

## II

(Actes dont la publication n'est pas une condition de leur applicabilité)

## CONSEIL

## RECOMMANDATION DU CONSEIL

du 12 juillet 1999

relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz)

(1999/519/CE)

LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE,

vu le traité instituant la Communauté européenne, et notamment son article 152, paragraphe 4, deuxième alinéa,

vu la proposition de la Commission,

vu l'avis du Parlement européen <sup>(1)</sup>,

considérant ce qui suit:

- (1) conformément à l'article 3, point p), du traité, l'action de la Communauté doit comporter une contribution à la réalisation d'un niveau élevé de protection de la santé; le traité prévoit également la défense de la santé des travailleurs et des consommateurs;
- (2) dans sa résolution du 5 mai 1994 sur la lutte contre les nuisances provoquées par les rayonnements non ionisants <sup>(2)</sup>, le Parlement européen a invité la Commission à proposer des mesures normatives visant à limiter l'exposition des travailleurs et du public aux rayonnements électromagnétiques non ionisants;
- (3) il existe, en matière de champs électromagnétiques, des prescriptions minimales communautaires de sécurité et de santé des travailleurs relatives au travail sur des équipements à écran de visualisation <sup>(3)</sup>; des mesures communautaires ont été introduites pour promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé au travail des travailleuses enceintes, récemment accouchées ou allaitant leur enfant <sup>(4)</sup>, mesures qui obligent, entres autres, les employeurs à évaluer les activités comportant un risque spécifique d'exposition aux rayonnements non ionisants; des prescriptions minimales ont été proposées pour la protection des travailleurs contre les agents physiques, comprenant des mesures contre les rayonne-

ments non ionisants <sup>(5)</sup>; par conséquent, la présente recommandation ne traite pas de la protection des travailleurs contre l'exposition professionnelle à des champs électromagnétiques;

- (4) il est impératif de protéger le public dans la Communauté contre les effets nocifs avérés pour la santé qui peuvent survenir à la suite d'une exposition à des champs électromagnétiques;
- (5) des mesures concernant les champs électromagnétiques devraient offrir à tous les citoyens de la Communauté un niveau élevé de protection; les dispositions prises par les États membres dans ce domaine devraient être fondées sur un cadre convenu d'un commun accord de manière à contribuer à garantir la cohérence de la protection dans l'ensemble de la Communauté;
- (6) conformément au principe de subsidiarité, toute nouvelle mesure prise dans un domaine qui ne relève pas de la compétence exclusive de la Communauté, comme la protection du public contre les rayonnements non ionisants, ne peut être entreprise par la Communauté que si, en raison de l'importance ou des effets de l'action proposée, les objectifs proposés peuvent être mieux atteints par la Communauté que par les États membres;
- (7) les mesures visant à limiter l'exposition du public aux champs électromagnétiques doivent être mises en balance avec les avantages en matière de santé, de sûreté et de sécurité qu'apportent les dispositifs émettant des champs électromagnétiques en termes de qualité de vie dans des domaines tels que les télécommunications, l'énergie et la sécurité publique;

<sup>(1)</sup> JO C 175 du 21.6.1999.

<sup>(2)</sup> JO C 205 du 25.7.1994, p. 439.

<sup>(3)</sup> JO L 156 du 21.6.1990, p. 14.

<sup>(4)</sup> JO L 348 du 28.11.1992, p. 1.

<sup>(5)</sup> JO C 77 du 18.3.1993, p. 12 et  
JO C 230 du 19.8.1994, p. 3.

- (8) la nécessité d'établir, au moyen de recommandations adressées aux États membres, un cadre communautaire en ce qui concerne l'exposition aux champs électromagnétiques, avec pour objectif d'en protéger le public;
- (9) la présente recommandation a pour objectif de protéger la santé du public et s'applique donc en particulier aux zones concernées dans lesquelles le public passe un temps significatif au regard des effets relevant de la présente recommandation;
- (10) le cadre communautaire susvisé, qui s'inspire du vaste corpus de la documentation scientifique qui existe déjà, doit être fondé sur les données et avis scientifiques disponibles de la plus haute qualité dans ce domaine et devrait comprendre des restrictions de base et des niveaux de référence concernant l'exposition aux champs électromagnétiques, en rappelant que seuls les effets avérés ont été retenus pour fonder la limitation d'exposition recommandée; un avis concernant ces mesures de protection a été émis par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) et entériné par le comité directeur scientifique de la Commission; le cadre communautaire devrait être régulièrement mis à jour et réévalué à la lumière des nouvelles connaissances et des nouveaux développements en matière de technologie et d'applications de sources et de leurs procédures d'utilisation donnant lieu à une exposition à des champs électromagnétiques;
- (11) ces restrictions de base et niveaux de référence devraient s'appliquer à tous les rayonnements émis par des champs électromagnétiques, à l'exception des rayonnements optiques et des rayonnements ionisants; une réflexion supplémentaire sur les données et avis scientifiques pertinents dans le cas des rayonnements optiques reste nécessaire et il existe déjà des dispositions communautaires pour ce qui concerne les rayonnements ionisants;
- (12) aux fins d'évaluer le respect des restrictions de base prévues par la présente recommandation, les organismes de normalisation nationaux et européens (par exemple Cenelec, CEN) devraient être encouragés à élaborer des normes, dans le cadre de la législation communautaire, pour la conception et l'essai d'équipements;
- (13) la conformité aux restrictions et aux niveaux de référence recommandés devrait fournir un niveau élevé de protection par rapport aux effets avérés sur la santé qui peuvent résulter de l'exposition à des champs électromagnétiques, mais ne pourra pas nécessairement empêcher des problèmes d'interférence avec des appareils médicaux tels que le prothèses métalliques, les stimulateurs cardiaques, les défibrillateurs, les implants cochléaires et d'autres implants, ni des effets sur leur fonctionnement; des problèmes d'interférence avec des stimulateurs cardiaques peuvent se produire à des niveaux inférieurs aux niveaux de référence recommandés, et ces problèmes devraient donc faire l'objet de précautions appropriées qui, toutefois, n'entrent pas dans le champ d'application de la présente recommandation et sont traitées dans le cadre de la compatibilité électromagnétique et de la législation relative aux dispositifs médicaux;
- (14) conformément au principe de proportionnalité, la présente recommandation prévoit des principes généraux et des méthodes de protection du public tout en laissant aux États membres le soin de prévoir des règles détaillées concernant les sources et leurs procédures d'utilisation donnant lieu à une exposition à des champs électromagnétiques et la classification des conditions d'exposition des individus, qu'elles soient liées ou non liées au travail, conformément aux dispositions communautaires concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs;
- (15) les États membres ont, conformément au traité, la faculté de prévoir un niveau de protection supérieur à celui prévu par la présente recommandation;
- (16) les mesures prises par les États membres dans ce domaine, qu'elles aient un caractère contraignant ou non, et la façon dont elles ont pris en compte la présente recommandation, devraient faire l'objet de rapports aux niveaux national et communautaire;
- (17) pour renforcer la prise de conscience des risques et des mesures de protection contre les champs électromagnétiques, les États membres devraient promouvoir la diffusion d'informations et de règles d'utilisation dans ce domaine, en particulier pour ce qui concerne la conception, l'installation et l'utilisation d'équipements, de façon à obtenir que les niveaux d'exposition ne dépassent pas les restrictions recommandées;
- (18) il conviendrait de veiller au caractère approprié de la communication et à la bonne compréhension concernant les risques liés aux champs électromagnétiques, en tenant compte de la façon dont ces risques sont perçus par le public;
- (19) les États membres devraient prendre note de l'évolution des connaissances scientifiques et de la technologie en matière de protection contre les rayonnements non ionisants, en tenant compte de l'élément de précaution, et ils devraient prévoir, à intervalles réguliers, des examens et des révisions dans ce domaine comportant une évaluation à la lumière des orientations fournies par les organisations internationales compétentes, telles que le ICNIRP,

## RECOMMANDE:

- I. que les États membres, aux fins de la présente recommandation, attribuent aux grandeurs physiques énumérées à l'annexe I, point A, le sens qui leur est donné dans ladite annexe;
- II. que les États membres, afin de fournir un niveau élevé de protection de la santé contre l'exposition aux champs électromagnétiques:
  - a) devraient adopter un cadre de restrictions de base et de niveaux de référence se fondant sur l'annexe I, point B;
  - b) devraient mettre en œuvre, conformément au présent cadre communautaire, des mesures concernant les sources ou procédures d'utilisation entraînant une exposition du public à des champs électromagnétiques lorsque la durée d'exposition est significative, à l'exception de l'exposition à des fins médicales pour laquelle les risques et avantages que présente l'exposition, au-delà des restrictions de base, doivent être correctement pesés;
  - c) devraient viser à obtenir le respect des restrictions de base figurant à l'annexe II pour l'exposition du public;

- III. que les États membres, pour faciliter et promouvoir le respect des restrictions de base figurant à l'annexe II:
- devraient tenir compte des niveaux de référence figurant à l'annexe III aux fins de l'évaluation de l'exposition ou, lorsqu'elles existent, pour autant qu'elles soient reconnues par l'État membre, des normes européennes ou nationales fondées sur des méthodes de mesure et de calcul scientifiquement confirmées conçues pour évaluer le respect des restrictions de base;
  - devraient évaluer les situations impliquant des sources émettant à plusieurs fréquences conformément aux formules figurant à l'annexe IV, tant pour les restrictions de base que pour les niveaux de référence;
  - puissent prendre en compte, le cas échéant, des critères tels que la durée de l'exposition, les parties du corps exposées, l'âge et l'état de santé du public;
- IV. que les États membres devraient tenir compte tant des risques que des avantages pour décider s'il est nécessaire d'agir ou non, conformément à la présente recommandation, lorsqu'ils adoptent des politiques ou des mesures concernant l'exposition du public à des champs électromagnétiques;
- V. que les États membres, pour renforcer la compréhension des risques et de la protection contre l'exposition aux champs électromagnétiques, devraient fournir sous une forme appropriée des informations au public concernant l'impact des champs électromagnétiques sur la santé et les mesures prises à cet égard;
- VI. que les États membres, pour améliorer les connaissances concernant les effets des champs électromagnétiques sur la santé, devraient promouvoir et évaluer les recherches concernant les champs électromagnétiques et la santé humaine dans le cadre de leurs programmes nationaux de recherche, en tenant compte des recommandations et des efforts en matière de recherche communautaire et internationale à partir du spectre le plus large de sources;
- VII. que les États membres, pour contribuer à l'établissement d'un système cohérent de protection contre les risques liés à l'exposition à des champs électromagnétiques, devraient établir des rapports sur l'expérience acquise en ce qui concerne les mesures qu'ils prennent dans le domaine couvert par la présente recommandation et en informer la Commission après une période de trois ans à compter de l'adoption de ladite recommandation, en indiquant comment elle a été prise en compte dans ces mesures,

INVITE la Commission à:

- œuvrer pour l'établissement des normes européennes visées au point III, point a), y compris les méthodes de calcul et de mesure,
- encourager la recherche portant sur les effets à court et à long termes de l'exposition à des champs électromagnétiques à toutes les fréquences pertinentes dans le cadre de la mise en œuvre de l'actuel programme-cadre de recherche,
- continuer à participer aux travaux des organisations internationales compétentes dans ce domaine et à promouvoir l'instauration d'un consensus international sur les recommandations et avis concernant les mesures de prévention et de protection,
- passer en revue les questions couvertes par la présente recommandation, en vue de sa révision et de sa mise à jour, en tenant également compte des effets éventuels qui font actuellement l'objet de recherches, y compris les éléments pertinents en matière de précaution et à établir, dans un délai de cinq ans, un rapport, en tenant compte des rapports des États membres ainsi que des avis et données scientifiques les plus récents.

Fait à Bruxelles, le 12 juillet 1999.

Par le Conseil  
Le président  
S. NIINISTÖ

## ANNEXE I

## DÉFINITIONS

Aux fins de la présente recommandation, on entend par «champs électromagnétiques», les champs statiques, les champs de fréquences extrêmement basses (FEB) et les champs de radiofréquences (RF), y compris les micro-ondes, sur l'ensemble de la gamme de fréquences comprises entre 0 Hz et 300 GHz.

## A. GRANDEURS PHYSIQUES

Dans le cadre de l'exposition aux champs électromagnétiques, huit grandeurs physiques sont couramment utilisées:

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 corps humain ou une partie du corps, exprimée en ampères par m<sup>2</sup> (A/m<sup>2</sup>),

l'*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),

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 terme 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 peuvent être utilisées indifféremment selon l'équivalence  $1 \text{ Am}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ ,

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 m<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>),

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 et elle est exprimée en watts par kilogramme (W/kg). Le DAS «corps entier» est une mesure largement acceptée pour établir le rapport entre les effets thermiques et l'exposition aux radiofréquences. À côté du DAS moyenné sur le corps entier, des valeurs de DAS local sont nécessaires pour évaluer et limiter un dépôt excessif d'énergie dans des petites parties du corps résultant de conditions d'exposition spéciales. Citons comme exemples de ces conditions: un individu relié à la terre exposé à une radiofréquence dans la gamme inférieure des MHz et des individus exposés dans le champ proche d'une antenne.

Parmi ces grandeurs, l'induction magnétique, les courants de contact, les intensités de champs électrique et magnétique et la densité de puissance peuvent être mesurés directement.

## B. RESTRICTIONS DE BASE ET NIVEAUX DE RÉFÉRENCE

Pour l'application de restrictions fondées sur l'évaluation d'effets éventuels des champs électromagnétiques sur la santé, il conviendrait de faire une distinction entre restrictions de base et niveaux de référence.

**Note:**

Ces restrictions de base et niveaux de référence en vue de limiter l'exposition ont été mis au point après avoir passé soigneusement en revue toute la documentation scientifique publiée. Les critères appliqués lors de cet examen ont été conçus pour évaluer la crédibilité des différents résultats annoncés; seuls les effets avérés ont été retenus pour fonder les propositions de restrictions en matière d'exposition. L'induction du cancer en tant que risque d'une exposition à long terme n'a pas été considérée comme établie. Toutefois, étant donné qu'il y a un coefficient de sécurité d'environ 50 entre les valeurs seuils pour l'apparition d'effets aigus et les valeurs des restrictions de base, la présente recommandation couvre implicitement les effets éventuels à long terme dans la totalité de la gamme de fréquences.

*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 l'induction magnétique (B), la densité de courant (J), le débit d'absorption spécifique de l'énergie (DAS) et la densité de puissance (S). L'induction magnétique et la densité de puissance peuvent être aisément mesurées sur les sujets exposés.

*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, néanmoins, il est nécessaire d'établir si la restriction de base est respectée.

La présente recommandation n'est pas assortie de restrictions quantitatives concernant les champs électriques statiques. Toutefois, il est recommandé d'éviter des nuisances dans la perception des charges électriques superficielles et des décharges d'étincelles provoquant un stress ou une gêne.

Certaines grandeurs telles que l'induction magnétique (B) et la densité de puissance (S) constituent à la fois des restrictions de base et des niveaux de références à certaines fréquences (voir les annexes II et III).

---

## ANNEXE II

## RESTRICTIONS DE BASE

En fonction de la fréquence, les grandeurs physiques suivantes (grandeurs mesurant la dose ou l'exposition) sont utilisées pour définir les restrictions de base concernant les champs électromagnétiques:

- entre 0 et 1 Hz, des restrictions de base sont prévues pour l'induction magnétique concernant les champs magnétiques statiques (0 Hz) et la densité de courants pour les champs variables dans le temps jusqu'à 1 Hz, afin de prévenir des effets sur le système cardio-vasculaire et le système nerveux central;
- entre 1 Hz et 10 MHz, des restrictions de base sont prévues pour la densité de courants afin de prévenir des effets sur les fonctions du système nerveux;
- entre 100 kHz et 10 GHz, des restrictions de base concernant le DAS sont prévues pour prévenir un stress thermique généralisé du corps et un échauffement localisé excessif des tissus. Dans la gamme de fréquences comprises entre 100 kHz et 10 MHz, des restrictions sont prévues concernant à la fois la densité de courants et le DAS;
- entre 10 GHz et 300 GHz, des restrictions de base concernant la densité de puissance sont prévues pour prévenir un échauffement des tissus à la surface du corps ou à proximité de cette surface.

Les restrictions de base, figurant au tableau 1, sont fixées de manière à tenir compte d'incertitudes liées à la sensibilité personnelle, aux conditions environnementales, et de la diversité de l'âge et de l'état de santé du public.

Tableau 1

**Restrictions de base pour les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques  
(0 Hz-300 GHz)**

Gamme des fréquences	Induction magnétique (mT)	Densité de courant S (mA/m <sup>2</sup> ) (valeur efficace)	Moyenne DAS pour l'ensemble du corps (W/kg)	DAS localisé (tête et tronc) (W/kg)	DAS localisé (membres) (W/kg)	Densité de puissance S (W/m <sup>2</sup> )
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	8	—	—	—	—
1-4 Hz	—	8/f	—	—	—	—
4-1 000 Hz	—	2	—	—	—	—
1 000 Hz-100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz-10 MHz	—	f/500	0,08	2	4	—
10 MHz-10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10-300 GHz	—	—	—	—	—	10

**Notes**

1. *f* est la fréquence en Hz.
2. La restriction de base sur la densité du courant doit protéger contre les effets aigus de l'exposition sur les tissus du système nerveux central au niveau de la tête et du tronc et inclut un coefficient de sécurité. Les restrictions de base pour les champs de fréquences extrêmement basses (EBF) sont basées sur les effets nocifs avérés sur le système nerveux central. Ce type d'effets aigus est essentiellement instantané, et d'un point de vue scientifique, il n'y a aucune raison de modifier les restrictions de base pour les expositions de courte durée. Toutefois, puisque la restriction de base est fondée sur les effets nocifs sur le système nerveux central, elle peut permettre des densités de courant plus élevées dans les tissus corporels autres que le système nerveux central dans les mêmes conditions d'exposition.
3. En raison de l'hétérogénéité électrique du corps, la valeur moyenne des densités de courants devrait être évaluée sur une section de 1 cm<sup>2</sup> perpendiculaire à la direction du courant.

4. Pour des fréquences jusqu'à 100 kHz, les valeurs de crête de densité du courant peuvent être obtenues en multipliant la valeur efficace par  $\sqrt{2}$  (~1,414). Pour des impulsions de durée  $t_p$ , la fréquence équivalente à appliquer dans les restrictions de base devrait être calculée selon la formule  $f = 1/(2t_p)$ .
  5. 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 courants induits peut alors être comparée avec la restriction de base appropriée.
  6. Toutes les valeurs moyennes de DAS doivent être mesurées sur un intervalle de temps de six minutes.
  7. La masse retenue pour évaluer le DAS moyen localisé est de 10 g de tissu contigu. Le DAS maximal ainsi obtenu devrait être la valeur utilisée pour l'estimation de l'exposition. Ces 10 g 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 dans la 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.
  8. Pour des impulsions de durée  $t_p$ , la fréquence équivalente à appliquer dans les restrictions de base devrait être calculée selon la formule  $f = 1/(2t_p)$ . 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'AS ne devrait pas dépasser  $2 \text{ mJ kg}^{-1}$  en moyenne pour 10 grammes de tissu.
-

## ANNEXE III

## NIVEAUX DE RÉFÉRENCE

Des niveaux d'exposition de référence sont prévus afin de permettre la comparaison avec les valeurs mesurées. Le respect de tous les niveaux de référence recommandés garantira le respect des restrictions de base.

Si les valeurs mesurées sont supérieures aux niveaux de référence, il n'en découle pas nécessairement un dépassement des restrictions de base. Dans ce cas, il conviendrait d'évaluer si les niveaux d'exposition sont inférieurs aux 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 la protection maximale. Une récapitulation des niveaux de référence est présentée dans les tableaux 2 et 3. Les niveaux de référence sont généralement destinés à constituer des valeurs moyennes dans l'espace par rapport à la dimension du corps de l'individu exposé, mais avec cette condition importante qu'il n'y ait pas de dépassement des restrictions de base localisées concernant l'exposition.

Dans certaines situations où l'exposition est fortement localisée, comme c'est le cas avec des téléphones portables, par rapport à la tête, l'utilisation des niveaux de référence n'est pas appropriée. Dans de tels cas, il conviendrait d'évaluer directement la conformité par rapport à la restriction de base localisée.

## Niveaux des champs

Tableau 2

**Niveaux de référence pour les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques**  
[à 0 Hz-300 GHz, valeurs efficaces (rms — root mean square/valeur quadratique moyenne) en champ non perturbé]

Gamme de fréquences	E (V/m)	H (A/m)	B (μT)	Densité de puissance équivalente en onde plane $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	—
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10 000	$4\,000/f$	$5\,000/f$	—
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
400-2 000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

## Notes:

- $f$  comme indiqué dans la colonne de la gamme de fréquences.
- Pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 10 GHz, la valeur moyenne de  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  et  $B^2$  doit être mesurée sur un intervalle de temps de six minutes.
- Pour des fréquences supérieures à 10 GHz, la valeur moyenne de  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  et  $B^2$  doit être mesurée sur un intervalle de temps de  $68/f^{1,05}$  minute ( $f$  est exprimée en GHz).
- 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.

**Note:**

Il n'est pas prévu de niveaux de référence plus élevés pour l'exposition à des champs EBF lorsque les expositions sont de courte durée (voir note 2 relative au tableau 1). Dans de nombreux cas, lorsque les valeurs mesurées dépassent le niveau de référence, cela ne signifie pas nécessairement que la restriction de base sera dépassée. À condition que les retombées nocives pour la santé des effets indirects de l'exposition (tels les microchocs) puissent être évitées, il est reconnu que les niveaux de référence pour le public peuvent être dépassés, pour autant que la restriction de base relative à la densité du courant soit respectée. Dans la pratique, dans de nombreux cas d'exposition, des champs EBF se situant au niveau de référence induiront dans les tissus du système nerveux central des densités de courant inférieures aux valeurs des restrictions de base. Il est également reconnu qu'un certain nombre de dispositifs usuels émettent des champs localisés dépassant les niveaux de référence. Toutefois, cela se produit généralement dans des conditions d'exposition où les restrictions de base ne sont pas dépassées en raison d'un faible couplage entre le champ et l'organisme.

Pour les valeurs de crête, les niveaux de référence suivants s'appliquent pour le champ électrique E (V/m), et pour le champ magnétique H (A/m) et B ( $\mu$ T):

- pour des fréquences jusqu'à 100 kHz, les valeurs de référence de crête sont obtenues en multipliant les valeurs efficaces (rms) correspondantes par  $\sqrt{2}$  ( $\sim 1,414$ ). Pour des impulsions de durée  $t_p$ , la fréquence équivalente à appliquer devrait être calculée selon la formule  $f = 1 / (2t_p)$ ;
- pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 10 MHz, les valeurs de référence de crête sont obtenues en multipliant les valeurs efficaces (rms) correspondantes par:  
 $10^\alpha$ , où  $\alpha = [0,665 \log(f/10^3) + 0,176]$ ,  $f$  étant exprimée en Hz,
- pour des fréquences comprises entre 10 MHz et 300 GHz, les valeurs de référence de crête sont obtenues en multipliant les valeurs efficaces (rms) correspondantes par 32.

**Note:**

Pour ce qui est des champs pulsés et/ou transitoires à basses fréquences, il y a généralement des restrictions de base et des niveaux de référence dépendant de la fréquence, dont on peut déduire une évaluation des risques et des recommandations en matière d'exposition en ce qui concerne les sources d'impulsion et/ou de transition. Une approche prudente incite à représenter un signal EBF pulsé ou transitoire sous la forme du spectre de Fourier de ses composantes dans chaque gamme de fréquences, qui peut ensuite être comparé avec les niveaux de référence pour ces fréquences. La formule de sommation pour l'exposition simultanée à des champs de fréquences multiples peut également être appliquée pour déterminer si les restrictions de base sont respectées.

Même si l'on ne dispose que de peu d'informations concernant la relation entre les effets biologiques et les valeurs de crête des champs pulsés, il y a lieu de penser que, pour des fréquences supérieures à 10 MHz, la valeur moyenne de  $S_{\text{eq}}$  pour la durée de l'impulsion ne devrait pas dépasser 1 000 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. Pour des fréquences comprises entre environ 0,3 GHz et plusieurs GHz et pour l'exposition localisée de la tête, afin de limiter les effets auditifs provoqués par l'expansion thermoélastique, il faut impérativement limiter l'absorption spécifique des impulsions. Dans cette gamme de fréquences, l'AS seuil de 4 à 16  $\text{mJ kg}^{-1}$  produisant cet effet correspond, pour des impulsions de 30- $\mu$ s, à des valeurs de crête du DAS de 130 à 520  $\text{W kg}^{-1}$  dans le cerveau. 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.

## Courants de contact et courants induits dans les membres

Pour des fréquences jusqu'à 110 MHz, des niveaux de référence supplémentaires sont recommandés pour éviter les dangers dus à des courants de contact. Les niveaux de référence des courants de contact sont représentés dans le tableau 3. Les niveaux de référence pour les courants de contact sont fixés pour tenir compte du fait que les courants de contact seuil qui induisent des réactions biologiques chez les femmes adultes et les enfants correspondent respectivement aux deux tiers et à la moitié des seuils observés pour les hommes adultes.

Tableau 3

**Niveaux de référence pour les courants de contact d'objets conducteurs  
(f exprimée en kHz)**

Gamme de fréquences	Courant de contact maximal (mA)
0 Hz-2,5 kHz	0,5
2,5 kHz-100 kHz	0,2 f
100 kHz-110 MHz	20

Pour la gamme de fréquences comprise entre 10 MHz et 110 MHz, un niveau de référence de 45 mA pour le courant traversant un membre est recommandé. Il s'agit de limiter le DAS localisé sur un intervalle de temps de six minutes.

## ANNEXE IV

## 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.

Pour la stimulation électrique, qui concerne des fréquences de 1 Hz jusqu'à 10 MHz, il conviendrait d'additionner les densités de courant induit suivant la formule:

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

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 suivant la formule:

$$\sum_{i = 100 \text{ kHz}}^{10 \text{ GHz}} \frac{\text{SAR}_i}{\text{SAR}_L} + \sum_{i > 10 \text{ GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1$$

où:

$J_i$  est la densité de courant à la fréquence  $i$ ;

$J_{L,i}$  est la restriction de base pour la densité de courant à la fréquence  $i$ , telle qu'elle figure dans le tableau 1;

$\text{DAS}_i$  est le DAS provoqué par l'exposition à la fréquence  $i$ ;

$\text{DAS}_L$  est la restriction de base de DAS figurant dans le tableau 1;

$S_i$  est la densité de puissance à la fréquence  $i$ ;

$S_L$  est la restriction de base pour la densité de puissance figurant dans le tableau 1.

**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, qui concernent des fréquences jusqu'à 10 MHz, il conviendrait d'appliquer les deux exigences suivantes au niveau des champs:

$$\sum_{i = 1 \text{ Hz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i > 1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

et

$$\sum_{j=1 \text{ Hz}}^{150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j > 150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

où:

$E_i$  est l'intensité de champ électrique à la fréquence  $i$ ;

$E_{L,i}$  est le niveau de référence d'intensité de champ électrique du tableau 2;

$H_j$  est l'intensité de champ magnétique à la fréquence  $j$ ;

$H_{L,j}$  est le niveau de référence de l'intensité de champ magnétique du tableau 2;

$a$  est égal à 87 V/m et  $b$  à 5 A/m (6,25  $\mu$ T).

Par rapport aux recommandations de l'ICNIRP <sup>(1)</sup> qui traitent à la fois de l'exposition des travailleurs et du public, les points de coupure dans les sommations correspondent aux conditions d'exposition du public.

L'utilisation des valeurs constantes ( $a$  et  $b$ ) au-dessus de 1 MHz pour le champ électrique et au-dessus de 150 kHz pour le champ magnétique s'explique par le fait que la sommation est basée sur des densités de courant induit et ne devrait pas être confondue avec des conditions d'effets thermiques. Ces dernières constituent la base de  $E_{L,i}$  et de  $H_{L,j}$  au-dessus de 1 MHz et de 150 kHz respectivement, telles qu'elles figurent dans le tableau 2.

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:

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{c}\right)^2 + \sum_{i > 1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}}\right)^2 \leq 1$$

$$\sum_{j=100 \text{ kHz}}^{150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{d}\right)^2 + \sum_{j > 150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}}\right)^2 \leq 1$$

et où:

$E_i$  est l'intensité de champ électrique à la fréquence  $i$ ;

$E_{L,i}$  est le niveau de référence de champ électrique du tableau 2;

$H_j$  est l'intensité de champ magnétique à la fréquence  $j$ ;

$H_{L,j}$  est le niveau de référence de champ magnétique dérivé du tableau 2;

$c$  est égal à  $87/f^{1/2}$  V/m et  $d$  à  $0,73/f$  A/m.

Par rapport aux recommandations de l'ICNIRP, certains produits de coupure ont été ajustés pour l'exposition du public seulement.

<sup>(1)</sup> Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants. «Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4): 494-522 (1998).»  
«Response to Questions and Comments on ICNIRP. Health Physics 75(4): 438-439 (1998).»

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

$$\sum_{k=10 \text{ MHz}}^{110 \text{ MHz}} \left( \frac{I_k}{I_{L,k}} \right)^2 \leq 1 \qquad \sum_{n > 1 \text{ Hz}}^{110 \text{ MHz}} \left( \frac{I_n}{I_{C,n}} \right)^2 \leq 1$$

où:

$I_k$  est la composante de courant induit dans les extrémités à la fréquence  $k$ ;

$I_{L,k}$  est le niveau de référence pour les courants induits dans les extrémités, 45 mA;

$I_n$  est la composante des courants à la fréquence  $n$ ;

$I_{C,n}$  est le niveau de référence pour les courants de contact à la fréquence  $n$  (voir tableau 3).

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.