

Champs Electromagnétiques & Qualité Environnement Bâtiment
--

**Mémoire de formation HQE
Ecole d'Architecture de Lyon**

**François Merinis
Diplômé en Architecture
Formé en Géobiologie**

Remerciements à

Hervé GIRARD, Conseil en Qualité Environnementale des Bâtiments, Géobiologue

Michel Chazeau, géobiologue expert en CEM

Hervé Coello-Mandès, ingénieur expert en biocompatibilité

Bernard Veyret CNRS

*Le risque sanitaire n'a pas été démontré,
donc il est pour l'instant nul jusqu'à preuve du contraire.
Il y a pour l'instant beaucoup d'études en cours
qui pourraient faire changer d'avis
mais pour l'instant il est nul.
Donc s'il est nul il n'y a aucune précaution à prendre.¹*

**Professeur Madeleine Bastide
chef du laboratoire d'immunologie et de parasitologie
de l'Université de Montpellier I**

*Pr.Bastide : Dire qu'il n'y a aucune incidence sur la santé
je pense que l'on ne peut pas le dire
au vu de ces résultats là
Le journaliste : On peut même dire l'inverse
Pr.Bastide : On peut même dire l'inverse²*

¹ Envoyé spécial du 21/10/1999: les GSM

² Idem

Sommaire

Introduction	5
<u>PREMIERE PARTIE : Rappels de physique sur les ondes et les Champs ElectroMagnétiques</u>	
1- Les ondes	7
2- Notions d'électricité	10
3- Champ ElectroMagnétique (CEM)	11
4- Le 50 Hertz	13
5- Les Hyperfréquences ou micro-ondes (HF)	15
6- CEM Naturels	16
<u>DEUXIEME PARTIE : Physiologie</u>	
1- Effets biologiques des CEM	18
2- Seuil de risque	26
3- Les différents rapports et études	26
4- Electrosensibilité	29
<u>TROISIEME PARTIE : Les pollutions électromagnétiques / Observations et mesures</u>	
Liste non-exhaustive des sources de pollution EM	32
1- Les appareils	34
2- Les lieux pollués	38
3- Notion d'Electrosmog	43
4- Les réglementations	44
<u>QUATRIEME PARTIE : CEM et construction / Prescriptions</u>	
1- CEM et QEB	47
2- Modes de construction	48
3- Solutions et protections vis à vis des CE et CM	49
4- Domaines de recherche	55
ANNEXE 1 : Charte de l' environnement	58
ANNEXE 2 : Extrait d'Envoyé Spécial du 21/10/1999 sur les GSM	59
ANNEXE 3 : Conception d'une prise de terre	60
ANNEXE 3 : Carnet d'adresses	61
ANNEXE 4 : Sites Web	62
ANNEXE 5 : Bibliographie	63
ANNEXE 6 : Télécommunications (Assemblée nationale)	64
ANNEXE 7 : J.O n° 105 du 5 mai 2002 page 8624 / texte n° 39	66
ANNEXE 8 : Le Moniteur du 14 Décembre 2007	68

Introduction

Nous avons tendance à traiter ce qui est invisible comme inexistant et sans effet sur la santé (ça sent rien, ça se touche pas, ça ne se voit pas...). Pourtant, la radioactivité (invisible, inodore, intouchable) a prouvé bien le contraire tout au long de son histoire. Dès que nous touchons au domaine des ondes, nous rencontrons cette difficulté de l'invisible et de sa mise en relation avec la santé. Il nous est souvent bien plus pratique de nous adonner à la tentation de reléguer ces ondes au domaine de l'abstraction et penser qu'elles sont totalement inoffensives.

Nous retrouverons cette tendance dans le domaine du bâtiment, dans lequel la question environnementale est prioritaire à celle de la santé. Cependant la santé n'est-elle pas la première conséquence d'un environnement harmonieux ? De plus à quoi servirait-il de résoudre le réchauffement climatique si l'humanité n'arrivait pas à survivre à sa propre architecture devenue alors pour elle anxiogène ?

Sujet polémique, sujet tabou donc, surtout auprès des professionnels du bâtiment car faire une architecture *Haute Qualité Santé* demande du temps et un surcoût difficilement amortissable.

Et puis disons le franchement, nous ne voulons pas entendre parler de ces fameux CEM³, de peur qu'on ne remette en cause notre propre confort lié aux nouvelles technologies (téléphonie mobile, informatique, éclairage artificiel, four à micro-ondes, télévision numérique, facilité de l'usage d'appareils électriques...). Notre engluement dans le confort nous fait fermer les yeux sur ce qui pourrait être une future épidémie sanitaire sans précédent. Vivre aveuglément et gloutonnement dans le présent serait donc préférable. Mais s'agit-il vraiment de remettre en cause notre niveau de confort ou tout simplement de limiter certains usages abusifs et inutiles de ces ondes ? Il ne s'agit pas d'aller contre le progrès, mais d'en repérer les exagérations et leurs conséquences sur la santé.

C'est une expérience de conception qui m'aura amené à m'interroger sur le sujet. En tant qu'architecte j'ai travaillé sur des complexes hospitaliers de grandes ampleurs. Sur l'un d'eux il y avait une cage de Faraday pour protéger l'IRM. Ce qui m'a étonné n'est pas tant la cage de Faraday (nous verrons plus loin comment ça fonctionne), mais les précautions qu'on m'obligeait à prendre dans la conception des espaces qui entourait l'IRM. Il ne fallait placer aucun équipement électronique dans un rayon de 20 mètres. Je me posais alors la question : si l'IRM était capable de créer des perturbations sur d'autres appareils, qu'en est-il du corps humain beaucoup plus sensible ?

Certains scientifiques affirment que les CEM n'ont aucun effet avéré sur la santé et certains scientifiques affirment l'inverse. Comment démêler le sous-estimé du surestimé ?

C'est un sujet qui aujourd'hui génère plus de questions que de réponses. Nous n'aurons pas donné d'explications supplémentaires à la fin de cette étude. Mais grâce à une synthèse d'informations complexes sur le sujet, nous aurons peut-être simplement permis d'y voir un peu plus clair dans le flou abstrait des CEM. Quand à la dernière partie, nous y proposerons des réflexions de conceptions architecturales pour s'en préserver au maximum.

³ CEM = Champs ElectroMagnétiques

PREMIERE PARTIE
Rappels de physique sur les ondes
et les Champs ElectroMagnétiques

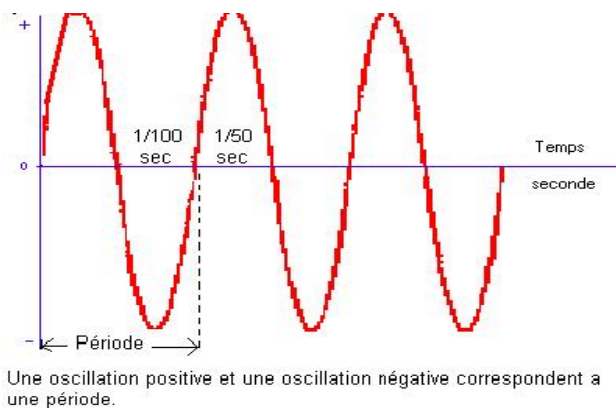
1- Les ondes

Toute Energie se transmet sous la forme d'une onde. **Une onde électromagnétique est de fait un transfert d'Energie électrique et d'Energie magnétique**, avec les paramètres suivant ⁴ :

- En champ proche : les champs électriques et magnétiques se propagent indépendamment l'un de l'autre
- En champ lointain : les champs électriques et magnétiques sont intimement liés
- Déplacement : 300 000 km/s / vitesse de la lumière (C)
- Fréquence f : nb de pulsation par s mesurée en Herz (Hz), une onde EM transporte une quantité d'Energie proportionnelle à la fréquence d'oscillation (plus f est grande plus l'Energie transférée est importante)
- Longueur d'onde λ : mesurée en unité de longueur (m, cm...)
- L'équation : $\lambda = C/f$

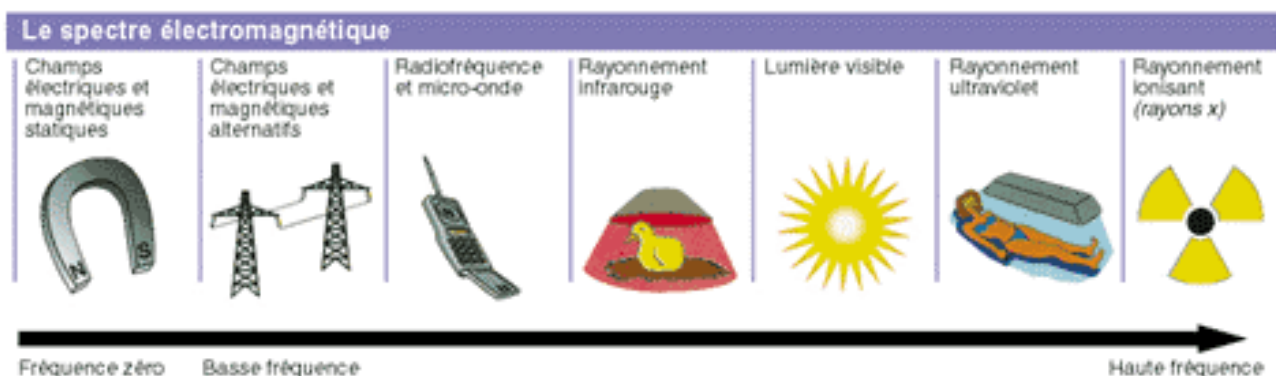
1.1 La longueur d'onde

La longueur d'onde est la distance que parcourt l'onde pendant une période. Par exemple, en 50 Hz, la longueur d'onde sera de 6000 km. Un téléphone cellulaire fonctionnant en 900 MHz aura une longueur d'onde de 33 cm alors qu'en 1800 MHz, la longueur d'onde sera de 16.6 cm. **Plus la longueur d'onde est courte, plus la fréquence est élevée et plus l'énergie de l'onde électromagnétique est élevée.**



1.2 Le spectre électromagnétique

Le spectre électromagnétique est la décomposition du rayonnement électromagnétique selon ses différentes composantes (fréquence, longueur d'onde). Seule une petite portion du spectre est visible par l'œil humain, c'est la lumière visible, la plus connue des ondes électromagnétiques. Les propriétés des ondes électromagnétiques diffèrent selon la quantité d'énergie possédée.



Source: OMS, 1999

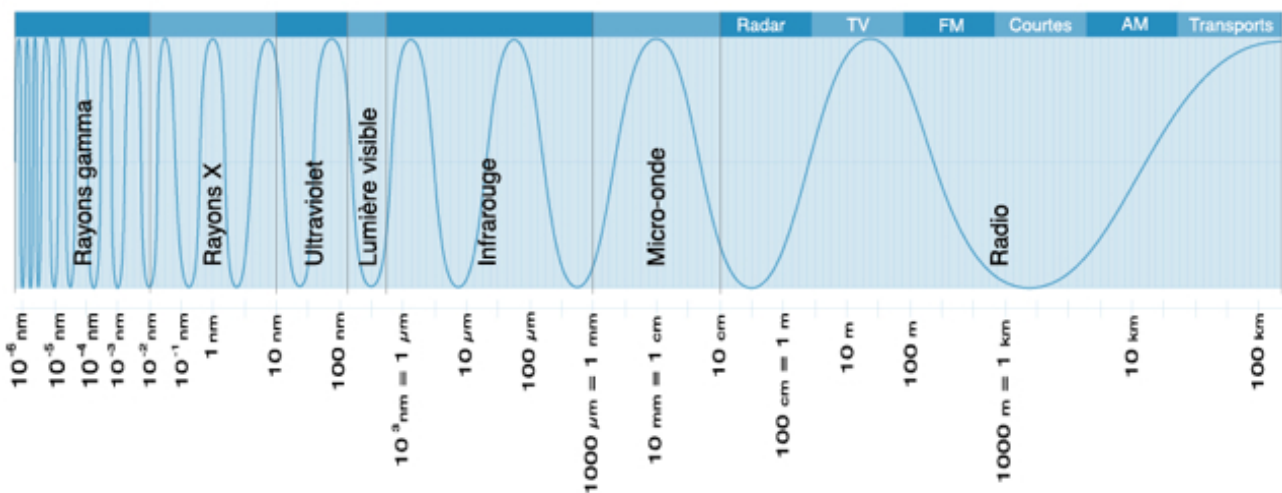
⁴ Source : Catherine GOUHIER, expert en CEM et membre de CRIIREM

Les ondes électromagnétiques dont la fréquence est supérieure à 10^{15} Hz ont une énergie suffisante pour casser les liaisons chimiques et ioniser les molécules, on les appelle "rayonnements ionisants". Ces rayonnements transfèrent assez d'énergie aux électrons de la matière pour les arracher de leur atome. Ces derniers ainsi privés de certains de leurs électrons sont alors chargés positivement. Les atomes voisins qui accueillent les électrons se chargent négativement. Les atomes chargés positivement ou négativement sont appelés ions. Les atomes qui ont perdu un électron sont devenus des ions + (=cation) et les atomes qui ont reçu cet électron sont devenus des ions - (=anion). Il s'agit des rayons cosmiques, des rayons gamma et des rayons X. La radioactivité en fait partie. Les « rayonnements ionisants » ont des effets incontestables et prouvés sur la santé.⁵

Les ondes électromagnétiques de fréquence inférieure à 10^{15} Hz n'ont pas l'énergie suffisante pour briser les liaisons chimiques, on les appelle "rayonnements non ionisants". Il s'agit des rayons UV situés à la frontière de l'ionisation, de la lumière visible, des radiofréquences et des basses et extrêmement basses fréquences. Cependant nous verrons plus loin que les rayonnements dits non-ionisants peuvent avoir tout de même un effet ionisant sur l'air (voir chapitre « Ionisation de l'air »).

Les ondes qui nous préoccupent le plus pour notre recherche sont les rayonnements dits non-ionisants, et entre autre parmi eux :

- 1- le **50 Hz** (fréquence du courant électrique de nos habitations) qui fait partie des fréquences extrêmement basses, ou ELF (Extremly Low Frequencies).
- 2- les **Hyperfréquences** (qui sont celles des fours à micro-ondes, des technologies sans fils, de la téléphonie mobile, des DECT, du Wi-Fi).



⁵ Citons juste quelques inquiétudes sans les approfondir (hors cadre d'étude) comme le radon (gaz radioactif d'origine naturelle provenant de la désintégration de l'uranium et du thorium plus ou moins présents dans les sous-sols) dégagé par certains sols, les nucléides rejetées aux alentours des centrales nucléaires, la technique de conservation de plus en plus fréquente des aliments frais par soumission à des rayonnements ionisants (électrons accélérés, rayonnements électromagnétiques RX ou gamma,...).

Les symboles utilisés dans le tableau suivant signifient :

1kHz = 1 kilohertz = 1.000 Hz

1 MHz = 1 Mégahertz = 1.000.000 Hz

1 GHz = 1 Gigahertz = 1.000.000.000 Hz

1 GHz = 1.000 MHz

1 nm = 10^{-9} m

Onde électromagnétique	Fréquence f	Longueur d'onde •	Application / Utilisation
Rayons X	>3000 THz	<100 nm	Imagerie médicale Radiographie
Rayons UV	750 à 3000 THz	400 nm à 100 nm	Banc solaire, lumière noire, détection des faux billets, fluorescence
Lumière visible	385 THz à 750 THz	780 à 400 nm	Vision humaine, photosynthèse, éclairage, laser, enseignes lumineuses
Infrarouges IR	0,3 THz à 385 THz	1 mm à 780 nm	Chauffage, systèmes de surveillance et de détection, bluetooth
Fréquences extrêmement hautes (EHF)	30 GHz à 300 GHz	0.01 m à 1 mm	Radars, communication par satellite
Fréquences superhautes (SHF)	3 à 30 GHz	0.1 m à 0.01 m	Radars, alarmes anti- intrusion
Fréquences ultrahautes (UHF)	0.3 à 3 GHz	1 à 0.1 m	Télévision, radars, téléphones mobiles, DECT, fours à micro- ondes, hyperthermie médicale
Très hautes fréquences (VHF)	30 à 300 MHz	10 à 1 m	Télévision, radio FM
Hautes fréquences (HF)	3 à 30 MHz	100 à 10 m	Soudage, collage
Fréquences moyennes (MF)	0.3 à 3 MHz	1 km à 100 m	Radiodiffusion MO-PO, diathermie médicale
Basses fréquences (LF)	30 à 300 KHz	10 à 1 km	Radiodiffusion GO, fours à induction
Très basses fréquences (VLF)	3 à 30 kHz	100 Km à 10 km	Radio-communications
Fréquences audio (VF)	0.3 à 3 kHz	1000 Km à 100 km	Transmission de données vocales, métallurgie, chauffage par induction
Extrêmement basses fréquences (EBF-ELF)	3 Hz à 300 Hz	100 000 à 1000 km	Transport et distribution de l'électricité, électroménager
	50 Hz	6000 Km	
Champ magnétique terrestre	0 Hz (continu)	infinie	Boussole

Source: Duchêne, A., & Jousset-Dubien, J. (2001). Les effets biologiques des rayonnements non ionisants. Flammarion.

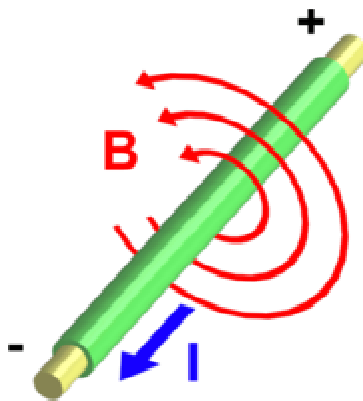
2- Notions d'électricité

Les atomes sont constitués d'e- (plus petite charge négative élémentaire), de protons (charge électrique positive) et de neutrons (charge électrique neutre). **Le mouvement des e- libres (issus de la couche périphérique de valence de l'atome) qui se déplacent dans les matériaux conducteurs (les métaux sont les plus conducteurs), est responsable de l'apparition d'un courant électrique.** Certains atomes perdent des e- alors que d'autres en gagnent, réalisant ainsi un transfert d'Énergie. La neutralité électrique de chacun des objets n'existe donc plus : l'objet pourvu d'un excès d'e- devient chargé négativement (polarité négative), tandis que celui qui présente un manque d'e- devient chargé positivement (polarité positive).

1. La charge d'un objet correspond à la différence entre le nb de protons et celui des e- qu'il contient.
2. Deux objets de charges identiques (- ou +) se répulsent.
3. Deux objets de charges opposées (- et +) subissent une force d'attraction.
4. **Le flux d'e- libres se déplace toujours du - vers le +** (repoussé par la charge - et attiré vers la charge +).

Le déplacement des e- (ou flux d'e-) au sein d'un conducteur = **courant électrique (I en Ampère qui dépend de la section du conducteur : 1 flux de charge d'1 coulomb traversant une section donnée d'un conducteur pendant 1 s).**

Tout courant électrique, d'intensité I, parcourant un fil crée un champ magnétique B autour de celui-ci ⁶. La présence d'un courant permet donc d'influencer localement le champ magnétique, c'est le principe des électroaimants. Ce champ magnétique est d'autant plus intense que le courant l'est. Réciproquement, un champ magnétique variable est susceptible de générer un courant électrique. C'est le principe de l'induction magnétique qu'utilisent toutes les machines électriques.



Au voisinage d'un objet chargé mais sans déplacement de courant, se crée un champ électrostatique. De même, les e- dans l'air se déplacent sous l'influence du champ électrostatique au voisinage de l'objet chargé. Ce déplacement dans l'air autour d'un objet chargé = champs électrique.

⁶ Ce qu'a montré l'expérience historique d'Ørsted. En 1820 il découvrit la relation entre l'électricité et le magnétisme dans une expérience qui nous apparaît aujourd'hui comme très simple et qu'il réalisa devant ses étudiants. Il démontra, par l'expérience, qu'un fil transportant du courant était capable de faire bouger l'aiguille aimantée d'une boussole. Il pouvait donc y avoir interaction entre les forces électriques d'une part et les forces magnétiques d'autre part, ce qui était révolutionnaire pour l'époque.

La différence de charge entre les deux objets ou deux bouts d'un conducteurs est la différence de potentiel (en Volt [V]). Pour créer un courant électrique on applique une différence de potentiel aux deux bouts d'un conducteur.

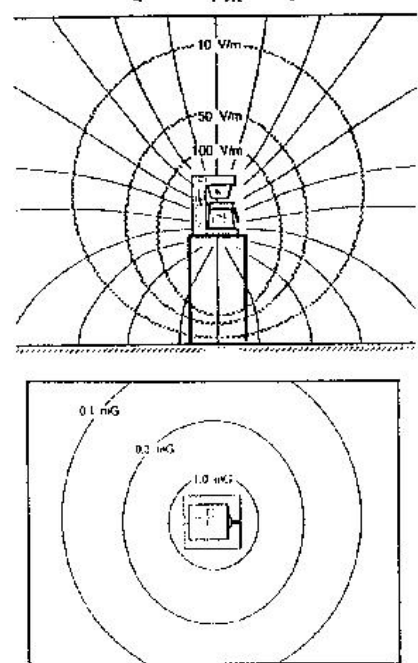
A. Un courant est dit continu s'il circule toujours dans le même sens au travers d'un conducteur ou d'un circuit (ex : 24 V).

B. Une tension alternative, contrairement à une tension continue, change de polarité périodiquement et de donc de sens par demi-période de 0,01 s. Cela permet de transporter des tensions plus importantes (ex : le 50 Hz / 230 V).

3- Champ ElectroMagnétique (CEM)

Le champ électromagnétique est une zone de l'espace dans lequel se propage une onde électromagnétique, une sorte un nuage invisible qui rayonne autour de tout appareil électrique en marche (ou câble dans lequel circule un courant). Si on place un objet métallique dans le champ, il sera influencé par ce champ (une tension et un courant prendront naissance aux extrémités de cet objet). Le champ électromagnétique diminuera avec l'éloignement mais d'autant plus lentement que l'appareil électrique sera grand (une ligne à haute tension sera nocive jusqu'à plus de 200 m alors qu'une micro-onde qui dégage plus ou moins le même champ électromagnétique ne sera plus nocif à 1 m).⁷

Le schéma ci-dessous représente les champs électromagnétiques (champ électrique et champ magnétique) émis par une cafetière. Le champ électrique sera attiré par le plafond et le sol (le sol et le plafond sont à la masse, c-à-d à 0 volt) tandis que le champ magnétique tournera autour de l'appareil. Le deuxième schéma représente une vue de dessus de la cafetière. On remarque que plus on s'éloigne de l'appareil, plus le champ électromagnétique décroît.



Le champ électromagnétique se divise en deux champs distincts : champ électrique et champ magnétique. Dans la pratique, même s'il s'agit de phénomènes différents avec des propriétés différentes, on ne distingue pas les CE des CM. Les détecteurs perçoivent un champ dans sa globalité électromagnétique.

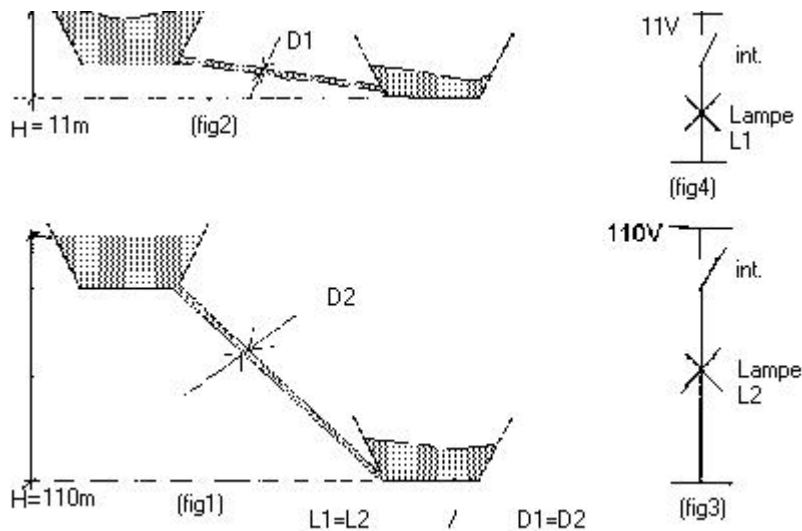
3.1 Champ Electrique (CE)

Les charges électriques (électrons) génèrent des champs électriques immobiles (électricité statique) ou en mouvement (courant électrique).

Le champ électrique dépend de la tension (plus la tension [V] sera importante, plus le champ électrique sera important). Pour comprendre ce qu'est la tension, il est intéressant de faire une comparaison avec un système hydraulique. Plus la hauteur de chute sera haute plus la pression sera importante. De même, lorsque l'on ferme la vanne, il n'y a plus de débit mais la hauteur n'a évidemment pas changé ce qui veut dire que la pression est toujours la même. En comparant avec le schéma électrique et si nous considérons que la hauteur correspond à la tension, pour une tension de

⁷ <http://users.skynet.be/bioelectric>

110V, il y aura beaucoup de " pression électrique " alors que pour une tension de 11V. Et lorsque l'on ouvre l'interrupteur, la tension et donc le champ électrique reste constant, (lorsque l'on coupe une lampe de chevet, le champ électrique ne disparaît pas).



Les CE est exprimé en volts par mètre (V/m).

Les matériaux conducteurs diffusent les CE.

Quelques repères :

Champ électrique naturel continu : 100 à 150 V/m

Champ électrique alternatif naturel : 0.001 V/m

Sous une ligne haute tension 380/400 000V : 1000 à 10 000 V/m

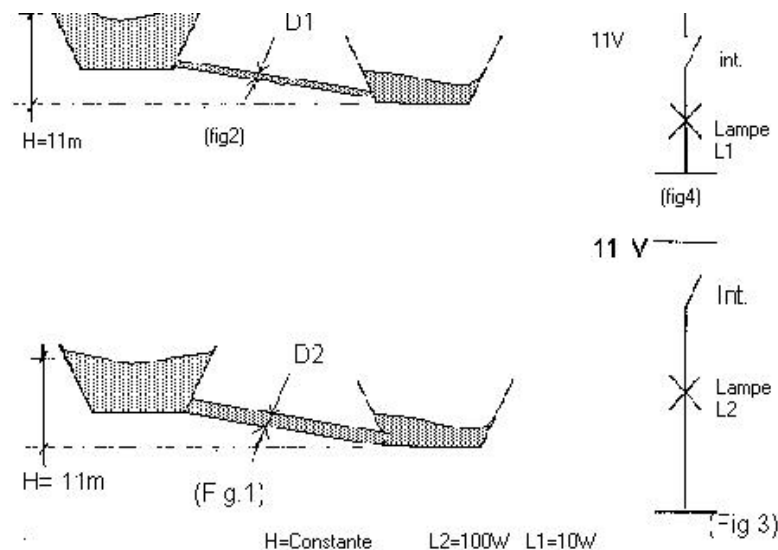
A 5 cm d'un câble électrique : 150V/m et à 30 cm : 5 V/m

3.2 Champ magnétique (CM)

Le courant électrique (charges électriques en mouvement) crée une induction magnétique ou champ magnétique. Ainsi, l'enclenchement du disjoncteur principal d'une maison crée un CE statique dans tout le câblage électrique de la maison ; la mise en route d'un appareil électrique crée un courant électrique (flux), générateur de CE et de CM.

Le champ magnétique dépend du courant (plus la charge [I] sera importante, plus le champ magnétique sera important). Pour comprendre ce qu'est le courant, il est intéressant de faire une comparaison avec un système hydraulique. A égale hauteur, la quantité d'eau qui s'écoule est plus importante pour un tuyau de grand diamètre que pour un tuyau de diamètre 10 fois plus petit (10 fois plus lentement). Si on ferme la vanne, l'eau ne passera plus et donc il n'y a plus de courant. Par comparaison, nous pouvons considérer que le diamètre du tuyau correspond à l'intensité (le courant). Plus le courant sera élevé, plus le champ magnétique sera important.⁸ Si on ouvre l'interrupteur, le courant et donc le champ magnétique disparaissent.

⁸ Il y a cependant une entorse à la règle de proportionnalité ; Les moteurs et les transformateurs sont très polluants parce qu'ils contiennent des bobinages. Ils peuvent dégager des champs magnétiques très importants même si leur puissance est très faible (quelques dizaines de Watts).



Le CM est exprimé en microtesla ($\bullet\text{T}$), unité d'induction magnétique retenue dans les dernières normes, à la place du milligauss (mG) toujours utilisé aux USA ($1\text{ T} = 10\,000\text{ G}$).

Quelques repères :

Champ magnétique naturel continu : 30 à $70\bullet\text{T}$

Champ magnétique naturel alternatif : 0.013 à $0.017\bullet\text{T}$

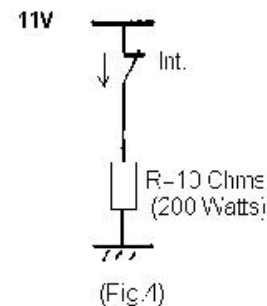
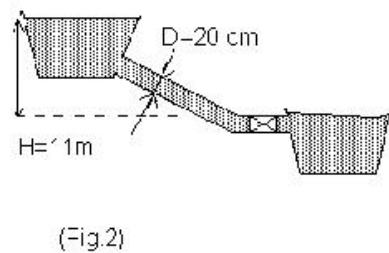
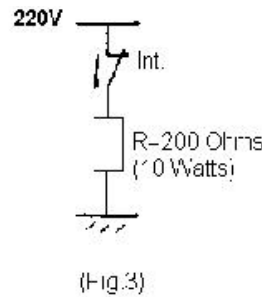
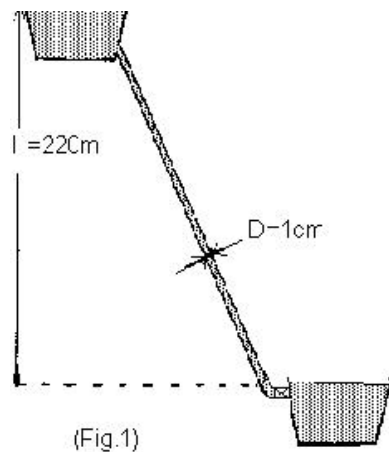
Champ magnétique mesuré sous une ligne à haute tension à pleine charge : $30\bullet\text{T}$

Champ magnétique mesuré à 5 cm d'un réveil digital $15\bullet\text{T}$, et pour certains, encore $0.1\bullet\text{T}$ à $1\text{m}20$ (les réveils fonctionnant avec des piles ne sont pas nocifs).

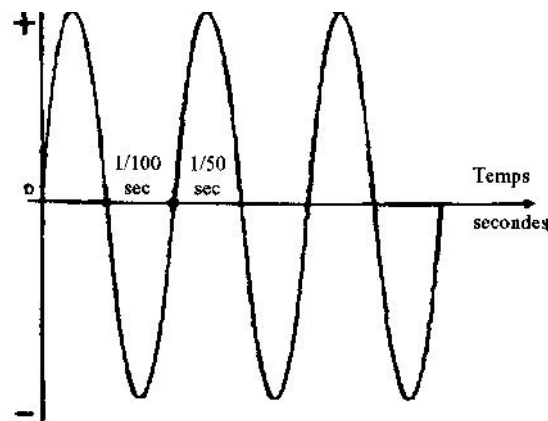
4- Le 50 Hertz

Fréquence très présente dans notre entourage, générée par le courant alternatif 50Hz : Câbles conducteurs, lignes de transport électrique, transformateurs EDF, appareils électriques domestiques...

Reprenons notre système hydraulique. Pour une hauteur de 220 m avec un diamètre de tuyau de 1 cm , nous aurons un certain débit lorsque la vanne est ouverte. Si nous diminuons la hauteur par 20 (11 m), pour garder le même débit, il faudra augmenter de 20 fois (20 cm) le diamètre du tuyau. En comparant avec le schéma électrique, (la hauteur est comparable à la tension et l'intensité du courant sera proportionnelle au diamètre du tuyau) pour une tension de 220 V , nous aurons un courant de 1 A si la puissance de la charge (ampoule par exemple) est de 220 W [P (en W) = U (en V) $\times I$ (en A)]. Si maintenant, nous diminuons la tension de 20 fois (11 V), pour garder la même puissance, il faudra augmenter l'intensité du courant par 20 , (nous aurons donc un courant de 20 A). Si on augmente I , il faudra diminuer U et inversement, si on diminue I , il faudra augmenter U pour garder la même puissance. La section des fils étant proportionnelle à l'intensité du courant, vous comprenez maintenant pourquoi on élève la tension pour le transport de l'énergie électrique. (les lignes haute tension pouvant atteindre des valeurs de $380/400\,000\text{ V}$ en Europe et $735\,000\text{ V}$ au Canada). Le transport d'énergie n'est pas imaginable en basse tension car la section des câbles serait énorme.



Pour augmenter la tension, on utilise le courant alternatif ⁹. Une oscillation positive et une oscillation négative correspondent à une période. Il y a 50 périodes par seconde en 50 Hz ce qui veut dire que le courant, la tension et donc le champ électromagnétique changeront de sens tous les 100e de seconde.



⁹ Certaines lignes haute tension fonctionnent en courant continu (Canada) et en Europe certains pays possèdent des réseaux de chemin de fer fonctionnant en courant continu (Belgique, Hollande...) alors que d'autres pays ont des réseaux fonctionnant en courant alternatif (plus nocif que les réseaux en courants continus).

La production d'électricité se fait à l'aide d'alternateurs de grande puissance (courant très important). Afin de diminuer la section des conducteurs de transport, on va augmenter la tension à des valeurs très élevées (dans un transformateur), ce qui va diminuer l'intensité du courant (la section des conducteurs dépend de l'intensité) afin de transporter l'électricité produite à un endroit déterminé. La tension sera ensuite ramenée à des valeurs plus faibles pour alimenter les réseaux en moyenne tension qui amènent l'électricité dans différents quartiers puis un nouveau transformateur réduira encore la tension pour arriver aux tensions utilisées dans les habitations (il y a des pertes à chaque étape ce qui veut dire que l'électricité est une source d'énergie qui reviendra plus cher que les " sources primaires " d'énergie).

4.1 Mesures des CEM 50 Hz

Le CE 50Hz se mesure en V/m (Volt/mètre).

Le CM 50Hz se mesure en • T (microTesla ou milliGauss [mG], 1mG = 0,1• T).

La marque GIGAHERTZ SOLUTIONS commercialise plusieurs modèles de mesureurs de CEM ELF (50 Hz) :

Le ME 3030B (environ 110 €) de 16 Hz à 100 kHz

Le ME 3840B (environ 299 €) de 5 Hz à 100 kHz

5- Les Hyperfréquences ou micro-ondes (HF)

Ces fréquences micro-ondes que l'on appelle aussi hyperfréquences ont une bande de 10^9 / 10^{12} Hz. Elles ont des longueurs d'onde approximativement dans la gamme de 30 centimètres (1 GHz) à 1 millimètre (300 GHz). Elles sont générées par les téléphones mobiles, les stations relais de téléphonie mobile, les systèmes WiFi et WiMax. Elles occupent l'espace autour des antennes et devant les téléphones mobiles. Les fréquences utilisées par les réseaux de téléphones cellulaires se situent entre 900 000 000 de hertz (900 MHz) et 2000 000 000 de hertz (2000 MHz) pour l'UMTS. Les fours à micro-ondes fonctionnent à 2450 MHz. Les antennes de télévision et les radars fonctionnent également à des fréquences similaires.

Cela signifie que pour une fréquence d'onde de 2000 MHz, on aura 2000 millions de périodes par seconde. **Plus la fréquence est élevée et plus on pourra transporter d'informations**, c'est pourquoi la troisième génération de portable (UMTS) destinée au multimédia utilise une bande de fréquence plus élevée que la première téléphonie mobile.

5.1 Mesures des Hyperfréquences

Le CEM généré par les hyperfréquences est mesuré par la densité de puissance en $\mu\text{W}/\text{m}^2$.¹⁰

La mesure utilisée par la communauté scientifique est le V/m. Les appareils mesurent la densité de puissance et la transforment en V/m. ($1,0 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 19,4 \text{ mV/m}$)

Quelques repères :

30 V/m devant une antenne GSM 900 sur un toit

12 V/m dans une chambre à 13m de 3 antennes GSM 1800

3 V/m à 28m de 3 antennes GSM 900 et 3 antennes GSM 1800

0,2 V/m à une distance de 250m d'une station relais de 6 antennes GSM 900 et 1800

38 V/m au niveau de l'oreille quand le téléphone cherche sa destination, avec un DAS¹¹ de 1,8 W/kg

1,5 V/m pendant la communication

La marque GIGAHERTZ SOLUTIONS commercialise plusieurs modèles d'analyseurs :

Le HF- HF 32D (environ 179.90 €)

Le HF58B (environ 599 €)

¹⁰ Les "ondes hyperfréquences" sont formées par l'association d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui sont perpendiculaires entre eux. La direction de propagation de l'onde sera perpendiculaire aux deux champs (vecteur de poynting). Le vecteur de poynting représente la densité de puissance par unité de surface. Elle s'exprime en $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

¹¹ Débit d'Absorption Spécifique (voir chapitre sur la physiologie)

6- CEM Naturels

Les ondes électromagnétiques existent depuis la naissance de l'univers. **Tout ce qui nous entoure, y compris nous-même, fonctionne sur les principes électriques, car composés d'atomes et d'électrons, dégageant donc une induction magnétique.** Dans toute analyse des perturbations EM, il est donc nécessaire de prendre aussi en compte les éventuelles perturbations naturelles qui viendraient se rajouter aux pollutions EM artificielles.

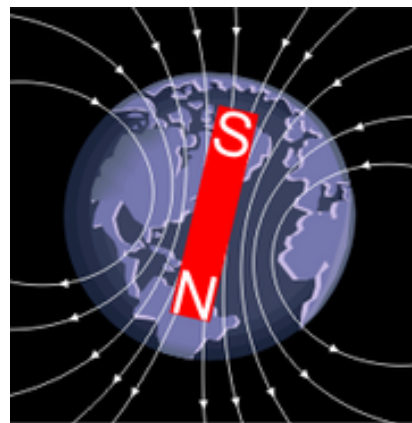
6.1 Géoélectricité

La terre a une charge négative, l'atmosphère a une charge positive. Le champ électrique naturel dû à l'électricité statique liée à l'atmosphère terrestre est de l'ordre de 100 V/m à 200 V/m. Lorsque qu'il y a un surplus de charge positive dans l'atmosphère le temps devient lourd. C'est ainsi que nous pouvons sentir que l'orage approche. Lorsque le seuil d'ionisation de l'air atmosphérique est atteint (30 Kv/m), des décharges ascendantes positives s'échappent du sol, dans lesquelles les électrons négatifs en provenance de la terre vont rééquilibrer le manque d'électrons de l'atmosphère.

Il existe aussi des phénomènes électriques naturels dus aux roches cristallines (granit). En raison des propriétés piézo-électriques du quartz (contenu abondamment dans le granit), des différences de potentiel importantes peuvent engendrer des perturbations du comportement animal.¹²

6.2 Géomagnétisme

La Terre, comme la plupart des planètes, possède un champ magnétique qui dévie les particules chargées issues du Soleil dans une région appelée magnétosphère. On suppose qu'il est issu d'effets de convection de la matière située dans le noyau externe de la Terre, principalement composé de fer et de nickel liquide. En particulier, des courants (bien que très faibles), parcourant le noyau induiraient ce champ magnétique, par un processus appelé effet dynamo. La valeur moyenne du champ magnétique terrestre est d'environ 50 • T. **A la latitude de la France il est d'environ 47 • T.** Le champ magnétique terrestre fluctue au cours du temps : sa direction et son intensité ne sont pas constantes. De plus, il n'est pas homogène en tout point du globe.¹³



Certains travaux étayeraient l'hypothèse d'une éventuelle synergie d'action biologique du champ géomagnétique statique local et du CEM alternatif 50 Hz.¹⁴ Cependant le CM terrestre est statique, continu. Celui produit par le 50 Hz est au contraire alternatif, changeant de sens 50 fois par seconde, par conséquent plus perturbateur (comme nous le verrons plus loin).

Certaines roches dites paramagnétiques (basalte, porphyre, granit, gneiss) engendrent des anomalies magnétiques, comme le fer.

¹² Idem

¹³ Source Wikipedia

¹⁴ Source : Dr Suzanne Déoux, Le guide de l'habitat sain.

DEUXIEME PARTIE
Physiologie

1- Effets biologiques des CEM

De nombreux scientifiques et politiques continuent de nier aujourd'hui toute influence de ces rayonnements sur les êtres vivants. Le danger invisible des ondes électromagnétiques est difficile à faire admettre car elles ne sont perçues par aucun organe des sens (quoique certaines personnes les ressentent, nous le verrons plus loin avec l'électrosensibilité).

Les niveaux des CEM provenant de sources anthropiques ont régulièrement augmentés depuis les 50 à 100 dernières années. Nous baignons dans un rayonnement EM couvrant tout le spectre (des basses fréquences jusqu'aux rayonnements cosmiques en passant par les MO d'origine tellurique et planétaire, et le rayonnement radioélectrique du soleil. Le problème vient de ce que les technologies qui mettent en œuvre ce type de rayonnement en accroît considérablement la densité dans notre environnement. **Les expositions aux CEM proviennent principalement de l'augmentation de l'utilisation de l'électricité et des nouvelles technologies.**

Il y a 50 ans : 10 pW/cm²

Aujourd'hui : 1 million à 1 milliard de fois plus élevé

Explosions des télécommunications, mobilophones, wi-fi, antennes relais émettrices...

Travail quasi généralisé sur informatique...

Centralisation de production électrique...

La fée électrique a envahi notre quotidien...

1.1 Le Cancer

On ne peut que faire le parallèle de la progression du cancer avec l'utilisation de plus en plus importante de produits chimiques mais aussi des technologie liées aux ondes. Si elles ne sont pas totalement responsables de cette inquiétante évolution, elles y participent de manière certaine. La cause ne serait-elle pas toujours la même : la violation de l'équilibre biologique ?

Depuis la fin des années 60, **le cancer suit une pente de progression inquiétante.** Avec 278 000 nouveaux cas de cancer en 2000 contre 160 000 en 1980, la France connaît une ascension considérable de l'incidence de cette maladie, avec une augmentation des décès de 16%, passant de 124 000 à 145 000. De plus, entre 35 et 64 ans, le cancer est de très loin la maladie la plus mortelle. Ces chiffres ¹⁵ sur la progression de l'incidence du cancer confirment que nous sommes face à une épidémie comme nous n'en avons jamais connu. Cette croissance est régulière depuis plusieurs décennies et aucun signe ne suggère que ce phénomène soit en phase de diminuer ou même de tendre vers un palier. La probabilité d'avoir un cancer au cours de sa vie est estimée à une sur deux pour un homme et une sur trois pour une femme. Selon le dernier rapport 2007 de la Faculté de médecine, le tabac reste la principale cause de cancer. Vient ensuite l'alcool, le surpoids et l'insuffisance d'exercice physique, puis les expositions professionnelles et les traitements hormonaux de la ménopause de la femme. Seulement 1% des décès sont liés à la pollution. Finalement, **50% des origines du cancer demeurent encore inexpliquées.** Les cancers qui progressent le plus : prostate, mélanome, sein, thyroïde, lymphomes, cerveau.

Certaines études effectuées sur des animaux ont également démontré que des problèmes pouvaient apparaître après plusieurs générations. Pour les humains, une étude tend à démontrer que les enfants ayant des parents exposés aux champs électromagnétiques (comme des électriciens par exemple) développent plus facilement des leucémies sans avoir été exposés eux-mêmes (une rupture de l'A.D.N. pourrait en être la cause). Il est également très inquiétant de constater que de plus en plus d'enfants naissent avec des tumeurs cancéreuses. Dans de trop nombreux cas, si le champ

¹⁵ <http://www.fmrc.fr> : fonds Mondial de Recherche contre le Cancer

électromagnétique n'est pas la cause directe du mal, il est sans aucun doute un facteur accélérant le mécanisme de destruction des cellules. Cependant, notons aussi que toutes les personnes exposées aux champs électromagnétiques ne développent pas un cancer de même que tous les fumeurs ne développeront pas un cancer du poumon. Le risque sera simplement plus important.

La naissance d'un cancer signifie la production de cellules anormales, qui ont perdu leur identité. Le développement de ce cancer signifie leur prolifération. Celle-ci ne devient macroscopiquement évidente qu'à partir du moment où les défenses immunitaires naturelles du sujet sont submergées. Ce sont évidemment les cellules qui se divisent le plus qui sont le plus sujettes à des anomalies induites : celles de la moelle osseuse et tout le système hématopoïétique, ainsi que le système nerveux au cours de son développement, fœtal d'abord puis dans la prime enfance, les cellules reproductrices.

Il ne faut pas oublier qu'**un cancer n'est qu'un état final et peut mettre jusqu'à 20 ans pour se déclarer**, les problèmes peuvent donc apparaître longtemps après l'exposition (les cellules atteintes peuvent rester inactives pendant plusieurs années et, à la faveur d'un agent promoteur comme l'exposition à un rayonnement non ionisant ou un état dépressif, qui diminuera l'immunité naturelle, le cancer se développe et devient apparent). Cela signifie que **si l'on date l'explosion des nouvelles technologies du sans fil vers 1995, c'est au alentours de 2015 que nous pourrions voir apparaître une première grande vague d'épidémie de cancers et de leucémies d'une ampleur inimaginable**.

1.2 La biologie

La santé peut se décrire comme l'équilibre oscillatoire des cellules vivantes (G.Lakhovsky).

Il faut savoir que la biologie ¹⁶ moderne considère l'être vivant globalement comme un ensemble de processus électriques en interaction avec des mécanismes biochimiques.. La résonance électromagnétique met en jeu des énergies infimes. L'électricité est à la base de l'activité des fonctions vitales : le cœur, le cerveau, les muscles sont commandés par des signaux électriques. **Notre environnement électromagnétique (naturel et artificiel) influence les phénomènes électriques du fonctionnement des organismes vivants ¹⁷, et est susceptible de provoquer des effets biologiques.** Il y a quelques années, nous savions que les champs électromagnétiques étaient nocifs mais sans pouvoir l'expliquer (seules des études statistiques démontraient une augmentation des problèmes de santé). Aujourd'hui, nous commençons à savoir l'expliquer ¹⁸.

1.3 Effet de résonance des ondes dans le corps

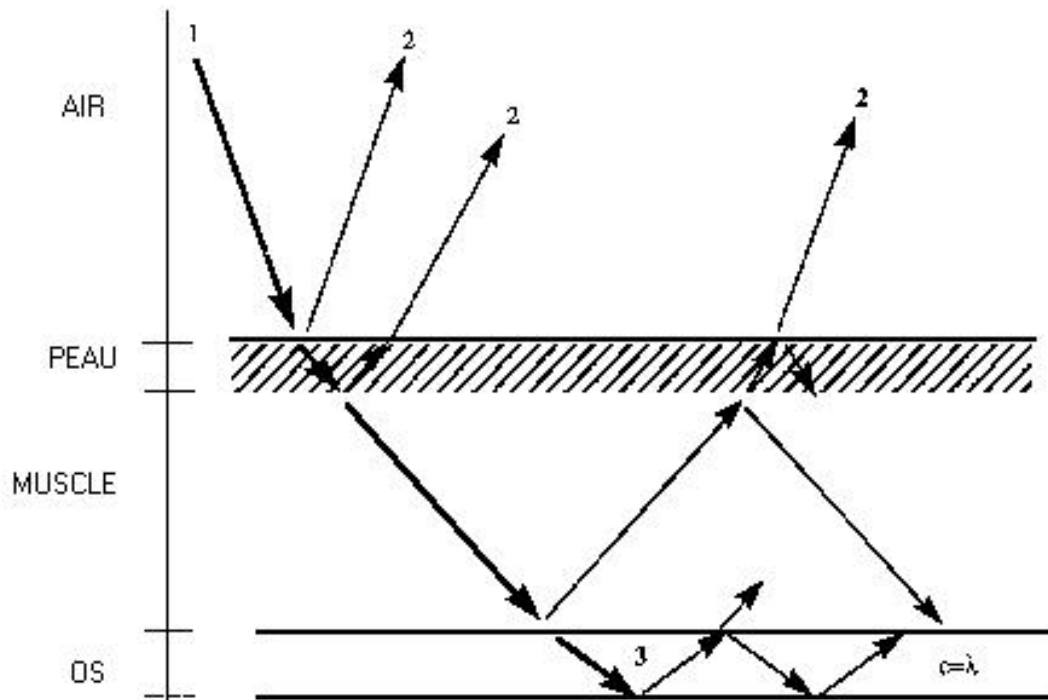
Les molécules qui composent les cellules vibrent. Chaque atome, chaque liaison émet sa fréquence propre. Les systèmes biologiques fonctionnent par résonance. La communication moléculaire s'effectue à la vitesse de la lumière (300 000 km/s), la même que celle des ondes EM. Les CEM,

¹⁶ La biologie (Bios, la vie et Logos, la vibration du verbe) est l'étude des vibrations qui sont à l'origine de la vie et qui l'entretiennent.

¹⁷ Plongé dans un champ électrique alternatif, le corps humain se trouve intégré dans le circuit électrique. En raison de sa conductivité relativement élevée, le corps placé entre la terre et l'électrode constituée par l'air déforme le champ jusque là homogène. Si le sujet n'est pas relié à la terre, il se produit une tension sur la surface de son corps. Cette tension est nulle s'il est relié à la terre. On a pu mesurer qu'un sujet présente une résistance d'environ $15 \text{ k}\Omega$ s'il porte des chaussures à semelles de cuir et d'environ $100 \text{ M}\Omega$ avec des semelles en matière plastiques sèches.

¹⁸ Depuis la découverte, par Ilya Prigogine, prix Nobel de chimie, des "structures dissipatives" et l'auto-organisation des systèmes, nous comprenons mieux dans quelle mesure ces ondes électromagnétiques sont capables de régir les mécanismes de la vie, de structurer les êtres vivants et même de leur conférer leurs multiples formes au travers de la programmation de l'ADN.

selon leur spectre de fréquence, entrent en résonance avec les systèmes biologiques. La longueur d'onde est très importante dans les hautes fréquences car des **effets de résonances peuvent apparaître sur les objets ou organes ayant une longueur proche de la longueur d'onde ou d'un multiple de celle-ci**. L'onde étant piégée dans tous matériaux proches de sa longueur d'onde, il y aura un phénomène de points chauds. Plus la longueur d'un corps (ou d'un organe) se rapproche de la longueur d'onde, plus il sera sensible aux hautes fréquences. Les enfants étant plus petits, ils seront plus sensibles que les adultes (un enfant de 2 ans " plus ou moins 1 mètre " est beaucoup plus proche de la longueur d'onde des hyperfréquences qu'un adulte), surtout les bébés.



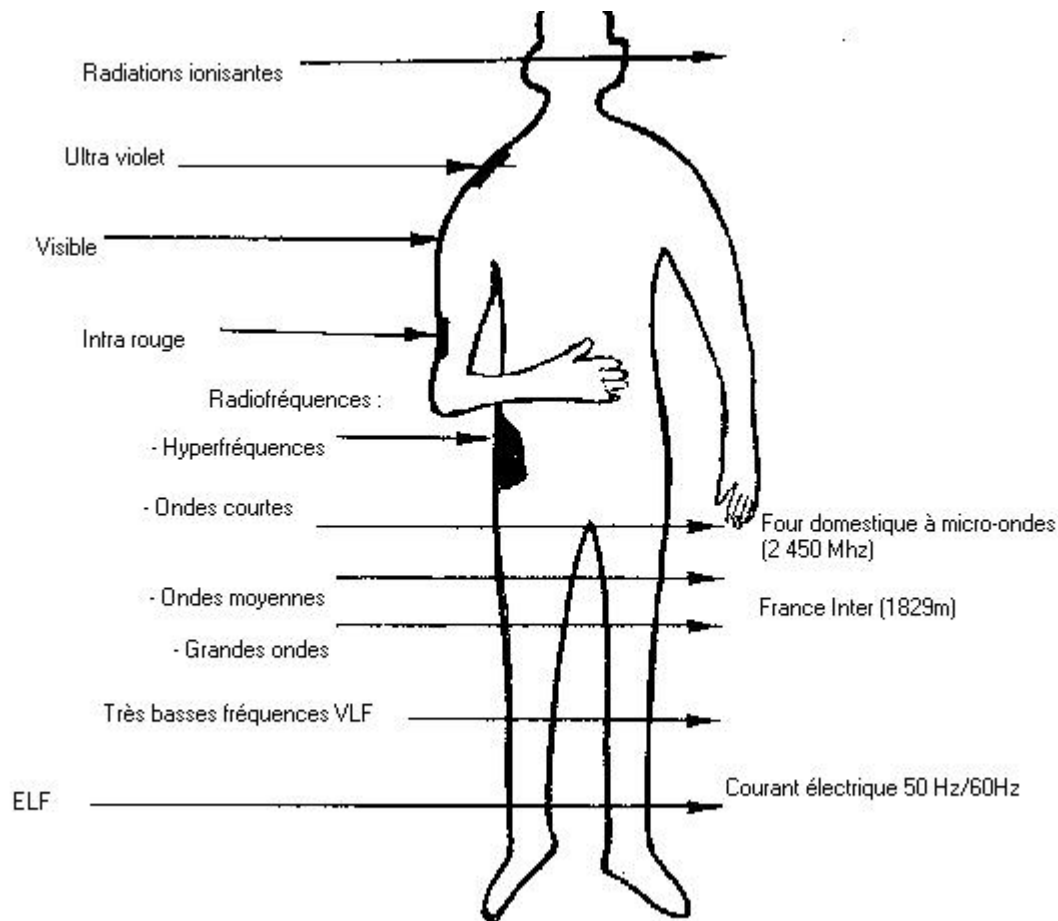
Quand l'onde arrive sur le corps (onde incidente(1)), une partie de l'onde sera réfléchi (onde réfléchi (2)) et une autre partie traversera le corps. L'angle de pénétration changera à chaque fois que l'onde entrera dans un nouveau composant du corps. Par exemple, entre la peau et les muscles ou entre les muscles et les os. On considère sur ce schéma que l'os a une longueur égale à la longueur d'onde ce qui veut dire que l'onde sera emprisonnée dans l'os (création d'ondes stationnaires (3)) et produira un échauffement. On parlera alors de points chauds (augmentation localisée de la température dans un matériaux).

Si on remplace l'os par une prothèse métallique, il y aura en plus un effet d'induction (causée par le champ magnétique de l'onde hyperfréquence). Par exemple, si une prothèse a une longueur de 33 cm en 900 MHz, sa longueur étant proche de la longueur d'onde, elle va se mettre à chauffer et cela pourrait aller jusqu'à une destruction des tissus se trouvant autour (certains stérilets sont métalliques). Des appareils peuvent également être perturbés comme certains stimulateurs cardiaques.

Les phénomène de points chauds peuvent aussi apparaître sur des tissus osseux, sur la boîte crânienne, sur certains organes,...

1.4 Pénétration des ondes dans les organes

Les hyperfréquences ne pénètrent que de quelques centimètres dans le corps, alors que les basses fréquences traversent complètement le corps.



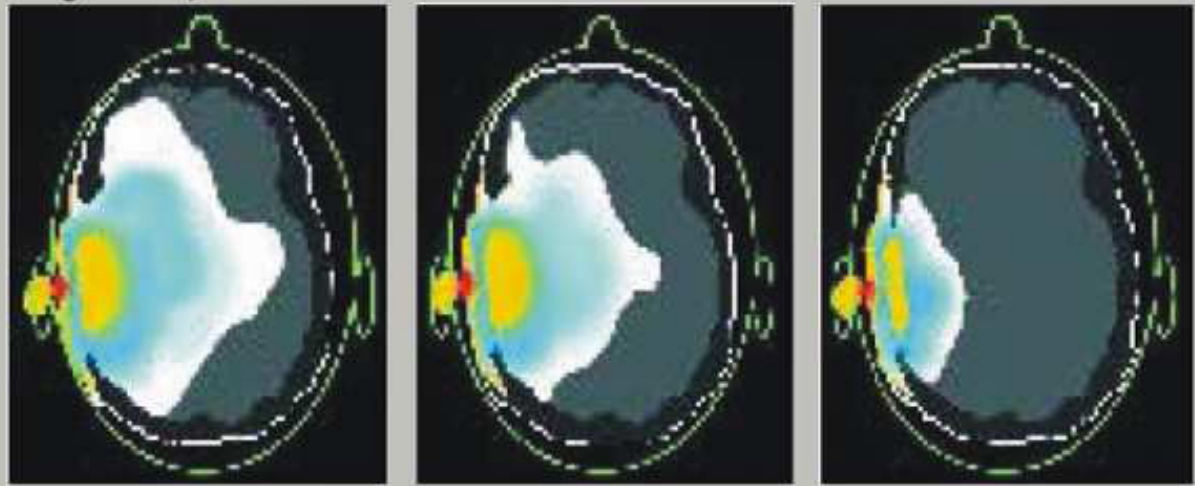
Si par exemple, on prend de l'eau ¹⁹ **qui a un coefficient diélectrique élevé, l'onde perdra beaucoup d'énergie en la traversant, ce qui se traduira par un échauffement et une faible pénétration** ²⁰ (les muscles, les différents organes et la peau contiennent beaucoup d'eau), par contre si on prend une matière qui ne contient pas d'eau, (coefficient diélectrique faible, comme les os ou la graisse), les ondes vont la traverser en perdant un minimum d'énergie, ce qui veut dire que le crâne ne protège pas contre les hyperfréquences.

¹⁹ La clef de notre équilibre biologique est l'eau. Notre corps en est constitué de 80 à 90%. La molécule d'eau, de structure angulaire analogue à un triangle isocèle, est constituée de deux atomes d'hydrogènes comportant chacun un électron unique et un atome d'oxygène. Un rayonnement (lumineux ou autre) est un flux de photons ayant les propriétés des ondes électromagnétiques. Lorsqu'il va heurter une molécule d'eau, il va transmettre principalement aux atomes d'hydrogène son énergie et faire grimper leur électron unique sur des orbites plus élevées. Cela entraîne donc un échauffement de la molécule d'eau et à terme de la cellule.

²⁰ C'est exactement la manière dont on chauffe les aliments dans un four à Micro-Ondes, par effet diélectrique (causé par le champ électrique de l'onde hyperfréquence).

Gandhi O.P., Lazzi G., Furse C.M. (1996 vol.44, p1884-1897) :
Absorption des rayonnements électromagnétiques dans la tête et
le cou humain pour les téléphones mobiles de 835MHz /1900MHz

Degré de pénétration des Radiations du Portable dans le Cerveau



Enfant de 5 ans
Taux d'absorption: 4,49W/kg

Enfant de 10 ans
Taux d'absorption: 3,21W/kg

Adulte
Taux d'absorption: 2,93W/kg

www.next-up.org

Pour un taux d'absorption de 2,93 W/kg de puissance absorbée par un adulte, cette même puissance produira un Taux d'absorption de 3,21 W/kg pour un enfant de 10 ans et un Taux d'absorption de 4,49 W/kg pour un enfant de 5ans.

1.5 Effet Thermiques

Nous avons vu précédemment que par l'effet de résonance un échauffement apparaissait dans les tissus, surtout ceux contenant beaucoup d'eau. Certaines mesures affichent une **augmentation de température jusqu'à 1°C dans les tissus en contact avec un portable en communication pendant 20 mn**. Parmi les effets possibles figurent l'induction d'une cataracte et diverses réponses physiologiques et thermorégulatrices à l'élévation de la température corporelle. Ces effets sont bien connus et constituent la base des restrictions apportées à l'exposition professionnelle et à l'exposition du public aux champs de radiofréquences. D'après de nombreux spécialistes, il est possible qu'à terme l'ADN soit lésé, ce qui provoquerait donc des tumeurs cancéreuses.

Des études ont été faites sur des rats avec un DAS supérieur à 4 W/Kg (voir chapitre sur les appareils), les scientifiques ont obtenu les résultats suivants :

- A cause de l'augmentation de la température, certaines activités enzymatiques qui sont la cause de la création de protéines, pourraient progressivement s'inactiver. La production d'enzymes pourrait elle aussi être modifiée.
- Il est possible que des protéines coagulent, ainsi, elles entraîneraient la mort de la cellule et donc une brûlure tissulaire.
- Le nombre de portée chez la femelle du rat pourrait diminuer : c'est un effet tératogène. Le poids des fœtus pourrait lui aussi diminuer.
- Possibilité d'hémorragies ou même alors de décès si la température augmente trop.

1.6 Effets non thermiques

L'exposition à des champs de fréquences trop faibles pour entraîner un échauffement (c'est-à-dire avec un très faible taux d'absorption spécifique) entraînerait, d'après plusieurs études, une **altération de la mobilité des ions calcium, laquelle est responsable de la transmission de l'information aux cellules de l'organisme**.

1.7 Etudes sur la glande pinéale et la mélatonine

La glande pinéale est une glande endocrine située à la partie postérieure du tronc cérébral, en avant du cervelet. Elle sécrète une hormone qui se transforme dans le corps en mélatonine, jouant différents rôles dans le corps humain :

- Horloge biologique : régule le sommeil en éliminant la noradrénaline
- Antioxydant : effet sur le cancer et le vieillissement en détruisant les radicaux libres qui sensibilisent les cellules et favorisent l'apparition de certains cancers et notamment le cancer du sein
- Système Immunitaire : action régulatrice sur les défenses du corps
- Hormonal : elle module et régule la sécrétion des hormones sexuelles.
- Prévention des démences : certains scientifiques pensent que la mélatonine a un effet sur la maladie d'Alzheimer et de Parkinson.

Cette glande est très active la nuit. **Des expériences ont démontré que la glande pinéale était sensible à la lumière (la lumière détruit la mélatonine), et aux champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences, (des problèmes apparaîtront à partir de 0.2 • T).**

Ce qui veut dire que lorsque l'on dort avec des rideaux de mauvaise qualité en ville par exemple, ou lorsque des enfants dorment avec une lumière allumée (même une veilleuse), après quelques temps (plusieurs semaines) la glande pinéale va déplacer son pic nocturne d'émission de mélatonine et va ensuite cesser de sécréter cette hormone. Une exposition aux champs magnétiques ou à la lumière induira donc une différence qualitative et quantitative sur le cycle de sommeil paradoxal (il sera raccourci et de moins bonne qualité) ce qui provoquera des troubles du sommeil (insomnie) desquels découleront d'autres problèmes comme des dépressions, déjà favorisées par l'exposition au champ magnétique (effet dépressif à partir d'une exposition de 1 mG). Les symptômes en ce qui concerne les enfants exposés à la lumière ou aux champs magnétiques seront un sommeil agité (ces enfants se retourneront souvent par exemple) et des troubles du comportement. Une déficience en mélatonine augmente le risque de cancer.

Une étude américaine a démontré que l'environnement lumineux dans les zones urbaines est en relation avec une augmentation du cancer du sein.

1.8 Etude sur la magnétite

La magnétite est un aimant naturel {oxyde de fer naturel ($\text{Fe}_3 \text{O}_4$)}. Elle est présente dans les racines des végétaux (elle permet aux racines de pousser vers le bas) mais également dans le corps de nombreux animaux (oiseaux, mollusques, insectes et poissons) et les baleines qui s'orienteraient lors de leurs migrations en se basant sur les champs magnétiques des fonds marins (la magnétite étant sensible aux champs magnétiques extérieurs) et elles échouent le plus souvent sur des plages situées près d'anomalies géomagnétiques. Kirschvink a démontré que la magnétite se trouvant dans l'abdomen de l'abeille lui permettait de se diriger face au champ magnétique terrestre. La magnétite peut se comparer à une boussole qui " aide " les animaux à se diriger.

La magnétite est aussi présente dans le cerveau à raison de 5 millions de cristaux de magnétite par gramme, ce qui correspond à plus ou moins 7 milliards de cristaux dans le cerveau. La particularité de cette magnétite, c'est qu'elle est 1 million de fois plus sensible aux champs électromagnétiques que tout autre matériau biologique constituant le corps humain, y compris le fer des globules rouges qui sert à apporter l'oxygène dans le sang.

Les cristaux de magnétite sont très sensibles aux champs électromagnétiques et ils se trouvent à l'intérieur même des cellules. Au sein de la cellule nerveuse exposée à un champ magnétique, tous les petits aimants de magnétite vont vouloir " suivre " le champ et donc changer de sens en

même temps que lui. Comme le champ change de sens 50 ou 60 fois par secondes, les aimants vont entrer en vibration. Il est facile de comprendre que cette vibration engendrera un effet irritatif qui sera susceptible de provoquer des perturbations physiologiques plus ou moins graves à court ou à long terme. N'oublions pas que les réseaux de téléphones cellulaires travaillent à des fréquences se situant entre 800 millions de Hz et 1800 millions de Hz. En plus de cela, un champ électrique peut apparaître sur ces cristaux de magnétite. La résonance électromagnétique mettant en jeu des énergies infimes, si une tension prend naissance sur ces cristaux de magnétite, elle pourra être amplifiée par un phénomène de résonance et perturber certaines cellules.

1.9 Ionisation de l'air sous l'effet du CE

Si l'on prend par exemple un atome d'hydrogène, il possède un noyau qui comporte un Proton (P +) et qui est naturellement chargé d'électricité positive. Autour de ce noyau tourne à très grande vitesse un électron (e-) qui lui, est chargé d'électricité négative. A l'état naturel, l'atome est neutre énergétiquement parlant car nos deux charges + et - s'équilibrent. Cet état d'équilibre est très précaire et sans arrêt les atomes ou molécules perdent cette neutralité et, si l'atome gagne un deuxième électron périphérique nous aurons ainsi 2 charges Négatives soit un ANION ou ION NEGATIF. Dans le cas contraire si notre atome perd son électron, il ne nous reste que le Proton avec sa charge électrique Positive et nous obtenons ainsi un CATION ou ION POSITIF.

Dans un environnement saturés de champs électriques (comme le sont nos villes et nos maisons modernes), les atomes de l'air ont tendances à perdre des électrons et à devenir des IONS POSITIFS en majorité.

Comme nous l'avons vus, le flux d'e- libres se déplace toujours du - vers le +. Ce qui veut dire qu'**en présence d'un nombre important d'Ions Positifs un certain nombre des e- de notre corps va transiter vers la charge positive de l'air, déséquilibrant notre équilibre électrique en faveur de charges positives. Le problème est que l'ion positif est un oxydant très actif pouvant être toxique pour les êtres vivants.** Par exemple, le taux de sérotonine augmente dans le sang en présence d'ions positif dans l'air. Cette hormone est utilisée par le système nerveux mais trop de sérotonine dans le sang cause des problèmes tels que maux de tête et migraines, nausées, vomissements, problèmes de respiration, d'yeux et d'oreilles et saignement de nez. Les ions positifs atmosphériques sont aussi associés à des sautes d'humeur caractérisées par de l'irritabilité et de la tension accrue (voir le moment précédent un orage).

Les ions négatifs sont vitaux pour que s'effectuent dans notre corps nos fonctions de base, notre métabolisme basal. Ces ions négatifs sont surtout ceux de l'oxygène baptisés OXIONS. Nous en trouvons en abondance en pleine montagne, à la campagne, au pied d'une cascade... Cependant, **les COV contribuent à la ionisation de l'air, de même que nos moquettes et vêtements synthétiques, nos véhicules de transport, train, avion, voiture, couche de pollution, sont des pièges favoris de ces IONS NEGATIFS qui sont ainsi attirés et détruits par des charges électrostatiques et d'électricité positive.**

Nous pouvons atténuer l'ionisation de l'air avec un appareil appelé ionisateur. Cependant il produit lui même un CEM non négligeable. Une technique plus naturelle (appelée « négativation »²¹) consiste à marcher pieds nus très souvent dans l'herbe humide du matin, afin de créer une décharge des e- de la terre vers les ions positifs de notre corps.

²¹ d'après Michel Chazeau

1.10 Autres effets

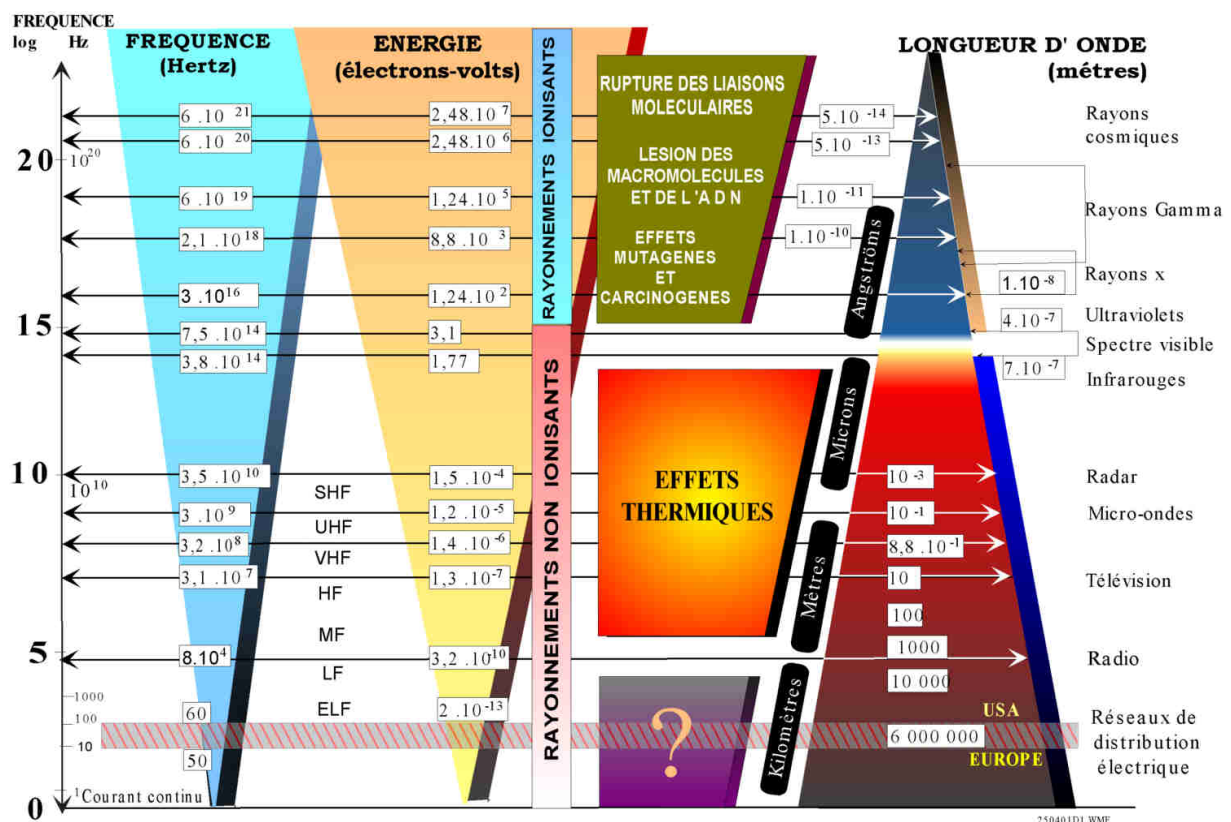
Il a été rapporté que l'exposition à des champs radiofréquences pulsés de forte intensité, similaires à ceux utilisés par les radars, supprime le réflexe de sursaut et provoque des mouvements du corps chez des souris conscientes. De plus, les personnes ayant une ouïe normale perçoivent des champs pulsés de fréquences comprises entre environ 200 MHz et 6,5 GHz (effet auditif hyperfréquence). Le son perçu est décrit comme un bourdonnement, un cliquètement, un sifflement ou un crépitement, selon les caractéristiques du champ pulsé. L'exposition prolongée ou répétée peut être génératrice de stress et doit être évitée dans la mesure du possible.

1.11 Effets secondaires d'expositions aux CEM

De manière profonde, les CE vont affecter le système nerveux (= électrique) et endocrinien (production d'hormones), tandis que les CM vont perturber le fonctionnement cellulaire, particulièrement au niveau de l'ADN, jusqu'à modifier le patrimoine génétique.

Une série d'effets secondaires visibles et mesurables sont néanmoins largement confirmés par plusieurs études épidémiologiques : Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), Organisation Mondiale de la Santé (OMS), Organismes de recherche suédois, britanniques, finlandais et américains... Cependant il dépendent largement de la sensibilité de chacun et de la durée d'exposition (voir électrosensibilité). En voici la liste courante :

- maux de tête, malaises, nervosité, dépression, difficultés de concentration, insomnies
- diminution des défenses immunitaires des lymphocytes T, modification des flux calciques, augmentation des risques de fausses couches, diminution de la sécrétion de mélatonine
- perturbation de la glande pinéale (épiphyse qui synthétise la mélatonine et inhibe la prolifération des cellules cancéreuses)
- à plus long terme : risque de cancers, leucémie, lymphomes, tumeurs du système nerveux



2- Seuil de risque

A la lumière de nombreuses études et rapports :

Le seuil de risque le plus communément admis est de l'ordre de 10 V/m pour le CE et de 0,2 • T pour le CM.²²

Les risques apparaissent comme vraiment négligeables en dessous de 5 V/m (CE) et 0,05 • T (CM).

Concernant les hyperfréquences, il est recommandé en dessous de 10 µW/m² (61,4 mV/m) et il est recommandé de respecter un DAS inférieur à 0,7 W/kg.

3- Les différents rapports et études

Il existe à l'heure actuelle **plusieurs centaines de rapports et études dans le monde entier qui attestent d'un risque avéré aux expositions des CEM**. A la lumière de ces nombreux rapports, nier les interactions entre champs électromagnétiques et mécanismes de la vie serait actuellement un non-sens scientifique. Commençons cependant par citer celles qui les nient (*en notant que l'information trouvée n'est accessible que par des chemins indirects*).²³

La position d'EDF²⁴

EDF s'appuie sur plus d'une centaine d'études expérimentales et épidémiologiques (entre autres celles de l'Institut Armand Frapier de Montréal et au Japon 1997-1998, National Cancer Institute (États-Unis) 1997, études canadiennes sur le risque de leucémie chez l'enfant dites Mac Bride et Green 1999, l'étude britannique de Sir Doll 2000) dont les résultats sont convergents : *l'exposition aux champs électromagnétiques ne provoque pas de problème de santé, et notamment n'augmente pas les risques de cancers et de leucémies*. Il a aussi donné lieu à l'objet de nombreuses expertises scientifiques (plus de 80) : en 1999, celles de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), de l'Académie des Sciences américaine et de l'organisme de recherche américain NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences) ont conclu à *l'absence de données établissant que l'exposition aux champs électromagnétiques présente des risques pour la santé*. Enfin, le suivi épidémiologique des salariés d'EDF les plus exposés n'a pas mis en évidence de problème particulier de santé chez ces agents.

Cependant, des études mondiales (plus du double du nombre de celles citées par EDF) convergent vers un résultat inverse. D'autre part, il existe des études épidémiologiques contradictoires sur la santé des agents EDF (étude Franco-canadienne de G. THERIAULT 1994, étude de P. GUENEL et coll. 1996) qui mettent en évidence une augmentation du risque de leucémie de 2,4 à 3,1 fois pour des expositions moyennes au champ magnétique supérieur à 0.2 • T.

La position d'Orange²⁵

Orange cite un certain nombre d'études et rapports. D'autre part il certifie que les installations wi-fi respectent les valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques, mais il ne prend pas en compte que le wi-fi ne fait que se rajouter à d'autres réseaux et champs déjà existants... Et puis notons tout de même que cet opérateur a de nombreuses antennes relais sur le territoire qui exposent les riverains à des CEM supérieurs à 10 V/m en valeur pic (au-delà du seuil admis au niveau international par la plupart des études). Enfin ajoutons que les techniciens télécoms qui interviennent sur les antennes GSM ne s'en approchent que lorsqu'elles sont désactivées (il doit bien y avoir une raison...).

²² Nous savons aujourd'hui de façon indiscutable que ces valeurs sont des seuils au-delà desquels des risques sérieux existent (pour 8 heures d'exposition).

²³ Liste non exhaustive...

²⁴ <http://rd.edf.com/21823d/Accueil-fr/Developpement-durable/Fichiers/Pdf-Champs-electromagnetiques>

²⁵ <http://animation.orange.fr/engagement/index.php?frame=1&xml=/sante/nouvelles/nouvelles> - 27k -

Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

Préconise une approche de précaution, de revoir les seuils, de poursuivre les études et d'informer les populations. René de Sèze, directeur de recherche INERIS, déconseille de construire dans un espace exposé à plus de 0,4 • T.

Mobilisation de médecins allemands (« Appel de Fribourg – 09/2002 »)

Depuis les appels se succèdent : Appel d'Helsinki 2005, Appel de Benevento 2006...

Etude statistique suédoise

« *CM et cancers chez les personnes résidant à proximité des lignes à haute tension en Suède* » : Pour chaque personne exposée, on a pris plusieurs sujets témoins, les personnes exposées devaient avoir habité pendant 1 an au moins (pour les adultes) à moins de 300 m d'une ligne à haute tension de 220 ou 400 KV en Suède. La période d'exposition se situe entre 1960 et 1985 et les cas étaient tous des cas diagnostiqués entre 1960 et 1985, l'échantillon de sujets dépassant les 500 000 personnes. L'exposition a été estimée de différentes manières : En mesurant l'exposition en certains endroits dans les habitations des sujets. Les champs magnétiques engendrés par les lignes ont été calculés par ordinateur en tenant compte de la distance, de sa configuration et de sa charge. Pendant que les mesures étaient effectuées, la charge de la ligne en ampère était enregistrée et le champ magnétique calculé. De cette manière une moyenne par année a été calculée. Des mesures échelonnées sur 24 heures ont été effectuées pour un échantillonnage de sujets. De nombreux éléments de confusion ont été pris en compte comme la qualité de l'air, l'exposition professionnelle à des produits chimiques etc Les résultats obtenus furent les suivants : Pour les leucémies infantiles, le risque relatif pour 0.2 • T est estimé à 2.7 (indice de fiabilité (IF) de 95%). Pour 0.3 • T le risque relatif est de 3.8 (I.F. de 95%) ce qui veut dire 3.8 fois plus de risques de développer une leucémie avec un indice de fiabilité de 95 %. Pour 0.5 • T le risque relatif est de 5.1 (I.F. de 95%). Ces résultats persistaient lorsque les données étaient séparées selon l'âge, le sexe. Il n'y a pas de relation non plus avec les mesures effectuées sur le taux de pollution de l'air. Pour ce qui est des adultes exposés aux champs magnétiques, le risque relatif pour une exposition de 0.2 • T est de 1.7 (leucémie myéloïde aiguë et chronique). Les résultats corroborent l'hypothèse selon laquelle le risque de cancer augmente chez les personnes exposées à des champs magnétiques supérieurs à 0.2 • T.

Norme suédoise

Dés 1990 en Suède, la norme MPR 90 obligea les fabricants d'ordinateurs à sortir des appareils qui n'émettent pas de rayonnement ELF (de 5 Hz à 2 kHz). A 50 cm tout autour de l'écran, le champ électrique ne doit pas être supérieur à 25 V/m et l'induction magnétique à 0.25 • T. Le syndicat « Union des Travailleurs Suédois » exigea en décembre 1993 des mesures de protection pour limiter l'exposition des travailleurs à des moyennes de 0.2 • T.

Le NCRPM (National Council of Radiation Protection and Measurements)

Publia aux USA en 1996 comme exposition maximum pour le grand public :

Champ électrique : 10 v / m

Champ magnétique : 1 • T (0,8 A/m)

BioInitiative Report

Ce volumineux rapport, d'une vingtaine de scientifiques américains, médecins pour la plupart, fait la synthèse des centaines d'études consacrées à l'impact sanitaire des CEM sur l'homme.

« Le déploiement sans entraves des technologies sans fil est vraisemblablement risqué et sera difficile à contrer si la société ne prend pas des décisions rapides portant sur de nouvelles limites d'exposition. Comme il n'est pas réaliste de reconstruire tous les systèmes de distribution électrique à court terme, des étapes pour réduire l'exposition liée aux systèmes existants doivent être initiées et encouragées, particulièrement dans les lieux où les enfants passent du temps. »

Le groupe de travail BioInitiative recommande des valeurs limites ou de précaution de :

. 0,1 µT maximum dans les maisons où des enfants et/ou des femmes enceintes résident

. 0,6 V/m là où "des gens vivent, travaillent et vont à l'école" exposés à des radiofréquences comme celles de la téléphonie mobile

L'expérience du Professeur M. Bastide

(Laboratoire d'Immunologie et Parasitologie, Université de Montpellier)

Et puis tout resterait encore très flou s'il n'y avait pas cette expérience qui a déclenché une vive polémique dans le milieu scientifique. Son intitulé : « Mortalité d'embryons de poules exposés aux émissions de CEM de téléphones cellulaires ».

Résumé de l'expérience :

L'équipe avait déjà démontré auparavant que l'exposition continue d'embryons de poules aux CEM émis par des postes de TV et par des moniteurs vidéos de computers augmentait le nombre de morts parmi les embryons. Cette fois-ci, deux groupes de 60 œufs chacun ont été mis en incubation (21 j à 38 +- 1°C, à 45-55% d'humidité, dans l'obscurité

permanente) sous les conditions d'exposition électromagnétique suivantes : groupe témoin (sans téléphone) ; groupe exposé (24h/24h d'exposition à un téléphone cellulaire en fonction et placé face vers le bas, à 10 mm au dessus des œufs). Le téléphone utilisé : Bosch, Cartel SL 2G2, Germany, irradiant dans la bande des fréquences radio 900MHz à une puissance de 2 Watt. La mortalité des embryons a été évaluée en « mirant » les œufs. Trois expériences indépendantes ont été réalisées. Dans les trois, le taux total moyen de mortalité (TDR) était 6 fois plus élevé dans le groupe exposé aux CEM que dans les groupes témoins comparés (72,3% contre 11,9%).

Tableau de synthèse Taux de Mortalité des Embryons

	Témoins	Exposés
Expérience 1	11,9 %	59,3 %
Expérience 2	10,9 %	57,6 %
Expérience 3	15,8 %	100 %

4- Electrosensibilité

L'hypersensibilité ou électrosensibilité²⁶ se caractérise par une surdose d'exposition apparemment irréversible selon les cas connus. Elle recouvre des symptômes très divers :

- de type dermatologique (rougeurs, picotements)
- de type neurasthénique et végétatif (fatigue, maux de tête, troubles du sommeil, douleurs musculaires, anxiété, troubles digestifs, nausées, troubles de la concentration et de la mémoire, vertiges...
- troubles de la sphère "nez-gorge-oreilles" comme par exemple des picotements dans la gorge
- irritations au niveau des yeux

Dans certains cas, les personnes sont tellement affectées qu'elles s'isolent et sont amenées à cesser le travail et changer leur style de vie, alors que d'autres personnes rapportent des symptômes moins sévères qui entraînent un évitement de certaines sources de champs électromagnétiques.

Il existe des similitudes avec d'autres pathologies environnementales, telles que le syndrome chimique multiple ou le Sick Building Syndrome (SBS ou Syndrome des Bâtiments Malsains) (voir le rapport du Danish Environmental Protection Agency, 2005).²⁷

A ce jour, les chercheurs s'accordent sur une origine multifactorielle de l'électrosensibilité :

Electrosensibilité =
CEM + stress + faible humidité de l'air + température ambiante élevée

Hypothèse de l'hyper-réactivité du système nerveux central : Les électrosensibles pourraient avoir une plus grande réactivité du système nerveux central (Wang et coll., 1994; Sandström, 1997; Lyskov et coll., 2001). Il s'agirait d'une prédisposition physiologique qui entraînerait une sensibilité plus grande aux stressseurs environnementaux.

²⁶ On parle également d'intolérance idiopathique environnementale avec attribution aux champs électromagnétiques. Sont classés dans les intolérances idiopathiques environnementales, les troubles associés à des facteurs environnementaux (ici les champs électromagnétiques) ayant en commun "des symptômes non spécifiques similaires, qui restent non expliqués sur le plan médical et dont les effets sont préjudiciables pour la santé des personnes." (Source : Aide-mémoire n°296, OMS).

²⁷ Source Belgian BioElectroMagnetic Group (BBEMG) Janvier 2007

4.1 Traitement

De nombreuses techniques thérapeutiques ont fait l'objet de publications et parmi celles-ci :

- Les thérapies cognitivo-comportementales s'avèrent les plus efficaces dans le cas de l'hyper-réactivité du système nerveux central.
- Réduire l'exposition est souvent considérée comme un moyen momentanément ou partiellement efficace dans l'amélioration de la symptomatologie par les personnes qui s'en plaignent.

4.2 Reconnaissance de l'électrosensibilité

La maladie est pratiquement inconnue en France, et non reconnue par l'Etat. Les médecins la connaissant sont rares. Des erreurs de diagnostic sont quotidiennes, qualifiant la maladie de maladie psychosomatique, de maladie mentale (schizophrénie ou de syndrome dépressif).

En Angleterre, la maladie est soignée dans un hôpital londonien, mais non reconnue officiellement par l'Etat.

En Allemagne, tout comme en Suède, la maladie est soignée et reconnue.

Aux Etats-Unis, certains Etats soignent et reconnaissent la maladie.

L'électrosensibilité est une maladie extrêmement handicapante car non en adéquation avec le quotidien imposé par notre vie actuelle, imposant des changements de comportement draconiens, non encore compris de notre société.

Certaines associations françaises estiment que de nombreuses personnes ignorent qu'ils souffrent à un degré ou à un autre d'électrosensibilité. Effectivement, il est et devient de plus en plus difficile de pouvoir effectuer le diagnostic seul alors que nous baignons de plus en plus dans les champs électromagnétiques, notamment à haute fréquence. Les premiers scientifiques et médecins, ayant étudié et publié des articles sur la maladie, sont américains. L'électrosensibilité se dit Electro-Hyper-Sensitivity (EHS) en anglais.

L'électrosensibilité est reconnue en suède

« Pour la première fois, des chercheurs et des professionnels de la santé prennent au sérieux les plaintes de personnes qui se disent "malades de d'électricité". De nombreux chercheurs pensent en effet qu'une partie de la population souffre de problèmes de santé - fatigue, violents maux de tête et problèmes de peau - dus à une "hypersensibilité électro-magnétique" (EHS). Le gouvernement suédois, qui a reconnu l'EHS comme handicap physique, évalue le nombre de personnes qui en souffrent à environ 200 000 (soit environ 3,1 % de la population). Deux études sur le sujet sont en cours en Angleterre. »

Source: The Telegraph, 24 janvier 2005.

TROISIEME PARTIE
Les pollutions électromagnétiques
Observations et mesures

1. Liste non-exhaustive des sources de pollution EM

*« Pourquoi répondre à la question
Que faire contre la pollution EM ? Puisque celle-ci n'existe pas ! »
Affirmation d'un expert d'EDF*

Extérieur au bâtiment

Transformateur
Antennes relais (téléphonie mobile, TNT, Wi-Fi...)
THT, LMT
Compteur électrique
Voie ferrée, de tramway
Emetteur radio, TV, de radar

Intérieur au bâtiment

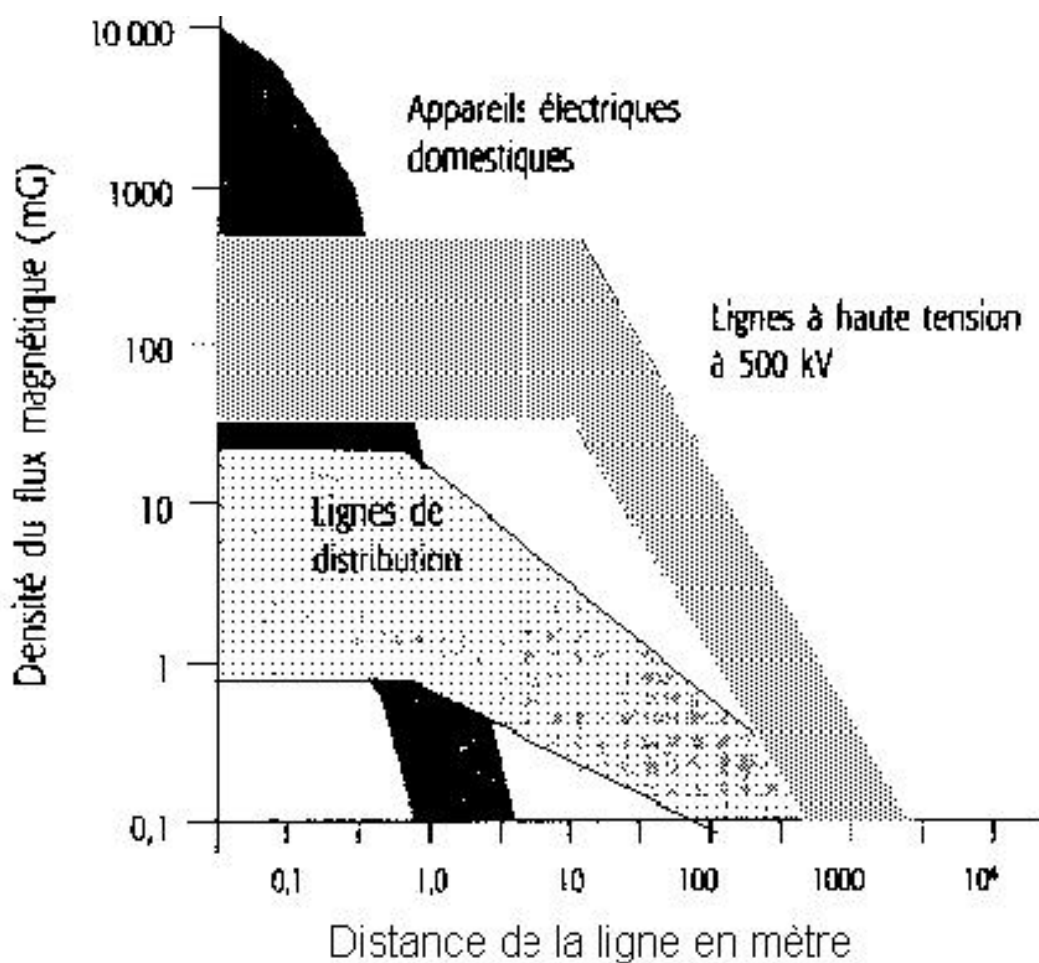
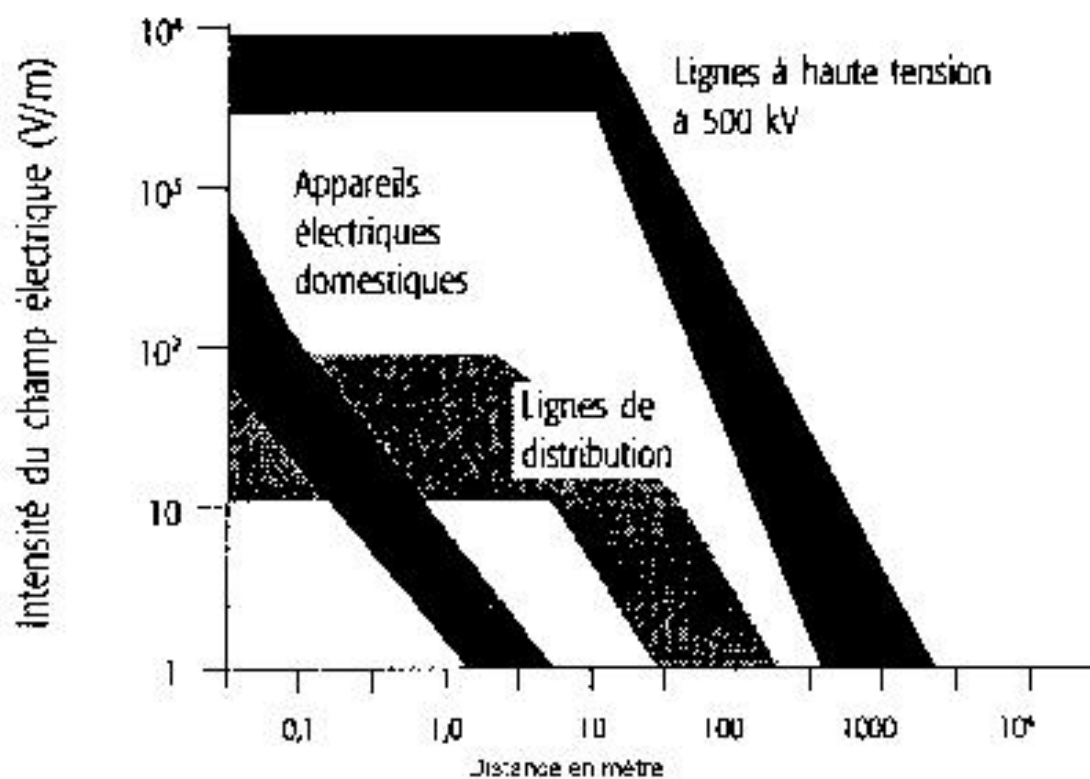
Ascenseur et monte-charges
Lits avec moteurs (hopitaux)
Tableau d'abonné
Câblage électrique et fils électriques
Electroménager
Micro-ondes
Plaques à induction
Informatique (voir plus loin)
Wi-Fi
Téléphone DECT
Radiateur électrique
Ampoule fluo-compacte ronde avec ballast électronique
Lampe fluo de bureau
TV et écrans vidéo (voir plus loin)
Appareil comportant un transformateur ou un variateur d'intensité
HP
Radio-réveil
Convecteurs, panneaux rayonnants
Chauffage électrique par le sol
Installations électriques non parallèles
Inversion de phase (fiche inversée dans la prise) : champs 2x plus important lorsque la lampe est
éteinte que lorsqu'elle est allumée
De manière générale tout appareil électrique non raccordé à la terre dégage du CE

Eléments renforçants

Eléments métalliques
Structures métalliques (poutrelles de construction, armature du béton, rails des faux plafonds et des
cloisons légères)
Laine de verre
Eau
T° élevée (supérieure à 18°C dans les chambres) et air sec maintiennent les CEM

Rappel : Il n'y a nocivité que si les champs électromagnétiques sont alternatifs et si l'exposition se prolonge dans le temps. Les appareils fonctionnant sur piles ne sont donc pas dangereux.

1.1 Tableaux de calculs des CE et CM



2- Les appareils

2.1 Four micro-ondes

Le four à micro-onde a une fréquence de 2,45 GHz et émet des hyperfréquences avec une puissance variant entre 500 et 1000 watts. La nourriture que nous lui confions reçoit 2 450 000 000 vibrations par seconde émises par le clystron-magnétron du four. Les molécules sont cuites par l'agitation-frottement entre elles.²⁸ Cependant pour ce type de four, divers moyens sont utilisés pour empêcher les ondes de sortir, comme un piège quart de longueur d'onde, une porte blindée et un joint spécial ayant la particularité de stopper les ondes. Mais le vieillissement du joint amène des fuites. Des appareils existent pour tester les fuites (voir chez Conrad / adresse en annexe). **Dans les normes de fabrication, les fuites acceptées sur un micro-onde neuf sont de 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ et quand il est ancien, 5000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (mesure effectuées à 5 cm). Rappelons pourtant que le corps réagit à partir de 1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.**

2.2 DECT

Les téléphones sans fil (avec base alimentée sur secteur) de type DECT et GAP émettent depuis la base dans un rayon de 3 à 5 m voir plus. *« On met l'accent sur les risques du wi-fi, mais, à mon sens, les téléphones numériques sans fil, de type DECT, utilisés chez les particuliers, représentent un bien plus grand danger. Cette technologie héritée de l'industrie permet de gérer une dizaine de communications simultanément et émet en permanence, 24 heures sur 24, dans les habitations. Si bien que l'intensité du champs émis est largement supérieur au rayonnement des antennes GSM. »* Pr André Vander Vorst, membre du CSS (Conseil Supérieur de la Santé de Belgique et Pays Bas).

2.3 Les téléphones portables cellulaires

Pour ce qui est des téléphones cellulaires, ils sont mis directement en contact avec l'oreille de l'utilisateur et les antennes émettent un halo d'hyperfréquences en fonction du nombre de cellules. Les téléphones cellulaires et leurs antennes émettent également des basses fréquences (aux alentours de 217 Hz). Avec les hyperfréquences *« Il faut tenir compte des Puissances en Watt véhiculées. 1 Watt à 50 Hz n'a rien à voir avec 1 Watt à 1 Giga Hertz ; plus on monte en fréquences plus la puissance rayonnée (photonique) est considérable. »*²⁹ Le **Débit d'Absorption Spécifique (DAS, exprimé en W/kg) traduit la « quantité maximale de puissance qui peut être absorbée par les tissus »** et correspond à ce que l'on appelle l'effet thermique (voir chapitre sur la physiologie). Le coefficient représente la vitesse de transfert de l'énergie de l'onde dans la matière. Si elle est élevée, cela voudra dire qu'il y aura une forte perte d'énergie dans la matière ce qui se traduira par une faible pénétration de l'onde et un échauffement. Par contre si le coefficient est faible, l'onde pénétrera plus profondément dans la matière parce que peu d'énergie sera absorbée par cette matière. Comme l'énergie absorbée est faible, l'échauffement sera faible. Le D.A.S. dépend de la densité de puissance, de la fréquence de l'onde incidente, de la taille et de la masse, de la nature de l'exposition, de la pilosité, de l'orientation du sujet, de la température et de l'humidité. **La réglementation française et européenne ont imposé une limite maximum de 2 W/kg.**³⁰

$\text{D.A.S. (en mW/g)} = 60/F \text{ (en GHz)} \times L \text{ (en cm)}/M \text{ (en g)}$

²⁸ Source : Michel Chazeau du GEEB

²⁹ Source GEEB

³⁰ La plupart des téléphones portables sont classés en fonction de leur DAS sur le site de la CRIIREM. Celle-ci recommande un DAS inférieur à 0.7 W/kg.

2.4 Wi-Fi, Wi-Max

L'ordinateur sans fil (wi-fi) rayonne sur la même fréquence que le four à micro-onde. Cette technologie séduisante qui permet de se connecter à Internet à partir de n'importe quel endroit, est **une émission supplémentaire qui s'ajoute de manière permanente à une ambiance électromagnétique**. Le Wi-Fi fait appel à des ondes pulsées et non continues comme les ondes radio ou télé et la fréquence Wi-Fi (2 450 mégahertz) est **une fréquence micro-ondes qui a pour effet, comme les fours domestiques, d'agiter les molécules d'eau**. D'ailleurs, suite aux plaintes de plusieurs usagers des bibliothèques de Paris : maux de tête, vertiges, malaises, douleurs musculaires... la mairie a déconnecté le Wi-Fi de ces lieux suite à un moratoire du 28 Novembre 2007. Chez soi il est recommandé de ne pas laisser de Wi-Fi allumé 24 h sur 24.³¹ Le wi-max est la technologie du haut débit sans fil, sur la bande de fréquences des 3,5 GHz. Elle est donc encore potentiellement plus dangereuse.



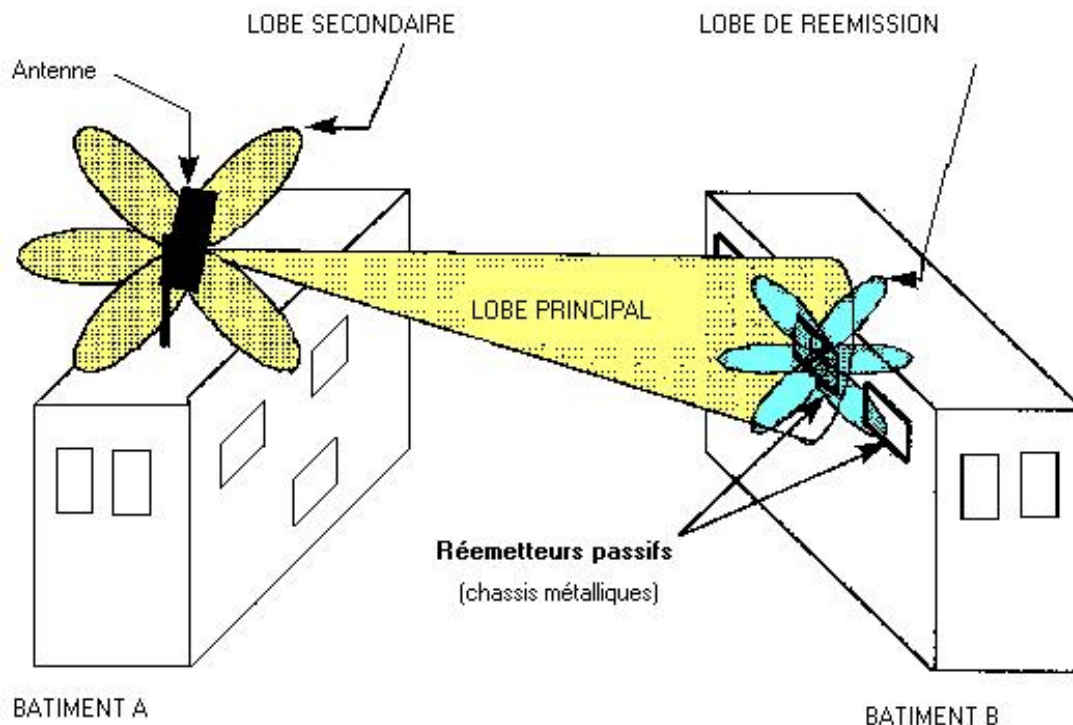
2.5 Antennes relais GSM



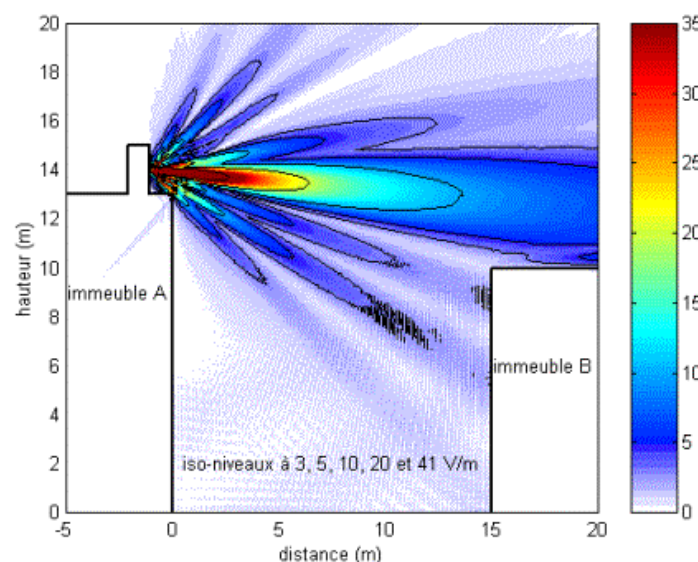
Sur un relais GSM, on appelle canal la fréquence attribuée à 8 utilisateurs et il peut y avoir plusieurs canaux par antenne. Une antenne possédant 1 canal dégage une densité de puissance négligeable. Par contre si l'antenne possède 16 canaux, une densité de puissance de $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ pourra être mesurée à 12 mètres et $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ à 50 mètres. Comme 8 utilisateurs peuvent utiliser la même fréquence, le nombre d'antennes ne dépendra pas que de la surface du territoire comme on le croit souvent mais du nombre d'utilisateurs. **Plus il y aura d'utilisateurs, plus le nombre d'antennes sera important.** Le périmètre couvert par une antenne s'appelle une cellule. En ville les

antennes seront plus rapprochées, car les utilisateurs sont très nombreux (quelques centaines de mètres).

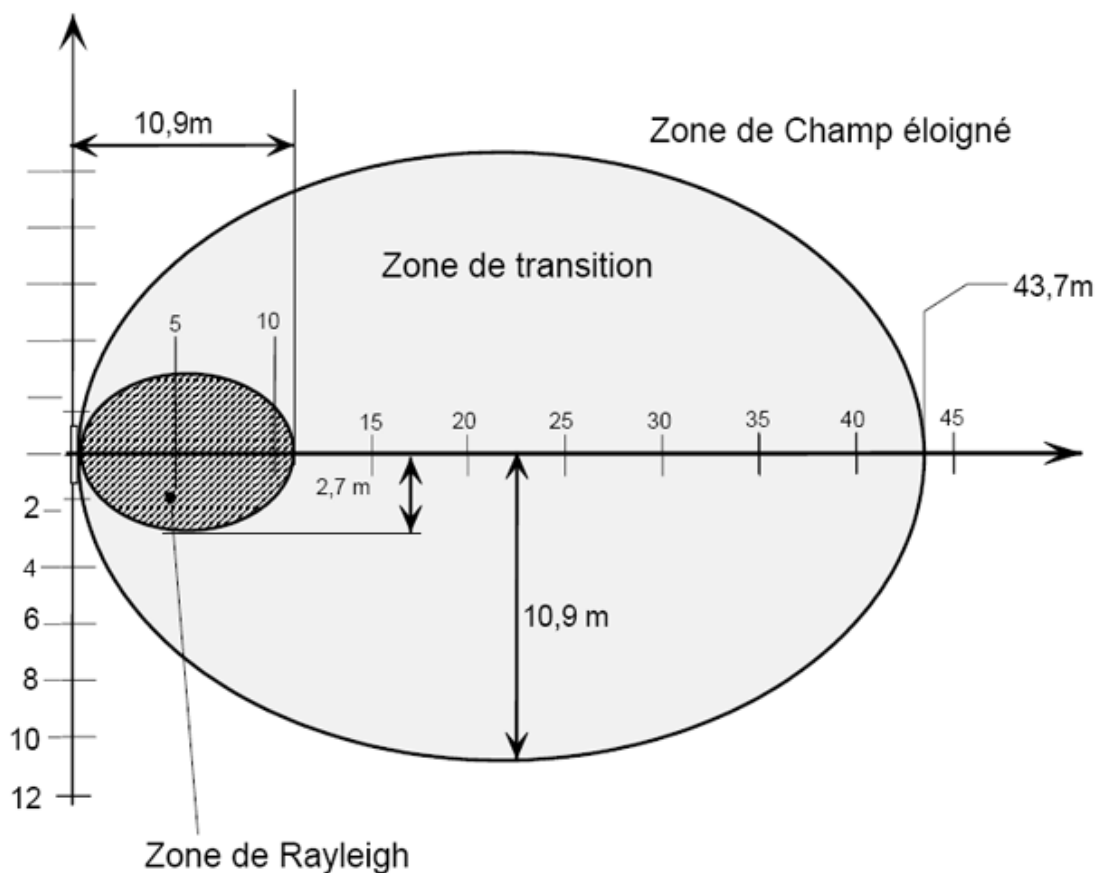
³¹ Voir à ce sujet les nombreux témoignages du blog Rififi wi-fi : <http://wifi.blog4ever.com/blog/lirarticle-18457-53198.html>



Certaines structures ont la particularité d'émettre de manière passive les hyper fréquences engendrées par les antennes. Si on prend l'exemple illustré sur le schéma ci-dessus, l'antenne placée sur le toit de l'immeuble va émettre en grande partie dans la direction du lobe principal, ce qui veut dire que tous les matériaux métalliques ayant une longueur proche de la longueur d'onde ou d'un multiple de celle-ci vont émettre passivement des hyper fréquences. Un châssis métallique, une hampe de drapeau, un cadre ou tout autre objet métallique devient une antenne passive susceptible de polluer une maison en produisant des hyper fréquences. Il ne faut pas oublier que ces ondes traversent les murs. De plus, des lobes secondaires dus aux pertes vont rayonner tout autour de l'antenne qui, si elle se trouve sur un toit en béton armé polluera tout l'étage situé juste en dessous, la ferraille du toit devenant un ré-émetteur passif. Ce type de fréquences traversant le béton, les occupants ne seront pas protégés de la résonance qui pourrait être engendrée dans les "fers à béton".³²



³² Il est intéressant de lire les consignes de sécurité que reçoivent les techniciens travaillant sur les antennes : limiter la durée d'intervention au minimum, ne jamais regarder directement la source d'une antenne parabolique opérationnelle, se méfier des surfaces métalliques susceptibles de réfléchir les ondes électromagnétiques ou les ôter...



Les antennes de télévision émettent également des fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz ainsi que des hyper fréquences de 1 GHz. Ces antennes sont plus puissantes que celles utilisées par les téléphones cellulaires, (quelques centaines de W contre quelques dizaines de W) cependant elles sont beaucoup moins nombreuses car elles émettent sur des distances plus importantes.

2.6 Automobiles

Nombre de véhicules dépassent les seuils de tolérance d'émission de CEM (électronique embarquée, GPS...), selon une enquête de Sciences et Avenir menée sur 60 voitures des 19 marques du marché. De plus leur effet « Cage de Faraday Inversée » (voir plus loin) renforce l'effet de ces ondes.

Une émission du 23 Juin 2005 sur LCI titrait : « *Les champs électromagnétiques, une menace pour l'automobile ? Les voitures modernes embarquent de plus en plus d'électronique à leur bord. Les dysfonctionnements de régulateurs de vitesse évoqués par des automobilistes peuvent-ils provenir de perturbations électromagnétiques ?* »³³

2.7 Le Bluetooth, les écoute-bébés

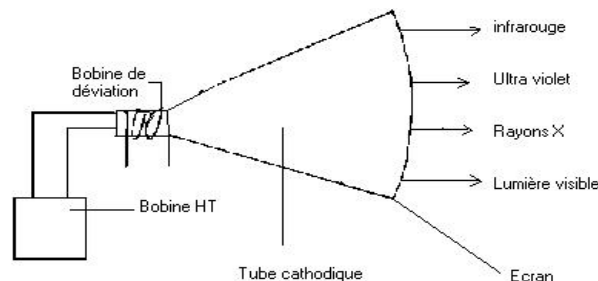
Ces appareils qui émettent des rayonnements n'affichent toujours pas de DAS.

2.8 TV et écrans vidéo d'ordinateur (type cathodique)

CEM de diverses fréquences : très basses, basses, moyennes, hautes et très hautes fréquences hertziennes, IR, UV, rayons X (rayonnements ionisants), champ électrostatique. Les écrans

³³ <http://tf1.lci.fr/infos/france/2005/0,,3216782,00.html>

piègent les ions négatifs de l'air, indispensables à la santé. Il n'est pas rare de trouver des moniteurs autour desquels rayonne un champ électromagnétique de 50 à 300 V/m et 2 à 5 μ T à 5 cm de l'écran. Les champs électromagnétiques seront plus intenses sur la partie arrière et sur le côté, la bobine se trouvant à l'arrière de l'écran et sur le côté. Les effets (problèmes visuels, problèmes cutanés, troubles de la mémoire et de l'humeur, problèmes de sommeil) sont proportionnels à la distance et au temps d'exposition, c'est pourquoi un écran d'ordinateur posera plus de problème qu'un téléviseur.



L'Institut National Suédois de Médecine du Travail a édité une directive afin de réglementer l'émission de champs électromagnétiques au niveau des ordinateurs (tableau ci-dessous).

Champ électrique		
Fréquence	Valeurs max	Distance de mesure
5 Hz à 2000 Hz	< à 25V/m	50 cm de face
2000 Hz à 400 000 Hz	< à 2.5V/m	50 cm tout autour
Champ magnétique		
5Hz à 2000Hz	< à 0.25 • T	50 cm tout autour
2000Hz à 400 000Hz	< à 0.025 • T	50 cm tout autour
électricité statique	+/- 500V	décharge du clavier

Les écrans plats sont moins producteurs de CEM.

2.9 Informatique et bureautique

Unité centrale, périphériques (imprimante, scanner...) émettent également des CEM. Les blocs multiprises sont émetteurs de CEM très puissants.

3- Les lieux pollués

3.1 Pollution dans les lieux de travail

Poste de travail : écran et unité centrale du PC (voir précédemment).

Périphériques : certains bureaux contiennent, outre un ou plusieurs ordinateurs, des imprimantes, un fax, le téléphone et parfois encore d'autres appareils comme la photocopieuse, le scanner...

Pollution extérieure : en général, les bureaux se trouvent du côté de la rue tandis que les ateliers se situent à l'arrière. Il n'est pas rare de mesurer des champs magnétiques importants au niveau du sol, si importants qu'ils perturbent les ordinateurs se trouvant dans la même pièce. A partir de 1 • T, certains ordinateurs peuvent déjà être perturbés. Les pollutions peuvent aussi provenir, soit de transformateurs se trouvant dans une pièce contiguë, soit d'une ligne haute tension à proximité de

l'entreprise (30 • T sous une ligne 400 KV à pleine charge) soit d'un four à micro-onde se trouvant dans une autre pièce, juste à côté de l'ordinateur (à 5 cm, un tel four dégage plus de 20 • T).

Plafonniers et rails métalliques de faux-plafonds : les plafonniers avec des tubes fluos sont équipés de ballasts électroniques produisant des CEM importants. Le CE est diffusé par les rails métalliques des faux-plafonds.

Particularités liées au type de métier :

Dans certains types de restaurants, le four à micro-onde est largement utilisé ce qui peut poser de nombreux problèmes au personnel qui travaille juste à côté. Un champ magnétique important rayonne autour de ce type de four, de même que des fuites importantes au niveau des hyperfréquences (2.450 Mhz).

Dans la plupart des magasins, l'éclairage halogène basse tension prend une importance considérable. Les transformateurs utilisés produisent des champs électriques et magnétiques considérables (200 V/m et 10 • T à 5 cm) et comme ce type de comptoirs est souvent très bas, (parfois à 10 cm de la tête du vendeur) les employés sont exposés à des champs électromagnétiques très importants.

Les magasins contenant de nombreuses photocopieuses sont également très pollués, certains photocopieurs dégageant plus de 18 • T à 15 cm et encore 0.4 • T à 1m20.

En ce qui concerne les ménagères, un aspirateur dégage encore à 1m 20 entre 0.1 et 1 • T et un fer à repasser 0.8 à 2 • T à 15 cm.

Les coiffeurs devront se méfier des sèche-cheveux et des rasoirs (un sèche cheveux pouvant dégager entre 30 et 70 • T à 15 cm).

Mesures d'un bureau d'architectes

	CM (en • T)		CE (en V/m)		HF (en $\mu\text{W}/\text{m}^2$)	
Appareils	à 20 cm	à 50 cm	à 20 cm	à 50 cm	à 20 cm	à 50 cm
Machine à café	0.01	0.004	43	10		
Bloc multiprises	0.18	0.03	165	81		
Unité centrale PC	0.29	0.1	120	57		
Ecran plat	0.018	0.012	132	60		
Clavier	0.020	0.017	170	25		
Imprimante A4	0.035	0.015	100	75		
Photocopieur	0.035	0.005	45	25.5		
Traceur de plans	0.01	0.006	4	4		
Téléphone DECT	0.012	0.006	60	22.5	>2000	1900
Plafonnier fluos	0.3	0.11	15	7.5		

Mesures faites dans le cadre du mémoire avec des appareils Gigahertz Solutions

Notes sur les mesures ci-dessus :

La base du téléphone DECT émettait encore $1500 \mu\text{W}/\text{m}^2$ à 2m. Au centre de l'agence on mesurait $600 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Concernant le CE on mesurait 6 V/m au centre. Sur certains postes (au niveau de l'assise) on mesurait jusqu'à 40 V/m.

3.2 Pollution dans les trains électriques

Le Train à Grande Vitesse européen fonctionne entre 25 KV et 50 KV alternatif. On mesure des champs magnétiques pouvant atteindre 6.3 • T à l'intérieur du train, 6 • T à 10 m, 2.5 • T à 30 m et 0.5 • T à 50 m. Les chemins de fer français l'ont bien compris puisque tous les trains pénétrant en

dessous de Paris et dans certaines gares passent en courant continu. Les personnels (conducteurs, travailleurs du rail et contrôleurs) sont donc exposés à des champs magnétiques importants. Les caténaires, servant à alimenter le train qui y puise l'électricité avec son pantographe, sont alimentés par des lignes à haute tension. Les maisons se trouvant à proximité des lignes de chemin de fer fonctionnant en alternatif sont donc polluées par des champs électromagnétiques alternatifs (ce qui n'est pas le cas pour les lignes de chemin de fer fonctionnant en continu).

3.3 Pollutions dans la cuisine

Dans la cuisine, les appareils sont en général mis à la terre donc il n'y a pas de pollution au niveau du champ électrique (exceptés certains appareils en plastique pour lesquels le fabricant n'est pas tenu de les relier à la terre). Pour ce qui est du champ magnétique, les appareils les plus polluants seront le micro-onde, et tout appareil contenant un moteur (bobine). **Il m'est arrivé d'observer des champs magnétiques tels dans une cuisine d'un bâtiment en BA que la boussole n'indiquait plus le Nord mais l'Est.**

	CM (en $\bullet T$)		CE (en V/m)		HF (en $\mu W/m^2$)	
Appareils	à 20 cm	à 50 cm	à 20 cm	à 50 cm	à 20 cm	à 50 cm
Cafetière électrique	0.02	0.005	225	15		
Four micro-onde					>2000	>2000
Plaques à induction	2	1.8	530			
Plaques céramiques	0.19	0.03	150	18		
Four électrique	0.12	0.03	30	9		
Lave-vaisselle	2	0.4				
Lave-linge						
Mixer	1	0.4	900	22.5		
Robot ménager	0.32	0.22	450	150		
Machine à pain	0.4	0.05	675	135		
Frigidaire	0.01	0.002	240	60		
Grille pain	0.5	0.05	75	30		
Tube fluo				50		
Ampoule fluocompacte	0.01	0.005	230	105		

Mesures faites dans le cadre du mémoire avec des appareils Gigahertz Solutions

Notes sur les mesures ci-dessus :

Les plaques à induction émettaient encore $0.6 \bullet T$ à 1 m. Le tube fluo avait été inversé à son installation (phase sur neutre et inverse) et émettait 100 V/m éteint et à 50 cm, c'est à dire 2 fois plus qu'allumé. Le four à micro-ondes émettait encore plus de $2000 \mu W/m^2$ à 1 m et $1800 \mu W/m^2$ à 4 m.

3.4 Pollutions dans le salon

Dans le salon, il faudra veiller à **protéger les endroits où l'on passe de longues périodes afin d'éviter d'être agressé par des champs électromagnétiques pendant le repos**. Un halogène sur pied produira encore 25 V/m à 1 m s'il n'est pas sur une prise de terre. Si en plus de cela, le plancher est en bois (du sapin par exemple) ou pire encore en " plaqué ", (multiplex ou aggloméré recouvert d'une feuille de chêne) le champ électrique se propagera dans toute la pièce (20 à 30 V/m dans certaines pièces). Dans les immeubles, le problème est plus complexe et les pollutions peuvent venir de l'appartement à l'étage inférieur.

	CM (en • T)		CE (en V/m)		HF (en $\mu\text{W}/\text{m}^2$)	
	à 20 cm	à 50 cm	à 20 cm	à 50 cm	à 20 cm	à 50 cm
Appareils						
Chaîne Hi-Fi	0.34	0.015	22.5	20		
TV couleur	0.95	0.1	900	15		
Radiateur radiant	>2	1.13	390	150		
Lampe halogène						
Chauffage élec. au sol	0.6	0.4	6	1.5		
Compteur TA	0.17	0.05	505	60		
Poêle à granulé	0.022	0.005	15	1.5		
Téléphone DECT	0.02	0.005	180	25.5	>2000	1900
Freebox	0.02	0.004	150	60		
Lecteur DVD	0.01	0.005	750	60		
Multiprise type parafoudre	0.3	0.03	180	81		

Mesures faites dans le cadre du mémoire avec des appareils Gigahertz Solutions

Notes sur les mesures ci-dessus :

La base du téléphone DECT continuait d'émettre $1500 \mu\text{W}/\text{m}^2$ à plus de 2 m.

3.5 Pollutions dans les chambres

Les chambres sont des endroits très importants au niveau de la pollution, étant donné qu'on y passe **1/3 de notre vie. De nombreux appareils que l'on y trouve sont polluants : radio-réveils, lampes de chevet.** Il est de plus en plus fréquent de retrouver à proximité du lit, télévision et magnétoscope ainsi qu'une chaîne hi-fi et parfois même un ordinateur (chambre d'étudiant ou d'enfant). Les chauffages électriques au sol, sur les murs ou au plafond polluent la pièce entière et aucune solution n'existe pour s'en protéger !

	CM (en • T)		CE (en V/m)		HF (en $\mu\text{W}/\text{m}^2$)	
	à 20 cm	à 50 cm	à 20 cm	à 50 cm	à 20 cm	à 50 cm
Appareils						
Radio réveil						
TV couleur	0.95	0.1	900	15		
Radiateur radiant	>2	1.13	390	150		
Lampe de chevet		0.035		30		
Téléphone DECT	0.02	0.005	180	25.5	>2000	1900
Câble mural plinthe				15		

Mesures faites dans le cadre du mémoire avec des appareils Gigahertz Solutions

Notes sur les mesures ci-dessus :

La tête de lit de la personne se situait dans les CE de la lampe de chevet et du câble mural.

3.6 Cas particuliers

Il faudra se méfier des **chaudières au mazout** (fuel) qui dégagent un champ magnétique important ($0.8 \mu\text{T}$ à côté de la chaufferie).

Concernant les **alarmes**, trois types de détecteurs sont commercialisés :

- a- Le détecteur infrarouge qui est le meilleur marché (le moins bon) ;
- b- Les détecteurs radars et infrarouges mais ce type de détecteur très fiable fonctionne en permanence, et même quand l'alarme est débranchée, il produit des hyperfréquences ;
- c- Les détecteurs par ultrason, aussi fiables que le précédent mais avec l'avantage de ne pas produire d'hyperfréquences.

Les **lampes fluo-compactes à ballast électronique** émettent un CEM.

Le **problème du tubage des conduits de cheminée** est à examiner de très près, car la hauteur du conduit inox fait antenne de par sa longueur (3 à 10 m) et capte les émissions des fréquences VHF (télévision et radio FM). Il est arrivé dans certaines maisons d'avoir des interférences de réception sur le téléviseur dû au tubage.

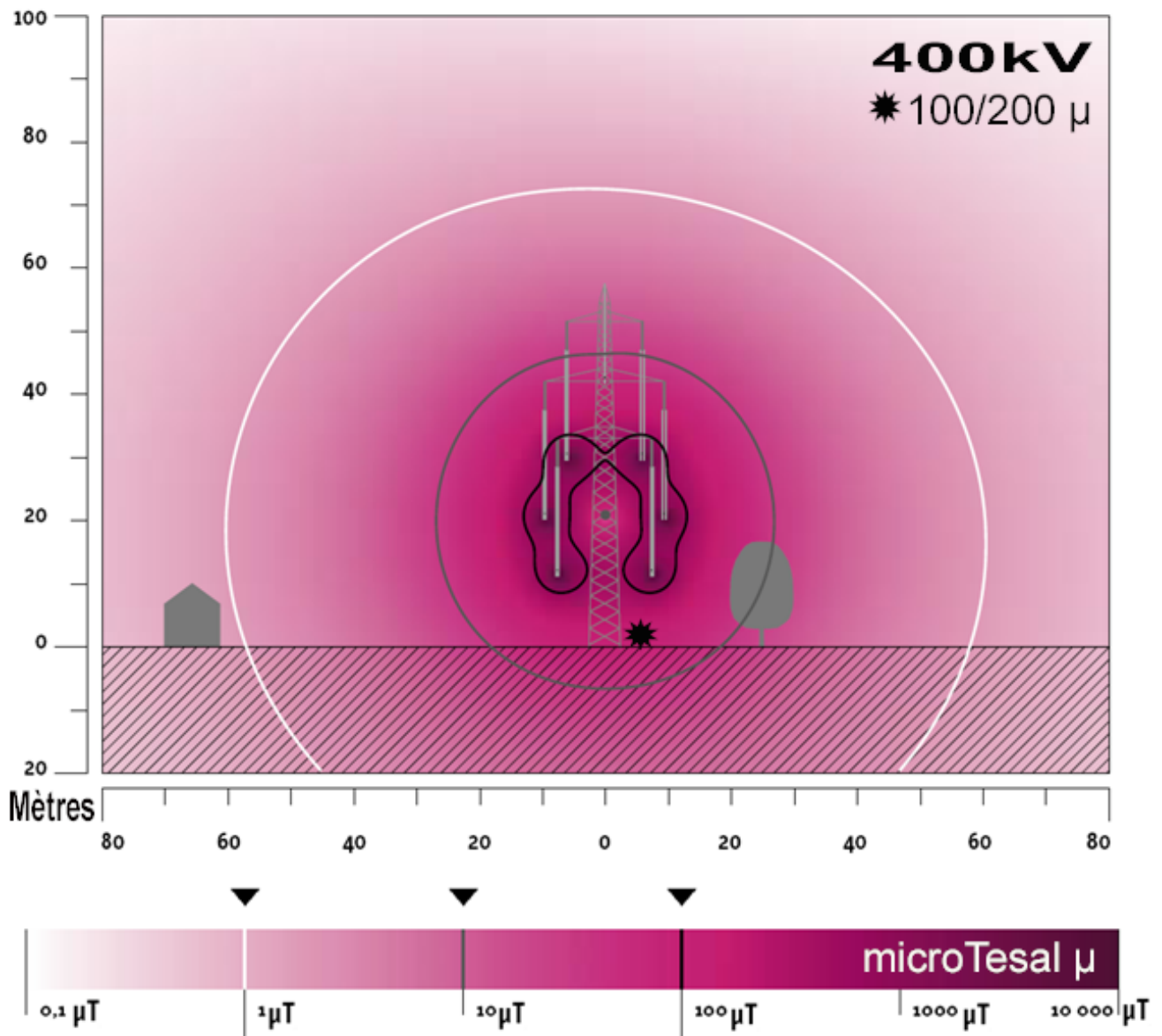
3.7 LHT

Sous une ligne 400 000 V (400kV) on mesure des champs magnétiques pouvant aller jusqu'à $60 \cdot T$ quand la ligne est à pleine charge (en fonction des mois de l'année).



Outre les champs électromagnétiques, un autre effet est rencontré à proximité des lignes. L'effet couronne est produit par l'ionisation de l'air (voir chapitre physiologie) sous l'action du champ électrique, qui s'accompagne d'une luminescence de l'air et qui est responsable du bruit de friture (claquement, bourdonnement) caractéristique des lignes à haute tension. Son importance augmentera en présence de pluie ou de fines particules en suspension autour de la ligne. **L'effet couronne favorise la production d'ozone et d'ions.** On estime que 20% des ions produits peuvent être transportés jusqu'à 1 Km des terres par la pluie ou le vent.

Notons que le champ électrique est tellement fort sous une ligne THT qu'un simple néon tenu à la main s'allume tout seul.



3.8 Urbanisme et environnement

En ville, certains trottoirs peuvent être pollués par des champs magnétiques supérieurs à $2 \cdot T$ au-dessus du câble et une valeur supérieure à $0.2 \cdot T$ à 1 mètre de la porte d'entrée, à l'intérieur même de l'habitation.

4- Notion d'Electrosmog

En quelques années, nous avons créé un « électrosmog », une sorte de brouillard électromagnétique, un environnement saturé en ondes généré par l'ensemble des sources que nous avons cité, dans un logement ou un environnement. **L'accroissement de l'électrosmog continue sans cesse, en lien avec la prolifération des antennes, installations, appareils, et le recours de plus en plus excessifs aux nouvelles technologies.** Un français sur deux possède aujourd'hui un téléphone mobile. Dans le même temps, la population a pu observer l'installation d'un grand nombre d'antennes sur des pylônes, des édifices publics et, en ville, sur des immeubles de bureaux et des bâtiments d'habitation. Ces antennes et les stations de base GSM qui les alimentent, au nombre d'environ 30 000 sur un total d'environ 80 000 stations radioélectriques en France, sont venues

s'ajouter aux antennes des stations de radiodiffusion, de télévision et de radio professionnelle qui émettent des signaux radioélectriques de même nature, dans les bandes de fréquences comparables, à un niveau souvent beaucoup plus puissant, mais dont l'implantation, plus ancienne et réalisée progressivement, fait en quelque sorte "partie du paysage".

4.1 Déclin d'espèces animales

On observe depuis quelques années un **déclin des ruchers** ainsi que de certaines espèces d'oiseaux en milieu urbain. On ne peut que rapprocher ce fait des CEM et leur effet sur la magnétite, rendant incapable certaines espèces de s'orienter. Le problème avec les abeilles est qu'elles sont à la base de la pollinisation et de la fécondité des plantes. **Einstein disaient que si les abeilles disparaissaient un jour l'homme suivrait.**

5- Les réglementations

5.1 La réglementation française

J.O n° 105 du 5 mai 2002 page 8624 / texte n° 39 (voir extraits en annexe 7)

La réglementation française s'aligne sur les normes européennes pour les CEM :

La limite d'exposition est de 41 V/m pour le CE.

La limite d'exposition est de $100 \cdot T$ pour le CM.

La norme de compatibilité électromagnétique est de 3 V/m et $3,77 \cdot T$.

Rappel :

Le seuil de risque le plus communément admis par les scientifiques au niveau mondial est de l'ordre de 10 V/m pour le CE et de $0,2 \cdot T$ pour le CM.

Les risques apparaissent comme vraiment négligeables en dessous de 5 V/m (CE) et $0,05 \cdot T$ (CM).

On peut se poser la question de l'écart existant entre la limite d'exposition humaine définie dans la réglementation française et la norme de compatibilité électromagnétique³⁴. Le système bioélectrique humain si complexe serait beaucoup moins sensible qu'un appareil ?

5.2 Les différentes mesures prises en France, en Europe

Les normes sont très différentes selon les pays.

Le seul pays à avoir adopté des normes sérieuses, c'est la Suède. Rappelons que la Suède recommande 0.2 μ T et 16 V/m pour 8 heures d'exposition par jour.

Le gouvernement allemands vient de déconseiller l'usage du wi-fi à domicile et de « *préférer autant que possible l'utilisation de solutions filaires traditionnelles plutôt que des connexions sans fil* ». ³⁵

³⁴ La **compatibilité électromagnétique (CEM)** est l'aptitude d'un appareil ou d'un système électrique ou électronique à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour les autres équipements qui se trouvent dans cet environnement. Ainsi, il est interdit d'utiliser un téléphone portable dans un avion parce qu'il émet un champ électromagnétique auxquels les systèmes radioélectriques d'aide au pilotage (navigation, décollage / atterrissage) risquent d'être sensibles.

³⁵ Source Courrier International du 5 sept 2007 : article sciences – Le sans-fil nuit à votre santé

Le CSS (Conseil Supérieur de la Santé) de Belgique et des Pays Bas prépare une nouvelle note consacrée à la question pour 2008. Dans une précédente note il avait recommandé de ne pas dépasser 3 V/m en aucun endroit et à aucun moment.

Certains cantons de Suisse ont refusés la 3^{ème} génération de téléphonie mobile.

A Paris une charte a été imposée par la Mairie aux opérateurs : « *La Ville fixe aux opérateurs l'objectif de contenir à 2 V/m équivalent 900 le niveau moyen d'exposition effective sur 24 heures de la population parisienne dans les lieux de vie.* »

De nombreuses autres villes de France suivent le mouvement impulsé par Paris avec des chartes ou des arrêtés : Tours, Dijon, Niort, Saint-Cyr l'école , Mouans-Sartoux...³⁶

Et puis n'omettons pas de citer la **charte de l'environnement** qui a été jointe à la constitution, et qui permet d'appliquer le principe de précaution et d'aller en justice avec les articles 1 et 2. (voir en annexe)

Le **principe de précaution** est généralement appliqué lorsqu'il y a un degré d'incertitude scientifique élevé et qu'il faut prendre des mesures concernant un risque potentiellement grave sans attendre les résultats d'autres recherches scientifiques. Il a été défini dans le Traité de Maastricht comme le fait de prendre des mesures prudentes lorsqu'il y a suffisamment d'éléments scientifiques (mais pas nécessairement une preuve absolue) indiquant que l'inaction pourrait entraîner des effets nocifs et lorsque ces mesures peuvent être justifiées par une appréciation raisonnable du coût/efficacité.

³⁶ Une cartographie complète est disponible sur le site de Priartem : <http://www.priartem.com/frame.htm?1>

QUATRIEME PARTIE
CEM et construction
Prescriptions

1- CEM et QEB

Dans le référentiel QEB, la cible 12 « Qualité sanitaire des espaces » appartenant à la famille F4 (les cibles de santé) permet de traiter les CEM.

CIBLE 12 de la Famille Santé

Exigences :

12.1. Limiter les nuisances issues de l'espace intérieur et des surfaces

Indicateur opérationnels :

Niveaux des champs électromagnétiques émis par les équipements électriques

La cible 12 n'est malheureusement presque jamais utilisée. Elle est même écartée dans les certifications. Cela montre d'ailleurs bien l'incohérence d'un référentiel dans lequel on peut mettre en avant certaines cibles pour ne pas en prendre d'autres en compte. Même si la branche santé existe dans les 14 cibles (12 à 14), il est extrêmement rare de voir une opération avec ces cibles comme prioritaires (sauf peut-être la 14 : qualité de l'eau, car généralement elle est traitée en amont par la ville et le constructeur n'a donc rien à faire).

D'autre part le seuil de l'indicateur (concernant les CEM) reste à définir par l'AMO HQE. **Il n'y a pas de seuil maximum requis** (comme c'est le cas par exemple au niveau énergétique par les RT). Et le rédacteur du cahier des charges HQE peut donner les seuils réglementaires européens ou français qui sont absolument aberrants (comme nous l'avons vu précédemment).

1.1 Intégrer les coûts sanitaires du bâtiment

La capacité des bâtiments modernes à offrir un environnement intérieur sain ou simplement convenable pose clairement problème...

Les coûts sanitaires dus au bâtiment ne sont pas pris en compte par ceux qui les construisent, mais supportés par chaque citoyen au travers du système de sécurité sociale. Cela obscurcit le problème et le noie un peu plus dans le flou. On laisse donc dans l'inconscient les problèmes sanitaires du bâtiment dès sa conception, car n'étant pas pris en charge par le constructeur.

Parler de santé aux professionnels du bâtiment est d'autant plus difficile qu'il n'y a pas de bénéfice financier direct pour eux. Un promoteur sera gagnant avec un bâtiment à E+, mais perdant avec un bâtiment à Santé Positive. Il est pour le Maître d'Ouvrage souvent hors de question de parler d'un surcoût que demanderait la mise en œuvre de matériaux sains, de techniques inoffensives pour la santé, d'un temps sensiblement plus long pour un chantier sans risques sanitaires, et de la réflexion supplémentaire à donner à une conception respectueuse non plus seulement de l'environnement mais aussi de l'être humain. C'est ainsi que nous continuons à faire de la HQE ³⁷ avec des produits extrêmement nocifs tels les PVC et des bâtiments qui génèrent d'intenses champs électromagnétiques (CEM) ³⁸ sans en connaître réellement les conséquences épidémiologiques futures. Devons-nous attendre une catastrophe de l'ordre de celle de l'amiante pour réagir sur la question des CEM ?

D'ailleurs les économies d'énergie nécessaires mais menées sans vision globale, ont conduit à une diminution du renouvellement de l'air intérieur, à une augmentation de l'humidité des logements et

³⁷ HQE (Haute Qualité Environnementale) est désormais une marque protégée par le ® et déposée par les industriels du bâtiment (AIMCC) dont les principaux fabriquent des produits non respectueux de l'environnement. D'autre part « Haute » n'est-il pas un peu prétentieux au regard de ce que l'on voit construit en démarche HQE aujourd'hui ?

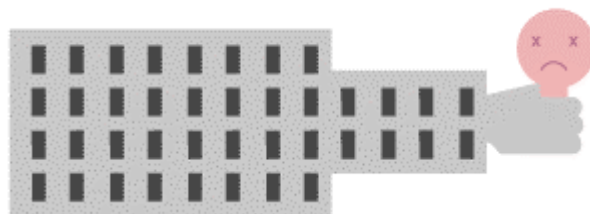
³⁸ Pour le reste de ce mémoire, nous utiliserons l'abrégié CEM à la place de Champs ElectroMagnétiques.

à une plus grande persistance des polluants. Le bâtiment a ainsi créé les conditions favorables au doublement du nombre d'asthmatiques en seulement 20 ans... Rappelons que **la finalité première d'un bâtiment est d'offrir à l'être humain un abri sûr le protégeant de l'hostilité des éléments naturels, des sources de nuisance, lui permettant de s'épanouir, d'accomplir des activités professionnelles et de se reposer.** C'est notre troisième peau. Cependant certains bâtiments sont plus toxiques à l'intérieur que dans leur environnement externe immédiat.

Le docteur Suzanne Déoux parle de l'urgence à diminuer le coût sanitaire du bâti... « *Dans l'acte de construire, seule l'énergie est actuellement digne d'intérêt et possède un coût ! La santé n'en aurait-elle pas un aussi ? Si les études pour évaluer les coûts énergétiques et environnementaux des bâtiments se multiplient, les analyses des coûts sanitaires générés par le bâtiment suscitent peu d'intérêt et sont quasi inexistantes en France. Alors que la facture s'alourdit avec les décennies, en particulier pour les cancers liés à l'amiante et au radon, les intoxications par le plomb, l'asthme et les maladies allergiques, sans compter les répercussions psychosociologiques, les impacts sanitaires liés au bâti ne sont pas réellement intégrés dans une politique globale de prévention. Pour autant, les conséquences financières, humaines et sociales des effets de l'environnement bâti sur la santé ne doivent pas être sous-estimées.* »³⁹

Une étude concernant les gains de santé et de productivité obtenus par l'amélioration de la qualité des environnements bâtis a été publiée en 1997 par W.Fisk et A.Rosenfeld⁴⁰ : « *Recently completed analyses suggest that improving buildings and indoor environments could reduce health-care costs and sick leave and increase worker performance, resulting in an estimated productivity gain of \$30 to \$150 billion annually.* »

Rappelons qu'environnement et santé sont intimement liés, et qu'il ne sert à rien de construire une architecture qui n'aggrave pas le réchauffement climatique si nous ne pouvons lui survivre. Tant que QSB (Qualité Santé Bâtiment) et QEB ne seront pas conjointes et à égal niveau dans un référentiel à deux parties, avec impossibilité de minimiser l'une en faveur de l'autre, il est probable que nous n'avanceront pas sur ce terrain.



2- Modes de construction

Les modes de constructions actuels participent largement à l'accroissement des CEM. Ce sont en grande partie les obligations de répondre à des normes électriques de plus en plus abusives et les éléments métalliques qui nous amènent à concevoir des bâtiments engendrant un effet « Cage de Faraday Inversées ».

2.1 L'Effet Cage de Faraday

La Cage de Faraday, telle qu'utilisée en milieu médical ou informatique, est une enceinte aux parois conductrices ou cage métallique qui permet d'isoler une portion d'espace contre l'influence des diverses perturbations électromagnétiques externes (foudre, IEMN,...). Par exemple, une voiture à carrosserie métallique est une cage de Faraday qui protège ses occupants

³⁹ Lire l'article « Diminuer le coût sanitaire du bâti : une urgence éthique de la responsabilité » du docteur Suzanne Déoux

⁴⁰ Laboratoire américain Lawrence-Berkeley : « Estimates of Improved Productivity and Health from Better Indoor Environments »

contre les dangers d'électrocution provenant d'un contact extérieur ou d'une décharge atmosphérique (foudre). Inversement si on introduit des charges à l'intérieur d'une cage de Faraday mise à la terre, le champ électrique à l'extérieur n'en sera pas perturbé. En milieu hospitalier elle est utilisée pour protéger l'IRM des ondes extérieures qui pourraient venir perturber l'imagerie médicale. Une large partie de la cage de Faraday des salles d'IRM est réalisée en cuivre. Mais la Cage de Faraday ne protège pas l'environnement extérieur des champs magnétiques de la machine IRM. Pour protéger un volume de tout champ magnétique, il faut réaliser une cage de Mu-métal, ce qui est extrêmement onéreux (109,05 € HT m² chez QEM).

On utilise également le terme de « Cage de Faraday » dans le diagnostic des CEM du bâtiment. Mais il s'agit là de son utilisation dans le sens de « cage étanche » aux CEM. En effet, si une cage de Faraday dans le milieu médical protège certains appareils d'influences EM extérieures, on peut se trouver aussi dans l'effet inverse. Dans ce cas les parois de cette « cage » forment une barrière étanche qui maintient et réverbère les CEM au centre de la pièce. On trouve cet effet de « Cage de Faraday Inversée » dans toute construction en béton armé (dalle de sol, murs et dalle de plafond), en structure métallique ou bardage métallique, ou encore tout volume entièrement enveloppé d'une isolation de laine de verre. Il faudra dans ce cas impérativement mettre les armatures à la terre.

3- Solutions et protections vis à vis des CE et CM

Le champ électrique peut être supprimé assez facilement en raccordant l'appareillage électrique ou la structure à la masse. Les matériaux de construction tendent à diminuer le champ électrique à l'exception du bois qui le propage. Le champ électrique d'une installation extérieure comme par exemple une LHT (à condition de respecter certaines distances), est presque entièrement absorbé par l'habitation (+/- 90%) Une rangée d'arbres ou une clôture métallique mise à la terre peuvent également protéger une habitation si elles se trouvent entre l'habitation et la ligne H.T.

L'élimination des champs magnétiques est beaucoup plus compliquée étant donné qu'ils traversent les matériaux classiques de construction. L'utilisation de câbles blindés spéciaux est nécessaire pour éviter de polluer les habitations. La protection des habitations surplombées par des lignes haute tension est quasi impossible, les champs magnétiques traversant les murs.

En conclusion, on peut se protéger des champs magnétiques en éteignant la lampe alors que pour éliminer le champ électrique, il faut enlever la prise ou employer des interrupteurs qui coupent les 2 phases (les 2 fils). Quand l'appareil fonctionne, le champ électrique pourra être éliminé en raccordant l'appareillage à la masse alors que le champ magnétique ne pourra être éliminé qu'en utilisant des matériaux spéciaux (Mu-Métal) qui sont pour le moment hors de prix.

Comme il est impossible de distinguer les CE des CM dans la pratique, il convient donc de prendre des précautions des deux côtés.

Les solutions sont :

- 1. Utilisation de matériaux compatibles**
- 2. Protection des CEM par blindage**
- 3. Protection par coupure du champs**
- 4. Protection par raccordement à la terre**
- 5. Conception raisonnée des chemins de câbles et des équipements**
- 6. Décroissance des CEM**

3.1 Utilisation de matériaux compatibles

La présence d'obstacles arrête facilement le champ électrique (murs, talus, haie d'arbres), mais ils sont rayonnés par le métal, le bois, le plâtre, la laine de verre.

Le champ magnétique par contre peut difficilement être arrêté (emploi d'alliages de métal, cuivre, carbone) et sont plus difficiles à gérer, car ils traversent la plupart des matériaux.

Miroir : réfléchit et amplifie les effets des rayonnements.

Laine de verre : (fait un capot) rayonne le CE.

Eléments métalliques : (poutrelles, rails FP et cloisons légères...) rayonnent également le CE.

Béton et ferrallages : font une cage de faraday inversée

Bois : il faut savoir que le champ électrique se propage dans le bois. Certains bois contiennent plus d'eau que d'autres ce qui veut dire que les différents types de bois ne conduisent pas de la même manière le champ électrique. Par exemple, le sapin propage relativement fort le champ électrique alors que le merbau qui est un bois africain ne le propage pas. Les panneaux contenant de la colle comme le multiplex ou l'aggloméré propagent encore plus fortement le champ électrique que le bois, sans doute à cause de la colle qu'ils contiennent.

Placo, parpaing : diffusent les CEM

Moquettes : accumulent les charges électrostatiques (même effet que PVC, voir dessous)

PVC : Charges électrostatiques. Outre les problèmes de dégagement de chlore lors d'incendies, les matériaux en PVC accumulent les charges électriques et peuvent être à l'origine de phénomènes parasites compromettant le fonctionnement d'appareillages, en particulier, le matériel informatique. Ces charges électrostatiques élevées attirent les poussières en suspension dans l'air et provoquent leur précipitation. L'électricité statique augmente la contamination bactérienne par attraction des micro-organismes.

Carbone : dans les cages de faraday en milieu industriel, les parois sont traitées en carbone, car c'est un matériau qui absorbe les ondes électromagnétiques.

Cuivre : seul métal à un prix abordable qui protège des CM ⁴¹

Le mu-métal : alliage de nickel et de fer (77% nickel, 15% fer, plus cuivre et molybdène) qui présente une très haute perméabilité magnétique. Le mu-métal tire son nom du symbole μ (i.e. la lettre mu de l'alphabet grec) utilisé pour dénoter la perméabilité magnétique. La haute perméabilité du mu-métal en fait un excellent matériau écran pour les champs magnétiques statiques ou basse fréquence, contre lesquels les autres méthodes d'atténuation sont peu efficaces. Une très petite épaisseur (0.1 mm) suffit. Par contre, le prix en fait un matériau totalement imprescriptible dans le bâtiment à usage courant (environ 300 Euros le m²).

3.2 Protection des CEM par blindage

Le blindage électromagnétique consiste à réduire le champ électromagnétique au voisinage d'un objet en interposant une barrière entre la source du champ et l'objet à protéger. La barrière doit être faite d'un matériau conducteur électrique. Le blindage peut réduire l'influence des micro-ondes, de la lumière visible, d'autres champs électromagnétiques et des champs électrostatiques.⁴²

L'efficacité du blindage dépend du matériau utilisé, de son épaisseur et de la fréquence à bloquer. Les matériaux utilisés le plus couramment comme blindage électromagnétique sont des feuilles et

⁴¹ Se vend en tissu à la maison écologique de St-Aupre.

⁴² Le blindage électromagnétique est également utilisé pour empêcher l'accès aux données stockées dans les puces RFID incluses dans de nombreux appareils, comme les passeports biométriques.

des grilles métalliques, des gaz ionisé et des plasmas. De façon à assurer le blindage, les trous dans les grilles et feuillets doit être significativement plus petit que la longueur d'onde de la radiation à bloquer.

Une autre méthode courante de blindage, surtout utilisés dans les appareils électroniques grand public équipés d'un boîtier plastique, consiste à recouvrir l'intérieur du boîtier avec une encre métallique. Cette encre est usuellement constituée d'une dispersion de particules de nickel ou de cuivre dans une solution liquide, formant une couche conductrice continue. Lorsqu'elle est reliée à la masse de l'appareil, elle forme un blindage efficace.

La porte d'un four à micro-ondes dispose d'un écran intégré à son hublot. Les micro-ondes utilisées dans le four ont une longueur d'onde de l'ordre de 12 cm. Pour cette longueur d'onde, la grille, de pas millimétrique, constitue une cage de Faraday.

A. Câble blindé (câblage électrique biocompatible ou gaine électrique blindée)

C'est un câble électrique possédant un blindage sous la forme d'un treillis de fils entourant l'âme du câble. Certains câbles sont équipés de deux blindages concentriques. Un câble blindé simple élimine le CE, un torsadé (avec deux blindages ou utilisant un blindage à base de matériaux ferromagnétiques) réduit aussi le CM (il n'émet plus qu'un champ magnétique résiduel de 5 % au maximum). Intéressant lorsque qu'on est obligé de faire passer un fil derrière la tête du lit ou dans des bureaux. Mais cela n'a aucun sens de blinder l'installation si on place une lampe de chevet sans mise à la terre à 10 cm du lit.

Jusqu'à présent on utilisait des fils électriques blindés. On peut désormais utiliser du fil ordinaire dans des gaines blindées (plus simple de mise en œuvre). Ces gaines multicouches comportent un matériau conducteur et doivent être reliées à la terre. L'atténuation du CE est supérieure à 90% et comparable à celle du fil blindé. De 1,85€ à 2,90€ TTC le ml selon le diamètre (commercialisé par flex-a-ray).

B. blindage des parois

Peinture écran ASF30 (QEM) : peinture dispersion conductrice à base d'acrylate et de graphite, contre les CE basses fréquences et l'évacuation des charges statiques. (46,10 € HT le pot de 1Kg)

Revêtement de blindage « rubens » R90 (QEM) : nappe de fibre conductrice à base de graphite, protection contre les CE alternatifs basses fréquences et pour l'évacuation des charges statiques. (11,82 € HT m2)

Papier mural écran « Chagall » CH100 (QEM) : papier flexible couvert d'une protection EM Cu fin, pour tous les sites où une protection contre les interférences EM est nécessaire (cabinet médical, hôpital, laboratoire, centre informatique, protection pour les personnes électrosensibles) ; amortissement 200 MHz à 10 GHz. (236,34 € HT rouleau 1mx20m)

Revêtement mural écran « Saphir » (QEM) : nappe de fibre avec un revêtement Cu, blindage étendu contre les ondes EM hautes fréquences ; amortissement 300 MHz à 10 GHz, couleur Cuivre. (17,08 € HT m2)

Revêtement mural écran « Rowoshield ROS-M2 » (QEM) : idem mais couleur Gris. (40,07 € HT m2)

Film écran RDF75 (QEM) : autocollant avec revêtement Cu, destiné principalement au blindage des menuiseries de fenêtres et portes, résiste aux UV ; amortissement 200 MHz à 10 GHz.

Tous les revêtements se mettent à la terre. (32,13 € HT m2)

C. tissus blindés

Tissu écran « Picasso » P130 (QEM) : tissu en soie de parachute avec revêtement fin en argent pour la protection contre les CE hautes fréquences, amortissement 200 MHz à 10 GHz, Gris non transparent. (27,42 € HT m2)

Tissu écran « Dali » DA150 (QEM) : nappe de fibre entièrement gainée d'argent contre les CE hautes fréquences, amortissement 200 MHz à 10 GHz, Gris. (27,42 € HT m2)

Tissu écran « Opal » DA150 (QEM) : tissu de coton et fil de cuivre plaqué argent contre les CE hautes fréquences, amortissement 200 MHz à 3,3 GHz, Blanc. (30,71 HT € HT m2)

Tissu écran « Swiss Shield Naturell » SWSH-N (QEM) : tissu semi transparent de coton et fil de cuivre plaqué argent contre les CE hautes fréquences, amortissement 200 MHz à 10 GHz, Ecrû. (55,39 € HT m2)

Tissu écran « Swiss Shield Evolution » SWSH-E (QEM) : tissu semi transparent de coton et fil de cuivre plaqué argent contre les CE hautes fréquences, amortissement 200 MHz à 3,3 GHz, Blanc.

Tous les voilages se mettent à la terre. (30,71 € HT m2)

3.3 Protection par coupure du champ

Interrupteur automatique de champ (IAC) ou biorupteur

L'IAC est particulièrement adapté à la protection des zones nuit. Lorsqu'il ne détecte plus de points lumineux ou d'appareils en fonctionnement sur le circuit qui lui est raccordé, l'IAC coupe le 220 V alternatif, supprimant ainsi la totalité des champs électro-magnétiques. Un courant de surveillance de 16 à 24 V continu (totalement inoffensif) lui permet de détecter tout appel de puissance (remise en marche d'un appareil) et de remettre de façon automatique le 220 V. Il est nécessaire de s'assurer que dans les circuits protégés par des IAC, aucun appareil n'est sous tension en permanence (radio réveil, chaîne Hi-Fi, réfrigérateur,...). 100 à 150 € par IAC et par fiche sur le TA.

3.4 Protection par raccordement à la terre

La mise à la terre supprime le CE mais pas le CM (sauf si blindage du câblage). Habituellement seules les prises de terre sont reliées. Toute les masses métalliques (y compris les hampes de télévision) de la maison doivent être reliées à la terre. Les parties métalliques d'un bâtiment implanté sur une zone de forte Géoélectricité doivent être impérativement reliées à une prise de terre située assez loin et dans un sol différent. Il faut également veiller à ce que les appareils les plus polluants soient raccordés à la terre (câble 3 conducteurs).

Les normes EDF pour la résistivité de la prise de terre sont trop élevées (donc peu conductrice) pour assurer l'évacuation efficace des courants induits. La valeur idéale est inférieure à 10 ohms, se situant entre 7 et 9 Ohms. L'implantation de la prise de terre doit se situer au nord-est et à une distance minimum de 7m de la maison. L'emplacement précis peut-être déterminé par une étude géobiologique du terrain destinée à éviter les failles, les eaux souterraines et les réseaux. Le fil doit être le plus long possible, enroulé en spirale à son terme. (voir annexe 3)

Les bureaux métalliques ont l'avantage de pouvoir être raccordés à la terre. Pour les bureaux en bois, en aggloméré ou en multiplex, le problème est plus compliqué étant donné qu'il n'est pas possible de les raccorder à la masse. Sur des bureaux en multiplex, un CE allant de 60 à 140 V/m au niveau du poste de travail est courant et la seule solution est de faradiser les câbles se trouvant à proximité du bureau, afin de canaliser le champ électrique vers la terre. Cela peut se faire en fixant une goulotte métallique raccordée à la masse sous le bureau et en y enfermant les câbles. De cette manière, la valeur du champ électrique diminuera à des valeurs inférieures à 20 V/m.

3.5 Conception raisonnée des chemins de câbles et des équipements

En tant qu'architecte nous pouvons **raisonner le plan** de façon à réduire les CEM au maximum (cuisine, TA ou emplacement TV loin des chambres), éloigner les sources des lieux de repos ou stations passives, ne pas mettre de lit derrière une cloison (étage !) contre laquelle est placée une TV

ou un ordinateur, ni le TA ou compteur, ni sous l'axe d'une antenne TV, ni au dessus de masses métalliques (voiture dans le garage, chaudière...), supprimer les miroirs qui réfléchissent et amplifient les effets des rayonnements.

Il faudra **penser aux cheminements des gaines électriques dès la conception**. L'idéal est de faire passer les gaines électriques par l'extérieur du logement en sous face de coursive par exemple ou dans les circulations communes, en veillant à blinder ces gaines si elles sont contiguës aux logements.

Eviter l'effet « Cage de Faraday Inversée » en mettant tout élément métallique à la terre (y compris les ferrallages du BA).

La conception du BA doit être non fermée. Il est préférable de **concevoir avec des systèmes constructifs poteau-dalle** un remplissage de matériau et isolants non conducteurs, afin que les ferrallages ne fassent pas une cage de Faraday sur toutes les faces du bâtiment.

Au niveau de l'isolation, **éviter la laine de verre**, d'autant plus si les armatures du doublage sont métalliques, et lui préférer des isolants naturels tel que le chanvre, la fibre de bois, la ouate de cellulose.

Préférer des cloisons pleines type briques de chanvre ou briques de terre cuite plutôt que du BA13 monté sur des rails métalliques.

D'une façon logique, **positionner l'implantation de logements et bureaux à une distance minimum des transformateurs, LHT, LMT...** Sortir les transformateurs électriques des bâtiments et les maintenir à 20m minimum.

Lignes et transfos : distances de précaution		
La règle de calcul de ces distances de précaution est simple :		
pas d'exposition prolongée, c'est à dire 6 heures d'exposition continue et plus,		
à moins de 1 mètre par millier de volt en circulation.		
Ce qui donne les distances suivantes...		
Tension de la ligne		Distance recommandée
90 000	volts	90 mètres
130 000	volts	130 mètres
225 000	volts	225 mètres
400 000	volts	400 mètres
etc.		

Source Criirem

Le **plan électrique devra être particulièrement bien étudié** et l'Architecte expert en CEM devra y imposer son point de vue. De façon générale, le principe de base d'une installation électrique biotique est d'éviter la présence des champs à l'intérieur d'emplacements d'utilisation constante : repas, repos. Notamment il veillera aux points suivants :

- Chemin de câbles loin du lit.
- Emplacement judicieux des appareils et donc des prises.
- Eviter le sur-équipement électrique et limiter le nombre de prises et de points lumineux.
- Les spécialistes conseillent une arrivée électrique par câble enterré, coté nord de la maison, à proximité du tableau de répartition et en empruntant un parcours intérieur le plus court possible qui évite les emplacements d'utilisation constante. Le tableau de répartition se situera de préférence au nord, dans un local technique, se rapprochant du centre de la maison afin d'éviter de longs parcours de distribution.

- Le câblage en «épi» est préférable à une disposition en «étoile» (les pieuvres sont donc à proscrire) en évitant les emplacements d'utilisation constante. Un parcours en «L» est à préférer à un parcours en «U» et un bouclage complet d'une pièce est à exclure.
- La mise à la terre doit être particulièrement soignée.
- Faire passer les fils électriques « aller », « retour » et « terre » dans la même gaine.
- Supprimer les antennes télés des chambres pour dissuader son branchement dans ces pièces.
- Dans le cas d'allumage multiples (au delà de deux) utiliser des télérupteurs basse tension (les va et vient 220V génèrent des CE très importants au niveau des interrupteurs).

PROTECTION DES ZONES NUIT

La solution préconisée sera l'emplacement judicieux du lit en conception, sinon utiliser l'IAC si aucune autre possibilité. Attention aux passages de gaines cachées, dans les parois creuses.

PROTECTION DES ZONES JOUR

La solution de blindage est la meilleure pour réduire les champs dans les pièces où l'on séjourne avec des appareils toujours en fonctionnement (cuisine, salon, bureau..). Elle est également recommandée dans le cas de matériaux qui diffusent les champs comme le bois, le placo ou les parpaings. Toutes les tresses de blindage doivent être connectées entre elles (continuité du blindage) et raccordées à la terre en un point unique (éviter les boucles blindage/terre). Le blindage cuivre assure une protection complète contre les champs électriques. Dans la mesure où la prise de terre à une résistivité inférieure à 15 Ohms, une protection à 65 % des champs magnétiques peut être obtenus en torsadant légèrement la phase et le neutre (les courants étant inversés les champs magnétiques s'annulent).

Veiller à une réalisation des équipements soignée. Brancher la fiche de toutes les lampes dotées d'un interrupteur de manière à couper la phase et non le neutre / ou remplacer les interrupteurs par des « bipolaires », coupant les deux conducteurs / ou relier ces appareils à la terre avec cordon 3 conducteurs.

Apporter des éléments « ionisants », c'est à dire qui apportent des ions négatifs dans l'air, comme une fontaine à étage, une aération suffisante.

3.6 Décroissance des CEM

La solution la plus raisonnable est de **limiter la prolifération anarchique de ces ondes, et d'aller vers une logique de décroissance des CEM**. Cela éviterait de dépenser des budgets dans des protections lourdes et coûteuses à mettre en oeuvre. Cela semble même la seule solution face au problème sanitaire à venir. Cependant, nous nous butons là à des obstacles d'une force inouïe. Nous entrons en conflit avec la grande idéologie de la croissance économique. La décroissance des CEM s'inscrirait dans un mouvement global de simplicité volontaire qui repose sur la **mise en examen critique des réelles nécessités à utiliser les technologies nouvelles**. Si nous analysons nos modes de vie, il y a fort à parier que de nombreuses sources de CEM sont totalement inutiles.

- * *Quelle utilité de regarder un film sur un téléphone portable ?*
- * *Comment faisons nous avant le téléphone portable ?*
- * *Quelle utilité d'installer le wi-fi chez soi alors qu'un câble suffit ?*
- * *Avons-nous vraiment besoin de consommer autant de multimédia ?*
- * *Essayons la vie sans TV ? Cet opium du peuple ! Ce formatage de l'esprit ! Et redécouvrons les joies de la lecture au coin du feu...*
- * *Pourquoi continuer à utiliser la laine de verre comme isolation alors qu'il existe des alternatives ?*
- * *La mode des bâtiments métalliques est elle réellement raisonnable à tout point de vue ?*

** L'utilisation des PVC et des moquettes synthétiques est elle vraiment nécessaire ?*

* * *

Dans le bâtiment, le plus grand obstacle auquel nous nous confrontons est de l'ordre de la réglementation :

1) La nouvelle réglementation handicapée prescrit des exigences de performance d'éclairage et de visibilité qui renforcent les pollutions EM :

- signalétiques lumineuses
- déverrouillage sonore et lumineux de la porte d'entrée du bâtiment
- visiophonie obligatoire si digicode
- éclairage performant (escalier, extérieur, locaux collectifs, couloirs)

2) La réglementation électrique NF C 15-100 oblige des équipements parfois inutiles et qui produisent des CEM non négligeables dans les logements :

- 3 prises obligatoires dans les chambres réparties en périphéries sur trois murs différents (cerclage)
- une prise par tranche de 4m² dans le séjour toujours en périphérie avec un minimum de 5 prises (ce qui fait 7 prises pour 27 m² !!!!!), à cela se rajoute les circuits spécialisés pour l'alimentation de la cuisinière et 3 autres au minimum pour le lave-linge, lave-vaisselle, four (quand séparé de la plaque de cuisson), congélateur...
- 6 prises dans la cuisine dont 4 au-dessus du plan de travail (seules dans les cuisine inférieures à 4 m² est admis 3 prises)
- 1 prise téléphone obligatoire par pièce

Nous pouvons aussi douter de l'efficacité énergétique nucléaire : pertes sur le réseau, fortes tensions à la sortie des centrales et transport en LHT engendrant des CEM intenses et l'ionisation de l'air sur 1 km de rayon. Ne serait-il pas plus intelligent de produire localement notre électricité par des éoliennes et d'éviter ainsi les pertes de transport et des champs électromagnétiques importants ?

4- Domaines de recherche

Il est clair qu'un nouveau domaine de recherche architectural devra naître rapidement, celui de la construction biocompatible ou électrocompatible.

4.1 Recherche sur une paroi avec film de carbone

Les informations que nous avons sur le carbone ou graphite nous amène à le concevoir comme un matériau à part entière dans le futur. QEM commercialise déjà des films écrans avec une couche de graphite qui font leur preuve. D'autre part rappelons que les parois des cage de faraday sont tapissées de carbone. Son pouvoir d'absorption des CEM est excellent. Nous pourrions mettre en œuvre des cloisons avec un isolant de carbone (charbon par exemple), qui aurait comme vertu de protéger des CEM extérieurs, et éviterait aux CEM intérieurs de se réverbérer au centre de la pièce.

4.2 Perspectives d'évolution

Voici en vrac plusieurs points d'évolution que nous pourrions souhaiter dans un avenir proche :

1. Vers une norme nationale, européenne et internationale à des seuils très bas.

Au moins respecter les valeurs préconisées par les scientifiques et médecins :

CE : $< 10 \text{ V/m}$ et $< 0,6 \text{ V/m}$ pour les écoles, chambres, lieux de travail

CM : $< 0,2 \cdot T$ et $< 0,1 \cdot T$ pour les écoles, chambres, lieux de travail

2. Une **Réglementation Electromagnétique** (à l'image de la RT) avec les seuils maximum cités ci-dessus obligatoires pour toute construction nouvelle et réhabilitation, et qui serait une condition d'obtention d'un permis de construire.

3. Vers un **Label Santé des constructions en France**, comme Nature Plus en Allemagne...

4. Une **QESB (Qualité Environnementale et Sanitaire du Bâtiment)**, qui allierait les deux pôles d'importance, l'environnement et la santé, à égal niveau. La cible énergétique serait aussi importante que le traitement sanitaire des locaux.

5. La **reconnaissance de l'électrosensibilité par la médecine française**.

6. La **prudence extrême jusqu'en 2015**, date à laquelle le recul sera suffisant pour juger de l'impact global de la téléphonie mobile et des CEM sur la santé.

7. L'**application du principe de précaution** de la charte de l'environnement.

8. L'**apposition d'une étiquette d'information** sur les portables, DECT, fours MO mais aussi sur les tableaux d'abonnés, les chaudières, compteurs, et tout appareil électroménager.

"- Ce n'est pas seulement l'art qui est incompatible avec la stabilité. Il y a aussi la science. La vérité est une menace, et la science est un danger public. Nous sommes obligés de la tenir soigneusement enchaînée et muselée. (...) Elle nous a donné l'équilibre le plus stable de l'histoire. Mais nous ne pouvons pas permettre à la science de défaire ce qu'elle a accompli. Voilà pourquoi nous limitons avec tant de soins le champ de ses recherches. Nous ne lui permettons de s'occuper que des problèmes les plus immédiats du moment. Toutes les autres recherches sont soigneusement découragées."

Aldous Huxley, "Le meilleur des mondes"

ANNEXE 1

Charte de l' environnement

La Charte de l'environnement Loi constitutionnelle relative à la Charte de l'environnement Texte adopté le 28 Février 2005 par le Parlement réuni en Congrès et promulgué le 1er Mars 2005 par Jacques Chirac, Président de la République . La Charte de l'environnement de 2004 est ainsi rédigée : « Le peuple français, « Considérant, « Que les ressources et les équilibres naturels ont conditionné l'émergence de l'humanité ; « Que l'avenir et l'existence même de l'humanité sont indissociables de son milieu naturel ; « Que l'environnement est le patrimoine commun des êtres humains ; « Que l'homme exerce une influence croissante sur les conditions de la vie et sur sa propre évolution ; « Que la diversité biologique, l'épanouissement de la personne et le progrès des sociétés humaines sont affectés par certains modes de consommation ou de production et par l'exploitation excessive des ressources naturelles ; « Que la préservation de l'environnement doit être recherchée au même titre que les autres intérêts fondamentaux de la Nation ; « Qu'afin d'assurer un développement durable, les choix destinés à répondre aux besoins du présent ne doivent pas compromettre la capacité des générations futures et des autres peuples à satisfaire leurs propres besoins ; « Proclame :

« Art. 1er. - Chacun a le droit de vivre dans un environnement équilibré et respectueux de la santé.

« Art. 2. - Toute personne a le devoir de prendre part à la préservation et à l'amélioration de l'environnement.

« Art. 3. - Toute personne doit, dans les conditions définies par la loi, prévenir les atteintes qu'elle est susceptible de porter à l'environnement ou, à défaut, en limiter les conséquences.

« Art. 4. - Toute personne doit contribuer à la réparation des dommages qu'elle cause à l'environnement, dans les conditions définies par la loi.

« Art. 5. - Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en oeuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage.

« Art. 6. - Les politiques publiques doivent promouvoir un développement durable. A cet effet, elles concilient la protection et la mise en valeur de l'environnement, le développement économique et le progrès social.

« Art. 7. - Toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement.

« Art. 8. - L'éducation et la formation à l'environnement doivent contribuer à l'exercice des droits et devoirs définis par la présente Charte.

« Art. 9. - La recherche et l'innovation doivent apporter leur concours à la préservation et à la mise en valeur de l'environnement.

« Art. 10. - La présente Charte inspire l'action européenne et internationale de la France. On verra dans quelques temps si il s'agit d'un affichage ou si une réelle prise en compte de l'environnement va avoir lieu.

ANNEXE 2

Extrait d'Envoyé Spécial du 21/10/1999 : Les GSM Emission de Bernard Benyamin

Cette autre expérience que les fabricants n'ont pas prévu, un laboratoire l'a pourtant faite. Nous sommes à l'université de Montpellier dans le service du Pr Bastide. Ici les organismes vivants étudiés sont des embryons de poulet. Ils ont été soumis au rayonnement d'un téléphone portable en communication permanente 24 heures /24 et pendant 23 jours. Les résultats sont éloquentes

Le chercheur

Ce sont des embryons de poulet conservés dans un fixateur après exposition à un téléphone portable et décédés entre 3 et 15 jours de leur vie embryonnaire

Le journaliste:

Comment peut on être sûr qu'ils sont morts à cause du portable

Le chercheur

Tout simplement parce que le taux de mortalité dans le lot exposé est de 60% soit six fois supérieure à celui obtenu dans le lot non exposé qui est de 10%

Ainsi 6 embryons sur 10 sont morts après avoir été exposés au portable. Dans une deuxième phase de l'expérience les chercheurs ont installé une grille qui arrête les MO et ne laisse passer que les basses fréquences. Le but est de mesurer l'effet de ces basses fréquences dont on a toujours pensé jusque à présent qu'elles étaient inoffensives, parce que très faible intensité. Les résultats surprennent. Le taux de mortalité des embryons soumis à ces seules B.F. montrent une mortalité de 75% soit les 3/4 des embryons exposés

Pr. Bastide

Voici le dispositif: le téléphone est donc au dessus des oeufs. Les oeufs qui vont mourir vont être identifiés par des carrés noirs. Ceux ci font partie du groupe qui n'est pas exposé au téléphone. Ici vous voyez que les petits carrés sont dans la zone de l'antenne et correspondent aux embryons qui sont morts après exposition au téléphone

Le journaliste

Donc ce que cela prouve concrètement c'est qu'il y a bien un effet sur l'organisme vivant des rayonnements du téléphone

Pr. Bastide

Absolument, il faut certainement dire que les embryons de poulet sont particulièrement sensibles, que nous sommes dans une phase d'utilisation intensive du téléphone mais il y a bien un effet biologique qui va jusqu'à la mort des embryons

Le Pr Bastide a renouvelé le même type d'expérience mais cette fois sur des souris. Certains lots étaient directement irradiés, d'autres grâce au filtre MO n'ont été exposés qu'aux très basses fréquences. Les chercheurs ont voulu mesurer l'effet du portable sur les hormones, en particulier l'ACTH, la cortisone, deux hormones qui régulent le stress. En avant première pour Envoyé Spécial, nous nous sommes procurés les résultats préliminaires de ces recherches. Ils indiquent que l'exposition aux portables induit une diminution significative des taux d'hormones, diminution qui peut aller jusqu'à 60 % pour les taux d'ACTH exposés aux seules basses fréquences; La conclusion fut la suivante :

"Les émissions électromagnétiques du téléphone cellulaire induisent un dysfonctionnement du système principal de régulation du stress "

Le journaliste

Ce que montre votre expérience est assez inquiétant. Est ce qu'il faut avoir peur d'utiliser son portable?

Pr Bastide

Je vous ai expliqué que nous étions dans une situation extrême. On ne peut pas à partir de là analyser exactement toutes les incidences sur les organismes et leurs utilisateurs. Il y a une chose qui est certainement vraie, les lésions éventuelles sont certainement proportionnelles à l'intensité d'utilisation, cela dépend aussi de l'état du sujet, de sa sensibilité des autres agressions, de son état immunitaire etc.. Donc c'est très multifactoriel mais dire qu'il n'y a aucune incidence sur la santé, je pense qu'on ne peut le dire au vu de ces résultats là.

Le Journaliste

On peut bien dire l'inverse.

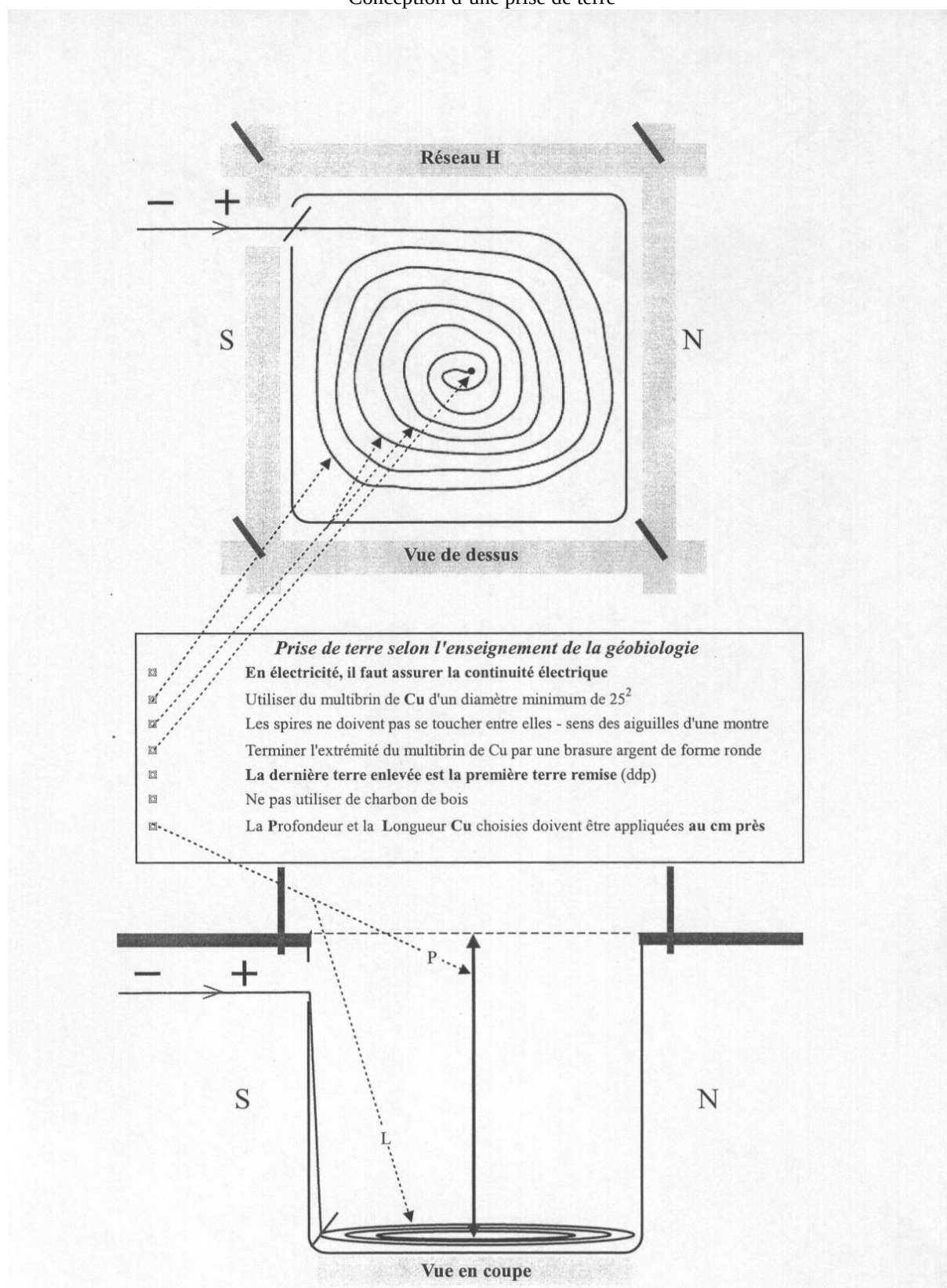
Pr Bastide

On peut bien dire l'inverse

Autre lieu autre expérience, cette fois les cobayes sont humains. Nous sommes en Angleterre, 36 étudiants de l'Université de Bristol ont passé une série de tests, basé la mémoire et sur l'espace. Les tests ont ensuite été recommencés avec un portable attaché sur la tête. Constat; les temps de réaction dans les réponses étaient plus lents

ANNEXE 3

Conception d'une prise de terre



ANNEXE 3

Carnet d'adresses

QEM® (Qualité Environnement Matériaux)

Marque de produits écologiques qui commercialise entre autre des interrupteurs automatique de champs, du fils blindé, du câble blindé, du flex-a-ray (gaine anti-rayonnement), voiles de protection.

www.qem.fr

SAINBIOSE

Gaines et fils blindé anti-rayonnement , I.A.C.

9, rue du Périgord - 69330 Meyzieu

Tél : 04.78.37.16.03

Fax : 04.78.37.25.20

www.sainbiose.com

MAISON DE L'ÉCOLOGIE

Zone artisanale La Bouboutière 38960 SAINT AUPRE

04 76 06 09 99

www.maison-ecolo.com

ALTERNATIF-ELEC

Installation électrique, éco-éclairage, environnement électromagnétique, plate-forme QEM électricité, matériel.

155 cours Berriat – 38028 Grenoble Cedex 1

Tél + Fax : 04 76 48 97 98

www.electricite-biotique.net

COURANT SAS

Gaines flex-a-ray

03 85 36 88 00

www.flex-a-ray.com

ESPACE ELEC.

8 agences en Corse

www.espace-elec.net

CONRAD

Matériel électronique, détecteurs

www.conrad.fr

MECAMAGNETIC

Fabricant de blindages magnétiques basses fréquences (mumétal, fer pur, supra, aluminium)

www.mecamagnetic.fr

ANNEXE 4

Sites Web

WHO / OMS

Site de l'Organisation Mondiale pour la Santé, site dédié aux CEM

<http://www.who.int/peh-emf/fr/>

Ministère de la Santé

<http://www.sante.gouv.fr/>

CRIIREM

Centre de Recherche et d'Information Indépendantes sur les Rayonnements ElectroMagnétiques

www.criirem.org

MEDIECO

www.medieco.info

Bioinitiative Report

www.bioinitiative.org

http://www.criirem.org/doc/bioinitiative_vf.pdf

PRIARTEM

Pour une Réglementation des Implantations des Antennes Relais de Téléphonie Mobile

www.priartem.com

TESLABEL

www.teslabel.be

Belgian BioElectroMagnetic Group (BBEMG)

www.bbemg.ulg.ac.be

NEXT-UP

www.next-up.org

Environmental Protection Agency - gouvernement américain

Sur le SBS

www.epa.gov/iaq/pubs/

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

www.afsset.fr

Agence Nationale des Fréquences

www.anfr.fr

IARC / CIRC

Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans

<http://www.iarc.fr/indexfr.html>

Institut National du Cancer

<http://www.e-cancer.fr/>

CNRS

www.cnrs.fr

Cartographie des antennes sur le territoire

www.cartoradio.fr

Texte de décret sur les niveaux d'exposition

<http://admi.net/jo/20020505/INDI0220135D.html>

ANNEXE 5

Bibliographie

Votre GSM, votre santé: on vous ment !

Richard Gautier, Pierre Le Ruz, Daniel Oberhausen, Roger Santini

Guide pratique Européen des pollutions électromagnétiques de l'environnement

Roger Santini, Jean-Marie Danze, Marius Seigne & Benoit Louppe

L'homme électromagnétique

Simon Best, Cyril W. Smith

Téléphones cellulaires : danger ?

Roger Santini

Bâtir éthique et responsable

Collectif / Le Moniteur

Le Guide de l'Habitat Sain

Drs Suzanne et Pierre Déoux

Les effets biologiques des rayonnements non ionisants

Duchêne A., Jousset-Dubien J. / Médecine-Sciences Flammarion

Champs électriques. Champs Magnétiques. Ondes électromagnétiques.

INRS / ED 785

Notre santé face aux champs électriques et magnétiques

Santini R. / Sully

Assesment of Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric end Magnetic Fields

NIESH Working Group Report / NIH Publication

ANNEXE 6

Télécommunications (téléphone - portables - conséquences - santé) Assemblée nationale - JO du 30-08-99, pp. 5171-5172

Le 1^{er} mars 1999, M. Pierre Lellouche attire l'attention de M. le secrétaire d'État à l'industrie sur les effets nocifs potentiels des rayonnements de radiofréquence micro-ondes des stations de téléphones cellulaires. En effet, si l'irradiation naturelle atteint à peine 1/4 de microwatt/centimètre carré, il est aujourd'hui prouvé que l'utilisateur d'un téléphone portable subit, pendant une communication, une densité de puissance entre 1 000 et 2 000 microwatts/centimètre carré. Selon de nombreux chercheurs (M. Ivan L. Beale de l'université d'Auckland [EUA] et M. John R. Goldsmith de l'université Ben Gourion, Berr-Sheva [Israël]), les effets sur l'organisme de ces rayonnements subis à haute dose peuvent être désastreux : aggravation de la prolifération cancéreuse, spécialement de la leucémie, du cancer du sein, des testicules et des tumeurs au cerveau, dégénérescence tissulaire de la rétine, de la cornée et de l'iris (spécialement pour les personnes souffrant de glaucome), modifications de la chimie du cerveau, du degré d'efficacité des traitements médicamenteux et altération des fonctions d'apprentissage de la mémoire. Le rapport du CSIRO (Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation) met lui aussi en cause l'utilisation des téléphones cellulaires et des antennes-relais car une irradiation pulsée même à des niveaux très bas affecte, au point de la supprimer, l'augmentation dans le corps (qui a lieu normalement la nuit) des niveaux de mélatonine, une hormone ayant un puissant effet de protection contre certaines formes de cancer. Par ailleurs, les docteurs Klaus Mann et Joachim Roschke, de l'université de Mayence (Allemagne), ont démontré qu'une exposition aux micro-ondes émises en signaux digitaux par un téléphone cellulaire réduit le temps nécessaire à un individu pour s'endormir (en moyenne de 12,25 à 9,5 minutes), qu'elle raccourcit la durée du sommeil dit « REM » (« Rapid Eye Movement » : mouvements oculaires rapides) et modifie les ondes cérébrales durant celui-ci. Sachant, d'après les recherches conduites par M. Henson, à l'UCLA (University of California, Los Angeles), que 48 % à 68 % de la puissance rayonnée par l'antenne d'un téléphone cellulaire est absorbée par la tête et la main de l'utilisateur, il lui demande si des recherches similaires ont été effectuées en France à la demande du Gouvernement et s'il envisage, comme le suggèrent de nombreux travaux, que soit éventuellement exigée des fabricants de téléphones cellulaires la pose d'une plaque isolante dans leurs appareils (qui protège la tête et les mains de l'utilisateur et divise le champ émis par un facteur 10). Enfin, parce que l'on doit suspecter toute invention nouvelle de receler un danger potentiel pour la santé tant que la preuve du contraire n'a pas été apportée, il lui demande, à l'instar des conclusions de l'étude de M. Neil Cherry, de l'université de Lincoln, Christchurch (Nouvelle-Zélande) - déjà adoptées par la municipalité de San Francisco (Californie, EUA) - s'il n'est pas judicieux d'interdire, ou bien de fortement limiter, la pose d'antennes-relais près des établissements scolaires, hôpitaux et maternités.

Réponse de M. le secrétaire d'État à l'industrie :

Le Gouvernement se préoccupe des effets nocifs potentiels des rayonnements électromagnétiques engendrés par le radiotéléphone. Au sein du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, le Conseil général des technologies de l'information a été chargé, dans le cadre de son programme de travail, de faire un bilan des connaissances actuelles sur ce sujet. Un rapport est en cours de rédaction. L'enquête a conduit à recueillir des informations sur les travaux menés sur ce sujet par des équipes de recherche françaises et étrangères, afin de disposer d'éléments fiables d'appréciation. En France, des travaux ont été menés depuis plusieurs années, certains à l'initiative du CNET, centre de recherche de France Télécom, et en collaboration étroite avec des équipes de laboratoires associés au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) ou à l'Institut national de la recherche médicale (INSERM). Des résultats ont été publiés et évalués, notamment par l'Académie de médecine, la commission de sécurité des consommateurs (CSC) et le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF). Des représentants de ces équipes participent activement aux programmes européens COST 244 puis COST 244 bis, ce qui leur permet, s'il en était besoin, des échanges fructueux de connaissances au niveau européen. Des recherches analogues sont menées dans de nombreux pays, et l'Organisation mondiale pour la santé (OMS) a de son côté lancé un programme EMF. L'International Commission On Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) effectue un suivi des connaissances acquises et émet des recommandations. En l'état d'avancement des études effectuées par ces organismes, on constate un consensus général sur les points suivants : 1) Si les effets thermiques des champs électromagnétiques sur la santé sont connus, les effets non thermiques sont encore mal connus, qu'il s'agisse des champs d'origine industrielle ou des champs dus au radiotéléphone. Il est donc nécessaire de poursuivre des études en ce domaine. 2) Si les champs électromagnétiques ont des effets non thermiques nocifs, ils sont de faible amplitude, et ne se manifestent pas à court terme. 3) La remarque précédente explique pourquoi des études épidémiologiques n'ont pas donné à ce jour de résultats significatifs. Plus particulièrement, le radiotéléphone est un produit encore récent, pour lequel on ne dispose pas d'un recul suffisant pour pouvoir détecter d'éventuels effets. 4) Les travaux effectués en laboratoire, soit sur des cultures de tissus biologiques, soit sur des animaux, sont prometteurs malgré deux difficultés : jusqu'ici, il n'a pas été possible de reproduire à l'identique des expériences de ce type effectuées dans un autre laboratoire ; il est difficile de déterminer à quelles conditions ces travaux in vitro et in vivo sont transposables aux êtres humains. 5) S'agissant plus particulièrement de la radiotéléphonie, la décroissance rapide de l'intensité du champ électromagnétique avec la distance fait que les éventuels effets nocifs sur la santé résultent des terminaux portables, du fait de leur proximité immédiate du corps, et non des stations de base. Par ailleurs les risques

liés aux perturbations radioélectriques de ces terminaux ont amené à interdire leur usage à l'intérieur des aéronefs et dans l'enceinte des établissements hospitaliers. 6) Pour mesurer quantitativement l'importance de l'exposition d'un individu à un champ électromagnétique, il est jugé plus significatif d'utiliser la notion de débit d'absorption spécifique (DAS ou SAR chez les Anglo-Saxons pour *Specific Absorption Rate*), qui s'exprime en watts par kilogramme (W/kg), plutôt que la densité de puissance rayonnée par l'émetteur, qui s'exprime en watts par centimètre carré (W/cm²). Des valeurs limites de débit d'absorption spécifique ont été normalisées au niveau international. En fait, on définit, d'une part, des valeurs moyennes d'absorption pour l'ensemble du corps humain et, d'autre part, des valeurs limites plus ponctuelles pour tenir compte des pouvoirs d'absorption variables des différents tissus. De plus, des valeurs différentes sont adoptées pour le grand public et pour les milieux professionnels, comme on peut le constater dans le tableau ci-dessous.

	NORMES « grand public »	NORMES « milieu professionnel »
Débit d'absorption spécifique général	0,08 W/kg	0,4 W/kg
Débit d'absorption spécifique local par fraction de 10 g de tissus crâniens	2 W/kg	10 W/kg

À titre indicatif, un débit absorbé de 4 W/kg entraîne une élévation de température du corps de 1°C. L'apparition de la cataracte dans l'œil ne se produit que lorsque le cristallin absorbe un DAS de 140 W/kg, ce qui ne peut pas se produire dans des conditions normales d'utilisation. Les radiotéléphones de type GSM (900 MHz) ou DCS (1 800 MHz) respectent ces limites. Pour mieux connaître les effets du radiotéléphone sur la santé, le Réseau national de recherche en télécommunications (RNRT) coordonne un programme de recherche (Comobio) réparti sur deux ans, auquel vont participer les principaux acteurs français concernés par le radiotéléphone (opérateurs de télécommunications, industriels, organismes de recherche liés au CNRS et à l'INSERM). Ce programme comporte des études de dosimétrie, des études sur l'être humain et des études sur des animaux. Il est en partie financé sur des crédits de l'État, fera l'objet d'une évaluation par le Conseil pour les applications de l'Académie des sciences (CADAS) et positionne la France comme un des acteurs de la recherche européenne envisagée dans le cadre du 5^e programme civil de recherche et développement (PCRD). Tous ces travaux de recherche font l'objet d'un suivi très attentif au sein des administrations compétentes.

ANNEXE 7

J.O n° 105 du 5 mai 2002 page 8624
texte n° 39

5 mai 2002

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

8625

procède à des contrôles en application du 10° de l'article R. 52-2-1 du code des postes et télécommunications, par les administrations ou autorités affectataires des fréquences concernées ou, si celles-ci en sont d'accord, directement par les personnes mentionnées à l'article 1°. L'agence informe les administrations ou autorités affectataires des fréquences concernées des résultats de ces contrôles.

Art. 6. – Pour les équipements et installations radioélectriques dont la mise en service est intervenue avant la publication du présent décret, les dispositions de l'article 5 sont applicables six mois après la date de publication du présent décret.

Art. 7. – Le ministre de l'économie, des finances et de l'industrie, le ministre de l'emploi et de la solidarité, le ministre de l'intérieur, le ministre de la défense, le ministre de l'équipement, des transports et du logement, le ministre de la culture et de la communication, le ministre délégué à la santé et le ministre délégué à l'industrie, aux petites et moyennes entreprises, au commerce, à l'artisanat et à la consommation sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 3 mai 2002.

LIONEL JOSPIN

Par le Premier ministre :

*Le ministre délégué à l'industrie,
aux petites et moyennes entreprises,
au commerce, à l'artisanat
et à la consommation,*

CHRISTIAN PIERRET

*Le ministre de l'économie,
des finances et de l'industrie,*
LAURENT FABIUS

La ministre de l'emploi et de la solidarité,
ÉLISABETH GUIGOU

Le ministre de l'intérieur,
DANIEL VAILLANT

Le ministre de la défense,
ALAIN RICHARD

*Le ministre de l'équipement,
des transports et du logement,*
JEAN-CLAUDE GAYSSOT

*La ministre de la culture
et de la communication,*
CATHERINE TASCA

Le ministre délégué à la santé,
BERNARD KOUCHNER

ANNEXE

1. Définitions

1.1. Grandeurs physiques

Le *courant de contact* (I_c) entre une personne et un objet est exprimé en ampères (A). Un objet conducteur dans un champ électrique peut être chargé par ce champ.

La *densité de courant* (J) est définie comme le courant traversant une unité de surface perpendiculaire au flux de courant dans un volume conducteur tel que le corps humain ou une partie du corps, exprimée en ampères par m² (A/m²).

La *intensité de champ électrique* est une grandeur vectorielle (E) qui correspond à la force exercée sur une particule chargée indépendamment de son déplacement dans l'espace. Elle est exprimée en volts par mètre (V/m).

La *intensité de champ magnétique* est une grandeur vectorielle (H) qui, avec l'induction magnétique, définit un champ magnétique en tout point de l'espace. Elle est exprimée en ampères par mètre (A/m).

L'*induction magnétique* (densité de flux magnétique) est une grandeur vectorielle (B) définie en termes de force exercée sur des charges circulantes, et elle est exprimée en teslas (T). En espace libre et dans les matières biologiques, l'induction magnétique et l'intensité de champ magnétique peuvent être utilisées indifféremment selon l'équivalence $1 \text{ A.m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

La *densité de puissance* (S) est la grandeur appropriée utilisée pour des hyperfréquences lorsque la profondeur de pénétration dans le corps est faible. Il s'agit du quotient de la puissance rayonnée incidente perpendiculaire à une surface par l'aire de cette surface. Elle est exprimée en Watts par m² (W/m²).

Le *débit d'absorption spécifique* (DAS) de l'énergie moyenné sur l'ensemble du corps ou sur une partie quelconque du corps est défini comme le débit avec lequel l'énergie est absorbée par unité de masse du tissu du corps, elle est exprimée en Watts par kilogramme (W/kg).

1.2. Restrictions de base et niveaux de référence

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

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

2. Valeurs limites d'exposition du public

2.1. Restrictions de base

En fonction de la fréquence, des grandeurs physiques différentes sont utilisées pour définir les restrictions de base concernant les champs électromagnétiques.

Valeurs limites d'exposition du public

GAMME DES FRÉQUENCES	INDUCTION magnétique (mT)	DENSITÉ de courant S (mA/m ²) (valeur efficace)	MOYENNE DAS pour l'ensemble du corps (W/kg)	DAS localisé (tête et tronc) (W/kg)	DAS localisé (membres) (W/kg)	DENSITÉ de puissance S (W/m ²)
0 Hz.....	40	-	-	-	-	-
> 0-1 Hz.....	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz.....	-	8/f	-	-	-	-
4-1 000 Hz.....	-	2	-	-	-	-
1 000 Hz-100 kHz.....	-	1/500	-	-	-	-

GAMME DES FRÉQUENCES	INDUCTION magnétique (mT)	DENSITÉ de courant S (mA/m²) (valeur efficace)	MOYENNE DAS pour l'ensemble du corps (W/kg)	DAS localisé (tête et tronc) (W/kg)	DAS localisé (membres) (W/kg)	DENSITÉ de puissance S (W/m²)
100 kHz-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz-10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10-300 GHz	-	-	-	-	-	10

Notes. - 1. f est la fréquence en Hz.

2. En raison de l'hétérogénéité électrique du corps, la valeur moyenne des densités de courants devrait être évaluée sur une section de 1 cm² perpendiculaire à la direction du courant.

3. Pour des fréquences jusqu'à 100 kHz, les valeurs de crête de densité du courant peuvent être obtenues en multipliant la valeur efficace par $\sqrt{2}$ (~1,414).

4. Toutes les valeurs moyennes de DAS doivent être mesurées sur un intervalle de temps de six minutes.

5. La masse retenue pour évaluer le DAS moyen localisé est de 10 g de tissu contigu. Le DAS maximal ainsi obtenu devrait être la valeur utilisée pour l'estimation de l'exposition. Ces 10 g de tissu doivent être une masse de tissu contigu aux propriétés électriques presque homogènes. En précisant qu'il doit s'agir d'une masse de tissu contigu, on reconnaît que ce concept peut être utilisé dans la dosimétrie informatique, mais peut présenter des difficultés pour les mesures physiques directes. Une simple masse de tissu de forme cubique peut être utilisée, à condition que les grandeurs dosimétriques calculées aient des valeurs plus prudentes que celles données dans les recommandations.

2.2. Niveaux de référence

Le respect des niveaux de référence garantit le respect des restrictions de base.

Les niveaux de référence pour la limitation de l'exposition sont obtenus sur la base des restrictions de base pour le couplage maximal du champ avec l'individu exposé, ce qui fournit ainsi la protection maximale.

A. - Niveaux des champs

GAMME de fréquences	E (V/m)	H (A/m)	B (μT)	DENSITÉ de puissance équivalente en onde plane Sq (W/m²)
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-
8-25 Hz	10 000	4 000 f	5 000 f	-
0,025-0,8 kHz	250 f	4 f	5 f	-
0,8-3 kHz	250 f	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,25	-
0,15-1 MHz	87	0,73 f	0,92 f	-
1-10 MHz	87 f ^{0,5}	0,73 f	0,92 f	-
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2 000 MHz	1,375 f ^{0,5}	0,003 7 f ^{0,5}	0,004 6 f ^{0,5}	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Notes :

1. f comme indiqué dans la colonne de la gamme de fréquences.

2. Pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 10 GHz, la valeur moyenne de S_{eq} , E , H et B doit être mesurée sur un intervalle de temps de six minutes.

3. Pour des fréquences supérieures à 10 GHz, la valeur moyenne de S_{eq} , E , H et B doit être mesurée sur un intervalle de temps de 68/f^{0,5} minute (f est exprimée en GHz).

B. - Courants de contact et courants induits dans les membres

Pour des fréquences jusqu'à 110 MHz, il convient d'appliquer des niveaux de référence supplémentaires pour éviter les dangers dus à des courants de contact.

Niveaux de référence pour les courants de contact d'objets conducteur par le public (f exprimée en kHz) :

GAMME DE FRÉQUENCES	COURANT DE CONTACT MAXIMAL (mA)
0-2500 Hz	0,5
2,5-100 kHz	0,2 f
100 kHz-110 MHz	20

Pour la gamme de fréquences comprise entre 10 MHz et 110 MHz, un niveau de référence de 45 mA pour le courant traversant un membre est recommandé. Il s'agit de limiter le DAS localisé sur un intervalle de temps de six minutes.

2.3. Restrictions de base et niveaux de référence dans les lieux où le public est exposé à des sources émettant à plusieurs fréquences

Dans des situations où une exposition simultanée à des champs de fréquences différentes se produit, il convient de vérifier que les critères suivants sont respectés soit pour les restrictions de base, soit pour les niveaux de référence.

A. - Restrictions de base

Pour des fréquences de 1 Hz jusqu'à 10 MHz, il convient d'additionner les densités de courant induit suivant la formule :

$$\sum_{i=1}^{10\text{ MHz}} \frac{J_i}{J_{Li}} \leq 1$$

Pour les fréquences égales ou supérieures à 100 kHz, il convient d'additionner les débits d'absorption spécifiques de l'énergie et les densités de puissance suivant la formule :

$$\sum_{i=100\text{ kHz}}^{10\text{ GHz}} \frac{DAS_i}{DAS_L} + \sum_{i>10\text{ GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1$$

où :

J_i est la densité de courant à la fréquence i ;

J_{Li} est la restriction de base pour la densité de courant à la fréquence i, telle qu'elle figure dans le tableau figurant au 2.1. ;

DAS_i est la DAS provoquée par l'exposition à la fréquence i ;

DAS_L est la restriction de base de DAS figurant dans le tableau figurant au 2.1 ;

S_i est la densité de puissance à la fréquence i ;

S_L est la restriction de base pour la densité de puissance figurant dans le tableau figurant au 2.1.

B. - Niveaux de référence

Pour les fréquences comprises entre 1 Hz et 10 MHz, il convient d'appliquer les deux exigences suivantes au niveau des champs :

$$\sum_{i=1\text{ Hz}}^{1\text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{Li}} + \sum_{i>1\text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

$$\sum_{i=1\text{ Hz}}^{150\text{ MHz}} \frac{H_i}{H_{Li}} + \sum_{i>150\text{ MHz}} \frac{H_i}{b} \leq 1$$

où :

E_i est l'intensité de champ électrique à la fréquence i ;

E_{Li} est le niveau de référence d'intensité de champ électrique du tableau figurant au A du 2.2 ;

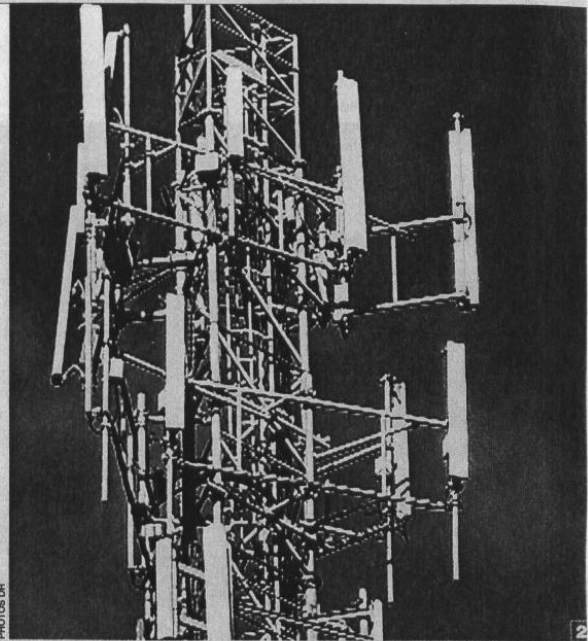
PALMARÈS Vinci récompense ses innovations

Du compagnon à l'ingénieur en passant par l'ex-conducteur de travaux devenu écrivain, des novateurs de tous horizons ont été récompensés par leur groupe lors de la remise des prix de l'innovation 2007.

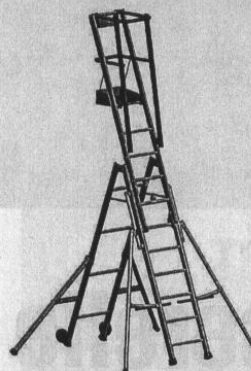
Le jury, constitué de représentants du groupe Vinci et d'experts indépendants a remis le 4 décembre un grand prix et dix prix dans sept catégories. Ces onze innovations ont été triées sur le volet puisque sur 10 mois, plus de 2500 salariés de l'ensemble des filiales ont concouru pour présenter 1083 projets. Le grand prix a été décerné à Freyssinet France pour le renforcement des structures tubulaires de pylônes de télécommunication à l'aide de joncs de fibres de carbone et de coulis de ciment, accroissant les capacités portantes des pylônes tout en évitant le dépôt d'un permis de construire (photo 2). Les autres prix ont été décernés à Vinci Construction Grands projets pour un caisson de secours motorisé monté sur rail, permettant l'évacuation de 20 personnes en cas d'incendie dans un tunnel (photo 1); Vinci Park pour la mise en place d'un système de paiement compatible avec les badges Liber-t de Cofiroute; Advitam et Freyssinet pour un système in-

formatisé permettant d'optimiser en amont la maintenance des canalisations d'eau (Pipe Risk Management System); Protec Feu pour une plateforme permettant l'intervention en faux plafond en toute sécurité (photo 3); GTM Génie civil et services pour un redresseur d'aciers de reprise de planchers réduisant la pénibilité du travail (photo 4); Eurovia Ile-de-France pour «Attention travaux!», une pièce de théâtre sensibilisant les compagnons aux risques chantier (photo 5); Eurovia pour un logiciel permettant de mesurer l'impact environnemental de chantiers routiers (Gaïa B.E.*); E.J.L. Nord pour la pince retourne-bordure, réduisant les risques liés à la manutention des bordures; Actemium pour GBS Update, un système automatique centralisant l'ensemble des paramètres d'un processus de production et enfin Cofiroute, pour une station de lavage des cônes de balisage diminuant la pénibilité du travail et accélérant la cadence de nettoyage.

photo de la page OLIVIER BAUMANN ■



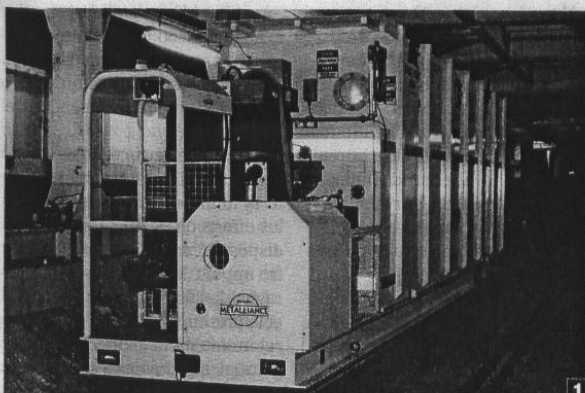
GRAND PRIX Pour ajouter des antennes supplémentaires, la structure est renforcée de l'intérieur grâce à un coulis de ciment et des joncs de carbone.



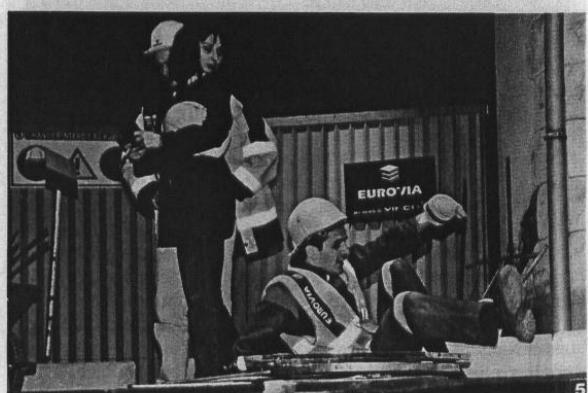
PRIX SÉCURITÉ La plate-forme permet un passage sécurisé dans une structure de faux plafond.



PRIX OUTILS Ce redresseur de «tores» évite la posture accroupie ou à genoux.



PRIX MATÉRIELS Le caisson de survie est équipé de trois circuits de génération



DRIV MANAGEMENT «Attention travaux» met en scène les aménagements à