

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R F.758-6
(09/2015)

**Paramètres des systèmes et considérations
relatives à la mise au point de critères
pour le partage ou la compatibilité entre
les systèmes hertziens fixes numériques du
service fixe et les systèmes d'autres services
ainsi que d'autres sources de brouillage**

Série F
Service fixe



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 l'Annexe 1 de 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 oeuvre 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

(Egalement disponible en ligne: <http://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	Emissions 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, 2016

© UIT 2016

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 F.758-6*

Paramètres des systèmes et considérations relatives à la mise au point de critères pour le partage ou la compatibilité entre les systèmes hertziens fixes numériques du service fixe et les systèmes d'autres services ainsi que d'autres sources de brouillage

(Question UIT-R 252/5)

(1992-1997-2000-2003-2005-2012-2015)

Domaine d'application

La présente Recommandation définit les principes applicables à la mise au point de critères de partage des systèmes numériques dans le service fixe. Une attention particulière est portée à la façon de bien concevoir les dégradations de qualité de fonctionnement et de disponibilité causées par le brouillage dans la limite des objectifs fixés, comme spécifié dans la Recommandation UIT-R F.1094, dans divers environnements de brouillage. La présente Recommandation contient aussi des informations sur les caractéristiques techniques représentatives et les paramètres types de partage des systèmes hertziens fixes numériques dans le service fixe, en vue de leur utilisation dans les études de partage au-dessus de 30 MHz environ. Dans les cas où les analyses révèlent des problèmes de partage, on trouvera des informations supplémentaires sur les systèmes fixes spécifiques mis en place par les administrations dans le Rapport UIT-R F.2108.

Mots clés

Service fixe, critères de partage, compatibilité

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il est nécessaire d'établir des critères de partage entre le service fixe et d'autres services dans les bandes de fréquences pour lesquelles les deux services bénéficient d'attributions avec égalité des droits;
- b) que l'on peut gérer le partage en déterminant des limites admissibles pour les dégradations de qualité de fonctionnement et de disponibilité des systèmes hertziens fixes (FWS), causées par le brouillage en provenance d'autres services de radiocommunication bénéficiant d'attributions dans les mêmes bandes de fréquences que celles des attributions dont bénéficie le service fixe avec égalité des droits;
- c) qu'il est également indispensable de prendre en considération la compatibilité avec les systèmes d'autres services ayant des attributions dans la même bande à titre secondaire, ainsi que les rayonnements non désirés provenant d'autres systèmes de services fonctionnant en dehors de la bande considérée et émis dans une bande attribuée au service fixe à titre primaire, et les émissions de sources autres que les services de radiocommunication;
- d) qu'il est nécessaire de préciser les principes de répartition des dégradations de qualité de fonctionnement et de disponibilité parmi les différents éléments du système FWS, ainsi qu'entre les différentes sources de brouillage;

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention des Commissions d'études 4, 6 et 7 des radiocommunications.

- e) qu'il faut bien comprendre les caractéristiques techniques de chaque service pour en déduire les critères de brouillage correspondant à la dégradation maximale admissible de qualité de fonctionnement et de disponibilité du système FWS;
- f) que la dégradation de qualité de fonctionnement et de disponibilité peut résulter de brouillages aussi bien de longue durée que de courte durée et qu'il faut donc établir des critères pour ces deux types de brouillage;
- g) qu'il est utile à d'autres Commissions d'études de l'UIT-R de disposer d'une méthode de base pour la mise au point des critères de partage pour le service fixe,

notant

- a) que les caractéristiques des systèmes fixes numériques et analogiques fondées sur les versions antérieures de la présente Recommandation sont contenues dans le Rapport UIT-R F.2108;
- b) que la Recommandation UIT-R F.1094 contient le principe de répartition globale des dégradations de qualité de fonctionnement et de disponibilité du service fixe causées par le brouillage provenant d'autres services ou sources,

recommande

- 1 que la mise au point de critères de partage et l'évaluation des conditions de brouillage entre le service fixe et d'autres services ou d'autres sources de brouillage soient examinées conformément aux principes décrits à l'Annexe 1;
- 2 que les informations fournies à l'Annexe 2 soient considérées à titre d'orientation quant aux caractéristiques techniques et aux paramètres des systèmes types du service hertzien fixe numérique à prendre en compte lors de la mise au point des critères de partage avec d'autres services;
- 3 que les paramètres des systèmes dans les tableaux à l'Annexe 3 peuvent être employés en tant qu'information complémentaire pour les bandes pour lesquelles l'Annexe 2 ne fournit pas de paramètres types.

Annexe 1

Considérations d'ordre fondamental pour la mise au point de critères de partage

1 Objectif de qualité de fonctionnement globale

L'une des fonctions d'un responsable de systèmes en radiocommunication est de concevoir et de mettre en œuvre un réseau de transmission qui réponde aux objectifs de qualité de fonctionnement recommandés par l'UIT-T et par l'UIT-R. Il est donc important que les systèmes réels puissent atteindre les objectifs fixés à la conception, compte tenu de l'exploitation croissante du spectre radioélectrique. Plusieurs Recommandations UIT-R de la Série F se rapportent à l'objectif de qualité de fonctionnement globale pour divers types de circuits.

1.1 Objectifs de qualité en matière d'erreur et de disponibilité

1.1.1 Recommandations de référence de l'UIT-T et de l'UIT-R

La Recommandation UIT-R F.1668, *Objectifs de qualité en matière d'erreur applicables aux liaisons hertziennes fixes numériques réelles utilisées dans des conduits et des connexions fictifs de référence de 27 500 km*, définit précisément les objectifs de qualité en matière d'erreur applicables auxdites liaisons, sur la base des Recommandations UIT-T G.826, UIT-T G.828 et UIT-T G.829. C'est la seule Recommandation qui définit des objectifs de qualité en matière d'erreur applicables à toutes les liaisons hertziennes fixes numériques réelles.

NOTE 1 – Les Recommandations plus anciennes UIT-R F.634, UIT-R F.696 et UIT-R F.697 ne s'appliquent qu'aux systèmes mis au point avant l'approbation de la Recommandation UIT-R G.826 (décembre 2002).

La Recommandation UIT-R F.1703 définit les objectifs de disponibilité applicables aux liaisons hertziennes fixes numériques réelles utilisées dans des conduits et des connexions fictifs de référence de 27 500 km, sur la base de la Recommandation UIT-T G.827. C'est la seule Recommandation qui définit des objectifs de disponibilité applicables à toutes les liaisons hertziennes fixes numériques réelles.

NOTE 2 – Les Recommandations plus anciennes UIT-R F.695, UIT-R F.696 et UIT-R F.697 ne s'appliquent qu'aux systèmes mis au point avant l'approbation de la Recommandation UIT-R F.1703 (janvier 2005).

La plupart des nouvelles applications sont destinées aux systèmes n'employant qu'un petit nombre de bonds (par exemple, pour les liaisons de raccordement des réseaux cellulaires ou pour la connexion de zones éloignées aux réseaux urbains). Néanmoins, la protection contre le brouillage de chacun des bonds est encore fondée sur les Recommandations susmentionnées.

1.1.2 Périodicité des évaluations

1.1.2.1 Principes généraux

L'évaluation de la disponibilité se fait sur une base annuelle, comme prévu par la Recommandation UIT-T G.827, indépendamment du mode de propagation employé.

L'évaluation de la qualité en matière d'erreur se fait sur une base mensuelle, comme prévu par la Recommandation UIT-T G.826, indépendamment des moyens de transport employés. En particulier, puisque la propagation radioélectrique est caractérisée par de fortes variations en fonction des saisons et du climat, les objectifs doivent être atteints pour les mois où les conditions sont les plus défavorables (conditions précisées dans la Recommandation UIT-R P.581).

A toutes fins utiles, notamment les prévisions, la conversion des statistiques annuelles en statistiques pour le mois le plus défavorable est décrite dans la Recommandation UIT-R P.841.

Dans le cas de connexions radioélectriques soumises à un brouillage provenant d'une source quelconque, les évaluations de la qualité globale en matière d'erreur et de la disponibilité incluent les effets supplémentaires dus au brouillage au cours du laps de temps défini ci-dessus.

Il convient de noter que les concepts de brouillage de «longue durée» et de «courte durée» (voir les § 4.1 et 4.2 de la présente Annexe 1) ne sont pas directement reliés à la base «annuelle» ou «mensuelle». Les deux types de brouillage, en fonction de leur durée et de la variation de leur intensité, peuvent, en principe, affecter la «qualité en matière d'erreur» (sur une base mensuelle), mais seuls les brouillages d'une durée supérieure à dix secondes consécutives peuvent affecter la «disponibilité» (sur une base annuelle) des systèmes du service fixe.

Ceci ne s'observera normalement que pour les brouillages de longue durée, mais, dans des cas particuliers, également pour les brouillages de courte durée.

1.1.2.2 Applications pratiques

Conformément aux principes décrits ci-dessus, lorsqu'une situation de partage ou de compatibilité avec des systèmes du service fixe se produit, différentes études sont nécessaires en vue d'évaluer séparément les effets du brouillage sur la disponibilité du service fixe (sur une base annuelle) et sur la qualité en matière d'erreur du service fixe (sur une base mensuelle).

Toutefois, dans certains cas, lorsque l'état physique des trajets utiles et brouillés est connu, il n'est pas nécessaire de procéder aux deux études.

En particulier, lorsque le brouillage affecte un système du service fixe, victime, d'une manière continue (par exemple, un brouillage provenant d'une station spatiale OSG), on suppose habituellement que le niveau admissible de brouillage est suffisamment faible et n'affecte pas le seuil de disponibilité du système du service fixe, sur une base annuelle. Dans ce cas, pour une dégradation admissible de la disponibilité du service fixe, on suppose habituellement que toute dégradation de la «qualité en matière d'erreur» correspondante se situe dans les limites admissibles (quel que soit le mois), et aucune étude particulière n'est nécessaire.

Au contraire, lorsque le brouillage affecte un système du service fixe, victime, d'une manière variant relativement rapidement (par exemple, un brouillage provenant d'une station spatiale non-OSG), on suppose habituellement qu'en raison de la non-corrélation des trajets utiles et brouillés le niveau de brouillage admissible peut être plus élevé, de sorte que la dégradation de la «qualité en matière d'erreur» est prépondérante par rapport à l'éventuelle dégradation de la «disponibilité». Dans ce cas, l'étude de la dégradation de la «qualité en matière d'erreur» devrait être menée sur la base du «mois le plus défavorable» (voir par exemple les Recommandations UIT-R F.1108 et UIT-R F.1495).

En principe, l'on s'attend à ce que, lorsque la variation du brouillage diminue (situations quasi stationnaires), il peut exister une vitesse limite pour laquelle les dégradations de la «disponibilité» et de la «qualité en matière d'erreur» sont toutes deux touchées de la même manière. S'il en est ainsi, des études particulières devraient être menées pour les deux cas sur la base de temps qui leur est propre.

2 Répartition des objectifs de qualité de fonctionnement et de disponibilité

Le § 1 traite des objectifs de qualité de fonctionnement globale pour des connexions numériques de référence. Dans la pratique, un grand nombre de sources de brouillage peuvent contribuer à la dégradation de qualité de fonctionnement d'un système hertzien fixe. Afin de dégager une méthode de planification pratique, il faut répartir les objectifs de qualité de fonctionnement globale entre les différentes sections des connexions fictives de référence (HRX) et du trajet fictif de référence (HRP) d'ensemble. Dans chaque section, l'objectif de qualité de fonctionnement est réparti entre les diverses sources.

2.1 Ventilation de l'objectif de qualité en matière d'erreur et de disponibilité d'une section

Ce point est traité dans la Recommandation UIT-R F.1094, *Dégradations maximales admissibles de la qualité en matière d'erreur et de disponibilité pour les faisceaux hertziens numériques, dues aux brouillages provenant d'émissions et de rayonnements d'autres sources*. L'objectif de qualité de fonctionnement admissible est ventilé comme suit: $X\%$ pour la part concernant le service fixe, $Y\%$ pour la part concernant le partage en fréquence à titre primaire et $Z\%$ pour la part concernant toutes les autres sources de brouillage (à noter que $X\% + Y\% + Z\% = 100\%$), les valeurs de X , Y et Z étant habituellement de 89%, 10% et 1% respectivement. La part de $X\%$ peut à son tour être subdivisée en fonction des conditions locales et de la qualité de service requise (voir le § 4.1.3).

On relèvera un point particulier: une source de brouillage (par exemple, un émetteur) peut perturber plusieurs bonds d'un système.

2.2 Ventilation de la dégradation de qualité de fonctionnement et de disponibilité entre les différents services

Lors de la mise au point de critères de partage avec d'autres services bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits, il peut s'avérer nécessaire d'évaluer la ventilation de l'objectif de qualité en matière d'erreur (EPO) et de l'objectif de qualité en matière de disponibilité (APO) entre les brouillages de courte durée et les brouillages de longue durée (voir l'introduction du § 4). S'il en est ainsi, il devrait être tenu compte des points suivants:

- a) Pour la bande partagée entre le service fixe et un service de radiocommunication bénéficiant d'attributions à titre primaire, la dégradation en matière de qualité/de disponibilité $Y1\%$ du service fixe causée par le brouillage en provenance d'autres services ne devrait pas dépasser 10% de l'objectif, conformément à la Recommandation UIT-R F.1094.
- b) Après la mise au point de critères de partage avec le premier service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits, la dégradation en matière de qualité/de disponibilité $Y2\%$ du service fixe causée par le brouillage en provenance d'un autre service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits dans la même bande peut être étudiée comme suit:
 - l'environnement multibrouillage des deux services devrait être soigneusement examiné, en particulier dans le cas conduisant à la limite admissible de $Y1\%$ et recevant un brouillage supplémentaire en provenance du deuxième service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits;
 - la limite de $Y2$ pourrait ensuite être déduite d'un modèle de brouillage type pour le service fixe et le deuxième service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits, en tenant compte aussi des effets potentiels du premier service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits dans ce modèle.

3 Caractéristiques du brouillage

Il est nécessaire de disposer d'informations sur les niveaux du brouillage provenant d'autres services, qui dégraderait en conséquence la qualité de fonctionnement du système. L'étude serait plus aisée si, avec l'aide d'autres commissions d'études, un tableau donnant des informations sur les caractéristiques des émissions était constitué.

Il serait intéressant d'examiner deux catégories de brouillage:

- pour ce qui est des études de partage: le brouillage provenant de services se partageant la même bande à titre primaire, qui est susceptible d'affecter la bande passante du récepteur en modulation numérique, dans l'onde porteuse ou dans les émissions en rafales. On peut se référer aux textes existants disponibles des Recommandations UIT-R des séries F et SF (par exemple, la Recommandation UIT-R SF.766);
- pour ce qui est des études de compatibilité: les émissions de systèmes autres que ceux qui se partagent la même bande à titre primaire, pouvant être nombreuses et diverses, qui sont produites soit par des émissions continues soit par des émissions par impulsions et/ou en rafales, et peuvent être assimilées aux rayonnements non essentiels. De telles émissions peuvent soit provenir de systèmes/applications opérant dans la même bande à titre secondaire, soit être des rayonnements non désirés provenant de systèmes opérant dans d'autres bandes.

Par la suite, un autre tableau pourrait être établi, toujours avec l'aide d'autres Commissions d'études, où seraient comparés les niveaux de brouillage ou de bruit gaussien qui sont nécessaires pour produire une dégradation spécifiée de la qualité de fonctionnement du canal.

4 Considérations relatives aux dégradations de qualité de fonctionnement/de disponibilité admissibles causées par le brouillage et critères de brouillage associés

Les méthodes permettant de caractériser les niveaux du brouillage affectant les systèmes FWS utilisent soit la puissance surfacique soit le niveau de puissance à l'entrée de l'antenne ou à l'entrée du récepteur. Il convient de noter que l'ensemble de ces méthodes sont employées dans les Recommandations UIT-R de la série F et de la série SF.

En général, la puissance reçue en provenance d'un brouilleur n'est pas constante mais varie en raison de conditions variables sur le trajet de propagation du brouillage ou du mouvement de l'émetteur du brouillage. Les conditions de propagation influant le plus sur les trajets de brouillage sont le phénomène de conduit et la diffusion troposphérique. Les conditions de propagation, notamment l'évanouissement dû aux trajets multiples, à la pluie, à la diffraction, peuvent aussi conduire à la variation de la puissance reçue du signal utile (évanouissement du système), le système devant alors disposer d'une marge contre les évanouissements appropriée. Les variations de la puissance reçue des signaux utiles et des signaux de brouillage peuvent ou non être corrélées, selon la bande de fréquences et la géométrie du brouillage.

Pour simplifier l'analyse du brouillage, il convient de faire la distinction entre le brouillage de courte durée, qui est l'expression employée pour décrire les niveaux les plus élevés de la puissance de brouillage qui sont atteints pendant moins d'un pour cent du temps, et le brouillage de longue durée, qui concerne le reste de la distribution de la puissance de brouillage.

Lorsque le signal utile s'évanouit, le pourcentage du temps pendant lequel le seuil de qualité de fonctionnement est violé augmente légèrement en raison de la puissance du brouillage présent en cas d'évanouissement du signal près du seuil. Le brouillage dans ces conditions est nommé brouillage de longue durée. Le brouillage de longue durée entraîne la dégradation de la qualité en matière d'erreur et de la disponibilité du système en réduisant la marge contre les évanouissements qui protège le système du service fixe contre l'évanouissement. Dans les études de partage ou de compatibilité, le brouillage de longue durée est habituellement caractérisé par une puissance de brouillage qui est dépassée pendant 20% du temps, au niveau de l'entrée du récepteur victime. Il s'agit du niveau de puissance qui est employé dans les Tableaux 2, 3A et 3B des § 4.1.1 et 4.1.2 ci-après. En ce qui concerne les pourcentages de temps appliqués aux critères de protection, voir le § 1.1.2.

Le brouillage de courte durée doit être examiné séparément parce que la puissance de brouillage peut être suffisamment élevée et produire une dégradation même en l'absence du signal utile. Un tel brouillage ne doit se produire que rarement et être de courte durée pour être admissible. Un critère de brouillage de courte durée est caractérisé par une puissance de brouillage qui conduit à un défaut particulier de la qualité en matière d'erreur (tel qu'une seconde entachée d'erreurs) en l'absence du signal utile. C'est la démarche qui est suivie à l'Appendice 7 du Règlement des radiocommunications et dans les Recommandation UIT-R SM.1448, UIT-R F.1494, UIT-R F.1495, UIT-R F.1606, UIT-R F.1669 et UIT-R SF.1650.

Les défauts de qualité en matière d'erreur n'étant admissibles que s'ils se produisent pendant des pourcentages de temps très inférieurs à 1%, de façon à satisfaire les objectifs de qualité en matière d'erreur, l'examen des brouillages de courte durée demande la connaissance de la puissance de brouillage qui est dépassée pendant des pourcentages de temps très inférieurs à 1%. Le critère de brouillage pour un défaut particulier de la qualité en matière d'erreur est caractérisé par le niveau de puissance (par rapport au bruit dans le récepteur) et le pourcentage de temps attribué à ce défaut.

Lors des études de partage ou de compatibilité dans les bandes de fréquences où l'évanouissement dû aux trajets multiples est le défaut de propagation prépondérant pour les récepteurs du service fixe (principalement dans les bandes de fréquences inférieures à 15 GHz environ), les évanouissements sur les trajets utiles et sur les trajets brouillés ne sont pas corrélés. Si tel est le cas, la méthode du critère de dégradation relative de la qualité de fonctionnement (FDP) décrite dans la Recommandation

UIT-R F.1108 permet de montrer qu'il convient d'employer la valeur moyenne de la puissance de brouillage en tant que valeur critique de la puissance de brouillage de longue durée. Toutefois, dans ce calcul, on détermine la puissance moyenne en écartant les périodes pendant lesquelles les niveaux de puissance du brouillage dépassent la limite employée pour le critère de brouillage de courte durée (la Recommandation UIT-R F.1108 donne un bon exemple à ce sujet, qui s'applique aux systèmes non OSG).

Dans les bandes de fréquences pour lesquelles la pluie est le facteur prépondérant, l'emploi de la méthode FDP pour le brouillage de longue durée ne convient pas pour deux raisons: 1) la distribution de l'évanouissement du signal utile doit être indépendante de la distribution de la puissance du brouillage reçu, de manière que la densité cumulée des distributions s'exprime comme le produit de ces deux densités individuelles de distributions; 2) le pourcentage du temps pendant lequel la profondeur de l'évanouissement du signal utile est dépassée doit être réduit d'un facteur 10 pour une augmentation de la profondeur de l'évanouissement de 10 dB. Ceci est propre à l'évanouissement dû aux trajets multiples, comme observé dans la Recommandation UIT-R P.530. Dans ces bandes, on considère qu'il est suffisant de faire en sorte, d'une part, que toutes les spécifications concernant les dégradations de la qualité en matière d'erreur et de la disponibilité, qui sont attribuées au brouillage de longue durée, soient satisfaites, en employant le niveau du brouillage variant dans le temps, qui représente les 20% du temps fixé par le critère établi pour le brouillage de longue durée, et, d'autre part, que la distribution de la puissance de brouillage réponde au critère de dégradation de la qualité en matière d'erreur, établi pour le brouillage de courte durée. Une puissance de brouillage d'une durée comprise entre le pourcentage du temps qui est défini par le critère de courte durée (< 1% du temps) et le pourcentage du temps qui est défini par le critère de longue durée (> 20% de temps) pourrait être évaluée au cas par cas, mais, lors d'une telle démarche, il faudrait aussi tenir compte de la possibilité de niveaux de la puissance de brouillage inférieurs à ceux qui sont prévus pendant les 20% du temps.

Lorsque l'on étudie les émissions de brouillage par impulsions continues ou en rafales, leurs effets sur les systèmes du service fixe devraient être évalués sur la base du mécanisme de couplage du brouillage et non au moyen des rapports cycliques du signal brouilleur (par exemple, une émission de radar ayant un rapport cyclique inférieur à 1% devrait être évaluée comme un brouillage de courte durée et/ou comme un brouillage de longue durée, selon qu'il conviendra).

Le nombre et les valeurs des critères de brouillage nécessaires pour protéger un système hertzien fixe dépendra des caractéristiques dudit système et du brouilleur. Dans le cas d'un brouillage variable, un unique critère de brouillage pourrait ne pas convenir. Deux ou trois valeurs, correspondant à un brouillage de longue durée (20% du temps) et à un brouillage de courte durée (< 1% du temps) ont été définies dans certaines Recommandations.

Il convient de noter que les événements, pour lesquels la qualité en matière d'erreur est dégradée, sont des événements de très courte durée en raison des prescriptions strictes imposées par les objectifs de qualité en matière d'erreur.

Le nombre de critères pour le brouillage de courte durée correspond au nombre de critères de qualité en matière d'erreur qui conviennent pour le scénario de partage. Le pourcentage exact du temps associé à un critère de brouillage de courte durée dépend de l'objectif de qualité de fonctionnement pour le système considéré. De plus amples informations sur la satisfaction aux objectifs en matière de brouillage de courte durée sont données dans les Recommandations UIT-R F.1494, UIT-R F.1495 et UIT-R F.1606, qui portent toutes sur les critères de protection applicables au brouillage variant dans le temps.

Le Tableau 1 contient une liste de références portant sur les objectifs de qualité de fonctionnement/de disponibilité et le partage entre le service fixe et d'autres services bénéficiant d'attributions à titre primaire, pour ce qui concerne le brouillage du service fixe.

Les objectifs de qualité en matière d'erreur et de disponibilité devraient être atteints, qu'ils découlent du brouillage de longue durée ou du brouillage de courte durée.

TABLEAU 1

Recommandations UIT-R concernant le partage des fréquences entre le service fixe et d'autres services bénéficiant d'attributions à titre primaire

Recommandation UIT-R	Titre
F.1094	Dégradations maximales admissibles de la qualité en matière d'erreur et de disponibilité pour les faisceaux hertziens numériques, dues aux brouillages provenant d'émissions et de rayonnements d'autres sources
F.1108	Détermination des critères nécessaires à la protection des récepteurs du service fixe des émissions de stations spatiales opérant sur des orbites non géostationnaires dans des bandes de fréquences partagées
F.1334	Critères de protection des systèmes du service fixe utilisant en partage avec le service terrestre mobile les mêmes bandes de fréquences dans la gamme des 1 à 3 GHz
F.1338	Seuils pour déterminer la nécessité de procéder à une coordination entre des systèmes particuliers du service de radiodiffusion par satellite (sonore), utilisant l'orbite des satellites géostationnaires pour des émissions dans le sens espace-Terre et le service fixe dans la bande 1 452-1 492 MHz
F.1494	Critères de brouillages propres à assurer la protection du service fixe contre les différents brouillages, variables avec le temps, occasionnés par d'autres services partageant la bande 10,7-12,75 GHz à titre coprimaire
F.1495	Critères de brouillage à appliquer pour protéger le service fixe contre les brouillages composites variables dans le temps causés par d'autres services de radiocommunication partageant la bande 17,7-19,3 GHz à titre coprimaire
F.1565	Dégradation de la qualité de fonctionnement due aux brouillages causés par d'autres services partageant les mêmes bandes de fréquences avec des systèmes hertziens numériques réels utilisés dans le tronçon international ou national d'un conduit fictif de référence de 27 500 km et fonctionnant à un débit égal ou supérieur au débit primaire
F.1606	Critères de brouillage pour la protection des systèmes hertziens fixes contre les brouillages composites variable dans le temps et causés par des satellites non géostationnaires exploités dans d'autres services partageant les bandes 37-40 GHz et 40,5-42,5 GHz à titre coprimaire
F.1668	Objectifs de qualité en matière d'erreur applicables aux liaisons hertziennes fixes numériques réelles utilisées dans des conduits et des connexions fictifs de référence de 27 500 km
F.1669	Critères de protection des systèmes hertziens fixes fonctionnant dans les bandes 37-40 GHz et 40,5-42,5 GHz contre les brouillages causés par des satellites en orbite géostationnaire
F.1670	Protection des systèmes hertziens fixes vis-à-vis des systèmes de radiodiffusion vidéonumérique et sonore de Terre dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques utilisées en partage
F.1703	Objectifs de disponibilité applicables à des liaisons hertziennes fixes numériques réelles utilisées dans des conduits et des connexions fictifs de référence de 27 500 km

TABLEAU 1 (*fin*)

Recommandation UIT-R	Titre
F.1706	Critères de protection des systèmes hertziens fixes point à point partageant avec des systèmes d'accès hertziens nomades une même bande de fréquences dans la gamme 4-6 GHz
SF.1006	Détermination des possibilités de brouillage entre stations terriennes du service fixe par satellite et stations du service fixe
SF.1650	Distance minimale à partir de la ligne de base au-delà de laquelle les stations terriennes en mouvement embarquées ne causeraient pas de brouillages inacceptables aux services de Terre dans les bandes 5 925-6 425 MHz et 14-14,5 GHz

4.1 Brouillage de longue durée

La Recommandation UIT-R F.1094 pose les fondements de la répartition entre les objectifs de qualité en matière d'erreur (EPO) et les objectifs de qualité en matière de disponibilité (APO).

Dans le présent paragraphe, on examine les relations entre les deux sujets a) et b) ci-après, en excluant toute considération qui a trait au brouillage de courte durée:

- a) La dégradation de la qualité en matière d'erreur ou de la qualité en matière de disponibilité, causée par le brouillage provenant du service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits, qui est clairement définie comme étant de 10% dans la Recommandation UIT-R F.1094 (ainsi que dans la Recommandation UIT-R F.1565).
- b) La dégradation de la marge contre les évanouissements, causée par le brouillage, qui se calcule directement à partir de la valeur (I/N) au moyen de l'équation suivante: $10 \log ((N + I)/N) = 10 \log ((1 + (I/N)))$ (dB).

Il convient de noter que le rapport I/N est habituellement défini en termes de puissance moyenne (au sens de la valeur quadratique moyenne) tant du bruit que du brouillage. Toutefois, lorsqu'il s'agit d'émissions en continu de brouillage par impulsions continues ou en rafales, le rapport de la puissance maximale à la puissance moyenne peut jouer un rôle déterminant dans la définition du critère de protection.

Lorsque le rapport de la puissance maximale à la puissance moyenne augmente beaucoup et que la largeur de bande du récepteur du service fixe devient grande, il peut s'avérer nécessaire de tenir compte d'un objectif I/N en termes de brouillage maximal, intégré sur toute la largeur de bande victime, en vue d'évaluer correctement la dégradation, causée par le brouillage, de la marge contre les évanouissements. On trouvera des considérations générales sur les effets des brouillages de pointe élevés et les critères de protection dans la Recommandation UIT-R F.1097, pour le brouillage provenant d'un radar, et dans la Recommandation UIT-R SM.1757, commentée plus amplement dans le Rapport UIT-R SM.2057, pour le brouillage provenant des radars UWB-SRR (radars à courte portée et à bande extra-large).

Dans les paragraphes suivants, les orientations ne sont données que pour les cas les plus courants pour lesquels l'évaluation de la puissance moyenne (valeur quadratique moyenne) du brouillage convient.

4.1.1 Effet de la réduction de la marge contre les évanouissements dans les bandes où les trajets multiples sont un facteur prépondérant

Dans les cas où la qualité de fonctionnement des systèmes numériques est dominée par les évanouissements dus aux trajets multiples (par exemple, à des fréquences inférieures à 17 GHz environ), l'introduction d'une contribution au brouillage cumulatif, qui est inférieure de 10 dB au bruit de fond du système, entraîne une augmentation de 10% du temps pendant lequel le rapport ($C/(N + I)$) entre la porteuse du système et la somme du bruit et du brouillage est inférieur à une valeur critique. Pour la détermination de la dégradation de la qualité de fonctionnement, il faudra aussi tenir compte, pour ce qui concerne les objectifs de qualité en matière d'erreur, de toutes les caractéristiques temporelles de l'exposition du service fixe au brouillage.

En outre, il convient de noter que de nombreux systèmes FWS emploient la réception en diversité d'espace dans les bandes où la contribution majeure à l'évanouissement est celle des trajets multiples, et que la puissance de réception dans les systèmes qui emploient la diversité a une distribution qui est plus modérée que la loi de Rayleigh pour l'évanouissement. En conséquence, de tels systèmes atteignent la même qualité de fonctionnement qu'une mise en œuvre sans diversité, mais avec une marge contre les évanouissements beaucoup plus faible. La même dégradation de la marge contre les évanouissements aura plus d'effet sur les systèmes qui emploient la réception en diversité et conduira à une dégradation de la qualité en matière d'erreur environ deux fois plus grande. Dans le Tableau 2 sont indiquées les relations entre ces deux types de systèmes pour trois valeurs de (I/N).

TABLEAU 2

Dégradation de la qualité en matière d'erreur causée par les évanouissements dus aux trajets multiples

Niveau de brouillage par rapport au bruit thermique dans le récepteur (dB)	Dégradation résultante de la marge contre les évanouissements (dB)	Dégradation résultante de la qualité en matière d'erreur (Note 1)	
		Systèmes sans diversité d'espace	Systèmes avec diversité d'espace
-6	1	25%	50%
-10	0,5	10%	20%
-13	0,2	5%	10%

NOTE 1 – Il est tenu compte des évanouissements dus aux trajets multiples qui suivent la loi de Rayleigh et de l'effet type de diversité d'espace. Les chiffres seraient différents dans le cas d'autres distributions pour l'évanouissement.

4.1.2 Effet de la réduction de la marge contre les évanouissements dans les bandes où la pluie est un facteur prépondérant

En cas d'averses de pluie, la relation entre:

- la dégradation de la qualité en matière de disponibilité causée par le brouillage;
- la dégradation de la marge contre les évanouissements causée par le brouillage n'est pas simple, parce que la distribution de l'atténuation due à la pluie dépend de nombreux paramètres, par exemple, la fréquence radioélectrique, la zone de pluie, la longueur de la liaison, l'objectif de qualité en matière de disponibilité, etc.

Des résultats de calcul, obtenus à l'aide de paramètres et de distributions de probabilité types définis dans la Recommandation UIT-R P.530, sont donnés à titre d'exemple dans les Tableaux 3A et 3B, où sont mises en évidence les relations entre la valeur (I/N) et la dégradation de la qualité en matière de

disponibilité pour une liaison avec une longueur de bond de 6 km et 3 km respectivement. L'interprétation des chiffres dans ces tableaux permet de déduire que, par exemple, si la dégradation de la valeur nominale de 42,9 dB de la marge est de 1 dB (faisant passer la valeur nominale à 41,9 dB), la qualité en matière de disponibilité de la liaison, définie par un taux d'indisponibilité de 0,001% en l'absence de brouillage, augmentera et sera de 0,001085% (en augmentation de 8,5%) en présence de brouillage.

De façon générale, on observe que la dégradation résultante de la qualité en matière de disponibilité est plus grande dans les systèmes dont la marge contre les évanouissements est plus petite. Les concepteurs des systèmes devraient, lorsqu'ils mettent au point un critère de partage en termes de valeur (I/N), tenir compte de tous les paramètres y relatifs, y compris les données de propagation.

Il convient de noter que, dans les Tableaux 3A et 3B, les exemples de calcul des dégradations résultantes de la qualité en matière de disponibilité et de la marge contre les évanouissements sont fondés sur des évanouissements dus à la pluie non corrélés. S'il était tenu compte des effets des évanouissements dus à la pluie corrélés, les chiffres résultants pourraient être plus petits. Un exemple d'un tel effet est donné dans la Recommandation UIT-R F.1669.

TABLEAU 3A

Dégradation de la qualité en matière de disponibilité causée par les évanouissements dus à la pluie (Fréquence radioélectrique: 23 GHz, longueur de la liaison: 6 km)

Climat (Taux de pluie dépassé pendant 0,01% du temps)	Niveau de brouillage par rapport au bruit thermique dans le récepteur (dB)	Dégradation résultante de la marge (dB)	Qualité en matière de disponibilité sans brouillage fixée à un taux d'indisponibilité de 0,01%		Qualité en matière de disponibilité sans brouillage fixée à un taux d'indisponibilité de 0,001%	
			Marge nominale (dB)	Dégradation résultante de la qualité en matière de disponibilité	Marge nominale (dB)	Dégradation résultante de la qualité en matière de disponibilité
32 mm/h	-6	1	20,1	14,6%	42,9	8,5%
	-10	0,5	20,1	7,0%	42,9	4,2%
	-13	0,2	20,1	2,8%	42,9	1,7%
22 mm/h	-6	1	13,8	22,0%	29,6	12,6%
	-10	0,5	13,8	10,3%	29,6	6,1%
	-13	0,2	13,8	4,0%	29,6	2,4%

TABLEAU 3B

Dégradation de la qualité en matière de disponibilité causée par les évanouissements dus à la pluie (Fréquence radioélectrique: 23 GHz, longueur de la liaison: 3 km)

Climat (Taux de pluie dépassé pendant 0,01% du temps)	Niveau de brouillage par rapport au bruit thermique dans le récepteur (dB)	Dégradation résultante de la marge (dB)	Qualité en matière de disponibilité sans brouillage fixée à un taux d'indisponibilité de 0,01%		Qualité en matière de disponibilité sans brouillage fixée à un taux d'indisponibilité de 0,001%	
			Marge nominale (dB)	Dégradation résultante de la qualité en matière de disponibilité	Marge nominale (dB)	Dégradation résultante de la qualité en matière de disponibilité
32 mm/h	-6	1	11,2	27,8%	24,1	15,7%
	-10	0,5	11,2	12,7%	24,1	7,5%
	-13	0,2	11,2	4,8%	24,1	2,9%
22 mm/h	-6	1	7,6	44,3%	16,3	24,2%
	-10	0,5	7,6	19,5%	16,3	11,4%
	-13	0,2	7,6	7,2%	16,3	4,5%

4.1.3 Contribution cumulée du bruit thermique dans le récepteur et du bruit de brouillage

Dans les calculs des Tableaux 2 et 3 des paragraphes précédents, on a pris comme référence un niveau de puissance défini comme étant le «bruit thermique dans le récepteur». Dans la pratique, le niveau de référence devrait être un niveau de bruit réel comprenant tous les bruits dans le système récepteur ainsi que le brouillage supposé dans le service fixe, comme dans la portion X définie dans la Recommandation UIT-R F.1094. Il convient de noter que le brouillage provenant d'autres services devrait aussi faire référence à ce niveau effectif. Donc, en augmentant la valeur supposée du brouillage dans le service lui-même, on diminue la dégradation de la qualité de fonctionnement admise pour un niveau donné de puissance de brouillage par un autre service.

4.1.4 Dégradation de la qualité en matière d'erreur/de la qualité en matière de disponibilité dans des liaisons à bonds multiples

Dans la Recommandation UIT-R F.1565, la dégradation de la qualité en matière d'erreur d'un système FWS réel causée par le brouillage en provenance d'autres services bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits est spécifiée pour chaque section de la connexion fictive de référence. Plus particulièrement, la dégradation de la qualité en matière d'erreur d'un système FWS réel pourrait être évaluée pour l'ensemble de la section entière de courte portée entre centraux de communication et l'ensemble de la section du réseau d'accès. Dans le cas d'une section de longue portée entre centraux de communication, la longueur minimale de la liaison pour laquelle l'objectif EPO est spécifié est de 50 km.

Il convient de noter que, si un système FWS à bonds multiples est mis en place, formant l'ensemble de la section du réseau d'accès, ou de la section de courte portée entre centraux de communication, ou d'une section de longue portée entre centraux de communication, inférieure à 50 km, l'objectif EPO pour le brouillage spécifié dans la Recommandation UIT-R F.1565 ne doit pas s'appliquer à chacun des bonds mais à la liaison à bonds multiples dans son ensemble.

Des considérations analogues pourraient s'appliquer à l'attribution de l'objectif APO spécifié dans la Recommandation UIT-R F.1703, compte tenu du fait qu'une liaison est considérée comme étant disponible uniquement si les deux directions sont disponibles.

Il conviendrait de prendre ce point en compte dans l'environnement de partage où le brouillage n'est pas important dans la plupart des bonds et n'affecte que quelques bonds particuliers. Par exemple, si un seul bond est exposé au brouillage dans la liaison du système FWS à N bonds formant l'ensemble de la section, la dégradation résultante de la qualité en matière d'erreur/de la qualité en matière de disponibilité devrait être attribuée au seul bond exposé, conformément aux conditions de calcul des Tableaux 2, 3A et 3B.

4.2 Brouillage de courte durée

Un système doit satisfaire à ses objectifs de qualité en matière d'erreur et de qualité en matière de disponibilité, que les dégradations admissibles soient causées par des brouillages de courte durée ou par des brouillages de longue durée. Cela nécessite de tenir compte des dégradations attribuées aux brouillages de courte durée ainsi que des dégradations attribuées aux brouillages de longue durée, de manière que leur somme ne dépasse pas la dégradation de la qualité de fonctionnement admise.

Le calcul des niveaux de brouillage de courte durée admis, et des pourcentages de temps associés, est une procédure complexe. Puisqu'elle est détaillée dans plusieurs Recommandations UIT-R existantes, pour des conditions différentes et des bandes de fréquences différentes, les calculs ne sont pas présentés ici.

Les procédures décrites dans les Recommandations UIT-R F.1494, UIT-R F.1495 et UIT-R F.1606 et à l'Annexe 5 au Rapport UIT-R M.2119 fournissent des exemples de la mise au point de critères de brouillage de courte durée.

5 Emploi de la commande automatique de la puissance d'émission dans les systèmes numériques

Les systèmes du service fixe dans certaines bandes de fréquences peuvent être équipés d'une commande automatique de la puissance d'émission (ATPC). Cette commande est habituellement activée par le niveau du signal reçu, au-dessous d'un seuil prédéfini. Dans certains cas, un seuil de dégradation du taux d'erreur sur les bits (BER) peut compléter l'algorithme d'activation de la commande ATPC. Chaque fois qu'il convient, la commande ATPC peut être prise en compte lors des études du partage qui concernent le service fixe. De telles études devraient intégrer le niveau maximal de la puissance d'émission, le domaine d'application de la commande ATPC et la distribution dans le temps des niveaux de la puissance du service fixe qui sont fonction de la variation de l'affaiblissement au cours de la propagation. En présence d'un brouillage relativement fort (par exemple, un brouillage de courte durée), cette distribution peut être difficile à déterminer, puisque le niveau du brouillage pourrait entraîner l'activation de la commande ATPC (par exemple, en atteignant le seuil du taux BER) ou empêcher l'activation de la commande ATPC (par exemple, en empêchant d'atteindre le seuil du signal reçu) de manière non prévisible. Pour l'analyse du partage interservices, l'évaluation du brouillage de courte durée dans les systèmes équipés de la commande ATPC devrait néanmoins employer la puissance de longue durée de l'émetteur désiré plutôt que sa puissance maximale, à moins que le brouillage ne se propage suivant le même trajet. Par exemple, si le trajet du brouillage est issu d'une station embarquée sur un satellite, il n'y a pas de corrélation avec le trajet du service fixe désiré. Dans de tels cas, il faut supposer que la puissance de l'émetteur désiré est à son niveau le plus bas. Si toutefois le trajet du brouillage est issu d'une source terrestre, une certaine corrélation de l'évanouissement peut être supposée (voir la Note ci-après). Dans ce cas, la puissance désirée supposée pourrait être la puissance maximale dans le domaine d'application de la commande ATPC.

De plus amples informations sur la commande ATPC sont données dans les Recommandations UIT-R F.1494, UIT-R F.1495, UIT-R F.1606 et UIT-R F.1669.

NOTE – Ceci est souvent le cas dans les bandes de fréquences supérieures à 17 GHz, où la pluie est le facteur prépondérant affectant la propagation sur la liaison. Les Recommandations UIT-R P.452 et UIT-R P.839, par exemple, donnent des informations sur la dimension de la cellule de pluie et la distribution de l'intensité de la pluie (dans les directions de l'azimut et de l'élévation) dans la cellule. Dans les bandes de fréquences plus basses, lorsque les trajets multiples sont le facteur prépondérant, l'évanouissement profond sur le trajet du signal désiré et sur le trajet du brouillage ne sont pas corrélés.

6 Calcul des niveaux de brouillage réel

Pour achever l'analyse du partage, il faut évaluer la probabilité de brouillage à l'entrée de l'antenne. Il faudra pour cela prendre en considération les plus récents modèles de propagation et les facteurs affectant le trajet, décrits dans les Rapports et dans les Recommandations UIT-R de la Série P. Il est peu probable qu'un seul modèle puisse suffire pour toutes les applications possibles. Le calcul de l'affaiblissement de la transmission comportera aussi des facteurs tels que les pertes par absorption, diffraction, diffusion, couplage de polarisation et couplage ouverture/milieu, ainsi que l'effet des trajets multiples. Il faudra peut-être prendre aussi en compte les niveaux des brouillages cumulatifs et du brouillage unique.

Annexe 2

Paramètres des systèmes numériques du service fixe pour les études de partage ou de compatibilité

1 Introduction

Pour calculer les dégradations de qualité et de disponibilité, il faut connaître les caractéristiques du système FWS affecté. Les systèmes FWS en exploitation ou en cours de mise au point en vue de répondre aux nouvelles spécifications sont très diversifiés. Cette diversité des paramètres des systèmes peut être modélisée au moyen de systèmes représentatifs pour certaines gammes de fréquences particulières pour lesquelles le fonctionnement des équipements est le même. La présente Annexe détaille les principaux paramètres des systèmes radioélectriques, nécessaires aux études de partage entre le service fixe et les autres services. Un tableau présente les paramètres du système pour le plus petit nombre de gammes de fréquences qui est nécessaire pour entreprendre des études de partage entre le système fixe et d'autres services.

2 Spécification de l'émetteur

2.1 Paramètres de l'équipement

Les principaux paramètres de l'émetteur qui sont nécessaires à l'évaluation du brouillage pouvant affecter d'autres services sont les suivants:

- la fréquence de la porteuse;
- les caractéristiques spectrales (par exemple, la largeur de bande et la densité de puissance de l'émetteur);

- la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.);
- le diagramme de rayonnement de l'antenne.

Les fréquences utilisées correspondent normalement aux dispositions des canaux radioélectriques spécifiées dans les Recommandations UIT-R. Le type de modulation et la disposition des canaux radioélectriques donneront une indication quant aux caractéristiques spectrales des émissions, en vue d'effectuer des évaluations statistiques génériques où seul le type de brouillage par partage de canal est habituellement pris en compte. Des calculs de partage déterministes (station par station) exigeraient toutefois la spécification du profil des caractéristiques spectrales, afin de pouvoir calculer le rejet dû au décalage de fréquence pour une séparation donnée des fréquences des porteuses du signal utile et du signal brouilleur.

La p.i.r.e. de l'émetteur est calculée à partir de sa puissance, des pertes dues à l'alimentation et au multiplexeur et du gain d'antenne. En principe, la valeur maximale de la p.i.r.e. correspondra au gain d'antenne maximal, aux pertes minimales dues à l'alimentation et au multiplexeur, et à la puissance maximale de sortie au niveau de l'émetteur. Cette valeur correspond au plus fort brouillage susceptible d'affecter d'autres services. Toutefois, lorsque des études de partage ou de compatibilité nécessitent l'évaluation statistique d'une agrégation d'un grand nombre de stations du service fixe, ou que la situation de brouillage potentiel peut affecter de façon aléatoire une grande zone géographique, l'emploi du cas le plus défavorable dans l'absolu pourrait ne pas convenir et une gamme de valeurs utilisées aléatoirement (ou suivant une autre distribution statistique adaptée) pourrait être plus appropriée.

La connaissance des diagrammes de rayonnement d'antenne est indispensable pour effectuer des études de partage détaillées. Lorsque l'on ne dispose pas de diagrammes mesurés, les diagrammes de rayonnement de référence décrits dans les Recommandations suivantes devraient être employés:

- Recommandation UIT-R F.699, *Diagrammes de rayonnement de référence pour antennes de systèmes hertziens fixes à utiliser pour les études de coordination et l'évaluation du brouillage dans la gamme de fréquences comprise entre 100 MHz et environ 70 GHz.*
- Recommandation UIT-R F.1245, *Modèle mathématique de diagrammes de rayonnement moyens, de diagrammes de rayonnement connexes pour antennes de systèmes hertziens fixes en visibilité directe point à point, à utiliser dans certaines études de coordination et pour l'évaluation du brouillage dans la gamme de fréquences comprise entre 1 GHz et environ 70 GHz.*
- Recommandation UIT-R F.1336, *Diagrammes de rayonnement de référence des antennes équidirectives, sectorielles et autres antennes des systèmes du type point à multipoint, à utiliser pour les études de partage dans la gamme de fréquences comprise entre 1 GHz et environ 70 GHz.*

2.2 Répartition statistique sur le territoire

Par le passé, les liaisons du service fixe servaient principalement aux connexions interurbaines multicanales à bonds multiples entre les centres de commutation des grandes villes ou aux connexions rurales dans les zones éloignées. Dans les deux cas, pour assurer la rentabilité du réseau, chaque bond devait en général être aussi long que le permettait la technologie de l'époque pour le type de propagation prévue. Cela a conduit, pour la plupart des liaisons du service fixe, à l'utilisation généralisée de la puissance maximale possible de sortie, associée aux grandes antennes.

En raison de cela, la p.i.r.e. maximale possible de l'émetteur était dans la pratique la même que la p.i.r.e. supposée dans les études de partage. En outre, la densité de stations du service fixe sur le territoire était limitée à quelques grandes stations de télécommunication vers lesquelles convergeaient toutes les liaisons interurbaines.

Actuellement, l'avènement des réseaux de téléphonie mobile et le besoin de connexions de données sans fil dans le réseau d'accès ont changé la répartition type des longueurs de liaison. Elles sont maintenant définies en fonction de considérations diverses sur la couverture du système cellulaire (à savoir, la distance entre les stations de base devant être reliées au moyen de liaisons du service fixe) ou sur l'emplacement géographique des centres de données des abonnés privés par rapport au plus proche point d'accès au réseau central.

Dans les zones à forte densité de population, cela a conduit à des réseaux plus denses pour le service fixe, nécessitant:

- des bonds plus courts, répartis aléatoirement sur le territoire;
- des longueurs de bond très différentes dans la même zone géographique;
- une coordination minutieuse du réseau;
- des p.i.r.e. différentes, imposées au cas par cas aux liaisons par les règles d'octroi de licences afin de minimiser le brouillage et de maximiser l'efficacité du spectre.

Les considérations ci-dessus, appliquées aux études de partage, conduisent à la nécessité de disposer d'un scénario de mise en place «à orientation probabiliste» où la p.i.r.e. peut, suivant la longueur de la liaison, varier dans un intervalle de valeurs, et où les directions des liaisons ont une distribution azimutale aléatoire et un intervalle d'élévations plus large.

La longueur des liaisons qui peut être réalisée diminue lorsque la fréquence de fonctionnement augmente, en raison des niveaux de puissance de sortie qui sont fixés par les règlements administratifs intérieurs et de l'affaiblissement accru de la propagation. En conséquence, pour chaque bande, la limite supérieure de la p.i.r.e. est définie par la valeur maximale disponible sur le marché, tandis que la limite inférieure est, dans la pratique, définie par la longueur de liaison «rentable» la plus courte dans la bande. En fait, la plupart des conditions d'octroi de licences imposent une redevance par liaison qui diminue lorsque la largeur de la bande de fonctionnement augmente. Donc, l'utilisateur est encouragé, du point de vue de la rentabilité, à utiliser les bandes supérieures (pour lesquelles le coût de l'équipement est aussi moindre) pour les liaisons plus courtes au lieu de réduire simplement la p.i.r.e. dans les bandes inférieures.

En raison de cela, la puissance de sortie et les plages des p.i.r.e. indiquées dans les Tableaux 4 à 11 correspondent à la gamme de valeurs qui sont utiles pour les études «probabilistes».

La fonction de distribution des longueurs de liaison dépendant en définitive de la répartition géographique des stations de base mobiles ou des locaux des abonnés, on ne peut pas supposer que la distribution statistique de la p.i.r.e. est «gaussienne» mais on pourrait l'évaluer au cas par cas. L'Appendice 1 à la présente Annexe contient des exemples de tels calculs.

Afin d'être un modèle probabiliste précis, un modèle de partage devrait être tel que les liaisons du service fixe sont réparties aléatoirement entre les nœuds dans la zone géographique. Il convient de prévoir un facteur de pondération pour les emplacements urbains, périurbains et ruraux, qui identifie en gros les caractéristiques moyennes du service fixe, afin de pouvoir répartir les nœuds fixes plus précisément. Le facteur de pondération dépend du type de service fixe à mettre en place et devrait être déterminé au cas par cas. La subdivision réelle en termes de pourcentage par zone géographique peut varier d'un pays à l'autre. A titre d'exemple, dans un pays, on peut employer les valeurs de 60%/30%/10% pour les zones urbaine, périurbaine et rurale respectivement.

3 Spécification du récepteur

3.1 Paramètres de l'équipement

L'évaluation des effets du brouillage induit dans le service fixe par d'autres services nécessite de connaître les caractéristiques en matière de qualité de fonctionnement du récepteur radioélectrique. Les paramètres suivants du récepteur sont importants pour les études du partage de fréquences:

- l'intensité du bruit;
- la largeur de bande du bruit;
- la densité de puissance du bruit thermique dans le récepteur;
- la puissance du signal reçu pour un taux d'erreur sur les bits (BER) de 1×10^{-3} , 1×10^{-6} , 1×10^{-10} (après correction d'erreur) (voir la Note 1);
- le niveau d'entrée nominal du récepteur.

NOTE 1 – Généralement, pour les systèmes non codés, le niveau de la porteuse correspondant à un taux BER de 1×10^{-6} dépasse d'environ 4 dB celui pour un taux BER de 1×10^{-3} . La différence entre les niveaux de la porteuse pour des taux BER de 1×10^{-6} et de 1×10^{-10} est aussi de 4 dB environ. Pour un équipement radioélectrique qui emploie la correction d'erreur vers l'avant (FEC), le niveau de la porteuse correspondant à un taux BER de 1×10^{-6} dépasse de 1 à 2 dB celui pour un taux BER de 1×10^{-3} . La différence entre les niveaux de la porteuse pour des taux BER de 1×10^{-6} et de 1×10^{-10} est aussi de 1 à 2 dB. Dans les tableaux ci-après, seule est prise en compte la puissance du signal reçu pour un taux BER de 1×10^{-6} parce que les paramètres correspondants aux autres taux BER peuvent théoriquement être calculés à partir du schéma de modulation ou de l'effet de correction de l'erreur.

Les niveaux du signal reçu et ceux du brouillage peuvent être rapportés au niveau d'entrée de l'amplificateur à faible bruit et du mélangeur du récepteur, de manière à être indépendants du gain de l'antenne de réception et des pertes dues à la ligne d'alimentation et au multiplexeur (en admettant que ces valeurs soient les mêmes pour l'émetteur et pour le récepteur).

Il convient aussi de noter que les calculs de partage déterministes (station par station) nécessitent de connaître la sélectivité en fréquence de l'équipement radioélectrique. Les études génériques de partage ou de compatibilité, dans la même bande attribuée, reposent habituellement sur un brouillage dans le même canal, de sorte que la connaissance de la largeur de bande du bruit est suffisante.

Les niveaux de signal requis pour les taux BER indiqués pourront être déduits du niveau calculé pour le bruit thermique dans le récepteur, en ajoutant le rapport signal sur bruit thermique S/N nécessaire pour un taux BER donné. On trouvera de plus amples informations sur les valeurs théoriques et effectives dudit rapport pour les formats de modulation les plus courants dans la Recommandation UIT-R F.1101.

3.2 Brouillage admissible

Il faut spécifier les niveaux maximaux de brouillage, aussi bien pour des pourcentages de temps de longue durée que pour ceux de courte durée. Dans le cas d'un brouillage cumulatif de longue durée, si un brouillage en provenance de sources multiples se produit simultanément, il y a lieu de noter que les critères de brouillage par une source unique seront diminués d'autant. Dans le cas d'un brouillage de courte durée, les pourcentages de temps à prendre en compte dépendront des objectifs en matière de qualité de fonctionnement du système.

Il faut calculer séparément, pour chaque type de système, les niveaux de brouillage de longue et de courte durées, ainsi que les pourcentages de temps associés, conformément aux principes décrits à l'Annexe 1.

4 Tableaux des paramètres du système

Les Tableaux 5 à 12 contiennent des valeurs représentatives des paramètres à employer dans les études de partage ou de compatibilité pour les systèmes FWS qui sont actuellement utilisés dans diverses bandes de fréquences.

Dans la plupart des bandes, il existe de par le monde des systèmes FWS très divers (par exemple, en termes d'espacement des canaux et de formats de modulation). Leur utilisation effective dans une zone géographique dépend des attributions aux niveaux régional ou national et des besoins. En conséquence, les paramètres des systèmes indiqués ne sont pas représentatifs des systèmes existants du service fixe, mais ils correspondent plutôt à une moyenne ou à un intervalle prévu de valeurs adaptées aux études de partage ou de compatibilité.

Chacune des lignes dans les tableaux correspond à un paramètre donné (ou à l'intervalle de ses valeurs) qui a été défini ou déduit selon les principes énoncés dans les paragraphes ci-après.

4.1 Gamme de fréquences et Recommandation UIT-R de référence associée

La gamme de fréquences est indiquée approximativement et est généralement couverte par la Recommandation concernée où figure la disposition des canaux de fréquences radioélectriques. Les limites réelles de la bande dépendent des attributions au service fixe, faites aux niveaux régional ou national.

4.2 Format de modulation

Pour chacune des gammes de fréquences, il y a deux colonnes qui renvoient à deux types d'application. Le premier type est supposé être représentatif de systèmes simples (par exemple, à bande étroite et à format de modulation peu complexe), qui présentent souvent une densité de p.i.r.e. élevée. Le second type est supposé être représentatif de systèmes plus complexes (par exemple, à bande plus large et à format de modulation très complexe), qui nécessitent habituellement une qualité en matière d'erreur élevée et sont par conséquent supposés être plus sensibles au brouillage.

Les études de partage sont généralement indépendantes de la modulation parce qu'elles reposent sur les objectifs *I/N*. Le format de modulation est, en principe, seulement utile pour l'évaluation des niveaux des signaux dans le récepteur (nominaux et pour un taux BER de 1×10^{-6}), qui peuvent être utilisés pour l'évaluation des brouillages de courte durée.

Il convient de noter que, surtout de point à multipoint (PMP) mais aussi de point à point (PP), l'opération de modulation adaptative (c'est-à-dire la modulation variant en fonction du brouillage au cours de la propagation et/ou du brouillage intrasystème) peut être employée pour augmenter dès que possible le débit ou la capacité du système.

4.3 Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur

L'espacement des canaux est nécessaire pour une simple évaluation de la densité de puissance de sortie au niveau de l'émetteur. Toutefois, dans certaines bandes, la Recommandation UIT-R prévoit divers espacements de canaux, dont l'emploi concret dépend du pays. En raison de cela, plusieurs valeurs sont données pour l'espacement des canaux. La largeur réelle de la bande du bruit dépend de la mise en œuvre, mais aux fins des études génériques de partage ou de compatibilité, la valeur nominale est généralement supposée être égale à la largeur de bande du canal.

4.4 Plage des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)

Lorsque les fréquences sont coordonnées (soit liaison par liaison dans les systèmes PP, ou entre les cellules et les terminaux du même système PMP) pour la gestion du brouillage intraservice (provenant du service fixe et affectant le service fixe), la p.i.r.e. (et en conséquence la puissance de sortie au

niveau de l'émetteur) est fixée à un niveau qui permet juste d'offrir le service, avec la qualité attendue, sur la liaison particulière ou dans la zone d'une cellule. La plage des puissances de sortie présentée fournit des informations non seulement sur la puissance maximale fournie par la conception du système mais aussi sur l'étendue réelle de la puissance concrètement utilisée sur un large territoire. Les valeurs tiennent compte des pertes au niveau du filtre de l'émetteur.

4.5 Plage des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz)

Dans les études de partage ou de compatibilité, on peut avoir besoin des densités spectrales de puissance. La densité de puissance de sortie au niveau de l'émetteur est obtenue en appliquant le facteur d'échelle largeur de bande à la puissance de sortie au niveau de l'émetteur, pour les liaisons dans le réseau considéré: densité de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) = puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW) – 10 log (espacement entre les canaux en MHz).

4.6 Plage des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)

Parmi les très nombreux systèmes présents dans le monde entier, il existe différentes méthodologies de mise en place physique. Des systèmes conventionnels d'intérieur (par exemple, avec des étages d'entrée des fréquences radioélectriques dans un environnement protégé), associés à une antenne placée sur un pylône ou sur un toit et reliée à une ligne d'alimentation, sont présents surtout dans les bandes inférieures. Des systèmes complets d'extérieur (par exemple, dans un cabinet étanche à l'eau, intégré à l'antenne ou voisin) sont présents surtout dans les bandes supérieures, mais leur présence dans les bandes inférieures augmente. En raison de cela, les pertes dues à la ligne d'alimentation de 0 dB concernent les applications entièrement d'extérieur, tandis que des valeurs plus élevées, seulement dans les bandes inférieures à 18/23 GHz, sont déduites d'une longueur moyenne de la ligne d'alimentation, un guide d'onde souple, d'environ 50 m. La ligne qui concerne les pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur rend compte des pertes dues à la ligne d'alimentation, et, le cas échéant, également des pertes dues aux systèmes combinant des canaux multiples (à l'exception des pertes dans le filtre de canaux, dont il est tenu compte dans la valeur de la puissance de sortie au niveau de l'émetteur ou dans celle du bruit dans le récepteur).

4.7 Plage des gains d'antenne (dBi) (de point à point) ou type d'antenne et plage des gains d'antenne (dBi) (de point à multipoint)

Dans les systèmes PP, des antennes plus petites vont généralement de pair avec des pertes dues à l'alimentation faibles ou nulles (par exemple, les applications entièrement d'extérieur). On trouvera les configurations de rayonnement de référence dans les Recommandations UIT-R F.699 et UIT-R F.1245. Dans les systèmes PMP, les types d'antenne représentatifs sont le type omnidirectionnel, le type Yagi (directionnel), le type parabolique et le type sectoriel. On trouvera les configurations de rayonnement de référence dans la Recommandation UIT-R F.1336.

Il convient de prendre les précautions nécessaires, compte tenu de ce que:

- dans les études de partage, ce n'est pas toujours la valeur maximale du gain d'antenne qui cause le plus de brouillages. Un gain d'antenne inférieur est associé à un faisceau plus large et, dans certains scénarios, cela cause plus de dommages, le service fixe étant soit la victime soit le brouilleur. Cela peut être déterminé au cas par cas pour chacun des scénarios de partage pour une plage représentative;
- la plage des gains est représentative de l'ensemble des réseaux, chaque réseau étant caractérisé par une distribution différente des valeurs des gains d'antenne. La valeur type est susceptible de se situer dans une plage donnée, qui dépend aussi de considérations d'ordre national différentes.

4.8 Plage des p.i.r.e. (dBW)

La plage des p.i.r.e. dépend de la puissance de sortie susmentionnée, des pertes dues à la ligne d'alimentation et des gains d'antenne, comme suit: $p.i.r.e. = (\text{puissance de sortie au niveau de l'émetteur}) + (\text{gain d'antenne}) - (\text{pertes dues à la ligne d'alimentation})$. Cependant, la plage des p.i.r.e. réelle ne doit pas être calculée comme la somme directe de la valeur la plus haute et de la valeur la plus basse, puisque les considérations suivantes s'appliquent:

- Lorsqu'une plage des pertes dues à la ligne d'alimentation est donnée, la valeur de 0 dB se réfère aux applications entièrement d'extérieur, qui habituellement ont une puissance de sortie modérée.
- Lorsque des limites réglementaires s'appliquent, la p.i.r.e. peut ne pas être égale à la somme de la puissance maximale et du gain maximal, diminuée des pertes minimales dues à la ligne d'alimentation (en dB).
- Les systèmes ayant une modulation moins complexe peuvent, en principe, avoir un émetteur à faible perte de puissance et donc une puissance plus élevée. Toutefois, une conception adaptée au bilan de liaison exigé par le marché pour cette application suggère, pour des raisons de rentabilité, de maintenir une puissance modérée. Néanmoins, lorsqu'elle est employée pour des espacements de canaux plus petits, la densité de p.i.r.e. (dBW/MHz) peut devenir plus élevée.
- Les systèmes ayant une modulation d'ordre plus élevé ont une plus grande perte de puissance dans l'émetteur et, lorsqu'ils sont associés à des systèmes à large bande et à grande capacité, ils utilisent la puissance maximale couramment disponible. Néanmoins, la densité de p.i.r.e. (dBW/MHz) pourrait ne pas être la plus forte parmi les applications du service fixe.
- Dans un réseau donné, la plus grande puissance de sortie au niveau de l'émetteur n'est pas nécessairement associée au gain d'antenne le plus élevé.

La p.i.r.e. pour différentes directions d'antenne peut être calculée en tenant compte de la configuration de rayonnement de l'antenne.

4.9 Plage des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz)

Dans les études de partage ou de compatibilité, la densité spectrale de p.i.r.e. est souvent utilisée. Elle peut être facilement obtenue par l'application du facteur d'échelle largeur de bande, pour les liaisons dans le réseau considéré: $\text{densité p.i.r.e. (dBW/MHz)} = p.i.r.e. (dBW) - 10 \log (\text{espacement entre les canaux en MHz})$.

Dans certains cas, un mode est aussi fourni, le mode étant le paramètre statistique pour la valeur rencontrée le plus souvent.

4.10 Bruit type dans le récepteur (dB)

Le bruit dans le récepteur inclut les pertes dans le filtre qui y est placé. La valeur correspond à un équilibre en matière de rentabilité pour l'application (dépendant surtout du bilan de liaison qui est visé dans la conception du système).

4.11 Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (dBW/MHz)

La densité type de puissance du bruit dans le récepteur est calculée à partir de la densité de puissance du bruit thermique et s'écrit comme suit: $-144 \text{ dBW/MHz} + \text{Bruit}$. La puissance absolue de bruit dans le récepteur peut s'obtenir en ajoutant le facteur nominal largeur de bande du bruit = $10 \log (\text{espacement entre les canaux en MHz})$.

4.12 Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)

Le niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1×10^{-6} dépend du rapport correspondant S/N pour le format de modulation effectif et de la largeur de bande du canal. Il peut être calculé à partir de la densité de puissance du bruit dans le récepteur à l'aide de la formule suivante:

Niveau normalisé d'entrée du récepteur (dBW/MHz) = densité de puissance du bruit dans le récepteur (dBW/MHz) + S/N (dB).

Le niveau effectif d'entrée du récepteur s'obtient en ajoutant le facteur nominal largeur de bande du bruit = $10 \log$ (espacement entre les canaux en MHz).

Des informations sur la valeur théorique S/N pour plusieurs formats de modulation, codés et non codés, sont données dans la Recommandation UIT-R F.1101. Lorsque des données sont disponibles concernant la valeur type S/N prévue, gain de codage compris, il en est fait état dans le tableau. Sinon, les valeurs dans le tableau sont déduites de ladite Recommandation en supposant que, dans les systèmes actuels, le gain de codage effectif recouvre au moins les pertes dues à la mise en œuvre.

4.13 Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz)

La densité de puissance du brouillage de longue durée figurant dans les Tableaux 5 à 12 et dans les Tableaux 14 à 17 est égale à $N_{RX} + I/N$. Cette valeur sert de point de départ pour les études de partage ou de compatibilité. Bien qu'une valeur pour N_{RX} soit donnée dans la deuxième ligne au-dessus de cette rubrique dans chacune des colonnes de ces Tableaux, la valeur appropriée de I/N dépend de la bande de fréquences et des conditions de partage ou de compatibilité, comme indiqué dans le Tableau 4 ci-dessous. Dans la plupart des cas, par le passé, une valeur cumulée de -10 dB a été employée pour les conditions de partage avec un service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits. Toutefois, d'autres valeurs ont aussi été employées ou mises au point dans les études de partage ou de compatibilité, dans différents environnements de brouillage.

Une valeur de -6 dB a été employée dans certains cas de partage avec un service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits dans les bandes sous les 3 GHz. Des indications sont en outre données concernant les études de partage impliquant plus d'un service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits. Le Tableau 4 donne des orientations quant au choix des valeurs I/N à employer pour déterminer une densité appropriée de puissance de brouillage de longue durée.

TABLEAU 4

Orientations quant au choix des valeurs I/N pour le brouillage de longue durée

I/N^1	Gamme de fréquences	Conditions de partage ou de compatibilité ¹	Observations et Recommandations UIT-R pertinentes
-6 dB	De 30 MHz à 3 GHz	Condition de partage sauf mention contraire ailleurs dans le présent Tableau	Valeur généralement applicable pour le brouillage cumulatif Voir les Recommandations pertinentes dans le Tableau 1.
-10 dB	Supérieure à 3 GHz		
≤ -6 dB	De 30 MHz à 3 GHz	Partage avec plus d'un service bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits	Répartition des objectifs F.1094 (voir le § 2 à l'Annexe 1 de la présente Recommandation) -6 dB ou -10 dB, comme il convient, peuvent s'appliquer lorsque le risque de brouillage simultané en provenance de stations bénéficiant d'autres attributions à titre primaire avec égalité de droits est négligeable. Sinon, un critère plus rigoureux peut être nécessaire pour la prise en compte du brouillage cumulatif en provenance des services brouilleurs bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité de droits (c'est-à-dire que -6 dB ou -10 dB devrait être la valeur I/N cumulée maximale provenant de tous les autres services).
≤ -10 dB	Supérieure à 3 GHz		
-13 dB	3 à 6 GHz	Compatibilité avec un service dans une bande ultra-large (UWB)	Pour les terminaux d'accès hertzien fixe d'intérieur (FWA) SM.1757
-15 dB	27 à 31 GHz	Partage avec un service fixe qui emploie des stations sur une plate-forme à haute altitude (HAPS)	F.1609
-20 dB	3-8,5 GHz	Compatibilité avec un service dans une bande ultra-large (UWB)	SM.1757
-20 dB	Toutes	Etudes de compatibilité	F.1094

¹ Ces valeurs de I/N s'appliquent au brouillage cumulatif provenant du fonctionnement du service partagé.

¹ Dans la présente Recommandation, les études de compatibilité désignent les études entre les systèmes hertziens fixes (FWS) et:

- les systèmes de services ayant des attributions à titre secondaire dans des bandes attribuées au service fixe à titre primaire;
- les systèmes de services ayant des attributions dans d'autres bandes (par exemple, dans des bandes adjacentes); et
- les sources d'émissions autres que les services de radiocommunication.

4.14 Informations complémentaires (niveau nominal d'entrée du récepteur)

Le niveau nominal d'entrée du récepteur (dBW) n'est pas mentionné dans les tableaux en raison de sa grande variabilité dans les réseaux. Mais on pourrait en avoir besoin pour l'évaluation de brouillage «de courte durée». Le niveau nominal à la réception dépend du bilan particulier de liaison qui est nécessaire pour assurer la qualité en matière d'erreur et la disponibilité requises. Par ailleurs, lorsque la commande ATPC est employée, le niveau nominal du récepteur est diminué par la plage de la commande ATPC. Généralement, lorsque cette commande est utilisée, le niveau nominal du récepteur devrait être abaissé d'environ 10 dB. En cas de besoin, les données concernant le niveau nominal d'entrée du récepteur devraient être fournies par les administrations nationales concernées par l'étude.

Dans tous les cas, pour une bonne fonction de liaison, avec la commande ATPC, le niveau nominal d'entrée du récepteur ne devrait pas descendre sous le niveau dépassant de 10 à 15 dB environ le niveau d'entrée du récepteur pour un taux BER de 10^{-6} .

TABLEAU 5^(*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées inférieures à 3 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	0,4061-0,450		1,350-1,530		1,700-2,100 1,900-2,300		1,900-2,300		2,290-2,670	
Recommandation UIT-R de référence	F.1567		F.1242		F.382		F.1098		F.1243	
Modulation	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,5; 0,6; 0,75; 1; 1,75; 3,5	0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,5; 0,6; 0,75; 1; 1,75; 3,5	0,25; 0,5; 1; 2; 3,5	0,25; 0,5; 1; 2; 3,5	29	29	1,75; 2,5; 3,5; 7; 10; 14	1,75; 2,5; 3,5; 7; 10; 14	0,25; 0,5; 1; 1,75; 2; 2,5; 3,5; 7; 14	0,25; 0,5; 1; 1,75; 2; 2,5; 3,5; 7; 14
Plage des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	NOTE	NOTE	NOTE	NOTE	NOTE	NOTE	NOTE	NOTE	NOTE	
Plage des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz)										
Plage des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)										
Dimension d'antenne (m) et plage des gains d'antenne (dBi)										
Plage des p.i.r.e. (dBW)										
Plage des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz)										
Facteur de bruit type du récepteur (dB)										
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)										
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)										
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz)	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N

NOTE – L'ensemble prévu des paramètres, pour deux systèmes de référence pour les études de partage ou de compatibilité, n'est à l'heure actuelle pas ou seulement partiellement disponible. Les administrations sont invitées à apporter leur contribution. Provisoirement, les paramètres indiqués à l'Annexe 3 pour les mêmes bandes peuvent être employés.

(*) Pour chacune des gammes de fréquences dans les Tableaux 5 à 12, il y a deux colonnes qui renvoient à des types représentatifs de système simple et de système plus complexe, respectivement (voir le § 4.2 à l'Annexe 2).

TABLEAU 6^(*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées situées entre 3 et 7,2 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	3,600-4,200		3,700-4,200		4,400-5,000		5,925-6,425		6,425-7,125	
Recommandation UIT-R de référence	F.635		F.382		F.1099		F.383		F.384	
Modulation	.....	.....	.....	.....	16-QAM	256-QAM	64-QAM	128-QAM	QPSK	64-QAM
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	10; 30; 40; 60; 80; 90	10; 30; 40; 60; 80; 90	28; 29	28; 29	8 ⁽³⁾ ; 9 ⁽³⁾ ; 10; 13 ⁽³⁾ ; 16,6 ⁽³⁾ ; 20; 28 ; 33,2 ⁽³⁾ ; 40; 60; 80	9 ⁽³⁾ ; 10; 13 ⁽³⁾ ; 20; 28 ; 40; 60; 80	5; 10; 20; 28; 29,65; 40 ; 60; 90	5; 10; 20; 28; 29,65 ; 40; 60; 90	5; 10; 20 ; 30; 40;80	5; 10; 20; 30; 40 ;80
Plage des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	NOTE	NOTE	NOTE		-5...-10	-5	-8...2,0	-11...2	-13...4	-15...3
Plage des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾					-25,2...-14,5	-19,5..., -14,5	-24... -14,0	-25,7...-9, 7	-26...-9	-31...-13,0
Plage des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)					0	3	2,5...5,6	1,1...3	1,2...2,8	0...6,3
Plage des gains d'antenne (dBi)					21,5...22,5	22,5	38,1...45,0	38,7...46,6	35,3...43,9	32,6...47,4
Plage des p.i.r.e. (dBW)					11,5...14,5	14,5	20,6...37,5	25,7...45,9	27,1...42,2	15,8...48,8
Plage des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾					-3,7...5,0	0,0...5,0	4,6...21,5 (Mode 14,3)	10,9...31,1 (Mode 26,9)	14,1...29,1 (Mode 21,7)	-0,2...32,7 (Mode 8,2 ...24,2)
Facteur de bruit type du récepteur (dB)					6,5...7	6,5	5	4,0	5	4,5...5
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)					-137,5...-137	-137,5	-139	-140	-139	-139,5... -139
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)					-117,0... -116,5	-104,9	-112,5	-110,5	-125,5	-113... -112,5

TABLEAU 6^(*) (*fin*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées situées entre 3 et 7,2 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	3,600-4,200		3,700-4,200		4,400-5,000		5,925-6,425		6,425-7,125	
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	-137,5... -137 + I/N	-137,5 + I/N	-139 + I/N	-140 + I/N	-139 + I/N	-139,5... -139 + I/N

NOTE – L'ensemble prévu des paramètres, pour deux systèmes de référence pour les études de partage ou de compatibilité, n'est à l'heure actuelle pas ou seulement partiellement disponible. Les administrations sont invitées à apporter leur contribution. Provisoirement, les paramètres indiqués à l'Annexe 3 pour les mêmes bandes peuvent être employés.

- (1) Pour calculer les valeurs des densités de puissance au niveau de l'émetteur ou des densités de p.i.r.e., l'espacement des canaux et les besoins en largeur de bande doivent être définis. Dans ces tableaux, l'espacement des canaux est indiqué en **caractères gras**. Lorsqu'une valeur modale (mode) est fournie, elle doit être considérée à titre indicatif dans la plage spécifiée et une analyse de la sensibilité peut ensuite, selon le cas, devoir être faite pour évaluer un potentiel de brouillage donné dû aux variations dans la plage spécifiée.
- (2) La densité nominale de puissance de brouillage de longue durée est définie par la «densité de puissance du bruit dans le récepteur + (I/N requis)» comme décrit au § 4.13 à l'Annexe 2 (voir aussi le § 4.1 à l'Annexe 1).
- (3) Cette valeur d'espacement des canaux n'est pas spécifiée dans la Recommandation de référence.

TABLEAU 7^(*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées situées entre 7,1 et 14 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	7,110-7,900		7,725-8,500		10,5-10,68		10,7-11,7		12,75-13,25	
Recommandation UIT-R de référence	F.385		F.386		F.747		F.387		F.497	
Modulation	16-QAM	128-QAM	16-QAM	128-QAM	.....	.....	16-QAM	64-QAM	.....	.....
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	3,5; 5; 7; 10 ; 14; 20 ; 28 ; 30 ⁽³⁾ ; 40 ⁽³⁾ ; 60 ⁽³⁾ ; 80 ⁽³⁾	3,5; 5; 7; 10 ; 14; 20 ; 28 ; 30 ⁽³⁾ ; 40 ⁽³⁾ ; 60 ⁽³⁾ ; 80 ⁽³⁾	1,25; 2,5; 5; 7; 10 ; 11,662; 14; 20 ; 28 ; 29,65; 30 ; 40 ; 60 ⁽³⁾ ; 80 ⁽³⁾	1,25; 2,5; 5; 7; 10 ; 11,662; 14; 20 ; 28 ; 29,65; 30 ; 40 ; 60 ⁽³⁾ ; 80 ⁽³⁾	1,25; 2,5; 3,5; 7	1,25; 2,5; 3,5; 7	5; 10; 20; 40; 60 ; 67; 80	5; 10; 20; 40 ; 60; 67; 80	3,5; 7; 14; 28	3,5; 7; 14; 28
Plage des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	-6,5...20,0	-6,5...20,0	-6,5...20,0	-6,5...20,0	Note	Note	3...5,0	0,0	Note	

TABLEAU 7^(*) (*fin*)

Gamme de fréquences (GHz)	7,110-7,900		7,725-8,500		10,5-10,68		10,7-11,7		12,75-13,25	
Plage des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-25,5...10,0	-25,5...10,0	-25,5...10,0	-25,5...10,0			-14,8...-12,8	-16,0		
Plage des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)	0...3,0	0...3,0	0...3,0	0...3,0			0...9,5	0...7,6		
Plage des gains d'antenne (dBi)	12...48,6	12...48,6	12...48,6	12...48,6			44...51	36...48,0		
Plage des p.i.r.e. (dBW)	5,5...65,5	5,5...65,5	5,5...65,5	5,5...65,5			33,1...51,2	13,3...43,0		
Plage des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-13,5...55,5	-13,5...55,5	-13,5...55,5	-13,5...55,5			15,3...33,4 (Mode 28,5)	-2,7...27,0 (Mode 15,9)		
Facteur de bruit type du récepteur (dB)	2,5...6	2,5...6	2,5...6	2,5...8			5	5		
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)	-141,5...-138,0	-141,5...-138,0	-141,5...-138,0	-141,5...-136			-139	-139		
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)	-121,0...-117,5	-112,5...-115,0	-121,0...-117,5	-111,3...-106,5			-118,5	-112,5		
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	-141,5...-138,0 + I/N	-141,5...-138,0 + I/N	-141,5...-138,0 + I/N	-141,5...-136 + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	-139 + I/N	-139 + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N

NOTE – L'ensemble prévu des paramètres, pour deux systèmes de référence pour les études de partage ou de compatibilité, n'est à l'heure actuelle pas ou seulement partiellement disponible. Les administrations sont invitées à apporter leur contribution. Provisoirement, les paramètres indiqués à l'Annexe 3 pour les mêmes bandes peuvent être employés.

TABLEAU 8^(*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées situées entre 14 et 34 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	14,4-15,35		17,7-19,7		21,2-23,6		24,25-29,50		31,8-33,4	
Recommandation UIT-R de référence	F.636		F.595		F.637		F.748		F.1520	
Modulation	FSK	128-QAM	QPSK	64-QAM	FSK	128-QAM	16-QAM ⁽⁴⁾	QPSK	256-QAM
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	2,5; 3,5 ; 7; 14; 28	2,5; 3,5; 7; 14; 28	1,25; 1,75; 2,5; 3,5; 5; 7 ; 7,5; 10; 13,75; 20; 27,5 ; 30; 40 ; 50; 55 ; 60 ⁽⁵⁾ ; 110 ; 220	1,25; 1,75; 2,5; 3,5; 5; 7; 7,5; 10; 13,75; 20; 27,5; 30; 40 ; 50; 55; 60 ⁽⁵⁾ ; 110; 220	2,5; 3,5; 7; 14; 25 ⁽³⁾ ; 28; 50; 56; 112	2,5; 3,5; 7; 14; 28; 30 ⁽³⁾ ; 50; 56; 112	2,5; 3,5; 7; 14; 28; 40 ⁽⁵⁾ ; 56; 60 ⁽⁵⁾ ; 112	2,5; 3,5; 7; 14; 28; 40 ⁽⁵⁾ ; 56; 60 ⁽⁵⁾ ; 112	3,5; 7; 14; 28; 56 ⁽⁵⁾	3,5; 7; 14; 28 ; 56 ⁽⁵⁾
Plage des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	0	15	-37...-3,0	-10	-10	-13	-39...-19		-29...-9	-29...-15
Plage des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-5,44	0,528	-45,4... -19,0	-26	-24,0	-27,8	-53,8... -33,8 ⁽⁶⁾		-37,5... -17,5	-43,5... -29,5
Plage des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)	0... 6,0	0...5,0	0,0...2	0...9,3	0...3	...	0,0		0...1,5	0...1,5
Plage des gains d'antenne (dBi)	37	31,9	21,7...48,3	32...45	34,8	...	31,5		37,8...43	37,8...43
Plage des p.i.r.e. (dBW)	31...37	41,9...46,9	-4,4...43	-1,1...33	21,8... 24,8	...	-7,5... 12,5		7,3... 34,0	7,3... 28,05
Plage des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	25,6...31,6	27,4...32,4	-13,1...27,3 (Mode 16,2)	-17,1...17 (Mode 8,0)	7,8...10,8		-21,3... -2,3 ⁽⁶⁾		-1,1... 25,5	-7,2... 13,5
Facteur de bruit type du récepteur		8	5,0	5	11	6	8		6	6
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)		-136	-139	-139	-133	-138	-136		-138	-138
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)		-106,5	-125,5	-112,5	-119,6	-108,5	-115,5		-131,3	-107,3

TABLEAU 8^(*) (*fin*)

Gamme de fréquences (GHz)	14,4-15,35		17,7-19,7		21,2-23,6		24,25-29,50		31,8-33,4	
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	$N_{RX} + I/N$	$-136 + I/N$	$-139 + I/N$	$-139 + I/N$	$-133 + I/N$	$-138 + I/N$	$-136 + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$-138 + I/N$	$-138 + I/N$

NOTE – L'ensemble prévu des paramètres, pour deux systèmes de référence pour les études de partage ou de compatibilité, n'est à l'heure actuelle pas ou seulement partiellement disponible. Les administrations sont invitées à apporter leur contribution. Provisoirement, les paramètres indiqués à l'Annexe 3 pour les mêmes bandes peuvent être employés.

- (4) Ce système emploie une modulation adaptative entre QPSK et 16-QAM et 16-QAM est choisie dans des conditions ordinaires. Ce système emploie la bande comprise entre 25,27 et 26,98 GHz.
- (5) Largeur de bande du bloc de fréquences.
- (6) Ces valeurs des densités de puissance au niveau de l'émetteur ou des densités de p.i.r.e. ont été calculées à partir d'un espacement des canaux (largeur de bande) de 30 MHz dans un bloc de fréquences de 60 MHz.

TABLEAU 9

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées situées entre 36 et 59 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	36,0-40,5		40,5-43,5		51,4-52,6		55,78-59,0	
Recommandation UIT-R de référence	F.749		F.2005		F.1496		F.1497	
Modulation	QPSK	32-QAM	QPSK	256-QAM	.....	.....	FSK	.....
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	2,5; 3,5; 7; 14; 28 ; 56; 112; 140	2,5; 3,5; 7; 14; 28; 56 ; 112; 140	7; 14; 28 ; 56; 112	7; 14; 28; 56 ; 112	3,5; 7; 14; 28; 56	3,5; 7; 14; 28; 56	3,5; 7; 10 ⁽³⁾ ; 14; 20 ⁽³⁾ ; 28; 30 ⁽³⁾ ; 40 ⁽³⁾ 50 ; 56; 100	3,5; 7; 14; 28; 50; 56; 100
Plage des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	-60...-15	-37,5...-16,5	-10	-17	NOTE	NOTE	-20...3	
Plage des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-68,4...-23,4	-45,9...-33,9	-24,5	-34,5			-37,0...-7,0	
Plage des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)	0	0	0...2,5	0...2,5			0...2,5	

TABLEAU 9 (*fin*)

Gamme de fréquences (GHz)	36,0-40,5		40,5-43,5		51,4-52,6		55,78-59,0	
Plage des gains d'antenne (dBi)	34...45	34...39,2	38...44	38...44			40,1...48,8	
Plage des p.i.r.e. (dBW)	-20,8...30	-1,7...22,7	25,5...34	18,5...27			17,6...51,8	
Plage des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-29,2...21,5 (Mode 14,2)	-15,7...5,2 (Mode 1,22)	11...19,5	1,0...9,5			0,6...41,8	
Facteur de bruit type du récepteur (dB)	8	6,3	7	7			7	
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)	-136	-137,7	-137	-137			-137	
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-122,5	-114,2	-123,5	-104,4			-123,6	
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	$-136 + I/N$	$-137,7 + I/N$	$-137 + I/N$	$-137 + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$-137 + I/N$	$N_{RX} + I/N$

⁽¹⁾ Pour calculer les valeurs des densités de puissance au niveau de l'émetteur ou des densités de p.i.r.e., l'espacement des canaux et la largeur de bande doivent être définis. Dans ces tableaux, l'espacement des canaux est indiqué en **caractères gras**. Lorsqu'une valeur modale (mode) est fournie, elle doit être considérée à titre indicatif dans la plage spécifiée et une analyse de la sensibilité peut ensuite, selon le cas, devoir être faite pour évaluer un potentiel de brouillage donné dû aux variations dans la plage spécifiée.

⁽²⁾ La densité nominale de puissance de brouillage de longue durée est définie par la «densité de puissance du bruit dans le récepteur + (I/N requis)» comme décrit au § 4.13 à l'Annexe 2 (voir aussi le § 4.1 à l'Annexe 1).

⁽³⁾ Cette valeur d'espacement des canaux n'est pas spécifiée dans la Recommandation de référence.

NOTE – L'ensemble prévu des paramètres, pour deux systèmes de référence pour les études de partage ou de compatibilité, n'est à l'heure actuelle pas ou seulement partiellement disponible. Les administrations sont invitées à apporter leur contribution. Provisoirement, les paramètres indiqués à l'Annexe 3 pour les mêmes bandes peuvent être employés.

TABLEAU 10

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées supérieures à 59 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	59-64		64-66		71-76/81-86	
Recommandation UIT-R de référence	F.1497		F.1497		F.2006	
Modulation	QPSK	64-QAM	BPSK		QPSK	
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	50; 100	50; 100; 150; 250; 500 ⁽³⁾ ; 1 250; 2 500	30 ; 50		250, 500, 750, 1 000, 1 250 , 1 500, 1 750, 2 000, 2 250	
Plage des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	-22...-20	-24	-15...-12		-10	
Plage des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-42...-40	-51	-29,8...-26,8		-41	
Plage des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)	0...2,5	0...2,5	0...2,5		0	
Plage des gains d'antenne (dBi)	38...48	38...48	48...50		54	
Plage des p.i.r.e. (dBW)	13,5...28	11,5...24	30,5...38		44	
Plage des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-6,5...8	-15,5...-3,0	15,8...23,3		13	
Facteur de bruit type du récepteur (dB)	8	8	9		10	
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)	-136	-136	-135		-134	
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)	-122,5	-109,5	-124,5		-120,5	
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	-136 + I/N	-136 + I/N	-135 + I/N		-134 + I/N	

⁽¹⁾ Pour calculer les valeurs des densités de puissance au niveau de l'émetteur ou des densités de p.i.r.e., l'espacement des canaux et la largeur de bande doivent être définis. Dans ces tableaux, l'espacement des canaux est indiqué en **caractères gras**. Lorsqu'une valeur modale (mode) est fournie, elle doit être considérée à titre indicatif dans la plage spécifiée et une analyse de la sensibilité peut ensuite, selon le cas, devoir être faite pour évaluer un potentiel de brouillage donné dû aux variations dans la plage spécifiée.

⁽²⁾ La densité nominale de puissance de brouillage de longue durée est définie par la «densité de puissance du bruit dans le récepteur + (I/N requis)» comme décrit au § 4.13 à l'Annexe 2 (voir aussi le § 4.1 à l'Annexe 1).

⁽³⁾ Cette valeur d'espacement des canaux n'est pas spécifiée dans la Recommandation de référence.

TABLEAU 11^(*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à multipoint dans les bandes attribuées inférieures à 11 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	1,35-2,69 (sous-bandes 1,35-2,5)		1,35-2,69 (sous-bandes 2,5-2,69)		3,40-3,80		10,15-10,68	
Recommandation UIT-R de référence	F.701		F.701		F.1488		F.747, F.1568	
Format de modulation	Stations centrales	Stations terminales	Stations centrales de QPSK à 64-QAM ⁽⁷⁾	Stations terminales QPSK	Stations centrales de QPSK à 64-QAM ⁽⁷⁾	Stations terminales QPSK	Stations centrales 64-QAM	Station terminale 64-QAM
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	Multiple de 0,5	Multiple de 0,5	5; 5,5; 6 ⁽⁸⁾	5; 5,5; 6 ⁽⁸⁾	25 ⁽⁵⁾ ; 1,75; 3,5; ...14 ⁽⁹⁾	25 ⁽⁵⁾ ; 1,75; 3,5; ...14 ⁽⁹⁾	1,75 ⁽³⁾ ; 2,5; 5; 28 ⁽⁵⁾ ; 30 ⁽⁵⁾	1,75 ⁽³⁾ ; 2,5; 5; 28 ⁽⁵⁾ ; 30 ⁽⁵⁾
Plage des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	NOTE	NOTE	5...13	-6...0	5...13	-6...0	-3	-12
Plage des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾			-2,78...6,01	-13,8...-6,9 9	-6,46...10,6	-17,5...-2,43	-5,43	-14,4
Plage des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)			3	0	2	0	0,5	0
Type d'antenne et plage des gains d'antenne (dBi)			13 (omnidirectionnelle)... 16 (sectorielle)	13 (omnidirectionnelle)	10 (omnidirectionnelle)... 18 (sectorielle)	8 (d'intérieur)... 18 (d'extérieur)	15 (microbande sectorielle de 90°)	18 (panneau)
Plage des p.i.r.e. (dBW)			23...26	32	21...29	8...18	11,5	6
Plage des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾			15,2...19,0	24,2...25,0	9,54...26,5	-3,46...15,6	9,07	3,57
Bruit type dans le récepteur (dB)			4	4	3	3	5	5
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)			-140	-140	-141	-141	-139	-139
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)			-126,5...-113,5	-126,5	-127,5...-114,5	-127,5	-112,5	-112,5

TABLEAU 11^(*) (*fin*)

Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$-140 + I/N$	$-140 + I/N$	$-141 + I/N$	$-141 + I/N$	$-139 + I/N$	$-139 + I/N$
--	----------------	----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

NOTE – L'ensemble prévu des paramètres, pour deux systèmes de référence pour les études de partage ou de compatibilité, n'est à l'heure actuelle pas ou seulement partiellement disponible. Les administrations sont invitées à apporter leur contribution. Provisoirement, les paramètres indiqués à l'Annexe 3 pour les mêmes bandes peuvent être employés.

- ⁽⁷⁾ Le format de modulation est habituellement modifié dynamiquement en fonction de la dégradation de la propagation.
- ⁽⁸⁾ La Recommandation UIT-R F.701 conseille seulement une configuration de base de 0,5 MHz (ou un multiple entier de cette valeur). Les valeurs de 5, 5,5 et 6 MHz sont proposées comme espacements de canaux les plus courants pour ces systèmes.
- ⁽⁹⁾ La Recommandation UIT-R F.1488 conseille seulement une configuration de base de 0,25 MHz (ou un multiple entier de cette valeur). Les valeurs de 1,75, 3,5, ... 14 MHz sont proposées comme espacements de canaux les plus courants pour ces systèmes.

TABLEAU 12^(*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à multipoint dans les bandes attribuées supérieures à 11 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	17,70-19,70		21,20-23,60		24,25-29,50		31,8-33,4		38,60-40,00	
Recommandation UIT-R de référence	F.595		F.637		F.748		F.1520		F.749	
Modulation	Station centrale	Stations terminales	Station centrale	Stations terminales	Station centrale QPSK à travers 16-QAM ⁽⁷⁾	Stations terminales QPSK à travers 16-QAM ⁽⁷⁾	Station centrale	Stations terminales	Station centrale	Stations terminales
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	2,5; 5; 10; 20; 30; 40; 50	2,5; 5; 10; 20; 30; 40; 50	3,5; 7; 14; 28	3,5; 7; 14; 28	3,5; 7; 14; 28; 30 ⁽³⁾ ; 56; 112; 40 ⁽⁵⁾ ; 60 ⁽⁵⁾	3,5; 7; 14; 28; 30 ⁽³⁾ ; 56; 112; 40 ⁽⁵⁾ ; 60 ⁽⁵⁾	3,5; 7; 14; 28; 56 ⁽⁵⁾ ; 112; 168	3,5; 7; 14; 28; 56 ⁽⁵⁾ ; 112; 168	50 ⁽⁵⁾ ; 60 ⁽⁵⁾	50 ⁽⁵⁾ ; 60 ⁽⁵⁾
Plage des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)					-19	-39...-19				
Plage des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾					-33,8 ⁽⁶⁾	-53,8...-33,8 ⁽⁶⁾				

TABLEAU 12^(*) (*fin*)

Gamme de fréquences (GHz)	17,70-19,70		21,20-23,60		24,25-29,50		31,8-33,4		38,60-40,00	
	Plage des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)					0	0			
Type d'antenne et plage des gains d'antenne (dBi)					6,5 (omnidirectionnelle)...	31,5 (plate)...				
Plage des p.i.r.e. (dBW)					-12,5...	-7,5...12,5				
Plage des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾					-27,3 ⁽⁶⁾	-22,3...-2,3 ⁽⁶⁾				
Bruit type dans le récepteur (dB)					8	8				
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)					-136	-136				
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)					-122,5... -115,5	-122,5... -115,5				
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	-136 + I/N	-136 + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N

Appendice 1 à l'Annexe 2

Exemples d'études de distribution statistique

Les exemples suivants ont été obtenus lors de l'analyse de quelques réseaux de point à point dans les réseaux d'infrastructure mobiles, dans lesquels les fonctions sont liées à la statistique des stations de base mobiles sur le territoire d'une administration. Ces réseaux sont décrits comme suit:

- 1 335 liaisons d'une longueur de 16 à 0,4 km dans la bande de 11 GHz;
- 1 285 liaisons d'une longueur de 8,7 à 0,1 km dans la bande de 15 GHz;
- 1 058 liaisons d'une longueur de 5,1 à 0,1 km dans la bande de 18 GHz.

Les distributions statistiques qui ont été obtenues pour leurs p.i.r.e. sont présentées dans le Tableau 13.

TABLEAU 13

Différence entre le maximum théorique et la dispersion statistique des données réelles pour les p.i.r.e. (pour trois systèmes au sein d'une administration)

Bande de fréquences (GHz)	10,715-10,955 11,245-11,485	14,5-14,660 14,970-15,130	17,850-17,970 18,600-18,720
Maximum théorique ^(*)	40,3	38,1	35
Maximum des données réelles	38,8	35,4	33
Moyenne des données réelles (μ)	31,7	28,4	22,8
Ecart type des données réelles (σ)	3,2	3,2	4,3
Différence entre le maximum théorique et le maximum des données réelles	1,5	2,7	2
$\mu + 2\sigma$	38,1	34,8	31,4
Maximum théorique ($\mu + 2\sigma$)	2,2	3,3	3,6
$\mu + 1,64\sigma$	37	33,7	29,9
Maximum théorique ($\mu + 1,64\sigma$)	3,3	4,4	5,1

^(*) Maximum théorique = puissance de sortie au niveau de l'émetteur (maximum) – pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (minimum) + gain d'antenne (maximum), cette valeur ne pouvant pas devenir le maximum des données réelles.

Les différences entre le maximum théorique et le maximum des données réelles sont comprises entre 1,5 et 2,7 dB. Le nombre de données réelles au niveau de l'émetteur pour ces systèmes dépasse 2 000. En supposant qu'un ensemble de plus de 2 000 données suit une distribution normale, on a calculé les valeurs de 2σ et de $1,64\sigma$, σ étant l'écart type et μ étant la moyenne. Environ 95% des données sont situées à moins de 2σ de la moyenne et environ 90% des données sont situées à moins de $1,64\sigma$ de la moyenne. La p.i.r.e. est inférieure au maximum théorique de 3 dB environ pour 95% des données et de 4 dB environ pour 90% des données.

Il convient de noter qu'une telle analyse peut conduire à des résultats quelque peu différents suivant la distribution statistique des données.

Toutefois, il est prouvé que, dans des exemples pratiques, il y a une petite différence entre le maximum théorique et les valeurs maximales des données réelles.

Annexe 3

Autres paramètres des systèmes propres au service fixe

Les informations dans la présente Annexe concernent toujours les systèmes réels mis en place au cours du temps. Certains de ces paramètres peuvent être obsolètes, mais aucun nouvel ensemble complet de paramètres n'a encore été présenté par les administrations. Ils peuvent encore être employés provisoirement lorsque des données pour les systèmes de référence, pour les bandes considérées, ne figurent pas dans les tableaux à l'Annexe 2.

La présente Annexe est fondée sur le Rapport UIT-R F.2108. Les termes suivants sont mis à jour:

Les termes «concentrateur», «station de base» et «station centrale» ont été remplacés par le terme unique «station centrale».

Les termes «station distante», «station de sortie» et «station terminale» ont été remplacés par le terme unique «station terminale».

TABLEAU 14^(*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées inférieures à 3 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	0,4061-0,450		1,350-1,530		1,700-2,100 1,900-2,300		1,900-2,300		2,290-2,670
Recommandation UIT-R de référence	F.1567		F.1242		F.382		F.1098		F.1243
Modulation	QPSK	32-QAM	MSK	QPSK	O-QPSK	QPSK	QPSK	256-QAM	MSK
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	0,05, 0,1, 0,15, 0,2, 0,25 , 0,3, 0,5, 0,6, 0,75, 1, 1,75, 3,5	0,05, 0,1, 0,15, 0,2 , 0,25, 0,3, 0,5, 0,6, 0,75, 1, 1,75 , 3,5	0,25, 0,5, 1, 2, 3,5	0,25, 0,5, 1, 2, 3,5	29	29	1,75, 2,5 , 3,5, 7, 10, 14	1,75, 2,5, 3,5 , 7, 10, 14	0,25, 0,5, 1, 1,75, 2, 2,5, 3,5, 7, 14
Plage maximale des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	7	0	7	0...7	7	3	-9...7	-1...2	5
Plage maximale des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾	1,6...13	-2,4...7,0	4,0	-3,0...7	-7,6	-12	-14...-1,5	-6,4...-3,4	-6,5
Plage minimale des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)	2	2	5	1...5	3	1	3...6	0...2	4
Plage maximale des gains d'antenne (dBi)	25	25	16	16...33	33	31	28...30	33...38	25
Plage maximale des p.i.r.e. (dBW)	30	23	20	20...39	40	34	14...30	32...40	26
Plage maximale des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	25...36	21...30	17	17...39	25	19	10...19	27...35	15
Bruit dans le récepteur (dB)	5	3,5	4	4...7	4	4	4...6	3...4	4
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)	-139	-140,5	-140	-140...-137	-140	-140	-140...-138	-141...-140	-140

TABLEAU 14^(*) (*fin*)

Gamme de fréquences (GHz)	0,4061-0,450		1,350-1,530		1,700-2,100 1,900-2,300		1,900-2,300		2,290-2,670
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-125,5	-117	-126,5	-126,5... -123,5	-126,5	-126,5	-126,5... -124,5	-108,4... -107,4	-126,5
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	-139 + <i>I/N</i>	-140,5 + <i>I/N</i>	-140 + <i>I/N</i>	-140... -137 + <i>I/N</i>	-140 + <i>I/N</i>	-140 + <i>I/N</i>	-140... -138 + <i>I/N</i>	-141... -140 + <i>I/N</i>	-140 + <i>I/N</i>

(*) Pour chacune des gammes de fréquences dans les Tableaux 14 à 17, il y a deux colonnes qui renvoient à des types représentatifs de système simple et de système plus complexe, respectivement (voir le § 4.3 à l'Annexe 2).

(1) Pour calculer les valeurs des densités de puissance au niveau de l'émetteur ou des densités de p.i.r.e., l'espacement des canaux et les besoins en largeur de bande doivent être définis. Dans ces tableaux, l'espacement des canaux est indiqué en **caractères gras**.

(2) La densité nominale de puissance de brouillage de longue durée est définie par la «densité de puissance du bruit dans le récepteur + (*I/N* requis)» comme décrit au § 4.13 à l'Annexe 2 (voir aussi le § 4.1 à l'Annexe 1).

TABLEAU 15^(*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées situées entre 3 GHz et 12 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	3,600-4,200		3,700-4,200	10,5-10,68	
Recommandation UIT-R de référence	F.635		F.382	F.747	
Modulation	64-QAM	512-QAM	QPSK	QPSK ⁽³⁾	128-TCM
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	10, 30 , 40, 60, 80, 90	10, 30, 40 , 60, 80, 90	28, 29	1,25, 2,5, 3,5, 7	1,25, 2,5 , 3,5, 7
Plage maximale des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	-1	7	0	-2	-3
Plage maximale des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-16...-11	-9,0	-15	-10	-7,0
Plage minimale des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)	0	3	3	0	0
Plage maximale des gains d'antenne (dBi)	42	40	37	49	51
Plage maximale des p.i.r.e. (dBW)	41	44	38	47	48

TABLEAU 15^(*) (*fin*)

Gamme de fréquences (GHz)	3,600-4,200		3,700-4,200	10,5-10,68	
	Plage maximale des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	26...31	28	23	39	44
Bruit dans le récepteur (dB)	3	2	4	3	4
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)	-141	-142	-140	-141	-140
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-114,5	-106,5	-126,5	-127,5	-116,4
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	-141 + I/N	-142 + I/N	-140 + I/N	-141 + I/N	-140 + I/N

⁽³⁾ Deux modulations (QPSK et 4FSK) sont décrites et QPSK est choisie.

TABLEAU 16^(*)

Paramètres des systèmes du service fixe de point à point dans les bandes attribuées supérieures à 12 GHz

Gamme de fréquences (GHz)	12,75-13,25	51,4-52,6	
Recommandation UIT-R de référence	F.497	F.1496	
Modulation	QPSK	4-FSK	32-QAM
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	3,5, 7, 14, 28	3,5, 7, 14, 28, 56	3,5, 7, 14, 28, 56
Plage maximale des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	10	-20	-20
Plage maximale des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-4,5...4,6	-34,,,-25	-31
Plage minimale des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)	0	0	0
Plage maximale des gains d'antenne (dBi)	49	50	50
Plage maximale des p.i.r.e. (dBW)	45	30	30
Plage maximale des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	31...40	16...25	19
Bruit dans le récepteur (dB)	10	11	7
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur ($=N_{RX}$) (dBW/MHz)	-134	-133	-137
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-120,5	-109,9	-113,5
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	$-134 + I/N$	$-133 + I/N$	$-137 + I/N$

TABLEAU 17^(*)

**Paramètres des systèmes du service fixe de point à multipoint
dans les bandes attribuées inférieures à 11 GHz**

Gamme de fréquences (GHz)	1,35-2,69 (sous-bandes 1,35-2,5)	
Recommandation UIT-R de référence	F.701	
Format de modulation	Stations centrales QPSK ⁽⁴⁾	Stations terminales QPSK ⁽⁴⁾
Espacement des canaux et largeur de bande du bruit dans le récepteur (MHz)	2; 3,5 ⁽⁵⁾	2; 3,5 ⁽⁵⁾
Plage maximale des puissances de sortie au niveau de l'émetteur (dBW)	0...7	0...7
Plage maximale des densités de puissance de sortie au niveau de l'émetteur (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-3,0...1,6	-3,0...1,6
Plage minimale des pertes dues à la ligne d'alimentation ou au multiplexeur (dB)	0...4,4	0...4
Plage maximale des gains d'antenne (dBi)	13 (omnidirectionnelle/ sectorielle) ... 17 (omnidirectionnelle/ sectorielle)	17,5 (Yagi/cornet) ... 27 (parabolique/cornet)
Plage maximale des p.i.r.e. (dBW)	6...24	16...34
Plage maximale des densités de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	3,0...19	13...29
Bruit dans le récepteur (dB)	3,5...4	3,5...4
Densité type de puissance du bruit dans le récepteur (=N _{RX}) (dBW/MHz)	-140,5...-140	-140,5...-140
Niveau normalisé d'entrée du récepteur pour un taux BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-127...-126,5	-127...-126,5
Densité nominale de puissance de brouillage de longue durée (dBW/MHz) ⁽²⁾	-140,5...-140 + I/N	-140,5...-140 + I/N

⁽⁴⁾ Certains systèmes emploient les modulations O-QPSK et QPSK dans la bande et le système QPSK est choisi parce qu'il contient tous les paramètres.

⁽⁵⁾ La Recommandation UIT-R F.701 ne préconise qu'une configuration de base à 0,5 MHz (ou un multiple entier de cette valeur). Les valeurs de 2 et 3,5 MHz sont proposées pour ces systèmes en tant qu'espacements les plus courants des canaux.