie d'Alzheimer, or l'exposition aux champs ELF peut augmenter la teneur de cette substance dans le cerveau. Il existe aussi des indices importants montrant que la mélatonine peut protéger le cerveau contre les

dommages menant à la maladie d'Alzheimer, et également des preuves convaincantes que l'exposition aux champs ELF diminue la teneur en mélatonine. Donc, on peut logiquement avancer l'hypothèse que l'une des protections principales du corps contre la maladie d'Alzheimer (la mélatonine) manque dans l'organisme lorsque les personnes sont exposées à des champs ELF. Une exposition prolongée peut altérer la présence de calcium (Ca²⁺) dans les neurones et induire un stress oxydatif (4). Il est également possible qu'une exposition prolongée aux ELF peut stimuler les neurones (en particulier les grands neurones moteurs) et entraîner une inflammation synchrone menant à la dégradation par l'accumulation de toxines.

Les preuves d'un lien entre l'exposition et les maladies neurodégénératives, Alzheimer et la sclérose amyotrophique latérale (SAL), sont nombreuses et relativement consistantes. Bien que toutes les publications ne montrent pas statistiquement une relation évidente entre l'exposition et la maladie, des RRAs(*)

(*) Le risque relatif approché RRA est un paramètre statistique. Il se représente dans la littérature scientifique par le sigle anglais odd's ratio.

de 2.3 (95%CI=1.0-5.1 pour Qio et al., 2004), de 2.3 (95%CI=1.6-3.3 pour Feychting et al., 2003) et de 4.0 (95%CI=1.4-11.7 pour Hakansson et al., 2003) concernant la maladie d'Alzheimer, et de 3.1 (95%CI=1.0-9.8 pour Savitz et al., 1998) et 2.2 (95%CI=1.0-4.7 pour Hakansson et al., 2003) pour la SAL, ne peuvent être ignorés.

La maladie d'Alzheimer est une maladie du système nerveux. Il y a des preuves convaincantes qu'une exposition à long terme aux rayonnements ELF est un facteur de risque pour la maladie d'Alzheimer.

La question de savoir si les personnes souffrant d'un désordre épileptique pourraient être plus sensibles à une exposition aux champs RF a été soulevée. Une exposition de basse intensité pourrait être une cause possible si on se base sur la similarité des effets dus à d'autres causes identifiées. Les champs RF de basse intensité activent des opioïdes endogènes et d'autres substances présentes dans le cerveau qui agissent d'une manière identique aux actions de drogues psychoactives. De tels effets sur les animaux de laboratoires ressemblent à ceux qu'ont les drogues sur la partie du cerveau impliquée dans le phénomène d'accoutumance.

Les études de laboratoire montrent que le système nerveux humain et animal est sensible aux champs ELF et FR. Des changements mesurables dans les fonctions cérébrales et le comportement sont associés à de nouvelles technologies en ce compris l'utilisation du GSM. L'exposition des humains aux radiations du GSM peut changer l'activité des ondes cérébrales à des niveaux d'expositions aussi bas qu'une DAS de 0.1 Watt/kg (W/Kg) *** valeur à comparer au niveau permis aux Etats-Unis de 1.6 W/Kg et à celui recommandé par la Commission Internationale pour la Protection contre les Radiations Non ionisantes de 2.0W/Kg. Cela peut affecter la mémoire et l'apprentissage, activités normales d'ondes cérébrales. L'exposition aux ELF et aux RF de faible intensité est capable de modifier le comportement animal.

Peu de doutes subsistent sur le fait que les champs électromagnétiques émis par les GSM et les téléphones cellulaires affectent l'activité électrique du cerveau.

Les effets sur les fonctions cérébrales semblent dépendre dans certains cas de la charge mentale du sujet durant l'exposition (le cerveau est moins capable d'accomplir deux tâches simultanées quand la même partie de ce même cerveau est impliquée dans les deux tâches). Quelques études démontrent que l'exposition aux GSM accroît le niveau d'activité cérébrale, mais aussi que l'efficacité du cerveau et la faculté de jugement sont diminués au même moment. Une étude rapporte qu'un conducteur de moins de vingt ans montre une vitesse de réaction ralentie, comparable à celle d'une personne âgée, lorsqu'il conduit et est exposé aux radiations de son GSM. Penser plus vite ne signifie pas penser mieux !

Des changements dans la façon dont le cerveau et le système nerveux réagissent dépendent beaucoup de la spécificité des expositions. La plupart des études s'intéressent uniquement à un effet à court terme. Les conséquences des expositions à long terme sont donc mal connues.

Les personnes exposées de façon chronique à des émissions de faible niveau d'intensité provenant d'antennes-relais font état de symptômes tels qu'insomnies, fatigues, maux de tête, vertiges, faiblesses, troubles de la concentration et de la mémoire, acouphènes (bourdonnement dans l'oreille), problèmes d'équilibre et de l'orientation, et difficultés de coordination multitâche. Chez les enfants, l'exposition aux radiations des GSM résulte en un changement de l'activité oscillatoire du cerveau durant des tâches mémorielles. Bien que les études scientifiques n'aient pas encore confirmé une relation de cause à effet, ces plaintes sont largement répandues et démontrent un souci significatif du public dans les pays où les technologies sans fil ont atteint la maturité et sont largement distribuées (Suède, Danemark, France, Allemagne, Italie, Suisse, Autriche, Grèce, Israël). Par exemple, l'apparition de la troisième génération des téléphones sans fil (et sa flopée d'antennes émettrices de RF en Hollande) a provoqué des plaintes presque immédiates du public faisant état de malaises divers (5).

Les résultats contradictoires provenant des différentes études qui ont été effectuées peuvent provenir de la difficulté de trouver un environnement non exposé de contrôle à comparer avec un environnement exposé intentionnellement. Les personnes se déplaçant vers les laboratoires pour passer les tests sont pré-exposées à une multitude de rayonnements RF et ELF, elles peuvent donc déjà présenter des symptômes avant les tests en question. Une autre complication vient du fait que les changements de comportement des individus sont des résultats retardés. Les effets sont observés après la fin de l'exposition aux FR. Ceci suggère un changement persistant dans le système nerveux qui n'est évident qu'après un certain laps de temps et ne peut donc être observé pendant un test de courte durée.

Les effets à long terme de l'exposition aux technologies sans fil, y compris les émissions provenant de GSM et d'autres dispositifs destinés à un usage personnel, et à l'exposition du corps tout entier aux transmissions FR des tours et antennes émettrices ne sont tout simplement pas encore identifiés avec certitude. Toutefois, on dispose d'un corps de preuves qui suggère que les effets biologiques et l'impact sur la santé peuvent avoir lieu à des niveaux d'exposition infinitésimaux : des niveaux pouvant parfois se situer des milliers de fois sous la limite considérée officiellement comme sûre pour la population.

Les faits démontrent le potentiel de conséquences sérieuses pour la Santé Publique (et de coûts économiques associés), qui deviendra un problème majeur et global avec la généralisation de ces technologies et l'exposition du public à de telles émissions. Même un faible accroissement de l'incidence de maladies, ou de perte fonctionnelle de cognition, dues aux expositions du « sans fil » aurait des conséquences désastreuses pour la Santé publique, la société et son économie. Les études épidémiologiques ne peuvent rapporter un préjudice à la santé qu'après des décennies d'exposition, quand des effets importants peuvent être mis en évidence sur une population d'individus « moyens ». Ainsi, ces avertissements précoces sur de possibles nuisances devraient être pris au sérieux dès aujourd'hui par les législateurs.

C. Effets sur les gènes (ADN)

Le risque cancérigène est lié aux dommages à l'ADN qui altèrent le code génétique pour la croissance et le développement. Si l'ADN est endommagé (les gènes sont endommagés), les cellules touchées risquent de ne pas mourir mais de continuer à se reproduire avec de l'ADN abîmé, et ceci est une pré-condition nécessaire du cancer. La réduction de la faculté de réparation de l'ADN fait aussi partie de ce problème. Lorsque le taux de dommage causé à l'ADN excède sa capacité de réparation, il est possible que les mutations persistent et provoquent le cancer. Les études sur la façon dont les champs ELF et les RF affectent les gènes et l'ADN sont importantes, à cause justement du lien possible avec le cancer.

Il y a dix ans, la plupart des gens croyaient que des champs très faibles ELF ou RF ne pouvaient pas affecter du tout l'ADN ni la manière dont les cellules fonctionnent (ou sont endommagées au point de ne pouvoir fonctionner convenablement). L'argument avancé était que de faibles champs de radiation

ne possèdent pas suffisamment d'énergie (et ne sont pas physiquement assez puissants) pour causer un quelconque dommage. Cependant, nous savons grâce à diverses observations que l'énergie n'est pas le facteur clef de la cause de dégâts. Par exemple, l'exposition à des produits chimiques toxiques peut causer des dommages. Changer l'équilibre d'un processus biologique délicat, en ce compris l'équilibre hormonal du corps, peut endommager ou détruire des cellules et causer la maladie. En fait, beaucoup de maladies chroniques sont liées directement à cette sorte de dommage qui ne requiert en aucun cas un échauffement. Des interférences avec la communication intercellulaire (interaction cellulaire) peuvent causer soit directement le cancer, soit contribuer à développer le cancer existant. L'utilisation de techniques modernes de tests génétiques donnera très probablement dans le futur des informations très utiles sur la manière dont les CEM ciblent et affectent les molécules dans le corps. Au niveau génétique, il existe quelques preuves à présent de ce que les ELF (et RF) peuvent endommager les fonctions de l'ADN. Des études en laboratoire ont été conduites pour constater si (et comment) des CEM faibles peuvent affecter les fonctions des gènes et des protéines. De tels changements ont été constatés dans quelques unes mais pas dans toutes les études.

De petits changements dans l'expression des gènes et des protéines peuvent être capables d'altérer la physiologie cellulaire et de causer plus tard des effets sur la santé et le bien-être. L'étude des gènes et protéines et les CEM est encore dans l'enfance. Toutefois, obtenir quelques confirmations que ce soit, au niveau génétique et protéinique, de ce qu'une exposition à de faibles doses de CEM provoque effectivement des changements, constituera une étape importante dans l'évaluation des risques encourus pour la santé.

Ce qui est remarquable au sujet des études sur l'ADN, les gènes, les protéines et les CEM, est qu'il ne devrait y avoir aucun effet du tout s'il était exact que les CEM sont trop faibles pour causer des dégâts. Les scientifiques qui croient que l'énergie des CEM est insignifiante et leurs dommages improbables éprouvent des difficultés à expliquer les changements et donc ont tendance à les ignorer. Le problème avec cette opinion est que les effets ont bien lieu ! Ne pas être capable de les expliquer ne signifie pas qu'ils sont imaginaires ou de peu d'importance.

Le Programme de Recherche Européen (REFLEX) a documenté de nombreux changements dans les fonctions biologiques normales en testant l'ADN. La pertinence de ces résultats est que les effets sont directement liés à la question : oui ou non existe-t-il un risque pour la santé humaine lorsque des changements ont lieu dans les gènes ou l'ADN ? Cette recherche d'envergure a produit des informations sur les effets des CEM obtenues par plus d'une douzaine de chercheurs différents.

En voici quelques éléments clefs :

« Les mutations des gènes, la prolifération des cellules et l'apoptose sont causés par ou résultent d'une altération des gènes ou dans le profil d'expression des protéines. La convergence de ces événements est exigée pour le développement de toute maladie chronique. » (3)

« Les effets génotoxiques et une expression modifiée de nombreux gènes et protéines après une exposition aux CEM peut être démontrée avec certitude. » (3)

« Les champs ELF et RF produisent des effets génotoxiques dans les fibroblastes, les cellules HL-60, les cellules granuleuses des rats et les cellules 'neural progenitor' dérivées de cellules souches d'embryon de souris. » (Participants 2,3 et 4). (3)

« Les cellules répondent à une exposition aux champs RF entre des niveaux de DAS de 0.3 et 2W/Kg par une augmentation significative des ruptures simples et doubles des brins d'ADN et de la fréquence des micro noyaux. (Participants 2,3 et 4). (3)

« Dans les cellules HL-60, une augmentation de la génération intracellulaire de radicaux libres accompagnant une exposition aux champs ELF et RF a pu être clairement démontrée. » (Participant 2). (3)

« Les dommages causés à l'ADN ne sont pas dus à un effet thermique et soulèvent la question des limites de sûreté d'exposition environnementale aux CEM. » (3)

« Les effets sont clairement plus prononcés dans les cellules provenant de donneurs plus âgés, ce qui pourrait révéler une diminution de l'efficacité de réparation de l'ADN liée à l'âge pour les ruptures de brins d'ADN soumis aux CEM. » (3)

Les expositions aux champs ELF et RF peuvent être considérées comme génotoxiques (endommageant l'ADN) sous certaines conditions d'exposition en ce compris des niveaux d'exposition inférieurs aux limites de sûreté en vigueur.

D. Effets sur les protéines de stress (protéines de choc thermique).

Pratiquement dans tous les organismes vivants, existe une protection spéciale amorcée par les cellules lorsqu'elles sont attaquées par des toxines environnementales ou des conditions environnementales hostiles. Cela s'appelle une 'réponse au stress' et des protéines de stress sont produites. Les plantes, les animaux et les bactéries produisent tous des protéines de stress pour survivre à des pressions environnementales telles que des hausses de températures, un manque d'oxygène, un empoisonnement par les métaux lourds et du stress oxydatif (une cause du vieillissement prématuré). Nous pouvons à présent ajouter les expositions aux CEM à cette liste de pressions environnementales lesquelles provoquent une réponse physiologique de stress.

Des expositions aux ELF et RF de très faible intensité peuvent inciter les cellules à produire des protéines de stress, ce qui signifie que les cellules reconnaissent les expositions aux champs ELF et RF comme nocifs, et cela se déroule à des niveaux bien inférieurs aux valeurs limites actuellement en vigueur.

Un souci supplémentaire vient du fait que si le stress perdure trop longtemps, l'effet protecteur diminue. La réponse est réduite si le stress persiste, et l'effet protecteur en est diminué d'autant. La cellule est donc moins protégée contre les dommages causés et c'est la raison pour laquelle l'exposition prolongée ou chronique peut devenir très nocive à des niveaux pourtant très bas.

La voie biochimique qui est activée est la même pour l'exposition aux ELF et aux FR, et elle n'est pas thermique (ne requiert pas de réchauffement ou l'induction de courant électrique). Des niveaux d'exposition aux ELF de 5 à 10 mG ont démontré qu'ils suffisaient pour activer le gène de réponse au stress. Le taux d'absorption spécifique ou DAS n'est pas une mesure du seuil ou de la dose biologique appropriée et ne devrait pas être utilisé comme base pour une norme de sécurité, puisque la DAS concerne uniquement les dommages thermiques.

E. Effets sur le système immunitaire

Le système immunitaire est un autre moyen de défense que nous possédons contre les organismes envahissants (virus, bactéries, et autres molécules étrangères). Il nous protège contre les maladies infectieuses et les cellules cancéreuses. Il existe de nombreuses cellules immunitaires différentes. Chaque type de cellules a un rôle particulier et est destinée à la défense de l'organisme contre les différentes expositions que celui-ci estime nocives.

Il y a des preuves substantielles de ce que les ELF et FR peuvent provoquer des réactions inflammatoires, des réactions allergiques et altérer la fonction immunitaire normale à des niveaux d'intensités permis par les normes de protection en vigueur.

Le système de défense immunitaire perçoit un danger provenant de l'exposition aux ELF et aux RF et prévoit un système de défense contre ces champs, semblable à la réaction du corps lorsqu'il produit des protéines de stress. Il s'agit là d'indications supplémentaires de ce que des expositions à des CEM de faible niveau sont a) reconnues par les cellules et b) peuvent provoquer des réactions comme si l'exposition était nocive. Les expositions chroniques à des facteurs qui accroissent les réponses allergiques et inflammatoires en continu sur une base prolongée, sont donc vraisemblablement nocives pour la santé. Des réponses inflammatoires chroniques peuvent entraîner des dommages aux cellules, aux tissus ou aux organes, à terme.

De nombreuses maladies chroniques sont suspectées d'être liées à un problème chronique des fonctions du système immunitaire.

La libération de substances inflammatoires, telle que l'histamine, est connue pour provoquer des réactions cutanées, des gonflements, une hypersensibilité allergique et d'autres conditions normalement associées à quelque mécanisme de défense. Le système immunitaire humain fait partie d'une barrière défensive générale qui protège contre les expositions nocives de l'environnement immédiat. Lorsque le système immunitaire est excité par une attaque quelconque, tout un éventail de cellules immunitaires peut répondre. Tout ce qui déclenche une réponse immunitaire devrait être

prudemment évalué puisque une stimulation chronique du système immunitaire peut, au cours du temps, détériorer la capacité du système à répondre d'une façon normale.

Des modifications physiologiques mesurables (augmentation des cellules mastocytes de la peau, marqueurs de réponses allergiques et inflammatoires) sont suscitées par les ELF et les RF à des niveaux très bas. Des cellules épidermiques, quand elles sont activées par des ELF ou des RF, se dégradent (*degranulation*) et libèrent des substances chimiques irritantes provoquant les symptômes d'une réaction allergique de la peau. Il y a des preuves claires de ce que l'exposition aux CEM et aux FR à des niveaux associés à l'utilisation des GSM, ordinateurs, moniteurs vidéo, télévisions et autres sources peut provoquer ces réactions allergiques. Des changements dans la sensibilité de la peau ont été mesurés grâce à des biopsies de l'épiderme et les résultats obtenus sont remarquables. Quelques unes de ces réactions ont lieu à des niveaux d'exposition équivalents à ceux dus à la technologie sans fil de la vie quotidienne. On trouve également des cellules mastocytes dans le cerveau et dans le cœur pouvant être les cibles d'une réponse immunitaire des cellules suite à une exposition aux ELF et aux FR, et cela pourrait expliquer quelques uns des autres symptômes habituellement rapportés (maux de têtes, sensibilité à la lumière, arythmie cardiaque et autres symptômes cardiaques). Une stimulation chronique par l'exposition aux ELF et FR peut conduire à un dysfonctionnement immunitaire, une réponse allergique chronique, une maladie inflammatoire et une santé fragilisée si l'exposition perdure.

Ces résultats cliniques peuvent expliquer les rapports de personnes souffrant d'hypersensibilité électrique, une condition où il y a une intolérance à toute exposition aux ELF et/ou aux FR quel que soit l'intensité. Bien qu'une évaluation scientifique substantielle (sous des conditions contrôlées, pour autant que cela soit possible) n'existe pas encore, des rapports anecdotiques provenant de nombreux pays montrent que 3% voire peut-être 5% des populations sont touchés, et que le problème s'amplifie. L'hypersensibilité, comme la sensibilité à de multiples produits chimiques, peut être invalidante. Elle exige de la personne affectée des changements drastiques dans son mode de vie professionnelle et personnelle, provoque une dégradation de ses revenus et de sa liberté personnelle. En Suède, l'électrohypersensibilité (EHS) est reconnue officiellement et pleinement en tant que handicap fonctionnel (mais pas considéré comme une maladie).

F. Mécanismes biologiques plausibles

Les mécanismes biologiques plausibles pouvant raisonnablement expliquer la plupart des effets biologiques rapportés concernant les expositions aux ELF et aux FR à faible niveau d'intensité (stress oxydant et dommages ADN provenant de radicaux libres menant à la génotoxicité, mécanismes moléculaires à faible énergie en tant que liens plausibles vers la maladie comme par exemple l'effet sur le taux de transfert des électrons associé aux dommages oxydatifs, l'activation de l'ADN liée à une biosynthèse et à des mutations anormales) sont d'ores et déjà identifiés. Il est également important de se rappeler que les décisions habituelles en matière d'épidémiologie et de Santé Publique ne réclament pas qu'un mécanisme soit prouvé avant de déduire une relation de cause à effet entre les expositions aux CEM et la maladie.

Souvent, la preuve d'un mécanisme n'est pas connue avant qu'une sage réponse de Santé Publique soit mise en œuvre.

« De toute évidence, la capacité de la mélatonine à protéger l'ADN des dommages oxydatifs a des implications dans de nombreux types de cancers, leucémie y compris, si on considère que les dégâts à l'ADN causés par les radicaux libres sont l'évènement oncostatique initial dans une majorité de cancer humains » (Cerutti et al. 1994).

« En plus du cancer, les dommages provoqués par les radicaux libres au système nerveux central sont une composante significative d'une gamme de maladies neurodégénératives liées au vieillissement, notamment les maladies d'Alzheimer et de Parkinson. A l'occasion de modèles expérimentaux sur animal, la mélatonine a prouvé sa haute efficacité à prévenir leur genèse et réduire leur sévérité » Reiter et al. 2001).

Le stress oxydant, à travers l'action des dommages dus aux radicaux libres sur l'ADN, est un mécanisme biologique plausible du cancer et des maladies qui implique des dégâts au système nerveux central par les ELF.

G. Un autre point de vue sur les CEM (champs électromagnétiques) : utilisations thérapeutiques

Beaucoup de gens sont surpris d'apprendre que certains types de traitement par les CEM peuvent réellement soigner.

Il s'agit de traitements médicaux utilisant des CEM de façon bien spécifique en vue de guérir les fractures osseuses, les lésions de la peau et des tissus, de réduire la douleur et le gonflement, et pour d'autres nécessités postopératoires. Certains types d'expositions aux CEM sont utilisés pour soigner la dépression.

Les CEM se sont montrés efficaces pour traiter des maladies à des niveaux d'énergie bien en dessous des normes légales d'exposition actuelles. Ceci mène en toute logique à la question suivante : Comment les scientifiques peuvent-ils mettre en question les effets nocifs d'une exposition aux CEM tout en utilisant des types de traitements à base de CEM qui ont fait la preuve de leur efficacité thérapeutique ?

Les CEM utilisés dans le cadre de traitements médicaux soignent avec succès à des niveaux d'exposition en dessous des normes légales de sécurité, prouvant une fois de plus que le corps reconnaît et répond aux signaux CEM de basse intensité. Si ce n'était pas le cas, ces traitements médicaux ne fonctionneraient pas. Si la FDA a approuvé les équipements à base d'irradiation par CEM pour des traitements médicaux, elle doit être clairement consciente de ce paradoxe.

Les expositions aléatoires et fortuites aux CEM, contrairement aux expositions planifiées sous supervision clinique, peuvent provoquer des dommages à la santé de la même manière que l'utilisation intempestive de médicaments. Cette évidence sonne comme un avertissement : l'exposition indiscriminée aux CEM est une mauvaise idée.

Personne ne recommanderait qu'un médicament utilisé dans un traitement médical ou pour la prévention d'une maladie soit donné au hasard, en toute liberté, au public, spécialement aux enfants. Pourtant, les expositions fortuites et involontaires aux CEM ont lieu chaque jour.

Les conséquences d'une exposition quotidienne aux multiples sources de CEM, dès lors que ni le cumul des expositions ni le caractère potentiellement dommageable d'une combinaison d'expositions ne sont envisagés, peuvent avoir plusieurs implications.

Premièrement, il devient très difficile de conduire des études cliniques puisqu'il est presque impossible de trouver une personne indemne de toute exposition. Deuxièmement, les personnes malades de même que celles qui sont en bonne santé subissent une exposition multiple et au moins partiellement simultanée, cette exposition variant d'une personne à l'autre.

De la même manière que les radiations ionisantes peuvent être utilisées pour diagnostiquer efficacement et soigner le cancer, elles sont également une cause de cancer sous des conditions d'exposition différentes. Puisque les CEM sont à la fois une cause et un remède de maladie, il est vital que les normes légales d'exposition reflètent notre compréhension actuelle de l'efficacité biologique des expositions aux CEM et que soient développées de nouvelles limites de sécurité et des mesures pour empêcher les expositions futures.

III. CEM : exposition et politique prudente de Santé Publique

- **Le niveau de preuve scientifique est suffisant pour justifier une réglementation des ELF et assez substantielle pour justifier des actions préventives vis-à-vis des FR.**
- **La norme de preuve permettant d'évaluer les preuves scientifiques émergentes nécessaires pour commencer à agir devrait être proportionnelle aux impacts sur la santé et le bien-être.**
- **Les expositions sont généralisées.**

- **Les normes largement acceptées pour estimer les données scientifiques sont utilisées dans cette évaluation.**

L'exposition du public aux radiations électromagnétiques (lignes à haute tension, ondes radios et micro ondes) est en croissance exponentielle dans le monde entier. L'usage de l'électricité dans les pays en voie de développement, même en milieu rural, s'accroît rapidement. Dans les entreprises, la plupart des employés utilisent le GSM, l'ordinateur portable connecté à un réseau sans fil, et autres gadgets de télécommunication. De plus, la population est exposée aux antennes émettrices de signaux FR. Quelques pays en voie de développement ont abandonné l'usage du câble à cause du coût des infrastructures et de la facilité qu'offrent les technologies sans fil. Cette augmentation des expositions cumulées et de long terme aux FR est sans précédent dans l'Histoire de l'humanité.

Le changement le plus important est à charge des enfants qui à présent passent des heures accrochés à leur GSM chaque jour. Chacun est exposé dans une mesure plus ou moins large. Personne ne peut éviter l'exposition, puisque même celui qui vit reclus au sommet d'une montagne, sans électricité, sera exposé involontairement aux ondes de communication FR de télécommunication. Les personnes vulnérables (les femmes enceintes, les très jeunes enfants, les personnes âgées, les plus pauvres) sont exposées au même niveau que la population en général. Ainsi, il est impératif de prendre en considération les moyens pour évaluer les risques et réduire les expositions. Une bonne politique de Santé Publique réclame une action préventive proportionnelle au danger potentiel et aux conséquences de l'inaction.

IV. Actions recommandées

A. Définir de nouvelles normes d'exposition pour les ELF

Ce chapitre préconise que de nouvelles limites de ELF soient adaptées sur base d'une analyse des preuves scientifiques existantes en matière d'impact sur la Santé. Du point de vue de la Santé Publique, de nouvelles limites sont nécessaires maintenant. Elles devraient refléter les niveaux environnementaux de ELF qui, cela a été démontré, augmentent les risques de leucémie infantile et probablement ceux d'autres cancers ainsi que de maladie neurologique. Les limites des ELF devraient être établies sous les niveaux d'exposition liés, selon les études, aux risques de leucémie infantile avec adoption d'un facteur de sécurité. Il n'est plus admissible de construire des lignes à haute tension et des installations électriques qui placent les gens dans un environnement saturé de ELF. Ces niveaux sont de l'ordre de 2 à 4 mG, pas de dizaines de mG, ni des centaines. La limite existante recommandée par l'ICNIRP de 1000mG (904 mG aux Etats-Unis) pour les ELF est dépassée et basée sur des hypothèses erronées. Ces limites ne peuvent plus être considérées par la Santé Publique comme étant protectrices et devraient être remplacées. De nouvelles limites de sécurité, basées sur les effets biologiques des ELF devraient être adoptées avec comme le veut l'approche conventionnelle l'adjonction d'un facteur de sécurité par rapport au niveau de risque.

Tandis que de nouvelles limites pour les ELF sont en train d'être développées et mises en oeuvre, une approche raisonnable serait de planifier tout espace habitable proche d'une nouvelle ligne à haute tension ou d'une ligne modernisée sur base de la valeur limite 1mG, toute construction nouvelle respectant la valeur limite de 2mG. Une limite de 1mG devrait être instaurée pour tout espace habitable existant destiné aux enfants et/ou aux femmes enceintes (à cause du lien possible entre la leucémie infantile et l'exposition *in utero* aux ELF). Cette recommandation est basée sur l'hypothèse selon laquelle une protection accrue est nécessaire pour les enfants car ils ne peuvent pas se protéger volontairement, et sont exposés au risque de leucémie à un taux suffisamment élevé pour déclencher une action régulatrice préventive. Cette situation en particulier justifie d'étendre la limite de 1mG à tout l'espace occupé. Cela signifie la diffusion d'avis émanant des autorités de santé compétentes à destination du public.

Bien qu'il ne soit pas réaliste de reconstruire le réseau de distribution électrique, à court terme en tout cas, il faudrait encourager et prendre les mesures qui viseraient à réduire l'exposition due aux installations existantes, surtout dans les endroits où les enfants passent beaucoup de temps. Ces

limites devraient refléter les expositions associées au risque accru de leucémie infantile (dans la gamme des 2mG à 5mG pour tous les enfants, et sous les 14mG pour les enfants de 6 ans et moins). Pratiquement toutes les études portant sur le cancer et les maladies neurologiques liées au milieu de travail font état de ce que la catégorie correspondant à l'exposition la plus élevée se situe dans la gamme supérieure à 4mG. Ainsi, les nouvelles normes ELF devraient-elles cibler les gammes d'exposition d'importance et pas nécessairement les gammes plus élevées.

Éviter les expositions chroniques aux ELF dans les écoles, les maisons, les entreprises, au-delà des niveaux liés aux risques accrus de maladie, évitera du même coup la plupart des paramètres potentiellement bioactifs d'ELF discutés dans la littérature pertinente.

B. Définir des actions préventives afin de réduire les expositions

Étant donné les preuves scientifiques disponibles, le déploiement rapide de nouvelles technologies sans fil qui exposent les gens aux FR pulsées à des niveaux réputés être cause d'effets biologiques peut raisonnablement être présumé dangereux et provoquer, à terme, un impact sérieux sur la santé et un souci d'envergure pour la Santé Publique. La section 17 résume les preuves qui ont conduit à une recommandation de Santé Publique selon laquelle une action préventive est justifiée pour réduire ou minimiser l'exposition du public aux RF. On dispose de données scientifiques qui suggèrent voire même permettent de conclure que l'exposition aux FR peut provoquer des changements dans la fonction de la membrane cellulaire, dans la communication et le métabolisme cellulaires, dans l'activation de proto-oncogènes, et peut déclencher la production de protéines de stress à des niveaux d'exposition inférieures aux limites actuelles. Les effets résultants peuvent inclure des ruptures d'ADN et aberrations chromosomiques, la mort cellulaire incluant celle de neurones cérébraux, l'accroissement de la production de radicaux libres, l'activation du système opioïde endogène, le stress cellulaire et le vieillissement prématuré, des changements dans la fonction cérébrale comme la perte de mémoire, le retard dans l'apprentissage, le ralentissement des fonctions motrices et autres détériorations des performances chez les enfants, les maux de tête et la fatigue, les désordres du sommeil, des conditions neurodégénératives, une réduction de la sécrétion de mélatonine et les cancers. (Chapitres 5, 6, 7, 8, 9,10 et 12).

En 2000, déjà quelques experts en bio électromagnétisme ont avancé la proposition d'adopter une limite de 0.1 μW (microwatts)/ cm^2 (0.614 Volts par mètre) pour une exposition aux FR en environnement extérieur, de façon à ce qu'en général, dans les villes, le public dispose d'une protection adéquate contre les ondes pulsées (ex. tours et antennes émettrices et autres technologies sans fil). La Résolution de Salzbourg en 2000 établit une limite de 0.1 μW cm^2 (ou 0.614 Volts/mètre) pour l'exposition du public aux ondes radio. Depuis lors, il y a eu de nombreux rapports anecdotiques crédibles de malaises et de mal-être dans l'environnement des équipements de transmission sans fil (antenne de communication vocale et de données sans fil) à des niveaux plus bas. Ces effets comprennent des troubles du sommeil, une détérioration de la mémoire et de la concentration, de la fatigue, des maux de tête, des désordres épidermiques, des troubles visuels, des nausées, une perte de l'appétit, des acouphènes et des problèmes cardiaques (tachycardie). Quelques articles crédibles de chercheurs rapportent que l'exposition aux tours émettrices (transmissions GSM – niveau FR estimé entre 0.01 et 0.5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) produit un effet délétère sur la population vivant jusqu'à plusieurs centaines de mètres du site.

Ces informations plaident pour un seuil situé substantiellement sous les normes actuelles d'exposition corporelle. L'incertitude quant au minimum que de telles normes devraient atteindre pour faire preuve de prudence, du point de vue de la Santé Publique, ne devrait pas empêcher les efforts visant à répondre aux informations disponibles. Aucune limite d'exposition aux FR concernant les effets biologiques et les effets négatifs sur la santé n'a été revue à la baisse. Les risques possibles pour la santé des systèmes WLAN ou WI-FI, par exemple, réclament d'avantage de recherches et aucune garantie de sécurité ne peut être donnée actuellement à quelque niveau que ce soit. La limite inférieure d'apparition de problèmes de santé est tombée 100 fois plus bas que les valeurs limites de sécurité (pour les GSM et les *Personnal Digital Assistants*), 1000 fois à 10 000 fois pour les autres « sans fil » (émetteurs à distance, équipements WI-FI et WLAN). C'est toute la base des normes de sécurité qui est remise en question, et il n'est pas déraisonnable de s'interroger sur la sûreté des FR à quelque niveau que ce soit.

Un niveau qui pourrait être d'application pour les sources FR pulsées provenant d'antennes, tours et émetteurs à distance, WI-FI et WI-MAX, et autres sources similaires est proposé. Le niveau de précaution recommandé est de $0.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (ou 0.614 Volts par mètre) pour les FR pulsées là où ces expositions affectent le public en général. Ce niveau conseillé est proportionné au niveau de preuve et en accord avec une politique de Santé Publique prudente. Une limite de précaution de $0.1\mu\text{W}/\text{Cm}^2$ devrait être adoptée pour les expositions cumulées aux FR en extérieur. Ceci reflète le niveau de connaissance scientifique actuel à propos des FR et une réponse prudente de la Santé Publique raisonnablement établie pour les FR ambiants là où les gens vivent, travaillent et suivent un apprentissage. Ce niveau de FR correspond à une exposition corporelle totale et peut devenir une exposition chronique là où il existe une couverture de réseau sans fil (transmissions vocales et de données – GSM, PDA et autres sources de radiations aux ondes radio). Une limite de précaution à l'extérieur de $0.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ signifierait même une exposition inférieure à l'intérieur des bâtiments, peut-être aussi basse que $0.01\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Certaines études et de nombreux rapports anecdotiques ont rapporté des dommages à la santé à des niveaux encore inférieurs. Quoiqu'il en soit, actuellement, cela pourrait empêcher quelques uns des effets les plus dommageables au public proche de ces installations. Bien que ce niveau de FR n'empêche pas l'apparition de nouvelles technologies WI-FI, nous recommandons également que des alternatives câblées aux WI-FI soient mises en œuvre, particulièrement dans les écoles, les bibliothèques, de façon à ce que les enfants ne soient pas soumis à un niveau élevé de FR, et ceci jusqu'à ce que un meilleur niveau de connaissance soit atteint à propos des impacts potentiels sur la santé. Cette recommandation devrait être appréhendée comme une limite de précaution intérimaire en vue de conduire des actions préventives ; des limites plus restrictives peuvent s'avérer nécessaires dans le futur.

Des équipements émetteurs qui exposent de manière chronique les proches voisins résidents à des niveaux élevés d'ondes AM, FM, d'antennes de transmissions télévisées préoccupent aussi la Santé Publique étant donné le potentiel d'expositions très élevées autour de ces installations. Les niveaux de FR peuvent atteindre les dizaines, voire les centaines de $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ dans les quartiers résidentiels situés dans un périmètre de cinq cent mètres de quelques sites émetteurs (par exemple, *Lookout Mountain* dans le Colorado et *Awbrey Butte, Bend*, dans l'Oregon). La sécurité de telles installations exposant la population locale et les écoles à des niveaux élevés de FR doit certainement être réévaluée.

Quant aux émissions provenant d'équipement sans fil (GSM, PDA, ordinateurs portables connectés en réseau, etc.), l'évidence d'un risque accru de tumeurs cérébrales et de neurinomes acoustiques est à présent suffisante pour justifier une intervention concernant leur utilisation. Réviser la conception des GSM et des PDA préviendrait directement l'exposition de la tête et des oreilles, par exemple, en imaginant les nouveaux systèmes de telle façon qu'ils ne fonctionneraient qu'avec des écouteurs et un micro reliés par un câble.

Il est raisonnable de présumer que ces effets d'une exposition chronique, incontrôlée, auront comme résultats une santé fragilisée et des maladies, et les enfants peuvent être particulièrement vulnérables. Les jeunes ne sont pas capables de se retirer d'eux-mêmes d'un environnement malsain. L'irradiation passive, tout comme le tabagisme passif, est un problème de Santé Publique si on considère les données disponibles.

V. Conclusions

- Nous ne pouvons plus nous permettre d'agir comme nous l'avons fait jusqu'à présent. Il est temps de planifier l'installation des nouvelles lignes à haute tension, les nouvelles habitations, écoles et, plus généralement, les nouveaux lieux de séjour qui en sont proches en fonction des nouvelles dispositions générales en faveur d'un environnement à bas niveaux d'ELF. Continuer à déployer, sur base du principe « Les affaires continuent » de nouvelles technologies sans fil s'avèrera risqué et plus difficile à modifier si la société ne prend pas bientôt des décisions éclairées à propos des

limites. La Recherche doit continuer à définir quels niveaux de FR émis par les nouvelles technologies sont acceptables, mais d'avantage de recherche ne doit pas empêcher ni retarder aujourd'hui les changements substantiels qui pourraient économiser demain l'argent, les vies, et prévenir les ruptures sociales.

- De nouvelles limites régulatrices pour les ELF sont justifiées. Les limites pour les ELF devraient être établies à des valeurs inférieures aux niveaux d'exposition qui se sont révélés, au cours des études sur les risques de leucémie infantile, liés à un risque accru de maladie, avec adjonction d'un facteur de sécurité. Il n'est plus admissible de construire de nouvelles lignes à haute tension et des installations électriques qui exposent les gens à un environnement en ELF à un niveau démontré comme risqué (2mG et plus).
- Tandis que les nouvelles limites d'ELF sont développées et mises en application, une approche raisonnable établirait une limite de 1 mG pour tout espace habité voisin de lignes à haute tension neuves ou améliorées et de 2mG pour toute autre nouvelle construction. Il est également recommandé qu'une limite de 1mG soit établie pour toute habitation existante abritant des enfants ou des femmes enceintes. Cette recommandation est basée sur l'hypothèse selon laquelle une protection supplémentaire est nécessaire pour les enfants, lesquels ne peuvent se protéger eux-mêmes, et sont exposés à un risque de leucémie suffisamment élevé pour déclencher une action réglementaire. Cette situation en particulier étend la limite de 1mG à tout espace occupé existant.
- Bien qu'il ne soit pas réaliste de reconstruire le réseau de distribution électrique, à court terme en tout cas, il faudrait encourager et entamer les démarches qui réduiraient l'exposition à ces systèmes existants, surtout dans les endroits où les enfants sont présents.
- Une limite de précaution de $0.1\mu\text{W}/\text{cm}^2$ devrait être adoptée pour les expositions aux FR pour l'ensemble des fréquences en extérieur. Ceci reflète l'état de la science actuelle en matière de FR et une réponse prudente de la Santé Publique raisonnablement établie pour les FR pulsées ambiantes là où les gens vivent, travaillent et suivent un apprentissage. Ce niveau de FR doit être vu comme relatif à une exposition du corps entier qui peut devenir chronique là où il existe une couverture de réseau sans fil (transmissions vocales et de données – GSM, PDA et autres sources de radiations aux ondes radio). Certaines études et de nombreux rapports anecdotiques ont fait état de problèmes de santé à des niveaux inférieurs. Quoi qu'il en soit, actuellement, cela pourrait empêcher quelques uns des effets délétères imposés au public proche de ces installations. Bien que ce niveau de RF n'empêche pas l'apparition de nouvelles technologies WI-FI, nous recommandons également que des alternatives câblées aux WI-FI soient mises en œuvre, particulièrement dans les écoles et les bibliothèques, de façon à ce que les enfants ne soient pas soumis à un niveau élevé de FR jusqu'à ce que une meilleure compréhension des impacts potentiels sur la santé soit acquise. Cette recommandation devrait être vue comme une limite de précaution intérimaire en vue de conduire des actions préventives, des limites plus restrictives pouvant s'avérer nécessaires dans le futur.

VI. Références

(1) Martuzzi M. 2005. Science, Policy and the Protection of Human Health: A European Perspective. *Bioelectromagnetics Supplement 7*: S151-156.

26

Summary for the Public Ms. Sage

(2) Adey, WR. Potential Therapeutic Applications of Non thermal Electromagnetic Fields:

- Ensemble Organization of Cells in Tissue as a Factor in Biological Field Sensing. Bioelectromagnetic Medicine. 2004, Rosch PJ and Markov MS, editors, page 1.
- (3) REFLEX, 2004. Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards from Low Frequency Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive *in vitro* Methods.
- (4) World Health Organization, 2007. ELF Health Criteria Monograph. Neurodegenerative Disorders, Page 187.
- (5) TNO Physics and Electronics Laboratory, The Netherlands. 2003. Effects of Global Communication System radio-frequency fields on well-being and cognitive functions of human beings with and without subjective complaints. Netherlands Organization for Applied Scientific Research 1-63.
- (6) Kheifets LI Afifi AA Buffler PA Zhang ZW. 1995. Occupational electric and magnetic field exposure and brain cancer: a meta-analysis. JOEM Vol 37, No. 2, 1327 – 1341.
- (7) Green LM, Miller AB, Villeneuve PJ, Agnew DA, Greenberg ML, Li J, Donnelly KE. 1999. A case-control study of childhood leukemia in southern Ontario Canada and exposure to magnetic fields in residences. Int J Cancer 82: 161–170.
- (8) World Health Organization, 2007. ELF Health Criteria Monograph, page 256 and WHO Fact Sheet No. 322.
- (9) Foliart DE Pollock BH Mezei G Iriye R Silva JM Epi KL Kheifets L Lind MP Kavet R. 2006. Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukemia. British Journal of Cancer 94 161-164.
- (10) Svendsen AL Wehkopf T Kaatsch P Schuz J. 2007. Exposure to magnetic fields and survival after diagnosis of childhood leukemia: a German cohort study. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 16(6) 1167-1171.
- (11) Lowenthal RM, Tuck DM and Bray IC (2007) Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a casecontrol study. Int Med J doi:10.1111/j.1445-5994.2007.01389.x
- (12) Hill, AB. 1971. Principles of Medical Statistics Chapter XXIV. Statistical Evidence and Inference, Oxford University Press, Oxford University, Oxford, UK, p. 309-323.
- (13) Henshaw DL Reiter RJ. 2005. Do magnetic fields cause increased risk of childhood leukemia via melatonin disruption? A Review. Bioelectromagnetics Supplement 7, pages S86-S97.

Définition des unités de mesures

Milligauss (mG)

*Un milligauss est une mesure d'intensité des ELF. Son abréviation est mG. Le mg est utilisé pour décrire les champs électromagnétiques des appareils, ligne à haute tension, câblage intérieur et extérieur. (Une autre unité souvent employée est le tesla)
(TL) 1mb= 0.1 μT (micro tesla)*

Microwatts par centimètre carré (μW/cm²)

En termes de densité de puissance, le rayonnement de radiofréquences est mesuré en microwatts par centimètre carré, en abrégé μW/cm². Il est utilisé pour caractériser les émissions provenant d'équipements ou d'installations sans fil et pour décrire les FR ambiantes. La quantité permise actuellement aux alentours d'une antenne émettrice pour certaines fréquences GSM est de 1000μw/cm², par exemple.

***** Le taux d'absorption spécifique, TAS (en anglais SAR), mesure en Watts par kilogramme (ou W/Kg).** Il représente la quantité d'énergie FR absorbée dans le corps quand, par exemple, un GSM ou un téléphone sans fil est pressé contre la tête. Le TAS est exprimé en watts par kilogramme de tissus. La densité de puissance permise dans 1 gramme de tissus cérébral à partir d'un GSM est de 1.6 W/Kg aux Etats-Unis. Pour l'entièreté du corps, l'exposition autorisée est de 0.8W/Kg(moyenne sur 30 minutes) pour le public en général. Les normes sont similaires dans la plupart des pays mais pas exactement identiques.

TRADUCTION : Frédérique Badoux et Paul Lannoye