



# Les mobiles et la santé Les risques réels ?

29 Octobre 2021



[claudio@lemarson.com](mailto:claudio@lemarson.com)  
<https://www.lemarson.com>

## Sommaire

### Les mobiles et la santé, les risques réels

- ❖ Une inquiétude partagée
- ❖ Un peu de physique, les bases pour comprendre
- ❖ Ondes ionisantes : le seul danger avéré
- ❖ Notre environnement électromagnétique
- ❖ Energie rayonnée par les antennes et les smartphones (DAS)
- ❖ Les contraintes réglementaires
- ❖ Les malades : hypocondriaques ? La sensibilité électromagnétique
- ❖ La réalité d'aujourd'hui
- ❖ Prudence : Marie Curie, amiante
- ❖ La nomphobie
- ❖ Ce dont il faudra se souvenir

66 % de la population américaine souffre de nomphobie



## Une peur irraisonnée ?



- ❖ De très nombreux phénomènes physiques génèrent des ondes électromagnétiques : fils électriques, sans-fil, dès qu'il y a un courant électrique, il y a génération d'un champ électromagnétique

- ❖ Comme toujours, quand il subsiste un certain flou, il se crée des groupes d'opposants qui adoptent des "postures"

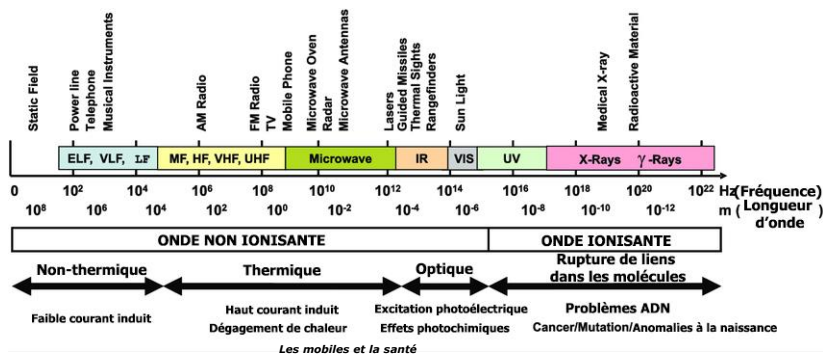
## Une inquiétude partagée



- ❖ Nous sommes naturellement soumis à un environnement électromagnétique permanent qui n'est pas neutre.
- ❖ Champ magnétique terrestre, rayons gamma de radioactivité, Wi-Fi...
- ❖ On est de plus en plus inquiet quant aux effets néfastes que peuvent avoir les smartphones et tablettes sur notre santé, à partir d'un certain niveau d'usage, compte tenu des cancers "désormais parfaitement localisés" : cerveau, nerf auditif, etc.
- ❖ Ce n'est pas faire preuve de paranoïa déplacée que de s'interroger sur la dangerosité potentielle des objets que nous pratiquons quotidiennement.

# Rayonnement électromagnétique, c'est quoi ?

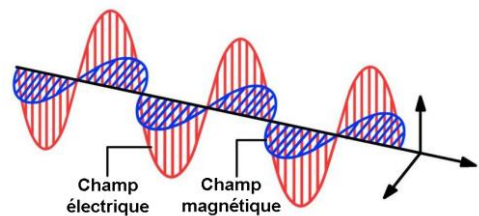
- ❖ Le rayonnement électromagnétique est un transfert d'énergie.
- ❖ La physique nous apprend qu'on peut le modéliser de deux manières :
  - ❖ Comme la propagation de particules : photons pour la lumière, électrons pour le courant électrique
  - ❖ Comme un phénomène ondulatoire, une onde électromagnétique résulte de la combinaison d'un champ électrique et d'un champ magnétique
- ❖ La propagation du rayonnement se caractérise par des phénomènes que l'on constate :
  - ❖ Atténuation : diminution relative de la puissance de l'onde au cours de sa transmission
  - ❖ Absorption : l'énergie rayonnée est transformée en une autre énergie
  - ❖ Diffraction, réfraction, interférences : phénomènes optiques
- ❖ Le rayonnement impacte la matière de 4 manières :
  - ❖ Vibration qui engendre un effet thermique (infrarouges)
  - ❖ Ionisation ou arrachage d'électrons sur les hautes fréquences
  - ❖ Réaction photochimique aux fréquences de la lumière
  - ❖ Courant induit



5 / 19

## Un peu de physique Les bases pour comprendre

- ❖ **3 éléments sont à prendre en compte** : le champ électrique, le champ magnétique et les ondes électromagnétiques, combinaison des deux précédents. Ce sont eux qui sont à l'origine des (supposés) désagréments ressentis.
- ❖ Le **champ électrique**, mesuré en Volt/mètre (V/m), est lié à l'existence d'une tension électrique. Il s'agit d'une force statique qui s'exerce sur d'autres charges, en attirance ou répulsion. Sa valeur varie en fonction de la distance de « ressenti » et de la tension, d'où les V/m.
- ❖ A l'inverse, le **champ magnétique** est une force dynamique, qui est générée par le courant électrique et le déplacement des charges électriques.
- ❖ Si aucun courant ne circule, aucun champ magnétique n'est créé.
- ❖ Mais si un courant passe, un champ magnétique est généré, dont la valeur est proportionnelle à l'intensité du courant concerné, exprimé en Ampères et comme pour le champ électrique, est inversement proportionnel au carré de la distance, soit des A/m. Généralement on lui préfère une autre appellation, sa subdivision, microTesla.
- ❖ L'**onde électromagnétique** est un phénomène qui se répète à l'identique selon une certaine fréquence et comporte à la fois un champ magnétique et un champ électrique. Ces deux champs sont perpendiculaires l'un à l'autre et se déplacent selon une direction orthogonale. Ils oscillent à la même fréquence (même pulsation).

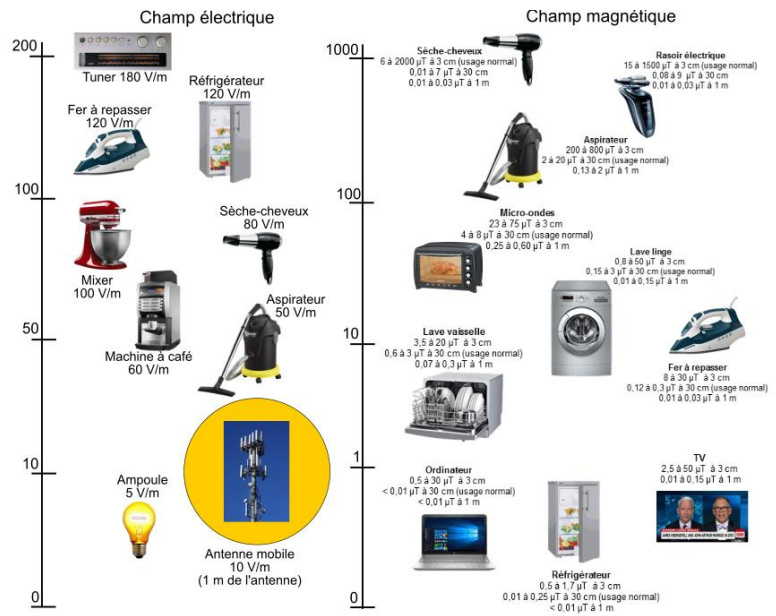


- ❖ Les effets des champs sont modélisés par une série d'équations qui ont été décrites en 1864 par le fameux physicien britannique Maxwell. Si vous ne pratiquez pas couramment les opérateurs mathématiques « rot » et « div », inutile de chercher à les décrypter, elles ne pourront que vous infliger une forte migraine.

# Notre environnement électromagnétique

## L'exposition aux objets courants

- ❖ Si l'on tient compte de l'ensemble des risques encourus et pas simplement du réchauffement des tissus, on s'aperçoit que des risques sérieux peuvent apparaître pour les champs électriques à partir de 1 V/m et surtout de 0,2 à 0,4  $\mu$ Teslas pour les champs magnétiques, soit entre 500 et 1 000 fois moins que les préconisations officielles.
- ❖ Heureusement, la nocivité des champs diminue fortement avec la distance de perception. A 30 cm, le champ magnétique émis par la plupart des appareils courants ne dépasse pas 1/100<sup>ème</sup> de la valeur limite de 100  $\mu$ Teslas à 50 Hz, préconisée par le CIPTNI (Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants).

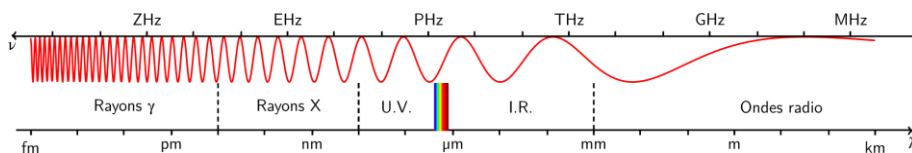


Les mobiles et la santé

7 / 19

## Ondes ionisantes : danger avéré ?

- ❖ Le risque : le rayonnement.
- ❖ Il s'exprime par la formule  $W = hf$ , qui montre qu'il est proportionnel à la fréquence de l'onde (f), exprimée en Hz et à un coefficient h, la constante de Planck, qui vaut  $6,625 \times 10^{-34}$ .
- ❖ Ce rayonnement est donc inversement proportionnel à la longueur d'onde  $\lambda$ , puisque fréquence et longueur d'onde sont reliées par la formule  $\lambda = c/f$ , où c est la vitesse de la lumière, soit 299 792 km/sec.
- ❖ On en déduit que plus la longueur d'onde est faible, plus l'énergie rayonnée est importante, ce qui sera le cas des RX et des R Gamma et exclut a priori les longueurs d'ondes élevées, qui sont celles que nous pratiquons dans nos activités quotidiennes.
- ❖ Autre manière de distinguer les ondes électromagnétiques, selon qu'elles sont ionisantes ou non, c'est-à-dire lorsqu'elles modifient ou pas la structure atomique de leur cible en les ionisant (arrachage d'électrons des atomes).
- ❖ Parmi les ondes ionisantes, on trouve les rayons gamma, les RX, mais aussi les rayons cosmiques.
- ❖ Quant aux ondes non ionisantes, qui « a priori » traversent le corps sans dommage, il s'agit des ondes radios, des radars, mais aussi des fours à micro-ondes et des smartphones, que l'on n'a pas de raisons de suspecter.



Les mobiles et la santé

8 / 19

# Les impacts constatés (ou possibles) sur la santé

- ❖ Les risques thermiques sont avérés
  - ❖ L'élévation de la température corporelle s'accompagne souvent de troubles neurologiques tels que des pertes de conscience, une confusion, un délire ou des convulsions.
- ❖ La souffrance liée à l'hypersensibilité est réelle, sans que l'on ait véritablement d'explication
  - ❖ L'origine est sans doute plus complexe et que ce soit la conséquence d'une exposition plus globale : UV, Radon (ionisant et présent à l'état naturel), certains produits chimiques, tabac...
- ❖ Difficultés d'endormissement liées entre autres, à la lumière bleue
  - ❖ La **lumière bleue** est la partie du spectre visible qui va de 380 à 450 nanomètres (fait partie du spectre visible).
  - ❖ Les études récentes confirment ses dangers :
    - ❖ Réduction de l'acuité visuelle
    - ❖ Augmentation du risque de DMLA (dégénérescence maculaire liée à l'âge).
    - ❖ Perturbation de l'horloge biologique, en modifiant la mélatonine (hormone du sommeil)
- ❖ Baisse de la fertilité : rien n'est prouvé.
- ❖ Problèmes auditifs : le doute est permis...
- ❖ Les malades sont-ils malades ? Ou hypocondriaques.
  - ❖ Le SICEM : Syndrome d'Intolérance aux Champs Electromagnétiques se manifeste par des maux de tête, des fourmillements, de l'insomnie, dépression, déficits d'attention et pertes de mémoire.
  - ❖ Avec l'âge, on devient sensible à des champs de plus en plus faibles : l'électrosensibilité pourrait être reconnue officiellement comme une maladie par l'OMS.



## Les ondes et les dérèglements

- ❖ L'OMS (CIRC) dit qu'il peut y avoir un lien direct entre l'usage du mobile : les ondes émises sont classées en catégorie 2B, potentiellement cancérogènes...au même titre que le café et les légumes vinaigrés !!! : à partir de 30 mn d'utilisation, le mobile peut être potentiellement cancérogène
  - ❖ Aucune étude scientifique n'a prouvé cette hypothèse
  - ❖ L'analyse des registres de cancers n'a pas montré d'augmentation significative depuis l'arrivée de la téléphonie mobile.
- ❖ L'ANSES montre aussi qu'au-delà de 1650 h d'usage (une heure par jour pendant 4 ans, il y a un risque de tumeur cérébrale (gliome) et du nerf auditif (neurinome de l'acoustique)
- ❖ Le NCRP (National Council on Radiation Protection & Measurements) américain est plus réaliste, qui indique comme valeurs limites : 10 V/m pour les champs électriques 50 et 60 Hz et 2 µTeslas pour les champs magnétiques.
- ❖ L'organisme américain "Programme national de Toxicologie" fait état d'une étude portant sur 2 500 rongeurs placés pendant 2 ans dans un laboratoire souterrain : 5,5 % d'entre eux parmi les plus exposés ont développé une tumeur au niveau du cœur (seuls les mâles) : ce n'est pas significatif.
- ❖ L'étude de l'ASEF ("Association Santé Environnement France") a mesuré l'impact des antennes sur la santé des habitants vivant à proximité : 43 % se sont plaints d'acouphènes (bruits venant de l'intérieur du corps), 55 % ont déclaré des troubles du sommeil et 27 % des difficultés de concentration.
- ❖ Aucune étude n'a montré de lien entre les ondes émises par les mobiles et les dérèglements du système cardiovasculaire.
- ❖ La plus large étude a été menée en 2016 par le NTP ("National Toxicology Program") :
  - ❖ Exposition de 2 groupes de rats, témoin non exposé et groupe exposé à des ondes importantes
  - ❖ Le groupe témoin n'a eu aucun cas de cancer
  - ❖ Le groupe exposé a eu entre 1,1 et 3,3 % de tumeurs au cerveau



Les rats, héros de la médecine moderne...

# La dangerosité spécifique des réseaux sans fil

- ❖ On n'a aucune idée sur les effets « possibles » à long terme
  - ❖ L'environnement électromagnétique est très diversifié : Wi-Fi, Bluetooth, WiMax, télévision hertzienne, Rayons X, four à micro-onde, Rayons gamma, téléphones DECT
- ❖ Le Wi-Fi a mauvaise réputation
  - ❖ Dans la pratique le Wi-Fi émet jusqu'à 6 fois moins qu'un smartphone, mais il utilise la fréquence de 2,4 Ghz, qui donne les « meilleurs résultats » en termes d'agitation moléculaire
  - ❖ Les routeurs Wi-Fi sont limités à 100 mW dans la bande 2,4 Ghz
- ❖ Choix entre smartphone et DECT
  - ❖ L'émission du DECT est très élevée : entre 0,7 et 1,3 V/m et la base continue d'émettre même hors activité téléphonique



**Téléphone cellulaire**  
0,1 - 2 W  
DAS maximum à l'oreille  
0,5 à 1,5 W/kg



**Téléphone DECT**  
2 à 10 mW  
DAS maximum à l'oreille  
0,008 à 0,06 W/kg



**Antenne radio FM**  
100 KW  
Moyenne ambiante  
96 microW/m<sup>2</sup>



**Station base téléphone mobile**  
<100 W  
Moyenne ambiante  
730 microW/m<sup>2</sup>



**Antenne TV**  
2 kW  
Moyenne ambiante  
89 microW/m<sup>2</sup>



**Four à micro-ondes**  
500 à 1500 W  
Maximum  
< 50 W/m<sup>2</sup>

- ❖ **Antennes et smartphones** : une exposition très différente.
- ❖ Etre exposé pendant 24 heures à une antenne de 1 V/m provoque les mêmes inconvénients que le fait de téléphoner avec un mobile pendant 30 sec.
- ❖ Le smartphone a une puissance émise plus faible qu'une antenne de base, mais sa proximité avec le corps augmente l'absorption.
- ❖ Une antenne peut avoir un signal de sortie très élevé, mais il diminue rapidement avec le carré de la distance et par les murs d'habitation.
- ❖ Un smartphone n'émet que le temps de la connexion, une antenne émet en permanence.

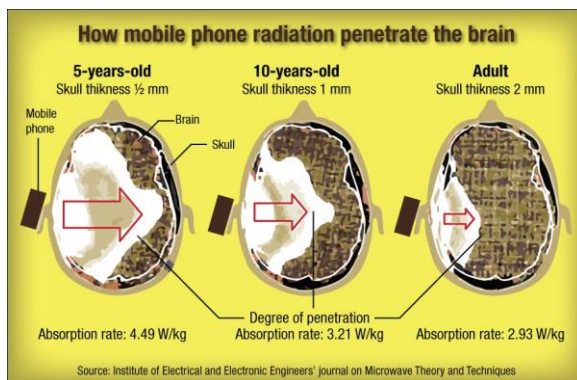


**Routeur Wi-Fi**  
100 mW  
Moyenne ambiante  
18 microW/m<sup>2</sup>

**Compteur électrique nouvelle génération**  
0,425 W  
Moyenne à 1 m  
< 50 microW/m<sup>2</sup>



## Les critères de mesure

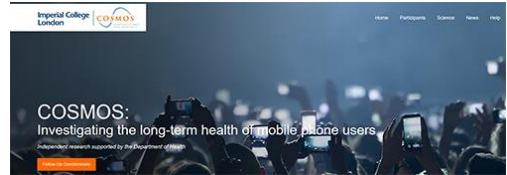


- ❖ Les règles
  - ❖ Certaines organisations préconisent de ramener à...6 V/m
  - ❖ Le PIRE : Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente mesure la puissance émettrice maximale de l'équipement
  - ❖ Le DAS : Débit d'Absorption Spécifique (ou SAR : Specific Absorption Rate) — mesure l'énergie absorbée par l'utilisateur, ramenée en W par kg de tissus : entre 1 et 2 W/kg maximum selon les pays
- ❖ Certains intégrateurs n'hésitent pas à se servir du DAS de leur smartphone comme d'un argument publicitaire.

# La 5G et la montée en fréquence

## ...vers le THz

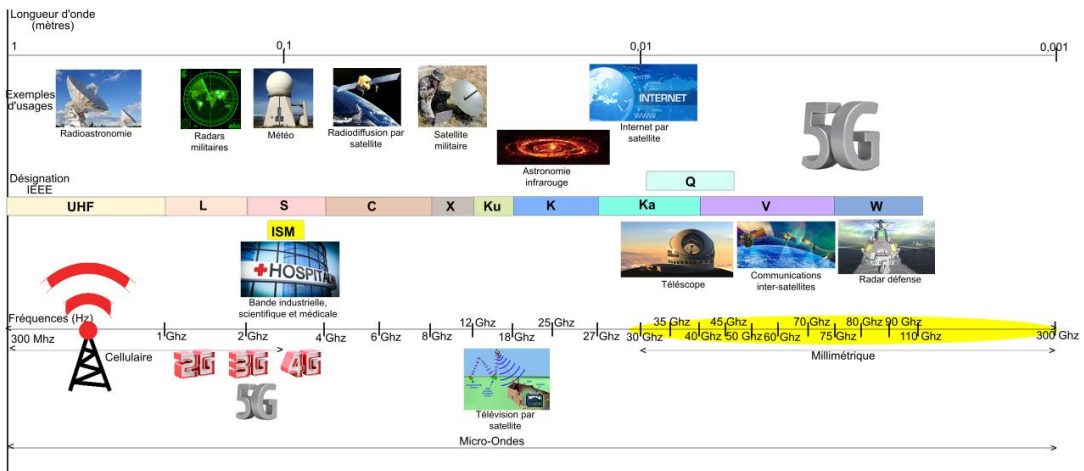
- ❖ Le domaine TeraHz ( $10^{12}$  Hz), s'étend de 100 GHz à 30 THz (entre 0,01 et 3 mm), précédemment désigné infrarouge lointain ou ondes sub millimétriques
- ❖ Fort pouvoir pénétrant, à travers certains matériaux non conducteurs ne contenant pas d'eau (vêtements, papier, bois, carton, plastiques...)
- ❖ Peu énergétique et non-ionisant, il est "a priori" peu nocif
- ❖ La FCC a ouvert les premières bandes à des fins de tests, avec des licences de 10 ans
- ❖ Avantages :
  - ❖ Disponibilité sur des spectres larges.
  - ❖ Interférences faibles avec l'environnement.
  - ❖ La taille des antennes diminue avec la montée en fréquence.
- ❖ Inconvénients :
  - ❖ Plus la fréquence est élevée, plus il est difficile de pénétrer les immeubles de grandes dimensions.
  - ❖ Sensibilité à l'environnement physique : feuillage des arbres, gaz de l'atmosphère, etc.
  - ❖ On peut se poser des questions sur le rapprochement vis-à-vis des rayons ionisants dangereux : RX et R Gamma
- ❖ Au-delà de 25 GHz, "l'interaction est assez superficielle avec le corps humain".
- ❖ **À partir de 10 GHz, l'énergie électromagnétique ne pénètre pratiquement plus dans le corps**. 99% des rayonnements seraient absorbés par la peau et l'œil. Leur énergie est trop faible pour casser l'ADN et détruire les cellules. Le seul risque avéré des ondes 5G est d'échauffer de façon excessive ces tissus.



L'organisme britannique « Mobile Telecommunications and Health Research Program » effectue une étude pour suivre 250.000 usagers pendant 25 à 30 ans : troubles du sommeil, tumeurs, cancers et autres désordres neurologiques ou cardio-vasculaires : projet COSMOS ([www.ukcosmos.org](http://www.ukcosmos.org))

# 5G, 6G, les ondes millimétriques

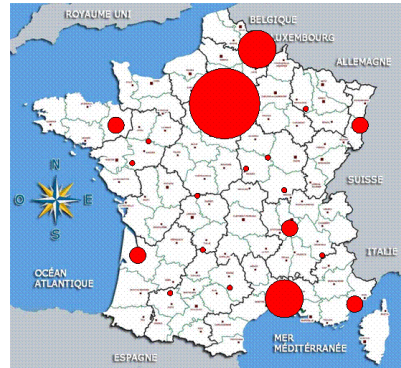
## On aperçoit le Thz... de (très) loin



# Les contraintes réglementaires

## Les états sont terrorisés par les risques

- ❖ Le flou le plus total et nombreuses plaintes dans tous les pays.
- ❖ Concerne essentiellement les effets thermiques, par limitation des champs magnétiques et électriques
- ❖ En France : normes très protectrices : facteur 10 de sécurité pour les travailleurs et facteur 50 pour le grand public
- ❖ On reste globalement à des niveaux d'exposition très faibles, partout dans le monde industrialisé
- ❖ Les principales réglementations
- ❖ Etats-Unis : 3 articles du code fédéral de régulation de la FCC
  - ❖ 47 CFR 1.1307 : rend obligatoire la prise en considération de l'exposition humaine lors d'un processus d'homologation
  - ❖ 47 CFR 1.1310 : limites d'exposition
  - ❖ 47 CFR 2.1093 : Mesures à appliquer pour les smartphones
- ❖ Canada : norme CNR-102 définit quasiment les mêmes contraintes qu'aux Etats-Unis
- ❖ En France, loi de 2014
  - ❖ Met en avant le principe de « modération » et insiste sur la sobriété, la transparence et la concertation en matière d'exposition.
  - ❖ Elle n'impose pas de contraintes particulières aux opérateurs, étant admis que 95 % des usagers sont soumis à des niveaux d'exposition inférieurs à 1,5 V/m, chiffre qui monte à 99 % pour les niveaux inférieurs à 5 V/m.
  - ❖ Le gouvernement reconnaît qu'il existe un certain nombre de points « atypiques » qui tout en restant en deçà de ces limites réglementaires, se situent à des valeurs plus élevées et qui donc, par référence à l'OMS, pourraient présenter potentiellement des risques cancérigènes.
  - ❖ La loi exige que ces points soient « traités », les exploitants devant résorber les surexpositions constatées, sous peine de retrait de leur autorisation d'émettre.



## La nomophobie : les signes de l'hyperconnectivité

- ❖ Le premier geste en vous réveillant est de consulter votre smartphone
- ❖ Au restaurant votre téléphone reste bien en évidence sur la table et il vous arrive de vérifier vos mails pendant que le steak refroidit
- ❖ Vous envoyez 50 textos par jour car les relations, ça se cultive.
- ❖ Vous consultez votre téléphone sans raison, même quand vous n'avez pas de message, sait-on jamais.
- ❖ Vous ne pouvez pas vivre un moment agréable sans en informer vos amis Facebook. Vous postez des photos de pieds sur fonds de plage en été, et des photos de vos plats au restaurant.
- ❖ Vous n'éteignez jamais totalement votre téléphone au cinéma : et si quelqu'un cherchait à vous joindre ?



**Nomophobie** (no mobile phone phobia), motivée par la peur d'être privé de ce précieux prolongement de soi-même. Les phobies se développent avec les usages.

66 % des personnes souffrent de nomophobie (77 % pour les 18-24 ans)

70 % des femmes sont anxieuses de perdre leur smartphone, contre 61 % des hommes

66 % des personnes dorment à côté de leur smartphone et 20 % préfèrent ne pas avoir de chaussures pendant une semaine, plutôt que de perdre leur mobile

72 % des personnes reconnaissent ne jamais s'éloigner de plus de 5 pieds (1,6 m) de leur mobile

Les français sont aussi malades que les américains et les canadiens...





## Les enseignements du passé

- ❖ Ce n'est pas pour faire du sensationnel... Mais...
- ❖ La vérité d'un jour ne préfigure pas nécessairement celle du lendemain.
- ❖ Marie Curie reçoit le prix Nobel de chimie en 1911 pour sa découverte du radium
- ❖ Elle en est morte en 1934 à 66 ans.
  - ❖ Elle a contracté une leucémie radio-induite qui a déclenché une anémie aplasique (trouble dans lequel les cellules de la moelle osseuse qui se développent en cellules sanguines matures sont lésées, ce qui se traduit par une réduction du nombre de globules rouges, de globules blancs et/ou de plaquettes).
  - ❖ Son corps a été placé dans un triple cercueil, dont l'un de plomb de 2,5 mm d'épaisseur.
  - ❖ 87 ans après sa mort, son corps est toujours radioactif... ce qui n'est pas près de se terminer, car le radium-226 a une période radioactive de 1 600 ans.
- ❖ L'amiante est dans le même cas.
  - ❖ Présente dans la nature, elle servait à fabriquer des matériaux nocifs pour la santé. Son inhalation provoque des pathologies respiratoires le plus souvent bénignes, mais parfois cancéreuses.
  - ❖ Au départ, personne ne le savait.
- ❖ Sur le fond, il n'y a aucune différence entre un rayonnement gamma de radioactivité et celui d'un smartphone, si ce n'est la fréquence et la puissance d'émission.
- ❖ Alors soyons prudent...



Une suggestion LeMarson : acquérir un blockhaus en Normandie, s'y installer et ne plus se déplacer sans quelques menues protections...

## Ce dont il faudra se souvenir

En fait, on ne sait pas grand-chose...

- ❖ La cacophonie des pseudo-études et le manque de sérieux du discours des scientifiques (jamais d'accord, cf covid-19).
  - ❖ Montée en fréquence :  $W = hf$  et  $\lambda = c/f$  ne sont pas des légendes.
  - ❖ Multiplication du nombre de mobiles, d'émetteurs et d'IoT... à 100 milliards, on n'est plus dans la même cour.
  - ❖ Multiplication du nombre d'antennes, lié à la limitation des énergies rayonnées : un bien pour un mal.
  - ❖ Cumul des ondes et utilisation de fréquences disjointes (5G).
  - ❖ Usage par de très jeunes enfants. Méconnaissance de la situation.
  - ❖ Délire entretenu par les opposants et certains juristes.
- ❖ La bonne attitude :
- ❖ Avoir une approche scientifique et reproduire les études (ce n'est pas toujours possible).
  - ❖ Privilégier une analyse globale et pas uniquement fondée sur une étude particulière.
  - ❖ Etre vigilant sur les méthodologies employées.
  - ❖ et écoutons les scientifiques, même si c'est difficile.





# Les mobiles et la santé

Les risques réels ?

29 Octobre 2021

## Nos prochains webinaires

Vendredi 5 Novembre 2021 :

Vendredi 19 Novembre 2021 :

Vendredi 3 Décembre 2021 :

Vendredi 17 décembre 2021 :

Jeudi 30 décembre 2021 :

**Les métiers nouveaux du futur TI**

**Starlink d'Elon Musk, une révolution encore inconnue**

**Les incroyables progrès des neurosciences**

**Le poste de travail Linux, une réalité incontournable**

**Le bilan d'une année riche en émotions**

## et plateaux

Vendredi 10 décembre 2021 :

**Travail à distance, allons-nous tous devenir fous ?**

[claudio@lemarson.com](mailto:claudio@lemarson.com)  
<https://www.lemarson.com>