

RECOMMANDATION UIT-R IS.1141*

**PARTAGE DANS LES BANDES DE FRÉQUENCES DE LA GAMME 1-3 GHz,
ENTRE LES STATIONS SPATIALES NON GÉOSTATIONNAIRES DU
SERVICE MOBILE PAR SATELLITE ET LE SERVICE FIXE**

(Question UIT-R 202/2)

(1995)

**Critères relatifs au seuil de coordination pour le partage entre les systèmes non OSG du service mobile
par satellite (espace-Terre) et le service fixe dans les bandes de fréquences 1-3 GHz**

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les Résolutions N° 46, N° 113, N° 703 et la Recommandation N° 717 de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications chargée d'étudier les attributions de fréquences dans certaines parties du spectre (CAMR-92) (Malaga-Torremolinos, 1992) invitent l'UIT-R (ex-CCIR) à étudier les critères applicables au partage et à la coordination entre les systèmes du service mobile par satellite (SMS), d'une part, les services fixe et mobile, d'autre part;
- b) que les bandes 2 170-2 200 MHz, 2 483,5-2 500 MHz et 2 500-2 535 MHz sont attribuées, à titre coprimaire, au SMS (espace-Terre) et au service fixe (SF);
- c) que les bandes 1 492-1 525 MHz, 1 525-1 530 MHz et 2 160-2 170 MHz sont attribuées, à titre coprimaire, au SMS (espace-Terre) et au SF, dans certaines régions ou par certaines administrations;
- d) que, pour certaines bandes assujetties à la procédure de coordination de la Résolution N° 46 (CAMR-92), la CAMR-92 a adopté et appliqué les niveaux de puissance surfacique spécifiés au numéro 2566 du Règlement des radiocommunications (RR) en tant que seuil de coordination pour la protection des stations de réception du SF contre les émissions des stations spatiales émettrices du SMS;
- e) que, pendant plusieurs décennies, les systèmes du SF ont été exploités par de nombreuses administrations dans les bandes nouvellement attribuées au SMS;
- f) que, dans bien des pays, les radiodiffuseurs exploitent des services auxiliaires qui ont des caractéristiques des services fixe et mobile, dans certaines bandes utilisées en partage avec le SMS;
- g) que, pour le partage dans la gamme de fréquences 1-3 GHz, il faut tenir compte des caractéristiques de fonctionnement des systèmes du SF (systèmes analogiques de point à point, numériques de point à point, numériques de point à multipoint, y compris les systèmes d'accès local);
- h) que les caractéristiques de fonctionnement des systèmes non OSG du SMS doivent être prises en compte pour le partage dans la gamme 1-3 GHz;
- j) qu'une valeur donnée de la puissance surfacique produite par différentes constellations de satellites non OSG du SMS fournit des valeurs différentes de la dégradation relative de la qualité de fonctionnement (FDP) (Recommandation UIT-R F.1108);
- k) que l'on a proposé, dans le SMS, des systèmes multiples du type non OSG utilisant les techniques d'accès multiple par répartition en code (AMRC) pour le partage du spectre des fréquences dans le sens espace-Terre, dans la bande 2 483,5-2 500 MHz, avec utilisation de la même fréquence;
- l) que les analyses effectuées selon les méthodes décrites dans la Recommandation UIT-R F.1108 montrent que le partage du spectre est possible entre les systèmes non OSG du SMS et les faisceaux hertziens analogiques dans la bande 2 483,5-2 500 MHz (voir l'Annexe 1) et dans la bande 2 160-2 200 MHz, même si les valeurs de la puissance surfacique utilisées pour le seuil de coordination sont supérieures aux valeurs données dans le numéro 2566 du RR;

* Cette Recommandation s'applique exclusivement au partage dans le sens espace-Terre. Il n'existe pas de Recommandation pour le sens Terre-espace.

m) que les analyses effectuées selon les méthodes décrites dans la Recommandation UIT-R F.1108, pour les faisceaux hertziens numériques actuellement en cours de réalisation, montrent que les critères de protection FDP seraient dépassés, dans la bande 2 483,5-2 500 MHz, où les systèmes non OSG du SMS fonctionnent avec les valeurs de puissance surfacique spécifiées au numéro 2566 du RR (voir l'Annexe 1);

n) que, en raison de la présence de brouillages causés par les équipements ISM et les réseaux locaux radioélectriques (RLAN) dans la bande 2 483,5-2 500 MHz, cette bande ne présente aucun intérêt, dans de nombreux pays, pour les faisceaux hertziens numériques;

recommande

1 que les critères présentés dans le Tableau 1 soient utilisés comme valeurs du seuil de coordination entre les systèmes non OSG du SMS (espace-Terre) et les systèmes du service fixe dans les bandes de fréquences indiquées. Les valeurs de la puissance surfacique spécifient la protection pour les systèmes analogiques et les valeurs de la FDP spécifient la protection pour les systèmes numériques, sous réserve des indications données dans le § 2;

2 que, pour pouvoir mettre en œuvre des systèmes non OSG du SMS dans la bande 2 483,5-2 500 MHz, il pourra être nécessaire de réaliser de nouveaux faisceaux hertziens numériques, des types point à point et point à multipoint, et de les faire fonctionner en compatibilité avec les valeurs de puissance surfacique mentionnées dans le § 1;

TABLEAU 1

**Valeurs du seuil de coordination pour quelques bandes de fréquences
utilisées pour les systèmes non OSG du SMS (espace-Terre)
et pour les systèmes du service fixe**

Bande de fréquences (MHz)	Puissance surfacique par station spatiale en fonction de l'angle d'arrivée δ (degrés) (dB(W/(m ² .4 kHz)))	Dégradation relative de la qualité de fonctionnement, FDP (%) (1)
1 492-1 525	(2)	25
1 525-1 530	(2)	25
2 160-2 170	-147 pour $0^\circ < \delta < 5^\circ$ -147 + 0,5($\delta - 5$) pour $5^\circ < \delta < 25^\circ$ -137 pour $25^\circ < \delta < 90^\circ$	25
2 170-2 200	-147 pour $0^\circ < \delta < 5^\circ$ -147 + 0,5($\delta - 5$) pour $5^\circ < \delta < 25^\circ$ -137 pour $25^\circ < \delta < 90^\circ$ (3)	25
2 483,5-2 500	-150 pour $0^\circ < \delta < 5^\circ$ -150 + 0,65($\delta - 5$) pour $5^\circ < \delta < 25^\circ$ -137 pour $25^\circ < \delta < 90^\circ$ (4)	Les valeurs de la puissance surfacique données dans la colonne précédente s'appliquent aux faisceaux hertziens numériques exploités dans cette bande (4)
2 500-2 535	(2)	25

(1) La Recommandation UIT-R F.1108 décrit la méthode qui permet de calculer la FDP pour un réseau du SF.

(2) Pour cette bande et pour chaque constellation proposée de satellites non OSG du SMS, il convient de déterminer la valeur de puissance surfacique pour la protection des systèmes analogiques, conformément aux dispositions de la Recommandation UIT-R SF.357. Tant que les nouvelles valeurs ne sont pas disponibles, on utilisera les valeurs de puissance surfacique spécifiées par le numéro 2566 du RR.

(3) Les valeurs de puissance surfacique spécifiées pour la bande 2 160-2 200 MHz permettent d'obtenir la protection totale des faisceaux hertziens analogiques, avec les critères de partage établis dans la Recommandation UIT-R F.357, dans le cas de l'exploitation avec un système non OSG du SMS appliquant les techniques AMRT-AMRF à bande étroite.

(4) Les valeurs de puissance surfacique spécifiées pour la bande 2 483,5-2 500 MHz permettent d'obtenir la protection totale des faisceaux hertziens analogiques, avec les critères de partage établis dans la Recommandation UIT-R F.357, dans le cas de l'exploitation avec plusieurs systèmes non OSG du SMS appliquant les techniques AMRC (voir l'Annexe 1). Ces valeurs de puissance surfacique ne permettent pas d'obtenir dans tous les cas la protection totale des systèmes fixes numériques existants. Toutefois, on considère que lesdites valeurs de puissance surfacique permettent de protéger de façon satisfaisante les systèmes fixes numériques destinés à fonctionner dans cette bande, dans les cas où des appareils ISM à grande puissance et, éventuellement, des applications à faible puissance pourraient causer des brouillages relativement élevés.

ANNEXE 1

Méthodologie du partage et caractéristiques de brouillage prises en considération pour déterminer les critères applicables au seuil de coordination

1 Description de la méthodologie

La méthodologie à appliquer pour déterminer le seuil de coordination entre les liaisons descendantes non OSG du SMS et le SF repose sur les dispositions de la Recommandation UIT-R F.1108. Cette Recommandation spécifie:

- une méthode pour déterminer la statistique de visibilité, depuis les stations de Terre, de satellites non OSG. La méthode tient compte des caractéristiques orbitales du système non OSG, du mouvement de la Terre et de certains paramètres géométriques. Cette méthode est suffisamment complexe pour nécessiter l'emploi d'un programme d'ordinateur aux fins de déterminer la statistique de visibilité;
- une méthode qui permet d'établir une relation entre le brouillage et la FDP pour les réseaux numériques du SF;
- une méthode qui permet d'établir une relation entre le brouillage et une dégradation de la qualité de fonctionnement pour les réseaux analogiques du SF.

Pour le cas du SF numérique, l'objectif en matière de brouillage est une dégradation de l'objectif de disponibilité (augmentation des interruptions de fonctionnement). Il s'agit d'une valeur unique (par exemple, 10%).

Pour le cas du SF analogique, on utilise un gabarit à deux points pour exprimer l'objectif de brouillage: objectif de brouillage à long terme et objectif de brouillage à court terme.

1.1 Méthodologie de la simulation

On a eu recours à un programme d'ordinateur pour simuler le brouillage causé au réseau du SF par la ou les constellation(s) de satellites non OSG fonctionnant dans la bande 2 483,5-2 500 MHz. Ce programme calcule les positions orbitales des satellites à chaque instant; l'équation suivante permet de déterminer le brouillage total causé par tous les satellites visibles de la ou des station(s) du SF:

$$I = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \rho(\delta_{ij}) A_{iso} G(\theta_{ij}) \quad (1)$$

où:

i : 1 des N satellites visibles

j : 1 des M stations de l'artère considérée

$\rho(\delta_{ij})$: puissance surfacique reçue dans la station j en provenance du i^e satellite

δ_{ij} : angle d'élévation du i^e satellite vu de la station j

A_{iso} : aire d'une antenne isotrope
= $\lambda^2/4\pi$

$G(\theta_{ij})$: gain de l'antenne de la j^e station dans la direction du i^e satellite

θ_{ij} : angle formé par le vecteur de pointage de l'antenne de la j^e station et le vecteur de distance entre le j^e station et le i^e satellite.

On peut admettre les expressions suivantes pour la puissance surfacique arrivant sur l'antenne de réception de la station, en fonction de l'angle d'élévation:

$$\rho(\delta) = \begin{cases} \rho(5) & \text{pour } 0^\circ \leq \delta < 5^\circ & (2a) \\ \frac{\rho(25) - \rho(5)}{20} (\delta - 5) + \rho(5) & \text{pour } 5^\circ \leq \delta < 25^\circ & (2b) \\ \rho(25) & \text{pour } 25^\circ \leq \delta < 90^\circ & (2c) \end{cases}$$

où:

- δ : angle d'élévation (degrés)
- ρ : puissance surfacique (dB(W/(m²))) dans une largeur de bande de référence
- $\rho(5)$: valeur de la puissance surfacique pour $\delta \leq 5^\circ$
- $\rho(25)$: valeur de la puissance surfacique pour $\delta \geq 25^\circ$.

Un autre procédé consiste à fixer *a priori* des valeurs pour les caractéristiques des faisceaux des satellites et à en déduire les valeurs correspondantes de la puissance surfacique pour plusieurs angles d'arrivée.

Dans le cas point à point, le gain de l'antenne de la station du SF est conforme au diagramme d'antenne dans lequel les niveaux des lobes latéraux ont les valeurs moyennes définies dans la Note 6 de la Recommandation UIT-R F.699. On peut aussi utiliser un diagramme de rayonnement d'antenne approprié pour les systèmes du type point à multipoint.

1.2 Systèmes analogiques du SF

On a étudié le cas où 51 stations analogiques sont échelonnées sur une artère centrée sur une latitude donnée. L'artère couvre une distance de 2500 km, sur laquelle les stations sont exactement équidistantes (espacées de 50 km). Pour chaque station, l'angle d'azimut est déterminé par un angle moyen, de valeur donnée, et par un angle variable dont les valeurs sont uniformément réparties dans l'intervalle $\pm 12,5^\circ$. Dans l'analyse, on considère des angles moyens variant entre 10° et 170° par échelons de 20° . On admet par hypothèse que chaque station est équipée d'une antenne à gain élevé, pointée dans la direction de la station suivante (angle d'élévation de 0°).

Le programme calcule la statistique de brouillage en fonction de la puissance totale du bruit de brouillage, évaluée à chaque point d'échantillonnage. Cette statistique donne la probabilité suivante: probabilité pour que la puissance totale du bruit de brouillage reçue dépasse un niveau de brouillage donné. Au moyen de l'expression suivante, on établit ensuite la correspondance entre l'intervalle de brouillage et la puissance du bruit de brouillage dans une voie téléphonique de 4 kHz:

$$N_{ch} = \frac{N_T}{kTB} I \quad (3)$$

où:

- N_T : puissance du bruit thermique induit dans une voie téléphonique de 4 kHz, dans une station = 25 pW, valeur psophométrique pondérée, en un point de niveau relatif zéro (pW0p)
- k : constante de Boltzmann
- T : température de bruit du système de réception de la station
- B : largeur de bande de référence = 4 kHz
- I : puissance totale du bruit de brouillage reçue dans la largeur de bande de référence.

1.3 Systèmes numériques du SF

Il suffit d'un seul récepteur numérique du SF pour faire l'analyse, et non plus d'une artère complète. La station du SF est située à une certaine latitude et l'azimut de son axe de pointage varie entre 0° et 180° . L'hypothèse est que chaque station est équipée d'une antenne à gain élevé orientée sous un angle d'élévation de 0° .

A chaque instant considéré, le programme calcule le brouillage total reçu dans la station du SF.

Il calcule ensuite la FDP pour la station numérique, soit:

$$FDP = \sum_{I_i = \min}^{\max} \frac{I_i f_i}{N_T} \quad (4)$$

où:

I_i : niveau de puissance du bruit de brouillage

f_i : pourcentage de temps (fraction) pendant lequel la puissance du brouillage est égale à I_i

N_T : niveau de la puissance de bruit du système de réception de la station = $k T B$

k : constante de Boltzmann

T : température de bruit équivalente du système de réception de la station

B : largeur de bande de référence = 1 MHz

La diminution de la marge de protection contre les évanouissements (FML) est donnée par:

$$FML = 10 \log (1 + FDP) \quad \text{dB}$$

On a les correspondances suivantes entre FDP et FML:

- $FDP = 10\%$ équivaut à environ $FML = 0,4 \text{ dB}$
- $FDP = 25\%$ équivaut à environ $FML = 1 \text{ dB}$
- $FDP = 100\%$ équivaut à environ $FML = 3 \text{ dB}$.

1.4 Constellations non OSG multiples

1.4.1 Systèmes analogiques du SF

Pour analyser l'effet produit sur le SF par plusieurs constellations non OSG, le programme d'ordinateur génère la fonction de densité de probabilité discrète de la puissance du bruit de brouillage induit dans un canal du SF, pour chaque système non OSG du SMS. Si les intervalles de brouillage sont suffisamment petits, la fonction de densité de probabilité, fdp, discrète sera très voisine de la fdp continue, pour le brouillage causé aux faisceaux hertziens à visibilité directe par un système non OSG d'un type donné du SMS. Plus précisément, la fdp de la puissance de brouillage I_j causée par le j^{e} système non OSG du SMS peut s'écrire:

$$p_j(I_j) \quad (5)$$

L'opération suivante consiste à déterminer la fdp de la puissance du bruit de brouillage pour deux ou plusieurs systèmes non OSG du SMS. Pour trouver la fdp de la somme de deux variables aléatoires non corrélées, on peut procéder par convolution des fdp individuelles. En général, si:

$$z = x + y \quad (6)$$

où x et y sont des variables aléatoires non corrélées, et si les fdp de x et de y s'expriment par $p_x(x)$ et $p_y(y)$, la fdp de z est donnée par l'intégrale de convolution:

$$p_z(z) = \int_{-\infty}^{\infty} p_x(z - y) p_y(y) dy \quad (7)$$

L'hypothèse de base, pour l'intégrale de convolution, est l'absence de corrélation entre les variables aléatoires x et y . On admet qu'il en est ainsi dans le cas des systèmes non OSG du SMS, en raison des différences entre les caractéristiques orbitales des différents systèmes; cela demande toutefois à être confirmé. L'intégrale de convolution permet par

conséquent de déterminer la fdp du brouillage total, $p(I)$, causé aux faisceaux hertziens à visibilité directe par deux systèmes non OSG du SMS, j et k :

$$p(I) = \int_{-\infty}^{\infty} p_j(I - I_k) p_k(I_k) dI_k \quad (8)$$

L'équation (8) peut être appliquée par itérations (convolution de rang n), ce qui donne la fdp du brouillage total pour n systèmes non OSG indépendants du SMS.

La fonction de densité cumulée est donnée par:

$$P(I > x) = \int_x^{\infty} p(I) dI = \sum_x^{\infty} p(I) \quad (9)$$

où:

$P(I > x)$: fonction de densité cumulée de la puissance brouilleuse dans la voie téléphonique

$p(I)$: fdp discrète ou fdp continue.

1.4.2 Systèmes numériques

Le calcul de la dégradation relative de la qualité de fonctionnement (FDP, voir le § 1.3) donne le moment du premier ordre de la puissance du brouillage, normalisée par rapport au bruit présent à l'entrée du récepteur dans la largeur de bande de référence. Cela étant, la FDP due au brouillage causé par plusieurs constellations indépendantes est la somme des dégradations produites respectivement par chaque constellation.

Les antennes utilisées dans les systèmes numériques sont de deux types: antennes à symétrie circulaire et à gain relativement élevé; et antennes à faible gain ou à gain moyen (constant dans le plan azimutal) avec diagramme directif dans le plan vertical. On admet que tous les faisceaux hertziens numériques à visibilité directe et tous les systèmes d'accès local avec antennes sectorielles utilisent des antennes à symétrie circulaire. On admet, par ailleurs, que le diagramme de rayonnement de ce type d'antenne correspond au diagramme d'antenne dans lequel les niveaux des lobes latéraux ont des valeurs moyennes définies dans la Note 6 de la Recommandation UIT-R F.699.

2 Résultats

En appliquant une méthodologie commune, on a procédé à plusieurs simulations informatiques pour déterminer les valeurs de la puissance surfacique qui permettent de réaliser les objectifs en matière de brouillage dans le SF. On trouvera ici les résultats de ces simulations.

Systèmes analogiques du SF

On a cherché les valeurs de puissance surfacique permettant de protéger des faisceaux hertziens analogiques de 2500 km, centrés sur les latitudes de 15°, 40° et 60° contre les émissions de systèmes non OSG du SMS. Les calculs ont été faits pour des combinaisons de trois constellations non OSG du SMS, choisies parmi quatre systèmes représentatifs.

Dans ces analyses, on a adopté pour la puissance surfacique une valeur de base de $-150 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ pour les angles d'élévation inférieurs à 5°; la puissance surfacique croissant ensuite linéairement jusqu'à $-137 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ à 25° et conservait cette valeur pour les angles d'élévation allant jusqu'à 90°. On a pu démontrer que, sauf pour une ou deux artères principales centrées sur les latitudes élevées, le gabarit $-150/-137 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ permet de protéger les faisceaux hertziens analogiques en conformité avec les valeurs données dans la Recommandation UIT-R F.357.

On a fait les hypothèses suivantes pour les quatre systèmes non OSG: ces systèmes appliquaient les techniques AMRC et ils étaient tous conçus pour fonctionner sur la base du partage (même fréquence et même zone de couverture).

Systèmes numériques du SF

On a considéré le cas de plusieurs systèmes non OSG du SMS brouillant une station d'un faisceau hertzien numérique du type point à point, équipée d'une antenne de réception à gain élevé. Il a été démontré qu'il fallait adopter le gabarit suivant pour la puissance surfacique si l'on voulait obtenir une FDP moyenne de l'ordre de 10% avec des pointes ne

dépassant guère 15% à 20%: $-162 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$) pour les angles d'élévation compris entre 0° et 5° , croissant linéairement jusqu'à $-149 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ à 25° et conservant cette valeur jusqu'à un angle d'élévation de 90° . Lorsque la puissance surfacique a des valeurs suffisantes pour protéger le fonctionnement des faisceaux hertziens analogiques point à point – c'est-à-dire $-150 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ croissant jusqu'à $-137 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ – les stations des faisceaux hertziens numériques point à point subiraient une FDP moyenne de l'ordre de 160%, avec des pointes atteignant 240% et 320% et des creux pouvant s'abaisser jusqu'à 80%, selon la latitude de la station. Une FDP de 160% équivaut à une diminution d'environ 4 dB de la marge de protection contre les évanouissements.

2.1 Tendances observées

Les résultats font ressortir un certain nombre de tendances.

Le brouillage reçu peut varier très rapidement en fonction de l'azimut de pointage de l'antenne du SF, pour certaines constellations non OSG. Les constellations avec orbites polaires ou quasi polaires peuvent aussi influencer différemment sur les divers azimuts de pointage, mais cet effet est beaucoup moins prononcé.

En règle générale, les stations du SF situées à des latitudes élevées subissent plus de brouillage, en fonction du temps, que les stations situées aux basses latitudes. Il en est ainsi surtout dans le cas des constellations avec orbites polaires. Cependant, dans les conditions réelles d'exploitation, on peut se trouver dans l'obligation de «couper» les lobes extérieurs pour cause de chevauchement de couvertures. Cela aura pour conséquence d'atténuer l'effet du brouillage.

Pour les constellations de satellites sur orbites basses, les gabarits de puissance surfacique nécessaires pour protéger le SF sont différents des gabarits à utiliser pour des constellations avec orbites hautes.

En première approximation, la décroissance des niveaux de brouillage en fonction du temps est inversement proportionnelle au carré de la fréquence de travail.

2.2 Conclusions

Choisir un gabarit unique de puissance surfacique assurant la protection du SF, sans pénaliser en même temps d'autres constellations du type non OSG, est une opération difficile. Si on effectue ce choix pour une constellation donnée, on risque d'avoir une protection insuffisante du SF; en effet, une autre constellation qui respecterait ces valeurs de puissance surfacique pourrait néanmoins dépasser les niveaux de brouillage du SF fixés comme objectifs. En d'autres termes, deux constellations non OSG différentes peuvent fonctionner avec deux gabarits de puissance surfacique différents, capables d'assurer l'un et l'autre la même protection du SF. Ces considérations ne s'appliquent plus lorsqu'on a affaire à un gabarit établi pour plusieurs constellations qui ont été conçues pour fonctionner sur la base du partage (même fréquence, même couverture) et qui appliquent les techniques d'AMRC.

On a trouvé les valeurs suivantes pour la puissance surfacique nécessaire pour protéger les systèmes analogiques du SF avec circuit fictif de référence, CFR de 2 500 km contre les émissions simultanées de trois constellations non OSG du SMS: $-150 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ aux angles d'élévation compris entre 0° et 5° , croissant linéairement jusqu'à $-137 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ pour l'angle d'élévation de 25° . La puissance surfacique conservait cette dernière valeur au-dessus de 25° . Le brouillage causé au CFR était en accord avec les valeurs spécifiées dans la Recommandation UIT-R SF.357.

On a déterminé la valeur de la puissance surfacique nécessaire pour que la FDP (voir la Recommandation UIT-R F.1108) ne dépasse pas 10% environ. Le résultat est le suivant: cette valeur de puissance surfacique est plus contraignante (différence de 9 à 10 dB environ) que les valeurs nécessaires pour protéger le fonctionnement des systèmes analogiques du SF. Si l'on adoptait ces valeurs plus basses, cela pourrait faire obstacle à la mise en œuvre de systèmes non OSG viables dans le SMS.

On en a tiré la conclusion suivante: le meilleur moyen de réaliser le partage avec ces systèmes serait d'adopter pour la puissance surfacique des valeurs qui donneraient certes une FDP supérieure à celle spécifiée dans la Recommandation UIT-R F.1108, mais qui ne pénaliseraient pas outre mesure la conception et l'exploitation des systèmes du SF, ni des systèmes non OSG du SMS dans la bande 2 483,5-2 500 MHz.

Partage des bandes de fréquences dans la gamme 1-3 GHz entre les stations d'émission du service fixe et les stations spatiales non géostationnaires fonctionnant dans le service mobile par satellite (Terre-espace)

1 Introduction

Il est apparu nécessaire d'étudier le scénario de partage entre les stations d'émission du SF et les récepteurs des stations spatiales non OSG du SMS, dans les bandes de fréquences attribuées au SMS pour les liaisons Terre-espace entre 1 et 3 GHz, c'est-à-dire les bandes 1 610-1 626,5 MHz, 1 675-1 710 MHz, 1 970-2 010 MHz et 2 655-2 690 MHz. Cependant, on s'est borné à étudier le partage dans les bandes 1 610-1 626,5 MHz et 1 970-2 010 MHz, car ces bandes sont d'un intérêt immédiat pour la mise en œuvre de systèmes non OSG dans le SMS. Aucune information n'a été reçue en ce qui concerne les autres bandes. On a aussi étudié le scénario de partage spécifique entre des liaisons à diffusion troposphérique du SF et des systèmes non OSG du SMS. Outre les études sur le partage, on trouvera des indications sur les options possibles en matière de réglementation pour les systèmes du SF.

Les études de partage ont montré qu'il serait généralement impossible d'exploiter dans le même canal les stations d'émission du nouveau SF et les récepteurs des stations spatiales non OSG du SMS, cela dans la bande 1 980-2 010 MHz.

Des études de partage effectuées dans la bande 1 610-1 626,5 MHz (voir le numéro 730 du RR) ont montré que la diminution de capacité d'écoulement du trafic pourrait être acceptable dans les cas où la densité d'implantation du SF est très faible (par exemple, une station dans 230 000 km²).

Il existerait une possibilité d'améliorer les conditions de partage: réduire considérablement les valeurs limites admissibles de la p.i.r.e. indiquées dans l'Article 27 du RR pour les émetteurs du SF. Ces valeurs dépendent étroitement des hypothèses relatives à la densité des émetteurs du nouveau SF; elles seraient spécifiées, en fait, dans l'hypothèse d'une valeur élevée de cette densité. Il en résulterait des limites extrêmement strictes pour les stations du nouveau SF, ce qui risquerait de compliquer l'exploitation de ces stations.

Cela étant, il n'a pas été établi de Recommandation pour faciliter le partage au point de vue technique. La présente Annexe 2 contient des explications sur les difficultés du partage.

2 Simulation du brouillage causé par des liaisons du SF à des récepteurs de satellite du SMS

2.1 Liaisons point à point du SF

Les études ont porté sur le brouillage causé par des émetteurs multiples types du SF (environ 6 000 dans le monde entier) à des récepteurs de stations spatiales non OSG du SMS (orbite terrestre à altitude moyenne) dans la bande 1 980-2 010 MHz. Ces études ont montré que les récepteurs seraient exposés à un brouillage inacceptable. Le critère *C/I* de brouillage équivalent admis par hypothèse comme objectif n'était pas satisfait pendant près de 100% du temps. En se fondant sur cette étude, on peut conclure qu'il serait impossible de réaliser le partage d'un même canal avec les liaisons montantes du SMS à destination de satellites non OSG du SMS dans certaines parties de la bande 1 980-2 010 MHz qui sont, ou qui restent, largement utilisées par le SF. Il y a lieu de noter ce qui suit: une évaluation préliminaire, fondée sur des interpolations de données relatives à l'utilisation effective du SF dans plusieurs pays, a montré que le nombre des émetteurs du SF en fonctionnement point à point pourrait être supérieur à la valeur adoptée dans l'étude précitée. De ce fait, le niveau du brouillage pourrait être encore plus élevé.

D'autres études ont porté sur le brouillage causé par des émetteurs multiples types du SF (au nombre de 700 à 3 000 dans le monde entier) à des récepteurs de stations spatiales non OSG du SMS (sur orbite terrestre basse) dans la bande 1 610-1 626,5 MHz. Ces études ont montré que la perte de capacité d'écoulement du trafic ne pourrait être acceptable que dans le cas des très faibles densités d'implantation du SF (par exemple, une station dans 230 000 km²).

2.2 Liaisons à diffusion troposphérique du SF

Dans le cas du partage entre les systèmes à diffusion troposphérique du SF et les systèmes non OSG du SMS (orbite terrestre à altitude moyenne), une étude a montré l'impossibilité du partage dans un même canal. Dans le faisceau principal d'un émetteur à diffusion troposphérique délivrant sa puissance de sortie maximale, le récepteur d'un satellite

du SMS pourrait être exposé à des niveaux de brouillage pouvant dépasser de 60 dB la valeur tolérable. Les niveaux de brouillage tolérables seraient même dépassés dans les lobes secondaires. Il faudrait donc retirer ces systèmes du service si l'on décide de mettre en œuvre le SMS du type non OSG dans certaines parties des bandes de fréquences occupées par les systèmes à diffusion troposphérique.

2.3 Liaisons point à multipoint du SF

Certains systèmes point à multipoint du SF fonctionnent avec des p.i.r.e. plus petites que les systèmes point à point du même SF, bien qu'on utilise en général des antennes non directives. L'aptitude d'un nombre donné de systèmes point à multipoint à brouiller des récepteurs de satellites non OSG du SMS peut être nettement plus petite que pour le même nombre de stations point à point du SF. Cependant, on pourrait concevoir que le brouillage total causé à un tel satellite par un grand nombre de systèmes point à multipoint du SF serait aussi élevé que le brouillage causé par un nombre moindre de systèmes point à point classiques du SF. Les études devront être poursuivies sur ce sujet.

3 Conclusions

3.1 En faisant fonctionner en mode cocanal les stations d'émission du SF, dans la bande 1 980-2010 MHz, on causera des brouillages inacceptables aux récepteurs des stations spatiales non OSG du SMS.

3.2 Pour les systèmes du SF fonctionnant dans la bande 1 610-1 626,5 MHz (numéro 730 du RR), la diminution de la capacité d'écoulement du trafic pour un système non OSG du SMS ne pourrait être acceptable que si le SF a une densité d'implantation extrêmement faible (par exemple, une station dans 230 000 km²).

3.3 Compte tenu de ces difficultés de partage, il n'a pas été établi de Recommandations pour faciliter le partage au point de vue technique.
