

## Annexe 78 :

SPECIFICATION TECHNIQUE RELATIVE AUX RAYONNEMENTS  
ELECTROMAGNETIQUES NON-IONISANTS

- ANRT-STA/GEN-REM - V1-2023

## 78.1 INTRODUCTION

Le présent document définit les exigences minimales requises pour l'agrément des équipements terminaux et des installations radioélectriques en termes de rayonnements électromagnétiques sur la santé.

Le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques émis par un ou plusieurs équipements terminaux et installations radioélectriques doit être inférieur aux valeurs limites d'exposition aux champs électromagnétiques fixées au paragraphe IV de cette annexe.

## 78.2 TERMINOLOGIE

On entend<sup>5</sup>, au sens de la présente annexe, par :

- 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 ( $J.kg^{-1}$ ).

$$AS = \int_{t1}^{t2} DAS(t) dt$$

- Champ électrique interne : le champ électrique interne ( $E_i$ ) et la densité de courant ( $J$ ) sont liés par la loi d'Ohm :  $J = \sigma E_i$   
Avec  $\sigma$  est la conductivité électrique du milieu.

- Champs électromagnétiques : combinaison de champs électriques et magnétiques et ils sont caractérisés par leur fréquence.  
Les champs électromagnétiques comprennent les champs électriques et magnétiques pour des fréquences allant jusqu'à 300 GHz.

- 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.

- Débit d'absorption spécifique (DAS) est défini comme la dérivée, en fonction du temps, du rapport de l'accroissement de l'énergie ( $\delta W$ ) absorbée ou dissipée par l'accroissement d'une masse ( $\delta m$ ) contenue dans un élément de volume ( $\delta V$ ) d'une densité de masse donnée ( $\rho$ ). Elle est exprimée en Watts par kilogramme ( $W.kg^{-1}$ ).

$$DAS = \frac{\delta}{\delta t} \left( \frac{\delta W}{\delta m} \right) = \frac{\delta}{\delta t} \left( \frac{\delta W}{\rho \delta V} \right)$$

---

<sup>5</sup> : Les définitions ci-après sont alignées sur celles actualisées par l'ICNIRP.

$DAS = \frac{\sigma |E|^2}{\rho}$  Avec  $\sigma$  est la conductivité du tissu ( $S.m^{-1}$ ),  $E$  est la valeur efficace de l'intensité du champ électrique induit dans les tissus ( $V.m^{-1}$ ) et  $\rho$  est la masse volumique ( $kg.m^{-3}$ ).

$DAS = C \frac{dT}{dt}$  Avec  $C$  est la capacité thermique du tissu en  $J/(kg.K)$ ,  $T$  est la température et  $t$  est la durée d'exposition.

▪ 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 corps humain ou une partie du corps, exprimée en ampères par  $m^2$  ( $A/m^2$ ).

▪ Densité d'énergie absorbée ( $U_{ab}$ ) est définie comme l'intégration temporelle de la densité de puissance absorbée :  $U_{ab} = \int_{t_1}^{t_2} S_{ab}(t) dt$ . Elle est exprimée en  $KJ.m^{-2}$ .

▪ Densité d'énergie incidente ( $U_{inc}$ ) est définie comme l'intégration temporelle de la densité de puissance incidente :  $U_{inc} = \int_{t_1}^{t_2} S_{inc}(t) dt$ . Elle est exprimée en  $KJ.m^{-2}$ .

▪ 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  $m^2$  ( $W.m^{-2}$ ).

▪ Densité de puissance incidente  $S_{inc}$  : est définie comme le module du vecteur de Poynting complexe :  $S_{inc} = |E \times H^*|$

Dans le cas du champ lointain ou onde plane transverse électromagnétique (TEM), la densité de puissance incidente est calculée comme suit :  $S_{inc} = \frac{|E|^2}{Z_0} = Z_0 |H|^2$  avec  $Z_0$  est l'impédance caractéristique du vide, sa valeur est égale à 377 Ohm. Cette équation est également utilisée pour une onde plane (Seq).

▪ Densité de puissance absorbée  $S_{ab}$  :  $S_{ab} = (1 - |\Gamma|^2) \times S_{inc}$  avec  $S_{inc}$  est la densité de puissance incidente. Le coefficient de réflexion ( $\Gamma$ ) est dérivé des propriétés diélectriques des tissus, de la forme de la surface corporelle, de l'angle d'incidence et de la polarisation.

▪ Exposition : La sujétion d'une personne à des champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques ou à des courants de contact autres que ceux provenant des processus physiologiques dans le corps et d'autres phénomènes naturels.

▪ Exposition du public : Toute exposition à des champs électriques ou magnétiques d'individus appartenant au grand public.

▪ Exposition professionnelle ou liée au travail : Toute exposition aux champs électromagnétiques d'individus au cours de leur travail.

▪ Fréquence : nombre de cycles sinusoïdaux accomplis par une onde électromagnétique en une seconde. Elle est exprimée en Hertz (Hz).

▪ Induction magnétique (densité de flux magnétique) est une grandeur vectorielle ( $B$ ) définie en termes de force exercée sur des charges circulantes, et elle est exprimée en teslas (T). En

espace libre et dans les matières biologiques, l'induction magnétique et l'intensité de champ magnétique sont liés par la formule suivante :  $B = \mu H$

Avec  $\mu$  : constante de proportionnalité (qui exprime la perméabilité magnétique) ; dans le vide et dans l'air, comme dans les matériaux non magnétiques (y compris les matériaux biologiques) :  $\mu = 4 \pi 10^{-7}$  Henrys par mètre ( $H.m^{-1}$ ).

- Intensité de champ électrique est une grandeur vectorielle (E) qui correspond à la force exercée sur une particule chargée indépendamment de son déplacement dans l'espace. Elle est exprimée en volts par mètre (V/m).
- 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).
- Limite d'exposition : Une limite supérieure de l'exposition humaine aux champs électromagnétiques permettant une protection contre les effets des rayonnements électromagnétiques sur la santé.
- Niveaux de référence : 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 issus 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 indirects de l'exposition aux champs électromagnétiques.

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.

- 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 ».

### 78.3 Valeurs limites d'exposition aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques pour les fréquences de 1Hz à 300GHz

#### 78.3.1 Restrictions de base :

En fonction de la fréquence, des grandeurs physiques différentes sont utilisées pour définir les restrictions de base concernant les champs électromagnétiques.

##### 78.3.1.1 Restrictions de base pour des fréquences de 1Hz à 100KHz :

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 1 ci-après :

Tableau 1

ANRT-STA/GEN-REM (V1-2023)

Type d'exposition	Fréquence (f) (Hz)	Ein (Tissus de la tête appartenant au système nerveux central) (V.m <sup>-1</sup> )	Ein (Tous les autres tissus de la tête/corps) (V.m <sup>-1</sup> )
Exposition liée au travail	1 – 10 Hz	0.5/f	0.8
	10 – 25 Hz	0.05	
	25 – 400 Hz	2 x 10 <sup>-3</sup> f	
	400 Hz – 3 kHz	0.8	
	3 kHz – 100 KHz	2.7 x 10 <sup>-4</sup> f	2.7 x 10 <sup>-4</sup> f
Exposition du public	1 – 10 Hz	0.1/f	0.4
	10 – 25 Hz	0.01	
	25 – 1000 Hz	4 x 10 <sup>-4</sup> f	
	1000 Hz – 3 kHz	0.4	
	3 kHz – 100 KHz	1.35 x 10 <sup>-4</sup> f	1.35 x 10 <sup>-4</sup> f

Notes

- 1- f est la fréquence (en Hz). Ein est le champ électrique interne
- 2- Toutes les valeurs sont des moyennes quadratiques (rms).

## 78.3.1.2 Restrictions de base pour des fréquences de 100KHz à 10MHz :

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 2 ci-après :

Tableau 2

Type d'exposition	Eind (V/m)
Exposition dans le cadre du travail	2.70 x 10 <sup>-4</sup> f
Exposition du public	1.35 x 10 <sup>-4</sup> f

f est exprimée en Hz . Eind est le champ électrique induit.

## 78.3.1.3 Restrictions de base pour des fréquences de 100KHz à 300GHz, pour des intervalles de prise de moyenne ≥ 6minutes :

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 3 ci-après :

Tableau 3

Type d'exposition	Fréquence (Hz)	DAS <sub>moy</sub> (Corps entier) (W.Kg <sup>-1</sup> )	DAS local (Tête et tronc) (W.Kg <sup>-1</sup> )	DAS local (Membres) (W.Kg <sup>-1</sup> )	S <sub>ab</sub> local (W.m <sup>-2</sup> )
Exposition dans le cadre du travail	100 kHz à 6 GHz	0.4	10	20	NA
	> 6 à 300 GHz	0.4	NA	NA	100
Exposition du public	100 kHz à 6 GHz	0.08	2	4	NA

## ANRT-STA/GEN-REM (V1-2023)

	> 6 à 300 GHz	0.08	NA	NA	20
--	---------------	------	----	----	----

Notes :

- 1- NA Signifie « non applicable » et n'a pas besoin d'être pris en compte lors de la détermination de la conformité.
- 2- La moyenne du DAS pour le corps entier doit être mesurée sur une période de trente (30) minutes.
- 3- Les moyennes du DAS et de la densité de puissance absorbée ( $S_{ab}$ ) pour l'exposition locale doivent être mesurées sur une période de six (06) minutes.
- 4- La masse retenue pour évaluer la valeur moyenne du DAS local est de 10 grammes de forme cubique.
- 5- La moyenne de  $S_{ab}$  local doit être calculée sur une surface carrée de 4 cm<sup>2</sup> du corps. Au-delà de 30 GHz, une contrainte supplémentaire est imposée, de sorte que l'exposition moyennée sur une surface carrée de 1 cm<sup>2</sup> du corps est limitée à deux fois celle de la restriction de 4 cm<sup>2</sup>.

#### 78.3.1.4 Restrictions de base pour des fréquences de 100KHz à 300GHz, pour des intervalles d'intégration $t > 0$ à $< 6$ minutes :

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 4 ci-après :

Tableau 4

Type d'exposition	Fréquence (Hz)	AS (Tête et tronc) local (kJ.kg <sup>-1</sup> )	AS (Membres) local (kJ.kg <sup>-1</sup> )	$U_{ab}$ local (kJ.m <sup>-2</sup> )
Exposition dans le cadre du travail	100 kHz à 400 MHz	NA	NA	NA
	> 400 MHz à 6 GHz	$3.6[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$	$7.2[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$	NA
	> 6 à 300GHz	NA	NA	$36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
Exposition du public	100 kHz à 400 MHz	NA	NA	NA
	> 400 MHz à 6 GHz	$0.72[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$	$1.44[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$	NA
	> 6 à 300 GHz	NA	NA	$7.2[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$

Notes :

- 1- NA Signifie « non applicable » et n'a pas besoin d'être pris en compte lors de la détermination de la conformité.
- 2- t est le temps en secondes ( $> 0$  à  $< 360$  secondes).
- 3- La masse retenue pour évaluer la moyenne de l'absorption spécifique (AS) local est de 10 grammes de forme cubique.
- 4- La moyenne de la densité d'énergie absorbée ( $U_{ab}$ ) local doit être calculée sur une surface carrée de 4 cm<sup>2</sup> du corps. Au-delà de 30 GHz, une contrainte supplémentaire est imposée, de sorte que l'exposition moyennée sur une surface carré de 1cm<sup>2</sup> du corps est limitée à  $72 [0,025 + 0,975 (t / 360)^{0.5}]$  pour les travailleurs et  $14,4 [0,025 + 0,975 (t / 360)^{0.5}]$  pour le public.
- 5- L'exposition provenant de toute impulsion, groupe d'impulsions ou sous-groupe d'impulsions dans un train, ainsi que de la somme d'expositions (incluant les champs électromagnétiques non pulsés), délivrées en t secondes, ne doit pas dépasser les niveaux ci-dessus (Tableau 4).

## 78.3.2 Niveaux de référence :

Le respect des niveaux de référence, tels qu'ils figurent aux tableaux ci-après, garantit 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.

## 78.3.2.1 Niveau de référence pour des fréquences de 1Hz à 100KHz :

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 5 ci-après :

Tableau 5

Type d'exposition	Fréquence (Hz)	E (kV.m <sup>-1</sup> )	H (A.m <sup>-1</sup> )	B (T)
Exposition dans le cadre du travail	1 Hz – 8 Hz	20	$1.63 \times 10^5 / f^2$	$0.2 / f^2$
	8 Hz – 25 Hz	20	$2 \times 10^4 / f$	$2.5 \times 10^{-2} / f$
	25 Hz – 300 Hz	$5 \times 10^2 / f$	$8 \times 10^2$	$1 \times 10^{-3}$
	300 Hz – 3 kHz	$5 \times 10^2 / f$	$2.4 \times 10^5 / f$	$0.3 / f$
	3 kHz – 100 kHz	$1.7 \times 10^{-1}$	80	$1 \times 10^{-4}$
Exposition du public	1 Hz – 8 Hz	5	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^{-2} / f^2$
	8 Hz – 25 Hz	5	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^{-3} / f$
	25 Hz – 50 Hz	5	$1.6 \times 10^2$	$2 \times 10^{-4}$
	50 Hz – 400 Hz	$2.5 \times 10^2 / f$	$1.6 \times 10^2$	$2 \times 10^{-4}$
	400 Hz – 3 kHz	$2.5 \times 10^2 / f$	$6.4 \times 10^4 / f$	$8 \times 10^{-2} / f$
	3 kHz – 100 kHz	$8.3 \times 10^{-2}$	21	$2.7 \times 10^{-5}$

f est exprimée en Hz

## 78.3.2.2 Niveaux de référence pour l'exposition locale pour des fréquences de 100KHz à 10MHz

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 6 ci-après :

Tableau 6

Type d'exposition	E <sub>inc</sub> (V/m)	H <sub>inc</sub> (V/m)
Exposition dans le cadre du travail	170	80
Exposition du public	83	21

Notes :

- 1- E<sub>inc</sub> : l'intensité du champ électrique incident et H<sub>inc</sub> : l'intensité du champ magnétique incident.
- 2- Indépendamment de la distinction de zone de champ lointain /champ proche, la conformité est démontrée si ni la valeur de crête spatiale des champs E<sub>inc</sub> ou la valeur de crête spatiale des champs H<sub>inc</sub>, sur l'espace du corps concerné, ne dépasse le niveau de référence ci-dessus (Tableau 6).

## 78.3.2.3 Niveaux de référence pour des fréquences de 100KHz à 300GHz, moyennée sur 30 minutes et le corps entier :

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 7 ci-après :

Tableau 7

Type d'exposition	Fréquence (f)	E <sub>inc</sub> (V/m)	H <sub>inc</sub> (A/m)	S <sub>inc</sub> (W <sup>2</sup> /m)
Exposition dans le cadre du travail	0.1 – 30 MHz	660/f <sub>M</sub> <sup>0.7</sup>	4.9/f <sub>M</sub>	NA
	>30 – 400 MHz	61	0.16	10
	>400 – 2 GHz	3f <sub>M</sub> <sup>0.5</sup>	0.008f <sub>M</sub> <sup>0.5</sup>	f <sub>M</sub> /40
	>2 – 300 GHz	NA	NA	50
Exposition du public	0.1 – 30 MHz	300/f <sub>M</sub> <sup>0.7</sup>	2.2/f <sub>M</sub>	NA
	>30 – 400 MHz	27.7	0.073	2
	>400 – 2 GHz	1.375f <sub>M</sub> <sup>0.5</sup>	0.0037f <sub>M</sub> <sup>0.5</sup>	f <sub>M</sub> /200
	>2 – 300 GHz	NA	NA	10

Notes :

- 1- NA : non applicable, et n'a pas besoin d'être pris en compte lors de la détermination de la conformité.
- 2- f<sub>M</sub> fréquence en MHz.
- 3- Les valeurs moyennes de l'intensité du champ électrique incident (E<sub>inc</sub>) et l'intensité du champ magnétique incident (H<sub>inc</sub>) et la densité de puissance incidente (S<sub>inc</sub>) doivent être mesurées sur un intervalle de temps 30 minutes et sur le corps entier. La moyenne temporelle et spatiale de chacun des champs E<sub>inc</sub> et H<sub>inc</sub> doit être calculée en faisant la moyenne sur les valeurs carrées pertinentes (Equation :  $E_{\text{spatial\_average}} = \sqrt{\frac{1}{V} \int_V |E|^2 dv}$ ) (Annexe A- ICNIRP 2020).
- 4- Pour les fréquences de 100 kHz à 30 MHz, indépendamment de la distinction de zone de champ lointain /champ proche, la conformité est démontrée si les valeurs des champs E<sub>inc</sub> ou H<sub>inc</sub> ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 7).
- 5- Pour les fréquences > 30 MHz à 2 GHz :
  - a. Pour le champ lointain : la conformité est démontrée si les valeurs de S<sub>inc</sub>, E<sub>inc</sub> ou H<sub>inc</sub> ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (une seule est requise). La densité de puissance incidente équivalente en ondes planes Seq peut remplacer la Sinc (Tableau 7)
  - b. Pour le champ proche radiatif, la conformité est démontrée si les valeurs de S<sub>inc</sub>, ou à la fois E<sub>inc</sub> et H<sub>inc</sub>, ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 7) ;
  - c. Pour le champ proche réactif : la conformité est démontrée si les valeurs de E<sub>inc</sub> et H<sub>inc</sub> ne dépassent pas les valeurs de niveau de référence ci-dessus (Tableau 7) ; le S<sub>inc</sub> ne peut pas être utilisé pour démontrer la conformité et les restrictions de base doivent donc être évaluées.
- 6- Pour les fréquences > 2 GHz à 300 GHz :
  - a. Pour le champ lointain, la conformité est démontrée si les valeurs de S<sub>inc</sub> ne dépassent pas les valeurs de niveau de référence ci-dessus. Seq peut remplacer la Sinc (Tableau 7) ;
  - b. Pour le champ proche radiatif, la conformité est démontrée si les valeurs de S<sub>inc</sub> ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 7) ;
  - c. Pour le champ proche réactif, les niveaux de référence ne peuvent pas être utilisés pour déterminer la conformité et les restrictions de base doivent être évaluées

78.3.2.4 Niveaux de référence pour des fréquences de 100KHz à 300GHz, moyennée sur 6 minutes :



Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 8 ci-après :

Tableau 8

Type d'exposition	Fréquence (f)	E <sub>inc</sub> (V/m)	H <sub>inc</sub> (A/m)	S <sub>inc</sub> (W <sup>2</sup> /m)
Exposition dans le cadre du travail	0.1 – 30 MHz	$1504/f_M^{0.7}$	$10.8/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	139	0.36	50
	>400 – 2 GHz	$10.58f_M^{0.43}$	$0.0274f_M^{0.43}$	$0.29f_M^{0.86}$
	>2 – 6 GHz	NA	NA	200
	>6 – <300 GHz	NA	NA	$275/f_G^{0.177}$
	300 GHz	NA	NA	100
Exposition du public	0.1 – 30 MHz	$671/f_M^{0.7}$	$4.9/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	62	0.163	10
	>400 – 2 GHz	$4.72f_M^{0.43}$	$0.0123f_M^{0.43}$	$0.058f_M^{0.86}$
	>2 – 6 GHz	NA	NA	40
	>6 – <300 GHz	NA	NA	$55/f_G^{0.177}$
	300 GHz	NA	NA	20

#### Notes

- 1- « NA » signifie « non applicable » et n'a pas besoin d'être pris en compte pour déterminer la conformité.
- 2-  $f_M$  est la fréquence en MHz;  $f_G$  est la fréquence en GHz.
- 3-  $S_{inc}$ ,  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  doivent être moyennés sur six (06) min, et lorsque la moyenne spatiale est spécifiée dans les notes 6–7, sur l'espace corporel concerné. La moyenne temporelle et spatiale de chacun des champs  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  doit être calculée en faisant la moyenne sur les valeurs carrées pertinentes ( $E_{spatial\_average} = \sqrt{\frac{1}{V} \int_V |E|^2 dv}$ ) (Annexe A- ICNIRP 2020).
- 4- Pour les fréquences de 100 kHz à 30 MHz, indépendamment de la distinction de zone de champ lointain /champ proche, la conformité est démontrée si ni la valeur de crête spatiale des champs  $E_{inc}$  ou la valeur de crête spatiale des champs  $H_{inc}$ , sur l'espace du corps concerné, ne dépasse les niveaux de référence ci-dessus (Tableau 8).
- 5- Pour les fréquences > 30 MHz à 6 GHz :
  - a) dans la zone de champ lointain, la conformité est démontrée si l'une de valeur de crête spatiale de  $S_{inc}$ ,  $E_{inc}$  ou  $H_{inc}$ , sur l'espace du corps concerné, ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 8). (Une seule est requise). Seq peut remplacer la Sinc.
  - b) dans la zone de champ proche radiatif, la conformité est démontrée si les valeurs de crête spatiales de  $S_{inc}$  ou à la fois des  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  sur l'espace du corps concerné, ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 8) ;
  - c) dans la zone de champ proche réactif : la conformité est démontrée si  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 8). Sinc ne peut pas être utilisé pour démontrer la conformité. Pour les fréquences > 2 GHz, les niveaux de référence ne peuvent pas être utilisés pour déterminer la conformité et les restrictions de base doivent être évaluées.
- 6- Pour les fréquences > 6 GHz à 300 GHz :
  - a) dans la zone de champ lointain, la conformité est démontrée si Sinc, moyennée sur une surface carrée de 4 cm<sup>2</sup> du corps, ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 8) Seq peut remplacer la Sinc.



- b) dans la zone de champ proche radiatif, la conformité est démontrée si  $S_{inc}$ , moyenné sur une surface carrée de  $4 \text{ cm}^2$  du corps, ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 8).
- (c) dans la zone de champ proche réactif, les niveaux de référence ne peuvent pas être utilisés pour déterminer la conformité et les restrictions de base doivent donc être évaluées.
- 7- Pour les fréquences  $> 30 \text{ GHz}$  à  $300 \text{ GHz}$ , le calcul de la moyenne de  $S_{inc}$  sur une surface carrée de  $1 \text{ cm}^2$  du corps, ne doit pas dépasser deux fois celle de la restriction de  $4 \text{ cm}^2$ .

78.3.2.5 Niveaux de référence pour des fréquences de 100KHz à 300GHz, pour **des intervalles d'intégration  $t > 0$  et  $< 6$  minutes :**

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 9 ci-après :

Type d'exposition	Fréquence (f)	Densité d'énergie incidente $U_{inc}$ (kJ/m <sup>2</sup> )
Exposition dans le cadre du travail	0.1 – 400 MHz	NA
	$> 400 - 2 \text{ GHz}$	$0.29f_M^{0.86} \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	$> 2 - 6 \text{ GHz}$	$200 \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	$> 6 - < 300 \text{ GHz}$	$275/f_G^{0.177} \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	300 GHz	$100 \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
Exposition public	0.1 – 400 MHz	NA
	$> 400 - 2 \text{ GHz}$	$0.058f_M^{0.86} \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	$> 2 - 6 \text{ GHz}$	$40 \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	$> 6 - < 300 \text{ GHz}$	$55/f_G^{0.177} \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	300 GHz	$20 \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$

Notes

- 1- « NA » signifie « non applicable » et n'a pas besoin d'être pris en compte pour déterminer la conformité.
- 2-  $f_M$  est la fréquence en MHz;  $f_G$  est la fréquence en GHz;  $t$  est l'intervalle de temps en secondes, de sorte que l'exposition provenant de toute impulsion, groupe d'impulsions ou sous-groupe d'impulsions dans un train, ainsi que de la somme d'expositions (incluant les champs électromagnétiques non pulsés), délivrées en  $t$  secondes, ne doit pas dépasser les niveaux ci-dessus (Tableau 9).
- 3- La densité d'énergie incidente  $U_{inc}$  doit être calculée sur une période  $t$ , et lorsque la moyenne spatiale est spécifiée dans les notes 5–6, sur l'espace du corps concerné.
- 4- Pour les fréquences  $> 400 \text{ MHz}$  à  $6 \text{ GHz}$  :
  - a) dans la zone de champ lointain : la conformité est démontrée si la valeur de crête spatiale de  $U_{inc}$ , sur l'espace du corps concerné, ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 9).  $U_{eq}$  peut remplacer la  $U_{inc}$ .
  - b) dans la zone de champ proche radiatif, la conformité est démontrée si la valeur de crête spatiale de  $U_{inc}$ , sur l'espace du corps concerné, ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 9).
  - c) dans la zone de champ proche réactif, les niveaux de référence ne peuvent pas être utilisés pour déterminer la conformité et les restrictions de base doivent être évaluées.
- 5- Pour les fréquences  $> 6 \text{ GHz}$  à  $300 \text{ GHz}$  :
  - a) dans la zone de champ lointain ou de champ proche radiatif, la conformité est démontrée si  $U_{inc}$ , moyennée sur une surface carrée du corps de  $4 \text{ cm}^2$ , ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (Tableau 9) ;

- b) dans la zone de champ proche réactif, les niveaux de référence ne peuvent pas être utilisés pour déterminer la conformité et les restrictions de base doivent être évaluées.
- 6- Pour les fréquences > 30 GHz à 300 GHz : le calcul de la moyenne de  $U_{inc}$  sur une surface carrée du corps de  $1 \text{ cm}^2$  ne doit pas dépasser  $275/f_G^{0,177} \times 0,72[0,025 + 0,975 (t/360)^{0,5}]$   $\text{kJ.m}^{-2}$  dans le cadre lié au travail et  $55/f_G^{0,177} \times 0,72 [0,025 + 0,975 (t/360)^{0,5}]$   $\text{kJ.m}^{-2}$  pour l'exposition du public.

#### 78.3.2.6 Niveaux de référence pour les courants de contact variables dans le temps ( $\leq 100\text{kHz}$ ) :

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 10 ci-après :

Tableau 10

Type d'exposition	Gamme de fréquences	Courant de contact maximal (mA)
Exposition dans le cadre du travail	< 2.5 KHz	1.0
	2.5–100 kHz	0.4f
Exposition du Public	< 2.5 KHz	0.5
	2.5–100 kHz	0.2f

f est exprimée en KHz.

#### 78.3.2.7 Niveaux de référence pour les courant induits pour des fréquences de 100kHz à 110MHz (en moyenne sur 6 min) :

Ces valeurs sont fixées comme indiqué dans le tableau 11 ci-après :

Tableau 11

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

#### 78.3.3 Exposition liée à des sources émettant à plusieurs fréquences :

Dans le cas d'une exposition liée à des sources multifréquences, l'intensité du champ de chaque émission doit être mesurée. Après vérification que chaque signal respecte son niveau de référence, il convient d'apprécier les effets cumulatifs de ces émissions en additionnant les différents champs mesurés, et vérifier que le total est inférieur ou égal à un (1).

### 78.4 RÉFÉRENCES NORMATIVES

- NM EN 50360 : Norme de produit pour démontrer la conformité des dispositifs de communication sans fil aux restrictions de base et aux valeurs limites d'exposition relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques dans la plage de fréquences de 300 MHz - à 6 GHz : dispositifs utilisés à proximité de l'oreille.
- NM EN 62311 : Evaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz).

- NM EN 62479 : Évaluation de la conformité des appareils électriques et électroniques de faible puissance aux restrictions de base concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques (10 MHz - 300 GHz).
- NM EN 62209-1 : Exposition humaine aux champs radiofréquence produits par les dispositifs de communications sans fils tenus à la main ou portés près du corps - Modèles de corps humain, instrumentation et procédures - Partie 1 : détermination du débit d'absorption spécifique (DAS) produit par les appareils tenus à la main et utilisés près de l'oreille (plage de fréquence de 300 MHz à 3 GHz).
- NM EN 62209-2 : Exposition humaine aux champs radio fréquence produits par les dispositifs de communications sans fils tenus à la main ou portés près du corps - Modèles du corps humain, instrumentation et procédures - Partie 2 : procédure pour la détermination du débit d'absorption spécifique produit par les dispositifs de communications sans fils utilisés très près du corps humain (gamme de fréquence de 30 MHz à 6 GHz).
- NM EN 62369-1 : Évaluation de l'exposition humaine aux champs électromagnétiques produits par les dispositifs radio à courte portée dans la plage de fréquence 0 GHz à 300 GHz - Partie 1 : champs produits par les dispositifs utilisés pour la surveillance électronique des objets, l'identification par radiofréquence et les systèmes similaires.
- NM EN 50385 : Norme produit pour la démonstration de la conformité des stations de base radio et des stations terminales fixes pour les radiotélécommunications, aux restrictions de base et aux niveaux de référence relatifs à l'exposition de l'homme aux champs électromagnétiques (110 MHz - 40 GHz) - Application au public en général.
- NM EN 50383 : Norme de base pour le calcul et la mesure des champs électromagnétiques et SAR associés à l'exposition des personnes provenant des stations de base radio et des stations terminales fixes pour les systèmes de radiotélécommunications (110 MHz - 40 GHz).
- NM EN 50364 : Limitation de l'exposition humaine aux champs électromagnétiques émis par les dispositifs fonctionnant dans la gamme de fréquences de 0 Hz à 300 GHz, utilisés pour la surveillance électronique des objets (EAS), l'identification par radiofréquence (RFID) et les applications similaires.
- NM EN 50566 : Norme produit pour démontrer la conformité des champs radiofréquence produits par les dispositifs de communication sans fil tenus à la main ou portés près du corps (30 MHz - 6 GHz).
- NM EN 62233 : Méthodes de mesure des champs électromagnétiques des appareils électrodomestiques et similaires en relation avec l'exposition humaine (0 Hz - 300 GHz).
- NM EN 62493 : Évaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques. L'évaluation comprend le champ électrique interne induit pour les fréquences comprises entre 20 kHz et 10 MHz et le débit d'absorption spécifique (DAS) pour les fréquences comprises entre 100 kHz et 300 MHz autour de l'équipement d'éclairage.
- NM EN 50421 : Norme produit pour démontrer la conformité des émetteurs de radiodiffusion isolés par rapport aux niveaux de référence ou aux restrictions de base relatifs à l'exposition du public aux champs électromagnétiques (30 MHz - 40 GHz).
- NM EN 50445 : Norme de famille de produit pour démontrer la conformité d'un équipement pour le soudage par résistance, le soudage à l'arc et les techniques connexes avec les restrictions de base concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques (0 Hz - 300 GHz).
- NM EN 50401 : Norme produit pour démontrer la conformité des équipements fixes de transmission radio (110 MHz - 40 GHz), destinés à une utilisation dans les réseaux de communication sans fil, aux restrictions de base ou aux niveaux de référence relatives à

l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques de fréquence radio, lors de leur mise en service.

- EN 50663 : Norme générique pour l'évaluation des appareils électriques et électroniques de faible puissance concernant les restrictions en matière d'exposition du corps humain aux champs électromagnétiques (10 MHz à 300 GHz).
- EN 50665 : Norme de produit relative à l'évaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz - 300 GHz).
- EN 62232 : Méthodes de détermination du champ de radiofréquences (RF) et du débit d'absorption spécifique (DAS) à proximité des stations de base de radiocommunication (RBS) dans le but d'évaluer l'exposition humaine.
- EN 50371 : Norme générique pour démontrer la conformité des appareils électriques et électroniques de faible puissance aux restrictions de base concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques (10 MHz - 300 GHz) – Public.

#### 78.5 TESTS DE CONFORMITE TECHNIQUE

Les tests doivent se dérouler conformément aux conditions et processus décrits dans les standards précités.

Lors des tests, les équipements terminaux et les installations radioélectriques doivent être conformes aux exigences techniques définies dans l'une des références normatives susvisées.

\* \* \*