



Circulaire du Ministre de la Santé N° 21 du 22 mai 2003

Objet: Valeurs limites d'exposition aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.

La téléphonie mobile, grâce à des réseaux et technologies tels que le GSM (Global System for Mobile communication), a évolué rapidement et est devenue en quelques années un moyen de communication très répandu. Le fonctionnement d'un téléphone mobile nécessite la mise en place d'une station de base. Cet ensemble utilise des fréquences radioélectriques et génère des rayonnements électromagnétiques non ionisants.

Au Maroc comme partout ailleurs, le développement spectaculaire de la téléphonie mobile amène les opérateurs à intensifier leurs réseaux et à multiplier le nombre des stations de base. Ceci a suscité chez la population, une vive inquiétude quant à leur éventuel effet nocif sur la santé.

L'état actuel des connaissances scientifiques n'apporte pas de preuve absolue et définitive de nocivité des champs électromagnétiques émis par les installations radioélectriques. Néanmoins, et dans l'attente de l'édiction d'une réglementation nationale spécifique dans ce domaine et en harmonie avec les recommandations de la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants (ICNIRP) (organisme reconnu par l'Organisation Mondiale de la Santé) et en vertu du principe de précaution, la présente circulaire a pour objet de fixer, conformément à la fiche technique annexée, les valeurs limites d'exposition aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.

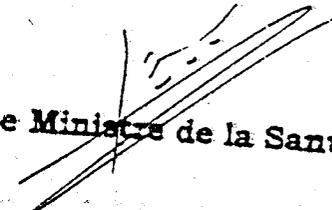
Bureau d'Ordre - ANRT	
- Arrivé sous N°	3885
- Date	04 JUN 2003
- Service	DT

Aussi, toute personne, exploitant un réseau de télécommunication, titulaire d'une autorisation d'exploitation d'un réseau de télécommunication ou exploitant des réseaux ou des installations radioélectriques, est-elle appelée à :

- respecter lesdites valeurs ;
- s'assurer qu'au sein des sites dits sensibles, l'exposition du public au champ électromagnétique émis par les installations radioélectriques soit aussi faible que possible, dans les limites de la fiche technique ci-jointe, tout en préservant la qualité du service rendu.

Les autorités compétentes peuvent à tout moment procéder aux vérifications nécessaires en cas de besoin.

J'attache une grande importance à la diffusion, la plus large, de cette circulaire et à la stricte exécution des dispositions ci-dessus mentionnées.


Le Ministre de la Santé

Dr Mohamed-Cheikh BIADILLAH

Ampliations :

- M. le Secrétaire Général
- M. le Chef de cabinet
- M. l'Inspecteur Général
- Mme et MM. les Directeurs de l'Administration Centrale
- MM. les Directeurs des Centres Hospitaliers Ibn Sina, Ibn Rochd, Mohammed VI et Hassan II
- Mmes et MM. Les Délégués du Ministère de la Santé aux préfectures et provinces
- Mme le Directeur de l'Institut National d'Hygiène
- M. le Directeur de l'Institut Pasteur du Maroc
- Mme le Directeur du Centre National de Transfusion Sanguine.
- M. Le Directeur du Centre National de Radioprotection.

Annexe à la circulaire du Ministre de la Santé relative aux valeurs limites d'exposition aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.

FICHE TECHNIQUE

I- INTRODUCTION

Les champs électromagnétiques sont caractérisés par leur fréquence (variation du champ par seconde) dont l'unité est le hertz (Hz).

Les champs électromagnétiques dont la fréquence est inférieure à 300GHz n'émettent pas des rayonnements ionisants, ils ne peuvent, par conséquent, provoquer la rupture des liaisons à l'intérieur des molécules qui constituent les cellules. Ils peuvent cependant, exercer sur les systèmes biologiques, par exemple les cellules, les plantes, les animaux et l'Homme, différents effets qui dépendent de la fréquence et de l'intensité du champ. Cela ne veut pas dire que tous ces effets soient nocifs.

I- DEFINITIONS

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 type humain ou une partie du corps, exprimée en ampères par m² (A/m²).

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

l'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 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 $1 \text{ A.m}^{-1} = 4\pi 10^{-7} \text{ T}$.

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).

L'absorption spécifique (AS) de l'énergie est définie comme l'énergie absorbée par une unité de masse de tissus biologiques et est exprimée en joules par kilogramme (J/kg). Dans la présente recommandation, elle est utilisée pour limiter les effets non thermiques des rayonnements micro-ondes pulsés.

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 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. Dans de telles circonstances, il est nécessaire de vérifier si la restriction de base est respectée.

III- VALEURS LIMITES D'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS ET DU PUBLIC

III-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.

Tableau 1 des restrictions de base pour des fréquences jusqu'à 10GHz

Type d'exposition	Fréquence (f)	Densité de courant (tête et tronc) (mA/m^2) (rms)	DAS _{moy} (corps entier) (W/Kg)	DAS localisé (tête et tronc) (W/Kg)	DAS localisé (membres) (W/Kg)
Exposition dans le cadre du travail	<1 Hz	40	----	----	----
	1-4 Hz	40/f	----	----	----
	4 Hz-1 kHz	10	----	----	----
	1 -100 kHz	f/100	----	----	----
	100kHz-10 MHz	f/100	0.4	10	20
	10MHz-10GHz	----	0.4	10	20
Exposition du public	<1 Hz	8	----	----	----
	1-4 Hz	8/f	----	----	----
	4 Hz-1 kHz	2	----	----	----
	1 -100 kHz	f/500	----	----	----
	100kHz-10 MHz	f/500	0.08	2	4
	10MHz-10GHz	----	0.08	2	4

Notes:

1. f est exprimée en (Hz)
2. En raison de l'hétérogénéité électrique du corps, la valeur moyenne des densités de courant devrait être évaluée sur une section de 1 cm^2 perpendiculaire à la direction du courant.
3. Pour les fréquences jusqu'à 100 kHz, les valeurs de crête de densité de courant peuvent être obtenues en multipliant la valeur efficace par $\sqrt{2}$. Pour des impulsions de durée tp la fréquence équivalente à appliquer dans les restrictions de base devrait être calculée selon la formule $f = 1/(2tp)$.

4. Pour des fréquences jusqu'à 100 kHz et pour des champs magnétiques pulsés, la densité maximale de courant associée aux impulsions peut être calculée à partir des temps de montée/descente et de la vitesse maximale de fluctuation de l'induction magnétique. La densité de courant induit peut alors être comparée à la restriction de base appropriée.
5. Toutes les valeurs moyennes de DAS doivent être mesurées sur une période de six minutes.
6. La masse retenue pour évaluer le DAS moyen localisé est de 10g de tissu contigu. Le DAS maximal ainsi obtenu devrait être la valeur utilisée pour l'estimation de l'exposition. Ces 10g 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 en 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.
7. Pour des impulsions de durée tp, la fréquence équivalente à appliquer dans les restrictions de base devrait être calculée selon la formule $f = 1/(2tp)$. En outre, pour les expositions pulsées, dans la gamme de fréquences comprises entre 0,3 et 10 GHz et pour l'exposition localisée de la tête, afin de limiter et d'éviter les effets auditifs provoqués par l'expansion thermoélastique, une restriction de base supplémentaire est recommandée. En l'occurrence, l'Absorption Spécifique ne devrait pas dépasser 2 mJ/kg^1 pour le public et 10 mJ/kg^1 pour les travailleurs en moyenne pour 10 grammes de tissu.

Tableau 2 des restrictions de base des fréquences comprises entre 10 et 300GHz

Type d'exposition	Densité de puissance (W/m^2)
Exposition dans le cadre du travail	50
Exposition du public	10

Notes:

- 1- Il faut moyenner les densités de puissance sur 20 cm^2 quelconques de zone exposée et sur un intervalle de temps quelconque de $68/f^{0.5} \text{ min}$ (f étant exprimée en GHz) pour compenser la diminution progressive de la profondeur de pénétration avec l'augmentation de la fréquence.
- 2- Il convient que les densités de puissance maximales dans l'espace, moyennées sur 1 cm^2 , ne dépassent pas 20 fois les valeurs ci-dessus.

III-2- Niveaux de référence

respect des niveaux de référence tels qu'ils figurent au tableau ci après, ainsi 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 une protection maximale.

• Niveaux de champs

Tableau 3 : Niveaux de référence pour les champs

Type d'exposition	Fréquence (f)	E (V/m)	H (A/m)	B (μT)	Densité de puissance (W/m ²)
position dans le cadre du travail	<1Hz	----	1.63x10 ⁵	2x10 ⁵	
	1-8 Hz	20000	1.63x10 ⁵ /f ²	2x10 ⁵ /f ²	
	8-25Hz	20000	2x10 ⁴ /f	2.5x10 ⁴ /f	
	0.025-0.82 kHz	500/f	20/f	25/f	
	0.82-65 kHz	610	24.4	30.7	
	0.065-1MHz	610	1.6/f	2.0/f	
	1-10MHz	610/f	1.6/f	2.0/f	
	10-400MHz	61	0.16	0.2	10
	400-2000MHz	3f ^{1/2}	0.008f ^{1/2}	0.01f ^{1/2}	f/40
	2-300 GHz	137	0.36	0.45	50
position du public	<1Hz	----	3.2x10 ⁴	4x10 ⁴	
	1-8 Hz	10000	3.2x10 ⁴ /f ²	4x10 ⁴ /f ²	
	8-25Hz	10000	4000/f	5000/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 ^{1/2}	0.73/f	0.92/f	
	10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
	400-2000MHz	1.375f ^{1/2}	0.0037f ^{1/2}	0.0046f ^{1/2}	f/200
2-300GHz	61	0.16	0.20	10	

!:
- f comme indiqué dans la colonne de la gamme de fréquences.

- 2- Pour les fréquences comprises entre 100kHz et 10GHz, la valeur moyenne de Seq, E², H² et B² doit être mesurée sur un intervalle de temps de six minutes.
- 3- Pour les fréquences jusqu'à 100 kHz, les valeurs de crête de densité de courant peuvent être obtenues en multipliant la valeur efficace par √2. Pour des impulsions de durée tp la fréquence équivalente à appliquer dans les restrictions de base devrait être calculée selon la formule $f = 1/(2tp)$.
- 4- Pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 10 MHz, les valeurs de crête pour les intensités de champ sont obtenues par interpolation entre 1,5 fois la valeur de crête à 100 kHz et 32 fois celle à 10 MHz. Pour des fréquences supérieures à 10 MHz, la valeur moyenne de Seq pour la durée de l'impulsion ne devrait pas dépasser 1000 fois les niveaux de référence ou que les intensités de champ ne devraient pas dépasser 32 fois les niveaux de référence pour l'intensité des champs.
- 5- Pour des fréquences supérieures à 10 GHz, la valeur moyenne de Seq, E², H² et B² doit être mesurée sur un intervalle de temps de 68/f^{1.05} minute (f est exprimée en GHz).
- 6- Aucune valeur pour E n'est fournie pour des fréquences <1 Hz qui constituent dans les faits des champs électriques statiques. Pour la plupart des personnes, il n'y a pas de perception gênante des charges électriques superficielles pour des intensités de champ inférieures à 25 kV/m. Il conviendrait d'éviter des décharges d'étincelles provoquant un stress ou une gêne.

• Courants de contact et courants induits

Pour des fréquences jusqu'à 110 MHz, des niveaux de référence supplémentaires sont recommandés pour éviter les dangers dus à des courants de contact.

Tableau 4 : Niveaux de référence pour les courants de contact

Type d'exposition	Gamme de fréquences	Courant de contact maximal (mA)
Exposition dans le cadre du travail	< 2.5 kHz	1
	2.5 -100 kHz	0.4 f
	100 kHz-110 MHz	40
Exposition du public	< 2.5 kHz	0.5
	2.5-100 kHz	0.2 f
	100 kHz-110 MHz	20

Note : - f est exprimée en kHz.

Pour la gamme de fréquences comprise entre 10 MHz et 110 MHz, des niveaux de référence pour le courant traversant un membre sont recommandés. Il s'agit de limiter le DAS localisé sur un intervalle de temps de six minutes.

Tableau 5 : Niveaux de référence pour les courants induits pour des fréquences de 10MHz-110 MHz

Type d'exposition	Courant traversant un membre (mA)
Exposition dans le cadre du travail	100
Exposition du public	45

III-3 - Exposition liée à des sources émettant à plusieurs fréquences

Dans des situations où une exposition simultanée à des champs de fréquences différentes se produit, il faut examiner la possibilité que les effets de ces expositions soient cumulatifs. Il conviendrait de procéder à des calculs séparés de chaque effet sur la base de cette hypothèse; on devrait donc procéder à des évaluations séparées pour les effets de stimulations thermiques et électriques sur l'organisme.

• Restrictions de base

Dans le cas d'une exposition simultanée à des champs de fréquences différentes, il conviendrait de satisfaire aux critères suivants du point de vue des restrictions de base.

Ainsi, pour les effets de stimulation électrique qui concernent des fréquences jusqu'à 10 MHz, il conviendrait d'additionner les densités de courant induit conformément à la formule ci-après :

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{10\text{ MHz}} (J_i / J_{L,i}) \leq 1$$

Pour les effets thermiques, qui concernent les fréquences égales ou supérieures à 100 kHz, il conviendrait d'additionner les Débits d'Absorption Spécifiques de l'énergie et les densités de puissance selon la formule suivante:

$$\sum_{i=100\text{ kHz}}^{10\text{ GHz}} (\text{DAS}_i / \text{DAS}_L) + \sum_{i>10\text{ GHz}} (S_i / S_L) \leq 1$$

Avec :

- 1- J_i est la densité de courant induit à la fréquence i ;
- 2- $J_{L,i}$ est la restriction de base de la densité de courant induit à la fréquence i , figurant dans le tableau 1 ;
- 3- DAS_i est le DAS provoqué par l'exposition à la fréquence i ;
- 4- DAS_L est la restriction de base du DAS figurant dans le tableau 1 ;
- 5- S_i est la densité de puissance à la fréquence i ;
- 6- S_L est la restriction de base pour la densité de puissance figurant dans le tableau 2.

• Niveaux de référence

Pour l'application des restrictions de base, il conviendrait d'appliquer les critères suivants en matière de niveaux de référence des intensités de champ.

Pour les densités de courant induit et les effets de stimulation électrique, pour des fréquences jusqu'à 10MHz, il conviendrait d'appliquer les deux exigences suivantes aux niveaux des champs:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{ MHz}} (E_i / E_{L,i}) + \sum_{i>1\text{ MHz}} (E_i / a) \leq 1 \quad \text{et} \quad \sum_{j=1\text{Hz}}^{65\text{ KHz}} (H_j / H_{L,j}) + \sum_{j>65\text{ KHz}}^{10\text{ MHz}} (H_j / b) \leq 1$$

Pour les conditions d'effet thermique concernant des fréquences égales ou supérieures à 100 kHz, il conviendrait d'appliquer les deux exigences suivantes aux niveaux des champs:

$$\sum_{i=100\text{ KHz}}^{1\text{ MHz}} (E_i / c)^2 + \sum_{i>1\text{ MHz}}^{300\text{ GHz}} (E_i / E_{L,i})^2 \leq 1 \quad \text{et} \quad \sum_{j=100\text{ KHz}}^{1\text{ MHz}} (H_j / d)^2 + \sum_{j>1\text{ MHz}}^{300\text{ GHz}} (H_j / H_{L,j})^2 \leq 1$$

Avec:

- 1- E_i est l'intensité de champ électrique à la fréquence i ;
- 2- $E_{L,i}$ est le niveau de référence de champ électrique figurant dans le tableau 3 ;
- 3- H_j est l'intensité de champ magnétique à la fréquence j ;
- 4- $H_{L,j}$ est le niveau de référence de champ magnétique figurant dans le tableau 3 ;
- 5- Pour l'exposition du public :
 $a = 87 \text{ (V/m)}$ et $b = 5 \text{ (A/m)}$.
 $c = 87/f^{1/2} \text{ (V/m)}$ et $d = 0.73/f \text{ (A/m)}$.

$$a = 610 \text{ (V/m)} \text{ et } b = 24.4 \text{ (A/m)}.$$

$$c = 610/f \text{ (V/m)} \text{ (f en MHz)} \text{ et } d = 1.6/f \text{ (A/m)} \text{ (f en MHz)}.$$

Pour les courants induits dans les extrémités et les courants de contact, respectivement, il conviendrait d'appliquer les restrictions suivantes:

$$\sum_{k=10 \text{ MHz}}^{110 \text{ MHz}} (I_k / I_{L,k})^2 \leq 1$$

et

$$\sum_{n=11 \text{ Hz}}^{110 \text{ MHz}} (I_n / I_{C,n}) \leq 1$$

Avec:

1. I_k est la composante de courant induit dans les extrémités à la fréquence k ;
2. $I_{L,k}$ est le niveau de référence pour les courants induits dans les extrémités figurant dans le tableau 5;
3. I_n est la composante de courant de contact à la fréquence n ;
4. $I_{C,n}$ est le niveau de référence pour les courants de contact à la fréquence n figurant dans le tableau 4.

Les formules de sommation qui précèdent correspondent à l'hypothèse dans laquelle les conditions de phase entre les champs des sources multiples sont les pires. En conséquence, dans les situations courantes d'exposition les niveaux d'exposition peuvent être moins stricts que ceux indiqués par les formules concernant les niveaux de référence.