

**DECISION N° 108 /ARCEP/DG/22**  
**Fixant les limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques au Togo**

**LE DIRECTEUR GENERAL DE L'AUTORITE DE REGULATION DES COMMUNICATIONS ELECTRONIQUES ET DES POSTES**

Sur rapport conjoint du Directeur des Infrastructures, Réseaux et Services, du Directeur Juridique et Protection des Consommateurs et du Responsable de la Cellule des Radiofréquences,

Vu la loi n°2012-018 du 17 décembre 2012 sur les communications électroniques modifiée par la loi n°2013-003 du 19 février 2013 ;

Vu le décret n°2022-030/PR du 16 mars 2022 portant plan national d'attribution de fréquences radioélectriques (PNAF) ;

Vu le décret n°2022-020/PR du 23 février 2022 fixant les modalités de protection des personnes contre les effets des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques provenant des rayonnements non ionisants ;

Vu le décret n°2020-085/PR du 15 octobre 2020 portant nomination du directeur général de l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes (ARCEP) ;

Vu le décret n°2015-091/PR du 27 novembre 2015 portant organisation et fonctionnement de l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes ;

Vu la décision n°2001-001/ART&P/CD du 5 septembre 2001 relative aux modalités de gestion et de surveillance du spectre des fréquences radioélectriques ;

Vu la décision n°2001-002/ART&P/CD du 5 septembre 2001 relative à l'agrément des équipements terminaux, des installateurs desdits équipements et des installations radioélectriques ;

Vu la décision n°2019-003/ART&P/CD/19 du 03 octobre 2019 déterminant les catégories et les conditions d'exploitation des appareils de faible puissance et de faible portée et les conditions techniques d'utilisation des fréquences pour les services soumis au régime d'établissement libre ;

Considérant les recommandations de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) sur l'exposition aux champs électromagnétiques ;

Considérant les lignes directrices de la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements non ionisants (ICNIRP) en matière de protection des personnes contre les effets des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques ;

Considérant les conséquences sur la santé des personnes et sur la qualité de l'environnement pouvant résulter des infrastructures de communications électroniques fabriquées, importées ou vendues au Togo, ou mise en place par les opérateurs de réseaux de communications électroniques ou les exploitants de réseaux indépendants ;

Considérant les nécessités de services,

**DECIDE :**

## **CHAPITRE I : DISPOSITIONS GENERALES**

### **Article 1er : Objet**

La présente décision, prise en application du décret n°2022-020/PR du 23 février 2022 fixant les modalités de protection des personnes contre les effets des rayonnements non ionisants (ci-après « Décret »), fixe les valeurs limites d'exposition du public et des travailleurs aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques au Togo.

### **Article 2 : Champ d'application**

La présente décision s'applique aux infrastructures de communications électroniques fabriquées, importées ou vendues au Togo, ou mises en place par les opérateurs de réseaux de communications électroniques ou les exploitants de réseaux indépendants et les installations ou appareils de faible portée.

Les infrastructures, installations ou appareils visés à l'alinéa précédent sont ceux émettant dans la bande de fréquences allant de 0 à 300 GHz.

### **Article 3 : Exclusion**

Les valeurs limites définies dans la présente décision ne s'appliquent pas aux activités et infrastructures liées à la défense nationale et aux patients sous soins médicaux qui se retrouvent exposés aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques provenant d'équipements de diagnostic ou de traitement.

### **Article 4 : Définitions**

Les termes utilisés dans la présente décision ont la signification que leur confère le décret n°2022-020/PR du 23 février 2022 fixant les modalités de protection des personnes contre les effets des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques provenant des rayonnements non ionisants.

Par ailleurs, on entend par :

#### **Grandeurs physiques :**

- **Champ électrique** : grandeur vectorielle (E) correspondant à la force exercée sur une particule chargée indépendamment de son déplacement dans l'espace. Elle est exprimée en volts par mètre (V/m).
- **Champ magnétique** : grandeur vectorielle (H) qui, avec l'induction magnétique définit un champ magnétique en tout point de l'espace. Elle est exprimée en ampère par mètre (A/m).

- **Champs électromagnétiques (CEM)** : champ résultant du couplage d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Aux fins de la présente décision, les champs électromagnétiques comprennent les champs avec des fréquences comprises entre 0 et 300 GHz.
- **Courant de contact ( $I_c$ )** : courant traversant une personne au contact d'objets conducteurs. Il est exprimé en ampère (A).
- **Débit d'absorption spécifique (DAS)** : débit avec lequel l'énergie rayonnée sur l'ensemble du corps ou sur une partie quelconque du corps est absorbée par unité de masse du tissu du corps. Elle est exprimée en watts par kilogramme (W/Kg).
- **Densité de courant ( $J$ )** : 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 ampère par mètre carré ( $A/m^2$ ).
- **Densité de puissance ( $S$ )** : grandeur appropriée utilisée 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 mètre carré ( $W/m^2$ ).
- **Induction magnétique ou densité de flux magnétique** : grandeur vectorielle ( $B$ ) définie en termes de force exercée sur des charges circulantes. Elle est exprimée en teslas (T). En Espace libre et dans les matières biologiques, l'induction magnétique et l'intensité du champ magnétique peuvent être utilisées indifféremment selon l'équivalence  $1 A.m^{-1} = 4\pi \times 10^{-7} T$ .

**Niveaux de référence** : niveaux indiqués à des fins d'évaluation pratique de l'exposition, afin de déterminer s'il est vraisemblable que les restrictions de base soient dépassées. Certains « niveaux de référence » sont dérivés des restrictions de base et d'autres sont liés à la perception et aux effets nocifs indirects de l'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques.

Quelles que soient les conditions d'exposition, les valeurs mesurées ou calculées de l'une de ces grandeurs physiques peuvent être comparées aux niveaux de référence correspondants. Le respect du niveau de référence garantit le respect de la restriction de base correspondante.

**Restrictions de base** : valeurs limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques de fréquence variable, qui sont établies directement à partir d'effets avérés sur la santé sont appelées « restrictions de base ». Les grandeurs physiques utilisées pour spécifier ces valeurs limites sont :

- l'intensité du champ électrique ( $E$ ) ;
- l'intensité du champ magnétique ( $H$ ) ;
- la densité du flux magnétique ( $B$ ) ;
- la densité de puissance ( $S$ ) ;
- la densité du courant ( $J$ ) ;
- les courants passant dans les membres ( $I_L$ ) ;
- le courant de contact ( $I_c$ )
- l'absorption spécifique (AS).
- et le débit d'absorption spécifique (DAS).



## **CHAPITRE II : LIMITES D'EXPOSITION AUX CHAMPS ELECTRIQUES, MAGNETIQUES ET ELECTROMAGNETIQUES ET RESTRICTIONS DE BASE**

### **Article 5 : Niveaux de référence d'exposition**

Les opérateurs, les producteurs, les importateurs et les vendeurs sont tenus de respecter les valeurs limites d'exposition du public et des travailleurs aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques fixés dans les tableaux de l'annexe II de la présente décision.

Les niveaux des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques ne doivent pas dépasser les niveaux de référence indiqués dans les tableaux de l'annexe II de la présente décision.

### **Article 6 : Mesures de précaution**

Les opérateurs, les producteurs ou les exploitants prennent toutes les dispositions de précaution et de protection appropriées, dans les zones où il y a un risque de dépassement des limites d'exposition du public et des travailleurs mentionnées aux articles 5 et 7 de la présente décision.

L'installation des équipements radioélectriques doit se faire en tenant compte des impératifs liés à la protection du public et des travailleurs par rapport aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques.

Sous réserve de la conformité de leurs équipements, les réseaux internes et les installations radioélectriques exclusivement composés d'appareils de faible puissance et de courte portée dont les catégories sont déterminées par l'Autorité de régulation, peuvent être établis et exploités librement.

### **Article 7 : Restrictions de base**

Lorsque plusieurs équipements ou installations électriques et radioélectriques sont à l'origine de l'exposition aux champs électromagnétiques en un lieu donné, le niveau d'exposition cumulée aux champs électromagnétiques ne doit pas dépasser les limites définies dans l'annexe II de la présente décision.

## **CHAPITRE III : MESURES DE PRECAUTION ET DE SECURITE DES INSTALLATIONS**

### **Article 8 : Règles minimales de sécurité**

Les installations radioélectriques sont soumises aux règles minimales de sécurité édictées par la législation nationale ou les normes internationales. En aucun cas, les lobes principaux des antennes ne peuvent être orientés vers les structures ci-dessous mentionnées lorsque celles-ci se situent à une distance inférieure à 100 m des sites abritant les antennes. Ces structures dont la liste n'est pas limitative sont :

- les établissements scolaires ;
- les crèches, garderies et jardins d'enfants ;
- les établissements hospitaliers ;
- les établissements d'accueil pour personnes âgées ;

- les jardins publics.

#### **Article 9 : Mesures particulières**

Dans les établissements scolaires et assimilés, les crèches, les jardins d'enfants, les établissements hospitaliers et les jardins publics, les niveaux des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques ne doivent pas dépasser 25% des niveaux de référence indiqués. Cependant, les opérateurs sont tenus de préserver la qualité du service rendu.

#### **Article 10 : Condition d'installations des stations radioélectriques**

L'installation des stations radioélectriques est soumise à l'obligation d'étude sur l'exposition du public aux rayonnements. Les résultats de l'étude sont transmis à l'Autorité de régulation.

L'installation des stations radioélectriques est soumise à l'obligation d'étude d'impact environnemental et social conformément à la réglementation en vigueur. Les résultats de l'étude d'impact environnemental et social sont transmis à l'Autorité de régulation.

### **CHAPITRE IV : CONTROLE**

#### **Article 11 : Inspection**

L'Autorité de régulation veille à ce que toute installation ou appareil émettant des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques respecte les limites d'exposition fixées dans la présente décision.

#### **Article 12 : Mesures en cas de dépassement des limites d'exposition**

Tout dépassement des limites d'exposition est signalé par l'Autorité de régulation à l'opérateur ou l'exploitant à l'origine de ce dépassement qui prend des mesures techniques pour abaisser immédiatement les niveaux d'exposition.

Si l'opérateur ou l'exploitant n'est pas en mesure d'abaisser immédiatement les niveaux d'exposition, il arrête le fonctionnement de ladite station jusqu'à ce qu'une solution ne soit trouvée.

Si l'abaissement des niveaux d'exposition n'est pas envisageable, l'opérateur ou l'exploitant procède au démontage de la station à l'origine des dépassements dans un délai ne dépassant pas trente (30) jours.

#### **Article 13 : Autocontrôle**

Les opérateurs, les producteurs et les exploitants établissent un programme d'autocontrôle de la conformité des émissions des équipements et des installations qu'ils produisent et/ou exploitent.

Le programme d'autocontrôle ainsi que le rapport des résultats de toutes les activités d'autocontrôle de l'année précédente, sont transmis pour information à l'Autorité de régulation au plus tard le 31 janvier de l'année en cours.

La réalisation des activités d'autocontrôle programmées n'exclut pas la conduite d'activités d'autocontrôle non programmées au cours de l'année. Les résultats de ces dernières devront néanmoins faire partie du rapport annuel des activités d'autocontrôle.

Les opérateurs, les producteurs et les exploitants réalisent des simulations et des mesures initiales pour estimer le niveau d'exposition des travailleurs et du public pour toute nouvelle installation radioélectrique.

## CHAPITRE V : DISPOSITIONS FINALES

### Article 14 : Mise en conformité

Les opérateurs, les producteurs et les exploitants des équipements et des installations radioélectriques mis en service avant l'entrée en vigueur de la présente décision, disposent des délais ci-après pour se conformer à la présente réglementation :

- Six (6) mois pour tous les sites situés près des lieux définis à l'article 8 de la présente décision ;
- Douze (12) mois pour les autres sites.

### Article 15 : Sanctions

Tout manquement aux dispositions de la présente décision, notamment le non-respect des limites d'exposition définies, expose le contrevenant aux sanctions prévues par la réglementation en vigueur.

### Article 16 : Entrée en vigueur

La présente décision prend effet à compter de la date de sa signature.

Fait à Lomé le 02 JUIN 2022

Le Directeur Général

  


Michel Yaovi GALLEY

## **Annexe 1 : Grandeurs physiques et unités SI correspondantes**

**Tableau 1 : Grandeurs physiques et unités SI correspondantes utilisées<sup>1</sup>**

<b>Grandeur</b>	<b>Symbole</b>	<b>Unité</b>
Conductivité	$\sigma$	Siemens par mètre ( $S.m^{-1}$ )
Courant	I	Ampère (A)
Densité de courant	J	Ampère par mètre carré ( $A.m^{-2}$ )
Fréquence	f	Hertz (Hz)
Intensité de champ électrique	E	Volt par mètre ( $V.m^{-1}$ )
Intensité de champ magnétique	H	Ampère par mètre ( $A.m^{-1}$ )
Densité de flux magnétique	B	Tesla (T)
Permittivité magnétique	$\mu$	Henry par mètre ( $H.m^{-1}$ )
Permittivité électrique	E	Farad par mètre ( $F.m^{-1}$ )
Densité de puissance	S	Watt par mètre carré ( $W.m^{-2}$ )
Absorption spécifique	AS	Joule par kilogramme ( $J.kg^{-1}$ )
Débit d'absorption spécifique	DAS	Watt par kilogramme ( $W.kg^{-1}$ )

<sup>1</sup> Source : Guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI), page 496 ; [www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf)

## **Annexe 2 : Les limites d'exposition et restrictions de base**

**Tableau 2 : Restrictions de base pour les fréquences de 8,3 KHz à 110 MHz<sup>2</sup>**

<b>Caractéristiques de l'exposition</b>		<b>Bande de fréquences</b>	<b>Champ électrique interne (V.m<sup>-1</sup>)</b>
Travailleurs	Tissus de la tête appartenant au Système Nerveux Central (SNC)	8,3 KHz – 10 MHz	$2,7 \times 10^{-4} f$
	Tous les tissus autres de la tête et du corps	8,3 KHz - 10 MHz	$2,7 \times 10^{-4} f$
Population générale	Tissus de la tête appartenant au SNC	8,3 KHz - 10 MHz	$1,35 \times 10^{-4} f$
	Tous les tissus autres de la tête et du corps	8,3 KHz - 10 MHz	$1,35 \times 10^{-4} f$

- f est la fréquence en Hertz.
- Toutes les valeurs sont des moyennes quadratiques (rms).
- Dans la gamme de fréquences dépassant 100 KHz, il faut en plus tenir compte des restrictions de base spécifiques aux radiofréquences.
- Les champs des fréquences entre 100 KHz et 10 MHz peuvent déclencher les deux processus biologiques (courant induit dans le corps et effet thermique).

<sup>2</sup>Source : Guide 2010 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI), page 825 ; <http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgd.pdf>

## RESTRICTIONS DE BASE

**Tableau 3 :** Restrictions de base pour les champs électriques et magnétiques alternatifs à des fréquences allant de 8,3 KHz jusqu'à 10 GHz<sup>3</sup>

Caractéristiques de l'exposition	Bandes de fréquences	Densité de courant (tête et tronc) (mA.m <sup>-2</sup> ) (rms)	DAS moyen 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> )
Travailleurs	8,3 KHz – 100 KHz	f/100	-	-	-
	100KHz – 10 MHz	f/100	0,4	10	20
	10MHz- 10GHz	-	0,4	10	20
Population générale	8,3 KHz – 100 KHz	f/500	-	-	-
	100KHz-10 MHz	f /500	0,08	2	4
	10MHz- 10GHz	-	0,08	2	4

- f est la fréquence en Hertz.
- Etant donné l'inhomogénéité électrique du corps, il convient de moyenner les densités de courant sur une section de 1 cm<sup>2</sup> perpendiculairement à la direction du courant
- Il faut calculer la moyenne de toutes les valeurs du taux DAS sur une période de six minutes
- La moyenne du DAS localisé correspond à 10 g de tissus corporels contigus. La valeur maximale du taux DAS ainsi obtenue doit correspondre à la valeur retenue pour l'évaluation de l'exposition.
- Pour les impulsions de durée t<sub>p</sub>, il est recommandé de calculer la fréquence équivalente applicable pour les restrictions de base selon la formule  $f = 1/(2t_p)$ . En outre, pour les expositions aux champs pulsés dans le domaine de fréquences 0,3 GHz – 10 GHz et pour les expositions localisés à la tête, afin de limiter ou de prévenir les effets auditifs dus à l'expansion thermo élastique, on recommande une restriction de base supplémentaire : il convient que l'absorption spécifique ne dépasse pas 10 mJ.Kg<sup>-1</sup> pour les travailleurs et 2 mJ.Kg<sup>-1</sup> pour la population générale, moyennés sur 10 g de tissu.

<sup>3</sup> Source : Guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI), page 509 ; [www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf)

**Tableau 4** : Restrictions de base pour la densité de puissance aux fréquences comprises entre 10 GHz et 300 GHz<sup>4</sup>

Caractéristiques de l'exposition	Densité de puissance (W.m <sup>-2</sup> )
Travailleurs	50
Population générale	10

- Il faut moyenner les densités de puissance sur 20 cm<sup>2</sup> quelconques de zone exposée et sur un intervalle de temps quelconque de  $68 / f^{1,05}$  min (f étant exprimés en GHz) pour compenser la diminution progressive de la profondeur de pénétration avec l'augmentation de la fréquence.
- Il convient que les densités de puissance maximales dans l'espace, moyennées sur 1 cm<sup>2</sup>, ne dépassent pas 20 fois les valeurs ci-dessus.

### LIMITES D'EXPOSITION :

#### Niveaux de référence pour l'exposition aux champs :

**Tableau 5** : Niveaux de référence pour l'exposition professionnelle à des champs électriques et magnétiques alternatifs à des fréquences de 8,3 KHz à 300 GHz (valeurs rms en conditions non perturbées)<sup>5</sup>

Bandes de fréquences	Intensité de champs E (V.m <sup>-1</sup> )	Intensité de champs H (A.m <sup>-1</sup> )	Champs B (μT)	Densité de puissance de l'onde plane équivalente S <sub>eq</sub> (W.m <sup>-2</sup> )
8,3 KHz – 65 KHz	610	24,4	30,7	-
0,065 MHz – 1 MHz	610	1,6 / f	2 / f	-
1MHz-10 MHz	610 / f	1,6 / f	2 / f	-
10MHz-400 MHz	61	0,16	0,2	10
400MHz-2000 MHz	$3 \times f^{1/2}$	$0,008 \times f^{1/2}$	$0,01 \times f^{1/2}$	f / 40
2GHz-300 GHz	137	0,36	0,45	50

- f comme indiqué dans la colonne bandes de fréquences.
- A condition que les restrictions de base soient respectées et que les effets négatifs indirects puissent être exclus, les valeurs de champ peuvent être dépassées.

<sup>4</sup> Source : guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI), page 510 ; [www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf)

<sup>5</sup> Source : guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI), page 511 ; [www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf)

- Pour les fréquences comprises entre 100 KHz et 10 GHz, il convient de calculer la moyenne des valeurs de  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  et  $B^2$  sur une période de 6 minutes.
- Pour les fréquences supérieures à 10 GHz, il convient de calculer la moyenne des valeurs  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  et  $B^2$  sur une période de  $68 / f^{1,05}$  min (f étant exprimée en GHz).

**Tableau 6 :** Niveaux de référence pour l'exposition de la population générale à des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques alternatifs à des fréquences de 8,3 KHz à 300 GHz  
(Valeurs rms en conditions non perturbées)<sup>6</sup>

Bandes de fréquences	Intensité de champs E (V.m <sup>-1</sup> )	Intensité de champs H (A.m <sup>-1</sup> )	Champs B (μT)	Densité de puissance de l'onde plane équivalente $S_{eq}$ (W.m <sup>-2</sup> )
8,3 KHz - 150 KHz	87	5	6,25	-
0,15-1MHz	87	0,73 / f	0,92 / f	
1 - 10 MHz	87 / f <sup>½</sup>	0,73 / f	0,92 / f	-
10 – 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2000 MHz	1,375 x f <sup>½</sup>	0,0037 x f <sup>½</sup>	0,0046 x f <sup>½</sup>	f / 200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

- f comme indiqué dans la colonne bandes de fréquences.
- A condition que les restrictions de base soient respectées et que les effets négatifs indirects puissent être exclus, les valeurs de champ peuvent être dépassées ;
- Pour les fréquences comprises entre 100 KHz et 10 GHz, il convient de calculer la moyenne des valeurs de  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  et  $B^2$  sur une période de 6 minutes
- Pour les fréquences supérieures à 10 GHz, il convient de calculer la moyenne des valeurs  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  et  $B^2$  sur une période de  $68 / f^{1,05}$  min (f étant exprimée en GHz)

### Niveaux de référence pour les courants de contact et les courants induits.

**Tableau 7 :** Niveaux de référence pour les courants alternatifs dus au contact avec des objets conducteurs<sup>7</sup>

Caractéristiques de l'exposition	Bandes de fréquences	Courant de contact maximal (mA)
Exposition professionnelle	8,3 – 100 KHz	0,4xf

<sup>6</sup> Source : guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI), page 511 ; [www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf)

<sup>7</sup> Source : guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI), page 513 ; [www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf)

	100 KHz – 110 MHz	40
Exposition de la population générale	8,3 – 100 KHz	0,2×f
	100 KHz – 110 MHz	20

- f est la fréquence en KHz

### **Niveaux de référence pour un courant induit dans un membre à des fréquences comprises entre 10 MHz et 110 MHz**

Pour la bande de fréquences comprise entre 10 MHz et 110 MHz, les niveaux de référence pour les courants parcourant les membres sont inférieurs aux restrictions de base pour le DAS local (tableau).

**Tableau 8 :** Niveaux de références pour un courant induit dans un membre à des fréquences comprises entre 10MHz et 110 MHz<sup>8</sup>

Caractéristiques de l'exposition	Courant (mA)
Exposition professionnelle	100
Exposition de la population générale	45

1. pour la population générale, le niveau de référence est égal au niveau de référence pour l'exposition professionnelle divisé par  $\sqrt{5}$ .
2. pour que les restrictions de base pour le DAS local soient respectées, on calcule les niveaux de références à partir de la racine carrée de la moyenne du carré du courant induit sur une période de 6 minutes.

<sup>8</sup> Source : guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI), page 513 ; [www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf)



### **Annexe 3 : Exposition simultanée à des champs de fréquences différentes**

Il est important de déterminer si, en cas d'exposition simultanée à des champs de fréquences différentes, les effets de l'exposition sont ou non cumulatifs. Les formules ci-dessous s'appliquent aux fréquences rencontrées en conditions d'exposition réelles. Pour la stimulation électrique, c'est-à-dire aux fréquences allant jusqu'à 10 MHz, il est recommandé de sommer les intensités de champ électrique interne suivant la formule :

$$\sum_{j=1}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_{i,j}}{E_{L,j}} \leq 1 \quad (1)^9$$

Avec :

$E_{i,j}$  : Intensité de champ électrique interne induit à la fréquence  $j$ .

$E_{L,j}$  : Restriction de base pour l'intensité de champ électrique induit à la fréquence  $j$ , telle qu'elle figure dans le tableau 2.

En pratique, l'application des critères suivants relatifs aux niveaux de référence garantit le respect des restrictions de base :

$$\sum_{j=1}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_j}{E_{R,j}} \leq 1 \quad (2)^{10}$$

Et

$$\sum_{j=1}^{10 \text{ MHz}} \frac{H_j}{H_{R,j}} \leq 1 \quad (3)^{11}$$

Avec :

$E_j$  : Intensité de champ électrique à la fréquence  $j$ ,

$E_{R,j}$  : Niveau de référence pour l'intensité de champ électrique à la fréquence  $j$ , tel indiqué au tableau 3.

$H_j$  : Intensité de champ magnétique à la fréquence  $j$ ,

$H_{R,j}$  : Niveau de référence pour l'intensité de champ magnétique à la fréquence  $j$ , tel indiqué au tableau 3.

Pour le courant parcourant un membre, à des fréquences comprises entre 10 MHz et 110 MHz, il convient de répondre à l'exigence suivante :

$$\sum_{k=10 \text{ MHz}}^{110 \text{ MHz}} \frac{(I_k)^2}{(I_{L,k})^2} \leq 1 \quad (4)^{12}$$

Avec

$I_k$  : Composante de courant parcourant le membre à la fréquence  $k$ .

<sup>9</sup> Source : Guide de 2010 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 829 ([www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf))

<sup>10</sup> Source : Guide de 2010 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 829 ([www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf))

<sup>11</sup> Source : Guide de 2010 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 829 ([www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf))

<sup>12</sup> Source : Guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 514 (<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemf.pdf>)

$I_{L,k}$  : Niveau de référence du courant parcourant le membre à la fréquence  $k$  (cf. tableau 8)

Pour le courant de contact, à des fréquences allant de 8,3 KHz à 110 MHz, il convient de répondre à l'exigence suivante :

$$\sum_{n=1 \text{ Hz}}^{110 \text{ MHz}} \frac{I_n}{I_{C,n}} \leq 1 \quad (5)^{13}$$

Avec :

$I_n$  : Composante de courant de contact à la fréquence  $n$ ,

$I_{C,n}$  : Niveau de référence du courant de contact à la fréquence  $n$  (cf. tableau 7).

Il convient d'étudier cette question séparément pour les effets de la stimulation thermique et électrique et d'appliquer les restrictions de base indiquées ci-dessus.

Pour les effets thermiques, c'est-à-dire pour les fréquences supérieures à 100 kHz, il est recommandé de sommer les valeurs DAS et de densité de puissance suivant la formule :

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{10 \text{ GHz}} \frac{DAS_i}{DAS_L} + \sum_{i > 10 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1 \quad (6)^{14}$$

Avec :

$DAS_i$  : DAS provoqué par l'exposition à la fréquence  $i$ ,

$DAS_L$  : Limite de DAS indiquée dans le tableau 3,

$S_i$  : Densité de puissance à la fréquence  $i$ .

$S_L$  : Limite de densité de puissance indiquée dans le tableau 3.

Pour la densité de courant induit et les effets de la stimulation électrique, les fréquences comprises entre 8,3 KHz et 10 MHz, il convient d'appliquer les deux exigences suivantes au niveau des champs :

$$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i > 1 \text{ MHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \quad (7)^{15}$$

Et

$$\sum_{j=1 \text{ Hz}}^{65 \text{ KHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j > 65 \text{ KHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1 \quad (8)^{16}$$

Avec :

$E_i$  : Densité de courant à la fréquence  $i$  ;

<sup>13</sup> Source : Guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 514 (<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>)

<sup>14</sup> Source : Guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 513 (<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>)

<sup>15</sup> Source : Guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 514 (<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>)

<sup>16</sup> Source : Guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 514 (<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>)

$E_{L,i}$  : Niveau de référence d'intensité de champ électrique des tableaux 5 et 6 ;

$H_j$  : Intensité de champ magnétique à la fréquence  $j$  ;

$H_{L,j}$  : Niveau de référence de l'intensité de champ magnétique des tableaux 5 et 6 ;

$a = 610 \text{ V.m}^{-1}$  pour l'exposition professionnelle et  $87 \text{ V.m}^{-1}$  pour l'exposition du public ;

$b = 24,4 \text{ A.m}^{-1}$  ( $30,7 \mu\text{T}$ ) pour l'exposition professionnelle et  $5 \text{ A.m}^{-1}$  ( $6,25 \mu\text{T}$ ) pour l'exposition du public.

Les valeurs constantes  $a$  et  $b$  sont utilisées au-dessus de 1 MHz pour le champ électrique et au-dessus de 65 kHz pour le champ magnétique, car la somme est basée sur les densités de courant induit et ne doit pas être mélangée à des considérations thermiques. Ces dernières constituent la base de  $E_{L,i}$  et  $H_{L,j}$  au-dessus de 1MHz et 65 kHz, respectivement, qui figurent dans les tableaux 5 et 6.

Pour les effets thermiques, c'est-à-dire pour les fréquences supérieures à 100 KHz, il convient d'appliquer aux niveaux de champ les deux exigences suivantes :

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{(E_i)^2}{(c)^2} + \sum_{i > 1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{(E_i)^2}{(E_{L,i})^2} \leq 1 \quad (9)^{17}$$

Et

$$\sum_{j=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{(H_j)^2}{(d)^2} + \sum_{j > 1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{(H_j)^2}{(H_{L,j})^2} \leq 1 \quad (10)^{18}$$

Avec :

$E_i$  : Intensité de champ électrique à la fréquence  $i$ ,

$E_{L,i}$  : Niveau de référence de champ électrique indiqué dans les tableaux 5, 6, 7 et 8.

$H_j$  : Intensité de champ magnétique à la fréquence  $j$ ,

$H_{L,j}$  : Niveau de référence de champ magnétique indiqué dans les tableaux 5, 6, 7 et 8.

$c = 610 / f \text{ (V.m}^{-1}\text{)}$  ( $f$  en MHz) pour l'exposition professionnelle et  $87 / f^{1/2} \text{ (V.m}^{-1}\text{)}$  pour l'exposition de la population générale.

$d = 1.6/f \text{ (A.m}^{-1}\text{)}$  ( $f$  en MHz) pour l'exposition professionnelle et  $0.73/f \text{ (A.m}^{-1}\text{)}$  pour l'exposition de la population générale.

<sup>17</sup> Source : Guide 1998 de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 514 (<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>)

<sup>18</sup> Source : Guide 1998 Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) ; page 514 (<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>)