

Roger SANTINI  
Docteur ès Sciences

# TÉLÉPHONES CELLULAIRES DANGER ?

On assiste actuellement à un développement considérable de l'utilisation des téléphones mobiles cellulaires. La technologie complexe de ce moyen de communication utilise des hyperfréquences (ou micro-ondes) pulsées en extrêmement basses fréquences.

Or ces deux types de radiations non ionisantes sont responsables d'effets biologiques plus ou moins graves, connus et référencés. Et déjà des travaux scientifiques mettent en cause ces ondes électromagnétiques générées par les téléphones mobiles cellulaires et leurs stations relais.

Ce livre qui regroupe plus de 180 références scientifiques sur les hyperfréquences, les téléphones mobiles cellulaires et les stations relais est le premier à apporter des informations ainsi que des conseils de radioprotection. Il intéresse à la fois les utilisateurs exposés en "champ proche" et les populations exposées en "champ lointain".

Cet ouvrage doit permettre à chacun de se faire sa propre opinion. Le but recherché est de créer les conditions favorables à la mise en oeuvre de comportements prudents basés sur le principe de précaution.

Roger SANTINI est enseignant chercheur à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon - Laboratoire de Biochimie-Pharmacologie.

Docteur es sciences, expert pharmacologue-toxicologue, il est l'auteur depuis 1979 de publications sur les effets biologiques des ondes électromagnétiques. Il est membre de l'Union Radio Scientifique Internationale (URSI), de la Bioelectromagnetics (société américaine) et de l'European Bioelectromagnetics Association. En collaboration avec la Mission Formation Continue de l'INSA Lyon, il assure la direction scientifique des stages de formation sur les radiations non ionisantes.

***" Une protection adéquate de la santé demande une volonté de reconnaître les risques potentiels aussitôt que possible et non une détermination à les nier aussi longtemps que possible "***

Yvan L. Beale, Docteur en médecine  
Département de Psychologie, Université d'Auckland (Nouvelle-Zélande)

ISBN 2-87211-022-4



9 782872 110223

24,90 €

CONCEPT PBLCT

Roger SANTINI  
Docteur ès Sciences

# TÉLÉPHONES CELLULAIRES DANGER ?

Préface de Paul LANNOYE,  
Député Européen, Docteur en sciences physiques



2<sup>ème</sup> édition augmentée 2002  
Déjà 12.000 ex. vendus

Collection  
Résurgence

Roger Santini  
« Téléphones cellulaires danger ? »  
2<sup>e</sup> édition 2002  
Editions Marco Pietteur  
p. 97-106

## CHAPITRE IV

### STANDARDS D'EXPOSITION ET PROTECTION DES POPULATIONS

Dans ce chapitre, seront précisés :

- Les principaux standards définissant les niveaux d'exposition des populations pour les hyperfréquences et les extrêmement basses fréquences ainsi que;
- Les comportements collectifs ou individuels à mettre en œuvre pour se protéger des risques biologiques (principe de précaution ou de comportement prudent).

#### 1. PRINCIPAUX STANDARDS D'EXPOSITION

##### *1.1. Extrêmement basses fréquences*

Les standards d'exposition pour les extrêmement basses fréquences visent à éviter de créer dans un organisme vivant des courants électriques

duits (par le champ électrique ou par le champ magnétique) qui soient supérieurs à 10 milliAmpères par mètre carré lors d'une exposition de courte durée. Ceci a pour but d'exclure l'apparition d'effets physiologiques graves tels que tétanisations musculaires, perturbations cardiaques...

### 1.1. La norme INIRC - IRPA

L'International Non Ionizing Radiation Committee (INIRC) et International Radiation Protection Association (IRPA) ont publié en 1990 un «guide provisoire»<sup>1</sup> définissant les limites d'exposition en extrêmement basses fréquences (50-60 Hz) pour les travailleurs et le public.

- Travailleurs : 10 KV/m pour le champ électrique,  
5.000 mG pour le champ magnétique.
- Public : 5 KV/m pour le champ électrique,  
1.000 mG pour le champ magnétique.

### 1.2. Normalisation française - C18-600 (2)

Pour le public et pour la fréquence de 217 Hz, le champ électrique ne doit pas excéder 2,76 KV/m (formule appliquée :  $\frac{600}{F}$ , F en Hz) et le champ magnétique 0,14 mT (1.400 mG) (formule appliquée :  $\frac{32}{F}$ , F en Hz).

### 1.3. Commentaires de l'auteur

Ces valeurs sont trop élevées dans la mesure où des effets biologiques ont été observés avec un champ électrique d'extrêmement basses fréquences

dès 10 V/m : leucémie de l'enfant (R. Coghill<sup>3</sup>), et avec un champ magnétique ELF dès 2 à 4 mG : leucémie de l'enfant (M. Feychting<sup>4</sup>), de l'adulte (Ch. Li<sup>5</sup>) et des travailleurs de l'électricité (G. Thériault<sup>6</sup>).

On peut rappeler ici que, pour les ELF, plus d'une publication sur deux rapporte une augmentation significative du risque de cancer chez les personnes exposées en milieu domestique (enfants, adultes) et en milieu de travail. Le lecteur pourra, s'il le souhaite, consulter les ouvrages sur ce sujet qui figurent en annexe.

### 1.2. Hyperfréquences

Le but recherché est d'éviter de créer une hyperthermie (locale ou générale) chez la personne exposée (CF. Chap. I - 14.).

#### 1.2.1. Le taux d'absorption spécifique (TAS)

Dans le cas de l'exposition du corps entier (cas des populations exposées aux hyperfréquences des stations relais de téléphones mobiles cellulaires ou de stations de radio télévision), le TAS ne doit pas dépasser 0,4 W/kg pour les travailleurs et 0,08 W/kg pour le public et cela pour des intervalles de temps n'excédant pas 6 minutes.

Pour une irradiation locale (cas de la tête), le TAS a été fixé à 10 W/kg pour les travailleurs et à 2 W/kg pour le public (ces valeurs correspondant à la moyenne pour chaque masse tissulaire de 10 g et à des intervalles de 6 minutes).

<sup>3</sup> R.W. Coghill et coll. Extra low frequency electric and magnetic fields in bedroom of children diagnosed with leukaemia : a case-control study. Eur. J. Cancer Prevention. 1996. 5 : 153-158.

<sup>4</sup> M. Feychting et coll. Magnetic fields and childhood cancer - a pooled analysis of two Scandinavian studies. Eur. J. Cancer. 1995. 31 A : 2.035-2.039.

<sup>5</sup> Ch.Y. Li et coll. Residential exposure to 60 Hertz magnetic fields and adult cancers in Taiwan. Epidemiology. 1997. 8 : 25-30.

<sup>6</sup> G. Thériault et coll. Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada and France : 1970-1989. Am. J. Epidemiol. 1994. 139 : 550-572.

<sup>1</sup> Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields. Health Physics. 1990. 58 : 113-122.

<sup>2</sup> Exposition humaine aux champs électromagnétiques basses fréquences (0 Hz à 10 KHz). Normalisation Française. C18-600 - Novembre 1995. 22 pages.

## 1.2. Les standards américain et français

Pour que les valeurs de TAS ci-dessus ne soient pas atteintes, des standards d'exposition ont été publiés en 1988 aux Etats Unis<sup>7</sup> et en 1995 en France<sup>8</sup>, ces derniers reprenant les normes américaines.

Ils précisent les valeurs du champ électrique (en V/m), du champ magnétique (en A/m) et de la densité de puissance (en mW/cm<sup>2</sup>) qu'il convient de ne pas dépasser pour des temps d'exposition qui doivent être inférieurs à 6 minutes. Ces données sont regroupées dans le Tableau 2 pour les fréquences de 900, 1.800 et 2.000 MHz. Elles s'appliquent, pour les hyperfréquences, aux téléphones mobiles cellulaires et à leurs stations relais.

**RAPPEL DES STANDARDS FRANCO-AMERICAINS**  
**POUR LE PUBLIC NE PAS DEPASSER PAR PERIODE DE 6 mn**  
**UNE DENSITE DE PUISSANCE DE**  
**450 µW/cm<sup>2</sup> en 900 MHz, 900 µW/cm<sup>2</sup> en 1.800 MHz,**  
**1.000 µW/cm<sup>2</sup> en 2.000 MHz**

On peut remarquer ici :

- Que le TAS de 0,08 W/kg pour le corps entier peut être dépassé au niveau de certains tissus, tels que la joue et l'orbite (1,1 W/kg - cf. Chap. III. 2.2.) chez les utilisateurs de téléphones mobiles cellulaires, tout en restant inférieur à la limite de 2 W/kg pour la tête.

<sup>7</sup> Guidelines on limits of exposure to radiofrequency electromagnetic fields in the frequency range from 100 KHz to 300 GHz. Health Physics. 1988. 54 : 115-123.

<sup>8</sup> Exposition humaine aux champs électromagnétiques hautes fréquences (10 KHz à 300 GHz). Normalisation Française - C18-610 - Novembre 1995. 46 pages.

		FREQUENCES EN MHZ		
		900	1.800	2.000
<b>TRAVAILLEURS</b>	<b>TAS (W/kg)</b>	0,4 W/kg - Corps entier, <b>10 W/kg - Tête,</b> 20 W/kg - Mains, pieds... (par intervalles de 6 minutes)		
	<b>E (V/m)</b> 3,07 √F	92,1 V/m	130,2 V/m	137,2 V/m
	<b>H (A/m)</b> 8,14 x 10 <sup>-3</sup> √F	0,24 A/m (3,05 mG)	0,34 A/m (4,3 mG)	0,36 A/m (4,5 mG)
	<b>Densité de Puissance (W/m<sup>2</sup>)</b> F/40	22,5 W/m <sup>2</sup> (2,25 mW/cm <sup>2</sup> ) (2.250 µW/cm <sup>2</sup> )	45 W/m <sup>2</sup> (4,5 mW/cm <sup>2</sup> ) (4.500 µW/cm <sup>2</sup> )	50 W/m <sup>2</sup> (5 mW/cm <sup>2</sup> ) (5.000 µW/cm <sup>2</sup> )
<b>PUBLIC</b>	<b>TAS (W/kg)</b>	0,08 W/kg - Corps entier, <b>2 W/kg - Tête,</b> (par intervalles de 6 minutes)		
	<b>E (V/m)</b> 1,37 √F	41,2 V/m	58,1 V/m	61,2 V/m
	<b>H (A/m)</b> 3,64 x 10 <sup>-3</sup> √F	0,109 A/m (1,3 mG)	0,15 A/m (1,9 mG)	0,16 A/m (2 mG)
	<b>Densité de Puissance (W/m<sup>2</sup>)</b> F/200	4,5 W/m <sup>2</sup> (0,45 mW/cm <sup>2</sup> ) <b>(450 µW/cm<sup>2</sup>)</b>	9 W/m <sup>2</sup> (0,9 mW/cm <sup>2</sup> ) <b>(900 µW/cm<sup>2</sup>)</b>	10 W/m <sup>2</sup> (1 mW/cm <sup>2</sup> ) <b>(1000 µW/cm<sup>2</sup>)</b>

Tableau 2 : Limites d'exposition aux hyperfréquences (900, 1.800 et 2.000 MHz) pour les travailleurs et le public.

- TAS = Taux d'absorption spécifique. - E = Champ électrique. - H = Champ magnétique. (Tableau réalisé à partir de données figurant dans Normalisation Française C 18 - 610 de Novembre 1995).

N.B. Un champ électrique hyperfréquences de 4 à 5 V/m est mesuré à 30 m d'une station relais, il est de 1,7 V/m à 300 m - Hors emprise de la station relais, ce champ électrique est de 0 V/m (R. Santini : mesures personnelles).

- Que des densités de puissances hyperfréquences supérieures à  $1 \text{ mW/cm}^2$  ( $1.000 \mu\text{W/cm}^2$ ) peuvent être mesurées au niveau de la tête lors de l'utilisation d'un téléphone mobile cellulaire (W. Adey <sup>9</sup>).
- Que lorsque les conditions de transmission des messages entre le téléphone mobile cellulaire et la station relais sont mauvaises (appels d'un sous-sol, par exemple), le champ électrique hyperfréquence dépasse la norme de  $41,2 \text{ V/m}$  et peut atteindre au moment de l'établissement de la communication  $50$  à  $60 \text{ V/m}$ . Il reste élevé ( $30 \text{ V/m}$ ) et proche des limites durant la communication si les conditions de transmission sont mauvaises (R. Santini <sup>10</sup>).
- Des calculs montrent que l'énergie électromagnétique générée par les téléphones mobiles cellulaires et qui est absorbée par la tête de l'utilisateur atteint des valeurs de **20 à 30 V/m dans l'hypothalamus** (L. Miro <sup>11</sup>).

### 2.3. Le standard australien et néo-zélandais

Ces deux pays ont adopté un standard commun pour le 900 MHz qui est inférieur à celui qui précède. En effet, le standard australien (AS 2.772 - : 1990) et celui de la Nouvelle Zélande (NZS 6609 : 1990) prévoient, pour l'exposition du public aux hyperfréquences, de ne pas dépasser une densité de puissance de  $200 \mu\text{W/cm}^2$  ( $0,2 \text{ mW/cm}^2$ ). Ceci représente une diminution de plus de 50 % par rapport à la norme franco-américaine de  $50 \mu\text{W/cm}^2$ .

**RAPPEL DU STANDARD AUSTRALIEN ET NEOZELANDAIS  
POUR LE PUBLIC ET EN 900 MHz,  
NE PAS DEPASSER PAR PERIODE DE 6 mn  
200  $\mu\text{W/cm}^2$**

**N.B.** : Des scientifiques et des hommes politiques de Nouvelle Zélande et d'Australie demandent, pour l'exposition du public aux hyperfréquences (900 MHz) et afin de réduire les risques biologiques, une baisse de leur standard aux valeurs ci-dessous (Rapport australien <sup>12</sup>) :

**50  $\mu\text{W/cm}^2$  (0,05 mW/cm<sup>2</sup>)  
et même 0,1  $\mu\text{W/cm}^2$  (0,0001 mW/cm<sup>2</sup>)  
(valeurs moyennes sur une année d'exposition)**

### 1.2.4. Les standards de l'ex Union Soviétique

Les normes admises pour l'exposition humaine aux hyperfréquences (300 MHz à 300 GHz) sont les plus restrictives qui existent. Elles conduisent à ne pas dépasser **10  $\mu\text{W/cm}^2$**  pour une exposition continue de travailleurs (P. Czerski <sup>13</sup>) et **5  $\mu\text{W/cm}^2$  pour l'exposition chronique du public** (D. Ree <sup>14</sup>).

<sup>9</sup> W.R. Adey. Joint action of environmental non ionizing electromagnetic fields and chemical pollution in cancer promotion. Environ. Health. Perspect. 1990. 86 : 297-305.

<sup>10</sup> R. Santini, P. Santini, Y. Benhamou, M. Seigne, L. Bonhomme-Faivre. Electric fields from 900 MHz digital cellular telephones. Bioelectromagnetics. 20 th Meeting. Floride. Juin 1998.

<sup>11</sup> L. Miro et coll. Human studies on the possible effects of cellular phones on antepituitary hormones. Proceeding of the COST. 244 Meeting. Kuopio. 1996. 45-54.

<sup>12</sup> Rapport australien : Mobile phones and their transmitter base stations - The evidence for health hazards. A local Government and Community Ressources Documents. EMFacts Information Service. 1996. 240 pages.

<sup>13</sup> P. Czerski. The development of biomedical approaches and concepts in radiofrequency radiation protection. J. Microwave Power. 1986. 24 : 9-23.

<sup>14</sup> D. Mc Ree. Review of soviet/eastern European research on health aspects of microwave radiation. Bull. N.Y. Acad. Medicine. 1979. 55 : 1.133-1.151.

**N.B.** : Les normes soviétiques sont les seules à considérer les risques biologiques pouvant résulter d'une **exposition chronique** aux hyperfréquences, contrairement aux autres normes où seuls l'effet thermique et l'exposition aiguë sont considérés.

**RAPPEL DU STANDARD DE L'EX UNION SOVIETIQUE  
POUR LE PUBLIC EN EXPOSITION CHRONIQUE  
NE PAS DEPASSER  
5  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>**

### 1.2.5. Conversion des valeurs de champ électrique et de champ magnétique en densité de puissance

Il est possible pour les hyperfréquences (mais également dès la fréquence de 10 MHz) de connaître par le calcul la valeur de la densité de puissance (P en mW/cm<sup>2</sup>) à partir de la valeur mesurée du champ électrique (E en V/m) ou du champ magnétique (H en A/m) (E. Mantiply<sup>15</sup>)

#### 1.2.5.1. Calcul de la densité de puissance à partir du champ électrique

$$P = \frac{E^2}{3.770}$$

#### Exemples :

a. Si E mesuré = 41,2 V/m, on obtient pour P la valeur de 0,45 mW/cm<sup>2</sup> conforme à celle figurant dans le tableau 2 - Public.

b. A 250 m de stations relais, l'auteur mesure un champ électrique en hyperfréquences de 1 à 2 V/m, ce qui correspond respectivement à des densités de puissance de 0,2  $\mu$ W/cm<sup>2</sup> à 1  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>.

#### 1.2.5.2. Calcul de la densité de puissance à partir du champ magnétique

$$P = H^2 \cdot 37,7$$

#### Exemple :

Si H mesuré = 0,109 A/m, on obtient pour P la valeur de 0,45 mW/cm<sup>2</sup> conforme à celle figurant dans le tableau 2 - Public.

### 1.3. Commentaires de l'auteur

- L'utilisateur de téléphones mobiles cellulaires peut être exposé à des densités de puissance et à des taux d'absorption spécifiques supérieurs aux valeurs pour les hyperfréquences et pour les extrêmement basses fréquences où des effets biologiques sont rapportés (cf. Chap. I. 21.);
- Il est important de constater que les limites d'exposition figurant dans les standards ci-dessus pour les hyperfréquences et **à l'exception des standards de l'ex Union Soviétique**, se rapportent à une exposition aiguë de courte durée (6 minutes) et qu'elles ne prennent pas en considération les expositions de longue durée telles qu'elles existent pour les populations exposées aux hyperfréquences générées par les stations relais de téléphones mobiles cellulaires;
- La seule certitude qu'apportent ces standards est que :
  - Pour les hyperfréquences, on a peu de risque de cuire en utilisant un téléphone mobile cellulaire ou en étant dans le voisinage d'une station relais ou d'un émetteur de radio télévision;
  - Pour les extrêmement basses fréquences, on évitera des risques biologiques majeurs, tels que tétanisations musculaires, perturbations cardiaques graves... lors d'expositions de courtes durées.

<sup>15</sup> E.D. Mantiply et coll. Summary of measured radiofrequency electric and magnetic fields (10 KHz to 30 GHz) in the general and work environment. Bioelectromagnetics. 1997. 18 : 563-577.

- A titre de comparaison, on peut signaler que la valeur des **émissions micro-ondes naturelles** auxquelles nous sommes exposés et qui sont générées par la terre, le soleil... est de **1 piconWatt par cm<sup>2</sup>** (soit 0,001 nW/cm<sup>2</sup> ou 1.10<sup>-6</sup> μW/cm<sup>2</sup>) (Rapport australien <sup>12</sup>).

## QUE FAIRE POUR REDUIRE LES RISQUES BIOLOGIQUES ?

Cette partie aborde les moyens à mettre en œuvre afin de protéger les personnes des effets biologiques indésirables liés à l'utilisation d'un téléphone mobile cellulaire et (ou) au fait de vivre à proximité de stations relais.

### 1. Les comportements face aux risques biologiques

Trois attitudes sont possibles :

- **Ne rien faire**, ne pas changer ses habitudes et attendre que des informations nouvelles viennent confirmer ou infirmer les données scientifiques figurant dans cet ouvrage et de ce fait laisser prendre des risques aux personnes exposées;
- Constaté qu'un ensemble cohérent de résultats souligne l'existence de risques biologiques divers menaçant la santé et **adopter dès maintenant un comportement prudent basé sur le principe de précaution**;
- Admettre qu'il y a un **risque majeur pour la santé** et prendre toutes les mesures utiles afin de soustraire les populations exposées.

**N.B. : Le principe de précaution** : Face à un risque potentiel mais non totalement établi, il faut prendre toutes les mesures utiles de précaution au cas où le risque s'avérerait réel par la suite.

L'auteur pense qu'il y a lieu de prendre toutes les mesures utiles de protection pour :

- Les enfants en bas âge (crèches, garderies, écoles...);
- Les femmes enceintes;
- Les personnes âgées (centres de gériatrie, hospices...);
- Les malades immunodéprimés;
- Les personnes hypersensibles aux ondes électromagnétiques...

Il convient de garder présent à l'esprit que :

- Des effets biologiques sont décrits pour les hyperfréquences et les ELF à faibles voire très faibles densités de puissance. Rien n'exclut, lors d'expositions à long terme des populations ou lors de l'utilisation répétée d'un téléphone mobile, un effet cumulatif de ces ondes électromagnétiques.
- Nul ne peut prévoir les effets biologiques qui pourraient résulter de l'exposition chronique de populations à l'association d'hyperfréquences et d'ELF.

### 2.2. Protection à l'encontre des stations relais

- Il faudrait éviter d'implanter des stations relais de téléphones mobiles cellulaires à moins de **300 m** de zones où vivent des populations particulièrement sensibles du fait de leur âge, de leur état physiologique ou de leur état sanitaire;
- Sur les lieux où vivent ces populations, la densité de puissance hyperfréquences ne devrait pas dépasser en moyenne sur une année **0,1 μW/cm<sup>2</sup>**. On introduit ici, un coefficient de sécurité de 10 par rapport à la valeur de 1 μW/cm<sup>2</sup> où des effets biologiques sont rapportés;
- Ce n'est qu'après **concertation, information et discussion** entre les futurs riverains, les décideurs, les personnels de santé, qu'une station relais pourrait être implantée;