

Janvier 2012

# Champs micro-ondes Normes environnementales

André Vander Vorst  
professeur <sup>ém</sup> UCL Hyperfréquences

# Sommaire

1. Grandeurs physiques
2. Effets pris en compte dans normes
3. Historique
4. Enfants et expositions diverses

# 1. Grandeurs physiques

- **longueur d'onde** x fréquence = **constante**  
longueur d'onde en mètres, plus petite si fréquence élevée
- **constante** "vitesse de phase" **dans milieu considéré**  
dans **vide** : *vitesse de la lumière* = 300.000 km/s  
longueur d'onde **dans le vide**  
6.000 km à 50 Hz  
3 m à 100 MHz  
33.3 cm à 900 MHz  
3 cm à 10 GHz  
3 mm à 100 GHz  
*longueur d'onde plus petite dans corps humain* (facteur 1/9 à 900 MHz)
- **micro-ondes (microwaves ou hyperfréquences)**  
fréquence : 100 MHz à 300 GHz (jusqu'à 1 THz)  
longueur d'onde 3 m à 1 mm **dans le vide** (jusqu'à 0.3 mm)  
**du même ordre de grandeur que dimension objets couramment utilisés**  
mètre, décimètre, centimètre, millimètre  
effets particuliers, notamment biologiques ?  
une multitude d'effets biologiques sont connus aux micro-ondes  
la question : ***certains de ces effets sont-ils irréversibles, pathogènes ?***

# Objet des normes

- **gamme de fréquences**
  - arrêté royal belge 10 MHz - 10 GHz
  - ordonnance Bxl 0.1 MHz - 300 GHz
  - décret wallon 0.1 MHz - 300 GHz
- **applicabilité**
  - "seulement GSM" ou "tout sauf" : peut être **très différent**
- **deux concepts**
  - émission** puissance émise par antenne
  - immission** ambiance globale, due à tous émetteurs
- **variable importante**
  - durée de mesure sur laquelle on moyenne le résultat : "6 minutes"
    - 1 minute en est une bonne approximation
  - sur cette période : mesure du champ maximum atteint ou du champ moyen?

## 2. Effets pris en compte dans normes

- **les normes sont basées sur l'effet thermique**

*addition de puissances* dans la bande de fréquences considérée  
en général exprimées en *champ E équivalent à 900 MHz*

**absorption** : chauffage *interne*

**bien connu**

Taux d'Absorption Spécifique (TAS)                      W/kg

Débit d'absorption spécifique (DAS)

Specific Absorption Rate (SAR)

watts de puissance absorbée par kilo de matière absorbante  
! couche superficielle du corps (effet de peau) !

- **pourtant** :

**effets comportementaux / fonctions cognitives**

déTECTABLES à niveau d'exposition plus faible que effets thermiques

**ondes modulées de façon numérique**

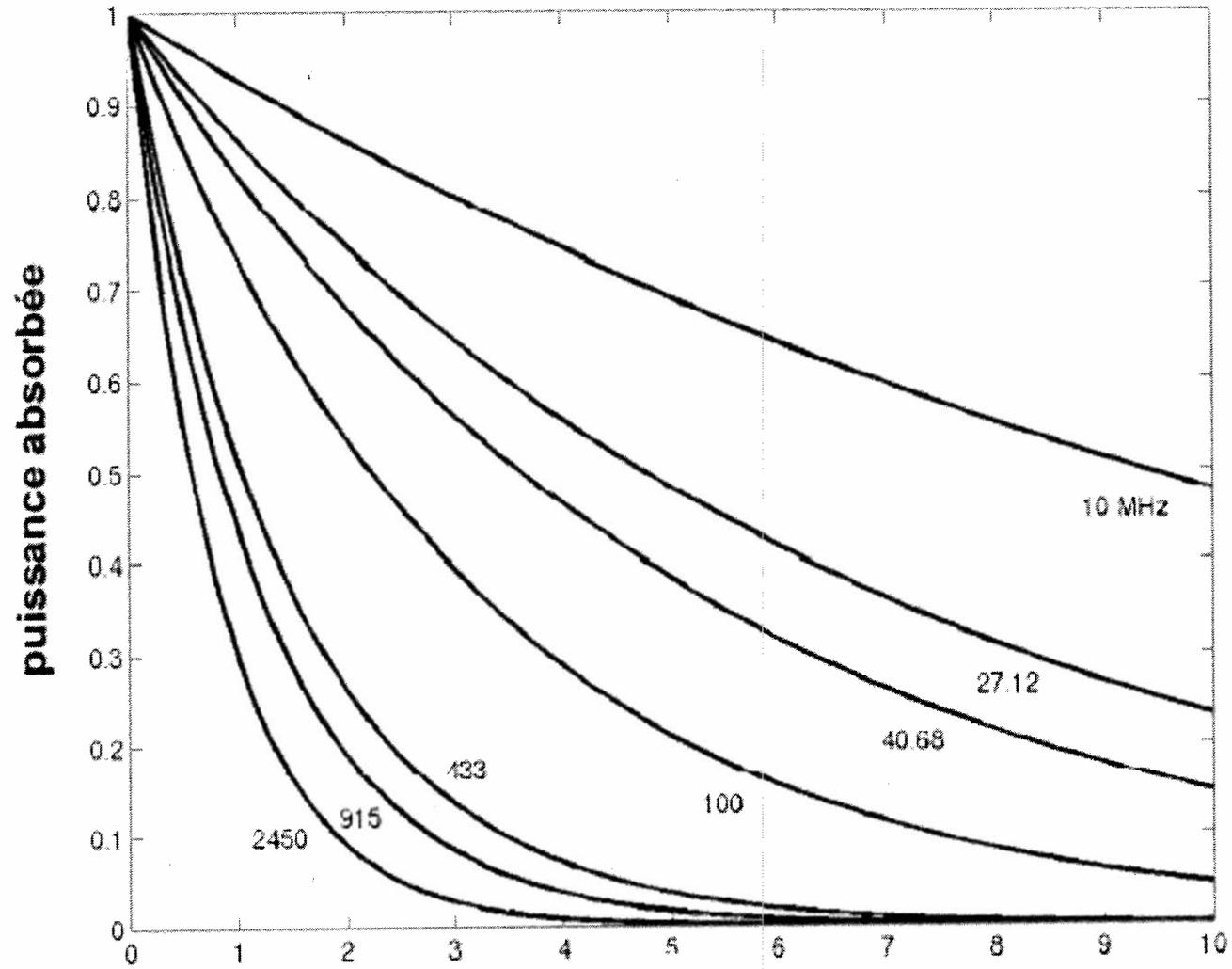
déTECTABLES à niveau plus faible que ondes à caractère continu

il est **nécessaire d'en tenir compte** : baisser les normes

## absorption

- ***seul le champ intérieur*** au matériau peut l'influencer
- ***puissance micro-onde absorbée***  
convertie en chaleur : ***chauffage***  
absorbant principal aux micro-ondes : ***eau***
- pénétration de l'onde : limitée par ***effet de peau***  
effet caractérisé par ***profondeur de peau  $\delta$***   
à 3 profondeurs  $\delta$  : densité de puissance = 1% de valeur sur peau  
***organes intérieurs « blindés »*** par couche extérieure

# profondeur de peau



## effets micro-thermiques et isothermes

- **effets "non thermiques" micro-ondes ?** vieille controverse  
la question n'est pas seulement **scientifique**  
elle est aussi **politique et commerciale** :  
accepter la possibilité d'existence effets non thermiques  
implique la possibilité d'effets **exposition à très faible niveau**
- en 1971 déjà Michelson :  
**différence entre les vues soviétique et occidentale :**  
**exposition maximum permissible basée sur**  
**l'acceptation ou la réjection des effets non thermiques**

(1971 : normes soviétiques 1.000 fois plus rigoureuses que les occidentales)

# études épidémiologiques

- 1996 : exposition **TV/FM**  
deux études/quatre : doublement taux leucémie de 2 à 4 V/m
- 2004 : **TNO** étude effets GSM sur comportement  
résultat positif, à approfondir, échantillon trop petit
- 2004 : **Reflex** étude européenne sur cellule vivante  
effets positifs sur ADN
- 2005 : 1ère actualisation d'une étude **danoise** sur cancer  
négatif quant à usage accentué de GSM
- 2005 : étude **suédoise** sur cancer  
1.400 personnes à tumeur et 1.400 personnes saines  
risque, plus élevé à la campagne
- 2007 : étude **suisse** effet UMTS sur comportement  
expositions espacées d'une semaine : résultat négatif
- 2010 (2000-2004-2008) : étude **Interphone**, dans 13 pays (E. Cardis)
- 2011 : 2ème actualisation de l'étude **danoise** sur cancer  
inclut dans groupe témoin les utilisateurs à GSM de société !

Classement OMS 2011 : catégorie 2b « cancérigène possible »  
articles scientifiques rapportant risque accru de 40-200%  
pour gliomes et neuromes acoustiques si usage accentué

# "étude danoise", mixe à jour 2011

bon cas d'école !

contexte	des dizaines d'études par an (ici : 723 421 personnes) 2ème remise à jour d'une étude de 1995
on y trouve	téléphone adultes : 30 ans ou davantage en 1995 suivi depuis 1995 : 358 403 utilisateurs (303 335 éliminés) pas de risque accru de tumeurs du Système Nerveux Central
on ne trouve pas	effet des champs ambiants indications sur la durée d'utilisation par jour enfants et adolescents usage croissant de sms éliminés comme usagers : 200 507 téléphones de société raison donnée: noms inconnus traités comme non utilisateurs : ⇒ groupe contrôle !!! souscripteurs ≥ 1996 : traités comme non-utilisateurs !!!

### 3. Historique (V/m équivalent à 900 MHz)

(1) OMS, ICNIRP, Union européenne : 41.2 V/m

(2) certains gouvernements européens plus exigeants

Belgique : 20.6 V/m

Italie : 20 V/m ou 6 V/m, d'après la durée d'exposition

Suisse : 6 V/m ou 4 V/m, d'après la durée d'exposition

Luxembourg : 3 V/m, par antenne

Liechtenstein (récent) : 0.6 V/m

(3) juin 2000, Ville de Salzbourg : **recommandation** 0.6 V/m

initialement valeur moyenne par an, ne porte que sur GSM (UMTS?)

(4) 2001 et 2006, CSH/CSS belge : **recommandation** 3 V/m + ALARA en 2006

effets autres que thermiques

valeur maximum, tient compte de toutes émissions 10 MHz - 10 GHz

(5) février 2003, Ville de Paris : de 1 à 2 V/m (accord Ville - opérateurs)

valeur moyenne par jour, ne porte que sur GSM

(6) 2007-2009, Bruxelles : ordonnance 3 V/m

exclut TV/FM, très large bande, valeur maximum

(7) 2009, Région Wallonne : 3 V/m **par antenne**

opérateurs/réseau: **réseau** non défini

**espaces intérieurs** : **contrôle** difficile

## 1993 Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

(en Belgique : GSM 1 janvier 1994)

- texte (p. 21 1.1.6.1)  
*In normal thermal environments*  
*a SAR of **1-4 W/kg** for **30 minutes** produces*  
*average body temperature increase of **less than 1°C***  
*for **healthy adults***  
*not dangerous for health*
- établit **facteur de sécurité 10 pour travailleurs** (p. 23, 1.1.7.1)  
calculé à partir de 4 W/kg et non 1 W/kg : *incorrect !*
- de plus, **facteur 5 entre travailleurs et grand public**  
il est de **20** en Belgique pour rayonnements *ionisants*
- total pour grand public : 50 à partir de 4 W/kg  
12,5 à partir de 1 W/kg
- maximum : moyenne sur 6 min. ou maximum dans 6 min. ?

## 1998 ICNIRP

- maintient cette recommandation pour facteur sécurité 50 calculé à partir de **4 W/kg** exposition **24 h/24** et non 30 minutes ***tout être humain*** et non seulement adulte en bonne santé non justifié
- ne précise pas ce dont on tient compte dans une bande donnée plusieurs émetteurs ou un seul ?
- préconise ***limite à 900 MHz : 41.2 V/m***

1998+ OMS a avalisé les recommandations ICNIRP

# hypersensibilité

certaines personnes sont sensibles à des champs très faibles

on distingue (Suisse, 2005) deux phénomènes indépendants

- **électrosensitivité**

percevoir consciemment un rayonnement ém de faible intensité

n'entraîne pas nécessairement des problèmes de santé

pas étonnant : voir goûteurs de vin et élaborateurs de parfum

- **électrosensibilité**

imputer des problèmes de santé à l'influence du rayonnement

symptômes non spécifiques

troubles du sommeil, maux de tête, nervosité, fatigue générale

difficultés à se concentrer, bourdonnements ou sifflements d'oreilles

(acouphènes), vertiges, douleurs aux membres ou au cœur

autres facteurs: stress, bruit, lumière scintillante, substances chimiques

2009

## Région wallonne

- **bande de fréquence** 0,1 MHz - 300 GHz  
très large : est-ce utile ? (absence de détecteur unique !)
- **valeur maximum** : moyenne sur 6 min. ou maximum dans 6 min. ?
- **exclut** TV - radio comme Bruxelles  
radioamateurs  
émissions de PIRE inférieure à 4W  
exclut picocellules, inclut microcellules  
espaces non confinés (balcon, jardin, espaces publics)

### Critiques

- 3 V/m **par antenne** (opérateurs – réseaux ?)
- le mot **réseau n'est pas défini** dans le décret
- interprétation actuelle :  
trois opérateurs différents au même endroit  
chacun dans deux "réseaux" (GSM et UMTS)  
soit six « antennes » au total  
chacune à immission limitée à 3 V/m  
addition des puissances : facteur  $6 \times 3^2 = 54$   
champ résultant :  $\sqrt{54} \approx 7,3$  V/m
- valable uniquement pour espaces confinés : **contrôle difficile !**

## 4. Enfants et expositions diverses

**Enfants** : protection moins bonne si le corps est petit

- **effet de peau**

3 profondeurs de peau à 900 MHz : 5 cm à partir de la surface

torse adulte 40cm moins 2 x 5 cm : 30 cm internes protégés sur 40 cm

torse enfant 20cm moins 2 x 5 cm : 10 cm internes protégés sur 20 cm

***davantage d'organes internes exposés chez l'enfant***

question : on en tient compte, ou non ?

- **cellules plus jeunes davantage influencées par champs ?**

voir médecin, physiologiste, biologiste

- **taille** exemple : conserver la chaleur / acquérir ou perdre la chaleur

effet utile : propriété de volume, mètres cubes  $m^3$

effet pervers : pertes par la surface du corps, mètres carrés  $m^2$

rapport utile/pervers :  $m^3/m^2 =$  dimension, longueur, taille, **mètre**

**échauffement micro-onde** : affecte température interne  $m^3$

acquis par la **surface** : grandeur fondamentale  $W/m^2$

donc : échauffement plus marqué sur humains de petite taille

## expositions diverses

- ***téléphone portable GSM***

50 à 100 V/m à 5 cm de la tête

SMS: portable à 50 cm de la tête au lieu de 5 cm  
réduction 10 en champ, 100 en puissance  
de plus : émission beaucoup plus rapide

- ***DECT, station pour téléphone portable intérieur***

émet 24h/24 sauf nouveaux systèmes

développé pour milieu industriel, galerie commerçante, ...  
capable de gérer 10 communications en parallèle

7 V/m de crête à 1m50, 10% du temps

***babyphone*** : même système !

- ***ambiance***

dépend des normes : 41,2 - 20,6 - 3 V/m, ...

- ***Wifi***

borne Wifi n'émet pas en permanence

sans connexion ni transfert de données : émission quasi nulle  
à proximité d'un pc émetteur : champ surtout dû au pc

à 1m de la borne et de 3 pc en téléchargement :  $E_{max} \approx 1$  V/m

