Ce document constitue un outil de documentation et n'engage pas la responsabilité des institutions

►**B** ►**C1** **DIRECTIVE 2004/40/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL**

du 29 avril 2004

concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) (dix-huitième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE) ◄

(JO L 159 du 30.4.2004, p. 1)

Modifiée par:

		Journal officiel		
		n°	page	date
►**M1**	Directive 2007/30/CE du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2007	L 165	21	27.6.2007
►**M2**	Directive 2008/46/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2008	L 114	88	26.4.2008
►**M3**	Règlement (CE) nº 1137/2008 du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2008	L 311	1	21.11.2008

Rectifié par:

►**C1**	Rectificatif, JO L 184 du 24.5.2004, p. 1 (2004/40/CE)

▼B

▼C1

DIRECTIVE 2004/40/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

du 29 avril 2004

concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) (dix-huitième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE)

LE PARLEMENT EUROPÉEN ET LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE,

vu le traité instituant la Communauté européenne, et notamment son article 137, paragraphe 2,

vu la proposition de la Commission ([1]), présentée après consultation du comité consultatif pour la sécurité, l'hygiène et la protection de la santé sur le lieu de travail,

vu l'avis du Comité économique et social européen ([2]),

après consultation du Comité des régions,

statuant conformément à la procédure visée à l'article 251 du traité ([3]),

considérant ce qui suit:

(1) Selon le traité, le Conseil peut arrêter, par voie de directives, des prescriptions minimales afin de promouvoir l'amélioration, en particulier, du milieu de travail, pour garantir un meilleur niveau de protection de la santé et de la sécurité des travailleurs. Ces directives doivent éviter d'imposer des contraintes administratives, financières et juridiques telles qu'elles contrarieraient la création et le développement de petites et moyennes entreprises.

(2) La communication de la Commission sur son programme d'action relatif à la mise en œuvre de la charte communautaire des droits sociaux fondamentaux des travailleurs prévoit l'établissement de prescriptions minimales de santé et de sécurité relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus à des agents physiques. En septembre 1990, le Parlement européen a adopté une résolution sur ce programme d'action ([4]), qui invitait notamment la Commission à élaborer une directive spécifique dans le domaine des risques liés au bruit et aux vibrations ainsi qu'à tout autre agent physique sur le lieu de travail.

(3) Dans un premier temps, le Parlement européen et le Conseil ont adopté, le 25 juin 2002, la directive 2002/44/CE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (vibrations) (seizième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE) ([5]). Ensuite, le Parlement européen et le Conseil ont adopté, le 6 février 2003, la

([1]) JO C 77 du 18.3.1993, p. 12 et JO C 230 du 19.8.1994, p. 3.
([2]) JO C 249 du 13.9.1993, p. 28.
([3]) Avis du Parlement européen du 20 avril 1994 (JO C 128 du 9.5.1994, p. 146), confirmé le 16 septembre 1999 (JO C 54 du 25.2.2000, p. 75), position commune du Conseil du 18 décembre 2003(JO C 66 E du 16.3.2004, p. 1) et position du Parlement européen du 30 mars 2004 (non encore parue au Journal officiel). Décision du Conseil du 7 avril 2004.
([4]) JO C 260 du 15.10.1990, p. 167.
([5]) JO L 177 du 6.7.2002, p. 13.

▼C1

directive 2003/10/CE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit) (dix-septième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE) ([1]).

(4) Il est actuellement opportun d'introduire des mesures protégeant les travailleurs des risques liés aux champs électromagnétiques en raison de leurs incidences sur la santé et la sécurité des travailleurs. Toutefois, la présente directive ne traite pas des effets à long terme, y compris les effets cancérigènes qui pourraient se produire en raison d'une exposition à des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques variant dans le temps, à propos desquels il n'existe pas de données scientifiques probantes qui permettent d'établir un lien de causalité. Ces mesures visent non seulement à protéger la santé et la sécurité de chaque travailleur pris isolément, mais également à créer pour l'ensemble des travailleurs de la Communauté un socle minimal de protection afin d'éviter des distorsions éventuelles de la concurrence.

(5) La présente directive établit des prescriptions minimales; elle laisse donc aux États membres la possibilité de maintenir ou d'adopter des dispositions plus favorables à la protection des travailleurs, notamment en fixant, pour les champs électromagnétiques, des valeurs déclenchant l'action ou des valeurs limites d'exposition plus basses. La mise en œuvre de la présente directive ne peut servir à justifier une régression par rapport à la situation prévalant dans chaque État membre.

(6) Un système de protection contre les champs électromagnétiques devrait se borner à définir, sans détail inutile, les objectifs à atteindre, les principes à respecter et les valeurs fondamentales à utiliser afin de permettre aux États membres d'appliquer les prescriptions minimales d'une manière uniforme.

(7) On peut réduire plus efficacement le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques en introduisant des mesures préventives dès le stade de la conception des postes et lieux de travail, ainsi qu'en donnant la priorité, lors du choix des équipements, procédés et méthodes de travail, à la réduction des risques à la source. Des dispositions sur les équipements et les méthodes de travail contribuent dès lors à la protection des travailleurs qui les utilisent.

(8) Il importe que les employeurs s'adaptent aux progrès techniques et aux connaissances scientifiques en matière de risques liés à l'exposition aux champs électromagnétiques, en vue d'améliorer la sécurité et la protection de la santé des travailleurs.

(9) La présente directive étant une directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE du Parlement européen et du Conseil du 12 juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail ([2]), cette dernière s'applique à l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques, sans préjudice des dispositions plus contraignantes ou plus spécifiques contenues dans la présente directive.

(10) La présente directive constitue une étape concrète en vue de la création de la dimension sociale du marché intérieur.

(11) Il y a lieu d'arrêter les mesures nécessaires à la mise en œuvre de la présente directive en conformité avec la décision 1999/468/CE

([1]) JO L 42 du 15.2.2003, p. 38.
([2]) JO L 183 du 29.6.1989, p. 1. Directive modifiée en dernier lieu par le règlement (CE) nº 1882/2003 (JO L 284 du 31.10.2003, p. 1).

▼C1

du Conseil du 28 juin 1999 fixant les modalités de l'exercice des compétences d'exécution conférées à la Commission ([1]).

(12) La conformité aux valeurs limites d'exposition et aux valeurs déclenchant l'action 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 les prothèses métalliques, les stimulateurs cardiaques, les défibrillateurs, les implants cochléaires et autres implants, ni des effets sur leur fonctionnement. Des interférences en particulier avec des stimulateurs cardiaques peuvent se produire à des niveaux inférieurs aux valeurs déclenchant l'action, et devraient donc entraîner l'adoption de précautions appropriées et de mesures de protection,

ONT ARRÊTÉ LA PRÉSENTE DIRECTIVE:

SECTION I

GÉNÉRALITÉS

Article premier

Objectif et champ d'application

1. La présente directive, qui est la dix-huitième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE, fixe des prescriptions minimales en matière de protection des travailleurs contre les risques pour leur santé et leur sécurité résultant ou susceptibles de résulter d'une exposition à des champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) durant leur travail.

2. La présente directive porte sur les risques qu'entraînent, pour la santé et la sécurité des travailleurs, les effets reconnus nocifs à court terme sur le corps humain, causés par la circulation de courants induits et par l'absorption d'énergie, ainsi que par les courants de contact.

3. La présente directive ne traite pas des effets à long terme évoqués.

4. La présente directive ne traite pas des risques découlant d'un contact avec des conducteurs sous tension.

5. La directive 89/391/CEE s'applique intégralement à l'ensemble du domaine visé au paragraphe 1, sans préjudice de dispositions plus contraignantes ou plus spécifiques figurant dans la présente directive.

Article 2

Définitions

Aux fins de la présente directive, on entend par:

a) «champs électromagnétiques»: des champs magnétiques statiques et des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques variant dans le temps avec des fréquences allant jusqu'à 300 GHz;

b) «valeurs limites d'exposition»: les limites d'exposition aux champs électromagnétiques qui sont fondées directement sur des effets avérés sur la santé et des considérations biologiques. Le respect de ces limites garantira que les travailleurs exposés à des champs électromagnétiques sont protégés de tout effet nocif connu sur la santé;

([1]) JO L 184 du 17.7.1999, p. 23.

▼C1

c) «valeurs déclenchant l'action»: les niveaux de paramètres directement mesurables, indiqués en termes d'intensité de champ électrique (E), d'intensité de champ magnétique (H), d'induction magnétique (B) et de densité de puissance (S), à partir desquels il faut prendre une ou plusieurs des mesures prévues par la présente directive. Le respect de ces valeurs garantira le respect des valeurs limites d'exposition pertinentes.

Article 3

Valeurs limites d'exposition et valeurs déclenchant l'action

1. Les valeurs limites d'exposition sont fixées à l'annexe, tableau 1.

2. Les valeurs déclenchant l'action sont fixées à l'annexe, tableau 2.

3. Pour l'évaluation, la mesure et/ou le calcul de l'exposition des travailleurs à des champs électromagnétiques, les États membres peuvent avoir recours à d'autres normes ou recommandations fondées scientifiquement jusqu'à ce que des normes européennes harmonisées établies par le Comité européen de normalisation électrotechnique (Cenelec) couvrent l'ensemble des évaluations, mesures et calculs.

SECTION II

OBLIGATIONS DES EMPLOYEURS

Article 4

Détermination de l'exposition et évaluation des risques

1. En exécutant les obligations définies à l'article 6, paragraphe 3, et à l'article 9, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE, l'employeur évalue et, si nécessaire, mesure et/ou calcule les niveaux des champs électromagnétiques auxquels les travailleurs sont exposés. L'évaluation, la mesure et le calcul peuvent, jusqu'à ce que des normes européennes harmonisées du Cenelec couvrent l'ensemble des évaluations, mesures et calculs, être effectués conformément aux normes et recommandations fondées scientifiquement visées à l'article 3 et, le cas échéant, en tenant compte des niveaux d'émission indiqués par les fabricants des équipements lorsque ces derniers sont couverts par les directives communautaires pertinentes.

2. Sur la base de l'évaluation des niveaux des champs électromagnétiques effectuée conformément au paragraphe 1, lorsque les valeurs déclenchant l'action visées à l'article 3 sont dépassées, l'employeur évalue et, au besoin, calcule si les valeurs limites d'exposition sont dépassées.

3. L'évaluation, la mesure et/ou les calculs visés aux paragraphes 1 et 2 ne doivent pas nécessairement être effectués dans des lieux de travail ouverts au public à condition qu'une évaluation ait déjà été menée à bien conformément aux dispositions de la recommandation 1999/519/CE du Conseil du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) ([1]) et que les restrictions qui y figurent soient respectées pour les travailleurs et que les risques pour la sécurité soient exclus.

4. L'évaluation, la mesure et/ou les calculs visés aux paragraphes 1 et 2 sont programmés et effectués par des services ou personnes compétents à des intervalles appropriés, compte tenu, notamment, des dispositions des articles 7 et 11 de la directive 89/391/CEE concernant les compétences (personnes ou services) nécessaires ainsi que la consultation et la participation des travailleurs. Les données issues de l'évalua-

([1]) JO L 199 du 30.7.1999, p. 59.

▼C1

tion, de la mesure et/ou du calcul du niveau d'exposition sont conservées sous une forme susceptible d'en permettre la consultation à une date ultérieure.

5. Conformément à l'article 6, paragraphe 3, de la directive 89/391/CEE, l'employeur prête une attention particulière, au moment de procéder à l'évaluation des risques, aux éléments suivants:

a) le niveau, le spectre de fréquence, la durée et le type d'exposition;

b) les valeurs limites d'exposition et les valeurs déclenchant l'action visées à l'article 3 de la présente directive;

c) toute incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs à risques particuliers;

d) tout effet indirect, tel que:

   i) une interférence avec des équipements et dispositifs médicaux électroniques (y compris les stimulateurs cardiaques et les autres dispositifs implantés);

   ii) le risque de projection d'objets ferromagnétiques dans des champs magnétiques statiques ayant une induction magnétique supérieure à 3 mT;

   iii) l'amorçage de dispositifs électro-explosifs (détonateurs);

   iv) les incendies et explosions résultant de l'inflammation de matériaux inflammables par des étincelles causées par des champs induits, des courants de contact ou des décharges d'étincelles;

e) l'existence d'équipements de remplacement conçus pour réduire les niveaux d'exposition à des champs électromagnétiques;

f) des informations appropriées obtenues de la surveillance de la santé, y compris les informations publiées, dans la mesure du possible;

g) des sources d'exposition multiples;

h) l'exposition simultanée à des champs de fréquences multiples.

6. L'employeur dispose d'une évaluation des risques conformément à l'article 9, paragraphe 1, point a), de la directive 89/391/CEE, et il détermine les mesures à prendre conformément aux articles 5 et 6 de la présente directive. L'évaluation des risques est enregistrée sur un support approprié, conformément à la législation et aux pratiques nationales. Elle peut comporter des éléments apportés par l'employeur pour faire valoir que la nature et l'ampleur des risques liés aux champs électromagnétiques ne justifient pas une évaluation plus complète des risques. L'évaluation des risques est régulièrement mise à jour, notamment lorsque des changements importants, susceptibles de la rendre caduque, sont intervenus ou lorsque les résultats de la surveillance de la santé en démontrent la nécessité.

Article 5

Dispositions visant à éviter ou à réduire les risques

1. En tenant compte des progrès techniques et de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à la source, les risques résultant de l'exposition à des champs électromagnétiques sont éliminés ou réduits au minimum.

La réduction des risques résultant de l'exposition à des champs électromagnétiques repose sur les principes généraux de prévention figurant dans la directive 89/391/CEE.

2. Lorsque les valeurs déclenchant l'action visées à l'article 3 sont dépassées, à moins que l'évaluation effectuée conformément à l'article 4, paragraphe 2, ne démontre que l'exposition ne dépasse pas les valeurs limites et que tout risque pour la sécurité est exclu, l'employeur établit et

▼C1

met en œuvre, sur la base de l'évaluation des risques effectuée conformément à l'article 4, un programme comportant des mesures techniques et/ou organisationnelles visant à empêcher que l'exposition ne dépasse les valeurs limites d'exposition, compte tenu notamment des éléments suivants:

a) autres méthodes de travail entraînant une exposition moindre aux champs électromagnétiques;

b) choix d'équipements émettant moins de champs électromagnétiques, compte tenu du travail à effectuer;

c) mesures techniques visant à réduire l'émission de champs électromagnétiques, y compris, lorsque c'est nécessaire, le recours à des mécanismes de verrouillage, de blindage ou des mécanismes similaires de protection de la santé;

d) programmes appropriés de maintenance des équipements de travail, du lieu de travail et des postes de travail;

e) conception et agencement des lieux et postes de travail;

f) limitation de la durée et de l'intensité de l'exposition;

g) disponibilité d'équipement approprié de protection individuelle.

3. Sur la base de l'évaluation des risques visée à l'article 4, les lieux de travail où les travailleurs pourraient être exposés à des champs électromagnétiques dépassant les valeurs déclenchant l'action font l'objet d'une signalisation adéquate, conformément à la directive 92/58/CEE du Conseil du 24 juin 1992 concernant les prescriptions minimales pour la signalisation de sécurité et/ou de santé au travail (neuvième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE) ([1]), à moins que l'évaluation effectuée conformément à l'article 4, paragraphe 2, ne démontre que l'exposition ne dépasse pas les valeurs limites et que tout risque pour la sécurité est exclu. Ces lieux sont en outre circonscrits et leur accès est limité lorsque c'est techniquement possible et que le risque d'un dépassement des valeurs limites d'exposition existe.

4. En tout état de cause, les travailleurs ne sont pas soumis à des expositions supérieures aux valeurs limites.

Si, en dépit des mesures prises par l'employeur pour se conformer à la présente directive, l'exposition dépasse les valeurs limites, l'employeur prend immédiatement des mesures pour réduire l'exposition à un niveau inférieur aux valeurs limites. Il détermine les causes du dépassement des valeurs limites d'exposition et modifie en conséquence les mesures de protection et de prévention afin d'éviter tout nouveau dépassement.

5. En application de l'article 15 de la directive 89/391/CEE, l'employeur adapte les mesures prévues au présent article aux besoins des travailleurs à risques particuliers.

Article 6

Information et formation des travailleurs

Sans préjudice des articles 10 et 12 de la directive 89/391/CEE, l'employeur veille à ce que les travailleurs qui sont exposés à des risques dus à des champs électromagnétiques sur leur lieu de travail et/ou leurs représentants reçoivent les informations et la formation nécessaires en rapport avec les résultats de l'évaluation des risques prévue à l'article 4, paragraphe 1, de la présente directive, notamment en ce qui concerne:

a) les mesures prises en application de la présente directive;

([1]) JO L 245 du 26.8.1992, p. 23.

▼C1

b) les valeurs et les concepts relatifs aux valeurs limites d'exposition et aux valeurs déclenchant l'action et les risques potentiels associés;

c) les résultats de l'évaluation, de la mesure et/ou des calculs des niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques effectués en application de l'article 4 de la présente directive;

d) la manière de dépister les effets nocifs d'une exposition sur la santé et de les signaler;

e) les conditions dans lesquelles les travailleurs ont droit à une surveillance de la santé;

f) les pratiques professionnelles sûres permettant de réduire à leur minimum les risques résultant d'une exposition.

Article 7

Consultation et participation des travailleurs

La consultation et la participation des travailleurs ou de leurs représentants ont lieu conformément à l'article 11 de la directive 89/391/CEE en ce qui concerne les matières couvertes par la présente directive.

SECTION III

DISPOSITIONS DIVERSES

Article 8

Surveillance de la santé

1. Aux fins de prévention et de détection le plus rapide possible de tout effet nocif sur la santé résultant de l'exposition à des champs électromagnétiques, une surveillance appropriée de la santé des travailleurs est assurée conformément à l'article 14 de la directive 89/391/CEE.

En toute hypothèse, lorsqu'une exposition dépassant les valeurs limites est dépistée, le travailleur concerné doit faire l'objet d'un examen médical conformément à la législation et aux pratiques nationales. S'il est dépisté une détérioration de la santé du travailleur résultant d'une telle exposition, une deuxième évaluation des risques est effectuée par l'employeur, conformément à l'article 4.

2. L'employeur prend les mesures nécessaires pour garantir au médecin et/ou à l'autorité médicale responsable de la surveillance médicale l'accès aux résultats de l'évaluation des risques visée à l'article 4.

3. Les résultats de la surveillance médicale sont conservés sous une forme appropriée le temps nécessaire pour permettre leur consultation ultérieure en tenant compte des exigences relatives à la confidentialité. Les travailleurs ont, à leur demande, le droit d'accéder à leurs dossiers médicaux personnels.

Article 9

Sanctions

Les États membres prévoient des sanctions appropriées qui s'appliquent dans le cas de violation de la législation nationale adoptée conformément à la présente directive. Ces sanctions doivent être effectives, proportionnées et dissuasives.

▼C1

Article 10

Modifications techniques

1. Les modifications des valeurs limites d'exposition et des valeurs déclenchant l'action qui figurent à l'annexe sont adoptées par le Parlement européen et le Conseil conformément à la procédure prévue à l'article 137, paragraphe 2, du traité.

▼M3

2. Des modifications de l'annexe de nature strictement technique sont arrêtées par la Commission en tenant compte:

a) de l'adoption de directives en matière d'harmonisation technique et de normalisation relatives à la conception, à la construction, à la fabrication ou à la réalisation d'équipements et/ou de lieux de travail;

b) du progrès technique, de l'évolution des normes ou des spécifications européennes harmonisées les plus pertinentes et des nouvelles connaissances scientifiques concernant les champs électromagnétiques.

Ces mesures, qui visent à modifier des éléments non essentiels de la présente directive, sont arrêtées en conformité avec la procédure de réglementation avec contrôle visée à l'article 11, paragraphe 2. Pour des raisons d'urgence impérieuses, la Commission peut avoir recours à la procédure d'urgence visée à l'article 11, paragraphe 3.

▼C1

Article 11

Comité

1. La Commission est assistée par le comité visé à l'article 17 de la directive 89/391/CEE.

▼M3

2. Dans le cas où il est fait référence au présent paragraphe, l'article 5 *bis,* paragraphes 1 à 4, et l'article 7 de la décision 1999/468/CE s'appliquent, dans le respect des dispositions de l'article 8 de celle-ci.

3. Dans le cas où il est fait référence au présent paragraphe, l'article 5 *bis,* paragraphes 1, 2, 4 et 6, et l'article 7 de la décision 1999/468/CE s'appliquent, dans le respect des dispositions de l'article 8 de celle-ci.

▼C1

SECTION IV

DISPOSITIONS FINALES

▼M1

———————

▼C1

Article 13

Transposition

▼M2

1. Les États membres mettent en vigueur les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer à la présente directive, au plus tard le 30 avril 2012. Ils en informent immédiatement la Commission.

▼C1

Lorsque les États membres adoptent ces dispositions, celles-ci contiennent une référence à la présente directive ou sont accompagnées d'une telle référence lors de leur publication officielle. Les modalités de cette référence sont arrêtées par les États membres.

2. Les États membres communiquent à la Commission le texte des dispositions de droit interne déjà adoptées ou qu'ils adoptent dans le domaine régi par la présente directive.

Article 14

Entrée en vigueur

La présente directive entre en vigueur le jour de sa publication au *Journal officiel de l'Union européenne.*

Article 15

Destinataires

Les États membres sont destinataires de la présente directive.

▼C1

ANNEXE

VALEURS LIMITES D'EXPOSITION ET VALEURS DÉCLENCHANT L'ACTION POUR LES CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Les grandeurs physiques suivantes sont utilisées pour décrire l'exposition à des champs électromagnétiques.

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; elle est exprimée en ampères par m^2 (A/m^2).

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, 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 A/m = 4p 10^{-7} 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^2 (W/m^2).

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

Le débit d'absorption spécifique (DAS) de l'énergie moyenne sur l'ensemble du corps ou sur une partie quelconque du corps est défini comme le débit avec lequel l'énergie est absorbée par unité de masse du tissu du corps; elle est exprimée en watts par kilogramme (W/kg). Le DAS «corps entier» est une mesure largement acceptée pour établir le rapport entre les effets thermiques et l'exposition aux radiofréquences. Outre le DAS «moyenne 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.

A. VALEURS LIMITES D'EXPOSITION

En fonction de la fréquence, les grandeurs physiques suivantes sont utilisées pour définir les valeurs limites d'exposition pour les champs électromagnétiques:

— des valeurs limites d'exposition sont prévues pour la densité de courant 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 valeurs limites d'exposition sont prévues pour la densité de courant afin de prévenir des effets sur les fonctions du système nerveux central;

— entre 100 kHz et 10 GHz, des valeurs limites d'exposition 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 valeurs limites d'exposition sont prévues concernant à la fois la densité de courant et le DAS;

▼C1

— entre 10 GHz et 300 GHz, des valeurs limites d'exposition concernant la densité de puissance sont prévues pour prévenir un échauffement excessif des tissus à la surface du corps ou à proximité de cette surface.

Tableau 1

Valeurs limites d'exposition (article 3, paragraphe 1) — Toutes les conditions à remplir

Gamme des fréquences	Densité de courant pour la tête et le tronc J (mA/m^2) (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^2)
Jusqu'à 1 Hz	40	-	-	-	-
1 - 4 Hz	40/f	-	-	-	-
4 -1 000 Hz	10	-	-	-	-
1 000 Hz - 100 kHz	f/100	-	-	-	-
100 kHz — 10 MHz	f/100	0	10	20	-
10 MHz -10 GHz	-	0	10	20	-
10 GHz — 300 GHz	-	-	-	-	50

Notes:

1. f est la fréquence exprimée en hertz.

2. Les valeurs limites d'exposition pour la densité du courant doivent protéger contre les effets aigus de l'exposition sur les tissus du système nerveux central au niveau de la tête et du tronc. Les valeurs limites d'exposition dans la gamme des fréquences de 1 Hz à 10 MHz 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 valeurs limites pour les expositions de courte durée. Toutefois, puisque les valeurs limites d'exposition sont fondées sur les effets nocifs sur le système nerveux central, elles peuvent 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, les densités de courant devraient être calculées en tant que moyennes sur une section de 1 cm^2 perpendiculaire à la direction du courant.

4. Pour des fréquences jusqu'à 100 kHz, les valeurs de crête de densité de courant peuvent être obtenues en multipliant la valeur efficace par $(2)^{1/2}$.

5. Pour des fréquences allant jusqu'à 100 kHz et pour des champs magnétiques pulsés, la densité maximale de courant associée aux impulsions peut être calculée à partir des temps de montée/descente et de la vitesse maximale de fluctuation de l'induction magnétique. La densité de courant induit peut alors être comparée avec la valeur limite d'exposition appropriée. Pour des impulsions de durée t_p, la fréquence équivalente à appliquer pour les valeurs limites d'exposition devrait être calculée selon la formule $f=1/(2t_p)$.

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 grammes (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 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

▼C1

d'éviter les effets auditifs provoqués par l'expansion thermoélastique, une valeur limite d'exposition supplémentaire est recommandée. En l'occurrence, l'AS ne devrait pas dépasser 10 mJ/kg en moyenne pour 10 g de tissu.

9. Les densités de puissance moyennes doivent être calculées pour une zone exposée de 20 cm^2 et sur un intervalle de temps de $68/f^{1.05}$ minutes (f étant en GHz) afin de compenser une baisse progressive de la profondeur de pénétration au fur et à mesure que la fréquence augmente. La valeur moyenne de la densité spatiale maximale de puissance, calculée pour 1 cm^2, ne devrait pas dépasser la valeur de 50 W/m^2.

10. Pour ce qui est des champs électromagnétiques pulsés ou transitoires, ou d'une manière générale, pour ce qui est de l'exposition simultanée à des champs de fréquences multiples, des méthodes d'évaluation, de mesure et/ou de calcul appropriées, permettant d'analyser les caractéristiques des formes d'onde et la nature des interactions biologiques, doivent être appliquées, en tenant compte des normes européennes harmonisées établies par le Cenelec.

B. VALEURS DÉCLENCHANT L'ACTION

Les valeurs déclenchant l'action figurant dans le tableau 2 sont obtenues à partir des valeurs limites d'exposition conformément aux principes établis par la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) dans ses recommandations visant à limiter l'exposition aux rayonnements non ionisants (ICNIRP 7/99).

Tableau 2

Valeurs déclenchant l'action (article 3, paragraphe 2) (valeurs efficaces en champ non perturbé)

Gamme des fréquences	Intensité de champ électrique E (V/m)	Intensité de champ magnétique H (A/m)	Induction magnétique B (μT)	Densité de puissance d'onde plane équivalente S_{eq} (W/m^2)	Courant de contact, I_C (mA)	Courant induit dans les extrémités, I_L (mA)
0 - 1 Hz	-	$1{,}63 \times 10^5$	2×10^5	-	1	-
1 - 8 Hz	20 000	$1{,}63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	-	1	-
8 - 25 Hz	20 000	$2 \times 10^4/f$	$2{,}5 \times 10^4/f$	-	1	-
0,025 — 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1	-
0,82 — 2,5 kHz	610	24	30	-	1	-
2,5 - 65 kHz	610	24	30	-	0,4f	-
65 — 100 kHz	610	1 600/f	2 000/f	-	0,4f	-
0,1 — 1 MHz	610	1,6f	2/f	-	40	-
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	-	40	-
10 - 110 MHz	61	0	0	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0	0	10	-	-
400 - 2 000 MHz	$3f^{\frac{1}{2}}$	$0{,}008f^{\frac{1}{2}}$	$0{,}01f^{\frac{1}{2}}$	f/40	-	-
2 — 300 GHz	137	0	0	50	-	-

Notes:

1. f est la fréquence dans les unités indiquées dans la colonne de la gamme de fréquences.

2. Pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 10 GHz, les moyennes de S_{eq}, E, H, Bet $I_L$doivent être mesurées sur un intervalle de temps de six minutes.

3. Pour des fréquences supérieures à 10 GHz, les moyennes de S_{eq}, E, H et B doivent être mesurées sur un intervalle de temps de $68/f^{1,05}$ minute (f est exprimée en GHz).

▼C1

4. Pour des fréquences jusqu'à 100 kHz, les valeurs de crête déclenchant l'action pour les intensités de champs peuvent être obtenues en multipliant la valeur efficace par $(2)^{1/2}$. Pour des impulsions de durée t_p, la fréquence équivalente à appliquer pour les valeurs déclenchant l'action devrait être calculée selon la formule $f = 1/(2t_p)$.

   Pour les fréquences comprises entre 100 kHz et 10 MHz, les valeurs de crête déclenchant l'action pour les intensités de champs sont calculées en multipliant les valeurs efficaces (rms) pertinentes par 10, où $a = (0{,}665 \log (f/10) + 0{,}176)$, f étant exprimée en Hz.

   Pour les fréquences comprises entre 10 MHz et 300 GHz, les valeurs de crête déclenchant l'action sont calculées en multipliant les valeurs efficaces (rms) correspondantes par 32 pour les intensités de champs et par 1 000 pour la densité de puissance d'onde plane équivalente.

5. Pour ce qui est des champs électromagnétiques pulsés ou transitoires, ou d'une manière générale, pour ce qui est de l'exposition simultanée à des champs de fréquences multiples, des méthodes d'évaluation, de mesure et/ou de calcul appropriées, permettant d'analyser les caractéristiques des formes d'onde et la nature des interactions biologiques, doivent être appliquées, en tenant compte des normes européennes harmonisées établies par le Cenelec.

6. En ce qui concerne les valeurs de crête des champs électromagnétiques pulsés modulés, il est également suggéré que, pour les fréquences porteuses supérieures à 10 MHz, la valeur moyenne de S_{eq} pour la durée de l'impulsion ne devrait pas dépasser 1 000 fois les valeurs déclenchant l'action pour S_{eq} ou que les intensités de champ ne devraient pas dépasser 32 fois les valeurs déclenchant l'action pour les intensités de champ concernant la fréquence porteuse.