

Rayonnements non ionisants
Etat des connaissances sur les effets biologiques et
sanitaires des radiofréquences

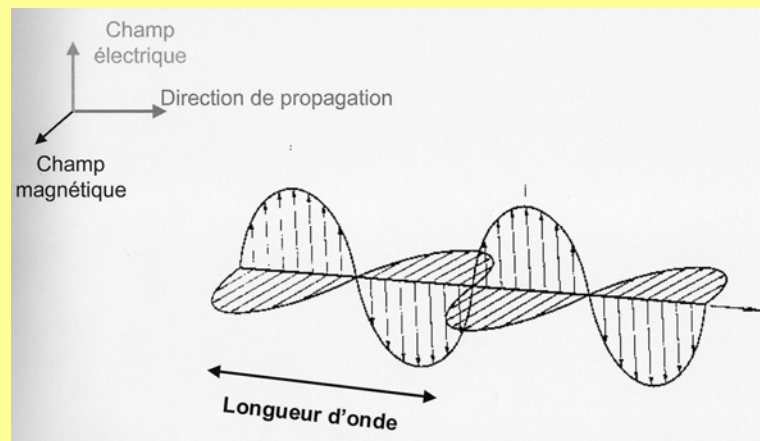
Anne Perrin

5 avril 2012

**Salon Microwave & RF
Porte de Versailles - Paris**

Onde électromagnétique

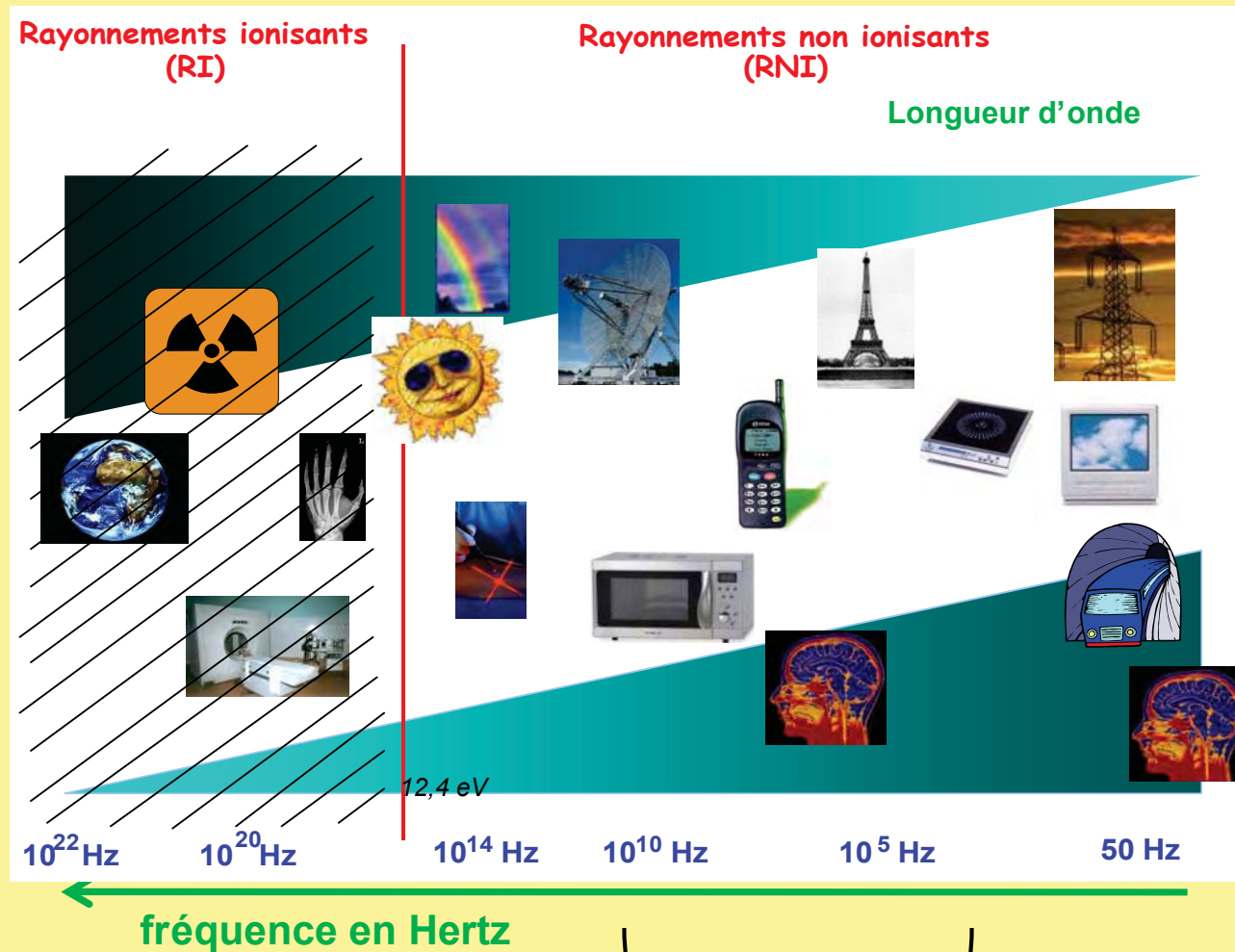
combinaison d'une onde magnétique et d'une onde électrique qui se propagent à la vitesse de la lumière en oscillant.



- **Fréquence** (hertz -Hz) : nombre d'oscillations par seconde (F)
- **Longueur d'onde** (mètre) : sépare 2 points d'oscillation (λ)
 $F : c/\lambda$
- **Puissance** (watt - W) : quantité d'énergie émise par seconde (P)
- **Intensité** (volt/mètre) : intensité du champ électrique induit (E)
 $P = E^2 / 377$

Les sources d'expositions

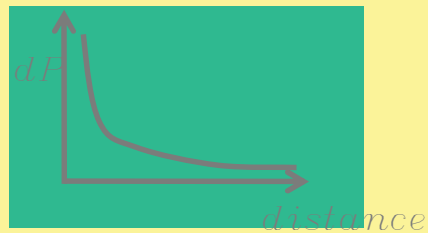
Spectre électromagnétique et applications



RF ~ 10 MHz – 300 GHz

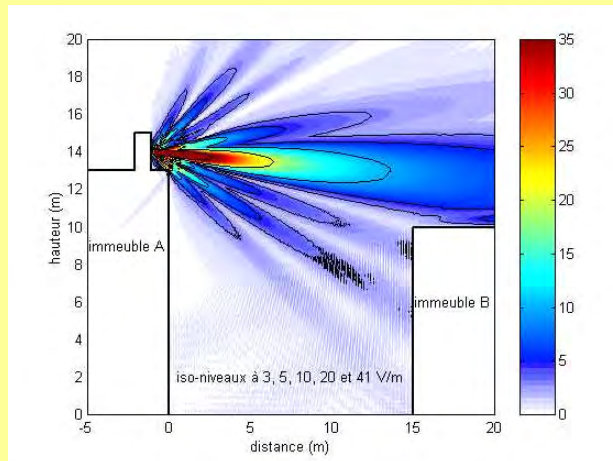
Propagation de l'onde

Dans l'espace : propagation rectiligne en l'absence de tout obstacle, l'énergie se répartit sur une surface de plus en plus grande.



Densité de puissance (W/m^2) : *inversement proportionnelle au carré de la distance depuis la source.*

...sur le terrain



Orange Télécom

Exemple

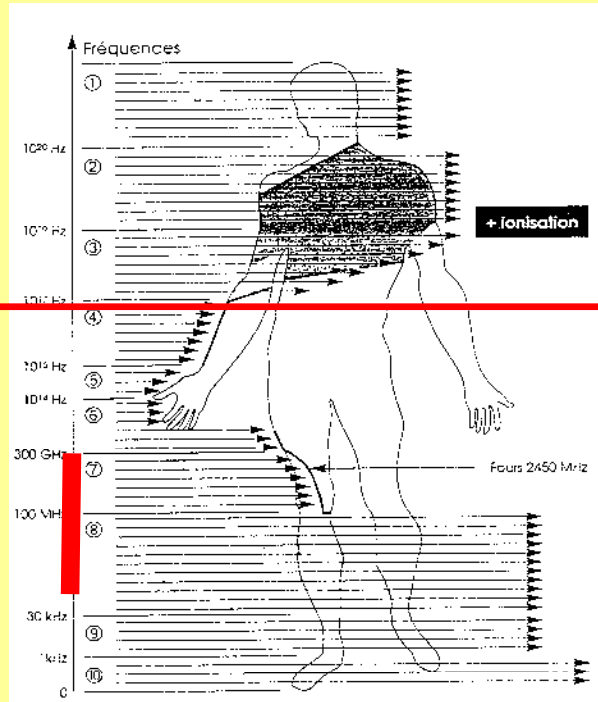
de 10 cm à 10 m d'une antenne => puissance reçue diminue d'un facteur 10 000 (100^2)

Au contact de la matière : réflexion, diffusion, diffraction, absorption...

Interactions onde-matière

RNI

- 4- Ultra-Violet
- 5- Spectre visible
- 6- Infra-rouge
- 7-8- Radiofréquences
(dont Hyperfréquences ou
micro-ondes)**
- 9- Très basses fréquences
- 10- Extrêmement basses
fréquences (électricité)



Fréquences hautes

> 10 MHz

Absorption prédominante

→ échauffement

W/kg, W/cm², J/m²

Fréquences intermédiaires

100 kHz – 10 MHz

→ mélange échauffement /
stimulation

Fréquences basses

< 100 kHz (champs électrique et
magnétique)

→ stimulation tissus excitable,
courants induits

T, A/m²

pénétration et effets différents selon la fréquence, variables selon la puissance

Sécurité sanitaire => limitation des expositions => réglementation

Radiofréquences (10 MHz-10 GHz)

Caractérisation de l'exposition

Dosimétrie biologique

→ débit d'absorption spécifique (DAS)

Quantifie la puissance absorbée par unité de masse

$$DAS = dW/dm.dt \text{ (watts par kilogramme : W/kg)}$$

pas mesurable directement

=> Simulations numériques et mesures physiques

c'est toujours le DAS qui compte

Valeurs limites d'exposition

- **Europe : ICNIRP*** (1998, 2009)

→ Restrictions de base

<u>DAS</u>	<u>Public*</u>	<u>x5</u>	<u>Professionnel</u>
Corps entier	0,08 W/kg		0,4 W/ kg
Tête (local)	2 W/kg		10 W/kg
Extrémités (local)	4 W/kg		20 W/kg

•50x inférieures aux seuils d'apparition d'effets avérés

En pratique => dispositions pour que les valeurs limites de DAS ne soient jamais dépassées

→ Niveaux de référence

Public : Recommandation européenne (12/7/1999), transposée en droit français (décret n°2002-775 du 3 mai 2002)

Professionnel : directive

Ministère Défense : instruction DREP (18/8/2003)

* Commission Internationale pour la Protection contre les Rayonnements Non Ionisants

Pourquoi des recherches ?

*Positionnement du **téléphone** contre la tête*

Procès aux USA (1993)

Exposition massive

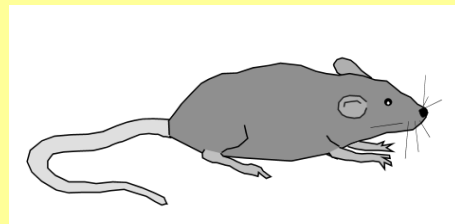
→ Incertitudes

Existe-t-il des effets biologiques non thermiques ?

Indépendants d'effets dus à un échauffement

Différents types d'études

- **Épidémiologiques** (population réelle)
- ***In vivo*** (animaux, humains, végétaux)
- ***In vitro*** (cellules en culture, bactéries)
- **Physique** (dosimétrie biologique)

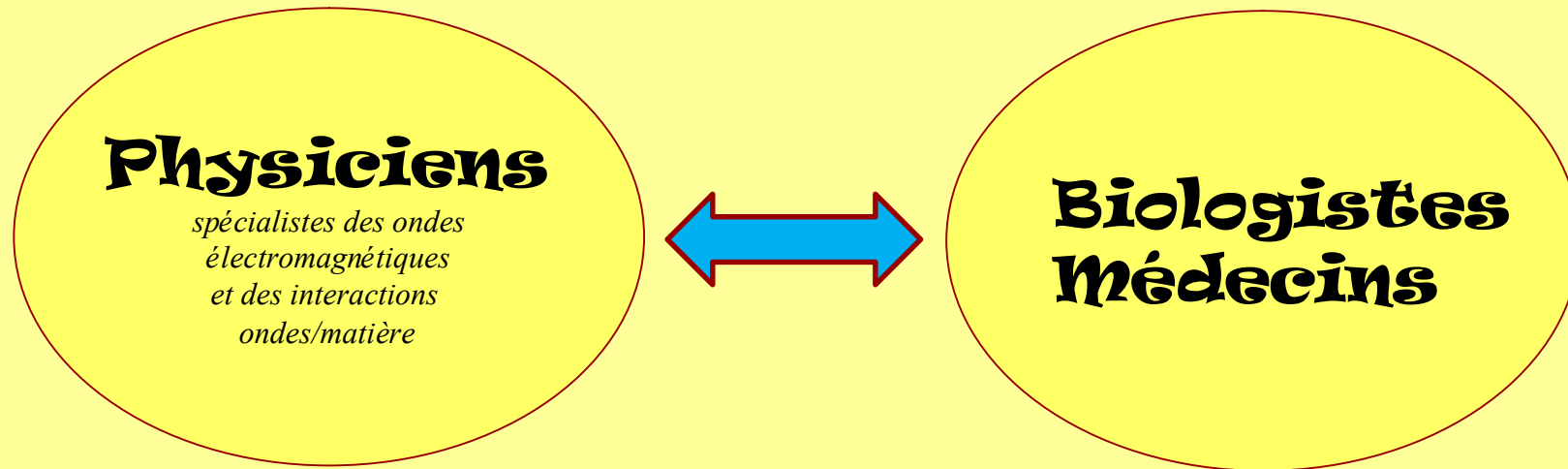


Rats, souris

*adultes,
jeunes,
nouveaux nés,
en gestation,
foetus*

*Fréquences de téléphonie mobile et Wifi : ~ 1200 études publiées
et 300 en cours (OMS, mai 2009)*

Protocoles expérimentaux



Etudes expérimentales

Partie physique

qualité du système d'exposition et dosimétrie

Partie biologie, cibles potentielles

- expression génique et la synthèse de protéines
- stress oxydant et la production de radicaux libres
- ADN (génotoxicité, co-génotoxicité)
- apoptose
- développement des cancers
- système immunitaire
- système nerveux
- développement, reproduction
- audition
- système oculaire
- système cardio-vasculaire; hématologie
- mélatonine
- et divers mécanismes cellulaires (+ ponctuellement)

**ENCORE BEAUCOUP D'ETUDES DE
MAUVAISE QUALITE PUBLIEES !**

De la recherche à l'évaluation du risque

Expertises collectives régulières



Etat des connaissances

Identification des effets

Les effets considérés comme **avérés (certains)**

- ***Identifiés***

études publiées, revues à comité de lecture, méthodologie correcte

- ***Répliqués***

Une étude ne détient pas la vérité à elle seule !

- ***Cohérents*** entre différentes études

Seuls les effets avérés peuvent constituer la base de données pour établir ou modifier des limites d'exposition (restrictions de base).

Exemple : rapport AFSSET 2009

Conclusion générale du rapport d'experts sur les effets sanitaires

« Les données issues de la recherche expérimentale disponibles n'indiquent pas d'effets sanitaires à court terme ni à long terme de l'exposition aux radiofréquences. Les données épidémiologiques n'indiquent pas non plus d'effets à court terme de l'exposition aux radiofréquences. Des interrogations demeurent pour les effets à long terme, même si aucun mécanisme biologique analysé ne plaide actuellement en faveur de cette hypothèse. »

➔ Rapport « Les radiofréquences » AFSSET 2009 (site ANSES, ex AFSSET)

Depuis 2009

- **≈ 400 études publiées et d'autres rapports**
- **Etude cas-témoin INTERPHONE (juin 2010) : 13 pays**
cancers de la tête : 2708 gliomes ; 2409 méningiomes
=> accroissement du risque de développer un gliome trouvé pour le sous-groupe de malades ayant rapporté les temps de communication les plus longs sur une période de 10 ans (jugé peu réalistes pour certains cas)
=> effet protecteur pour le méningiome trouvé chez les utilisateurs plus récents (1 à 4 ans)
=> Pas de progression logique avec la durée

Biais, hasard, réalité ?

*Les auteurs n'ont pas conclu à l'existence d'un risque,
sans être en mesure de l'exclure totalement.*

→ Classification 2B « cancérigène possible » - CIRC (mai 2011)
(RF du téléphone mobile)

Echelle de classification du CIRC

Concerne uniquement le risque de cancer. Caractérise l'état des connaissances.

Groupe 1 « cancérogène pour l'homme » (107 agents) preuves suffisantes (*sufficient evidence*), risque avéré.
→ amiante, tabac, benzène, boissons alcoolisées, virus de l'hépatite C...

Groupe 2

- **groupe 2A « cancérogène probable pour l'homme »** (59 agents),

→ vapeurs d'échappement de diesel, trichloréthylène...

- **groupe 2B « cancérogène possible pour l'homme »** (267 agents) - éléments de preuves limités (*limited evidence*), soit dans les études expérimentales, soit chez l'homme ; ou bien ceux pour lesquels il n'y pas indication de cancérogénicité chez l'homme, ni chez l'animal (*inadequate evidence*) mais des éléments de preuve jugés suffisants d'un point de vue mécanistique. Des biais, des facteurs de confusion ou le fait que les résultats soient obtenus par hasard ne sont pas exclus et ne permettent pas de tirer une conclusion.

→ plomb, chloroforme, café, légumes au vinaigre, dioxyde de titane, lignes THT...

Groupe 3 « non classifiable comme cancérogène pour l'homme » (508 agents),

→ éthylène, colorants pour cheveux, polystyrène...

Groupe 4 « probablement non cancérogène pour l'homme » (1 agent), des preuves expérimentales ou chez l'homme indiquent une absence de caractère cancérogène.

→ caprolactame.

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>

Etudes complémentaires

- **Etude de cohorte Danoise (oct. 2011) :**

358 403 personnes suivies sur 18 ans (1990-2007)

10 729 tumeurs du système nerveux central (5 111 hommes et 5 618 femmes),

=> Aucune différence significative entre les abonnés et les autres.

Analyses de l'incidence des cancers (registres nationaux)

- **Etude anglaise (2011)**

suivi incidence/100.000 p ; 1998-2007 (SN, tous cancers)

- **Etude danoise sur Pays nordiques (2011, 2012)**

35250 gliomes (sujets 20-79 ans) ; 1979-2008

- **USA (2012)**

24 813 gliomes (sujets de 18 ans et +) ; 1992-2008

=> Pas de variation d'incidence corrélée à l'usage du portable

- De Vocht F. & al (2011), Bioelectromagnetics, 32:334-9
- Frei & al. (2011), British medical journal, BMJ, 343:d6387 doi: 10.1136/bmj.d6387
- Deltour I. & al (2012), Epidemiology, 23: vol2, www.epidem.com
- Little MP et al (2012). BMJ.; 344:e1147. doi: 10.1136/bmj.e1147

Pas de relation causale établie

entre l'exposition aux radiofréquences et une quelconque pathologie aux niveaux autorisés par la réglementation.

Apparition du syndrome d'électrosensibilité ou hypersensibilité électromagnétique (EHS)



Site next-up



Dauphiné Libéré - 2010

Fortement médiatisé → registre émotionnel, comportement spectaculaire
EHS témoignent de la dangerosité des ondes par leur récit
Point clé de l'amplification sociale du risque

Signes cliniques

Principaux symptômes attribués à des radiofréquences

Signes cutanés (face)

Fatigue

Palpitation

Maux de tête

Difficultés concentration

Troubles du sommeil

Nervosité

Douleurs ostéo-musculaires

Troubles respiratoires

Troubles de l'équilibre

Acouphènes

Troubles de l'audition

Troubles de la vision

Signes cutanés (généraux)

Engourdissement de la tête

Troubles de la mémoire

Irritation

Agitation

Spasmes intestinaux

Jambes (agitation)

Au total 57 symptômes répertoriés à ce jour

(Eltiti, Bioelectromagnetics, 2007, 28, 137-151)

⇒ rencontrés dans la population générale, mais ressentis de façon plus fréquente et exacerbée (sévérité significativement > témoins)

**Symptômes non spécifiques,
retrouvés dans le syndrome de la guerre du
Golfe, SBS, fibromyalgie, sensibilité chimique
multiple**

**→ Intolérance environnementale
idiopathique : IEI (OMS 2004)**

- **Prévalence actuelle**
 - de 1,5 à 10 % selon les pays (UE, USA, recensement pas aisé)
France 2 à 3 % de la clientèle de MG (enquête SFRP)
 - Majorité de femmes
 - Indépendant de l'âge,
 - Indépendant de l'urbanisation
- **Inconnu il y a 20 ans**
sources d'expositions diverses
- **Peut se propager au sein de groupes,**
- **Aucun système sensoriel humain adapté aux ondes EM**

tous les individus qui émettent des inquiétudes quant aux effets nocifs des champs électromagnétiques ne deviennent pas hypersensibles...

Les études de provocation

Des individus sont-ils capables de percevoir les radiofréquences aux niveaux d'exposition rencontrés dans l'environnement quotidien ?

tests réalisés en double aveugle (> 40 études)

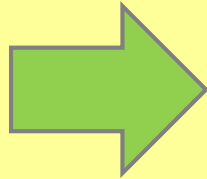
Sujets EHS :

→ ne sont pas plus capables de détecter la présence d'un champ EM que ceux du groupe témoin

→ déclarent des symptômes lors des expositions factices

→ ne déclarent pas plus de symptômes lors des expositions réelles que lors des expositions factices

→ un certain nombre d'études mettent en évidence l'existence d'un effet *nocebo*



Souffrance réelle
Isolement
Nomadisme médical
Vie perturbée, voire désocialisation
Regroupement en collectifs, associations
Recherche de reconnaissance sociale

- Rôle ambiguë des ONG et associations dans ce processus
- Demande de prise en charge de l'EHS comme un handicap
- En Suède prise en charge du syndrome handicapant dans les cas extrêmes, sans pour autant que soit reconnu un lien de causalité avec l'exposition aux CEM.
- France (fév. 2012) : évaluation d'un protocole de prise en charge spécialisée - 24 points d'accueil

www.radiofrquences.gouv.fr/spip.php?article102

Conclusion

Multiples composantes entrent en jeu pour la gestion du risque radiofréquence :

évaluation scientifique, mais aussi enjeux économiques, intérêts divers, perception du risque, imaginaires

- **Respecter les normes de sécurité**

=> Connaître l'exposition liée aux systèmes, anticiper

- **Prendre en compte les inquiétudes**

=> Informer, réduire l'incertitude résiduelle (connaissance)

- **Prendre en compte les effets de l'information sur la santé** (perception, bien-être, EHS)

=> Informer sans alarmer inutilement

« La science est à ce jour le meilleur moyen de s'approcher de la réalité à un moment donné. Même si elle n'a pas vocation à éclairer sur le sens de la vie ou à fournir la vérité avec un grand V, elle peut y contribuer en fournissant aux décideurs et aux citoyens qui en font l'effort les moyens de se forger leur propre opinion »

Alan Sokal et Jean Bricmont

**Merci de votre
attention**

aperrin.crssa@gmail.com

