

Recommandation UIT-R SM.329-13

(09/2024)

Série SM: Gestion du spectre

Rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels



Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en œuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Également disponible en ligne: <https://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Émissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2024

© UIT 2024

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R SM.329-13

Rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels*

(1951-1953-1956-1959-1963-1966-1970-1978-1982-1986-1990-1997-2000-2001-2003-2011-2012-2024)

Domaine d'application

La présente Recommandation définit les limites des rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels, ainsi que les méthodes de mesure de ces rayonnements.

Mots clés

Limite d'émission, domaine des rayonnements non essentiels, largeur de bande de référence, largeur de bande de résolution, largeur de bande vidéo

Recommandations et Rapports UIT-R connexes

Recommandation UIT-R SM.239 – Rayonnements parasites produits par les récepteurs de radiodiffusion sonore et de télévision

Recommandation UIT-R SM.328 – Spectres et largeurs de bande des émissions

Recommandation UIT-R M.478 – Caractéristiques techniques des équipements et principes à suivre pour l'assignation des voies entre 25 et 3 000 MHz pour le service mobile terrestre à modulation de fréquence

Recommandation UIT-R RS.515 – Bandes de fréquences et largeurs de bande utilisées pour la télédétection passive par satellite

Recommandation UIT-R RA.611 – Protection du service de radioastronomie contre les rayonnements non essentiels

Recommandation UIT-R S.726 – Niveau maximal admissible des rayonnements non essentiels émis par les microstations (VSAT)

Recommandation UIT-R F.757 – Caractéristiques de base et objectifs de qualité des accès hertziens fixes mettant en œuvre des technologies issues des systèmes mobiles offrant des services de téléphonie et de communication de données

Recommandation UIT-R RA.769 – Critères de protection applicables aux mesures en radioastronomie

Recommandation UIT-R BT.803 – Mesures visant à éviter les brouillages produits par l'équipement de studio de télévision numérique

Recommandation UIT-R M.1177 – Techniques à utiliser pour la mesure des rayonnements non désirés des systèmes radar

Recommandation UIT-R F.1191 – Largeurs de bande et rayonnements non désirés des systèmes numériques du service fixe

Recommandation UIT-R M.1343 – Caractéristiques techniques essentielles des stations terriennes mobiles des systèmes mondiaux du service mobile à satellites non géostationnaires fonctionnant dans la bande 1-3 GHz

* Les limites visées dans la présente Recommandation s'appliquent à toute émission hors bande ou à tout rayonnement non essentiel dans le domaine des rayonnements non essentiels. En général, les rayonnements non essentiels prédominent dans le domaine des rayonnements non essentiels.

Recommandation UIT-R SM.1539 – Variation de la frontière entre le domaine des émissions hors bande et le domaine des rayonnements non essentiels dont il faut tenir compte dans l'application des Recommandations UIT-R SM.1541 et UIT-R SM.329

Recommandation UIT-R SM.1541 – Rayonnements non désirés dans le domaine des émissions hors bande

Recommandation UIT-R RS.1861 – Caractéristiques techniques et opérationnelles types des systèmes du service d'exploration de la Terre par satellite (passive) utilisant des attributions entre 1,4 et 275 GHz

Recommandation UIT-R RS.2017 – Critères de qualité de fonctionnement et de brouillage pour la télédétection passive par satellite

Rapport UIT-R RS.2431 – Caractéristiques techniques et opérationnelles des systèmes du SETS (passive) dans la gamme de fréquences 275-450 GHz

Abréviations/Glossaire

AM	modulation d'amplitude (<i>amplitude modulation</i>)
BW	largeur de bande (<i>bandwidth</i>)
BWA	accès large bande hertzien (<i>broadband wireless access</i>)
CB	bande publique (<i>citizens band</i>)
CEI	commission électrotechnique internationale
CISPR	Comité international spécial des perturbations radioélectriques
CS	espacement entre canaux (<i>channel separation</i>)
ELT	émetteur de localisation d'urgence (<i>emergency locator transmitter</i>)
EMI	brouillage électromagnétique (<i>electromagnetic interference</i>)
EUT	équipement testé (<i>equipment under test</i>)
FAR	chambre totalement anéchoïde (<i>fully anechoic room</i>)
FM	modulation de fréquence (<i>frequency modulation</i>)
FWA	accès hertzien fixe (<i>fixed wireless access</i>)
GSO	orbite des satellites géostationnaires (<i>geostationary-satellite orbit</i>)
GTEM	système à ondes électromagnétiques transverses en gigahertz (<i>gigahertz TEM</i>)
ITE	matériels de traitement de l'information (<i>information technology equipment</i>)
NB	largeur de bande nécessaire (<i>necessary bandwidth</i>)
OATS	site d'essai en espace libre (<i>open area test site</i>)
OoB	hors bande (<i>out-of-band</i>)
PEP	puissance en crête (<i>peak envelope power</i>)
PHS	téléphone portable personnel (<i>personal handyphone system</i>)
PLB	balise de localisation personnelle (<i>personal location beacon</i>)
RLAN	réseau local hertzien (<i>radio local area network</i>)
RLS	radiobalises de localisation des sinistres
RR	règlement des radiocommunications
SAR	chambre semi-anéchoïde (<i>semi-anechoic room</i>)
SART	transpondeur de recherche et de sauvetage (<i>search and rescue transponder</i>)

SI	système international (<i>international system</i>)
SMC	chambre à agitateur (<i>stirred mode chamber</i>)
SSB	bande latérale unique (<i>single sideband</i>)
TDMA	accès multiple par répartition dans le temps (<i>time division multiple access</i>)
TEM	ondes électromagnétiques transverses (<i>transverse electromagnetic</i>)
VEI	vocabulaire électrotechnique international
VSAT	microstation (<i>very small aperture terminal</i>)
YIG	grenat-yttrium-fer (<i>yttrium-iron-garnet</i>)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'un problème se pose dans l'application des limites aux rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels car il est difficile de connaître avec précision la largeur de bande nécessaire et de déterminer exactement à partir de quelle fréquence les limites du domaine des rayonnements non essentiels sont applicables et particulièrement pour ce qui est des services utilisant des émissions à large bande ou à modulation numérique qui peuvent comporter à la fois des composantes non essentielles proches du bruit et d'autres composantes discrètes non essentielles;
- b) qu'il est nécessaire, pour protéger tous les services de radiocommunication, de limiter le niveau maximal autorisé des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels¹ sur la fréquence ou les fréquences de chacun de ces rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels;
- c) que même si l'application de limites strictes peut conduire à rendre les équipements radioélectriques plus volumineux ou plus complexes, elle assurera en général une meilleure protection des autres services de radiocommunication contre les brouillages;
- d) que tout doit être mis en œuvre pour maintenir les limites des rayonnements non désirés dans le domaine des émissions hors bande et dans le domaine des rayonnements non essentiels, pour les nouveaux services ou pour les services existants, aux valeurs les plus faibles possibles, compte tenu du type et de la nature des services de radiocommunication concernés, des facteurs économiques et des contraintes techniques, ainsi que de la difficulté qu'il peut y avoir à supprimer les rayonnements harmoniques émis par certains émetteurs à grande puissance;
- e) qu'il est nécessaire de définir les méthodes, les unités de mesure ainsi que les largeurs de bande à utiliser pour mesurer la puissance à des fréquences autres que la fréquence centrale afin de faciliter l'utilisation de moyens rationnels, simples et efficaces de réduction des rayonnements non désirés;
- f) que la relation entre la puissance fournie à l'antenne aux fréquences des rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels et le champ des signaux correspondants, mesurée en un lieu éloigné de l'émetteur, peut varier d'une façon importante par suite de divers facteurs tels que les caractéristiques de l'antenne aux fréquences des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels, les anomalies de propagation suivant des trajets divers et le rayonnement des parties de l'installation d'émission autres que l'antenne proprement dite;

¹ Les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels sont des rayonnements non désirés observés à des fréquences situées dans le domaine des rayonnements non essentiels.

- g) qu'il est reconnu que la mesure de champ ou de la puissance surfacique des rayonnements non désirés en un point éloigné de l'émetteur est un procédé permettant d'exprimer directement l'intensité des brouillages dus à de tels rayonnements;
- h) que lorsqu'il s'agit des fréquences centrales d'une émission, les administrations ont coutume de déterminer la puissance fournie à la ligne d'alimentation de l'antenne ou de mesurer le champ ou la densité à une certaine distance afin de chercher à résoudre les cas de brouillage causés par un rayonnement dans le domaine des rayonnements non essentiels à une autre émission autorisée; qu'une procédure analogue et cohérente serait utile pour traiter des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels (voir l'Article 15, numéro 15.11 du RR);
- i) que, pour assurer une utilisation la plus rationnelle et la plus efficace possible du spectre, il est nécessaire d'imposer une limitation générale pour les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels, tout en reconnaissant que des services particuliers dans certaines bandes de fréquences peuvent exiger des limites plus strictes pour des raisons techniques ou pour les besoins de l'exploitation, conformément à d'autres Recommandations UIT-R (voir l'Annexe 4);
- j) que les émetteurs des stations spatiales recourent de plus en plus à l'étalement du spectre et à d'autres techniques de modulation à large bande susceptibles d'être à l'origine de rayonnements non essentiels et d'émissions hors bande à des fréquences très éloignées de la fréquence porteuse et, que ces émissions et rayonnements peuvent causer des brouillages aux services passifs dont le service de radioastronomie, même si les techniques de conformation du spectre, qui sont largement utilisées pour améliorer l'efficacité spectrale, ont pour effet d'atténuer les émissions dans les bandes latérales;
- k) que les limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels applicables aux émetteurs dépendent:
- des services de radiocommunication concernés et du rapport de protection minimal applicable à chaque bande de fréquences;
 - de l'environnement dans lequel sont implantés les émetteurs (urbain, suburbain, rural, etc.);
 - du type de l'émetteur;
 - de la distance minimale entre cet émetteur et le récepteur de radiocommunication susceptible d'être brouillé;
 - de tous les découplages possibles entre l'antenne d'émission du signal brouilleur à la fréquence de réception et l'antenne du récepteur, compte tenu de la propagation, du découplage de polarisation et d'autres facteurs de découplage;
 - de la probabilité que l'émetteur produise des rayonnements non essentiels lorsque le récepteur est actif;
 - du fait qu'un émetteur est soit actif soit inactif, ou qu'il existe plusieurs émetteurs simultanément actifs;
- l) que certaines stations spatiales sont équipées d'antennes actives et que la mesure de la puissance fournie à la ligne de transmission de l'antenne ne peut rendre compte des rayonnements créés à l'intérieur de l'antenne. Pour ces stations spatiales, le calcul du champ ou de la puissance surfacique à une certaine distance doit être effectué par les administrations afin de contribuer à déterminer les cas où un rayonnement est susceptible de causer un brouillage à d'autres services autorisés;
- m) qu'il peut y avoir des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels dans la totalité du spectre radioélectrique mais que des difficultés concrètes peuvent imposer une limite de fréquence au-dessus de laquelle ces rayonnements ne doivent pas nécessairement être mesurés,

reconnaissant

- a) que la Recommandation UIT-R SM.328 contient des définitions et des notes explicatives à utiliser pour traiter les questions de largeur de bande, d'espacement entre canaux et de brouillage, pour établir une distinction entre les émissions hors bande et les rayonnements non essentiels et pour préciser des limites pour les émissions dans le domaine des émissions hors bande;
- b) que la Recommandation UIT-R SM.1539 traite de la variation de la frontière entre le domaine des émissions hors bande et le domaine des rayonnements non essentiels;
- c) que la Recommandation UIT-R SM.1541 traite des rayonnements non désirés dans le domaine hors bande,

notant

que les études demandées au titre de la Question UIT-R 222/1, approuvée par l'Assemblée des radiocommunications de 2000 pourraient avoir une incidence importante sur les définitions de base utilisées dans la présente Recommandation. Il faudra peut-être réviser la présente Recommandation dans l'avenir pour tenir compte des résultats de ces études,

recommande

d'utiliser les dispositions ci-après pour les limites des rayonnements non essentiels et leurs méthodes de mesure:

1 Terminologie et définitions

Les termes et définitions suivants complètent ceux déjà donnés dans le RR. (Par souci d'exhaustivité, les définitions en italique sont tirées du RR.)

1.1 Rayonnement non essentiel (Article 1, numéro 1.145 du RR)

Rayonnement sur une ou sur des fréquences situées en dehors de la largeur de bande nécessaire et dont le niveau peut être réduit sans affecter la transmission de l'information correspondante. Ces rayonnements comprennent les rayonnements harmoniques, les rayonnements parasites, les produits d'intermodulation et de conversion de fréquence, à l'exclusion des émissions hors bande.

1.1.1 Rayonnement harmonique

Rayonnement non essentiel sur des fréquences qui sont des multiples entiers de la fréquence centrale.

1.1.2 Rayonnement parasite

Rayonnement non essentiel produit accidentellement sur des fréquences indépendantes à la fois des fréquences porteuses ou caractéristiques d'une émission et des fréquences des oscillations résultant de la production de la fréquence porteuse ou caractéristique.

1.1.3 Produits d'intermodulation

Les produits d'intermodulation non essentiels résultent de l'intermodulation entre:

- les oscillations sur les fréquences porteuses, ou caractéristiques ou harmoniques d'une émission, ou les oscillations résultant de la production de ces fréquences porteuses ou caractéristiques; et
- des oscillations de même nature, d'une ou plusieurs autres émissions, en provenance du même ensemble émetteur ou d'émetteurs ou ensembles émetteurs différents.

1.1.4 Produits de conversion de fréquence

Rayonnements non essentiels, ne comprenant pas les rayonnements harmoniques, sur les fréquences ou des multiples entiers de celles-ci, ou des sommes et différences de multiples de celles-ci, des oscillations utilisées pour produire la fréquence porteuse ou la fréquence caractéristique d'une émission.

1.1.5 Rayonnements à large bande et à bande étroite vis-à-vis de l'appareil de mesure

Une émission à large bande est une émission «dont la largeur de bande est supérieure à celle des récepteurs ou d'un appareil de mesure donné» (voir Vocabulaire électrotechnique international (VEI)/Commission électrotechnique internationale (CEI), 161-06-11).

Une émission à bande étroite est une émission «dont la largeur de bande est inférieure à celle des récepteurs ou d'un appareil de mesure donné» (voir VEI/CEI, 161-06-13).

1.2 Émission hors bande (Article 1, numéro 1.144 du RR)

Émission sur une ou sur des fréquences situées immédiatement en dehors de la largeur de bande nécessaire, due au processus de la modulation, à l'exclusion des rayonnements non essentiels.

1.3 Rayonnements non désirés (Article 1, numéro 1.146 du RR)

Ensemble des rayonnements non essentiels et des rayonnements provenant des émissions hors bande.

1.3bis Domaine des émissions hors bande (d'une émission) (Article 1, numéro 1.146A du RR)

Gamme de fréquences, immédiatement en dehors de la largeur de bande nécessaire mais excluant le domaine des rayonnements non essentiels, dans laquelle les émissions hors bande en général prédominent.

Les émissions hors bande, définies à partir de leur origine, se produisent dans le domaine des émissions hors bande et, dans une moindre mesure, dans le domaine des rayonnements non essentiels. Les rayonnements non essentiels peuvent eux aussi, se produire dans le domaine des émissions hors bande ainsi que dans le domaine des rayonnements essentiels.

1.3ter Domaine des rayonnements non essentiels (d'une émission) (Article 1, numéro 1.146B du RR)

Gamme de fréquences au-delà du domaine des émissions hors bande dans laquelle les rayonnements non essentiels en général prédominent.

1.4 Largeur de bande nécessaire (Article 1, numéro 1.152 du RR)

Pour une classe d'émission donnée, largeur de la bande de fréquences juste suffisante pour assurer la transmission de l'information à la vitesse et avec la qualité requises dans des conditions données.

Dans le cas des émetteurs/répéteurs multivoies ou multiporteuses, dans lesquels plusieurs porteuses peuvent être émises simultanément à partir d'un amplificateur de sortie ou d'une antenne active, on prend pour largeur de bande à 3 dB de l'émetteur ou du récepteur la largeur de bande nécessaire. Cela ne s'applique pas aux stations de base du service mobile ou aux stations de base d'accès hertzien fixe utilisant des techniques mobiles.

Pour le service fixe, on utilise la Recommandation UIT-R F.1191 pour calculer la largeur de bande nécessaire dans le cas de faisceaux hertziens numériques multiporteuses.

Pour le service de radiopérage, on prend pour largeur de bande des radars agiles en fréquence la partie de la bande attribuée sur laquelle les fréquences porteuses des radars s'accordent.

1.5 État actif d'un émetteur

État d'une station d'émission qui produit l'émission autorisée.

1.6 État de repos ou état de veille d'un émetteur

État d'une station d'émission pendant lequel l'émetteur est disponible pour le trafic mais n'est pas dans l'état actif.

On ne considère pas que les radars primaires fonctionnent en état de veille puisque l'émetteur est actif pendant le fonctionnement du radar. On ne considère pas non plus que les radars à impulsions sont en état de veille dans les intervalles entre leurs impulsions. On ne considère pas non plus que les systèmes de communication par répartition temporelle sont en état de repos ou de veille dans l'intervalle entre les tranches de temps.

2 Application des limites

2.1 Les niveaux des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels pourraient être exprimés par la puissance de crête ou la puissance moyenne fournie par l'émetteur à la ligne d'alimentation de l'antenne aux fréquences du rayonnement concerné, dans une largeur de bande de référence définie, en fonction de la nature du service de radiocommunication pour lequel est utilisé l'émetteur.

2.2 Les niveaux des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels pourraient être exprimés en termes de champ ou de puissance surfacique à la surface de la Terre, aux fréquences du rayonnement en question dans le domaine des rayonnements non essentiels.

2.3 Selon les principes énoncés dans l'Appendice 3 du RR, le domaine des rayonnements non essentiels se compose en général des fréquences séparées de la fréquence centrale de l'émission par 250% ou plus de la largeur de bande nécessaire. Toutefois, cet espacement entre les fréquences peut dépendre du type de modulation utilisé, du débit binaire maximal dans le cas de la modulation numérique, du type d'émetteur et de facteurs de coordination des fréquences. Par exemple, pour certains systèmes numériques à large bande ou à modulation d'impulsions, l'espacement entre les fréquences peut ne pas respecter les $\pm 250\%$. Étant donné que le RR interdit à tout service de radiocommunication de causer des brouillages préjudiciables hors de la bande de fréquences qui lui est attribuée, les fréquences de l'émetteur doivent être déterminées de telle sorte que les émissions hors bande ne causent pas de brouillage préjudiciable hors de la bande de fréquences attribuée, conformément au numéro 4.5 du RR.

Les $\pm 250\%$ peuvent aussi s'appliquer à l'espacement entre canaux et non à la largeur de bande nécessaire. Par exemple, pour la coordination des fréquences des systèmes numériques du service fixe, la Recommandation UIT-R F.1191 préconise d'utiliser les $\pm 250\%$ de l'espacement entre canaux de la disposition des canaux RF pertinente comme limites de fréquences entre le domaine des émissions hors bande et celui des rayonnements non essentiels.

Dans le cas d'une largeur de bande très étroite ou très large, cette méthode de détermination du domaine des rayonnements non essentiels ne convient peut-être pas; la Recommandation UIT-R SM.1539 donne des précisions supplémentaires.

On trouvera au § 2.3 du *recommande* de la Recommandation UIT-R SM.1541 des précisions supplémentaires concernant la largeur de bande nécessaire requise pour déterminer la limite entre le domaine des émissions hors bande et le domaine des rayonnements non essentiels.

2.4 Dans le cas d'un système émetteur comprenant plus d'un émetteur connecté à la même antenne, les limites indiquées au § 3 doivent s'appliquer, dans la mesure du possible, aux produits d'intermodulation dus à l'utilisation de plusieurs émetteurs.

2.5 On considère ici que les limites que doivent respecter les équipements radioélectriques concernant les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels s'appliquent entre 9 kHz et 300 GHz.

Toutefois, uniquement pour les besoins de mesures concrètes, la gamme de fréquences du domaine des rayonnements non essentiels peut être restreinte. Les gammes de fréquences de mesure données dans le Tableau 1 sont normalement recommandées à des fins pratiques.

TABLEAU 1

Gamme de fréquences pour les mesures des rayonnements non désirés

Plage des fréquences fondamentales	Gamme de fréquences pour les mesures	
	Limite inférieure	Limite supérieure (les mesures doivent s'effectuer sur la totalité de la bande harmonique et ne pas s'arrêter à la limite de fréquence supérieure précise indiquée)
9 kHz-100 MHz	9 kHz	1 GHz
100 MHz-300 MHz	9 kHz	10 ^{ème} harmonique
300 MHz-600 MHz	30 MHz	3 GHz
600 MHz-5,2 GHz	30 MHz	5 ^{ème} harmonique
5,2 GHz-13 GHz	30 MHz	26 GHz
13 GHz-150 GHz	30 MHz	2 ^{ème} harmonique
150 GHz-300 GHz	30 MHz	300 GHz

Il y aura des cas où il faut, pour protéger certains services bien précis, élargir la gamme de fréquences des mesures jusqu'à la troisième harmonique ou une harmonique supérieure, pour des systèmes dont la fréquence fondamentale est au-dessus de 13 GHz. Les paramètres indiqués dans le Tableau 1 font apparaître qu'il est de plus en plus difficile concrètement d'effectuer les mesures en élargissant vers le haut (jusqu'à plus de 110 GHz) la gamme de fréquences des équipements de mesure hyperfréquences classiques décrits dans l'Annexe 2. À ces fréquences et à des fréquences plus élevées, il peut être plus indiqué d'adopter les techniques de mesure bolométriques utilisées aux fréquences infrarouges. Par exemple, pour des radars pour véhicules fonctionnant à 76-77 GHz, il est recommandé de mesurer la troisième harmonique autour de 220 GHz, et là les méthodes de mesure hyperfréquences classiques vraisemblablement ne conviennent pas.

Quoi qu'il en soit, pour des systèmes ayant une antenne comportant un guide d'ondes ou une connexion à guide d'ondes, d'une longueur exempte de perturbations égale à au moins deux fois la longueur d'onde de coupure, il n'est pas nécessaire de mesurer les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels au-dessous d'une fréquence égale à 0,7 fois la fréquence de coupure du guide d'ondes.

2.6 Les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels émis par une partie quelconque de l'installation, autre que le système d'antenne (c'est-à-dire l'antenne et sa ligne d'alimentation), ne devraient pas produire un effet supérieur à celui qui se produirait si ce système d'antenne était alimenté à la puissance maximale admissible sur la fréquence du domaine des rayonnements non essentiels.

2.7 Les émissions transitoires causées par la commutation dans les systèmes à accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) devraient, dans la mesure du possible, respecter les exigences concernant la suppression des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels.

3 Limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels

3.1 Ces limites devraient pouvoir améliorer l'exploitation des services de radiocommunication dans toutes les bandes.

3.2 Il convient d'utiliser pour représenter les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels les différentes unités et la table de correspondance présentées dans l'Annexe 1.

3.3 Les catégories de limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels sont définies ci-après, y compris les limites de l'Appendice 3 du RR, des exemples de limites plus strictes et les équipements s'appliquent aux équipements de technologie de l'information (ITE).

Catégorie A	Les limites de la catégorie A sont les valeurs de l'affaiblissement utilisées pour calculer les niveaux de puissance maximaux tolérés des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels. L'Appendice 3 du RR reprend les limites de la catégorie A. Ces limites sont données au § 4.2.
Catégorie B	Les limites de la catégorie B sont un exemple de limites plus contraignantes des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels que celles de la catégorie A. Elles sont basées sur des limites définies et adoptées en Europe et utilisées par certains autres pays. Ces limites sont données au § 4.3.
Catégorie C	Les limites de la catégorie C sont un exemple de limites plus contraignantes des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels que celles de la catégorie A. Elles sont basées sur des limites définies et adoptées aux États-Unis d'Amérique et au Canada et utilisées par certains autres pays. Ces limites sont données au § 4.4.
Catégorie D	Les limites de la catégorie D sont un exemple de limites plus contraignantes des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels que celles de la catégorie A. Elles sont basées sur des limites définies et adoptées au Japon et utilisées par certains autres pays. Ces limites sont données au § 4.5.
Catégorie Z	Limites de rayonnement applicables aux ITE définies par le Comité international spécial des perturbations radioélectriques (CISPR). Ces limites sont données au § 4.6.

NOTE 1 – Les limites des catégories B, C et D sont plus contraignantes que celles de la catégorie A et représentent chacune un compromis entre faible niveau des émissions brouilleuses et coût de l'équipement. Elles sont actuellement utilisées comme règlements nationaux ou régionaux, y compris dans des zones de forte densité d'équipements de radiocommunication et utilisant pratiquement toute la gamme des équipements de radiocommunication.

Les tableaux des limites des émissions (voir le § 4 du *recommande*) donnent les limites préconisées pour chacune de ces catégories par bande de fréquences et par type d'émetteur, en vue d'assurer la protection de tous les services de radiocommunication.

4 Tableaux des limites des émissions

4.1 Largeurs de bandes de référence recommandées

Une largeur de bande de référence est une largeur de bande dans laquelle les niveaux des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels sont précisés. Les largeurs de bande de référence recommandées sont les suivantes:

- 1 kHz entre 9 et 150 kHz;
- 10 kHz entre 150 kHz et 30 MHz;
- 100 kHz entre 30 MHz et 1 GHz;
- 1 MHz au-dessus de 1 GHz.

Pour le cas particulier des services spatiaux, la largeur de bande de référence de tous les rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels doit être de 4 kHz.

Pour les limites de la catégorie B, on spécifie des largeurs de bande de référence plus étroites, proches de la porteuse pour les services fixe et mobile terrestre.

Les largeurs de bande de référence nécessaires pour la mesure correcte des rayonnements non essentiels émis par les radars doivent être calculées pour chaque système radar selon les méthodes décrites dans la Recommandation UIT-R M.1177.

NOTE 1 – La largeur de bande de référence désigne une largeur de bande dans laquelle la limite applicable aux rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels est définie, mais ne désigne pas une largeur de bande dans laquelle les rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels devraient être mesurés. L'Annexe 2 définit la largeur de bande de résolution dans laquelle les rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels doivent être mesurés. À titre d'orientation générale, la largeur de bande de résolution doit être égale à la largeur de bande de référence. Toutefois, pour améliorer la précision, la sensibilité et l'efficacité des mesures, la largeur de bande de résolution peut être différente de la largeur de bande de référence, ainsi qu'il est indiqué dans l'Annexe 2.

4.2 Limites de la catégorie A

Le Tableau 2 donne les niveaux maximaux tolérés des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels, figurant dans l'Appendice 3 du RR, (en termes de puissance) de toute composante non désirée appliquée par un émetteur à la ligne d'alimentation de l'antenne; sauf pour les services spatiaux où il s'agit de limites techniques, pour la date de mise en œuvre du service de radiorepérage, pour les stations dans l'espace lointain et les stations d'amateur. Certaines notes de l'Appendice 3 du RR donnent des indications précises concernant l'application des limites.

Les rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels émis par une partie quelconque de l'installation autre que l'antenne et sa ligne d'alimentation ne doivent pas produire un effet supérieur à celui qui se produirait si ce système d'antenne était alimenté à la puissance maximale admissible sur la fréquence de ce rayonnement dans le domaine des rayonnements non essentiels.

Pour des raisons techniques ou d'exploitation, il peut être nécessaire d'appliquer des niveaux plus stricts que ceux du Tableau 2 pour protéger certains services dans certaines bandes de fréquences. Les niveaux appliqués pour protéger ces services doivent être fixés par une CMR. Des niveaux plus stricts peuvent également être fixés d'un commun accord entre les administrations concernées. En outre, il importe d'accorder une attention particulière aux rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels produits par les émetteurs afin de protéger les services de radioastronomie et les autres services passifs.

L'Annexe 4 présente des exemples de calcul et donne les niveaux maximaux absolus de puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels de catégorie A à partir des valeurs figurant dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels – Catégorie A

(Valeurs de l'affaiblissement recommandées utilisées pour calculer les niveaux de puissance maximaux autorisés des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels à utiliser, dans tous les pays, avec des équipements de radiocommunication)

Catégorie de service, conformément aux dispositions de l'Article 1 du RR ou au type d'équipement^{(1), (2)}	Affaiblissement (dB) inférieur à la puissance (W) fournie à la ligne de transmission de l'antenne
Tous les services, à l'exception des services énumérés ci-dessous:	43 + 10 log P , ou 70 dBc, selon la valeur qui est la moins contraignante
Services spatiaux (stations terriennes mobiles) ^{(3), (4)}	43 + 10 log P , ou 60 dBc, selon la valeur qui est la moins contraignante
Services spatiaux (stations terriennes fixes) ^{(3), (4)}	43 + 10 log P , ou 60 dBc, selon la valeur qui est la moins contraignante
Services spatiaux (stations spatiales) ^{(3), (5), (6)}	43 + 10 log P , ou 60 dBc, selon la valeur qui est la moins contraignante
Radiorepérage ⁽⁷⁾	43 + 10 log PEP , ou 60 dB, selon la valeur qui est la moins contraignante
Radiodiffusion télévisuelle ⁽⁸⁾	46 + 10 log P , ou 60 dBc, selon la valeur qui est la moins contraignante, sans excéder le niveau absolu de puissance moyenne de 1 mW pour les stations en ondes métriques ou de 12 mW pour les stations en ondes décimétriques. Toutefois, il faudra peut-être que l'affaiblissement soit plus élevé selon les cas
Radiodiffusion à MF	46 + 10 log P , ou 70 dBc, selon la valeur qui est la moins contraignante; le niveau absolu de puissance moyenne de 1 mW ne devrait pas être dépassé
Radiodiffusion en ondes hectométriques et décimétriques	50 dBc; le niveau absolu de puissance moyenne de 50 mW ne devrait pas être dépassé
Émissions à BLU provenant de stations mobiles ⁽⁹⁾	43 dB au-dessous de la PEP
Services d'amateur exploités au-dessous de 30 MHz (y compris en BLU) ⁽⁹⁾	43 + 10 log PEP , ou 50 dB, selon la valeur qui est la moins contraignante
Services exploités au-dessous de 30 MHz, à l'exception des services spatiaux, de radiorepérage, de radiodiffusion, des services en BLU exploités à partir de stations mobiles, et services d'amateur ⁽⁹⁾	43 + 10 log X , ou 60 dBc, selon la valeur qui est la moins contraignante où: $X = PEP$ pour la modulation BLU $X = P$ pour les autres types de modulation
Équipement radioélectrique à faible puissance ⁽¹⁰⁾	56 + 10 log P , ou 40 dBc, selon la valeur qui est la moins contraignante

TABLEAU 2 (*fin*)

Catégorie de service, conformément aux dispositions de l'Article 1 du RR ou au type d'équipement ^{(1), (2)}	Affaiblissement (dB) inférieur à la puissance (W) fournie à la ligne de transmission de l'antenne
Radiobalise de localisation des sinistres (RLS), émetteur de localisation d'urgence, balise de localisation personnelle, répéteur de recherche et de sauvetage, émetteurs de secours de navires, d'embarcations de sauvetage et d'engins de sauvetage; émetteurs terrestres, aéronautiques ou maritimes lorsqu'ils sont utilisés en cas de sinistre	Pas de limite

Notes relatives au Tableau 2:

P: puissance moyenne (W) fournie à la ligne de transmission de l'antenne, conformément au numéro **1.158** du RR. Dans le cas de transmission par salves, on mesure la puissance moyenne *P* et la puissance moyenne des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en calculant la puissance dont on a établi une moyenne sur la durée de la salve.

PEP: puissance d'enveloppe de crête (W) fournie à la ligne de transmission de l'antenne, conformément au numéro **1.157** du RR.

Lorsque le terme *P* est utilisé, il convient d'évaluer la puissance fournie à la ligne de transmission de l'antenne et les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels respectivement en termes de puissance moyenne et de puissance moyenne dans la largeur de bande de référence. Lorsque le terme *PEP* est utilisé, il convient d'évaluer la puissance fournie à la ligne de transmission de l'antenne et les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels respectivement en termes de puissance d'enveloppe de crête et de puissance d'enveloppe de crête dans la largeur de bande de référence. Cependant, lorsqu'il est difficile de mesurer les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en termes de *PEP* en raison de la nature même de ces rayonnements (bruit gaussien par exemple) on peut évaluer la puissance fournie à la ligne de transmission de l'antenne et les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en termes de puissance moyenne (voir l'Annexe 2).

dBc: décibels par rapport à la puissance de la porteuse non modulée de l'émission. En l'absence de porteuse, par exemple pour certains schémas de modulation numérique dans lesquels la porteuse est inaccessible aux mesures, le niveau de référence équivalent aux *dBc* s'exprime en décibels par rapport à la puissance moyenne *P*.

- (1) Dans certains cas de modulation numérique et d'émetteurs à bande étroite et à grande puissance pour toutes les catégories de service, il peut être difficile de respecter les limites fixées à $\pm 250\%$ de la largeur de bande nécessaire.
- (2) On utilisera la méthode de la p.i.r.e. présentée au § 3.3 de l'Annexe 2 lorsqu'il n'est pas facile d'avoir accès au connecteur reliant l'émetteur à la ligne de transmission de l'antenne.
- (3) Les limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels pour tous les services spatiaux sont indiquées dans une largeur de bande de référence de 4 kHz.
- (4) Les stations terriennes du service d'amateur par satellite fonctionnant au-dessous de 30 MHz sont dans la catégorie de service «services d'amateur exploités au-dessous de 30 MHz (y compris avec BLU)».

Notes relatives au Tableau 2 (fin):

- (5) Dans le cas d'un satellite fonctionnant avec plus d'un répéteur dans la même zone de service, et si l'on considère les limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels indiquées dans le Tableau 2, les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels d'un répéteur peuvent tomber sur une fréquence à laquelle émet un deuxième répéteur, associé. Dans ces cas, le niveau des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels provenant du premier répéteur est largement dépassé par les émissions fondamentales ou par les émissions dans le domaine des émissions hors bande du deuxième répéteur. Par conséquent, les limites ne devraient pas s'appliquer aux rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels d'un satellite qui tombent soit dans la largeur de bande nécessaire soit dans le domaine des émissions hors bande d'un autre répéteur sur le même satellite, dans la même zone de service (voir l'Appendice 3 du RR).
- (6) Les stations spatiales du service de recherche spatiale destinées à fonctionner dans l'espace lointain (au sens du numéro 1.177 du RR) ne sont pas assujetties aux limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels.
- (7) L'affaiblissement (dB) des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels des systèmes de radiopérage (radars au sens du numéro 1.100 du RR) doit être déterminé pour des niveaux d'émission rayonnés et non à la ligne d'alimentation de l'antenne. La méthode de mesure des niveaux des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels des radars devrait s'inspirer de la Recommandation UIT-R M.1177.
- (8) Pour les émissions de télévision analogique, le niveau de puissance moyenne est défini avec une modulation du signal vidéo particulière, ce signal doit être choisi de façon à ce que le niveau maximal de la puissance moyenne (par exemple, au niveau de suppression du signal vidéo pour les systèmes de télévision à modulation négative) soit fourni à la ligne de transmission de l'antenne.
- (9) Toutes les classes d'émission utilisant la BLU sont incluses dans la catégorie «BLU».
- (10) Dispositif radioélectrique de faible puissance ayant une puissance maximale en sortie inférieure à 100 mW et destiné aux communications de courtes distances ou des fins de commande. (Ces dispositifs ne sont en général pas soumis à des licences individuelles.)

4.3 Limites de la catégorie B

Le Tableau 3 donne les niveaux de puissance maximaux autorisés des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels, en termes de niveau de puissance pour toute composante non désirée appliquée par un émetteur à la ligne d'alimentation de l'antenne pour les équipements relevant de la catégorie B. Pour tous les services et systèmes qui ne sont pas énumérés dans ce Tableau, on applique les limites de la catégorie A.

TABLEAU 3
Limites de la catégorie B
(Voir les définitions du § 3.3 du *recommande*)

Type d'équipement	Limites	
Service fixe ^{(1), (2)}	- 50 dBm	pour $30 \text{ MHz} \leq f < 21,2 \text{ GHz}^{(3)}$
	- 30 dBm	pour $21,2 \text{ GHz} \leq f < (\text{voir le } \S 2.5 \text{ du } \textit{recommande})^{(3)}$
Service fixe – Station terminale (station d'extrémité munie d'inter- faces d'équipement d'abonné) ⁽¹⁾	- 40 dBm	pour $30 \text{ MHz} \leq f < 21,2 \text{ GHz}^{(3)}$
	- 30 dBm	pour $21,2 \text{ GHz} \leq f < (\text{voir le } \S 2.5 \text{ du } \textit{recommande})^{(3)}$
Systèmes d'accès hertzien large bande ⁽¹⁰⁾ fonctionnant entre 1 GHz et 6 GHz (toutes les stations d'émission)	-36 dBm	pour $9 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ GHz}^{(4)}$
	-30 dBm	pour $1 \text{ GHz} \leq f < (\text{voir le } \S 2.5 \text{ du } \textit{recommande})^{(4)}$

TABLEAU 3 (fin)

Type d'équipement	Limites
Service mobile terrestre (stations mobiles et stations de base)	<p>– 36 dBm pour $9 \text{ kHz} \leq f < 30 \text{ MHz}$</p> <p>– 36 dBm pour $30 \text{ MHz} \leq f < 1 \text{ GHz}^{(4)}$</p> <p>– 30 dBm pour $1 \text{ GHz} \leq f < (\text{voir le } \S 2.5 \text{ du } \textit{recommande})^{(4)}$</p>
Microstations	Voir les limites fixées dans la Recommandation UIT-R S.726
Radiodiffusion en modulation de fréquence	<p>$87,5 \text{ MHz} \leq f \leq 137 \text{ MHz}$:</p> <p>– 36 dBm pour $P < 9 \text{ dBW}$</p> <p>75 dBc pour $9 \text{ dBW} \leq P < 29 \text{ dBW}$</p> <p>– 16 dBm pour $29 \text{ dBW} \leq P < 39 \text{ dBW}$</p> <p>85 dBc pour $39 \text{ dBW} \leq P < 50 \text{ dBW}$</p> <p>– 5 dBm pour $50 \text{ dBW} \leq P$</p> <p>$30 \text{ MHz} < f < 87,5 \text{ MHz}$ et $137 \text{ MHz} < f < (\text{voir le } \S 2.5 \text{ du } \textit{recommande})$:</p> <p>– 36 dBm pour $P < 4 \text{ dBW}$</p> <p>70 dBc pour $4 \text{ dBW} \leq P < 40 \text{ dBW}$</p> <p>0 dBm pour $40 \text{ dBW} \leq P$</p>
<p>Systèmes radar du service de radiorepérage^{(5), (6)}:</p> <p>Stations de radiorepérage fixes⁽⁷⁾ (sauf les radars multifréquences, les radars à antenne réseau active⁽⁸⁾ et les radars météorologiques)</p> <p>Radars météorologiques (sauf les radars profileurs de vent)</p>	<p>Niveaux absolus (dBm de PEP dans la largeur de bande de référence) ou affaiblissement (dB) au-dessous de la puissance (PEP) (selon la valeur qui est la moins contraignante):</p> <p>–30 dBm ou 100 dB</p> <p>–30 dBm ou 100 dB, pour $\text{PEP} \leq 150 \text{ kW}$;</p> <p>–30 dBm ou 90 dB, pour $\text{PEP} > 150 \text{ kW}^{(9)}$</p>
Dispositifs à courte portée fonctionnant au-dessous de 30 MHz	<p>$29 - 10 \log(f(\text{kHz})/9) \text{ dB}(\mu\text{A/m})$ à 10 m pour $9 \text{ kHz} < f < 10 \text{ MHz}$</p> <p>–1 dB($\mu\text{A/m}$) à 10 m pour $10 \text{ MHz} < f < 30 \text{ MHz}$</p> <p>–36 dBm pour $30 \text{ MHz} \leq$ sauf aux fréquences $< 1 \text{ GHz}$</p> <p>–54 dBm pour f dans les bandes 47-74 MHz, 87,5-118 MHz, 174-230 MHz, 470-862 MHz</p> <p>–30 dBm pour $1 \text{ GHz} \leq f < (\text{voir le } \S 2.5 \text{ du } \textit{recommande})$</p>
Dispositifs à courte portée au-dessus de 30 MHz, réseaux radio locaux, bande banalisée (CB), téléphonie sans cordon et microphones sans fil	<p>–36 dBm pour $9 \text{ kHz} \leq$ sauf aux fréquences $< 1 \text{ GHz}$</p> <p>–54 dBm pour f dans les bandes 47-74 MHz, 87,5-118 MHz, 174-230 MHz, 470-862 MHz</p> <p>–30 dBm pour $1 \text{ GHz} \leq f < (\text{voir le } \S 2.5 \text{ du } \textit{recommande})$</p>

Notes relatives au Tableau 3:

P: Puissance moyenne (*W*) fournie à la ligne de transmission de l'antenne conformément au numéro **1.158** du RR. Dans le cas de transmissions par salves, on mesure la puissance moyenne, *P* et la puissance moyenne des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en calculant la puissance dont on a établi une moyenne sur la durée de la salve.

Les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels devraient être évalués en termes de puissance moyenne sauf pour les services de radiocommunication où ils devraient être évalués en termes de *PEP*. Cependant, lorsqu'il est difficile de mesurer les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en termes de *PEP* en raison de la nature même de ces rayonnements (bruit gaussien, par exemple) on peut évaluer la puissance fournie à la ligne de transmission de l'antenne et la puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en termes de puissance moyenne (voir l'Annexe 2).

f: Fréquence des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels.

- (1) Lorsque les administrations autorisent l'utilisation des systèmes d'accès hertzien fixe (FWA, *fixed wireless access*) utilisant des techniques mobiles de type cellulaires décrits dans la Recommandation UIT-R F.757, dans les mêmes bandes assignées localement aux systèmes mobiles terrestres ou à un système FWA utilisant une technique mobile terrestre, ces systèmes devraient être assujettis aux limites des rayonnements du service mobile terrestre dans le domaine des rayonnements non essentiels.
- (2) Les limites de la catégorie A s'appliquent au service fixe en ondes décimétriques.
- (3) Une largeur de bande de référence réduite est autorisée de part et d'autre des 250% de la largeur de bande nécessaire de l'émission (voir l'Annexe 5).
- (4) Une largeur de bande de référence réduite est autorisée de part et d'autre des 250% de la largeur de bande nécessaire de l'émission (voir l'Annexe 6).
- (5) L'affaiblissement (dB) des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels des systèmes de radiorepérage (radars au sens du numéro **1.100** du RR) doit être déterminé pour des niveaux d'émission rayonnés et non à la ligne d'alimentation de l'antenne. La méthode de mesure des niveaux des rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels des radars devrait s'inspirer de la Recommandation UIT-R M.1177.
- (6) Des pays européens et certains autres pays ont déterminé que, pour ce qui les concerne, les limites des rayonnements non essentiels de la catégorie B pour les systèmes radar devraient s'appliquer aux émetteurs utilisés dans leurs pays et installés après le 1er janvier 2006, exception faite des limites pour les radars météorologiques, qui s'appliquent à compter du 1er janvier 2012.
- (7) Selon les sites, les administrations peuvent autoriser l'utilisation d'équipements radar mobiles maritimes dans des installations fixes (radars des services du trafic des navires), en utilisant les limites appropriées pour les radars mobiles.
- (8) L'organe régional compétent devra entreprendre un complément d'étude; tout brouillage sera traité au cas par cas.
- (9) Selon les sites, une administration peut décider, compte tenu le cas échéant des problèmes potentiels de compatibilité transfrontière, de déployer des radars météorologiques dans la bande 2 700-2 900 MHz avec une puissance de crête supérieure à 750 kW sur la base d'un assouplissement des limites des rayonnements non essentiels. Un complément d'étude est nécessaire pour déterminer l'assouplissement possible par rapport à la limite des rayonnements non essentiels de 90 dB.
- (10) Les systèmes d'accès hertzien large bande sont utilisés pour le déploiement de réseaux d'accès radioélectriques dans le service fixe et dans le service mobile sur la même plate-forme. En principe, ils fonctionnent à des fréquences allant jusqu'à 6 GHz et utilisent des stations terminales dont le gain d'antenne est inférieur à environ 20 dBi.

4.4 Limites de la catégorie C

Le Tableau 4 donne les niveaux maximaux autorisés des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels, en termes de niveaux de puissance, pour toute composante non désirée appliquée par un émetteur à la ligne d'alimentation de l'antenne pour les équipements relevant de la catégorie C. Pour tous les services/systèmes qui ne sont pas énumérés dans ce Tableau, on applique les limites de la catégorie A.

TABLEAU 4

Limites de la catégorie C

(Voir les définitions du § 3.3 du *recommande*)

Type d'équipement	Affaiblissement au-dessous de la puissance fournie à la ligne de transmission de l'antenne ⁽¹⁾
Service mobile terrestre (150-174 Hz et 421-512 MHz)	50 + 10 log P ou 70 dBc pour des canaux de 12,5 kHz, selon la valeur qui est la moins contraignante 50 + 10 log P ou 65 dBc pour des canaux de 6,5 kHz, selon la valeur qui est la moins contraignante
Télémesure aéronautique ⁽²⁾	55 + 10 log P
Radiodiffusion en ondes décimétriques	80 dBc
Radiodiffusion MA et MF	43 + 10 log P ou 80 dBc, selon la valeur qui est la moins contraignante
Stations terriennes mobiles non OSG (service mobile par satellite, 1 610-1 660,5 MHz (les limites s'appliquent aux rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels dans la bande des 1 559-1 605 MHz)) ⁽³⁾	p.i.r.e. de -70 dB(W/MHz), et p.i.r.e. de -80 dBW dans une largeur de bande quelconque de 300 Hz

P : puissance moyenne (W) fournie à la ligne de transmission de l'antenne, conformément au numéro **1.158** du RR. Dans le cas de transmission par salves, on mesure la puissance moyenne P et la puissance moyenne de rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en calculant la puissance dont on a établi une moyenne sur la durée de la salve.

- (1) Pour les stations terriennes mobiles, les limites indiquées représentent des niveaux absolus de p.i.r.e. et non des valeurs de l'affaiblissement.
- (2) Dans ce cas particulier, la largeur de bande de référence devrait être de 3 kHz.
- (3) Proposé.

4.5 Limites de la catégorie D

Le Tableau 5 donne les niveaux maximaux autorisés des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels, en termes de niveaux de puissance, pour toute composante non désirée appliquée par un émetteur à la ligne d'alimentation de l'antenne pour les équipements relevant de la catégorie D. Pour tous les services/systèmes et pour les gammes de puissance de sortie qui ne sont pas énumérés dans ce Tableau, on applique les limites de la catégorie A.

TABLEAU 5

Limites de la catégorie D

(Voir les définitions du § 3.3 *recommande*)

Type d'équipement	Limites
Service fixe 30 MHz < f_0 ≤ 335,4 MHz 335,4 MHz < f_0 ≤ 470 MHz	60 dBc pour $P < 50$ W 0 dBm pour $10 \text{ kW} \leq P$ -26 dBm pour $P < 25$ W 70 dBc pour $25 \text{ W} \leq P < 10 \text{ kW}$ 0 dBm pour $10 \text{ kW} \leq P$
Service mobile maritime ⁽¹⁾ 30 MHz < f_0 ≤ 335,4 MHz	146 MHz < f ≤ 162,0375 MHz -26 dBm pour $P < 20$ W 69 dBc pour $20 \text{ W} \leq P < 400 \text{ W}$ $f \leq 146$ MHz et $162,0375 \text{ MHz} < f$ -20 dBm pour $P < 20$ W 63 dBc pour $20 \text{ W} \leq P < 100 \text{ W}$
Service mobile aéronautique ⁽²⁾ 118 MHz < f_0 ≤ 142 MHz 335,4 MHz < f_0 ≤ 470 MHz 830 MHz < f_0 ≤ 887 MHz ⁽²⁾	-16 dBm pour $P \leq 25$ W 60 dBc pour $P < 50$ W 0 dBm pour $10 \text{ kW} \leq P$ -26 dBm pour $P \leq 25$ W 70 dBc pour $25 \text{ W} < P$
BLU (Stations fixes et stations terrestres sauf stations côtières) $f_0 \leq 30$ MHz	50 dBc pour $P < 5$ W
Service mobile terrestre (Systèmes analogues pour téléphones portables/de voiture) (Téléphones numériques sans cordon et PHS) 1 893,65 MHz < f_0 ≤ 1 919,45 MHz	60 dBc pour $P < 50$ W 1 893,5 MHz < f ≤ 1 919,6 MHz -36 dBm $f \leq 1 893,5$ MHz et $1 919,6 \text{ MHz} < f$ -26 dBm

P : puissance moyenne (W) fournie à la ligne de transmission de l'antenne, conformément au numéro **1.158** du RR. Dans le cas de transmission par salves, on mesure la puissance moyenne P et la puissance moyenne des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en calculant la puissance dont on a établi une moyenne sur la durée de la salve.

f : fréquence des rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels.

f_0 : fréquence fondamentale.

(1) Pour les émissions F3E et pour les stations de navire ou les stations de communication à bord.

(2) Pour la radiotéléphonie d'aéronef.

4.6 Limites de la catégorie Z

Le Tableau 6 donne les limites de la catégorie Z pour les ITE relevant des classes A (équipements industriels) et B (équipements grand public). Les équipements relevant de la catégorie Z sont définis comme associant des équipements multimédias comportant des ITE à une fonction de transmission radioélectrique. Au cas où la partie informatique est amovible et peut fonctionner de manière autonome, chaque partie doit être testée séparément et on doit en vérifier la conformité aux limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels fixées par l'UIT-R ou par le CISPR. Si la partie informatique ne peut pas fonctionner de manière autonome, on doit appliquer les limites des catégories A, B, C ou D définies par l'UIT-R tout en procédant à des essais sur l'équipement en mode émission et on doit appliquer les limites définies par le CISPR lorsque l'équipement est en mode attente ou inactif. Les valeurs utilisées sont extraites de la Publication N° 32 du CISPR pour les fréquences inférieures à 1 GHz.

TABLEAU 6
Limites de la catégorie Z

(Limites des rayonnements applicables aux ITE spécifiés par la publication CISPR 32)

Fréquence (MHz)	E_{max} (dB(μ V/m))	Distance de mesure (m)	p.i.r.e. correspondante (dBm)
Classe A: applicable aux ITE industriels			
30-230	40 ⁽¹⁾	10	-49
230-1 000	47 ⁽¹⁾	10	-42
1 000-3 000	80 ⁽²⁾	3	-19
3 000-6 000	80 ⁽²⁾	3	-19
Classe B: applicable aux ITE grand public			
30-230	30 ⁽¹⁾	10	-59
230-1 000	37 ⁽¹⁾	10	-52
1 000-3 000	74 ⁽²⁾	3	-25
3 000-6 000	74 ⁽²⁾	3	-25

Pour les fréquences de transition, les limites inférieures indiquées dans le Tableau 6 s'appliquent.

(1) Limites de quasi-crête.

(2) Limites de crête.

Les p.i.r.e. correspondantes sont indiquées pour information: on suppose que le champ maximal doit être mesuré dans une chambre semi-anéchoïde ou sur un site d'essai en espace libre, conformément à la méthode de mesure adoptée par le CISPR en dessous de 1 GHz. La valeur obtenue est supérieure d'approximativement 4 dB aux mesures obtenues en espace libre.

5 Méthode de mesure

Les méthodes de mesure des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels sont décrites en détail dans l'Annexe 2.

6 Protection du service de radioastronomie et des services spatiaux utilisant des capteurs passifs

Il convient de tenir compte des critères de protection pour le service de radioastronomie et les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite utilisant des capteurs passifs lorsqu'on applique des limites aux rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels. Tous ces services peuvent être extrêmement sensibles au brouillage.

6.1 Service de radioastronomie

Il convient de porter une attention toute particulière au service de radioastronomie, du fait de son caractère passif et de la vulnérabilité de ses mesures, en ce qui concerne l'incidence des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels; les radioastronomes relèvent couramment des rapports signal/bruit variant entre -30 et -60 dB en utilisant de longs temps d'intégration. Les administrations sont instamment priées, dans la mesure du possible, de veiller à éviter les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels susceptibles de causer des brouillages au service de radioastronomie exploité conformément à l'Article **29** du RR. Lorsqu'elles mettent en service de nouveaux systèmes par satellite, les administrations sont priées de noter que les émetteurs placés à bord de satellites peuvent être à l'origine de graves brouillages causés au service de radioastronomie du fait des rayonnements non essentiels et des émissions hors bande qu'ils produisent, y compris dans les bandes latérales éloignées résultant de l'utilisation des techniques de modulation numérique. Il convient de tenir compte des seuils de brouillage pour la radioastronomie précisés dans la Recommandation UIT-R RA.769. Les seuils présentés dans les Tableaux 1 à 3 de cette même Recommandation sont indiqués pour référence et ne constituent pas des limites impératives applicables dans le cas général.

Pour les émetteurs placés à la surface de la Terre, si les limites fixées aux rayonnements non désirés n'offrent pas une protection suffisante pour le service de radioastronomie, on peut quelquefois atténuer les brouillages, par exemple en adoptant les solutions suivantes: effet d'écran du terrain, création par les administrations de zones de coordination, de protection ou d'exclusion et respect d'autres dispositions des Articles **15** et **29** du RR relatifs aux observatoires de radioastronomie.

6.2 Service d'exploration de la Terre par satellite et service de météorologie par satellite utilisant des capteurs passifs

La télédétection passive à partir de satellites joue un rôle de plus en plus important pour la collecte de paramètres relatifs à l'atmosphère (par exemple, température, teneur en vapeur d'eau, teneur en ozone et en autres gaz) ainsi que pour l'exploration de la surface de la Terre. La Recommandation UIT-R RS.2017 précise les seuils de brouillage pour la télédétection passive par satellite. Les seuils présentés dans le Tableau 2 de cette même Recommandation sont donnés à des fins de référence et n'ont pas un caractère obligatoire.

Annexe 1

Paramètres représentant les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels et unités associées

1 Paramètres représentant les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels

Les niveaux de rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels s'expriment généralement en termes de puissance ou de champ mesurés à une distance donnée ou en termes de puissance surfacique également mesurée à une certaine distance, toutes ces données étant mesurées dans une largeur de bande précise.

Même si le champ mesuré à une certaine distance de l'antenne d'émission est la valeur la plus importante qui permet d'évaluer et de mesurer les rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels, on considère comme suffisant pour le moment, de définir les paramètres de puissance des émetteurs, dans le cadre des études relatives aux brouillages radioélectriques et à la compatibilité électromagnétique.

1.1 Valeurs de puissance

De nombreux paramètres relatifs à la puissance rayonnée servent à évaluer les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels. Ils présentent tous des avantages et des inconvénients liés aux méthodes actuelles de mesure ainsi qu'à l'interprétation des valeurs obtenues.

1.1.1 Puissance appliquée à l'antenne (p.a.a.)

Cette puissance, qui est souvent utilisée dans les fréquences inférieures à 30 MHz ainsi que pour les équipements ayant des fréquences supérieures à 30 MHz et munis d'un connecteur d'antenne, est généralement facile à mesurer, sauf dans le cas où un émetteur est équipé d'une antenne intégrale ou encore dans le cas des systèmes à basse ou très basse fréquence et à puissance élevée.

Cette mesure de puissance représente la capacité réelle de l'émetteur en termes d'alimentation de l'antenne en rayonnements non essentiels, mais ne tient pas compte de l'antenne proprement dite et de sa capacité à émettre à des fréquences autres que celles pour lesquelles elle a été conçue.

1.1.2 Puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.)

Surtout utilisée pour les fréquences supérieures à 30 MHz (et la plupart du temps supérieures à 80 MHz), cette puissance permet de mieux définir la capacité qu'a le système émetteur (antenne comprise) d'émettre des rayonnements non désirés et éventuellement de causer un brouillage préjudiciable à d'autres services de radiocommunication. Il n'est pas facile de déduire la relation entre la puissance fournie à la borne ou au connecteur de l'antenne et la p.i.r.e., étant donné qu'on ne connaît généralement pas les caractéristiques des antennes hors de la bande pour laquelle elles ont été conçues.

Pour les équipements munis d'une antenne intégrale, la p.i.r.e. est le principal paramètre de puissance connu servant à caractériser les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels.

1.1.3 Puissance apparente rayonnée (p.a.r.)

La seule différence entre la p.i.r.e. et la p.a.r. est que cette dernière permet d'évaluer les rayonnements émis, non par une antenne isotrope, mais par un doublet demi-onde accordé. Il existe une différence constante de 2,15 dB entre la p.i.r.e. et la p.a.r.:

$$p.i.r.e. \text{ (dBm)} = p.a.r. \text{ (dBm)} + 2,15$$

1.2 Champ

Le champ brouilleur, E ou H , de l'antenne du récepteur brouillé est, en principe, la caractéristique qui permet de connaître les effets des rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels. Toutefois, il est assez difficile de déterminer dans tous les cas de figure possibles la relation entre la p.i.r.e. et le champ du fait de la propagation des ondes radioélectriques et d'autres phénomènes de couplage radioélectrique (diffraction par les bâtiments, effet d'écran, etc.), même si le calcul des limites de rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels ne tient compte que de certaines éventualités (situations types et situations les plus défavorables).

Le champ est une valeur habituellement mesurée à une certaine distance sur un site d'essai. Pour les mesures des perturbations et des brouillages causés par les appareils qui émettent des parasites, et notamment les équipements multimédias comportant des ITE, le CISPR recommande de procéder à des mesures types de champ à 10 m ou à 3 m sur un site d'essai ouvert étalonné ou dans une chambre semi-anéchoïde avec réseau de sol réfléchissant, ou dans une chambre entièrement anéchoïde sans réseau de sol réfléchissant.

1.3 Puissance surfacique

La puissance surfacique est généralement évaluée et mesurée au-dessus de 1 GHz pour les liaisons de radiocommunication par satellite et pour la radioastronomie.

2 Unités

2.1 Unités de puissance

Bien que, d'après le système international d'unités, l'unité de puissance soit le watt (W) les ouvrages spécialisés en télécommunication expriment la p.a.a., la p.i.r.e. ou la p.a.r. des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en diverses unités (par exemple dBpW, nW, dBm ou dBW) ou en des expressions équivalentes de puissance par largeur de bande de référence.

2.2 Unités de champ

L'unité de champ électrique E est le V/m. Dans la plupart des ouvrages spécialisés en télécommunication, le champ électrique est exprimé en $\mu\text{V/m}$ ou $\text{dB}(\mu\text{V/m})$.

L'unité de champ magnétique H est le A/m. Dans la plupart des ouvrages spécialisés en télécommunication, le champ magnétique est exprimé en $\mu\text{A/m}$ ou $\text{dB}(\mu\text{A/m})$.

2.3 Unités de puissance surfacique

L'unité de puissance surfacique est le W/m^2 . Dans la plupart des ouvrages consacrés aux télécommunications, la puissance surfacique est exprimée en $\text{dB}(\text{W/m}^2)$ ou en mW/cm^2 .

3 Relation entre la puissance, le champ électrique E et la puissance surfacique

On peut établir une relation simple pour les cas parfaits et optimaux (c'est-à-dire dans des conditions d'espace libre et de champ lointain) entre E (V/m), une distance D (m) séparant l'équipement émetteur radioélectrique et le point de mesure, la p.i.r.e. (W) et la puissance surfacique (W/m^2).

$$E = \frac{\sqrt{30 (p.i.r.e.)}}{D}$$

On peut calculer une valeur maximale de E qui représente la lecture maximale qu'on peut obtenir sur un terrain d'essai ouvert en réglant la hauteur de l'antenne de mesure. On obtient:

$$E_{max} \cong 1,6 E$$

Soit un gain de site de 4 dB. Le champ tel qu'il est exprimé par E (V/m) peut être converti en dB(μ V/m) comme suit:

$$E \text{ (dB}(\mu\text{V/m))} = 120 + 20 \log E$$

la puissance surfacique (pfd) (W/m^2) est:

$$pfd = E^2/(120\pi)$$

et la pfd (dB(W/m^2)) est:

$$pfd = 10 \log pfd$$

Le Tableau 7 établit une correspondance entre les valeurs de p.i.r.e. et de p.a.r., le champ (E , E_{max}) et la puissance surfacique pour différentes unités.

TABLEAU 7

Correspondance entre la p.i.r.e., la p.a.r., le champ E et la puissance surfacique

p.i.r.e. (dBm)	p.i.r.e. (nW)	p.i.r.e. (dB(pW))	p.i.r.e. (dBW)	p.a.r. (dBm)	Champ E en espace libre (dB(μ V/m)) à 10 m	Champ E_{max} en terrain d'essai ouvert (dB(μ V/m)) à 10 m	pfd en espace libre (dB(W/m^2)) à 10 m	pfd maximum en terrain d'essai ouvert (dB(W/m^2)) à 10 m
-90	0,001	0	-120	-92,15	-5,2	-1,2	-151,0	-147,0
-80	0,01	10	-110	-82,15	4,8	8,8	-141,0	-137,0
-70	0,1	20	-100	-72,15	14,8	18,8	-131,0	-127,0
-60	1	30	-90	-62,15	24,8	28,8	-121,0	-117,0
-50	10	40	-80	-52,15	34,8	38,8	-111,0	-107,0
-40	100	50	-70	-42,15	44,8	48,8	-101,0	-97,0
-30	1 000	60	-60	-32,15	54,8	58,8	-91,0	-87,0
-20	10 000	70	-50	-22,15	64,8	68,8	-81,0	-77,0
-10	100 000	80	-40	-12,15	74,8	78,8	-71,0	-67,0
0	1 000 000	90	-30	-2,15	84,8	88,8	-61,0	-57,0

Annexe 2

Méthodes de mesure des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels

1 Équipement de mesure

1.1 Récepteur sélectif de mesure

On peut utiliser un récepteur sélectif ou un analyseur de spectre pour la mesure de la puissance des rayonnements non essentiels appliquée à l'antenne et aux rayonnements par le coffret.

1.1.1 Fonctions de pondération de l'équipement de mesure

Il est recommandé d'utiliser des récepteurs de mesure dotés à la fois de fonctions de pondération moyenne et de crête.

1.1.2 Largeurs de bande de résolution

À titre d'orientation générale, la largeur de bande de résolution (mesurée aux points à -3 dB du filtre FI final) de l'équipement de mesure doit être égale aux largeurs de bande de référence données au § 4.1 du *recommande*. Pour améliorer la précision, la sensibilité et l'efficacité des mesures, la largeur de bande de résolution peut être différente de la largeur de bande de référence. Par exemple, une largeur de bande de résolution plus étroite est parfois nécessaire pour des émissions proches de la fréquence centrale. Lorsque la largeur de bande de résolution est inférieure à la largeur de bande de référence, le résultat doit être intégré sur la largeur de bande de référence (l'intégration doit se faire sur la base d'une somme de puissances à moins qu'on ne sache que les tensions des signaux parasites ne s'ajoutent et que le signal obéit à une loi intermédiaire, voir la Note 1). Lorsque la largeur de bande de résolution est supérieure à la largeur de bande de référence, le résultat pour les rayonnements à large bande non essentiels doit être normalisé sur le rapport des largeurs de bande. La normalisation n'est pas possible pour des rayonnements non essentiels discrets (à large bande).

Un facteur de correction pour la largeur de bande de résolution doit être introduit en fonction de la largeur de bande de résolution réelle du récepteur de mesure (par exemple, une largeur de bande de résolution à -6 dB) et de la nature des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels étudiés (par exemple, signal pulsé ou bruit gaussien).

NOTE 1 – Lorsque les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels sont mesurés en termes de PEP avec une largeur de bande de résolution plus étroite que la largeur de bande de référence, la somme des puissances peut ne pas être appropriée. Si la règle d'addition n'est pas connue, il convient d'évaluer l'ensemble des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels dans la largeur de bande de référence en utilisant les règles de la somme des puissances et de la somme des tensions. Dans tous les cas, si le niveau de l'ensemble des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels, calculé avec la méthode de la somme des tensions, est inférieur à la limite spécifiée, la limite est alors respectée. Si le niveau est supérieur à la limite spécifiée, la limite n'est pas respectée.

1.1.3 Largeur de bande vidéo

La largeur de bande vidéo doit être au moins égale à la largeur de bande de résolution, et de préférence trois à cinq fois supérieure.

1.1.4 Facteur de forme du filtre du récepteur de mesure

Un facteur de forme est un paramètre de sélectivité d'un filtre passe-bande et est généralement défini comme étant le rapport de la largeur de bande d'élimination spécifiée sur la largeur de bande spécifiée. Pour un filtre parfait, ce rapport est égal à 1. Cependant, les filtres réels ont une décroissance d'affaiblissement loin de celle du filtre parfait. Ainsi, les analyseurs de spectre qui simulent approximativement des filtres gaussiens en utilisant une batterie de filtres accordés pour répondre au signal tout en étant dans le mode de balayage, définissent en général un rapport pour des niveaux compris entre -60 dB et -3 dB allant de 5:1 à 15:1.

1.2 Filtre d'élimination de la fréquence fondamentale

Le rapport de la puissance de la fréquence fondamentale sur la puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels peut être de l'ordre de 70 dB ou plus. Un rapport de cet ordre peut souvent se traduire par la présence d'une fréquence fondamentale dont le niveau est suffisant pour produire des non-linéarités dans le récepteur sélectif. Par conséquent, un filtre d'élimination destiné à affaiblir la fréquence fondamentale à l'entrée du dispositif de mesure est en général nécessaire (si la fréquence d'émission des rayonnements non essentiels n'est pas trop proche de la fréquence fondamentale). Pour les gammes de fréquences bien au-dessus de la fréquence fondamentale (pour les harmoniques, par exemple), on peut utiliser un filtre passe-bande ou un filtre passe-haut. L'affaiblissement d'insertion de ce filtre pour les fréquences des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels ne doit pas être trop élevé. Cependant, la réponse en fréquence du filtre doit être parfaitement connue.

Des filtres d'élimination types à fréquence variable et à constantes localisées fonctionnant dans la gamme des ondes métriques et décimétriques présentent une perte d'insertion de 3 à 5 dB, voire moins et d'environ 2 à 3 dB au-dessus de 1 GHz.

Il existe des filtres quart d'onde passe-bande à cavité accordable pour des fréquences au-dessus de 50 MHz compte tenu de leurs dimensions. Ils présentent des affaiblissements d'insertion inférieurs à 1 dB. Des filtres d'élimination de bande à cavité présenteront un affaiblissement du même ordre pour les fréquences situées à 10% de la fréquence d'élimination.

Les récepteurs qui doivent couvrir de nombreuses bandes nécessitent en général un filtrage variable qui suit la fréquence d'accord du système mesuré. Les types de filtres variables qui conviennent aux mesures des rayonnements non essentiels sont des syntoniseurs à varactor ou des filtres YIG (grenat-yttrium-fer). Ces filtres ont un affaiblissement d'insertion supérieur aux filtres à fréquence fixe, mais ont des largeurs de bande plus faibles qui permettent des mesures à des fréquences très proches de la fréquence de l'émetteur.

Les syntoniseurs à varactor sont en général recommandés pour des fréquences comprises entre 50 MHz et 1 GHz. Ils offrent une largeur de bande à 3 dB qui est d'environ 5% de la fréquence d'accord et ont un affaiblissement d'insertion de 5 à 6 dB environ.

Les filtres YIG sont en général recommandés pour des fréquences comprises entre 1 et 18 GHz. Ils offrent une largeur de bande à 3 dB qui est d'environ 15 MHz à 2 GHz RF et d'environ 30 MHz à 18 GHz RF. Leur affaiblissement d'insertion est de 6 à 8 dB environ.

1.3 Dispositif de couplage

Les mesures sont faites en utilisant un coupleur directionnel pouvant supporter la puissance du signal d'émission à la fréquence fondamentale. L'impédance de ce coupleur doit correspondre à l'impédance de l'émetteur à la fréquence fondamentale.

1.4 Charge terminale

Pour mesurer la puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels, tout en utilisant la Méthode de mesure 1, il faut connecter l'émetteur à une charge d'essai ou à une charge terminale. Le niveau des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels dépend de l'adaptation d'impédance entre l'étage de sortie de l'émetteur, la ligne de transmission et la charge de mesure.

1.5 Antenne de mesure

Les mesures sont faites avec une antenne doublet accordée ou une antenne de référence dont le gain est connu par rapport à une antenne isotrope.

1.6 Condition de modulation

Chaque fois que cela est possible, les mesures sont effectuées avec la modulation nominale maximale dans des conditions de fonctionnement normal. Il peut être parfois utile de commencer les mesures sans modulation, afin de détecter certaines fréquences parasites particulières. Dans ce cas, il faut signaler que toutes les fréquences des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels peuvent ne pas être détectées et que la présence d'une modulation peut produire d'autres composantes de fréquence indésirables.

2 Limites des mesures

2.1 Limites de largeur de bande

Les limites de $\pm 250\%$ de la largeur de bande nécessaire déterminent le début de la bande de mesure de fréquence pour les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels conformément au § 2.3 du *recommande*. Dans certains cas, cela n'est pas possible car d'importantes erreurs de mesure peuvent apparaître du fait de la présence de rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels. Afin d'établir une nouvelle limite pour la largeur de bande de mesure des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels, un nouvel espacement de fréquence autre que $\pm 250\%$ de la largeur de bande nécessaire peut alors se justifier. De même, une largeur de bande de résolution plus faible peut être utilisée à l'intérieur des $\pm 250\%$ de la largeur de bande nécessaire.

La nouvelle limite et la largeur de bande (LB) de résolution sont liées par l'équation suivante:

$$\text{LB de résolution} \times \{(\text{Facteur de forme} - 1)\} \leq 2 \{(\text{Limite entre le domaine des émissions hors bande et le domaine des rayonnements non essentiels}) - (\text{LB nécessaire})/2\}$$

Cette équation montre que si la largeur de bande de résolution ne peut être changée, il faut calculer une nouvelle limite. L'inverse est également vrai.

Considérons un signal avec une largeur de bande nécessaire de 16 kHz, et une limite de $\pm 250\%$ (c'est-à-dire 40 kHz) qui ne peut être modifiée. Si le filtre de mesure à la largeur de bande de résolution a un facteur de forme de 15:1 et que l'élimination requise de la puissance de la porteuse dans la bande est de 60 dB, la largeur de bande de résolution doit donc être de 4,5 kHz environ comme le montre la formule suivante:

$$\text{LB de résolution requise} \leq 2 \{(\text{Limite}) - (\text{LB nécessaire})/2\}/(\text{Facteur de forme} - 1)$$

par conséquent:

$$\text{LB de résolution requise} \leq 2 (40 - 16/2)/(15 - 1)$$

par conséquent:

$$\text{LB de résolution requise} < 4,5 \text{ kHz}$$

Par ailleurs, avec le même signal et les mêmes paramètres du récepteur de mesure, si la largeur de résolution est fixée à 100 kHz, une nouvelle limite est calculée en remaniant la formule ci-dessus et en la résolvant pour la nouvelle limite; dans ce cas, si la largeur de bande de résolution est fixée 100 kHz, la nouvelle limite est 708 kHz.

2.2 Limites de sensibilité

Dans certaines conditions, la sensibilité des analyseurs de spectre disponibles sur le marché et les pertes dues aux transitions et au câble peuvent conduire à une sensibilité de mesure insuffisante. On peut pallier cet inconvénient en utilisant un amplificateur à faible bruit.

Dans les cas extrêmes, en général au-dessus de 26 GHz et principalement en raison de l'utilisation de mélangeurs externes dans le montage de test, il peut ne pas être possible d'obtenir une sensibilité suffisante pour vérifier que l'équipement sous test est conforme aux spécifications en présence d'une modulation. La mesure des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en ondes entretenues peut être corrigée, pour les émissions modulées, par une quantité égale à l'affaiblissement de modulation dans l'équipement sous test.

2.3 Limitations temporelles

Pour tout signal utile, lorsque l'amplitude du signal de sortie varie en fonction du temps (par exemple, en cas de modulation à enveloppe non constante), il peut être nécessaire d'effectuer dix mesures ou plus pour obtenir des résultats homogènes.

3 Méthodes de mesure

3.1 Introduction

Il existe deux grandes méthodes de mesure pour les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels décrites dans la présente Annexe. La Méthode 2 est décrite dans la Publication N° 16 du CISPR. Il faut veiller avec les Méthodes 1 et 2 que les rayonnements lors des tests ne causent pas de brouillage aux systèmes environnants et il faut également veiller à utiliser une fonction de pondération (voir le § 1.1.1) qui correspond à la puissance spécifiée dans les catégories A, B, C, D et Z.

- La Méthode 1a consiste à mesurer la puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels présents au niveau de la borne d'antenne de l'équipement sous test. Cette méthode doit être utilisée chaque fois qu'elle s'avère être pratique et appropriée.
- La Méthode 1b consiste à mesurer la puissance de rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels présents au niveau de la borne d'antenne de l'équipement sous test. Cette méthode peut être utilisée lorsque le filtre d'élimination de la fréquence fondamentale n'est pas disponible et lorsque la gamme dynamique du récepteur de mesure (éventuellement équipé d'un présélecteur) est suffisante.
- La Méthode 2 consiste à mesurer la p.i.r.e. non essentielle en utilisant un site de test approprié.

Pour les systèmes avec guides d'ondes, il faut utiliser la Méthode 2 étant donné que les guides d'ondes de terminaison d'un dispositif de transition peuvent être à l'origine de nombreux problèmes de test. Si l'accès de l'antenne est un about de guide d'ondes, les rayonnements à distance non essentiels peuvent être fortement atténués par la transition guide d'ondes-coaxial, à moins que des sections de guides d'ondes à transition progressive spécifiques soient placées dans le circuit de mesure de sorte à pouvoir utiliser la Méthode 1. De même, pour les émetteurs à ondes myriamétriques/kilométriques il faut

utiliser la Méthode 2 car la frontière entre émetteur, câble d'alimentation et antenne n'est pas toujours clairement définie.

La méthode de mesure pour les systèmes radars devrait être fondée sur la Recommandation UIT-R M.1177. Pour les systèmes pour lesquels il n'existe pas de méthodes de mesure acceptables, il convient de prendre toutes les mesures concrètes pour respecter les limites de puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels.

3.2 Méthode 1 – Mesure de la puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels à la borne d'antenne

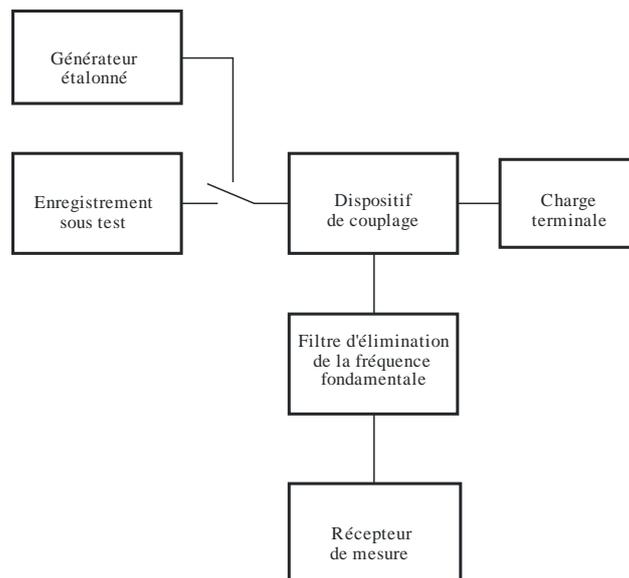
Cette méthode ne requiert pas de site de test particulier ou de chambre anéchoïde et les perturbations électromagnétiques ne doivent pas en principe affecter les résultats des tests. Chaque fois que cela sera possible, il faudra inclure dans la mesure le câble d'alimentation. Cette méthode ne prend pas en compte l'affaiblissement dû à la désadaptation d'antenne et l'inefficacité des rayonnements non essentiels ou la production active de rayonnements non essentiels par l'antenne proprement dite.

3.2.1 Méthode 1a – Mesure à l'aide d'un filtre d'élimination de la fréquence fondamentale

Le schéma synoptique du montage pour la mesure de la puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels à la borne d'antenne est représenté à la Fig. 1a.

FIGURE 1a

Méthode 1a: Montage pour la mesure de la puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels à la borne d'antenne à l'aide d'un filtre d'élimination de la fréquence fondamentale



SM.0329-01a

3.2.1.1 Approche directe

Dans cette approche, il faut étalonner chaque composant utilisé pour la mesure (filtres, coupleurs, câbles) ou étalonner ces dispositifs de connexion dans leur ensemble. L'étalonnage sera réalisé en utilisant un générateur de niveau réglable étalonné à l'entrée du récepteur de mesure. À chaque fréquence, f , le facteur d'étalonnage, k_f , est donné par la formule comme suit :

$$k_f = I_f - O_f$$

où:

- k_f : facteur d'étalonnage (dB) à la fréquence f
- I_f : puissance d'entrée (délivrée par le générateur étalonné) (dBW) ou (dBm) à la fréquence, f
- O_f : puissance de sortie (déterminée par le récepteur de mesure) dans la même unité que I_f , à la fréquence, f .

Ce facteur d'étalonnage représente l'affaiblissement total d'insertion de tous les dispositifs connectés entre le générateur et le récepteur de mesure.

Si l'on fait des mesures avec étalonnage de chaque dispositif, le facteur d'étalonnage de tout le montage de mesure est donné par la formule suivante:

$$k_{ms,f} = \sum_i k_{i,f}$$

où:

- $k_{ms,f}$: facteur d'étalonnage (dB) du montage de mesure, à la fréquence, f
- $k_{i,f}$: facteur d'étalonnage (dB) de chaque dispositif de la chaîne de mesure, à la fréquence, f .

Si pour la mesure des niveaux réels des rayonnements non essentiels, $P_{r,f}$ (dBW) ou (dBm) est la puissance lue sur le récepteur de mesure des rayonnements à la fréquence, f , dans le domaine des rayonnements non essentiels, la puissance réelle des rayonnements $P_{s,f}$ (même unité que $P_{r,f}$) à la fréquence, f , dans le domaine des rayonnements non essentiels, est donnée par l'équation suivante:

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f}$$

NOTE 1 – L'étalonnage des différents composants aboutira normalement à une plus grande incertitude dans les mesures en raison de l'affaiblissement de désadaptation.

3.2.1.2 Approche par substitution

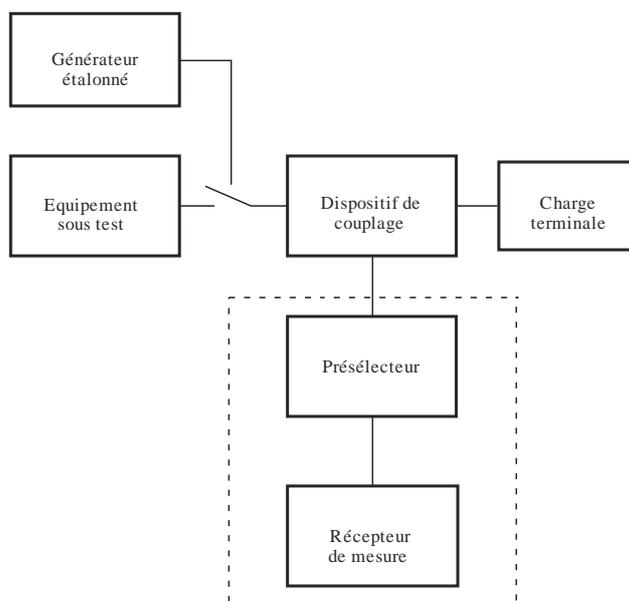
Cette méthode ne nécessite pas l'étalonnage de tous les composants de mesure. La valeur de puissance de sortie des rayonnements non essentiels est lue sur le dispositif de mesure. Puis, on remplace l'équipement sous test par un générateur étalonné dont on règle le niveau de puissance afin d'obtenir la même valeur qu'avec l'équipement sous test. La puissance délivrée par ce générateur est alors égale à la puissance du rayonnement dans le domaine des rayonnements non essentiels.

3.2.2 Méthode 1b – Mesure sans filtre d'élimination de la fréquence fondamentale

Cette méthode permet de procéder facilement à une mesure lorsqu'il n'y a pas de filtre d'élimination de la fréquence fondamentale. Le schéma synoptique du montage pour la mesure de la puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels à la borne d'antenne est représenté à la Fig. 1b.

FIGURE 1b

Méthode 1b: Montage pour la mesure de la puissance des rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels à la borne d'antenne sans filtre d'élimination de la fréquence fondamentale



SM.0329-01b

3.2.2.1 Approche directe

Le résultat des mesures peut être obtenu directement selon la méthode suivante:

- a) Mesure du niveau relatif pour le type d'équipement de la catégorie A

Affaiblissement par rapport à la puissance d'enveloppe de crête ou moyenne totale = $B - D$
où:

B : puissance d'enveloppe de crête ou moyenne de l'émission fondamentale relevée sur le récepteur de mesure

D : puissance maximale du rayonnement dans le domaine des rayonnements non essentiels relevée sur le récepteur de mesure; la valeur de $(B - D)$ peut être directement comparée aux limites relatives pour la catégorie A

- b) Mesure du niveau absolu pour les types d'équipement de la catégorie A ou B

Puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels = $D + C$

où:

C : facteur de couplage du dispositif de couplage à la fréquence du rayonnement dans le domaine des rayonnements non essentiels.

D : puissance maximale du rayonnement dans le domaine des rayonnements non essentiels relevée sur le récepteur de mesure.

La valeur de $(D + C)$ peut être directement comparée aux valeurs absolues pour les catégories A et B.

3.2.2.2 Approche par substitution

La Méthode 1b peut aussi utiliser l'approche par substitution décrite au § 3.2.1.2 pour les mesures des niveaux absolus.

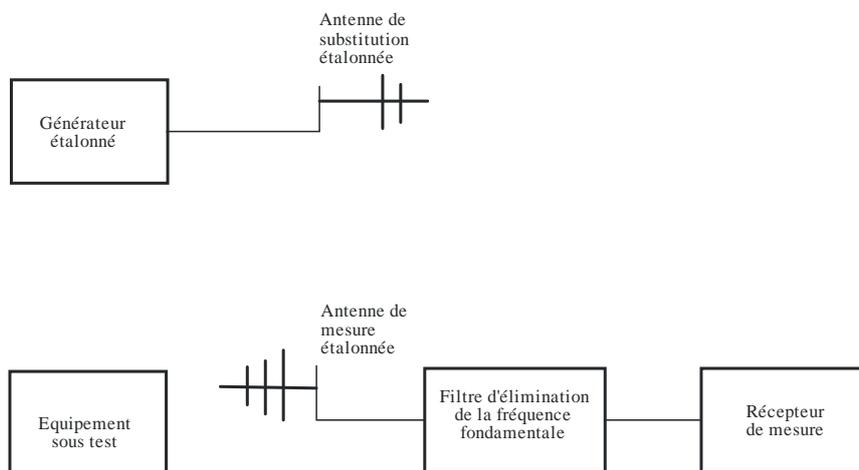
3.3 Méthode 2 – Mesure de la p.i.r.e. des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels

Le schéma synoptique du montage pour la mesure de la p.i.r.e. des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels est représenté à la Fig. 2.

Les mesures doivent être effectuées en champ lointain, ce qui est souvent difficile aux très basses fréquences ou pour certaines combinaisons de fréquences et de tailles d'antenne (par exemple: à 14 GHz et avec une parabole de 1,2 m, il faut une distance d'environ 140 m pour être en champ lointain). Les mesures de la p.i.r.e. des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels dans une direction quelconque, sous plusieurs polarisations et pour toutes les fréquences peuvent être vraiment très longues à effectuer, bien que des techniques permettant de vérifier la conformité peuvent réduire la charge de travail. Pour l'application de cette méthode à la mesure sur des radars, on s'inspirera de la Recommandation UIT-R M.1177.

FIGURE 2

Montage pour la mesure de la p.i.r.e. des rayonnements non essentiels



SM.0329-02

3.3.1 Site de mesure pour les mesures des rayonnements

Pour les fréquences comprises entre 30 et 1 000 MHz, les sites de mesure devront être validés par des mesures d'atténuation du site à la fois pour les champs de polarisation horizontaux et verticaux. Un site de mesure sera considéré comme acceptable si les affaiblissements horizontaux et verticaux mesurés du site se trouvent dans les limites de ± 4 dB de l'affaiblissement théorique de site.

Le site de mesure doit être plat et ne pas comporter de câbles aériens et de structures réfléchissantes proches; il doit être suffisamment vaste pour permettre l'installation de l'antenne à la distance spécifiée et avoir un espacement adéquat entre l'antenne, l'équipement sous test et les structures réfléchissantes. Les structures dont le matériau de construction est essentiellement conducteur sont dites réfléchissantes. Le site de mesure doit être équipé d'un plan de sol métallique horizontal. Le site de mesure devra être conforme aux conditions d'affaiblissement requises du site spécifiées dans la Publication N° 16-1-4 de la CEI/CISPR pour les sites de mesure ouverts.

Les mesures pourront également être effectuées dans une salle semi anéchoïde. Dans ce cas, les murs et le plafond de la salle blindée sont recouverts de matériaux absorbants de sorte qu'il y a peu de réflexion des ondes. Il importera d'effectuer des mesures de validation de ces chambres anéchoïdes afin de s'assurer que les mesures d'affaiblissement du site peuvent être réalisées dans les limites du critère à ± 4 dB (voir également la Publication N° 16-1-4 de la CEI/CISPR).

Pour les sites de mesure ouverts et les pièces semi anéchoïdes, le plan de sol conducteur devra s'étendre au moins à 1 m au-delà de la périphérie de l'équipement sous test et de la plus grande antenne de mesure et couvrir la zone entière comprise entre l'équipement sous test et l'antenne. Il sera en métal sans trous ni intervalles, ses dimensions seront supérieures au dixième de la longueur d'onde correspondant à la fréquence de mesure la plus élevée. Un plan de sol de taille plus importante pourra être nécessaire lorsque les conditions en matière d'affaiblissement du site de mesure ne sont pas satisfaites. Ces conditions sont également applicables aux chambres semi-anéchoïdes.

On trouve maintenant de nouveaux équipements sur les sites de mesure des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels. Il peut s'agir de diverses chambres telles des chambres totalement anéchoïdes, des chambres à agitateur (SMC, *stirred mode chambers*), des systèmes à ondes électromagnétiques transverses (TEM) ou TEM en gigahertz (GTEM). Les chambres à agitateur sont décrites dans la Publication N° 16-1-4 de la CEI/CISPR. Ces systèmes de mesure relativement nouveaux ne sont pas encore acceptés par tous les organismes de normalisation. Étant donné que la norme CEI 61000-4-20 (TEM) et la norme CEI 61000-4-21 (SMC) ont déjà été publiées, les techniques utilisées avec ces systèmes devraient être réexaminées lors d'une prochaine réactualisation de la présente Recommandation, afin d'y inclure certains détails relatifs à leur utilisation.

3.3.2 Approche directe

Dans cette approche, il est nécessaire d'étalonner tous les composants de mesure individuellement (filtres, câbles) ou d'étalonner l'ensemble du système de mesure. On se reportera au § 3.2.1 relatif à l'approche directe pour la détermination du facteur d'étalonnage du système de mesure à la fréquence, f .

La p.i.r.e. des rayonnements, $P_{s,f}$, à la fréquence, f , dans le domaine des rayonnements non essentiels est donnée dans des conditions d'espace libre par l'équation:

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f} - G_f + 20 \log f + 20 \log d - 27,6$$

où:

- $P_{r,f}$: puissance (dBW ou dBm, même unité que $P_{s,f}$) du rayonnement dans le domaine des rayonnements non essentiels lue sur le récepteur de mesure à la fréquence, f
- $k_{ms,f}$: facteur d'étalonnage (dB) du montage de mesure à la fréquence, f (généralement positive)
- G_f : gain (dBi) de l'antenne de mesure étalonnée à la fréquence, f
- f : fréquence (MHz) du rayonnement dans le domaine des rayonnements non essentiels
- d : distance (m) entre l'antenne d'émission et l'antenne de mesure étalonnée.

De plus, il faut tenir compte du gain dû aux réflexions lorsqu'on utilise un site de mesure ouvert.

3.3.3 Approche par substitution

Dans cette approche, on utilise une antenne de substitution étalonnée et un générateur étalonné, la source de test étant réglée pour obtenir le même signal non essentiel reçu.

3.4 Mesure spéciale des rayonnements par le coffret

Pour pouvoir mesurer les rayonnements non essentiels provenant du coffret, on peut utiliser la Méthode 2. Dans cette méthode, il faut remplacer l'antenne de l'équipement sous test par une charge terminale étalonnée et d'utiliser les approches indiquées ci-dessus pour la Méthode 2 afin d'obtenir la p.i.r.e. La charge fictive de terminaison doit être placée dans une petite enceinte blindée distincte

afin que les rayonnements provenant de la charge ne perturbent pas la mesure des rayonnements provenant du coffret étudié. De plus, les câbles et les connexions peuvent être à l'origine de rayonnement et perturber les mesures, il faut donc utiliser des câbles à double blindage ou placer les câbles dans des enceintes blindées.

Annexe 3

Niveaux seuil de brouillage pour le service de radioastronomie et les services utilisant des détecteurs passifs

1 Introduction

Les niveaux seuil de brouillage pour le service de radioastronomie, le service d'exploration de la Terre par satellite et le service de météorologie par satellite utilisant des détecteurs passifs sont spécifiés dans les Recommandations UIT-R RA.769 et UIT-R RS.2017. La présente Annexe donne un récapitulatif des niveaux spécifiés dans ces Recommandations.

2 Service de radioastronomie (Recommandation UIT-R RA.769)

Les Tableaux 1 à 3 de la Recommandation UIT-R RA.769 donnent les niveaux seuil de brouillage préjudiciable au service de radioastronomie en termes de puissance surfacique. Ces valeurs sont calculées à partir d'observations avec une seule antenne et réception dans les lobes latéraux de gain 0 dBi avec un temps d'intégration de 2 000 s. Les valeurs de la puissance surfacique données dans les Tableaux 1 à 3 de la Recommandation UIT-R RA.769 sont applicables en général, sauf pour les satellites OSG pour lesquels la puissance surfacique est plus stricte de 15 dB qu'indiqué.

L'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R RA.769 décrit la méthode de calcul de la sensibilité de divers systèmes de radioastronomie actuellement utilisés. Elle indique également, pour les valeurs supposées de paramètres de systèmes, les niveaux sous forme de tableaux des brouillages cumulés préjudiciables aux mesures du continuum et des raies spectrales pour différentes bandes attribuées au service de radioastronomie.

Les paramètres choisis pour obtenir ces niveaux sont représentatifs de nombreux types de systèmes et de mesures en radioastronomie et constituent une norme acceptable admise dans le service de radioastronomie. Cependant, il peut exister des circonstances propres à certains systèmes de radioastronomie, fonctionnant à un moment donné et en un emplacement donné dans une bande particulière où d'autres valeurs de ces paramètres peuvent être utilisées dans le cadre de la même méthodologie pour obtenir un niveau de brouillage préjudiciable plus approprié. En outre, pour l'analyse des brouillages causés par certains types de systèmes (par exemple, des satellites OSG ou des systèmes à plusieurs satellites), il peut être nécessaire de procéder à un ajustement systématique des niveaux spécifiés dans la Recommandation UIT-R RA.769. De même, lorsque les niveaux indiqués dans les Tableaux 1 à 3 de la Recommandation UIT-R RA.769 sont appliqués ou qu'il est fait référence à ces valeurs, il convient de tenir compte des hypothèses utilisées pour les obtenir. On consultera ces mêmes tableaux pour de plus amples informations concernant les valeurs des niveaux de seuil de brouillage préjudiciable au service de radioastronomie.

3 Télédétection passive du service d'exploration de la Terre par satellite et du service de météorologie par satellite (Recommandation UIT-R RS.2017)

La Recommandation UIT-R RS.2017 présente les niveaux de brouillage admissibles causés aux systèmes de télédétection passive par satellite. Les données de gain et d'altitude des systèmes SETS (passive) figurent dans la Recommandation UIT-R RS.1861 pour les systèmes fonctionnant entre 1,4 et 275 GHz, et dans le Rapport UIT-R RS.2431 pour les systèmes fonctionnant entre 275 et 450 GHz. Il faut noter que pour les télédétecteurs spatiaux, l'antenne du détecteur est normalement dirigée vers la surface de la Terre.

Annexe 4

Exemples d'application de la relation $43 + 10 \log P$ pour le calcul des conditions d'affaiblissement

Tous les rayonnements non désirés sont au moins à x dB en dessous de la puissance moyenne totale P , c'est-à-dire à $-x$ dBc. La puissance P (W) doit être mesurée dans une bande suffisamment large pour inclure la puissance moyenne totale. Les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels doivent être mesurés dans les largeurs de bande de référence spécifiées dans la présente Recommandation. La mesure de la puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels est indépendante de la valeur de la largeur de bande nécessaire. Il convient de noter que l'affaiblissement de $43 + 10 \log P$ donne toujours un niveau absolu de puissance des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels de -43 dBW ou -13 dBm. Étant donné que cette limite absolue de puissance d'émission peut devenir trop stricte pour les émetteurs de forte puissance, d'autres puissances relatives sont également indiquées dans le Tableau 2.

Exemple 1

Pour un émetteur mobile terrestre de largeur de bande nécessaire quelconque, l'affaiblissement des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels doit être de $43 + 10 \log P$ ou de 70 dBc, en retenant la valeur la moins stricte. Pour mesurer les rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels entre 30 et 1 000 MHz, la présente Recommandation dans son § 4.1 du *recommande* préconise l'utilisation d'une largeur de bande de référence de 100 kHz. Pour d'autres gammes de fréquences, on doit utiliser pour les mesures des largeurs de bande de référence appropriées données au § 4.1 du *recommande*.

Avec une puissance moyenne totale mesurée de 10 W:

affaiblissement par rapport à la puissance moyenne totale = $43 + 10 \log 10 = 53$ dB;

la valeur de 53 dBc est moins stricte que la valeur de 70 dBc, on retient donc la valeur de 53 dBc.

Par conséquent:

les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels ne doivent pas être supérieurs à 53 dBc dans une largeur de bande de référence de 100 kHz, ou à son équivalent en valeur absolue;

les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels ne doivent pas être supérieurs à $10 \text{ dBW} - 53 \text{ dBc} = -43 \text{ dBW}$ dans une largeur de bande de référence de 100 kHz.

Avec une puissance moyenne totale mesurée de 1 000 W:

affaiblissement par rapport à la puissance moyenne totale = $43 + 10 \log 1\,000 = 73$ dB;

la valeur de 73 dBc est plus stricte que la limite de 70 dBc, on retient donc la valeur de 70 dBc.

Par conséquent:

les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels ne doivent pas être supérieurs à 70 dBc dans une largeur de bande de référence de 100 kHz, ou à son équivalent en valeur absolue;

les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels ne doivent pas être supérieurs à $30 \text{ dBW} - 70 \text{ dBc} = -40 \text{ dBW}$ dans une largeur de bande de référence de 100 kHz.

Exemple 2

Pour un émetteur des services spatiaux de largeur de bande nécessaire quelconque, l'affaiblissement des rayonnements du domaine des rayonnements non essentiels doit être égal à $43 + 10 \log P$, ou à 60 dBc, en retenant la valeur la moins contraignante. Pour la mesure des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels à une fréquence quelconque, la Note⁽³⁾ du Tableau 2 indique qu'il faut utiliser une largeur de bande de référence de 4 kHz.

Avec une puissance moyenne totale mesurée de 20 W:

affaiblissement par rapport à la puissance moyenne totale = $43 + 10 \log 20 = 56$ dB;

la valeur de 56 dBc est moins stricte que la limite de 60 dBc, on retient donc la valeur de 56 dBc.

Par conséquent:

les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels ne doivent pas être supérieurs à 56 dBc dans une largeur de bande de référence de 4 kHz, ou à son équivalent en valeur absolue;

les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels ne doivent pas être supérieurs à $13 \text{ dBW} - 56 \text{ dBc} = -43 \text{ dBW}$ dans une largeur de bande de référence de 4 kHz.

TABLEAU 8

Niveaux absolus de la catégorie A des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels

Catégorie de service conformément à l'Article 1 du RR ou type d'équipement ^{(1), (2)}	Puissance maximale (dBm) autorisée des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels dans les largeurs de bande de référence applicables (voir le § 4.1 du <i>recommande</i>) et les puissances P , puissance d'enveloppe de crête (PEP) et X (W)	
Tous les services à l'exception des services énumérés ci-dessous	-13 dBm $10 \log P - 40$	pour $P \leq 500 \text{ W}$ pour $P > 500 \text{ W}$
Services spatiaux (stations terriennes mobiles) ^{(3), (4)}	-13 dBm $10 \log P - 30$	pour $P \leq 50 \text{ W}$ pour $P > 50 \text{ W}$
Services spatiaux (stations terriennes fixes) ^{(3), (4)}	-13 dBm $10 \log P - 30$	pour $P \leq 50 \text{ W}$ pour $P > 50 \text{ W}$

TABLEAU 8 (fin)

Catégorie de service conformément à l'Article 1 du RR ou type d'équipement ^{(1), (2)}	Puissance maximale (dBm) autorisée des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels dans les largeurs de bande de référence applicables (voir le § 4.1 du <i>recommande</i>) et les puissances P , puissance d'enveloppe de crête (PEP) et X (W)	
Services spatiaux (stations spatiales) ^{(3), (5), (6)}	-13 dBm $10 \log P - 30$	pour $P \leq 50$ W pour $P \geq 50$ W
Radiolocalisation ⁽⁷⁾	-13 dBm $10 \log PEP - 30$	pour $PEP \leq 50$ W pour $PEP > 50$ W
Radiodiffusion télévisuelle ⁽⁸⁾ Émetteurs en ondes métriques	-16 dBm $10 \log P - 30$ 0 dBm	pour $P \leq 25$ W pour $25 \text{ W} < P \leq 1\,000$ W pour $P > 1\,000$ W
Radiodiffusion télévisuelle ⁽⁸⁾ Émetteurs en ondes décimétriques	-16 dBm $10 \log P - 30$ 10,8 dBm	pour $P \leq 25$ W pour $25 \text{ W} < P \leq 12\,000$ W pour $P > 12\,000$ W
Radiodiffusion MF	-16 dBm $10 \log P - 40$ 0 dBm	pour $P \leq 250$ W pour $250 \text{ W} < P \leq 10\,000$ W pour $P > 10\,000$ W
Radiodiffusion MF/ondes décamétriques	$10 \log P - 20$ 17 dBm	pour $P \leq 5\,000$ W pour $P > 5\,000$ W
BLU à partir de stations mobiles ⁽⁹⁾	$10 \log PEP - 13$	
Services d'amateur fonctionnant en dessous de 30 MHz (y compris la BLU amateur) ⁽⁹⁾	-13 dBm $10 \log PEP - 20$	pour $PEP \leq 5$ W pour $PEP > 5$ W
Services exploités en dessous de 30 MHz sauf les services spatiaux de radiolocalisation, de radiodiffusion, ceux utilisant la BLU à partir de stations mobiles et d'amateur ⁽⁹⁾	-13 dBm $10 \log X - 30$ où:	pour $X \leq 50$ W pour $X > 50$ W $X = PEP$ pour la modulation BLU $X = P$ pour les autres types de modulation
Équipement radio avec dispositif de faible puissance ⁽¹⁰⁾	-26 dBm $10 \log P - 10$	pour $P \leq 0,025$ W pour $0,025 \text{ W} < P < 0,100$ W
RLS, émetteur de localisation d'urgence, balise de localisation personnelle et répéteur de recherche et de sauvetage, émetteurs de secours de navires, d'embarcations de sauvetage et d'engins de sauvetage, émetteurs terrestres, aéronautiques ou maritimes lorsqu'ils sont utilisés en cas de sinistre	Pas de limite	

P : puissance moyenne (W) fournie à la ligne de transmission de l'antenne conformément au numéro **1.158** du RR. Dans le cas de transmission par salves, on mesure la puissance moyenne P et la puissance moyenne des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en calculant la puissance dont on a établi une moyenne sur la durée de la salve.

PEP : puissance d'enveloppe de crête (W) fournie à la ligne d'alimentation de l'antenne, conformément au numéro **1.157** du RR.

Notes relatives au Tableau 8 (fin):

Lorsque le terme P est utilisé, il convient d'évaluer la puissance fournie à la ligne de transmission de l'antenne et les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels respectivement en termes de puissance moyenne et de puissance moyenne dans la largeur de bande de référence. Lorsque le terme PEP est utilisé, il convient d'évaluer la puissance fournie à la ligne de transmission de l'antenne et les rayonnements non essentiels respectivement en termes de puissance d'enveloppe de crête et de puissance d'enveloppe de crête dans la largeur de bande de référence. Cependant, lorsqu'il est difficile de mesurer les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en termes de PEP en raison de la nature même de ces rayonnements (bruit gaussien par exemple) on peut évaluer la puissance fournie à la ligne de transmission de l'antenne et les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels en termes de puissance moyenne (voir l'Annexe 2).

dBc: décibels par rapport à la puissance de la porteuse non modulée de l'émission. En l'absence de porteuse, par exemple pour certains schémas de modulation numérique dans lesquels la porteuse est inaccessible aux mesures, le niveau de référence équivalent aux dBc s'exprime en décibels par rapport à la puissance moyenne, *P*.

- (1) Dans certains cas de modulation numérique et d'émetteurs à bande étroite et à grande puissance pour toutes les catégories de service, il peut être difficile de respecter les limites fixées à 250% de la largeur de bande nécessaire.
- (2) On utilisera la méthode de la p.i.r.e. présentée au § 3.3 de l'Annexe 2 lorsqu'il n'est pas facile d'avoir accès au connecteur reliant l'émetteur à la ligne de transmission de l'antenne.
- (3) Les limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels pour tous les services spatiaux sont indiquées dans une largeur de bande de référence de 4 kHz.
- (4) Les stations terriennes du service d'amateur par satellite fonctionnant au-dessous de 30 MHz sont de la catégorie de service «services d'amateur exploités au-dessous de 30 MHz (y compris avec BLU)».
- (5) Dans le cas d'un satellite fonctionnant avec plus d'un répéteur dans la même zone de service, et si l'on considère les limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels indiquées dans le Tableau 10, les rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels d'un répéteur peuvent tomber sur une fréquence à laquelle émet un deuxième répéteur, associé. Dans ces cas, le niveau des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels provenant du premier répéteur est largement dépassé par les émissions fondamentales ou par les émissions du domaine des émissions hors bande du deuxième répéteur. Par conséquent, les limites ne devraient pas s'appliquer aux rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels d'un satellite qui tombent soit dans la largeur de bande nécessaire soit dans le domaine des émissions hors bande d'un autre répéteur sur le même satellite, dans la même zone de service (voir l'Appendice 3 du RR).
- (6) Les stations spatiales du service de recherche spatiale destinées à fonctionner dans l'espace lointain (au sens du numéro 1.177 du RR) ne sont pas assujetties aux limites des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels.
- (7) L'affaiblissement (dB) des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels des systèmes de radiopérage (radars au sens du numéro 1.100 du RR) doit être déterminé pour des niveaux d'émission rayonnés et non à la ligne d'alimentation de l'antenne. La méthode de mesure des niveaux des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels des radars devrait s'inspirer de la Recommandation UIT-R M.1177.
- (8) Pour les émissions de télévision analogique, le niveau de la puissance moyenne est défini avec une modulation du signal vidéo particulière, ce signal doit être choisi de façon à ce que le niveau maximal de la puissance moyenne (par exemple, au niveau de suppression du signal vidéo pour les systèmes de télévision à modulation négative) soit appliquée sur la ligne de transmission de l'antenne.
- (9) Toutes les classes d'émission utilisant la BLU sont incluses dans la catégorie BLU.
- (10) Dispositif radioélectrique de faible puissance ayant une puissance maximale en sortie inférieure à 100 mW et destiné aux communications sur de courtes distances ou à des fins de commande. (Ces dispositifs ne sont en général pas soumis à des licences individuelles.)

Annexe 5

Largeur de bande de référence pour les limites de la catégorie B Cas du service fixe

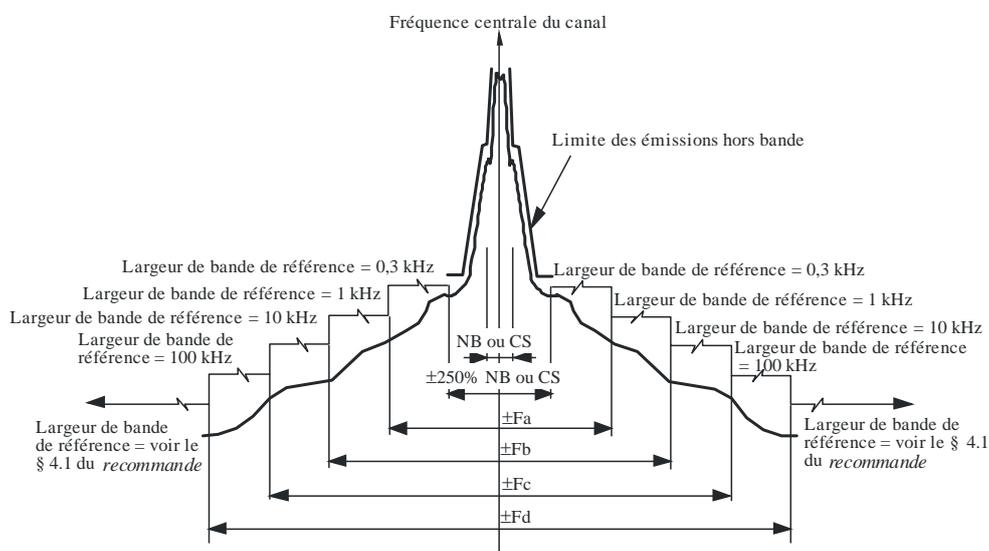
Les faisceaux hertziens à modulation analogique ou numérique qui présentent généralement un bon rendement spectral ne peuvent pas respecter les limites de la catégorie B pour des fréquences très voisines en raison du bruit large bande qu'ils génèrent. Il est donc nécessaire d'établir des crans génériques de largeur de bande de référence pour produire une zone de transition correspondant à la densité spectrale.

Le gabarit générique de référence est présenté à la Fig. 3; le Tableau 9 indique les séparations entre crans qui sont fonction de l'espacement entre les canaux (CS, *channel separation*) ou de la largeur de bande nécessaire (NB, *necessary bandwidth*).

FIGURE 3

Gabarit générique des rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels pour des stations du service fixe relevant de la catégorie B

(voir le Tableau 9)



Note 1 – Les crans de fréquence $\pm Fd$ ne sont pas applicables en dessous de 1 GHz.
Les crans de fréquence $\pm Fc$ ne sont pas applicables en dessous de 30 MHz.
Les crans de fréquence $\pm Fb$ ne sont pas applicables en dessous de 150 kHz.

TABLEAU 9

Gabarit générique des rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels pour des stations de service fixe relevant de la catégorie B

(voir la Fig. 3)

Fréquence d'émission fondamentale	CS (MHz)	Fréquence symbolique type (~Mbit/s)	Largeur de bande de référence de 0,3 kHz	Largeur de bande de référence de 1 kHz	Largeur de bande de référence de 10 kHz	Largeur de bande de référence de 100 kHz
			Fa (MHz)	Fb (MHz)	Fc (MHz)	Fd (MHz)
Au-dessous de 21,2 GHz (stations terminales)	$0,01 \leq CS < 1$	$F_s \cong 0,006 - 0,8$	–	–	14	70
	$1 \leq CS < 10$	$F_s \cong 0,6 - 8$	–	–	28	70
	$CS \geq 10$	$F_s \sim > 6$	–	–	49 ⁽¹⁾	70 ⁽¹⁾
Au-dessous de 21,2 GHz (autres stations)	$0,01 \leq CS < 1$	$F_s \cong 0,006 - 0,8$	3,5	7	14	70
	$1 \leq CS < 10$	$F_s \cong 0,6 - 8$	–	14 ⁽¹⁾	28	70
	$CS \geq 10$	$F_s \sim > 6$	–	–	49 ⁽¹⁾	70 ⁽¹⁾
Au-dessus de 21,2 GHz (toutes les stations)	$1 \leq CS < 10$	$F_s \cong 0,6 - 8$	–	–	–	70
	$CS \geq 10$	$F_s > \sim 6$	–	–	–	–

⁽¹⁾ Pas applicable si le CS dépasse de plus de 250% ces valeurs.

Annexe 6

Largeur de bande de référence pour les limites de la catégorie B Cas du service mobile terrestre

Les systèmes à modulation analogique à bande étroite du service mobile terrestre, présentant des puissances en sortie de plus de 1 W et fonctionnant au-dessus de 30 MHz ainsi que les systèmes à modulation numérique du service mobile terrestre, même s'ils présentent un bon rendement spectral, ne peuvent pas respecter les limites de la catégorie B pour des fréquences très proches en raison du bruit large bande qu'ils génèrent. Il est donc nécessaire d'établir des crans génériques de largeur de bande de référence pour produire une zone de transition correspondant à la densité spectrale.

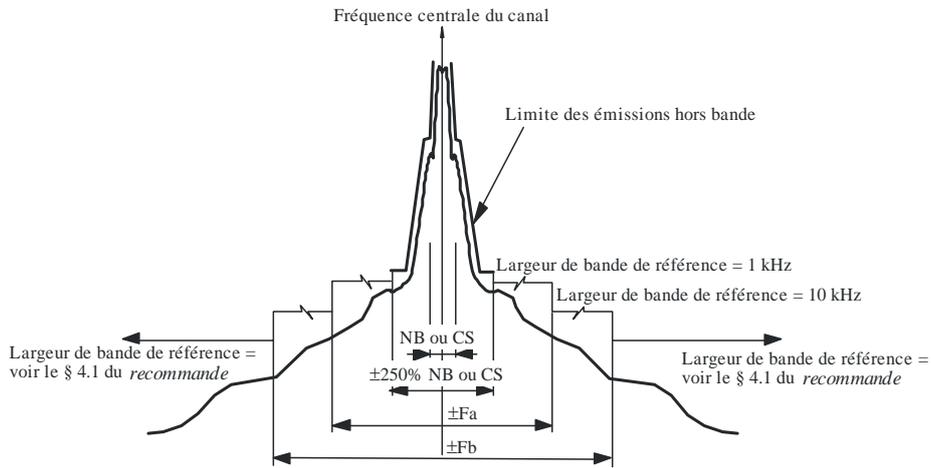
Les gabarits ainsi obtenus sont présentés aux Figs 4 et 5: les séparations entre crans qui sont fonction du CS ou de la NB étant indiqués dans les Tableaux 10 et 11 respectivement pour les fréquences au-dessous de 1 GHz et les fréquences au-dessus de 1 GHz.

Ces gabarits s'appliquent à la fois aux terminaux mobiles et aux stations de base.

FIGURE 4

Gabarit générique des rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels, au-dessous de 1 GHz, pour les stations du service mobile terrestre relevant de la catégorie B

(voir le Tableau 10)



SM.0329-04

TABLEAU 10

Gabarit générique des rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels, au-dessous de 1 GHz, pour les stations du service mobile terrestre relevant de la catégorie B

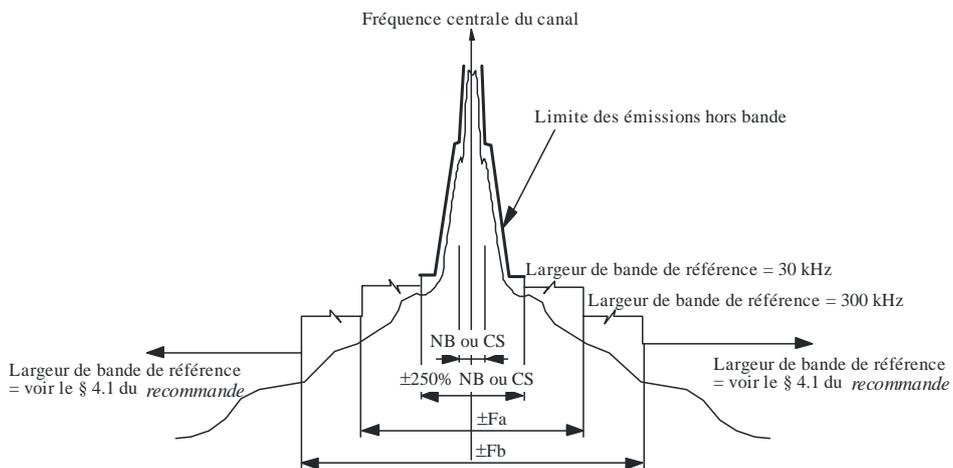
(voir la Fig. 4)

Fa	100 kHz ou 4 fois NB, selon la valeur qui est la plus élevée
Fb	500 kHz ou 10 fois NB, selon la valeur qui est la plus élevée

FIGURE 5

Gabarit générique des rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels, au-dessus de 1 GHz, pour les stations du service mobile terrestre relevant de la catégorie B

(voir le Tableau 11)



SM.0329-05

TABLEAU 11

Gabarit générique des rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels, au-dessous de 1 GHz, pour les stations du service mobile terrestre relevant de la catégorie B

(voir la Fig. 5)

Fa	500 kHz ou 10 fois NB, selon la valeur qui est la plus élevée
Fb	1 MHz ou 12 fois NB, selon la valeur qui est la plus élevée
