|  |  |
| --- | --- |
| **Conférence mondiale des radiocommunications (CMR-19)Charm el-Cheikh, Égypte, 28 octobre – 22 novembre 2019** | **logo_F_** |
|  |  |
|  |  |
| **SÉANCE PLÉNIÈRE** | **Document 77-F** |
|  | **7 octobre 2019** |
|  | **Original: anglais** |
|  |
| Chine (République populaire de)/Fédération de Russie/Papouasie-Nouvelle-Guinée |
| ProposITIONs POUR LES TRAVAUX DE LA confÉrence |
| ÉTUDES TECHNIQUES CONCERNANT LA QUESTION 9.1.1 DU POINT 9.1 DE L'ORDRE DU JOUR |
| Point 9.1 (9.1.1) de l'ordre du jour |

9 examiner et approuver le Rapport du Directeur du Bureau des radiocommunications, conformément à l'article 7 de la Convention:

9.1 sur les activités du Secteur des radiocommunications depuis la CMR-15;

9.1 (9.1.1) Résolution **212 (Rév.CMR-15) -** Mise en œuvre des Télécommunications mobiles internationales dans les bandes de fréquences 1 885‑2 025 MHz et 2 110‑2 200 MHz

# 1. Introduction

Les études de l'UIT-R menées au titre de la Question 9.1.1 du point 9.1 de l'ordre du jour relèvent de la responsabilité des Groupes de travail 4C et 5D. Bien que ces deux groupes de travail n'aient pas réussi à terminer le Rapport UIT-R prévu comportant les études techniques avant la CMR-19, les différentes études décrivent de façon claire et cohérente la situation des brouillages dans chacun des scénarios examinés. Le document élaboré par les deux groupes de travail contient actuellement environ 430 pages, et il est difficile pour les personnes n'ayant pas participé directement aux études d'y faire référence facilement. L'objet du présent document est donc de présenter un résumé des principaux résultats des études de brouillage.

Quatre scénarios de brouillage sont examinés au titre de ce point de l'ordre du jour, et l'image ci‑dessous montre un exemple de déploiement d'un système IMT de Terre et d'un système IMT à satellites dans deux pays différents, qui ne sont pas nécessairement frontaliers.



Scénarios de brouillage

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Scénario | Système brouilleur | Système brouillé |
| A1 | Station de base ou station mobile IMT (de Terre) | Station spatiale IMT (satellite) |
| A2 | Station de base IMT (de Terre) | Station MES IMT (satellite) |
| B1 | Station MES IMT (satellite) | Station de base ou équipement d'utilisateur IMT (de Terre) |
| B2 | Station spatiale IMT (satellite) | Équipement d'utilisateur IMT (de Terre) |

**Image**: Pays A; **Station de base**; Équipement d'utilisateur

Pays B; **Satellite du SMS**; Liaison montante: 1 980‑2 010 MHz; Liaison descendante: 2 170‑2 200 MHz; **Station MES**

Tableau 1: Scénarios examinés et situation des brouillages

|  |  |
| --- | --- |
| Scénario | Brouillages/Observations |
| **A1** | Niveau de dépassement allant jusqu'à 52,2 dB – actuellement non traité par le RR |
| **A2** | Les problèmes de brouillage peuvent être traités moyennant l'application des dispositions actuelles du RR en matière de coordination transfrontière |
| **B1** | Les problèmes de brouillage peuvent être traités moyennant l'application des dispositions actuelles en matière de coordination transfrontière et de dispositions modifiées du RR (voir l'Annexe C) |
| **B2** | Les problèmes de brouillage peuvent être résolus moyennant l'inclusion d'un nouveau seuil de puissance surfacique déclenchant la coordination |

Le Tableau 1 ci-dessus présente un résumé des quatre scenarios étudiés, la situation des brouillages dans chaque scénario et une solution qui permettrait de résoudre les problèmes de brouillage (sauf pour le Scénario A1). Le présent document porte principalement sur le Scénario A1 (brouillages causés par les stations de base IMT de Terre aux récepteurs de satellite IMT dans la bande 1 980‑2 010 MHz), qui est le scénario le plus critique traité au titre de ce point de l'ordre du jour, car des niveaux de brouillages élevés empêcheraient l'utilisation de la bande par le SMS.

# 2. Les études techniques mettent en évidence les brouillages produits par les stations de base mobiles

Une simple analyse des brouillages produits par une seule station de base IMT montre que le niveau des brouillages dépasserait la valeur du critère de protection I/N du SMS, comme indiqué dans le Tableau 2.

Tableau 2: Brouillages causés par une seule station de base IMT aux différents systèmes à satellites

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Brouilleur | Type de satellite | Niveau de dépassement (dB) |
| Station de base IMT unique | LEO | 10,2 |
| MEO | 7,0 |
| HEO | 11,8 |
| GEO | 20,7 |

Les détails des calculs ayant abouti aux résultats indiqués dans le Tableau 2 figurent dans l'Annexe A.

Il est évident que le niveau des brouillages causés par un groupe de stations de base IMT dépasserait très largement la valeur du critère de protection. Le Tableau 3 ci-dessous présente un résumé des résultats des analyses de brouillage effectuées dans le cadre des études menées au titre de ce point de l'ordre du jour, en utilisant les paramètres et les hypothèses figurant dans la Recommandation UIT-R M.2101 et dans le Rapport M.2292.

Tableau 3: Brouillages causés par un groupe de stations de base IMT aux différents systèmes à satellites

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Brouilleur | Type de satellite | Niveau de dépassement (dB) |
| Plusieurs stations de base IMT | LEO | 39,5 |
| MEO | 37,2 |
| HEO | 48,0 |
| GEO | 52,2 |

Aucune mesure efficace permettant de supprimer les brouillages par l'intermédiaire de la coordination n'a été identifiée pour faire face à des niveaux aussi élevés de dépassement des critères de protection des systèmes du SMS. Des brouillages excessifs peuvent se produire lorsque les pays utilisant des systèmes IMT de Terre et des systèmes IMT à satellites partagent une frontière, et aussi lorsque des milliers de kilomètres les séparent.

Il est apparu que les brouillages causés au SMS par un groupe d'équipements d'utilisateur (p.i.r.e. maximale de 20 dBm/5 MHz pour un équipement d'utilisateur) étaient anodins.

# 3. Des cas effectifs de brouillages démontrent que les stations de base IMT produisent bien des brouillages

Les brouillages ont été mesurés par un opérateur du SMS en utilisant un satellite MEO en orbite fonctionnant dans la bande des 2 GHz du SMS. Les niveaux de brouillage mesurés sont indiqués dans le Tableau 4.

Tableau 4: Niveaux de brouillage mesurés par un satellite MEO opérationnel

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Localisation du faisceau étroit | Distance par rapport à la zone de déploiement des IMT (km) | Niveau de dépassement (dB) |
| Mexique | 200 km | 36,0 |
| Afrique de l'Ouest | 6 000 km  | 20,7 |
| Royaume-Uni | 5 000 km | 23,6 |
| Papouasie-Nouvelle-Guinée | 10 000 km | 26,7 |

Comme indiqué dans le Tableau 4 ci-dessus, avec des faisceaux étroits échantillonnés qui couvrent ensemble une grande partie de la surface de la Terre, le niveau des brouillages cumulatifs causés par un déploiement effectif de systèmes IMT de Terre dépasse la valeur du critère de protection d'un satellite IMT opérationnel de plusieurs ordres de grandeur. Des données supplémentaires sur les mesures de spectre figurent dans l'Annexe B.

Dans un cas distinct, des brouillages causés à un satellite du SMS notifié du Royaume-Uni fonctionnant dans la bande 1 980‑2 010 MHz ont été signalés au Bureau de l'UIT conformément aux procédures établies à l'Article 15 du RR.

# 4. Mesures envisageables permettant d'assurer la coexistence entre les stations de base IMT et les satellites IMT

Pour assurer la coexistence entre les stations de base IMT et les satellites IMT, il est proposé de fixer une limite de p.i.r.e pour les stations de base mobiles fonctionnant dans la bande 1 980‑2 010 MHz. Une mesure opérationnelle autre que l'application de la limite de p.i.r.e. susmentionnée consisterait à adopter une disposition de fréquences qui utilise la bande 1 980‑2 010 MHz pour les émissions des équipements d'utilisateur et la bande 2 170‑2 200 MHz pour les émissions des stations de base.

Plusieurs dispositions de fréquences sont recommandées dans la Recommandation UIT-R M.1036‑5, notamment les dispositions «B6» et «B7». Pour les administrations ayant déjà mis en œuvre des IMT dans les bandes 1 920‑1 980 MHz et 2 110‑2 170 MHz grâce à la disposition de fréquences «B1»[[1]](#footnote-1), il serait logique d'utiliser la disposition complémentaire «B6».

# 5. Conclusion

Les études de l'UIT-R ont montré que les satellites IMT subissaient des brouillages d'un niveau très élevé lorsque la bande 1 980‑2 010 MHz est utilisée par des émetteurs de stations de base IMT de Terre. Les niveaux de brouillages très élevés remettent en cause le fondement de l'utilisation des récepteurs de satellite dans la bande 1 980‑2 010 MHz lorsque celle-ci est utilisée pour la composante de Terre des IMT et la composante satellite des IMT dans différents pays.

Les études théoriques ont été validées par les mesures des brouillages effectifs, qui montrent que les brouillages préjudiciables se produisent aujourd'hui dans de grandes parties de la bande 1 980‑2 010 MHz. Il est donc nécessaire de modifier le Règlement des radiocommunications en ce qui concerne la bande 1 980‑2 010 MHz, afin d'empêcher que cette bande soit rendue inutilisable par le SMS.

L'introduction de limites de puissance pour les stations de base IMT de Terre, comme proposé ci‑avant, ou l'adoption d'une mesure opérationnelle visant à limiter l'utilisation de la bande de fréquences 1 980-2 010 MHz par la composante de Terre des IMT pour les émissions des équipements d'utilisateur vers les stations de base permettrait de protéger convenablement les satellites IMT et d'assurer la coexistence entre les IMT de Terre et les IMT du SMS. Les solutions proposées permettraient également aux administrations de déployer des IMT de Terre, si elles le souhaitent, d'une manière compatible avec l'exploitation du SMS et conforme au statut primaire avec égalité des droits des attributions dont bénéficient les IMT et le SMS.

AnnexE A

Calculs des brouillages causés par une seule station de base IMT
à un satellite du SMS

Le Tableau A1 présente le détail des calculs des brouillages causés par une seule station de base à un satellite du SMS, en supposant que la station de base IMT et la zone de service du SMS se situent dans des pays différents.

Tableau A1: Brouillages causés par une seule station de base IMT aux différents systèmes à satellites

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Paramètre | Station de base-GEO | Station de base-LEO | Station de base-HEO | Station de base-MEO | Unité |
| Fréquence centrale | 1 995 | 1 995 | 1 995 | 1995 | MHz |
| Distance entre le satellite et la station de base | 41 402 | 2 430 | 51 500 | 13 912 | km |
| Angle d'élévation (de la station de base vers le satellite) | 2,5 | 30 | 5 | 15 | deg |
| Affaiblissement en espace libre | 190,8 | 166,1 | 192,7 | 181,3 | dB |
| Température de bruit du satellite | 27,6 | 29 | 29,0 | 26,0 | dBK |
| Seuil de protection (I/N) | –12,2 | –12,2 | –12,2 | –12,2 | dB |
| Densité spectrale de puissance brouilleuse acceptable | –183,2 | –181,8 | –181,8 | –184,8 | dBm/Hz |
| Gain de crête de l'antenne du satellite | 50,6 | 23 | 44,8 | 30 | dBi |
| Gain d'antenne du satellite en direction de la station de base | 43,6 | 21 | 42,8 | 27 | dBi |
| Densité spectrale de la puissance d'émission sur la liaison montante (avec une perte dans le système d'alimentation) | –27 | –27 | –27 | –27 | dBm/Hz |
| (43 dBm/5MHz) | (43dBm/5MHz) | (43dBm/5MHz) | (43dBm/5MHz) |
| Gain d'antenne de la station de base en direction du satellite  | 11,7 | 0,5 | 6,9 | 2,6 | dBi |
| Densité spectrale de p.i.r.e. de la station de base brouilleuse | –15,3 | –26,5 | –20,1 | –23,4 | dBm/Hz |
| **Niveau de dépassement** | **20,7** | **10,2** | **11,8** | **7,0** | dB |

AnnexE B

Mesures des brouillages causés à un satellite MEO opérationnel

Les images ci-dessous montrent l'étendue géographique des brouillages mesurés qui ont été causés dans des liaisons descendantes de la composante de Terre depuis une zone de déploiement de systèmes IMT de Terre en Amérique du Nord (Région 2) dans la gamme de fréquences 1 990‑1 995 MHz. Ces mesures ont été enregistrées à l'aide d'un faisceau étroit de réception utilisé par un satellite des IMT opérationnel sur orbite terrestre moyenne (MEO). Les images figurant dans la présente Annexe se rapportent aux valeurs numériques de dépassement des brouillages qui sont indiquées dans le Tableau 4 du présent document.

Les cercles indiquent la position du satellite au moment où chaque mesure a été enregistrée, tandis que la couleur des cercles correspond au niveau de dépassement des critères de protection du satellite en dB. Le triangle indique l'emplacement central du faisceau étroit depuis lequel les mesures des brouillages ont été enregistrées.

Le tracé dans la Figure B1 ci-dessous indique les mesures effectuées en Afrique de l'Ouest (Région 1) concernant les brouillages causés par les émissions de liaison descendante d'une station de base IMT de Terre en Région 2.

Figure B1: Mesures des brouillages causés à un satellite MEO des IMT
à l'aide d'un faisceau étroit au-dessus de l'Afrique de l'Ouest



Mesures par analyseur de spectre/Position

1 990 – 1 995 MHz, Heure: 07/05/2019 19:39:16 – 07/05/2019 21:40:16 UTC

Latitude (degrés) Longitude (degrés) Niveau de dépassement (dB)

Le tracé dans la Figure B2 ci-dessous indique les mesures effectuées en Papouasie-Nouvelle-Guinée (Région 3) concernant les brouillages causés par les émissions de liaison descendante d'une station de base IMT de Terre en Région 2.

Figure B2: Mesures des brouillages causés à un satellite MEO des IMT
à l'aide d'un faisceau étroit au-dessus de la Papouasie-Nouvelle-Guinée



Mesures par analyseur de spectre/Position

1 990‑1 995 MHz, Heure: 15/05/2019 14:01:16 – 15/05/2019 14:41:16 UTC

Latitude (degrés) Longitude (degrés) Niveau de dépassement (dB)

Les tracés indiqués dans les deux figures ci-dessus démontrent que l'exploitation des liaisons descendantes de la composante de Terre des IMT cause des brouillages importants aux liaisons montantes de la composante satellite des IMT, même lorsque les déploiements respectifs des composantes de Terre et satellite s'effectuent à des milliers de kilomètres l'un de l'autre. Les résultats obtenus permettent de confirmer que les brouillages causés par l'exploitation des liaisons descendantes de la composante de Terre des IMT aux liaisons montantes de la composante satellite des IMT est un problème international qui a des incidences sur la compatibilité technique à l'échelle mondiale entre la composante de Terre et la composante satellite des IMT dans la bande 1 980‑2 010 MHz.

AnnexE C

Détermination des valeurs des paramètres du Tableau 7a de l'Appendice 7

Pour traiter le Scénario de brouillage B1, il est proposé de procéder à des ajouts dans l'Appendice 7 pour y faire figurer des paramètres pertinents pour la modulation numérique qui sont nécessaires pour déterminer la distance de coordination dans le cas d'une station terrienne d'émission. Les paramètres sont fondés sur les caractéristiques des stations de base IMT de réception, en conformité avec le Rapport UIT-R M.2292. Ces ajouts permettraient d'aider les administrations à établir les distances de coordination nécessaires. Les observations figurant dans le Tableau ci-après décrivent les différents paramètres et présentent les détails des calculs.

Tableau C1: Paramètres nécessaires pour déterminer la distance de coordination dans le cas
d'une station terrienne d'émission

| Désignation du service de radiocommunication spatiale, émission | Mobile par satellite | Observations |
| --- | --- | --- |
| Bandes de fréquences (MHz) | 1 980-2 025 | – |
| Désignation du service de Terre, réception | Fixe, mobile | – |
| Méthode à utiliser | § 1.4.6 | – |
| Modulation au niveau de la station de Terre 1 | A | N | – |
| Paramètres et critères de brouillage de la station terrienne | *p*0 (%) | 0,01 | 20 | pourcentage de temps pendant lequel le brouillage provenant de toutes les sources peut dépasser la valeur de seuil |
| *n* | 2 | 1 | nombre de sources de brouillage équivalentes, de niveau égal et de probabilité égale supposées être non corrélées pour de petits pourcentages de temps |
| *p* (%) | 0,005 | 20 | pourcentage de temps pendant lequel le brouillage provenant d'une source unique peut dépasser la valeur de la puissance de brouillage admissible; étant donné que les sources de brouillage ne devraient pas se présenter simultanément: *p* = *p0*/*n* |
| *NL* (dB) | 0 | 0 | Le facteur *NL* correspond à la contribution de bruit de la liaison. Dans le cas d'un répéteur de satellite, il comprend le bruit sur la liaison montante, l'intermodulation, etc. En l'absence d'entrées dans le Tableau, on suppose que: *NL* = 1 dB pour les liaisons fixes par satellite    = 0 dB pour les liaisons de Terre |
| *Ms* (dB) | 26 2 | 1 | Pour une station de base IMT dont le facteur de bruit NF est égal à 5 dB. Alors N =–204 dBW/Hz + 5dB =–199 dBW/Hz.De ce fait, si l'on se base sur I/N = –6 dB, I = –205 dBW/Hz ou 169 dBW/4kHzÉtant donné que *Pr*(*p*) = –169 dBW/4kHz, alors *Ms* = 1 dB |
| *W* (dB) | 0 | 0 | Lorsque le signal utile est numérique, *W* est en principe égal ou inférieur à 0 dB, quelles que soient les caractéristiques du signal brouilleur. |
| Paramètres de la station terrienne | *Gx* (dBi) 3 | 49 2 | 16,1 | Gain d'antenne de réception sans perte dans le système d'alimentation de la station de base IMT en direction de la station terrienne du SMS  |
| *Te* (K) | 500 2 | 925 | Pour une station de base IMT dont le facteur de bruit NF est égal à 5 dB et N est égal à -199 dBW/Hz *Te* = 10^(*N*/10)/*k* = 925 K |
| Largeur de bande de référence | *B* (Hz) | 4 × 103 | 4 × 103 | - |
| Puissance de brouillage admissible | *Pr*(*p*) (dBW)en *B* | −140 | –169 |  *k*: constante de Boltzmann (1,38 × 10 − 23 J/K) *Te*: température de bruit thermique du système de réception (K), mesurée aux bornes de l'antenne de réception *NL*: contribution de bruit de la liaison *B*: largeur de bande de référence (Hz), c'est-à-dire la largeur de bande dans laquelle fonctionne la station de réception brouillée et sur laquelle il est possible d'établir une moyenne de la puissance de l'émission brouilleuse *p*: pourcentage de temps pendant lequel le brouillage provenant d'une source unique peut dépasser la valeur de la puissance de brouillage admissible; étant donné que les sources de brouillage ne devraient pas se présenter simultanément: *p* = *p*0/*n* *p0*: pourcentage de temps pendant lequel le brouillage provenant de toutes les sources peut dépasser la valeur de seuil *n*: nombre de sources de brouillage équivalentes, de niveau égal et de probabilité égale supposées être non corrélées pour de petits pourcentages de temps *Ms*: marge de fonctionnement de la liaison (dB) *W*: facteur d'équivalence de bruit thermique (dB) pour les émissions brouilleuses dans la largeur de bande de référence. Ce facteur est positif lorsque les émissions brouilleuses ne causent pas une dégradation plus importante que le bruit thermique |

1 A: modulation analogique; N: modulation numérique.

2 On a utilisé les paramètres applicables à la station de Terre associée aux systèmes transhorizon. On peut aussi utiliser les paramètres des systèmes hertziens en visibilité directe associés à la bande de fréquences 1 668,4‑1 675 MHz pour déterminer un contour supplémentaire.     (CMR‑03)

3 Les pertes dans le système d'alimentation ne sont pas prises en compte.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. La disposition de fréquences «B1» est aussi connue comme étant la «Bande 1» du 3GPP et est largement mise en œuvre. La combinaison des dispositions de fréquences «B1» et «B6» de l'UIT-R est connue comme étant la «Bande 65» du 3GPP. [↑](#footnote-ref-1)