

## RECOMMANDATION UIT-R SM.1056

**LIMITATION DES RAYONNEMENTS PROVENANT DES APPAREILS  
INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET MÉDICAUX (ISM)**

(Question UIT-R 70/1)

(1994)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que la Disposition N° 16 du Règlement des radiocommunications (RR) définit les utilisations ISM (de l'énergie radioélectrique) comme étant la mise en œuvre d'appareils ou d'installations conçus pour produire et utiliser, dans un espace réduit, de l'énergie radioélectrique à des fins industrielles, scientifiques, médicales, domestiques ou analogues, à l'exclusion de tout usage de télécommunication;
- b) que les appareils ISM sont susceptibles de causer dans tout le spectre un brouillage préjudiciable aux services et équipements de radiocommunication;
- c) que pour assurer l'utilisation optimale du spectre des fréquences, il convient de limiter les rayonnements provenant des appareils ISM fonctionnant hors des bandes qui leur sont désignées;
- d) que la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (Genève, 1979) (CAMR-79) dans sa Résolution N° 63, a invité l'UIT-R à spécifier, en collaboration avec la Commission électrotechnique internationale/le Comité international spécial des perturbations radioélectriques (CEI/CISPR), les limites à imposer au rayonnement des appareils ISM à l'intérieur et à l'extérieur des bandes qui leur sont désignées dans le RR;
  - que des limites doivent être spécifiées dans toute la partie du spectre des fréquences radioélectriques attribuée aux services de radiocommunication;
  - que le degré de protection nécessaire varie en fonction du service de radiocommunication concerné et qu'il convient de tenir compte, en matière de protection, des exigences particulières des services de sécurité et des communications relatives à la sécurité;
  - que l'utilisation de l'énergie radioélectrique à des fins industrielles, scientifiques, médicales et domestiques profite à l'économie et aux consommateurs et qu'elle est dans certains cas indispensable;
- e) qu'en raison des différents environnements dans lesquels les appareils ISM sont utilisés et des caractéristiques de ces appareils, il convient d'établir plusieurs catégories de limites;
- f) que les services de radiocommunication fonctionnant dans les bandes désignées pour l'utilisation des appareils ISM avant la CAMR-79 doivent accepter les brouillages préjudiciables et qu'il convient de limiter le rayonnement dans toutes les autres bandes pour protéger les services de radiocommunication;
- g) que l'élimination des rayonnements émis par les appareils ISM risque d'être coûteuse et techniquement difficile à réaliser, et que par conséquent, l'établissement d'exigences en la matière doit se faire en prenant en considération, pour éviter les mesures inutilement restrictives, les contraintes physiques, techniques, économiques, d'exploitation et de sécurité;
- h) que les appareils qui respectent les limites imposées au rayonnement, qui sont le résultat d'un compromis, peuvent dans certains cas causer des brouillages préjudiciables, et qu'il convient d'envisager de prendre des mesures pour les réduire ou les éliminer au cas par cas;
- j) que les règlements et les dispositions administratives varient d'un pays à l'autre et que par conséquent, chaque administration a ses propres modalités d'application des limites et de contrôle de leur respect;
- k) que le CISPR a fixé des limites au rayonnement et a tenu compte des principes énoncés aux § f) et g) et des prescriptions en la matière pour harmoniser les procédures de contrôle des brouillages afin d'éliminer les obstacles techniques aux échanges;
- l) que les risques de brouillage dépendent de l'endroit où l'appareil ISM est placé chez l'utilisateur et qu'il faut tenir compte, dans les mesures effectuées sur place, de la distance de mesure et de la position du point de référence;
- m) que l'établissement, par différents organismes internationaux, de limites différentes pour la même catégorie d'appareils pourrait poser de graves problèmes,

*notant*

1. que l'Annexe 1 indique les fréquences normalement utilisées par les appareils ISM correspondant aux diverses applications, ainsi que certaines des utilisations ISM actuelles et futures;
2. que l'UIT a désigné certaines bandes de fréquences pour les utilisations ISM, mais que d'autres fréquences sont également utilisées lorsque des contraintes d'ordre pratique ne permettent pas d'utiliser les bandes désignées;
3. que la Publication 23 du CISPR («Calcul des valeurs limites du matériel industriel, scientifique et médical») fournit des précisions sur les méthodes d'établissement des valeurs limites;
4. que les appareils de traitement de l'information (ATI) et les dispositifs d'éclairage qui fonctionnent aux fréquences radioélectriques ne sont pas assimilés par le CISPR à des appareils ISM et que les Publications 15 et 22 du CISPR contiennent un guide à utiliser pour l'application des limites et des méthodes de mesure,

*recommande*

1. aux administrations de s'inspirer de la dernière version de la Publication 11 du CISPR et de ses modifications, pour ce qui est des limites et des méthodes de mesure dans le cadre de la réglementation applicable aux appareils ISM destinée à protéger les services de radiocommunication;
2. de poursuivre la collaboration avec le CISPR pour faire en sorte que les besoins des services de radiocommunication soient pleinement pris en considération.

## ANNEXE 1

**Utilisations industrielles, scientifiques et médicales (ISM)****1. Introduction**

On trouvera dans la présente Annexe la définition que l'UIT donne des utilisations ISM, une liste des fréquences normalement utilisées par les appareils ISM et une description de quelques-unes des utilisations ISM actuelles et futures.

**2. Utilisations ISM**

Aux termes du numéro 16 du RR, les utilisations ISM sont définies comme étant la mise en œuvre d'appareils ou d'installations conçus pour produire et utiliser, dans un espace réduit, de l'énergie radioélectrique à des fins industrielles, scientifiques, médicales, domestiques ou analogues, à l'exclusion de tout usage de télécommunication.

On trouvera ci-dessous une liste non exhaustive des utilisations et appareils ISM:

*Appareils de chauffage par induction*  
(fréquences inférieures à 1 MHz)

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– cuisson domestique par induction</li> <li>– fusion des métaux</li> <li>– réchauffage des billettes</li> <li>– soudage de tubes</li> <li>– soudure et brasage</li> <li>– réchauffage des composants</li> <li>– soudage par points</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– traitement thermique sélectif de surface de pièces métalliques</li> <li>– croissance et purification des cristaux semi-conducteurs</li> <li>– collage par joints d'éléments de carrosserie automobile</li> <li>– soudage des emballages</li> <li>– réchauffage de feuillards d'acier pour la galvanisation, le recuit et le séchage des peintures</li> </ul> |
|--|---|

*Appareils à chauffage diélectrique RF*  
(1-100 MHz)

- séchage des placages et du bois d'œuvre
- séchage des textiles
- séchage des fibres de verre
- séchage du papier et des revêtements en papier
- préchauffage des plastiques
- soudage et moulage des plastiques
- post-cuisson et séchage des denrées alimentaires
- décongélation des viandes et des poissons
- séchage à cœur en fonderie
- séchage des colles
- séchage des couches minces
- polymérisation des adhésifs
- préchauffage des matériaux

*Appareils médicaux*

- appareils de diathermie et d'hyperthermie à ondes décamétriques et à ondes hyperfréquences
- appareils chirurgicaux électriques
- imagerie par résonance magnétique
- imagerie par ultrasons

*Appareils à hyperfréquences*  
(900 MHz et plus)

- fours à micro-ondes domestiques et commerciaux
- réchauffage, décongélation et cuisson des aliments
- durcissage des peintures et revêtements
- vulcanisation du caoutchouc
- produits pharmaceutiques

*Appareils divers*

- appareils de soudure à l'arc à RF
- appareils d'étincelage

*Matériels de laboratoire et matériels scientifiques*

- générateurs de signaux
- récepteurs de mesure
- fréquencesmètres
- débitmètres
- analyseurs de spectre
- appareils de pesage
- appareils d'analyse chimique
- microscopes électroniques
- alimentations à découpage (non incorporées à un appareil)

**2.1** *Utilisations actuelles*

Les fréquences actuellement utilisées pour les applications ISM et autres applications hors du domaine des télécommunications couvrent une très large partie du spectre, et notamment des fréquences qui ne sont pas désignées par le RR. Certains appareils ISM fonctionnent à des fréquences avec une tolérance et une stabilité qui ne sont pas définies et d'autres utilisent des fréquences attribuées aux services de sécurité et aux services de radionavigation. On trouvera au Tableau 1 une liste non exhaustive d'appareils ISM utilisés dans certaines bandes de fréquences.

**2.2** *Utilisations futures*

Les recherches sur l'utilisation de l'énergie électromagnétique pour les applications autres que les télécommunications destinées à améliorer les procédés industriels se développent de façon spectaculaire à travers le monde. Ces recherches ne sont pas limitées aux bandes de fréquences attribuées aux appareils ISM. Le choix de la fréquence sur laquelle va fonctionner un appareil donné tient compte de nombreux facteurs, entre autres:

- l'existence d'une source de puissance appropriée,
- le risque de brouillage radiofréquence et le coût de l'isolation électromagnétique,
- la sécurité,
- l'existence d'une fréquence ISM bien adaptée,
- l'optimisation de la fréquence en fonction de l'utilisation voulue.

Un certain nombre d'utilisations nouvelles sont porteuses, à la différence d'autres procédés, d'importants progrès économiques et sociaux, et aussi d'importantes économies en termes d'énergie et d'environnement.

TABLEAU 1

## Appareils ISM utilisés actuellement

Fréquence (MHz)	Utilisations principales	Puissance RF (valeur type)	Nombre d'appareils en service (estimation)
Inférieure à 0,15	Chauffage industriel par induction (soudage et fusion des métaux) Nettoyage aux ultrasons (15-30 kHz) Applications médicales (imagerie par ultrasons)	10 kW-10 MW 20-1 000 W 100-1 000 W	> 100 000 > 100 000 > 10 000
0,15-1	Chauffage par induction (traitement thermique, soudage des emballages, soudage et fusion des métaux) Diagnostics médicaux aux ultrasons	1 kW-1 MW 10-1 000 W	> 100 000 > 100 000
1-10	Diathermie chirurgicale (oscillateur à ondes amorties 1-10 MHz) Collage du bois et traitement du bois (3,2 et 6,5 MHz) Générateurs d'induction à tubes électroniques Production de matériaux semi-conducteurs Soudage stabilisé à l'arc à fréquences radioélectriques (oscillateur à ondes amorties 1-10 MHz)	100-1 000 W 10 kW-1,5 MW 1-200 kW 2-10 kW	> 100 000 > 1 000 > 10 000
10-100	Chauffage diélectrique (la majorité des appareils fonctionnent dans les bandes désignées pour les appareils ISM (13,56, 27,12 et 40,68 MHz), mais nombre d'entre eux fonctionnent également sur les fréquences situées à l'extérieur de ces bandes) – Céramiques – Séchage à coeur en fonderie – Séchage des textiles – Produits industriels (livres, papier, collage et séchage) – Denrées alimentaires (post-cuisson, décongélation des viandes et des poissons) – Séchage aux solvants – Séchage et collage des bois (séchage des placages et du bois d'œuvre) – Séchage diélectrique général – Chauffage des plastiques (soudage en coquille et formage des plastiques)  Applications médicales – Diathermie médicale (27 MHz) – Résonance magnétique (10-100 MHz dans de vastes locaux blindés)	15-300 kW 15-300 kW 15-200 kW 5-25 kW 10-100 kW  5-400 kW 5-1 000 kW  1-50 kW (en général < 5 kW)  100-1 000 W	< 1 000 < 1 000 > 1 000 > 1 000 < 1 000  > 10 000 > 100 000  > 10 000  > 1 000
100-1 000	Traitement des denrées alimentaires (915 MHz) Applications médicales (433 MHz) Générateurs de plasma RF Vulcanisation du caoutchouc (915 MHz)	< 200 kW	< 1 000  < 1 000
Supérieure à 1 000	Générateurs de plasma RF Fours à micro-ondes domestiques (2 450 MHz) Fours à micro-ondes commerciaux (2 450 MHz) Vulcanisation du caoutchouc (2 450 MHz) Polymérisation aux ultraviolets à fréquences radioélectriques	600-1 500 W 1,5-200 kW 6-100 kW	> 200 millions  < 1 000

Ces recherches portent sur les domaines suivants.

### 2.2.1 Chauffage par induction

Sans constituer une nouveauté, l'expérience acquise dans le domaine des générateurs à induction à haut flux peut être mise à profit pour la mise au point de certains procédés tels que:

- l'affinage de matériaux semi-conducteurs à très haute pureté,
- la fusion des métaux, notamment la fusion sous vide pour l'aérospatiale et l'automobile.

### 2.2.2 *Chimie plasmatique*

Les bandes des 27, des 915 et des 2 450 MHz utilisées par les appareils ISM, ainsi que d'autres fréquences, font l'objet de recherches dans les domaines suivants:

- croissance de cristaux,
- traitement et frittage des céramiques,
- traitement des matières premières.

### 2.2.3 *Médecine*

Des recherches sont en cours dans les domaines suivants:

- analyse chimique accélérée (2 450 MHz),
- traitement des cancers par irradiations locales (fréquences inférieures à 400 MHz (hyperthermie)),
- fixation des tissus,
- résonance magnétique (entre 10 et 100 MHz, salles spécialement protégées),
- traitement de l'hyperthermie.

### 2.2.4 *Traitement des matériaux et des denrées alimentaires*

- réchauffage de l'espace environnant (5 800 MHz),
- récupération de l'huile de schiste (fréquences inférieures à 10 MHz),
- destruction des déchets dangereux (hyperfréquences, par exemple 2 450 MHz),
- décongélation et cuisson industrielle (915, 2 450 et 5 800 MHz),
- séchage du linge (2 450 MHz),
- traitement des sols,
- stérilisation des déchets médicaux,
- pasteurisation et stérilisation des denrées alimentaires,
- traitement des déchets (13,56 et 2 450 MHz).

### 2.2.5 *Transfert d'énergie.*

La plupart des expériences relatives au transfert d'énergie se font aux hyperfréquences (par exemple 2 450, 5 800 MHz et plus):

- des expériences concernant les satellites de production d'énergie à partir de l'énergie solaire sont en cours (2 450 MHz et 35 GHz);
- transfert d'énergie vers un aéronef (2 450 MHz);
- chaussées «électrifiées»: stations de transfert d'énergie placées dans le revêtement de la chaussée permettant de recharger les batteries d'accumulateur des véhicules qui circulent au-dessus (915 et 2 450 MHz);
- systèmes de propulsion électromagnétique (fréquences inférieures à 1 MHz).

## 3. Niveaux de rayonnement dans les bandes désignées pour les utilisations ISM

### 3.1 *Exposé des motifs*

L'établissement de limites à l'intérieur des bandes utilisées par les appareils ISM permettra d'atteindre au moins cinq objectifs:

- maîtriser les effets biologiques;
- limiter les rayonnements hors bande afin de protéger les services de radiocommunication;
- limiter les rayonnements dans la bande afin de protéger les services de radiocommunication fonctionnant dans les bandes désignées pour les appareils ISM;
- limiter les rayonnements radioélectriques afin de protéger les services de radiocommunication fonctionnant dans les bandes adjacentes;
- limiter les rayonnements radioélectriques afin de protéger les services électroniques ou de radiocommunication fonctionnant au voisinage immédiat d'appareils ISM.

La fixation des valeurs limites et des méthodes de mesure, ainsi que des méthodes de contrôle du respect des limites relatives aux effets biologiques, ne relève pas de la compétence de l'UIT ni de celle du CISPR, et par conséquent, il n'a pas été possible de prendre en considération les effets biologiques pour fixer les limites à l'intérieur des bandes. Cependant, on a relevé que, dans de nombreux cas, le respect des limites imposées en matière d'effets biologiques n'a pas fait baisser de façon substantielle les niveaux de rayonnement aux distances de mesure du CISPR.

On notera que la réduction des rayonnements dans la bande n'a pas nécessairement pour effet d'abaisser les rayonnements hors bande qui peuvent même augmenter si l'on élimine les signaux dans la bande.

Les limites imposées pour les rayonnements dans la bande afin de protéger les services de radiocommunication fonctionnant à l'intérieur des bandes n'ont pas été prises en compte car les services à protéger n'ont pas été spécifiés. En outre, l'établissement de limites restrictives fera perdre une partie de leur utilité aux bandes ISM utilisées à des fins industrielles, ce qui aurait pour effet d'encourager l'utilisation d'appareils ISM dans les gammes de fréquences convenant mieux à leur fonctionnement, mais aussi de nuire au bon fonctionnement des services de radiocommunication.

La question de l'imposition, à l'intérieur des bandes, de limites destinées à protéger les services de radiocommunication fonctionnant dans des bandes adjacentes à celles désignées pour les appareils ISM, ou à protéger les équipements électroniques ou de radiocommunication situés dans le voisinage d'appareils ISM, peut être traitée de manière plus appropriée si on la considère sous l'angle de l'immunité des appareils. La meilleure solution consisterait à prévoir une distance suffisante de séparation ou à donner aux équipements concernés des caractéristiques d'immunité appropriées. Cependant, on ne peut calculer ni mettre en œuvre de telles caractéristiques que si l'on connaît les champs de force auxquels on aura affaire dans la pratique. A cette fin, on trouvera ci-dessous un tableau contenant les niveaux de rayonnement mesurés, établi à partir des données fournies par les différents pays.

### 3.2 *Bandes désignées par l'UIT pour les appareils ISM et niveaux mesurés*

On a mesuré, dans différents pays et en différents lieux, les niveaux de rayonnement produits par les appareils ISM dans les bandes qui leur ont été désignées (voir le Tableau 2).

TABLEAU 2

#### Niveaux des champs de force produits par les appareils ISM fonctionnant dans les bandes de fréquences qui leur ont été désignées par l'UIT

Bande de fréquences	Fréquence centrale	N° de la note de bas de page correspondante dans le Tableau des attributions de fréquences du RR de l'UIT	Fourchette des champs de force mesurés (dB( $\mu$ V/m)) <sup>(1)</sup>
6,765-6,795 MHz	6,78 MHz	524	80-100
13,553-13,567 MHz	13,567 MHz	534	80-120
26,957-27,283 MHz	27,12 MHz	546	70-120
40,66-40,70 MHz	40,68 MHz	548	60-120
433,05-434,79 MHz	433,92 MHz	661, 622 (Région 1)	60-120
902-928 MHz <sup>(2)</sup>	915 MHz	707 (Région 2)	60-120
2 400-2 500 MHz	2 450 MHz	752	30-120
5,725-5,825 GHz	5,8 GHz	806	Pas d'information
24,00-24,25 GHz	24,125 GHz	881	Pas d'information
61,00-61,50 GHz	61,25 GHz	911	Pas d'information
122-123 GHz	122,5 GHz	916	Pas d'information
244-246 GHz	245 GHz	922	Pas d'information

<sup>(1)</sup> Le champ considéré est celui qui est mesuré à 30 m de la plus proche façade du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil ISM. On ne connaît donc pas la distance effective qui sépare l'appareil du point où la mesure est effectuée.

<sup>(2)</sup> 896 MHz au Royaume-Uni.

**4. Si vous souhaitez de plus amples informations**

- Journal and Symposium Reports of the  
International Microwave Power Institute  
13542 Union Village Circle  
Clifton, VA 22024  
Etats-Unis d'Amérique
  
  - Electric Power Research Institute  
P.O. Box 10412  
Palo Alto, CA 94303  
Etats-Unis d'Amérique
  
  - U.I.E.  
Union internationale d'électrothermie                      Tél: (33 1) 47 78 99 34  
Monsieur G. Vanderschueren                                      Fax: (33 1) 49 06 03 73  
Secrétaire Général  
Tour Atlantique  
CEDEX 6  
F-92080 PARIS LA DEFENSE  
France
-