

RAPPORT UIT-R M.2041

**Partage et compatibilité dans la bande adjacente dans
la bande des 2,5 GHz entre la composante de terre
et la composante satellite des IMT-2000**

(2003)

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Introduction	3
2 Méthodes de partage et de compatibilité dans la bande adjacente	3
2.1 Mécanismes de brouillage	3
2.2 Affaiblissement de couplage minimal (MCL) et simulations de Monte-Carlo ..	6
2.3 Modèles de propagation.....	7
3 Conclusions sur le partage cofréquence	7
4 Résultats concernant la bande adjacente	8
5 Conclusions et discussions concernant la bande adjacente	13
5.1 Conclusions générales	13
5.2 Faisabilité de la compatibilité dans la bande adjacente pour l'interface SRI-E..	17
5.3 Faisabilité de la compatibilité dans la bande adjacente pour les systèmes S-DMB	18
6 Glossaire et abréviations.....	19
Annexe 1 – Paramètres de système.....	20
1 Paramètres des systèmes T-IMT-2000	20
2 Paramètres de système de l'interface radioélectrique satellite E (SRI-E).....	23
3 Paramètres du système de radiodiffusion multimédia numérique par satellite (S-DMB).....	27
Annexe 2 – Analyse détaillée du partage et de la compatibilité	35
1 Brouillage causé par les satellites du SMS au système T-IMT-2000.....	35
2 Brouillages causés par la station terrienne mobile (MES) du SMS au système T-IMT-2000.....	47
3 Brouillages causés par des systèmes T-IMT-2000 à des satellites du SMS.....	59
4 Brouillages causés par les systèmes T-IMT-2000 aux stations MES du SMS.....	67
5 Analyse de sensibilité concernant l'interface SRI-E.....	79

NOTE – En ce qui concerne la composante satellite des IMT-2000, le présent Rapport traite de certaines interfaces radioélectriques des IMT-2000 actuelles et possibles.

1 Introduction

La CMR-2000 a identifié trois différents blocs de fréquences supplémentaires pour les IMT-2000, dont la bande 2 500-2 690 MHz. Actuellement, cette bande est attribuée à titre primaire à plusieurs services spatiaux, au service fixe et au service mobile. Le présent Rapport traitera uniquement des brouillages entre le service mobile par satellite (SMS) et la composante de Terre des IMT-2000.

Dans le présent Rapport, on a utilisé les paramètres nécessaires aux études de brouillage au moment de la publication. A noter que les paramètres pris pour hypothèse pour les systèmes de Terre des IMT-2000 sont ceux des systèmes IMT-2000 à accès multiple par répartition en code (AMRC) à étalement direct/AMRC duplex à répartition dans le temps (DRT) (désignés ci-après Systèmes T-IMT-2000). Aucune autre interface radioélectrique de Terre IMT-2000 n'a été prise en compte, car les études en cours ne portent que sur cette interface. Les problèmes de brouillage sont analysés au moyen de méthodes déterministes et statistiques pour les différentes configurations. On trouvera dans le présent Rapport des conclusions techniques sur les bandes de garde nécessaires entre les systèmes T-IMT-200 et le SMS dans la bande 2 500-2 690 MHz. Etant donné que ces conclusions reposent sur des paramètres corrects à la date de publication du présent Rapport et sur des configurations de mise en oeuvre prévues, les modifications qui pourraient être apportées aux paramètres, par exemple aux gabarits d'émission des systèmes T-IMT-2000, nécessiteraient un réexamen des conclusions du présent Rapport.

2 Méthodes de partage et de compatibilité dans la bande adjacente

2.1 Mécanismes de brouillage

2.1.1 Trajets de brouillage pour l'évaluation du partage et de la compatibilité S-IMT-2000/T-IMT-2000

On peut classer les différents trajets de brouillage en plusieurs catégories. On a adopté une méthode qui repose sur le système utile ou brouilleur et qui dépend de la question de savoir si le trajet de brouillage est la composante satellite (avec, à terme, des répéteurs de Terre) ou la composante de Terre. Si on a choisi cette méthode, c'est parce que la direction du satellite IMT-2000 (S-IMT-2000) (liaison montante ou liaison descendante) détermine l'approche retenue pour la modélisation.

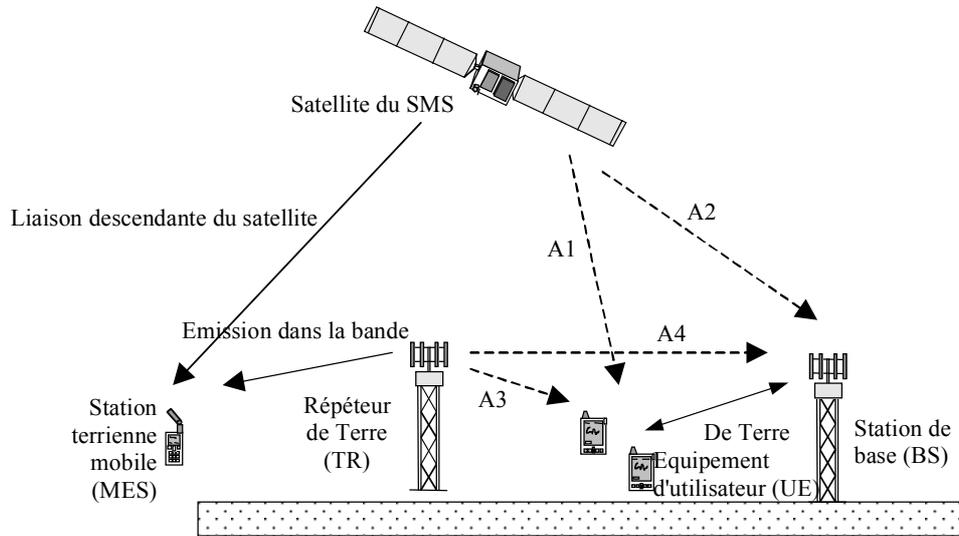
On a mis en évidence quatre trajets de brouillage principaux, comme indiqué dans le Tableau 1 et les Fig. 1 à 4.

TABLEAU 1

Trajets de brouillage

Trajet de brouillage	Liaison descendante du SMS à 2 520 MHz	Liaison montante du SMS à 2 670 MHz
Système T-IMT-2000 utile SMS brouilleur	A	B
Système T-IMT-2000 brouilleur SMS utile	D	C

FIGURE 1
Trajet de brouillage A
2 500-2 520 MHz

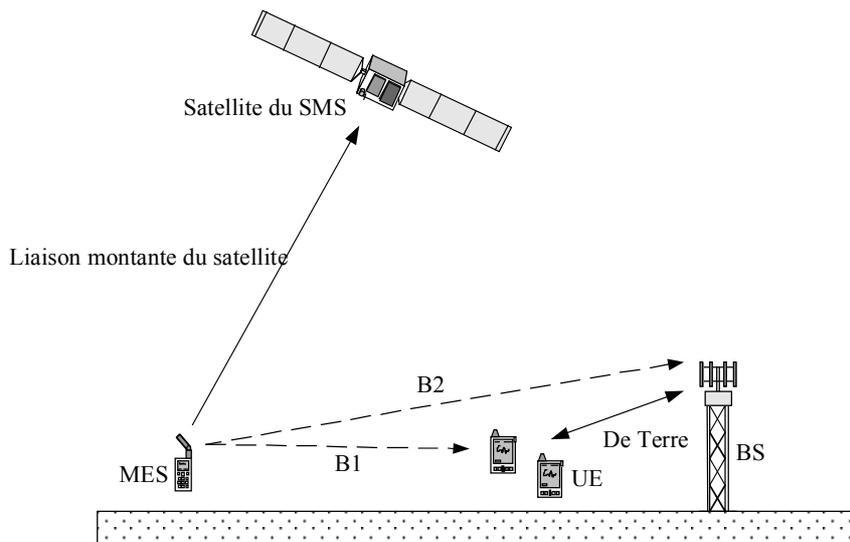


Trajet de brouillage:

- A1: SMS → UE
- A2: SMS → BS
- A3: TR → UE
- A4: TR → BS

Rap 2041-01

FIGURE 2
Trajet de brouillage B
2 670-2 690 MHz



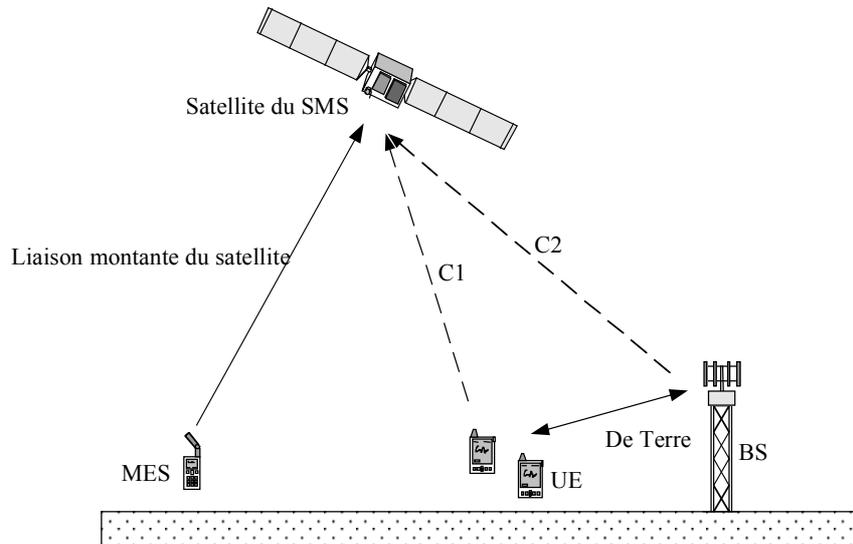
Trajet de brouillage:

- B1: MES → UE
- B2: MES → BS

Rap 2041-02

FIGURE 3

Trajet de brouillage C
2 670-2 690 MHz



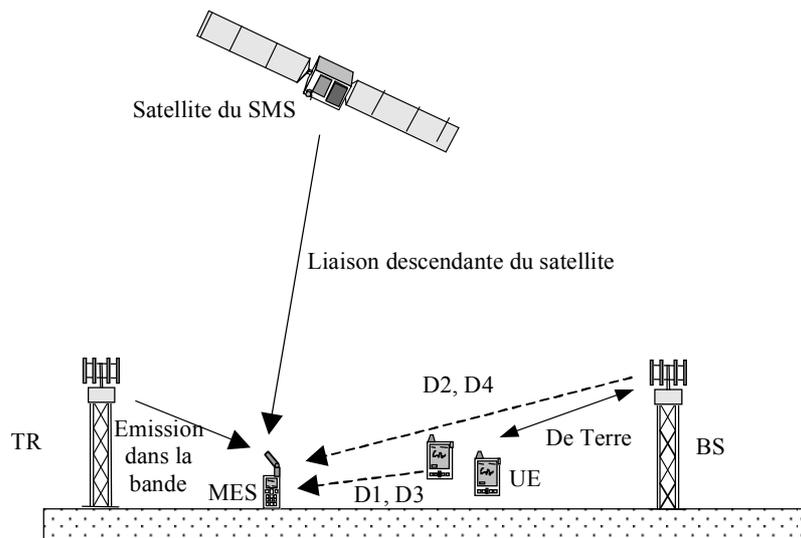
Trajet de brouillage:

- C1: UE → SMS
- C2: BS → SMS

Rap 2041-03

FIGURE 4

Trajet de brouillage D
2 500-2 520 MHz



Trajet de brouillage:

- D1: UE → MES (réception depuis le satellite)
- D2: BS → MES (réception depuis le satellite)
- D3: UE → MES (réception depuis le répéteur de Terre)
- D4: BS → MES (réception depuis le répéteur de Terre)

Rap 2041-04

2.2 Affaiblissement de couplage minimal (MCL) et simulations de Monte-Carlo

On a utilisé deux méthodes dans le présent Rapport pour analyser les brouillages entre deux systèmes:

a) La première, l'affaiblissement de couplage minimal (MCL), permet de calculer, pour un système donné (ensemble donné de paramètres d'émission et de réception), l'affaiblissement de propagation minimal (et donc la distance de séparation minimale) ou l'isolation minimale dans la bande adjacente (et donc d'obtenir la bande de garde minimale). Pour les systèmes (de Terre ou à satellites) conformes aux spécifications 3GPP qui utilisent la même largeur de bande, l'isolation dans la bande adjacente s'exprime par le rapport ACIR (rapport de puissance de brouillage dans le canal adjacent), comme cela est expliqué ci-dessous. A noter que le paramètre ACIR est utile pour des espacements types entre les porteuses de 5, 10 ou 15 MHz. Dans les autres cas, il faut utiliser les gabarits spectraux d'émission ou de réception.

La valeur de MCL entre un émetteur brouilleur (émission) et un récepteur victime (réception) est définie par la formule:

$$MCL = T_x \text{puissance (dBm / Ref.Bw)} + T_x \text{gain d'antenne (dBi)} + \\ R_x \text{gain d'antenne (dBi)} - R_x \text{seuil de brouillage (dBm/Ref.Bw)}$$

Le calcul de la distance de séparation minimale, D_{min} , s'effectue comme suit:

$$MCL = \text{Modèle de propagation} (D_{min})$$

Le calcul de la bande de garde minimale, $f_{separation}$, s'effectue comme suit:

$$MCL = \text{Modèle de propagation} (D_{min}) - ACIR(f_{separation})$$

La valeur d'ACIR est définie par:

$$ACIR = \frac{1}{\frac{1}{ACLR} + \frac{1}{ACS}} \text{ (linéaire)}$$

Le paramètre ACLR exprime le rapport fuite de puissance dans le canal adjacent de l'émetteur brouilleur (c'est-à-dire le rapport de puissance hors bande se trouvant dans le canal adjacent) et le paramètre ACS est la sélectivité vis-à-vis du canal adjacent (c'est-à-dire la puissance reçue dans le canal adjacent après le filtre d'entrée) du récepteur victime.

Toutefois, dans les systèmes T-IMT-2000, les brouillages entraînent généralement une perte de capacité ou de couverture. Pour évaluer l'incidence des brouillages, il faut donc dans certains cas que la simulation porte sur un grand nombre d'émetteurs et de récepteurs. Or, la méthode MCL ne se prête pas toujours à l'étude de cette perte. Par ailleurs, la méthode MCL ne modélise pas la commande de puissance ou les situations dynamiques, qui peuvent être déterminantes dans certains scénarios, par exemple ceux qui font intervenir des terminaux d'utilisateur en tant que victimes.

b) La seconde méthode, la simulation de Monte-Carlo, donne la probabilité de brouillage pour l'ensemble donné de paramètres ainsi qu'un modèle de déploiement et de commande de puissance.

La probabilité de brouillage acceptable utilisée dans les études de Monte-Carlo dépendra du scénario considéré. Ainsi, en cas de brouillage entre la station terrienne mobile (MES) et l'équipement d'utilisateur (UE) de Terre, on considère que la probabilité de brouillage acceptable maximale d'un système de Terre IMT-2000, AMRC à étalement direct, est de 2%.

L'outil Seamcat¹ a été utilisé dans la plupart des simulations de Monte-Carlo exposées dans le présent Rapport. Les hypothèses retenues dans les simulations de Monte-Carlo sont présentées en détail dans l'Annexe 2 et sont fondées sur les travaux de l'UIT-R. On trouvera également des renseignements complémentaires parallèlement aux études de compatibilité citées.

Il est entendu qu'aucune des méthodes décrites ci-dessus ne suffit à elle seule à décrire en détail le problème de brouillage et à dégager des conclusions sur le problème des bandes de garde. Pour comparer les méthodes déterministes et statistiques, il faut tenir compte des points suivants:

- La méthode MCL est utile pour une évaluation préliminaire du partage des fréquences et est adaptée aux situations de brouillage relativement «statiques» (liaisons fixes/stations de base mobiles par exemple), mais elle conduit parfois à des résultats pessimistes.
- La méthode de Monte-Carlo donnera généralement des résultats plus réalistes, mais elle est compliquée à mettre en oeuvre et ne donnera des résultats précis que si l'on connaît les distributions de probabilité de tous les paramètres d'entrée.

2.3 Modèles de propagation

Les modèles de propagation à utiliser pour calculer les distances de séparation avec la méthode MCL ainsi qu'avec les simulations de Monte-Carlo sont les suivants:

Trajets espace vers Terre et Terre vers espace

Affaiblissement sur le trajet en espace libre et affaiblissement dû aux gaz de l'atmosphère définis dans la Recommandation UIT-R P.676. Si l'on n'a pas besoin de résultats très précis, on peut faire abstraction de l'affaiblissement dû à l'absorption par les gaz et à l'affaiblissement linéique aux fréquences inférieures à 3 GHz.

Trajets de Terre

- Pour les distances inférieures à 20 km, on utilise l'affaiblissement de propagation médian du modèle de Hata-Cost 231 modifié avec la méthode MCL. Ce modèle peut également être utilisé, moyennant certaines précautions, pour les distances inférieures à 100 km. Il est généralement employé pour les systèmes implantés sur un même site, par exemple pour les études sur l'espacement de fréquences, mais on s'en sert également avec le logiciel SEAMCAT, en tenant compte des évanouissements suivant une log-normale.
- Pour les distances supérieures à 20 km, on applique la Recommandation UIT-R P.452 pour évaluer l'affaiblissement sur une Terre régulière. En général, cette Recommandation est utilisée pour les systèmes qui ne sont pas situés en un même lieu (espacement géographique, par exemple).

3 Conclusions sur le partage cofréquence

En ce qui concerne le partage de la même bande de fréquences entre la composante de Terre des IMT-2000 et le SMS, il ressort d'une analyse détaillée (voir l'Annexe 2) que ce partage n'est pas possible dans la même zone géographique. En conséquence, la Commission d'études 8 des radiocommunications est arrivée à la conclusion que le partage cofréquence n'était pas possible dans le cas de réseaux fonctionnant dans la même zone géographique.

La faisabilité du partage cofréquence a été examinée dans le cadre des études effectuées dans le présent Rapport. Les conclusions sont brièvement présentées ci-après pour chacun des deux systèmes du SMS considérés:

¹ <http://www.ero.dk/971f102b-c3b2-42d4-a186-82162f695ee9.W5Doc>.

Interface SRI-E

On a constaté qu'il serait difficile d'assurer un partage cofréquence entre l'interface radioélectrique satellite E (SRI-E) de la composante satellite et de la composante de Terre, étant donné qu'il en résulterait des niveaux de brouillage extrêmement élevés sur certains trajets.

L'utilisation de la même fréquence sur les liaisons montante et descendante du satellite avec des systèmes de Terre serait impossible compte tenu des hypothèses et de la modélisation retenues dans la présente étude, essentiellement à cause des niveaux de brouillage composite élevés causés par les systèmes T-IMT-2000 à la liaison montante S-IMT-2000. L'utilisation de la même fréquence en liaison descendante par les systèmes IMT-2000 et les systèmes T-IMT-2000 pourrait être envisagée, mais nécessiterait de grandes distances de séparation entre la zone de service des systèmes S-IMT-2000 et celle des systèmes T-IMT-2000.

Les trajets entre systèmes T-IMT-2000 et S-IMT-2000 sont ceux qui ont posé le plus de problèmes, à savoir:

Trajet C: entre un système T-IMT-2000 (liaison montante ou descendante) et un satellite S-IMT-2000 dans la bande 2 670-2 690 MHz.

Trajet D: entre un système T-IMT-2000 (liaison montante ou descendante) et une station terrienne mobile (MES) S-IMT-2000 dans la bande 2 500-2 520 MHz.

En général, les trajets A et B (entre systèmes S-IMT-2000 et T-IMT-2000) ont occasionné des niveaux de brouillage plus faibles.

Système S-DMB

Comme pour l'interface SRI-E, le partage cofréquence n'est pas possible dans la même zone géographique. Lorsqu'on examine les brouillages causés par le satellite, il est nécessaire de prévoir une discrimination d'antenne du satellite de l'ordre de 20 à 25 dB dans la zone de service du système T-IMT-2000. À l'inverse, pour protéger le récepteur du satellite dans le même canal contre les brouillages de Terre, il faudrait prévoir une discrimination d'antenne du satellite de 25 à 40 dB dans la zone de service du système T-IMT-2000, selon les hypothèses retenues pour le déploiement et la nature des brouilleurs (station mobile (MS) ou station de base (BS)). Les brouillages causés par les répéteurs de Terre des systèmes de radiodiffusion multimédia numérique par satellite (S-DMB) aux systèmes T-IMT-2000 empêchent également l'exploitation des systèmes S-DMB et T-IMT-2000 sur la même fréquence et au même emplacement.

4 Résultats concernant la bande adjacente

Les résultats relatifs à la compatibilité dans la bande adjacente sont récapitulés dans le Tableau 2. Les caractéristiques des systèmes et les résultats des études sont exposés en détail dans les Annexes 1 et 2. Dans le Tableau 2, les résultats sont présentés en termes d'espacement des fréquences porteuses ou de bandes de garde. On considère qu'un scénario n'est pas envisageable lorsque les bandes de garde sont supérieures à 15 MHz. Concernant les simulations des systèmes IMT-2000 AMRC DRT, les résultats dépendent en grande partie des hypothèses adoptées pour le déploiement.

TABLEAU 2

Résultats concernant la compatibilité dans la bande adjacente

Scénario Brouilleur → victime	S-DMB	SRI-E
1 (Trajet A1) Liaison descendante du satellite → Équipement d'utilisateur (UE) (IMT-2000) AMRC à étalement direct, liaison descendante @ 2 520 MHz	Possible, avec un espacement type de 5 MHz entre les porteuses	Possible, sans aucune bande de garde
2 (Trajet A1) Liaison descendante du satellite → (UE) Réception (IMT-2000) AMRC DRT @ 2 520 MHz	Possible, avec un espacement type de 5 MHz entre les porteuses	Possible, sans aucune bande de garde ⁽¹⁾
3 (Trajet A2) Liaison descendante du satellite → Station de base (BS) IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante @ 2 520 MHz	Possible, avec un espacement de 5,3 MHz entre les porteuses (pourrait être amélioré au moyen de techniques de filtrage du satellite optimisées)	Possible, sans aucune bande de garde
4 (Trajet A2) Liaison descendante du satellite → BS Réception IMT-2000 AMRC DRT @ 2 520 MHz	Possible, avec un espacement de 5,3 MHz (pourrait être amélioré au moyen de techniques de filtrage du satellite optimisées)	Possible, sans aucune bande de garde ⁽¹⁾
5 (Trajet A3) Répéteur de Terre (TR) → IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison descendante @ 2 520 MHz	Possible, avec un espacement type de 5 MHz entre les porteuses (aucune bande de garde n'est nécessaire)	Sans objet: pas de répéteurs de Terre avec l'interface SRI-E
6 (Trajet A3) TR → Station mobile (MS) Réception IMT-2000 AMRC DRT @ 2 520 MHz	Possible, avec un espacement type de 5 MHz entre les porteuses (aucune bande de garde n'est nécessaire)	Sans objet: pas de répéteurs de Terre avec l'interface SRI-E
7 (Trajet A4) TR → IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante @ 2 520 MHz	Impossible: l'espacement entre les porteuses doit être supérieur à 20 MHz	Sans objet: pas de répéteurs de Terre avec l'interface SRI-E
8 (Trajet A4) TR → BS Réception IMT-2000 AMRC DRT @ 2 520 MHz	L'espacement requis entre les porteuses dépend du déploiement des systèmes IMT-2000 AMRC DRT. Les résultats des études sur la coexistence entre systèmes T-IMT-2000 s'appliquent	Sans objet: pas de répéteurs de Terre avec l'interface SRI-E

TABLEAU 2 (suite)

Scénario Brouilleur → victime	S-DMB	SRI-E
9 (Trajet B1) Station terrienne mobile (MES) Liaison montante du satellite → UE IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison descendante @ 2 670 MHz	L'espacement type de 5 MHz entre les porteuses est satisfaisant	Possible: aucune bande de garde n'est nécessaire
10 (Trajet B1) MES liaison montante du satellite → UE Réception IMT-2000 AMRC DRT @ 2 670 MHz	L'espacement type de 5 MHz entre les porteuses est satisfaisant	Possible: aucune bande de garde n'est nécessaire
11 (Trajet B2) MES liaison montante du satellite → BS IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante @ 2 670 MHz	Possible, moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses pour tous les terminaux S-DMB, à l'exception des terminaux portables S-DMB fonctionnant dans des cellules rurales pour lesquelles les contraintes de fonctionnement suivantes s'appliquent: – il faut prévoir un espacement de 10 MHz entre les porteuses (bande de garde de 5 MHz), ou – le terminal portable S-DMB ne peut pas émettre en direction du satellite à l'intérieur des cellules de Terre lorsque le canal adjacent à 5 MHz est utilisé. En pareil cas, l'espacement type de 5 MHz entre les porteuses est approprié	Possible: aucune bande de garde n'est nécessaire
12 (Trajet B2) MES liaison montante du satellite → BS Réception IMT-2000 AMRC DRT @ 2 670 MHz	Possible, moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses	Possible: aucune bande de garde n'est nécessaire
13 (Trajet C1) UE IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante → liaison montante du satellite @ 2 670 MHz	Possible, moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses (aucune bande de garde n'est nécessaire)	Possible, avec une bande de garde de 1 MHz

TABLEAU 2 (suite)

Scénario Brouilleur → victime	S-DMB	SRI-E
14 (Trajet C1) UE Emission IMT-2000 AMRC DRT → Liaison montante du satellite @ 2 670 MHz	Possible, moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses (aucune bande de garde n'est nécessaire)	Possible: aucune bande de garde n'est nécessaire
15 (Trajet C2) BS IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison descendante → liaison montante du satellite @ 2 670 MHz	Possible, moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses	La bande de garde dépasse 7 MHz. Voir également le § 5 de l'Annexe 2 concernant l'analyse de sensibilité
16 (Trajet C2) BS Emission IMT-2000 AMRC DRT → liaison montante du satellite @ 2 670 MHz	Possible, moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses	Possible: aucune bande de garde n'est nécessaire ⁽²⁾
17 (Trajet D1) UE IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante → MES, liaison descendante @ 2 520 MHz	Il n'y a pas lieu d'étudier ce scénario: les terminaux S-DMB sont bimodes et nécessitent un espacement duplex minimal de 20 MHz. En conséquence, il s'agit de l'hypothèse la plus contraignante	Piéton-macro: impossible, quelle que soit la bande de garde Véhicule-macro: possible, sans bandes de garde Rural: possible, sans bandes de garde Voir également le § 5 de l'Annexe 2 concernant l'analyse de sensibilité
18 (Trajet D1) UE Emission IMT-2000 AMRC DRT → MES liaison descendante @ 2 520 MHz	Il n'y a pas lieu d'étudier ce scénario si les terminaux S-DMB utilisent des terminaux IMT-2000 AMRC DRT: les terminaux S-DMB sont bimodes et nécessitent un espacement duplex minimal de 20 MHz. Dans le cas contraire, les résultats des études sur la coexistence entre systèmes T-IMT-2000 s'appliquent	Suburbain: la bande de garde dépasse 8 MHz Urbain: la bande de garde dépasse 8 MHz Voir également le § 5 de l'Annexe 2 concernant l'analyse de sensibilité
19 (Trajet D2) BS IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison descendante → MES liaison descendante (mode de réception du satellite) @ 2 520 MHz	Possible moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses	Piéton-micro: bande de garde de 6 MHz Véhicule-macro: > bande de garde de 8 MHz Rural: bande de garde de 5 MHz Voir également le § 5 de l'Annexe 2 concernant l'analyse de sensibilité

TABLEAU 2 (*fin*)

Scénario Brouilleur → victime	S-DMB	SRI-E
20 (Trajet D2) BS Emission IMT-2000 AMRC DRT → MES liaison descendante (mode de réception du satellite) @ 2 520 MHz	Possible moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses	Suburbain: bande de garde de 6 MHz Urbain: bande de garde de 0,5 MHz Voir également le § 5 de l'Annexe 2 concernant l'analyse de sensibilité
21 (Trajet D3) IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante → MES liaison descendante (mode de réception du répéteur de Terre) @ 2 520 MHz	Il n'y a pas lieu d'étudier ce scénario: les terminaux S-DMB sont bimodes et auraient besoin d'un espacement des porteuses de plus de 20 MHz entre les bandes de réception et d'émission	Sans objet: Pas de répéteur de Terre avec l'interface SRI-E
22 (Trajet D3) MS Emission IMT-2000 AMRC DRT → MES liaison descendante (mode de réception du répéteur de Terre) @ 2 520 MHz	Ce scénario ne doit pas être étudié si les terminaux S-DMB utilisent des systèmes de Terre IMT-2000 ARMC DRT. Les terminaux S-DMB sont bimodes et ont besoin d'un espacement duplex minimal de 20 MHz. Si tel n'est pas le cas, les résultats des études sur la coexistence entre systèmes T-IMT-2000 s'appliquent	Sans objet: Pas de répéteur de Terre avec l'interface SRI-E
23 (Trajet D4) IMT-2000 AMRC à étalement direct liaison descendante → MES liaison descendante (mode de réception du répéteur de Terre) @ 2 520 MHz	Possible, moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses	Sans objet: Pas de répéteur de Terre avec l'interface SRI-E
24 (Trajet D4) BS Emission IMT-2000 AMRC DRT → MES liaison descendante (mode de réception du répéteur de Terre) @ 2 520 MHz	Possible, moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses	Sans objet: Pas de répéteur de Terre avec l'interface SRI-E

⁽¹⁾ Les résultats concernant les scénarios IMT-2000 AMRC DRT sont tirés de ceux qui ont été obtenus pour les systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct dans le même sens de transmission. En général, la compatibilité est facilitée lorsqu'on utilise les paramètres des systèmes IMT-2000 AMRC DRT compte tenu de l'utilisation des paramètres des systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct.

⁽²⁾ Dans le cas des scénarios 14 et 16, le système IMT-2000 AMRC DRT est déployé dans les environnements spécifiques proposés dans le Tableau 9.

5 Conclusions et discussions concernant la bande adjacente

5.1 Conclusions générales

On trouvera dans le Tableau 3 une vue d'ensemble de l'incidence des études de partage sur la compatibilité entre les systèmes et les contextes d'utilisation du spectre.

Pour chaque combinaison possible de partage dans la bande adjacente entre systèmes du SMS et systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct et systèmes IMT-2000 AMRC DRT, les prescriptions générales concernant l'espacement entre les porteuses ou les bandes de garde entre ces systèmes devront garantir la protection des stations victimes T-IMT-2000 et SMS des deux systèmes ou assurer la compatibilité de fonctionnement de ces systèmes.

On trouvera dans le Tableau 3 toutes les combinaisons possibles de partage dans la bande adjacente entre systèmes T-IMT-2000 et systèmes du SMS. Afin de faciliter la lecture et de montrer que les résultats de la compatibilité entre systèmes T-IMT-2000 et S-DMB et entre systèmes T-IMT-2000 et SRI-E peuvent différer essentiellement en raison des différentes configurations de mise en oeuvre², on a subdivisé le Tableau 3 en Tableaux 3 a) à 3 d) (ces Tableaux présentent respectivement l'analyse de la compatibilité globale entre systèmes T-IMT-2000 et S-DMB et entre systèmes T-IMT-2000 et SRI-E).

Les résultats ont été regroupés dans ces parties du Tableau 3 dont les deux premières lignes donnent les renseignements relatifs à chaque système «victime» concerné. La dernière ligne donne le résultat de l'étude de compatibilité générale, qui regroupe les résultats correspondant à chaque système «victime».

Dans certains cas, la bande de garde dépend de l'environnement dans lequel fonctionne le service du SMS.

Tous les résultats présentés dans le Tableau 3 ont été obtenus sur la base des hypothèses de base convenues pour les systèmes du SMS et T-IMT-2000 (voir l'Annexe 1).

² Le système S-DMB utilise par exemple des répéteurs de Terre (TR) et les terminaux d'utilisateur sont des équipements bimodes (de Terre et par satellite), ce qui influe sur les trajets de brouillage et sur plusieurs caractéristiques et critères.

TABLEAU 3

a) Systèmes S-DMB en liaison descendante @ 2 520 MHz et systèmes T-IMT-2000 au-dessus de 2 520 MHz

	IMT-2000 AMRC DRT	IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison descendante	IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante
Système victime T-IMT-2000	SMS↓→MS et BS, IMT-2000 AMRC DRT Bande de garde = valeur maximale parmi les valeurs 0,3 MHz et les résultats T-IMT-2000 ⁽¹⁾	SMS↓→MS, IMT-2000 AMRC à étalement direct Pas de bande de garde ⁽²⁾	SMS TR ↓→BS, IMT-2000 AMRC, à étalement direct L'implantation sur un même site de répéteurs de Terre S-DMB et des stations de base (BS) T-IMT-2000 reste difficile avec un espacement de fréquences porteuses allant jusqu'à 15 MHz ⁽³⁾
Système victime du SMS	MS et BS→MES Comme pour les résultats concernant les systèmes IMT-2000 AMRC DRT/IMT-2000 AMRC à étalement direct ⁽⁴⁾ , si le mode IMT-2000 AMRC DRT n'est pas utilisé dans les terminaux S-DMB ⁽⁵⁾	BS→MES IMT-2000 AMRC à étalement direct Pas de bande de garde	MS→MES IMT-2000 AMRC à étalement direct N'a pas à être étudié (l'espacement duplex minimal de 20 MHz nécessaire du fait que les terminaux S-DMB sont bimodes constitue l'hypothèse la plus contraignante dans ce scénario)
Résultats de la compatibilité (lignes 1 et 2)	Valeur maximale entre 0,3 MHz et les résultats concernant les systèmes IMT-2000 AMRC DRT/IMT-2000 AMRC à étalement direct si le mode IMT-2000 AMRC DRT n'est pas utilisé dans les terminaux S-DMB ⁽⁵⁾	Pas de bande de garde	Espacement entre les porteuses = 25 MHz en raison de la nécessité de prévoir une bande de garde de 20 MHz concernant les terminaux bimodes S-DMB. De plus, la compatibilité BS-TR exige une bande de garde d'au moins 10 MHz

⁽¹⁾ Combinaison possible de la bande de garde et de distances de séparation en ce qui concerne les stations mobiles/répéteurs de Terre (voir également le Rapport UIT-R M.2030).

⁽²⁾ Pas de bande de garde supplémentaire entre les deux blocs de 5 MHz. Etant donné que les porteuses adjacentes sont de 3,84 MHz dans des blocs de 5 MHz, il existe déjà une bande de garde.

⁽³⁾ Le scénario A2 (satellite S-DMB, liaison descendante → IMT-2000 de Terre, station de base AMRC à étalement direct) nécessiterait des bandes de garde de 0,3 MHz.

⁽⁴⁾ Combinaison possible de bandes de garde et de distances de séparation en ce qui concerne les stations MS/MES (voir également le Rapport UIT-R M.2030).

⁽⁵⁾ Si le mode IMT-2000 AMRC DRT était utilisé pour les terminaux S-DMB, il faudrait prévoir une bande de garde de plus de 20 MHz.

TABLEAU 3 (suite)

b) Systèmes S-DMB en liaison montante @ 2 670 MHz et systèmes T-IMT-2000 au-dessous de 2 670 MHz

	IMT-2000 AMRC DRT	IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison descendante	IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante
Système victime T-IMT-2000	MES → MS et BS IMT-2000 AMRC DRT Pas de bande de garde	MES → MS IMT-2000 AMRC à étalement direct Pas de bande de garde	MES → BS IMT-2000 AMRC à étalement direct. Pas de bande de garde, sauf pour les terminaux portables nécessitant une bande de garde de 5 MHz dans les zones rurales, à moins que le terminal portable ne puisse émettre dans les cellules de Terre où le bloc adjacent de 5 MHz est exploité. Dans ce cas, aucune bande de garde n'est nécessaire
Système victime du SMS	MS et BS IMT-2000 AMRC DRT → Satellite Pas de bande de garde	BS IMT-2000 AMRC à étalement direct → Satellite Pas de bande de garde	MS IMT-2000 AMRC à étalement direct → Satellite Pas de bande de garde
Résultats de la compatibilité (lignes 1 et 2)	Pas de bande de garde	Pas de bande de garde	Pas de bande de garde, sauf pour les terminaux portables nécessitant une bande de garde de 5 MHz dans les zones rurales, à moins que le terminal portable ne puisse émettre dans les cellules de Terre où le bloc adjacent de 5 MHz est exploité. Dans ce cas, aucune bande de garde n'est nécessaire

TABLEAU 3 (fin)

c) SRI-E (liaison descendante) @ 2 520 MHz et systèmes T-IMT-2000 au-dessus de 2 520 MHz

	IMT-2000 AMRC DRT	IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison descendante	IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante
Système victime T-IMT-2000	(Satellite↓→ MS et BS IMT-2000 AMRC DRT) Pas de bande de garde	(Satellite↓→ MS IMT-2000 AMRC à étalement direct) Pas de bande de garde	(Satellite↓→ BS IMT-2000 AMRC à étalement direct) Pas de bande de garde
Système victime du SMS	MS et BS IMT-2000 AMRC DRT→ MES Impossible si des stations MES et un système IMT-2000 fonctionnent dans le même environnement	MS IMT-2000 AMRC à étalement direct→ MES. Impossible pour les stations MES dans un environnement véhicule-macro. Une bande de garde minimale de 6 MHz est nécessaire pour les stations MES fonctionnant dans un environnement piéton-micro et de 5 MHz dans les zones rurales	MS IMT-2000 AMRC à étalement direct→ MES. Impossible pour les stations MES dans un environnement piéton-micro. Dans les autres scénarios, le partage est possible sans bande de garde (rural, véhicule-macro)
Résultats de la compatibilité (lignes 1 et 2)	Impossible si les stations MES et le système IMT-2000 fonctionnent dans le même environnement	Bande de garde minimale de 5 MHz requise pour les stations MES dans les zones rurales et de 6 MHz dans les environnements piéton-micro. Impossible pour les stations MES dans un environnement véhicule-macro	Aucune bande de garde n'est nécessaire dans les zones rurales et les environnements véhicule-macro. Le partage est impossible pour les stations MES fonctionnant dans un environnement piéton-micro

d) SRI-E (liaison montante) @ 2 670 MHz et systèmes T-IMT-2000 au-dessous de 2 670 MHz

	IMT-2000 AMRC DRT	IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison descendante	IMT-2000 AMRC à étalement direct, liaison montante
Système victime T-IMT-2000	MES → MS et BS IMT-2000 AMRC DRT Pas de bande de garde	MES → MS IMT-2000 AMRC à étalement direct Pas de bande de garde	MES → BS IMT-2000 AMRC à étalement direct Pas de bande de garde
Système victime du SMS	MS et BS IMT-2000 AMRC DRT → Satellite Pas de bande de garde	BS IMT-2000 AMRC à étalement direct → Satellite La bande de garde est supérieure à 7 MHz	MS IMT-2000 AMRC à étalement direct → Satellite Bande de garde de 1 MHz
Résultats de la compatibilité (lignes 1 et 2)	Pas de bande de garde	La bande de garde est supérieure à 7 MHz	Bande de garde de 1 MHz

Afin d'affiner l'analyse des résultats de l'étude montrant que la compatibilité serait difficile à assurer pour l'interface SRI-E en liaison descendante (Tableau 3c)) et l'interface SRI-E en liaison montante relativement au système IMT-2000 AMRC à étalement direct en liaison descendante (Tableau 3d)) (en raison d'une forte sensibilité aux brouillages de la station MES SRI-E), on a procédé à une nouvelle évaluation des brouillages dans les scénarios les plus défavorables faisant intervenir des stations SRI-E comme victimes, en utilisant des hypothèses plus optimistes que l'hypothèse de base et en réexaminant les paramètres des systèmes T-IMT-2000 (assouplissement de 6 à 12 dB: voir le § 5 de l'Annexe 2). Ces nouvelles évaluations font apparaître une nette amélioration des résultats de la compatibilité dans certains cas. En cas de brouillage causé par le système T-UTMS-IMT-2000 AMRC à étalement direct en liaison descendante à l'interface SRI-E en liaison montante, les bandes de garde sont ramenées de plus de 7 MHz à 1,5 MHz. En cas de brouillage causé par le système de Terre IMT-2000 AMRC à étalement direct en liaison descendante à l'interface SRI-E en liaison descendante, la compatibilité devient possible dans tous les environnements, avec une bande de garde de 1 MHz. On ne peut ni garantir, ni approuver la validité de ces hypothèses et, s'il s'avère qu'elles sont trop optimistes, il faudra peut-être que le système du SMS accepte des brouillages supérieurs à ceux correspondant aux critères de brouillage convenus.

5.2 Faisabilité de la compatibilité dans la bande adjacente pour l'interface SRI-E

En ce qui concerne la bande en liaison descendante (autour de 2 520 MHz), les résultats de la compatibilité dépendent dans une large mesure de la configuration dans laquelle les stations MES fonctionneront et le système de Terre sera mis en place:

- si les systèmes IMT-2000 AMRC DRT sont déployés dans la bande adjacente, il ne sera pas possible d'exploiter des stations MES dans les mêmes zones géographiques;
- si le système IMT-2000 AMRC à étalement direct en liaison descendante est déployé dans la bande adjacente, il faudrait selon les hypothèses de base une bande de garde d'au moins 6 MHz pour l'environnement piéton-micro et de 5 MHz pour l'environnement rural; les stations MES ne pourraient pas être exploitées dans un environnement macro-véhicule. Toutefois, si le système SMS accepte un risque de brouillage supplémentaire, une bande de garde de 1 MHz suffirait dans tous les environnements avec les hypothèses les plus optimistes, encore que l'on ne puisse ni garantir, ni approuver leur validité;
- si le système IMT-2000 AMRC à étalement direct en liaison montante est déployé dans la bande adjacente, avec les hypothèses de base, aucune bande de garde ne sera nécessaire pour l'environnement véhicule-macro et l'environnement rural et il ne sera peut-être pas possible d'exploiter des stations MES dans les zones piéton-micro.

S'agissant de la bande en liaison montante (autour de 2 670 MHz), les résultats de la compatibilité sont généralement favorables:

- si le système IMT-2000 AMRC DRT fonctionne dans la bande adjacente, soit aucune bande de garde n'est nécessaire, soit il faut prévoir une bande de garde réduite;
- si le système IMT-2000 AMRC à étalement direct en liaison descendante fonctionne dans la bande adjacente, la bande de garde dépasse 7 MHz selon les hypothèses de base. Toutefois, si l'opérateur du SMS accepte un risque de brouillage supplémentaire, une bande de garde de 1,5 MHz serait suffisante avec les hypothèses les plus optimistes, encore que l'on ne puisse ni garantir, ni approuver leur validité;
- si le système IMT-2000 AMRC à étalement direct en liaison montante fonctionne dans la bande adjacente, une bande de garde de 1 MHz sera peut-être nécessaire.

5.3 Faisabilité de la compatibilité dans la bande adjacente pour les systèmes S-DMB

5.3.1 Compatibilité dans la bande adjacente avec les systèmes de Terre IMT-2000 AMRC à étalement direct

Sur la liaison descendante (autour de 2 520 MHz), le système S-DMB peut fonctionner dans les bandes du SMS qui sont adjacentes à l'attribution aux IMT-2000 (composante de Terre), moyennant un espacement type de 5 MHz entre une porteuse S-DMB et une porteuse IMT-2000 de Terre, à condition que ces porteuses soient exploitées dans le même sens duplex de fréquence. Cependant, lorsque des terminaux portables S-DMB sont utilisés dans des cellules rurales, ce qui conduit à un espacement de 10 MHz entre les porteuses, il faut protéger la station de base IMT-2000 dans les zones rurales, à moins de désactiver les terminaux portables afin qu'ils ne puissent émettre dans les cellules de Terre rurales où fonctionne le bloc adjacent de 5 MHz. Dans ce cas, l'espacement type de 5 MHz est satisfaisant. Si les sens duplex de fréquence sont opposés dans les bandes adjacentes, il faudrait un espacement d'au moins 25 MHz entre les porteuses à cause des contraintes de filtrage associées au fonctionnement bimode des terminaux S-DMB et des brouillages causés par les répéteurs de Terre aux stations de base IMT-2000 AMRC à étalement direct.

Dans le cas où les transmissions par satellite et de Terre sont alignées, il faut noter que la coïnstallation des répéteurs de Terre et des stations de base, même si elle n'est pas nécessaire, améliore la compatibilité.

Sur la liaison montante (autour de 2 670 MHz), le système S-DMB peut fonctionner dans la bande du SMS qui est adjacente au système de Terre, moyennant un espacement type de 5 MHz, entre une porteuse S-DMB et une porteuse IMT-2000 de Terre, quel que soit le sens de transmission duplex choisi pour le système IMT-2000 de Terre.

5.3.2 Compatibilité dans la bande adjacente avec un système de Terre IMT-2000 AMRC DRT

Sur la liaison montante (autour de 2 520 MHz):

- a) Cas où les terminaux S-DMB mettent en oeuvre un système de Terre IMT-2000 AMRC DRT:

En général, les problèmes que pose l'exploitation bimode du terminal S-DMB empêcheront le fonctionnement dans la bande adjacente avec un système IMT-2000 AMRC DRT. En ce qui concerne le système IMT-2000 AMRC à étalement direct, une bande de garde de 20 MHz ne suffira pas à résoudre ce problème.

- b) Cas où les terminaux S-DMB ne mettent pas en oeuvre un système de Terre IMT-2000 AMRC DRT:

Il est difficile d'assurer la compatibilité (avec un espacement de 5 MHz entre les porteuses) entre systèmes IMT-2000 AMRC DRT et systèmes S-DMB fonctionnant dans l'attribution adjacente au SMS sur la liaison descendante. La compatibilité entre le répéteur de Terre (TR) et la station de base (BS) pose des problèmes de mise en oeuvre et de planification, qui dépendent beaucoup du déploiement des systèmes IMT-2000 AMRC DRT. La distance de séparation requise entre les porteuses sera probablement la même que celle qui existe entre systèmes IMT-2000 AMRC DRT et systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct. Les résultats des études sur la coexistence des systèmes T-IMT-2000 effectuées par la Commission d'études 8 des radiocommunications fourniront peut-être de nouvelles indications.

Il est possible d'assurer la compatibilité dans la bande adjacente (avec un espacement de 5 MHz entre les porteuses) entre systèmes IMT-2000 AMRC DRT et systèmes S-DMB fonctionnant dans l'attribution adjacente au SMS sur la liaison montante, sans contraintes de déploiement.

Sur la liaison montante (autour de 2 670 MHz):

La compatibilité dans la bande adjacente entre systèmes T-IMT-2000 et systèmes S-DMB est possible, moyennant un espacement type de 5 MHz entre les porteuses.

6 Glossaire et abréviations

Partage cocanal

Cas dans lequel la composante de Terre et la composante satellite sont géographiquement séparées.

Compatibilité dans la bande adjacente

Cas dans lequel les deux composantes du système sont situées en un même lieu ou dans lequel la composante de Terre est située à l'intérieur de la zone couverte par le faisceau du satellite.

ACI_{max}	brouillage maximal dans le canal adjacent
ACIR	rapport de puissance de brouillage dans le canal adjacent
ACLR	rapport de fuite de puissance dans le canal adjacent
ACS	sélectivité sur le canal adjacent
BS	station de base d'un système T-IMT-2000
CBD	centre-ville
DL	liaison descendante. Dans le cas de la composante de Terre: la station de base (BS) émet et l'équipement d'utilisateur (UE) reçoit
IMT-2000 AMRC à étalement direct	interface radioélectrique IMT-2000, également appelée duplex à répartition en fréquence (DRF)
IMT-2000 AMRC DRT	interface radioélectrique IMT-2000, également appelée duplex à répartition dans le temps (DRT)
MCL	affaiblissement de couplage minimal
MES	station terrienne mobile du système à satellites
MS	service mobile
SMS	service mobile par satellite
Sat	station de satellite
S-DMB	radiodiffusion multimédia numérique par satellite
S-IMT-2000	interface radioélectrique de la composante satellite des IMT-2000
SRI-E	interface radioélectrique satellite E
T-IMT-2000	interface radioélectrique de Terre IMT-2000 AMRC à étalement direct/IMT-2000 AMRC DRT
TR	répéteur de Terre
UE	équipement d'utilisateur d'un système T-IMT-2000
UL	liaison montante. Dans le cas de la composante de Terre, l'équipement d'utilisateur (UE) émet et la station de base (BS) reçoit

Annexe 1

Paramètres de système

1 Paramètres des systèmes T-IMT-2000

1.1 Station de base

En ce qui concerne les paramètres des éléments des systèmes de Terre, le texte de référence est le Rapport UIT-R M.2039.

1.1.1 Station de base en tant que système utile

TABLEAU 4

Paramètres de réception de la station de base IMT-2000

Type de cellule	Environnement rural
Type d'antenne	Sectorielle à 120°
Gain d'antenne maximal (dBi), y compris l'affaiblissement dans la ligne d'alimentation	17
Angle d'inclinaison vers le bas (degrés)	2,5
Hauteur d'antenne (m)	30
Polarisation	Rectiligne
Facteur de bruit du récepteur (dB)	5
Bruit thermique du récepteur (dB(W/MHz))	-139
Critères de brouillage ($I_{sat}/N_{\text{ème}}$) (dB)	-10
Sélectivité sur le canal adjacent	DRF: TS 25.104 [3] DRT: TS 25.105 [4]

1.1.2 Station de base en tant que système brouilleur

TABLEAU 5

Paramètres d'émission de la station de base IMT-2000

Type de cellule	Environnement rural (IMT-2000 AMRC à étalement direct)	Environnement véhicule-macro (IMT-2000 AMRC à étalement direct)	Environnement piéton-micro (IMT-2000 AMRC à étalement direct)	Environnement pico-centre ville (IMT-2000 AMRC à étalement direct)	Environnements suburbain et urbain (IMT-2000 AMRC DRT)
Taille de la cellule (km)	10	1	0,315	0,04	0,2
Puissance d'émission maximale pour un canal de 5 MHz (dBm) (valeurs types)	43	43	38	27	27
Puissance d'émission type pour un canal de 5 MHz (dBm)	40	40	35	27	27 ⁽¹⁾
Largeur de bande d'exploitation (MHz)	5	5	5	5	5
Type d'antenne	Sectorielle à 120°	Sectorielle à 120°	Sectorielle à 120°	Equidirective	Equidirective
Gain d'antenne maximal (dBi) y compris l'affaiblissement dans la ligne d'alimentation	17	17	5	0	0
Angle d'inclinaison vers le bas (degrés)	2,5	2,5	0	0	0
Hauteur d'antenne (m)	30	30	5	1,5	1,5
Polarisation	Rectiligne	Rectiligne	Rectiligne	Rectiligne	Rectiligne
ACLR	TS 25.104 [3]				25.105 [4]

⁽¹⁾ Selon le type de service et le niveau d'asymétrie correspondant, il a fallu ajouter un facteur d'utilisation compris entre 0% et 100% à la puissance d'émission type dans le cas de systèmes IMT-2000 AMRC en mode DRT. Aux fins de l'analyse, le facteur d'utilisation est par hypothèse de 50%, ce qui donne une réduction de la puissance d'émission type de 3 dB.

1.2 Station mobile

On trouvera dans les Tableaux 6 et 7 les paramètres des stations mobiles pour tous les environnements.

1.2.1 Station mobile en tant que station utile

TABLEAU 6
Paramètres de réception de la station mobile IMT-2000

Type d'antenne	Isotrope
Gain d'antenne maximal (dBi)	0
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation (dB)	0
Hauteur d'antenne (m)	1,5
Polarisation	Rectiligne
Facteur de bruit du récepteur (dB)	9
Bruit thermique du récepteur (dB(W/MHz))	-135
Critères de brouillage ($I/N_{\text{éme}}$) (dB)	-10
ACS	IMT-2000 AMRC à étalement direct: 25.101 [1] IMT-2000 AMRC DRT: 25.102 [2]

1.2.2 Station mobile en tant que station brouilleuse

TABLEAU 7
Paramètres d'émission de la station mobile IMT-2000

Puissance d'émission maximale (dBm)	21 ou 24			
	Rural	Véhicule-macro	Piéton-micro	Pico-centre ville
Puissance d'émission moyenne (dBm) du système IMT-2000 AMRC à étalement direct (tiré de [6])	8,3 dBm	7,5 dBm	6,6 dBm	-2,5 dBm
Puissance d'émission moyenne (dBm) du système IMT-2000 AMRC DRT	1,6 dBm ⁽¹⁾			
Largeur de bande d'exploitation (MHz)	5			
Type d'antenne	Isotrope			
Gain d'antenne maximal (dBi)	0			
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation (dB)	0			
Hauteur d'antenne (m)	1,5			
Polarisation	Rectiligne			
ACLR	IMT-2000 AMRC à étalement direct: 25.101 [1] IMT-2000 AMRC à étalement direct: 25.102 [2]			

⁽¹⁾ Avec un facteur d'activité de 50%.

1.3 Caractéristiques du trafic

Le Tableau 3 du Rapport UIT-R M.2039 donne les caractéristiques d'un modèle de trafic pour les IMT-2000 dans le cas d'un réseau parvenu à maturité, telles qu'elles sont tirées du Rapport UIT-R M.2023. Certaines de ces caractéristiques sont des paramètres essentiels pour la modélisation des brouillages causés par des systèmes T-IMT-2000 en liaison montante (station mobile d'émission) à des systèmes du SMS. Ces caractéristiques sont récapitulées dans les Tableaux 8 et 9.

TABLEAU 8

Paramètres de Terre des systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct

Nombre moyen d'équipements d'utilisateur/cellule	Macro-rural	0,3 utilisateur/cellule
	Macro-véhicule	7 utilisateurs/cellule
	Micro-piéton	65 utilisateurs/cellule
	Pico-Intérieur de bâtiments	2 utilisateurs/cellule
Portée de la cellule	Macro-rural	10 km
	Macro-véhicule	1 km
	Micro-piéton	315 m
	Pico-Intérieur de bâtiments	40 m
Surface couverte par le système de Terre (en %)	Macro-rural	57%
	Macro-véhicule	2%
	Micro-piéton	2%
	Pico-Intérieur de bâtiments	0,02%
	Pas de couverture	38,98%

TABLEAU 9

Paramètres de Terre en mode IMT-2000 AMRC DRT

Couverture	Urbain et suburbain (à l'intérieur)
Nombre moyen d'équipements d'utilisateur/cellule	53,42 utilisateurs/cellule
Portée de la cellule	200 m
Surface couverte par le système de Terre (en %)	30% de déploiement en zones urbaine et suburbaine et à l'intérieur de bâtiments (voir le Tableau 8)

2 Paramètres de système de l'interface radioélectrique satellite E (SRI-E)

On trouvera ci-après les paramètres d'un système à satellites fondé sur l'interface SRI-E définie dans la Recommandation UIT-R M.1457. Ces paramètres ont été mis à jour, le cas échéant, sur la base des spécifications de l'interface radioélectrique satellite E des IMT-2000 données dans la Recommandation UIT-R M.1455-2.

2.1 Station du satellite

Les paramètres du satellite dépendent du scénario de brouillage considéré et varient selon que le satellite est le système utile ou le système brouilleur. Les paramètres nécessaires pour modéliser chaque scénario sont indiqués dans les Tableaux 10 et 11.

Le cas échéant, on a utilisé dans l'analyse des longitudes OSG de 54° W, 65° E et 109° E.

2.1.1 Satellite en tant que système utile

TABLEAU 10

Paramètres de réception du satellite du SMS

Diagramme de gain (Recommandation UIT-R S.672)	$L_s = -25$ dB
Gain d'antenne maximal (dBi)	43,1
Gain relatif en limite de couverture du satellite (dB)	-3
Facteur G/T en limite de couverture du satellite (dB/K)	12
Température de bruit du système (dB/K)	28,1
Température de bruit du récepteur (K)	638,3
Largeur de bande (kHz)	200
Bruit thermique du récepteur (dB(W/MHz))	-140,6
Critères de brouillage (dB) aux fins de l'étude	$\Delta T/T = 6\%$ dans la bande $\Delta T/T = 3\%$ hors bande

2.1.2 Satellite en tant que système brouilleur

TABLEAU 11

Paramètres d'émission du satellite du SMS

Diagramme de gain (Recommandation UIT-R S.672)	$L_s = -25$ dB
Gain d'antenne maximal (dBi)	43,1
Diagramme de faisceau	Hexagonal
Nombre de faisceaux actifs	19
Réutilisation de fréquences	Groupes de 7 faisceaux
p.i.r.e. par porteuse (dBW)	43
Largeur de bande (kHz)	200
Rayonnements non désirés	Appendice 3 du RR

2.1.3 Paramètres du faisceau du satellite

Les caractéristiques du diagramme de faisceau du satellite sont présentées de manière détaillée dans le Tableau 12.

TABLEAU 12

Caractéristiques du faisceau du satellite

Diagramme de faisceau	Hexagonal
Nombre d'anneaux hexagonaux	11
Séparation entre hexagones	1,0°
Angle maximal du satellite	8,9°
Nombre total de faisceaux	295
Nombre de faisceaux d'émission lorsque le satellite cause des brouillages	19 (tiré du Tableau 11)
Ouverture angulaire du faisceau	1,2°
Gain de crête	43,1 dBi (tiré du Tableau 11)
Décroissance progressive (Recommandation UIT-R S.672)	$L_s = -25$ dB (tiré du Tableau 11)

2.2 Station terrienne mobile (MES)

Les paramètres de la station terrienne mobile (MES) S-IMT-2000 sont fondés sur le terminal de Classe 2 décrit dans la Recommandation UIT-R M.1455, configuré aux fins de l'utilisation de données. On suppose que ce terminal est équipé d'une antenne directive avec un gain de crête de 14 dBi et une p.i.r.e. de 15 dBW.

Les paramètres de la station MES dépendent du scénario de brouillage considéré et varient selon que la composante S-IMT-2000 est le système brouilleur ou le système utile.

2.2.1 Station terrienne mobile (MES) en tant que système utile

TABLE 13

Paramètres de réception de la station terrienne mobile (MES)

Diagramme de gain	Recommandation UIT-R M.1091
Gain d'antenne maximal (dBi)	14
Hauteur d'antenne (m)	1,5
Élévation minimale (degrés)	10
Facteur G/T maximal de la station MES (dB/K)	-13,5
Température de bruit du système (dB/K)	27,5
Température de bruit du récepteur (K)	562,34
Largeur de bande (kHz)	200
Bruit thermique du récepteur (dB(W/MHz))	-141,1
Critères de brouillage aux fins de l'étude	$\Delta T/T = 6\%$ dans la bande $\Delta T/T = 3\%$ hors bande (lorsqu'ils sont utilisés avec des méthodes de simulation de Monte-Carlo, les critères peuvent être dépassés pendant 20% du temps au maximum ou dans 20% d'emplacements de la station MES au maximum)

2.2.2 Stations MES en tant que système brouilleur

TABLE 14

Paramètres d'émission de la station MES

Puissance d'émission type (dBW)	1
Largeur de bande d'exploitation (kHz)	200
Diagramme de gain	Recommandation UIT-R M.1091
Gain d'antenne maximal (dBi)	14
p.i.r.e. d'émission maximale (dBW)	15
Hauteur d'antenne (m)	1,5
Polarisation	Circulaire droite
Rayonnements non désirés	Recommandation UIT-R M.1343

2.3 Densité d'utilisateurs

La densité d'utilisateurs de la station MES peut être obtenue à l'aide de la Recommandation UIT-R M.1457.

TABLE 15

Paramètres principaux de la densité d'utilisateurs

Attribution au SMS	20 MHz/direction
Réutilisation entre faisceaux du satellite	7
Largeur de bande de la porteuse	200 kHz
Espacement entre les faisceaux	1°

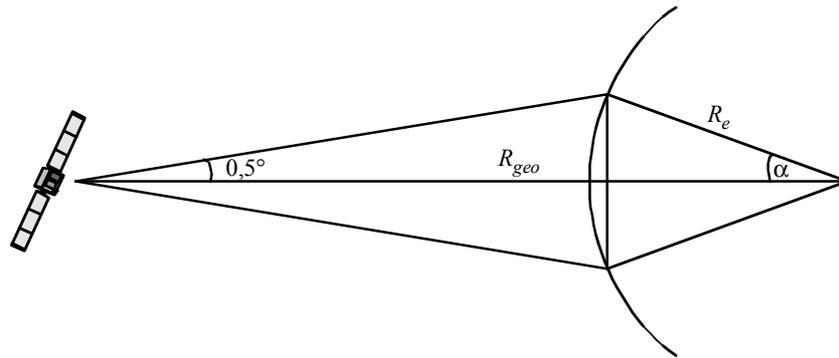
A partir de l'attribution au SMS et de la réutilisation, on peut calculer la capacité moyenne par faisceau ($20 \text{ MHz}/7 = 2,86 \text{ MHz}$). Avec une largeur de bande de la porteuse de 200 kHz, ce chiffre peut être arrondi à 14 porteuses, pour une largeur de bande totale de 2,8 MHz.

A supposer qu'un utilisateur de données actif occupe une porteuse unique³, cela représente alors 14 utilisateurs/faisceau. On obtiendrait la densité d'utilisateurs la plus élevée, exprimée en utilisateurs/km², pour le faisceau le plus petit, c'est-à-dire celui qui se trouve directement sous le satellite. La configuration géométrique est représentée sur la Fig. 5.

³ A noter qu'aux fins de la présente étude l'interface SRI-E utilise l'AMRT comme méthode d'accès. En conséquence, lors de la modélisation du regroupement d'utilisateurs multiples au moyen de méthodes de Monte-Carlo, si la porteuse est utilisée pour fournir un service vocal, il n'y aura qu'un seul utilisateur actif par porteuse à un moment donné.

FIGURE 5

Configuration géométrique permettant de calculer la zone couverte par le faisceau



Rap 2041-05

A l'aide d'une configuration géométrique type, on peut calculer la valeur de l'angle $\alpha = 2,81^\circ$. La surface peut être calculée en intégrant cette partie d'une sphère au moyen de la formule:

$$A = 2\pi R^2 (1 - \cos \alpha)$$

En conséquence, la superficie est de $306\,670 \text{ km}^2$ et la superficie moyenne par utilisateur est de $21\,905 \text{ km}^2$, c'est-à-dire un carré de 148 km de côté.

En général, les utilisateurs ne devraient pas être répartis de manière uniforme dans la zone de service, mais seront concentrés à proximité de zones de forte activité. Pour en tenir compte, on peut déterminer la superficie par utilisateur sur la base du carré du nombre d'utilisateurs. En pareil cas, cela signifierait:

$$A_1 = \left(\frac{1}{14}\right)^2 A_{14} = 1\,564,6 \text{ km}^2$$

ce qui équivaut à un carré de 40 km de côté.

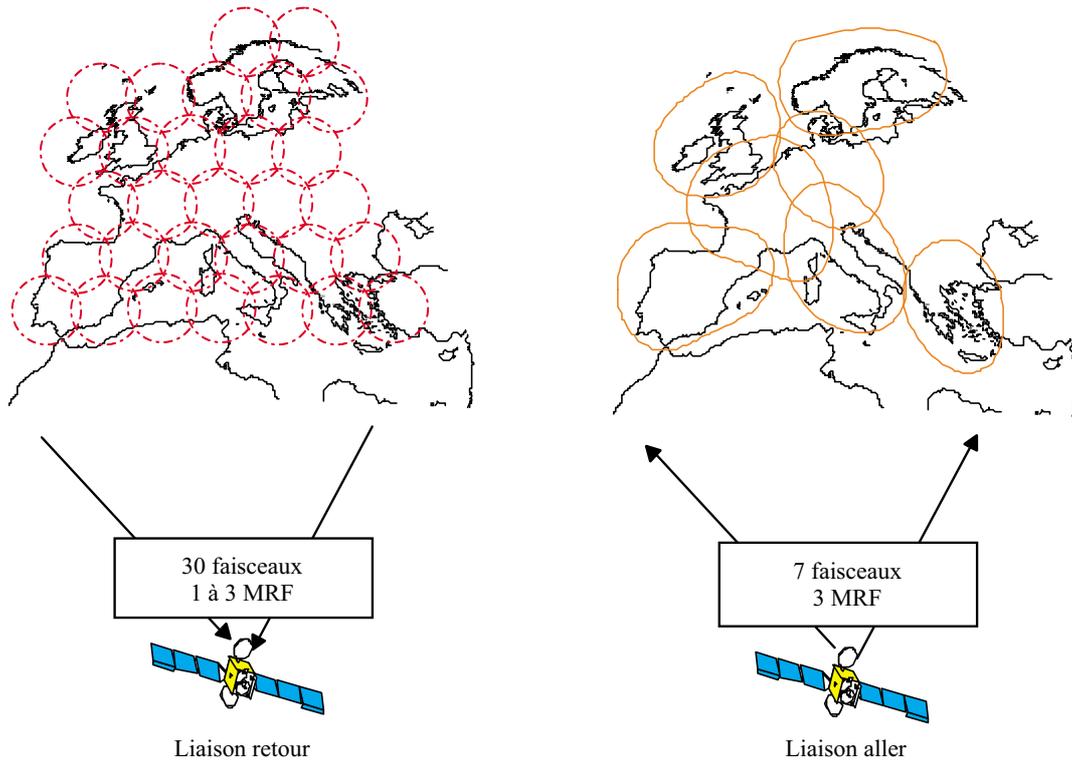
3 Paramètres du système de radiodiffusion multimédia numérique par satellite (S-DMB)

On trouvera ci-après les paramètres du système à satellites S-DMB.

3.1 Segment du satellite

Pour le projet S-DMB, on a choisi le système de référence OSG. L'architecture envisagée pour les liaisons aller et retour est présentée sur la Fig. 6.

FIGURE 6
Configuration du satellite S-DMB



Rap 2041-06

Les longitudes exactes des satellites doivent encore être déterminées. On pourrait envisager une position orbitale à 10° E.

3.2 Liaison aller du système S-DMB

L'architecture du satellite assure un débit global de 6,2 Mbit/s en Europe (c'est-à-dire 16 codes de canaux à 384 kbit/s répartis entre 7 faisceaux).

3.2.1 Caractéristiques RF

Les caractéristiques RF sont présentées dans le Tableau 16.

TABLEAU 16

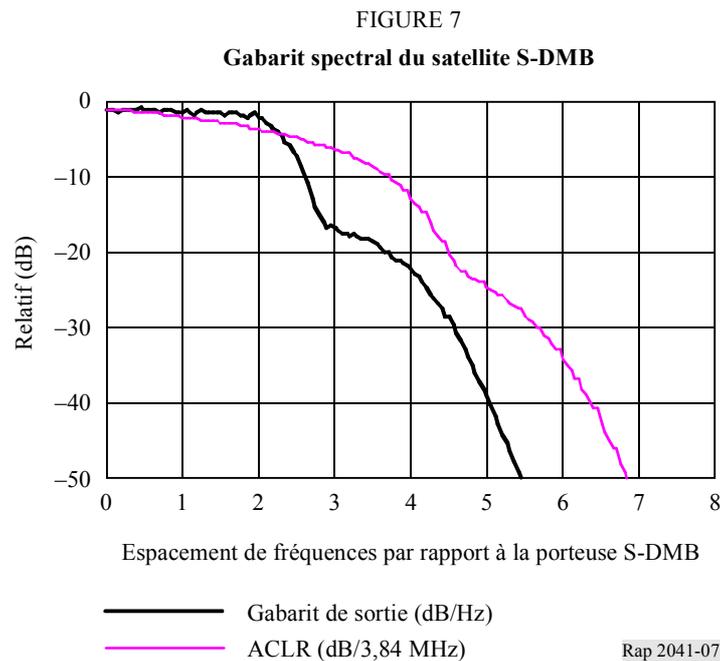
Caractéristiques RF sur la liaison aller d'un système S-DMB

Fréquence sur la liaison descendante (satellite vers équipement d'utilisateur du système S-DMB) (MHz)	2 170-2 200/2 500-2 520
Polarisation sur la liaison descendante	Polarisation circulaire lévogyre ou dextrogyre
Nombre de faisceaux ponctuels (liaison descendante)	7
p.i.r.e. maximale (dBW)	76
Largeur de bande utile (MHz)	4,68 (3,84 Méléments/s, facteur de décroissance de 1,22)

3.2.2 Emissions hors bande

La charge utile du système S-DMB a été simulée et le gabarit d'émission hors bande obtenu se trouve dans la Fig. 7. Ce gabarit tient compte:

- de la contribution de bruit thermique de la charge utile;
- des produits d'intermodulation du signal dans la chaîne d'amplification;
- du filtre de sortie: la qualité du filtre pris pour hypothèse est inférieure à celle que permettent les techniques les plus récentes. Le choix de la technique de filtrage résulte de divers compromis qui n'ont pas encore été définis.



A noter que ce gabarit est conforme à la Recommandation UIT-R SM.329 concernant les rayonnements non essentiels et à la Recommandation UIT-R SM.1541 concernant les émissions hors bande.

La Fig. 7 représente également le rapport ACLR dans un canal adjacent IMT-2000 en fonction de l'espacement des canaux. Les valeurs du rapport ACLR du satellite obtenues pour un espacement type entre les canaux sont les suivantes:

	Espacement de 5 MHz entre les canaux	Espacement de 10 MHz entre les canaux
ACLR (dB)	24,6	> 50

3.3 Liaison retour du système S-DMB

Le satellite utilisera une configuration de réutilisation des fréquences/faisceaux ponctuels comme indiqué dans la Fig. 6. Les caractéristiques RF du satellite pour la liaison retour sont indiquées dans le Tableau 17.

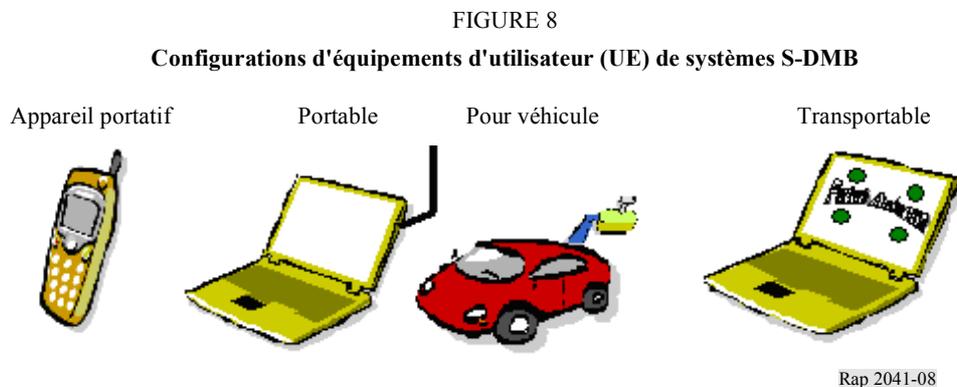
TABLEAU 17

Caractéristiques RF sur la liaison retour du système S-DMB

Largeur de bande utile pour chaque système MRF (MHz)	4,68 (3,84 Mélément/s, facteur de décroissance de 1,22)
Critère de protection au niveau du récepteur du satellite	$\Delta T/T < 50\%$
Température de bruit du système (K)	550

3.4 Terminal d'utilisateur

Il existe plusieurs types d'équipements d'utilisateur de systèmes S-DMB (UE S-DMB), comme indiqué ci-dessous:

*Terminaux portatifs normalisés 3G*

Ce type de terminal comprend un appareil multimode 2G/3G unique capable de recevoir parallèlement le signal de radiodiffusion S-DMB (interface radioélectrique T-IMT-2000) et d'établir des connexions de Terre point à point pour la liaison S-DMB interactive ou des services de monodiffusion indépendants (service vocal par exemple). La connexion point à point supplémentaire peut utiliser un mode GPRS (service général de radiocommunication en mode paquet). Avec ce système, certaines modifications logicielles du S-DMB devront être apportées à l'intérieur de l'appareil portatif multimode T-IMT-2000/GPRS doté d'une mémoire cache (ce qui est déjà le cas de certains produits 2G mis sur le marché). Ce type de terminal pourrait faire partie des classes de puissance 3GPP 1, 2 ou 3.

Portable

Cette configuration comprend un ordinateur portatif équipé d'une antenne extérieure.

Pour véhicule

On obtient cette configuration en installant sur le toit du véhicule automobile un module RF connecté à l'UE du S-DMB situé à l'intérieur.

Transportable

Cette configuration comprend un ordinateur portatif doté d'antennes patch plates. Ce type de terminal se prête davantage aux utilisations en dehors de la couverture de Terre et offrira des fonctionnalités accrues en matière de débit binaire sur la liaison retour.

En ce qui concerne les transmissions sur la liaison montante, les terminaux utiliseront chaque fois que possible la capacité de Terre (2G ou 3G). La liaison retour par satellite ne sera utilisée qu'à l'extérieur de la couverture de Terre ou lorsque la capacité de Terre n'est plus disponible (par exemple en cas de catastrophe).

Les caractéristiques de puissance et de gain des quatre configurations de l'UE du S-DMB sont présentées dans le Tableau 18.

TABLEAU 18

Valeurs maximales de la puissance d'émission, du gain d'antenne et de la p.i.r.e. de l'UE du S-DMB

Type d'UE du S-DMB	Puissance d'émission maximale	Gain d'antenne maximal (dBi)	p.i.r.e. maximale (dBW)
Appareil portatif 3G			
Classe 1	2W (33 dBm)	0	3
Classe 2	500 mW (27 dBm)	0	-3
Classe 3	250 mW (24 dBm)	0	-6
Portable	2 W (33 dBm)	2	5
Pour véhicule	8 W (39 dBm)	4	13
Transportable	2 W (33 dBm)	14	17

Les caractéristiques RF de l'équipement UE du S-DMB sont données dans le Tableau 19.

TABLEAU 19

Caractéristiques RF de l'UE du S-DMB

Fréquence à la réception (MHz)	2 170-2 200/2 500-2 520	
Fréquence à l'émission (MHz)	1 980-2 010/2 670-2 690	
Polarisation à la réception	Rectiligne	
Polarisation à l'émission	Rectiligne	
Facteur de bruit (dB)	9	
Bruit de fond du récepteur (dBm)	-99	
Puissance de sortie maximale (dBm)	24/27/33/39	
Gain d'antenne (dBi)	0/2/4/14	
Gabarit d'émission	Conforme aux prescriptions applicables à l'UE du projet 3GPP (voir la norme TS 25.101)	
Valeur du rapport ACLR en fonction de l'espacement des porteuses (tirée de la norme TS 25.101)	5 MHz	10 MHz
	33 dB	43 dB
ACS (sélectivité sur le canal adjacent) en fonction de l'espacement des porteuses (conformes aux prescriptions applicables à l'UE données au point [2])	5 MHz	10 MHz
	33 dB	43 dB

Critères de protection de la réception de l'UE du S-DMB contre les brouillages extérieurs

Les critères de protection définis ci-après concernent deux services d'essai:

- 64 kbit/s: débit binaire de multidiffusion au début du déploiement des systèmes S-DMB. Avec ce débit, l'UE du système S-DMB devrait pouvoir recevoir le signal de multidiffusion dans la plupart des cas, y compris à l'intérieur de bâtiments. Le service S-DMB pourra ainsi être assuré tant que les répéteurs de Terre ne sont pas encore déployés.
- 1 Mbit/s: débit binaire de multidiffusion lorsque le niveau de déploiement des systèmes S-DMB sera au point, avec un nombre suffisant de répéteurs de Terre. Ce débit comprend 3 canaux à 384 kbit/s utilisant des codes orthogonaux.

On trouvera dans le Tableau 20 les critères de protection en termes de rapport $C/(N+I)$ pour les services d'essai qui devront être utilisés dans les études de partage.

TABLEAU 20

Critères de protection applicables à l'UE du S-DMB

Service d'essai	$E_b/N_t^{(1)}$	$C/(N+I)^{(2)}$
64 kbit/s – à l'extérieur de bâtiments	11,92 dB	-5,86 dB
1 Mbit/s (3 × 384 kbit/s) – à l'extérieur de bâtiments	13,77 dB	3,77 dB
64 kbit/s – à l'intérieur de bâtiments	16,62 dB	-1,16 dB
1 Mbit/s (3 × 384 kbit/s) – à l'intérieur de bâtiments	17,77 dB	7,77 dB

⁽¹⁾ Les valeurs du rapport E_b/N_t sont tirées des spécifications 25.101 du projet 3GPP, pour un environnement d'essai piéton (cas 2) et un environnement d'essai à l'intérieur de bâtiments (cas 1). Pour le service d'essai à 1 Mbit/s, le rapport E_b/N_t prévoit une marge supplémentaire de 1 dB en raison de la dégradation de l'orthogonalité du code imputable à la transmission par l'intermédiaire de la charge utile du satellite.

⁽²⁾ $C/(N+I) = E_b/N_t - \text{gain de traitement (dB)}$.

Il convient de noter que ces critères de protection doivent être utilisés pour évaluer les brouillages lorsque le terminal S-DMB reçoit le signal de multidiffusion directement depuis le satellite ou depuis les répéteurs de Terre.

3.5 Segment des répéteurs de terre

En ce qui concerne le système S-DMB, il est prévu que dans les zones rurales et suburbaines, un satellite pourra offrir des services avec la disponibilité requise en se contentant d'utiliser une marge du bilan de liaison acceptable. Toutefois, dans les zones urbaines et suburbaines et à l'intérieur de bâtiments où les phénomènes d'occultation sont importants, le satellite ne pourra pas fournir à lui seul des services avec la disponibilité prévue. Pour remédier à ce problème, dans les zones urbaines denses, on peut retransmettre le signal du satellite au moyen de répéteurs de Terre.

On peut envisager deux types d'architectures:

- *Des répéteurs «sur le canal»* utilisent la même bande pour la réception et la retransmission du signal. Ces répéteurs présentent un gain limité d'environ 80 dB (pour éviter l'auto-oscillation) et offrent une couverture étroite.

- Des répéteurs «hors canal» utilisent des bandes de fréquences différentes pour la réception et la retransmission du signal. Ils permettent d'assurer une couverture plus large que les répéteurs «sur le canal», mais ont besoin d'une bande de fréquences supplémentaire pour l'alimentation (bande du SFS). Les répéteurs de ce genre ont été choisis pour le système S-DMB. A l'intérieur de cette catégorie, on peut envisager différentes sous-catégories:
 - *Répéteurs-changeurs de fréquence simples*: 30/20 GHz à 2 GHz.
 - *Répéteurs du noeud B*: la liaison de connexion satellite vers répéteur sert de liaison de raccordement et assure la connexion avec le répéteur via une interface normalisée. Ce type de répéteur permet de réutiliser au maximum l'équipement normalisé.
 - *Ensemble du sous-système réseau radioélectrique*: dans cette configuration, il existe un seul point d'accès au satellite qui est partagé par plusieurs répéteurs du noeud B. La répartition locale du signal de radiodiffusion/multidiffusion dépend de la commande du réseau radioélectrique (RNC). Cette architecture est intéressante pour connecter plusieurs picocellules à l'intérieur de bâtiments ou d'îlots extérieurs locaux.

Les répéteurs sont toujours unidirectionnels, c'est-à-dire qu'ils fonctionnent uniquement sur la liaison descendante. Concernant le système S-DMB, il est prévu de déployer à grande échelle uniquement des «répéteurs hors canal». On pourrait utiliser des répéteurs «sur le canal» dans des circonstances très particulières, comme dans les cas où les répéteurs de Terre IMT-2000 seraient utilisés (par exemple couverture dans des tunnels).

L'antenne de réception (qui reçoit le signal depuis le satellite) associée au répéteur de Terre est positionnée en visibilité directe du satellite. Les répéteurs de Terre peuvent aisément être implantés sur les mêmes sites que ceux du noeud B pour assurer la même couverture. Ils seront conçus de manière à réutiliser certains sous-systèmes du noeud B (par exemple des antennes sectorielles), étant donné que les bandes de fréquences destinées aux composantes satellite et de Terre des IMT-2000 sont adjacentes.

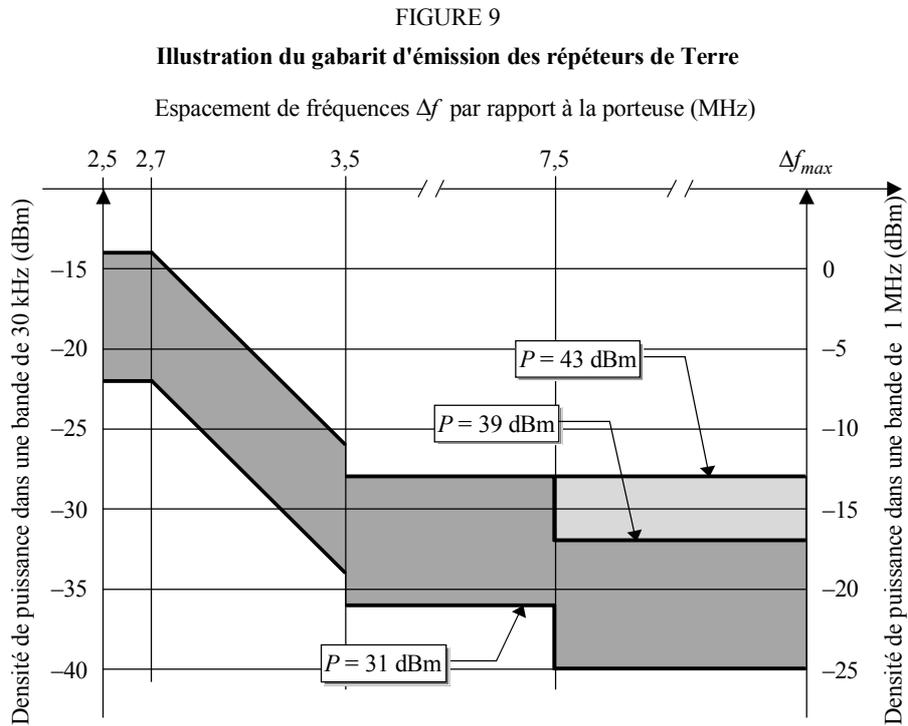
Les caractéristiques RF des répéteurs de Terre sont données dans le Tableau 21.

TABLEAU 21

Caractéristiques RF des répéteurs de Terre S-DMB

Fréquence à la réception (MHz)	Bande du SFS		
Fréquence à l'émission (MHz)	2 170-2 200/2 500-2 520		
Polarisation à la réception	Rectiligne		
Polarisation à l'émission	Verticale		
Zone de couverture (degrés)	Jusqu'à 360 (c'est-à-dire 120° par secteur)		
Classes de répéteurs de Terre	Répéteurs de zone étendue pour les applications de macrocellules	Répéteurs de moyenne portée pour microcellules	Répéteurs de zone locale pour picocellules
Hauteur des répéteurs de Terre prise pour hypothèse (m)	30	6	6
Puissance de sortie maximale (dBm)	43	30	24
Gain d'antenne maximal (émission) (dBi)	15	6	0
Gabarit d'émission	Conforme aux spécifications 3GPP applicables aux stations de base (BS) données en référence en [1] (voir la Fig. 9)		
Valeur du rapport ACLR en fonction de l'espacement des porteuses (conforme aux prescriptions applicables aux stations de base (BS) données en référence en [1])	5 MHz	10 MHz	15 MHz
	45 dB	50 dB	67 dB

Gabarits d'émission des répéteurs de Terre:



Note – Ce gabarit est analogue aux prescriptions applicables au gabarit d'émission de la station de base donné en référence en [3].

Rap 2041-09

Références bibliographiques

- [1] 3GPP 25.101 v530: Technical Specification Group Radio Access Networks. UE Radio Transmission and Reception (FDD).
- [2] 3GPP 25.102 v510: Technical Specification Group Radio Access Networks. UE Radio Transmission and Reception (TDD).
- [3] 3GPP 25.104 v530: Technical Specification Group Radio Access Networks. BS Radio Transmission and Reception (FDD).
- [4] 3GPP 25.105 v510: Technical Specification Group Radio Access Networks. BS Radio Transmission and Reception (TDD).
- [5] ERC Report 65: Adjacent band compatibility between UMTS and other services in the 2 GHz band.

Annexe 2

Analyse détaillée du partage et de la compatibilité

1 Brouillage causé par les satellites du SMS au système T-IMT-2000

Ces brouillages se produisent au voisinage de 2 520 MHz et correspondent au trajet A.

Dans cette configuration, le récepteur victime est une station de base ou un UE T-IMT-2000, qui subit des brouillages en provenance d'un satellite S-IMT-2000 (SRI-E ou S-DMB) ou d'un répéteur de Terre S-IMT-2000 (S-DMB).

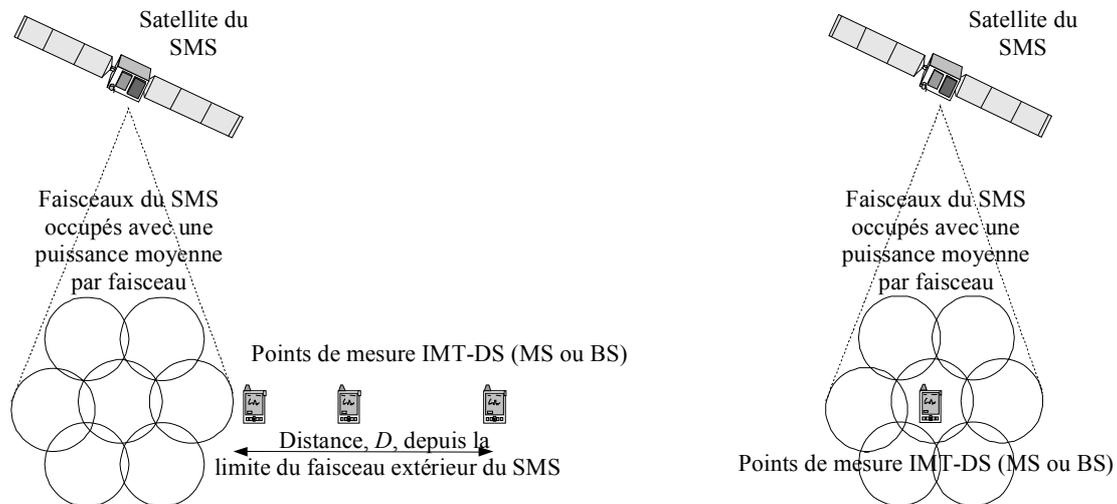
1.1 Interface SRI-E

1.1.1 Méthode pour le trajet A

Ce trajet de brouillage se situe entre la liaison descendante S-IMT-2000 causant un brouillage au système T-IMT-2000, comme indiqué dans la Fig. 10.

FIGURE 10

Trajet de brouillage A: espacement géographique et de fréquences



Rap 2041-10

Brouillage causé aux stations mobiles

Ce brouillage composite causé aux stations mobiles correspond à la somme de tous les faisceaux d'émission sur la même fréquence du système brouilleur. Dans le cas du trajet de brouillage A, il s'agit des faisceaux du satellite S-IMT-2000. On peut modéliser le trafic acheminé sur chaque faisceau de manière globale, au moyen de la puissance et de la largeur de bande moyennes par faisceau, au lieu d'élaborer un modèle détaillé pour chaque porteuse.

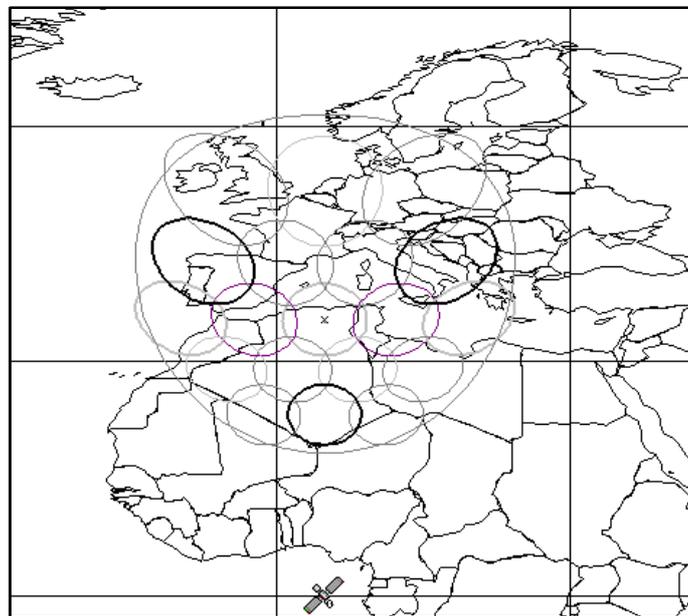
Bien qu'un satellite puisse comporter des centaines de faisceaux, ceux-ci ne seront pas tous actifs en même temps. En effet, les contraintes liées à la puissance et à la réutilisation des fréquences empêcheraient de recourir à cette possibilité.

C'est pourquoi on a modélisé un sous-ensemble de faisceaux suffisant pour couvrir une zone continentale. Dans le cas d'un système OSG comprenant des faisceaux séparés de 1° , on obtient ainsi un ensemble de 19 faisceaux actifs couvrant une zone d'environ 5° , ce qui suffit pour desservir une zone de forte activité à l'échelle du continent, comme indiqué dans la Fig. 11. Les faisceaux sont occupés de manière que la portion de spectre de 20 MHz attribuée soit entièrement utilisée pour assurer le trafic dans cette région.

Dans le cas de systèmes OSG, les modèles de propagation et la modélisation du trafic sont constants, de sorte que le rapport I/N en un même point est indépendant du temps. On peut donc installer une station au bord de la zone de couverture et la déplacer de manière linéaire en longitude, de façon à obtenir divers espacements géographiques.

FIGURE 11

Configuration de faisceaux de satellites OSG: exemple



Rap 2041-11

Brouillages causés aux stations de base

Les brouillages causés aux stations de base ont été modélisés de la même manière que pour les stations mobiles. En outre, il a fallu tenir compte de la nature sectorielle de l'antenne et modifier le rapport I/N reçu au moyen d'un facteur de pondération, afin de pouvoir le comparer à la valeur de seuil.

Espacement de fréquences

Ce cas a été modélisé en tenant compte des termes hors bande. On a choisi de placer la station T-IMT-2000 au centre du faisceau du satellite et on a activé les faisceaux fonctionnant sur les deux blocs de fréquences les plus proches de la station T-IMT-2000 avec le terme hors bande A. On a alors calculé le rapport I/N équivalent.

Etant donné que la configuration géométrique et le modèle de propagation sont fixes, on a modifié la fréquence pendant la simulation, afin d'obtenir le rapport I/N au fur et à mesure de la variation de la taille de la bande de garde.

1.1.2 Analyse du partage cofréquence (interface SRI-E, trajet A)

Pour le partage cofréquence, on a examiné le cas dans lequel les systèmes S-IMT-2000 et T-IMT-2000 fonctionnaient sur la même fréquence à 2,52 GHz, mais étaient géographiquement séparés. Deux trajets ont été pris en compte: les trajets A et D. Dans chaque cas, il existe deux sous-trajets, selon que le système T-IMT-2000 ait été utilisé pour la liaison montante ou descendante.

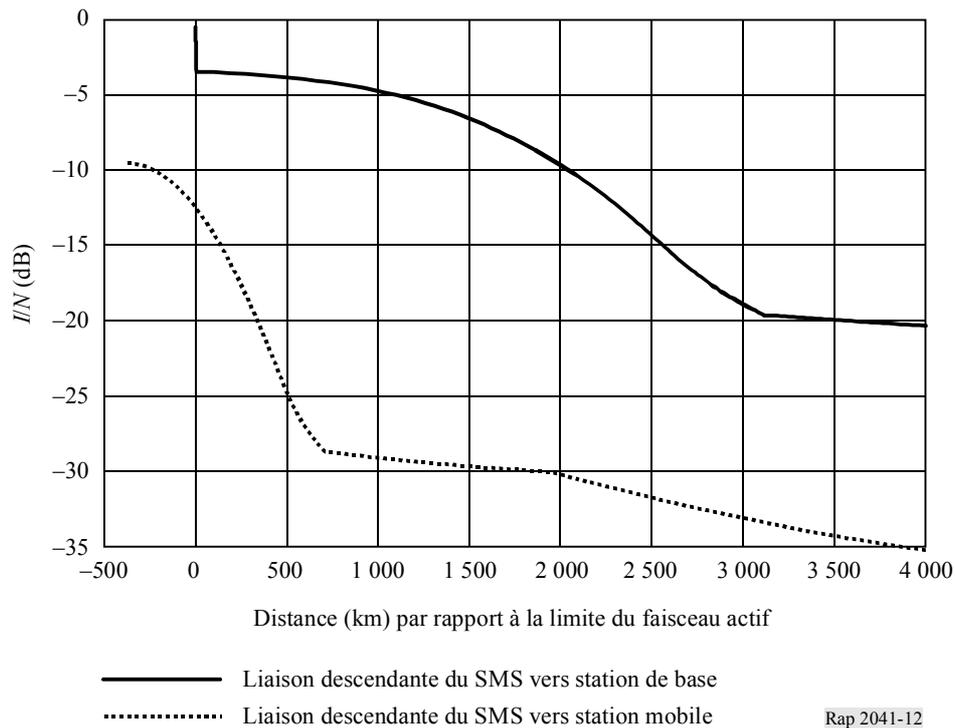
Concernant le trajet A, différentes géométries ont été envisagées pour chaque sous-trajet:

- pour le récepteur de la station mobile (liaison descendante), on a estimé que le cas le plus défavorable correspondait à la configuration subsatellite;
- pour le récepteur de la station de base (liaison montante), on a estimé que le cas le plus défavorable correspondait à la configuration horizon.

Dans chaque cas, on a dévié un ensemble de faisceaux actifs de la station MS/BS, afin de créer un espacement géographique entre la limite du faisceau et l'emplacement T-IMT-2000. On trouvera dans la Fig. 12 un graphique représentant le rapport I/N en fonction de la distance.

FIGURE 12

Espacement géographique sur le trajet A, rapport I/N en fonction de la distance



NOTE – Des distances inférieures à zéro sont possibles dans le cas de la station MS, qui est celui où cette station se trouve dans l'un des faisceaux les plus excentrés. Cela n'est pas possible dans l'autre cas, car la station BS est située en bordure du champ de visibilité du satellite, de sorte que la limite du faisceau n'a pas d'intersection avec la Terre. On porte sur le graphique une gamme de valeurs du rapport I/N de 3 dB dans le cas où la distance de la station BS = 0, pour représenter l'écart entre l'axe de visée pointant vers la station BS et la bordure du faisceau ayant la même incidence avec la station BS.

Les brouillages étaient moins élevés dans le cas de la station MS que dans celui de la station BS, parce que le gain était plus faible (0 dBi au lieu d'un gain de crête de 18 dBi) et le bruit plus élevé (2 291 K au lieu de 912 K).

1.1.3 Analyse de la bande adjacente (interface SRI-E, trajet A)

Pour le partage du même emplacement, on a examiné le cas dans lequel les systèmes S-IMT-2000 et T-IMT-2000 fonctionnaient dans la même région géographique, mais étaient séparés en fréquence.

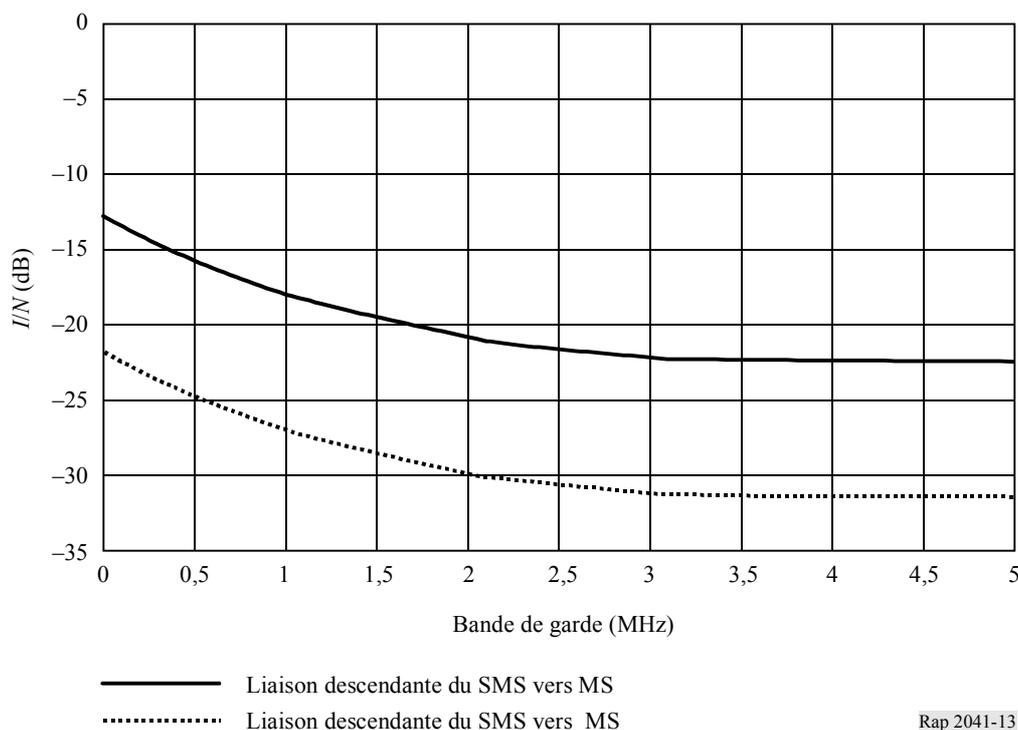
Pour le trajet A, on a utilisé les mêmes géométries que celles qui ont été examinées ci-dessus. En revanche, on a utilisé un plus petit nombre de faisceaux, car seuls les deux blocs de fréquences les plus proches de la limite de 2,52 GHz ont été pris en compte:

- pour le récepteur de la station MS (liaison descendante), on a estimé que le cas le plus défavorable correspondait à la configuration subsatellite;
- pour le récepteur de la station BS (liaison montante), on a estimé que le cas le plus défavorable correspondait à la configuration horizon.

On a augmenté la fréquence de la station T-IMT-2000, de façon qu'elle fonctionne juste en dehors de la limite de 2,52 GHz avec une bande de garde de 10 MHz. Les courbes du rapport I/N ainsi obtenues sont représentées dans la Fig. 13.

FIGURE 13

Espacement de fréquences sur la Trajet A, rapport I/N en fonction de la bande de garde



1.2 Radiodiffusion multimédia numérique par satellite (S-DMB)

1.2.1 Méthode d'évaluation des brouillages causés par l'engin spatial (scénarios 1 à 4)

On procède à l'évaluation des brouillages en appliquant une méthode déterministe simple, qui est valable pour les systèmes IMT-2000 AMRC DRT et IMT-2000 AMRC à étalement direct.

On évalue le niveau de brouillage du satellite sur la base d'un bilan de liaison. En ce qui concerne la compatibilité dans la bande adjacente, on applique le gabarit spectral du satellite. On compare alors le niveau de brouillage au bruit thermique du récepteur de Terre 3G. On ne prend en compte que le niveau de brouillage dû à une source unique causée par un seul satellite. Il ne doit pas y avoir de

brouillages en provenance de plusieurs systèmes à satellites sur une zone géographique donnée, étant donné que les terminaux des satellites utilisent des antennes à faible directivité. En conséquence, l'exploitation aux mêmes fréquences et avec une même zone de couverture de plusieurs systèmes à satellites est impossible sur le plan opérationnel.

On considère que le brouillage est acceptable si le critère ci-dessous est satisfait:

$$\frac{I}{N} \leq -10 \text{ dB}$$

Ce critère est appliqué pour les brouillages subis par des équipements UE ou des stations BS, quelle que soit la dimension de cellule. Il devrait fournir un niveau de protection suffisant aux macrocellules (voir les notes ⁽⁶⁾ et ⁽⁹⁾ du Tableau 3 du Rapport UIT-R M.2039). Un critère moins strict sera peut-être suffisant dans la pratique pour les microcellules ou de plus petites cellules.

1.2.2 Analyse du partage cofréquence (S-DMB, trajet A, scénarios 1 à 4)

On trouvera dans le Tableau 22 un calcul de l'incidence, dans une situation de partage cofréquence, d'émissions du satellite sur la réception MS ou BS.

TABLEA 22

Brouillage sur la liaison descendante du satellite (partage cofréquence)

		MS	BS	
de Terre	Gain d'antenne maximal	0,00	17,00	dB
	Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	0,00	1,00	dB
	Angle d'inclinaison	0,00	2,50	(degrés) vers le bas
	Discrimination d'antenne (Recommandation ITU-R F.1336, $k = 0,2$, angle d'élévation de 10°)		15,30	dB
	Facteur de bruit du récepteur	9,00	5,00	dB
	Niveau de bruit du récepteur	-134,98	-138,98	dB(W/MHz)
	Rapport I/N requis	-10,00	-10,00	dB
	Valeur maximale admissible du brouillage par le canal adjacent (ACI)	-144,98	-144,98	dB(W/MHz)
Satellite	Altitude du satellite	36 000,00	36 000,00	km
	Fréquence	2 520,00	2 520,00	MHz
	Affaiblissement sur le trajet	191,60	191,60	dB
	Valeur maximale admissible de la densité de p.i.r.e. du satellite	46,62	41,92	dB(W/MHz)
	p.i.r.e. du satellite	74,00	74,00	dBW
	largeur de bande	3,84	3,84	MHz
	Valeur maximale de la densité de p.i.r.e. dans la bande	68,16	68,16	dB(W/MHz)
	Affaiblissement requis	21,54	26,24	dB

Il ressort de ces calculs que le partage cofréquence avec une même zone de couverture sera impossible. Dans certains cas, il existera des facteurs de réduction des brouillages (amélioration de la discrimination d'antenne de la station BS pour les angles d'élévation plus grands, possibilité d'assouplir le critère $I/N_{\text{ème}}$ pour les petites cellules, etc.).

Toutefois, ces facteurs ne permettront pas d'améliorer suffisamment la situation pour permettre le partage cofréquence dans la même zone géographique.

Le partage cofréquence pourrait être assuré dans des zones de couverture distinctes, à condition que le gain d'antenne d'émission du satellite fournisse l'isolation nécessaire, comme indiqué dans le Tableau 22.

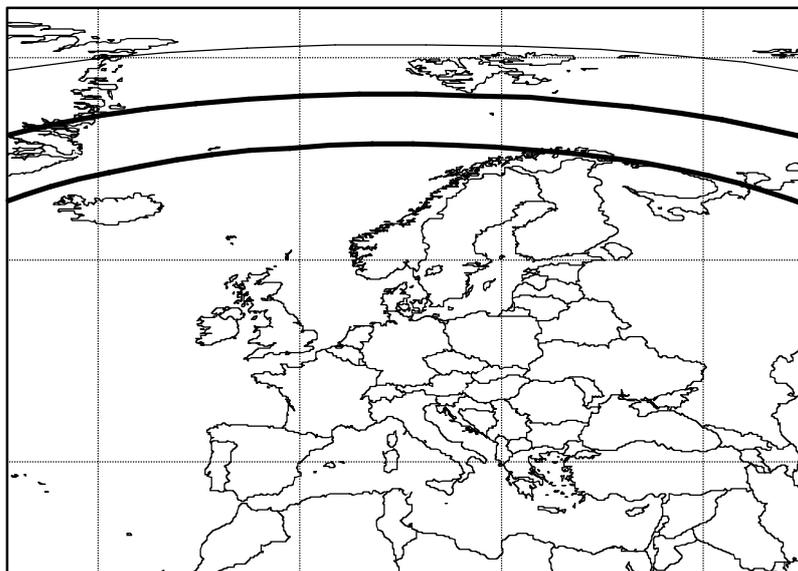
Incidence de l'angle d'élévation du satellite

Dans les calculs indiqués dans le Tableau 22, on prend pour hypothèse un angle d'élévation de 10° .

Le brouillage causé par le satellite au récepteur de la station BS dépend en grande partie de l'angle d'élévation du satellite, quand cet angle est petit (en général moins de 5° , y compris l'inclinaison vers le bas).

La Fig. 14 représente les contours d'élévation de $0,5^\circ$ et 10° pour un satellite situé à 10° E de longitude.

FIGURE 14
Carte des contours d'élévation du satellite



Rap 2041-14

Comme indiqué dans la Fig. 14, le signal émis par le satellite sera vu en tout point de l'Europe occidentale, avec un angle d'incidence supérieur à 10° , ce qui limite les brouillages causés aux stations BS dotées d'antennes directives ou par ces stations.

1.2.3 Compatibilité dans la bande adjacente (S-DMB, trajet A, scénarios 1 à 4)

La Fig. 7 représente le rapport ACLR de la charge utile du système S-DMB dans un canal adjacent IMT-2000, en fonction de l'espacement des canaux.

Pour satisfaire aux critères de protection de systèmes de Terre 3G fonctionnant dans la bande adjacente (voir le Tableau 22), l'espacement des canaux doit être le suivant:

- 4,6 MHz pour la protection des stations MS (T-IMT-2000);
- 5,3 MHz pour les stations BS (T-IMT-2000).

L'utilisation de systèmes de filtrage optimisés dans la charge utile du satellite devrait réduire l'espacement nécessaire, en particulier pour la protection du récepteur de la station BS. Toutefois, il est peu probable que cette situation se produise, étant donné que l'on pourrait harmoniser la planification des canaux des systèmes à satellites et de Terre pour faciliter l'intégration des réseaux.

1.2.4 Répéteurs de Terre (TR) S-DMB causant des brouillages aux réseaux T-IMT-2000: méthode et résultats (scénarios 5 à 8)

1.2.4.1 Scénarios 7 et 8: brouillages causés par des répéteurs de Terre S-DMB au récepteur d'une station de base T-IMT-2000 (liaison montante).

Selon ce scénario, le récepteur victime et l'émetteur brouilleur sont tous deux fixes. En conséquence, il convient d'appliquer une méthode statique pour déterminer si la compatibilité est possible.

Les caractéristiques de la station BS victime et des répéteurs TR brouilleurs sont données dans les Tableaux 23 et 24.

TABLEAU 23

Caractéristiques de la station BS victime, comme indiqué dans la publication [6]

	Station BS IMT-2000 AMRC à étalement direct macrocellule	Station BS IMT-2000 AMRC à étalement direct microcellule	Station BS T-IMT-2000 picocellule
Gain d'antenne (dBi)	17	5	0
Environnement de propagation	Suburbain	Urbain	Urbain
Hauteur d'antenne (m)	30	5	1,5
ACS (dB) pour un espacement de 5 MHz	46	46	46

TABLEAU 24

Caractéristiques des répéteurs TR brouilleurs, comme indiqué dans la publication [3]

Classes de répéteurs TR	Répéteurs de zone étendue destinés aux applications de macrocellules	Répéteurs de moyenne portée pour microcellules	Répéteurs de zone locale pour picocellules
Hauteur des répéteurs prise de Terre pour hypothèse (m)	30	6	6
Puissance maximale de sortie (dBm)	43	30	24
Gain d'antenne maximal (émission) (dBi)	15	6	0
Rapport ACLR (dB) pour un espacement de 5 MHz	45	45	45

On peut calculer l'affaiblissement de couplage minimal requis à l'aide de la formule:

$$MCL = P_{TR} + G_{BS} + G_{TR} - ACIR - ACI_{max}$$

Le paramètre ACIR est calculé à l'aide de la formule:

$$ACIR = \frac{1}{\frac{1}{ACLR} + \frac{1}{ACS}} \text{ (en termes linéaires)}$$

(ACLR, ACS) = (45, 46) dB signifie que le paramètre ACIR = 42,5 dB.

La valeur du paramètre ACI_{max} est par hypothèse analogue à celle qui est proposée dans le Rapport UIT-R M.2030.

Type de cellule	Valeurs maximales du paramètre ACI_{ext} (dBm)
Macro, rural	-114
Macro, centre ville	-100
Micro, extérieur de bâtiments	-97
Pico, à l'intérieur de bâtiments	-85

Répéteurs à macrocellules (rural): $MCL = 43 + 15 + 17 - 42,5 - (-114) = 146,5$ dB

Répéteurs pour macrocellules (centre ville): $MCL = 43 + 15 + 17 - 42,5 - (-100) = 132,5$ dB

Répéteurs pour microcellules: $MCL = 30 + 6 + 5 - 42,5 - (-97) = 95,5$ dB

Répéteurs pour picocellules: $MCL = 24 + 6 + 0 - 42,5 - (-85) = 72,5$ dB

A noter que ces spécifications relatives à l'affaiblissement MCL empêchent la coïnstallation de répéteurs de Terre S-DMD et de stations de base.

A partir des spécifications MCL, on peut également obtenir les distances de séparation requises entre le répéteur TR et la station BS (compte tenu du gain d'antenne maximal du TR et de la BS):

On utilise le modèle de propagation de Hata-COST 231 (modifié).

TABLEAU 25

Distances de séparation entre répéteurs de Terre brouilleurs et stations de base (m)

	Station de base utile IMT-2000 AMRC à étalement direct macrocellule	Station de base utile IMT-2000 AMRC à étalement direct, microcellule	Station de base utile T-IMT-2000 picocellule
Répéteur de Terre brouilleur pour macrocellules Propagation rurale	20 700	2 000	720
Répéteur de Terre brouilleur pour macrocellules Propagation suburbaine	7 200	650	235
Répéteur de Terre brouilleur pour microcellules Propagation suburbaine	411	78	58
Répéteur de Terre brouilleur pour picocellules Propagation urbaine	123	50	43

On peut dégager les conclusions suivantes du Tableau 25:

Les répéteurs de Terre pour macrocellules causent des brouillages aux stations BS sur de très grandes distances, ce qui empêche la mise en oeuvre de ce genre de répéteurs.

Il faut séparer les répéteurs de Terre pour micro/picocellules des stations BS microcellules d'une distance qui est du même ordre de grandeur que la couverture de la station BS correspondante. Cela signifie que l'emplacement du répéteur TR sera fortement limité par le déploiement préalable des stations BS. A l'inverse, la présence de répéteurs TR sur certains sites risque de limiter la mise en oeuvre ultérieure de nouvelles stations BS.

Les scénarios faisant intervenir des cellules étendues sont donc les plus délicats, alors que les scénarios faisant intervenir de petites cellules, même s'ils sont moins complexes, restent très contraignants. Par ailleurs, on considère que la possibilité d'implanter sur un même site des stations BS IMT-2000 AMRC à étalement direct et des répéteurs TR S-DMB est indispensable au déploiement des systèmes S-DMB.

Si des stations BS IMT-2000 AMRC à étalement direct subissent des brouillages de la part de répéteurs TR, même un espacement de fréquences de 15 MHz n'entraînera pas une amélioration sensible de la situation permettant d'assurer la compatibilité dans les cellules étendues, ou pour tout type de cellule en cas d'implantation sur un même site.

Le cas de stations BS IMT-2000 AMRC DRT subissant des brouillages de la part de répéteurs TR est analogue à celui des stations BS IMT-2000 AMRC DRT subissant des brouillages de la part de stations BS IMT-2000 AMRC à étalement direct. Les distances de séparation correspondant à ce cas sont données dans le Tableau 25 de la Recommandation UIT-R M.1036 et varient considérablement selon les hypothèses retenues pour le déploiement des systèmes IMT-2000 AMRC DRT et l'espacement de fréquences (5, 10 ou 15 MHz). Comme il s'agit du cas qui pose le plus de problèmes pour la coexistence des systèmes T-IMT-2000, on peut supposer que l'espacement de fréquences qui sera utilisé entre systèmes IMT-2000 AMRC DRT et systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct (en raison du scénario BS-BS) s'appliquera également au cas TR-BS (IMT-2000 AMRC DRT).

A noter que dans ce scénario, la bande de réception du terminal S-DMB dans l'attribution au SMS est située au voisinage de la bande d'émission du système S-DMB de l'attribution au service mobile. Comme indiqué au § 4.2.1 de l'Annexe 2, le fait que le terminal S-DMB soit bimode imposera un espacement des fréquences porteuses de 20 à 30 MHz avec la liaison montante du système de Terre IMT-2000 AMRC à étalement direct. Cette contrainte devra être prise en compte parallèlement à celles associées au scénario TR-BS.

1.2.4.2 Scénarios 5 et 6: brouillages causés par des répéteurs TR S-DMB à la liaison descendante T-IMT-2000

Comme indiqué plus haut, les répéteurs TR sont analogues aux stations de base IMT-2000 AMRC à étalement direct lorsqu'on examine les questions de brouillage. Leur déploiement dépend de l'environnement et les spécifications en termes de puissance, de hauteur d'antenne et de gain d'antenne sont les mêmes que pour les stations BS.

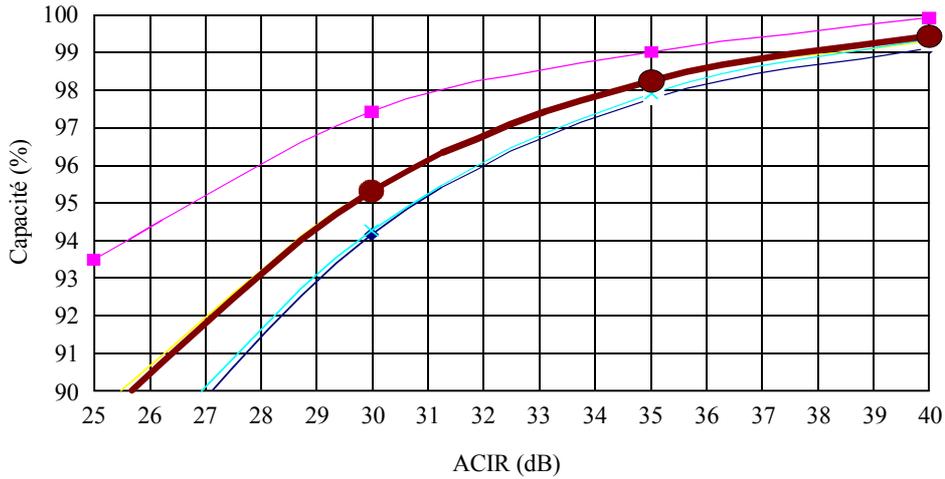
Autre point commun entre les stations BS et les répéteurs TR: pour réduire le coût du segment TR et faciliter l'intégration, il convient de réutiliser le plus possible les équipements normalisés 3GPP. Cela a pour conséquence que les gabarits spectraux sont identiques pour les répéteurs TR et les stations BS.

Ces points communs permettent de réutiliser les études qui ont été faites par le partenariat 3GPP pour analyser la coexistence entre systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct et systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct sur la liaison descendante.

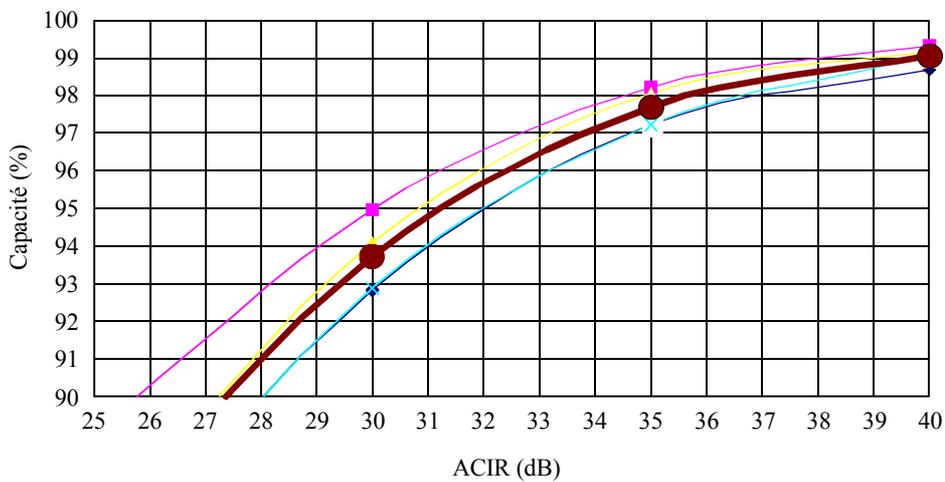
Les Fig. 15a) et 15b) sont tirées de la Publication 3GPP 25.942.v500 [9] et donnent une estimation de la perte de capacités de réseaux macrocellules en zone urbaine IMT-2000 AMRC à étalement direct due au fonctionnement d'un réseau identique, dans le canal adjacent de 5 MHz, en fonction du rapport ACIR.

FIGURE 15

Capacité en fonction du rapport ACIR pour la coexistence entre systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct et systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct (téléphonie vocale, liaison descendante)



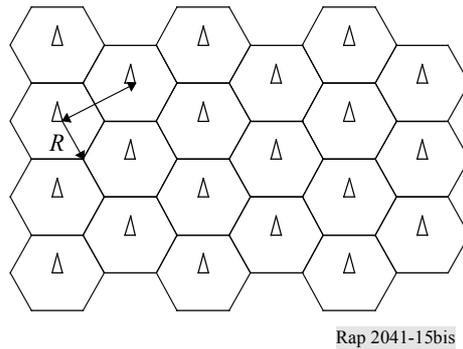
a) Téléphonie vocale en liaison descendante (8 kbit/s): ACIR, cas intermédiaire



b) Téléphonie vocale en liaison descendante (8 kbit/s): ACIR, cas le plus défavorable



Dans un même réseau, les stations BS sont placées au centre d'une grille hexagonale:



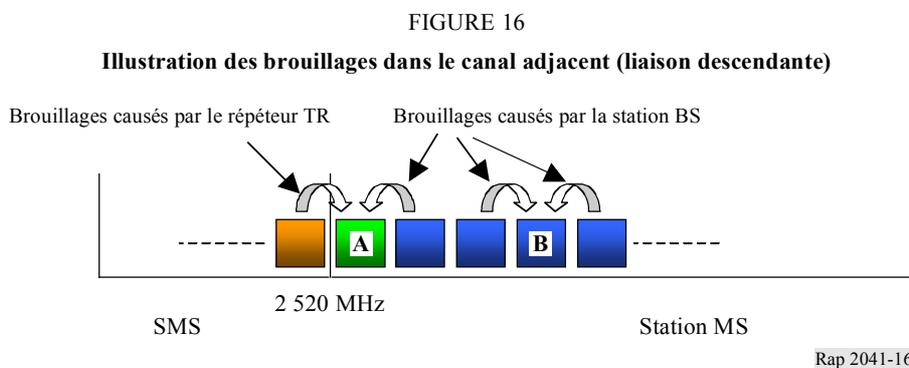
Rap 2041-15bis

Dans le scénario de coexistence le plus défavorable, le décalage entre les deux réseaux correspond à un rayon de cellule (577 m dans la simulation 3GPP). Le scénario du cas intermédiaire correspond à un décalage de la moitié du rayon de la cellule. La coïnstallation (cas le plus favorable) n'est pas envisagée dans l'étude 3GPP 25.942 [7].

Extrapolation des résultats concernant les répéteurs TR

Dans la simulation 25.942 concernant la coexistence entre systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct et systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct, on évalue l'incidence en termes de diminution du nombre maximal d'utilisateurs. On considère que les stations BS du réseau de Terre utile et brouilleur utilisent pratiquement la puissance maximale qui leur a été assignée. Si l'on remplace les stations BS du réseau brouilleur par des répéteurs TR S-DMB présentant des caractéristiques équivalentes, les brouillages vus par le réseau utile restent les mêmes. En conséquence, les conclusions des études sur la coexistence entre systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct et systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct s'appliquent également à la coexistence entre systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct et répéteurs TR.

Dans le scénario étudié dans le présent paragraphe, la liaison descendante du système IMT-2000 AMRC à étalement direct se trouve dans la partie inférieure de la bande des 2,5 GHz. Les porteuses de 5 MHz seraient organisées de la façon suivante:



La Fig. 16 montre que les brouillages subis par des blocs adjacents sont équivalents pour le bloc A et le bloc B, à condition que les répéteurs TR S-DMB et les stations BS possèdent des caractéristiques RF et de déploiement analogues.

En conséquence, le fonctionnement des répéteurs TR dans le bloc supérieur de 5 MHz de l'attribution au SMS dans la bande 2 500-2 520 MHz n'imposera pas de contraintes supplémentaires à la porteuse de 5 MHz (partie inférieure) en liaison descendante du système IMT-2000 AMRC à étalement direct d'un réseau T-IMT-2000, par rapport à une porteuse de Terre de 5 MHz en liaison descendante d'un système IMT-2000 AMRC à étalement direct qui serait situé à des fréquences supérieures dans l'attribution en liaison descendante au système T-IMT-2000. En conséquence, il convient de prévoir un espacement type de 5 MHz entre les porteuses dans ce scénario.

A noter que les conclusions relatives à la compatibilité entre les répéteurs TR et le récepteur UE d'un système IMT-2000 AMRC DRT (liaison descendante) sont analogues à celles relatives au récepteur UE d'un système IMT-2000 AMRC à étalement direct (liaison descendante). Cependant, le principal problème de compatibilité concernant les systèmes IMT-2000 AMRC DRT découle de la protection du récepteur de la station BS du système IMT-2000 AMRC DRT contre les brouillages causés par le répéteur TR (voir le paragraphe ci-dessus).

2 Brouillages causés par la station terrienne mobile (MES) du SMS au système T-IMT-2000

Ces brouillages se produisent au voisinage de 2 670 MHz et correspondent au trajet B.

2.1 Interface SRI-E

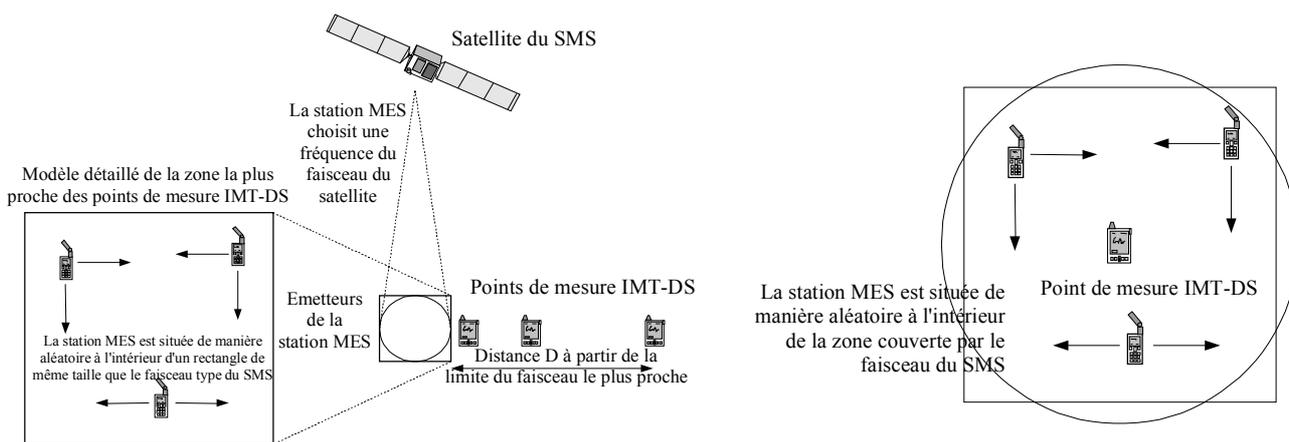
2.1.1 Interface SRI-E (méthode 1)

2.1.1.1 Méthode (SRI-E, trajet B, scénarios 9 à 12)

Ce trajet de brouillage se situe entre la liaison montante du système S-IMT-2000 qui causent des brouillages au système T-IMT-2000, comme indiqué dans la Fig. 17.

FIGURE 17

Trajet de brouillage B: espacement géographique et espacement de fréquences



Rap 2041-17

Brouillage causé aux stations mobiles

Dans ce cas, les brouillages correspondent à la somme des brouillages causés par de multiples stations MES. On est parti du principe que la station MES située dans le faisceau du satellite le plus proche du déploiement T-IMT 2000 fonctionnait sur la même fréquence, car il s'agira probablement du cas le plus défavorable. Par conséquent, il est probable que les faisceaux adjacents seront plus éloignés et ne fonctionneront pas sur la même fréquence, ce qui occasionnera des niveaux de brouillage beaucoup moins élevés. En conséquence, cette question n'a pas été examinée plus avant.

Cette somme correspond aux brouillages causés par toutes les stations MES à l'intérieur d'un même faisceau de satellite, à savoir celui qui est le plus proche du déploiement T-IMT-2000. Chaque station MES a été modélisée de façon à émettre une puissance moyenne dans la largeur de bande d'une porteuse unique S-IMT-2000.

La simulation comportait deux éléments aléatoires:

- on a supposé que les stations MES présentaient une densité d'utilisateurs uniforme sur tout le faisceau, de sorte qu'elles ont été modélisées comme étant situées de manière aléatoire à l'intérieur de cette zone;
- les distances à prendre en compte étaient en général supérieures à 20 km, de sorte que l'on a utilisé le modèle de propagation de la Recommandation UIT-R P.452, qui comprend un élément aléatoire. Etant donné qu'une distance significative séparera sans doute chaque station MES, on peut admettre que les conditions de propagation sont différentes pour chaque trajet brouilleur. En conséquence, dans le calcul de la Recommandation UIT-R P.452, on a utilisé un pourcentage de temps différent pour chaque station MES.

Pour un emplacement T-IMT-2000 donné, il faut calculer le produit de convolution de ces deux distributions pour obtenir une distribution du rapport I/N . On a donc placé un ensemble de stations d'essai T-IMT-2000 à une série de distances à partir de la limite du faisceau du satellite S-IMT-2000 et on a calculé la probabilité pour que la valeur de seuil soit dépassée.

Brouillage causé aux stations de base

On a modélisé les brouillages causés aux stations de base de la même manière que pour les stations mobiles, comme indiqué plus haut. Il a fallu tenir compte de deux autres facteurs: le calcul du rapport cumulatif I/N et le pointage de l'antenne de la station BS. La station BS a été configurée de façon qu'un secteur pointe en direction du faisceau du satellite S-IMT-2000 et que les deux autres soient séparés en azimut de $\pm 120^\circ$.

Espacement de fréquences

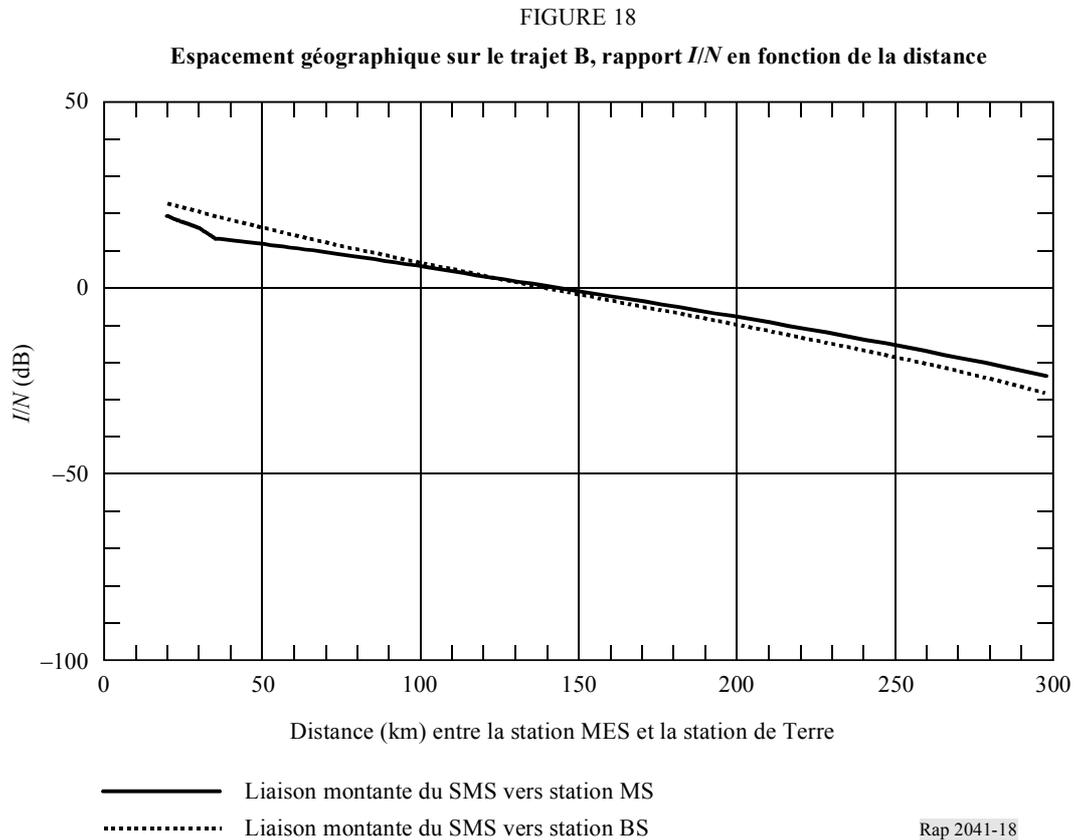
Du fait de l'espacement de fréquences, l'emplacement de la station T-IMT-2000 était fixe au centre du faisceau du satellite S-IMT-2000, de sorte qu'il subissait des brouillages en provenance des terminaux d'utilisateurs S-IMT-2000 dans la bande adjacente. Le cas le plus défavorable se produit lorsque le faisceau qui couvre l'emplacement de la station T-IMT-2000 est le plus proche en fréquence, car l'affaiblissement hors bande et l'espacement géographique seront alors minimales. Des faisceaux supplémentaires nécessiteraient des espacements géographiques et de fréquence supplémentaires, de sorte que la question n'a pas été examinée plus avant. En conséquence, la somme sur les faisceaux s'opère simplement sur les stations MES d'un même faisceau sur la station T-IMT-2000, de sorte qu'il existe un terme unique A (hors bande) plutôt qu'une somme de ces termes.

Si le faisceau du satellite contenait de multiples stations MES, il suffirait d'en modéliser un s'il s'agit du faisceau le plus proche en distance et en fréquence, car les autres n'exerceraient qu'une incidence minimale.

2.1.1.2 Analyse du partage cofréquence (SRI-E, trajet B, scénarios 9 à 12)

Pour le partage cofréquence, on a examiné le cas dans lequel les systèmes S-IMT-2000 et T-IMT-2000 fonctionnaient sur la même fréquence (2,67 GHz), mais étaient géographiquement séparés.

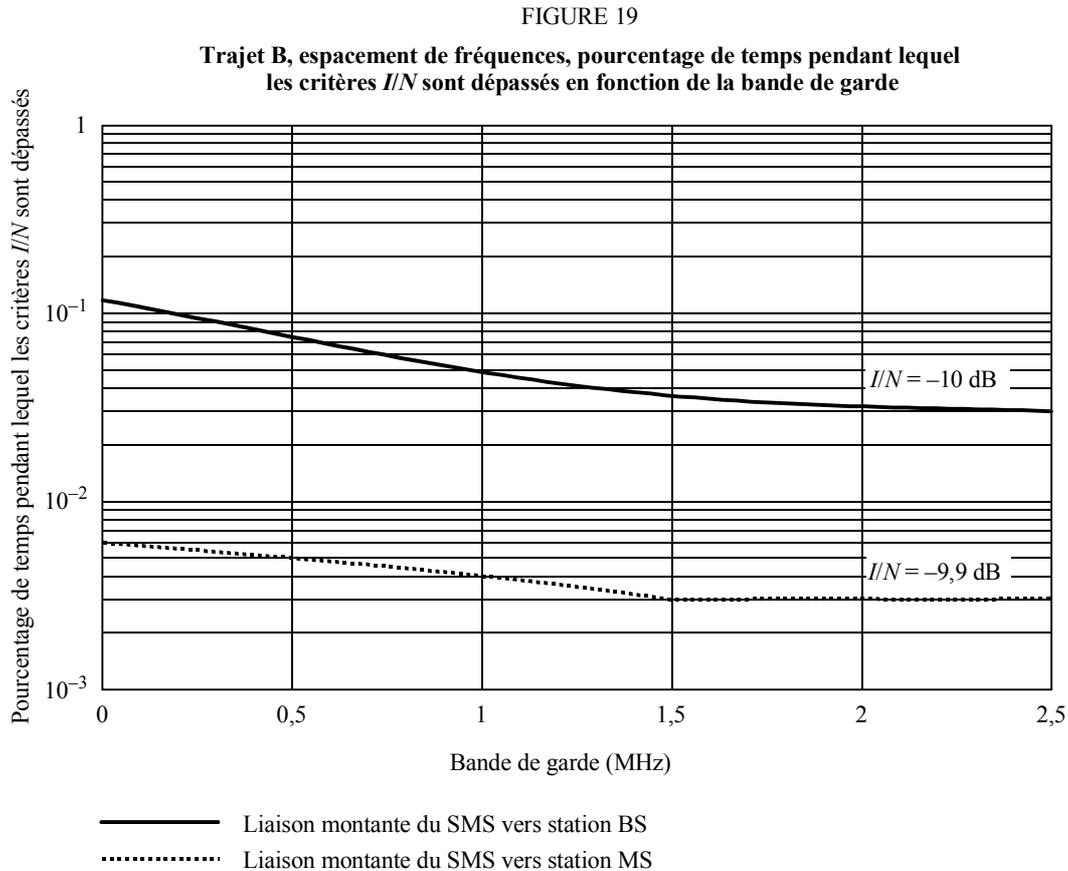
Dans le cas du trajet B, on considère que le brouillage est causé par une station d'émission MES unique (liaison descendante S-IMT-2000) à la liaison descendante (récepteur de la station MS) ou montante (récepteur de la station BS) T-IMT-2000 pour diverses distances de séparation de l'ordre de 20 km à 2 000 km. La distribution du rapport I/N en fonction de la distance ainsi obtenue est représentée dans la Fig. 18.



2.1.1.3 Analyse de la bande adjacente (interface SRI-E, trajet B, scénarios 9 à 12)

Pour le partage du même emplacement, on a examiné le cas dans lequel les systèmes S-IMT-2000 et T-IMT-2000 fonctionnaient dans la même région géographique, mais étaient séparés en fréquence. Concernant le trajet B, on a considéré que le brouillage était causé par une station MES unique (liaison montante S-IMT-2000) à la liaison descendante (récepteur de la station MS) ou montante (récepteur de la station BS) T-IMT-2000. La région géographique a été définie sous la forme d'un carré de 20×20 km, à l'intérieur duquel on a placé la station MES de manière aléatoire à chaque pas de temps de la simulation. On a placé la station MS ou BS du système T-IMT-2000 au centre du carré et on a calculé les brouillages au moyen du modèle de propagation de Hata. On a répété la simulation pour 100 000 échantillons, afin d'obtenir une distribution du pourcentage d'échantillons pour lesquels les critères I/N étaient dépassés pour différentes bandes de garde comprises entre 0 et 2,5 MHz.

Les résultats sont présentés dans la Fig. 19.



Note – Seules les valeurs inférieures à 1% sont représentées sur la Figure.

Rap 2041-19

2.1.2 Interface SRI-E (méthode 2)

2.1.2.1 Méthode (Interface SRI-E, trajet B, scénarios 9 à 12)

Les résultats sont obtenus au moyen de l'instrument de calcul SEAMCAT mis au point par le Comité européen ECC. Les spécifications fonctionnelles du logiciel SEAMCAT sont définies dans le Rapport ERC 68 (le Comité européen des radiocommunications (ERC), a été remplacé depuis par le Comité des communications électroniques (ECC) de la CEPT). Cet instrument permet d'estimer la probabilité de brouillage sur une liaison victime en fonction de la densité de brouilleurs dans la même zone, ou la distance de séparation minimale entre l'émetteur brouilleur et le récepteur victime. On peut faire ces calculs pour différents espacements de fréquences de porteuses. En conséquence, on peut estimer l'efficacité de la bande de garde.

Lorsqu'on envisage de procéder à une simulation T-IMT-2000, il est nécessaire de prévoir une probabilité de brouillage d'environ 2% pour garantir un niveau d'interruptions convenu de 5%.

Le logiciel SEAMCAT prend en compte trois sources de brouillage différentes:

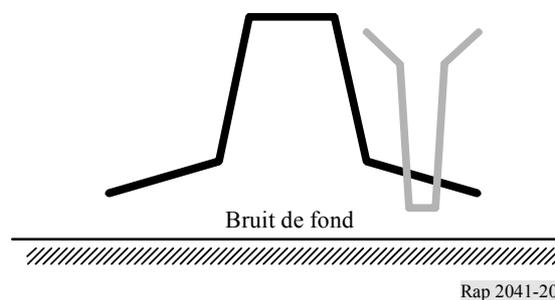
- émissions hors bande;
- effets de phénomènes d'occultation;
- effets des produits d'intermodulation.

Les calculs effectués dans le présent Rapport aux fins de la simulation ne tiennent compte que de deux porteuses adjacentes pour estimer les brouillages causés par chaque système. Etant donné que les produits d'intermodulation n'affectent que les fréquences éloignées de la fréquence adjacente, ce mécanisme de brouillage ne sera pris en compte que si la largeur de bande du récepteur victime comprend $(2 \cdot f_1 \pm f_2)$ ou $(2 \cdot f_2 \pm f_1)$ ⁴. Si tel n'est pas le cas, on peut réduire les mécanismes de brouillage uniquement aux émissions hors bande et à la désensibilisation possible d'un récepteur par un brouilleur dans un canal adjacent.

Les émissions hors bande provenant d'un mobile d'une technologie sur une porteuse peuvent avoir une incidence sur le récepteur de l'autre technologie sur une autre porteuse en augmentant le bruit de fond au niveau du récepteur (voir la Fig. 20).

FIGURE 20

Emissions hors bande ayant une incidence sur le récepteur d'une autre technologie

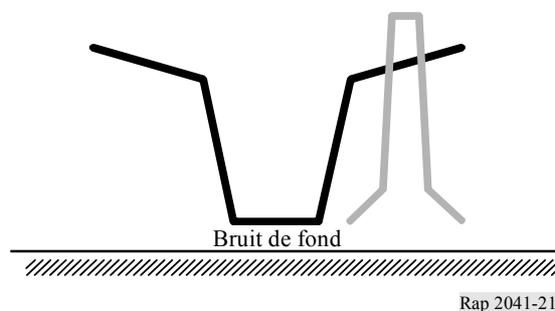


Ces brouillages auront pour conséquence une réduction effective de la sensibilité utilisable du récepteur, qui se traduit par une réduction de la marge du bilan de liaison. En principe, un récepteur ne peut rien faire contre ce bruit non désiré, encore qu'il soit possible de réduire les émissions dans la bande latérale au niveau de la source d'émission, moyennant l'utilisation de filtres. On peut également remédier à ce type de brouillage lors de la conception du système, en ajustant les niveaux de puissance ou en modifiant les prescriptions concernant la marge du bilan de liaison.

Le second type de brouillage concerne le risque de désensibilisation d'un récepteur par un signal brouilleur intense dans un canal adjacent (voir la Fig. 21). Le signal brouilleur peut être suffisamment intense pour avoir des conséquences sur l'étage d'entrée RF et les contrôles de gain ou sur les caractéristiques FI si un signal suffisamment intense passe à travers les filtres FI.

FIGURE 21

Désensibilisation d'un récepteur par un signal brouilleur dans un canal adjacent



⁴ Il ressort de l'expérience acquise dans la pratique que l'intermodulation est très difficile à prévoir en théorie et qu'elle pose en général un problème qui doit être résolu au cas par cas au moyen de techniques de réduction des brouillages et d'aménagement des sites.

Ce brouillage a pour conséquence une réduction de la sensibilité du récepteur par atténuation (désensibilisation), ce qui empêche la réception des signaux utiles aux niveaux plus élevés. On peut réduire ce type de brouillage en utilisant des filtres au niveau du récepteur ou en modifiant les paramètres techniques du système, pour faire en sorte que les niveaux du signal utile soient suffisamment intenses pour faire face à toute désensibilisation du récepteur.

Pour simuler les effets des phénomènes d'occultation avec l'outil logiciel SEAMCAT, on peut introduire le gabarit de filtrage du récepteur victime ou utiliser comme paramètre d'entrée une valeur d'occultation constante définie dans les normes des systèmes. Aux fins de la simulation, on utilise le gabarit du récepteur.

2.1.2.2 Résultats

Brouillages internes dans le réseau IMT-2000 AMRC à étalement direct

Afin de modéliser les brouillages intracellules et intercellules d'un réseau cellulaire, on ajoute au niveau de bruit de fond une augmentation de bruit de 1 dB dans les zones rurales et de 3 dB dans les zones urbaines. On adopte la même hypothèse pour l'équipement d'utilisateur, même si l'augmentation de bruit dépend de sa position dans la cellule.

Scénario 9: effets de la station MES sur la station MS du système IMT-2000 AMRC à étalement direct dans la bande 2 670-2 690 MHz

Résultats obtenus dans les zones urbaines avec des microcellules de 315 m de rayon

Le système victime est l'équipement d'utilisateur (UE) T-IMT-2000, qui reçoit des services vocaux, et la source de brouillage est l'équipement UE de la station MES pour les services de transmission de données ($C/(N+I) = -19$ dB). Le cas le plus défavorable correspond à un seul signal brouilleur par cellule dans les zones urbaines, comme indiqué dans le paragraphe sur la densité de stations MES actives. Un seul signal brouilleur par cellule correspond à $3,2 \times 10^{-13}$ signaux brouilleurs/km².

TABLEAU 26

Résultats du scénario 9 (rayon de 315 m, $C/(N+I) = -19$ dB)

Densité de signaux brouilleurs (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	3,2
Espacement des fréquences porteuses (MHz)		
2,6 (pas de bande de garde)	0%	0,76%
2,8 (bande de garde de 200 kHz)	0%	0,7%

Le système victime est l'équipement UE du système T-IMT-2000, qui reçoit des services vocaux, et la source de brouillage est l'équipement UE de la station MES pour les services de données ($C/(N+I) = -11$ dB en zone urbaine).

TABLEAU 27

Résultats du scénario 9 (rayon de 315 m, $C/(N+I) = -11$ dB)

Densité de signaux brouilleurs (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	3,2
Espacement des fréquences porteuses (MHz)		
2,6 (pas de bande de garde)	0%	1,8%
2,8 (bande de garde de 200 kHz)	0%	1,8%

Le système victime est l'équipement UE du système T-IMT-2000, qui reçoit des services de données, et la source de brouillage est l'équipement UE de la station MES pour les services de données ($C/(N + I) = -19$ dB en zone urbaine).

Résultats obtenus dans les zones rurales avec des cellules de 10 km de rayon

Le système victime est l'équipement UE du système T-IMT-2000, qui reçoit des services vocaux, et la source de brouillage est l'équipement UE de la station MES pour les services de données ($C/(N + I) = -19$ dB). On ne prend en compte qu'un signal brouilleur par cellule dans les zones rurales. Un signal brouilleur par cellule correspond à $3,2 \times 10^{-3}$ signaux brouilleurs/km².

TABLEAU 28

Résultats du scénario 9 (rayon de 10 km, $C/(N + I) = -19$ dB)

Densité de signaux brouilleurs (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,18 \times 10^{-3}$
Espacement des fréquences porteuses (MHz)		
2,6 (pas de bande de garde)	0%	0%
2,8 (bande de garde de 200 kHz)	0%	0%

Le système victime est l'équipement UE du système T-IMT-2000, qui reçoit des services vocaux, et la source de brouillage est l'équipement UE de la station MES pour les services de données ($C/(N + I) = -11$ dB en zone rurale).

TABLEAU 29

Résultats du scénario 9 (rayon de 10 km, $C/(N + I) = -11$ dB)

Densité de signaux brouilleurs (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,18 \times 10^{-3}$
Espacement des fréquences porteuses (MHz)		
2,6 (pas de bande de garde)	0%	0,002%
2,8 (bande de garde de 200 kHz)	0%	0%

Scénario 11: effets de la station MES sur la station BS du système IMT-2000 AMRC à étalement direct dans la bande 2 670-2 690 MHz

Résultats obtenus dans les zones urbaines avec des microcellules

Le système victime est la station BS du système T-IMT-2000, qui présente un gain de 5 dBi et reçoit des services de données ($C/(N + I) = -21$ dB en zone rurale) et la source de brouillage est l'équipement UE de la station MES pour les services de données.

TABLEAU 30

Résultats du scénario 11 (rayon de 315 m, $C/(N + I) = -21$ dB)

Densité de signaux brouilleurs ($1/\text{km}^2$)	$1,8 \times 10^{-4}$	3,2
Espacement des fréquences porteuses (MHz)		
2,6 (pas de bande de garde)	0%	1,6%
3,6 (bande de garde de 1 MHz)	0%	0,7%

Le système victime est la station BS du système T-IMT-2000, qui présente un gain de 5 dBi et reçoit des services vocaux ($C/(N + I) = -12$ dB) et la source de brouillage est l'équipement UE de la station MES pour les services de données.

TABLEAU 31

Résultats du scénario 11 (rayon de 315 m, $C/(N + I) = -12$ dB)

Densité de signaux brouilleurs ($1/\text{km}^2$)	$1,8 \times 10^{-4}$	3,2
Espacement des fréquences porteuses (MHz)		
2,6 (pas de bande de garde)	0%	2,2%
3,6 (bande de garde de 1 MHz)	0%	1,5%

Résultats obtenus dans les zones rurales avec des cellules de 10 km de rayon

Le système victime est la station BS du système T-IMT-2000, qui présente un gain de 15 dBi et reçoit des services de données ($C/(N + I) = -21$ dB) et la source de brouillage est l'équipement UE de la station MES pour les services de données.

TABLEAU 32

Résultats du scénario 11 (rayon de 10 km, $C/(N + I) = -21$ dB)

Densité de signaux brouilleurs ($1/\text{km}^2$)	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,18 \times 10^{-3}$
Espacement des fréquences porteuses (MHz)		
2,6 (pas de bande de garde)	0,03%	0,44%
2,8 (bande de garde de 200 kHz)	0%	0,38%

Le système victime est la station BS du système T-IMT-2000, qui présente un gain de 15 dBi et reçoit des services de données ($C/(N + I) = -12$ dB) et la source de brouillage est l'équipement UE de la station MES pour les services de données.

TABLEAU 33

Résultats du scénario 11 (rayon de 10 km, $C/(N + I) = -12$ dB)

Densité de signaux brouilleurs ($1/\text{km}^2$)	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,18 \times 10^{-3}$
Espacement des fréquences porteuses (MHz)		
2,6 (pas de bande de garde)	0,13%	0,002%
2,8 (bande de garde de 200 kHz)	0,1%	0%

2.2 Système S-DMB

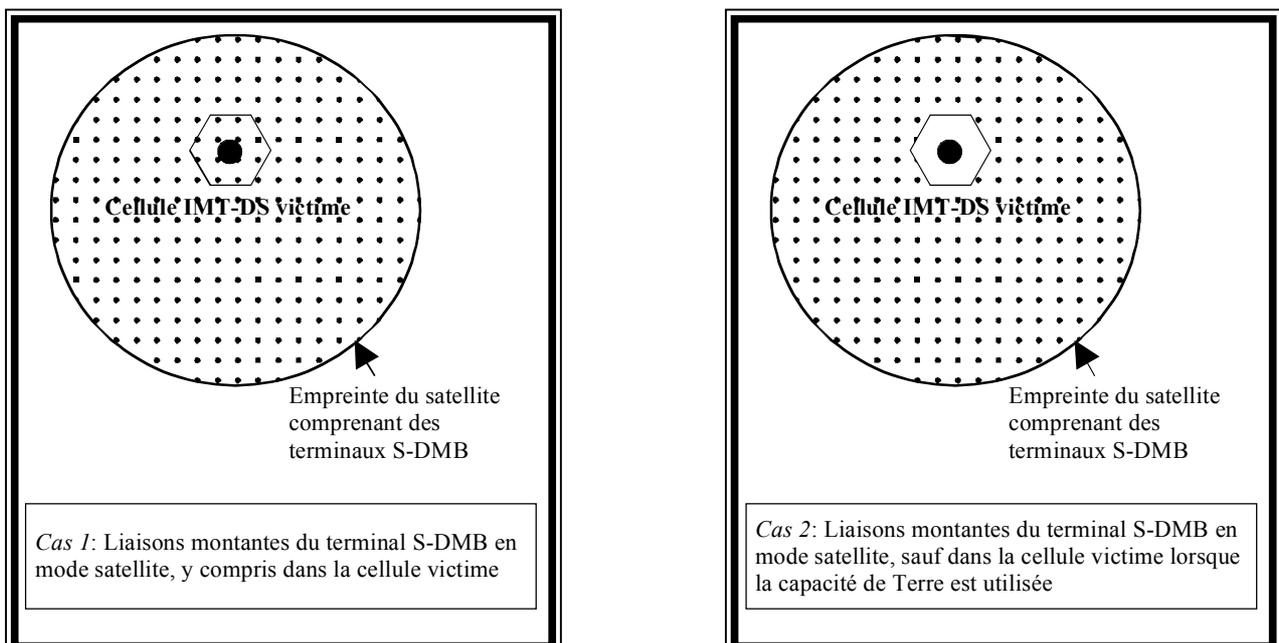
2.2.1 Méthode et évaluation (S-DMB, trajet B, scénarios 9 à 12)

On a étudié ces scénarios à l'aide du logiciel SEAMCAT. On considère que les terminaux S-DMB brouilleurs sont répartis de manière uniforme dans toute la zone de simulation. On calcule leur densité à partir de la capacité maximale de la liaison montante prise pour hypothèse et de la zone couverte par l'empreinte du faisceau du satellite. Les terminaux S-DMB pourront utiliser une capacité de Terre (GSM/3G) pour leurs émissions sur la liaison montante, lorsque cette capacité sera disponible. En conséquence, il faudra examiner deux situations:

- Liaisons montantes du terminal S-DMB vers le satellite, quelle que soit sa position, y compris la cellule de Terre victime.
- Liaisons montantes du terminal S-DMB vers le satellite, sauf lorsqu'il est positionné dans la cellule de Terre victime, car il utilise la capacité de Terre disponible dans cette cellule.

FIGURE 22

Configuration de brouillage sur la liaison montante du terminal S-DMB



Dans tous les cas envisagés dans le présent paragraphe, on considère que les caractéristiques RF et de déploiement des terminaux S-DMB sont les suivantes:

TABLEAU 34
Caractéristiques du terminal S-DMB brouilleur

	Appareil portable	Pour véhicule	Portable
Puissance maximale (dBm) Pas de commande de puissance sur la liaison montante	24	33	39
Gain d'antenne maximale (dBi)	0	4	2
Gain d'antenne en direction de la station de la station BS/équipement UE victime (dBi)	0	2	0
Valeur d'ACLR du terminal S-DMB (dB) dans le premier canal adjacent	33	33	33
Nombre de terminaux S-DMB émettant simultanément par faisceau de satellite	250	100	100

Le diamètre du faisceau de satellite est d'environ 700 km et les terminaux S-DMB sont répartis par hypothèse de manière uniforme sur l'empreinte du satellite.

Les caractéristiques des systèmes de Terre victime (voir le Rapport UIT-R M.2039) sont présentées dans le Tableau 35:

TABLEAU 35
Caractéristiques du système de Terre victime

	Station de base de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone rurale macrocellule	Équipement d'utilisateur de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone rurale macrocellule	Station de base de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone suburbaine macrocellule	Équipement d'utilisateur de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone suburbaine macrocellule	Station de base de système IMT-2000 AMRC DRT, zone urbaine, picocellule	Équipement d'utilisateur de système IMT-2000 AMRC DRT, zone urbaine, picocellule
Bruit de fond (dBm)	-103	-99	-103	-99	-103	-99
Valeur de seuil du rapport I/N (dB)	-10	-10	-10	-10	-10	-10
Gain d'antenne (dBi)	17	0	17	0	0	0
Environnement de propagation	Rural	Rural	Suburbain	Suburbain	Urbain-extérieur	Urbain-extérieur
Hauteur d'antenne (m)	30	1,5	30	1,5	1,5	1,5
Rayon de la cellule (km)	10	10	1	1	0,04	0,04

Les simulations faites avec le logiciel SEAMCAT ont permis d'obtenir les probabilités de brouillage ci-après, pour un espacement type de 5 MHz entre les porteuses S-DMB et T-T-IMT-2000:

TABLEAU 36

Résultats dans le cas 1: émissions S-DMB autorisées dans la couverture T-IMT-2000

	Station de base de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone rurale macrocellule	Equipement d'utilisateur de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone rurale macrocellule	Station de base de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone suburbaine macrocellule	Equipement d'utilisateur de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone suburbaine macrocellule	Station de base de système IMT-2000 AMRC DRT, zone urbaine, picocellule	Equipement d'utilisateur de système IMT-2000 AMRC DRT, zone urbaine, picocellule
Portatif	2,85%	0,02%	0,26%	0	0	0
Pour véhicule	4,25%	0,03%	0,42%	0	0	0
Portable	7,05%	0,03%	0,55%	0	0	0

TABLEAU 37

Résultats dans le cas 2: émissions S-DMB non autorisées dans la cellule victime

	Station de base de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone rurale macrocellule	Equipement d'utilisateur de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone rurale macrocellule	Station de base de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone suburbaine macrocellule	Equipement d'utilisateur de système IMT-2000 AMRC à étalement direct, zone suburbaine macrocellule	Station de base de système IMT-2000 AMRC DRT, zone urbaine, picocellule	Equipement d'utilisateur de système IMT-2000 AMRC DRT, zone urbaine, picocellule
Portatif	0,03%	0	0,02%	0	0	0
Pour véhicule	0,39%	0	0,18%	0	0	0
Portable	1,04%	0	0,2%	0	0	0

Observations sur les résultats

Pour la plupart des scénarios, les probabilités de brouillage sont relativement faibles, ce qui s'explique par la très faible densité de terminaux S-DMB. Ainsi, il n'y a en moyenne qu'un seul terminal portatif par zone de 1 500 km². Toutefois, lorsqu'on tient compte uniquement des zones situées au voisinage du terminal S-DMB, la probabilité de brouillage augmente sensiblement. En conséquence, il est intéressant de prévoir une corrélation entre les emplacements où les terminaux S-DMB sont utilisés et ceux où les récepteurs T-IMT-2000 sont utilisés. En général, les zones dans lesquelles les terminaux S-DMB émettront devraient être séparées des zones à forte densité de systèmes T-IMT-2000.

Les résultats les plus défavorables correspondent au cas dans lequel les terminaux S-DMB portables émettent au voisinage de cellules rurales et affectent la réception de la station de base. En pareil cas, la probabilité pour que le rapport I/N dépasse -10 dB est d'environ 7% si les terminaux S-DMB sont autorisés à émettre même s'il existe une couverture de Terre (c'est-à-dire dans la cellule victime) et d'environ 1% si les émissions S-DMB dans la bande de la liaison montante du SMS sont évitées à l'intérieur de la cellule victime.

D'autres facteurs influencent la probabilité de brouillage, à savoir:

- *Effet d'îlot*: les valeurs données dans le Tableau 37 correspondent au cas dans lequel la cellule victime rurale est isolée et à un environnement dans lequel les terminaux S-DMB peuvent transmettre par l'intermédiaire de la liaison montante du satellite. Dans le cadre de l'étude, on suppose que la cellule rurale est géographiquement séparée du reste de la couverture de Terre. Dans des conditions réelles, cette cellule rurale isolée constituera sans doute un cas exceptionnel. Les cellules les plus affectées sont situées à la limite de la couverture de Terre, qui comprend une juxtaposition de cellules. Les «cellules» situées à la limite ne subiront des brouillages que de la part des émissions S-DMB provenant de la partie extérieure de la couverture de Terre. Les cellules rurales situées dans la partie intérieure de la couverture de Terre ne devraient pas subir de brouillages, grâce à l'isolement du trajet de Terre entre le récepteur T-IMT-2000 (station BS ou MS) et la station MES brouilleuse, qui est située à l'extérieur de la couverture de Terre; ce qui suppose que les émissions de la station MES sont interdites à l'intérieur de la couverture de Terre.
- *Critère de protection*: on a utilisé un critère I/N générique de -10 B pour calculer les probabilités des Tableaux 28 et 29. Etant donné que seul un petit nombre de cellules subiront des brouillages, on aurait pu utiliser un critère de -6 dB (voir la Note ⁽⁶⁾ du Tableau 2 du Rapport UIT-R M.2039).
- *Combinaison de types de terminaux*: le Tableau 36 montre que la probabilité de brouillage causé à des macrocellules rurales varie considérablement selon le type de terminal considéré. Il est probable que la population de terminaux S-DMB comprendra un ensemble des différentes catégories existantes et qu'en conséquence, la probabilité de brouillage réelle se situera entre les valeurs extrêmes obtenues respectivement pour les appareils portatifs et les terminaux portables.

En conclusion, le cas qui soulève le plus de difficultés est celui dans lequel il faut assurer la protection de cellules rurales isolées contre les brouillages causés sur la liaison descendante par les terminaux portables S-DMB (probabilité de brouillage de $\sim 7\%$ avec un espacement de 5 MHz). Avec un espacement des porteuses de 10 MHz, la probabilité de brouillage des terminaux S-DMB à des stations de base rurales est de 2,6%. Si le terminal portable S-DMB n'émet pas dans la bande du SMS à l'intérieur de la cellule victime, on estime que la probabilité de brouillage est de 1,04%, ce qui est acceptable (à condition que le critère soit de 2%). Dans tous les autres cas (autres environnements de Terre, autres terminaux S-DMB), la probabilité de brouillage n'est pas significative.

3 Brouillages causés par des systèmes T-IMT-2000 à des satellites du SMS

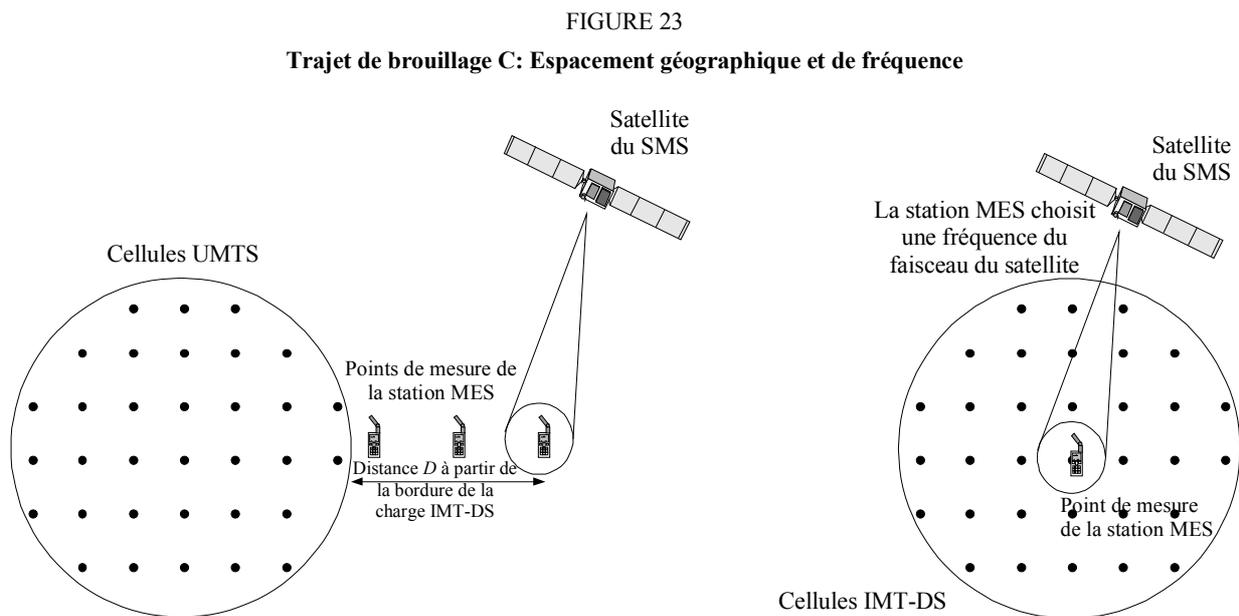
Ces brouillages se produisent au voisinage de 2 670 MHz et correspondent au trajet C.

3.1 Interface SRI-E

3.1.1 Interface SRI-E (méthode 1)

3.1.1.1 Méthode (Interface SRI-E, trajet C, scénarios 13 à 16)

Le trajet de brouillage correspond à un système T-IMT-2000 (émetteur de la station BS ou MS) causant un brouillage à la liaison montante S-IMT-2000 comme indiqué dans la Fig. 23.



Rap 2041-23

Brouillage causé par les stations mobiles

Selon ce scénario, des brouillages sont causés par un grand nombre d'émetteurs T-IMT-2000 à la liaison montante du satellite. Etant donné qu'il est impossible de modéliser chaque émetteur séparément, on a représenté tous les émetteurs se trouvant à l'intérieur d'une zone définie au moyen d'un seul point de mesure, en ajustant en conséquence leur puissance d'émission. Le point de mesure était situé au centre de la zone qu'il représente.

Pour les émissions provenant des mobiles, on peut calculer la puissance totale par point de mesure à l'aide de la formule:

$$P_a = \sum_{environment} \frac{A_t}{A_c} \frac{P}{100} (P_v N_v + P_D N_D)$$

où toutes les unités sont exprimées en valeur absolue et non en dB et où:

P_a : puissance totale émise par tous les émetteurs représentés par un point de mesure

$\sum_{environment}$: somme pour tous les environnements

A_t : zone totale représentée par le point de mesure

A_c : superficie de la cellule de cet environnement

p : pourcentage de la zone couverte par cet environnement

P_v : puissance d'émission moyenne des utilisateurs du service vocal pour cet environnement

N_v : nombre moyen d'utilisateurs du service vocal dans la cellule pour cet environnement

P_D : puissance d'émission moyenne d'utilisateurs de données pour cet environnement

N_D : nombre moyen d'utilisateurs de données dans la cellule pour cet environnement.

Dans le cas où la puissance d'émission des utilisateurs des services vocaux et de données est la même pour tous les environnements, cette formule peut se ramener à:

$$P_a = P N A_t \sum_{environment} \frac{P}{100 A_c}$$

où:

P : puissance d'émission moyenne de l'utilisateur

N : nombre moyen d'utilisateurs dans la cellule

La p.i.r.e. totale, dans le cas d'une antenne équidirective présentant un gain de 0 dB est la suivante:

$$\text{p.i.r.e.} = 10 \log_{10} (P_a)$$

Ces points de mesure sont alors répartis et séparés par une distance de $\sqrt{A_t}$.

On peut alors calculer le brouillage cumulatif causé par tous les points de mesure à une liaison montante du satellite pointant vers une station terrienne mobile géographiquement séparée du déploiement T-IMT-2000.

Dans le cas de systèmes OSG, les modèles de propagation et la modélisation du trafic sont constants, de sorte que le rapport I/N dans un seul faisceau est indépendant du temps. On peut donc pointer un faisceau vers une station située en bordure de la zone de déploiement T-IMT-2000 et le déplacer de manière linéaire en longitude pour obtenir le rapport I/N pour divers espacements géographiques.

Brouillage causé par les stations de base (BS)

On a utilisé une méthode analogue pour calculer les brouillages cumulatifs causés par des stations BS T-IMT-2000 à des liaisons montantes du satellite. Toutefois, la p.i.r.e. cumulative par point de mesure doit tenir compte de la variation des caractéristiques d'antenne d'un environnement à l'autre. Lors des simulations, on a donc modélisé chaque point de mesure avec neuf antennes (trois antennes par environnement, chacune avec trois secteurs):

Secteur 1: trois antennes pour l'environnement rural.

Secteur 2: trois antennes pour l'environnement macrosuburbain.

Secteur 3: trois antennes pour l'environnement micro-urbain.

On a pointé la première antenne de chaque environnement de manière aléatoire et les deux autres antennes avec un décalage en azimut de l'axe de visée de $\pm 120^\circ$. Sur une zone étendue, il est à prévoir que les azimuts de la station BS suivront une distribution quasi aléatoire, de sorte qu'aucun pointage spécifique n'est nécessaire.

Si la puissance à l'entrée est la puissance totale par cellule, P_c , la puissance cumulative par antenne au point de mesure est donnée par la formule:

$$P_a = \frac{P_c}{3} \frac{A_t}{A_c} \frac{p}{100}$$

où:

- P_a : puissance totale fournie par toutes les stations BS de l'environnement considéré à chaque antenne
- P_c : puissance d'émission moyenne des stations BS de l'environnement considéré
- A_t : superficie totale représentée par le point de mesure
- A_c : superficie de la cellule de cet environnement
- p : zone couverte par cet environnement (en %).

Comme dans le cas précédent, les unités sont exprimées en valeur absolue, et non pas en dB, et les points de mesure sont distribués et séparés par une distance de $\sqrt{A_t}$.

Comme indiqué ci-dessus, on peut alors calculer le brouillage cumulatif causé par tous les points de mesure à une liaison montante du satellite pointant vers une station MES géographiquement séparée du déploiement T-IMT-2000. On a pointé un faisceau du satellite OSG vers une station située en bordure d'une zone de déploiement T-IMT-2000 et on a calculé le rapport I/N pour divers espacements géographiques.

Espacement de fréquences

On a appliqué des méthodes analogues pour l'espacement des fréquences, à ceci près qu'on a pointé le faisceau S-IMT-2000 vers une station MES d'essai placée au centre du déploiement T-IMT-2000. Les deux porteuses T-IMT-2000 les plus proches en fréquence ont été incluses dans la somme.

3.1.1.2 Analyse cofréquence (SRI-E, trajet C, scénarios 13 à 16)

Pour le partage cofréquence, on a examiné le cas dans lequel les systèmes S-IMT-2000 et T-IMT-2000 fonctionnaient sur la même fréquence (2,67 GHz), mais étaient géographiquement séparés.

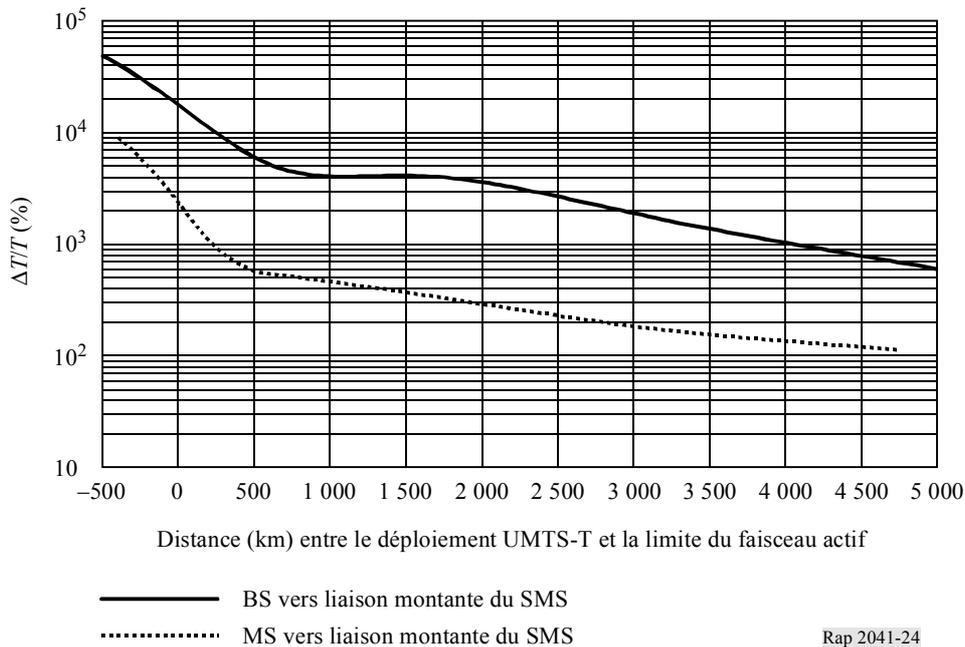
Dans le cas du trajet C, on a examiné les brouillages causés par un déploiement à grande échelle d'émetteurs T-IMT-2000 (station MS ou BS) sur la liaison montante S-IMT-2000. La configuration géométrique était différente selon le sous-trajet considéré:

- pour l'émetteur de la station mobile (liaison montante), on a estimé que le cas le plus défavorable correspondait à la configuration subsatellite;
- pour l'émetteur de la station de base (liaison descendante), on a estimé que le cas le plus défavorable correspondait à la configuration horizon.

On a calculé le brouillage cumulatif sur la base du modèle de propagation de la Recommandation UIT-R P.676. On a obtenu une distribution représentée par un graphique du rapport $\Delta T/T$ en fonction de la distance entre le déploiement T-IMT-2000 et la limite du faisceau actif, comme indiqué dans la Fig. 24.

FIGURE 24

Trajet C, espacement géographique, rapport $\Delta T/T$ en fonction de la distance par rapport au déploiement T-IMT-2000



3.1.1.3 Analyse de la bande adjacente (SRI-E, trajet C, scénarios 13 à 16)

Pour le partage du même emplacement, on a examiné le cas dans lequel les systèmes S-IMT-2000 et T-IMT-2000 fonctionnaient dans la même région géographique, mais étaient séparés en fréquence.

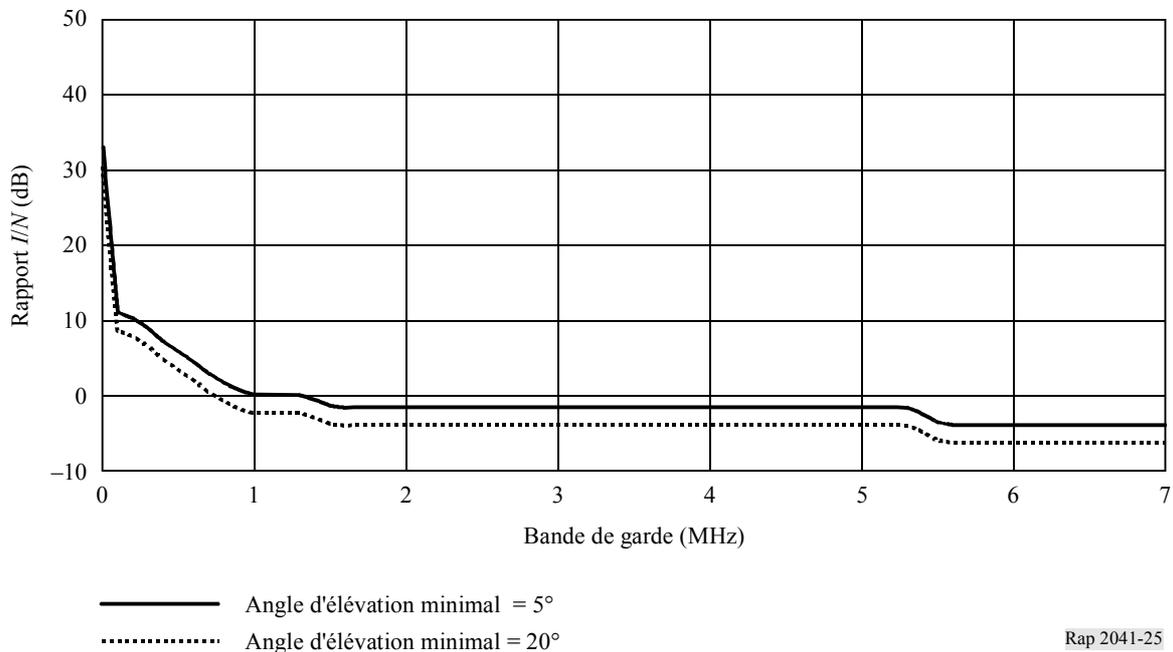
Comme pour le partage cofréquence, dans le cas du trajet C, la configuration géométrique était différente selon le sous-trajet considéré:

- pour l'émetteur de la station MS (liaison montante), on a estimé que le cas le plus défavorable était la configuration subsatellite;
- pour l'émetteur de la station BS (liaison descendante), on a estimé que le cas le plus défavorable était celui où le déploiement des stations BS et la station MES étaient à l'horizon.

Les résultats correspondant au scénario 15 sont présentés dans la Fig. 25. Deux exemples sont donnés dans cette Figure: le premier correspond au cas où l'angle d'élévation minimal du faisceau du SMS est de 5° , et le deuxième au cas où l'angle d'élévation minimal du faisceau du SMS est de 20° .

FIGURE 25

Résultats concernant le scénario 15 (rapport I/N en fonction de la bande de garde)



Le critère de brouillage (correspondant à un rapport $I/N = -15$ dB) est dépassé, quelle que soit la bande de garde. Ce scénario est examiné plus avant au § 5.

3.1.2 Interface SRI-E (méthode 2)

3.1.2.1 Méthode (SRI-E, trajet C, scénarios 13 à 16)

La méthode est la même que celle qui est utilisée avec le système S-DMB (voir le § 3.2.1). Elle consiste à ajouter la puissance de brouillage causée au faisceau d'un satellite par toutes les cellules de Terre dans le champ de visibilité du satellite. Sachant que l'une des principales hypothèses de la méthode est que la couverture cellulaire de Terre est uniforme dans le champ de visibilité du satellite, on peut simplifier considérablement les calculs en examinant uniquement les brouillages causés par les cellules de Terre dans l'ouverture du faisceau à 3 dB du faisceau ponctuel du satellite, qui correspond à un angle d'ouverture de $1,2^\circ$ dans le cas du système SRI-E. Cet angle est utilisé par l'interface SRI-E pour définir le rayon du faisceau ponctuel.

A l'extérieur du faisceau, on utilisera un gain d'antenne différent pour la station BS et une autre valeur pour les affaiblissements dus aux bâtiments.

3.1.2.2 Résultats concernant les problèmes de compatibilité dans la bande adjacente

En ce qui concerne la méthode d'évaluation des brouillages causés au segment spatial du SMS, on calcule le brouillage total au niveau du satellite en faisant la somme des contributions de chaque cellule de Terre visible, conformément à la méthode décrite dans la publication ECC Report 65. Pour les besoins des calculs, on a utilisé le diagramme de rayonnement vertical des antennes de la station de base de la Recommandation UIT-R F.1336, où $k = 0,2$, pour obtenir l'affaiblissement d'antenne de la station de base dans les bilans de liaison cumulatifs. La puissance de bruit émise par le satellite est de -169 dBm/Hz et le niveau maximal admissible de brouillage externe correspond à environ 3% du niveau de bruit.

Le Tableau 38 donne les résultats de la simulation dans la bande adjacente.

TABLEAU 38

Comparaison entre la densité de puissance brouilleuse hors bande au niveau du récepteur du satellite (dBm/Hz) et les valeurs de $-173,55$ dBm/Hz ($\Delta T/T = 50\%$) et $-185,78$ dBm/Hz ($\Delta T/T = 3\%$)

Axe de visée du faisceau du satellite	Brouillages sans bande de garde	Brouillages avec une bande de garde de 1 MHz	Brouillages avec une bande de garde de 2 MHz	Brouillages avec une bande de garde de 6 MHz
10° E; 40° N	-181 (18% de $\Delta T/T$)	-181,9 (14% de $\Delta T/T$)	-183 (11,3% de $\Delta T/T$)	-183 (11,3% de $\Delta T/T$)
10° E; 50° N	-182,2	-183,1	-184,2	-184,2
10° E; 60° N	-183,3	-185,2	-185,3	-185,3

Le critère selon lequel $\Delta T/T = 3\%$ est dépassé quelle que soit la bande de garde proposée. Ce scénario est examiné plus avant au § 5 de la présente Annexe.

3.2 S-DMB

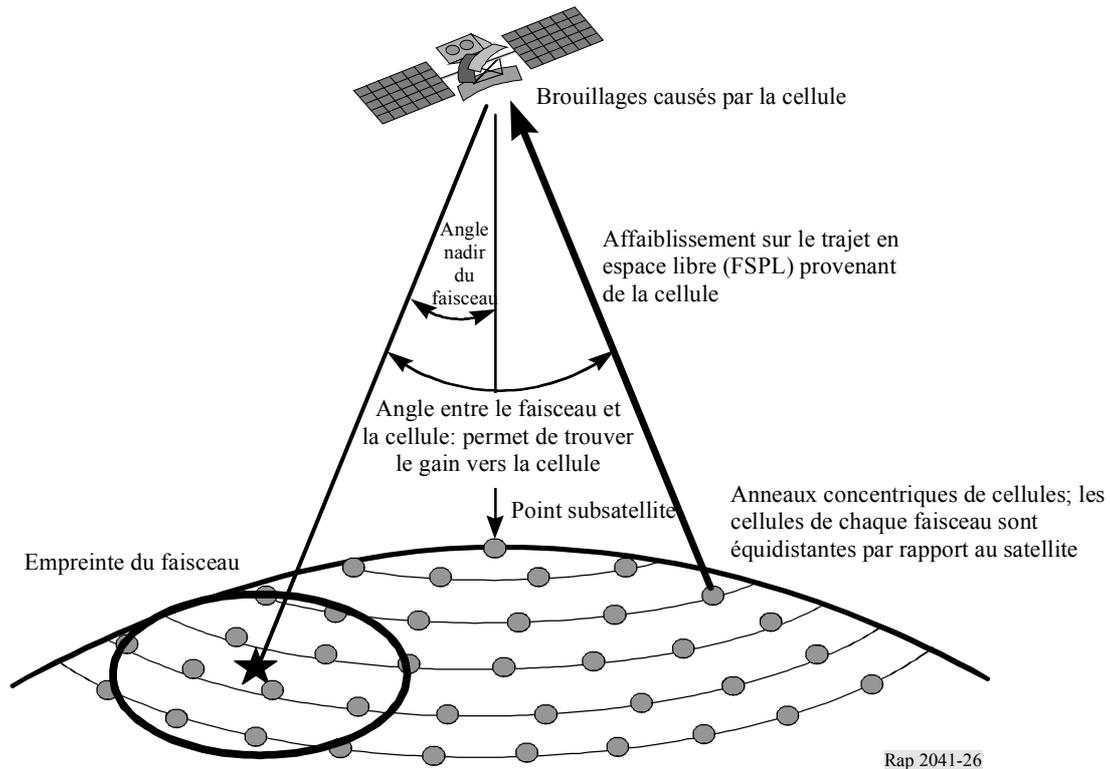
3.2.1 Méthode (S-DMB, trajet C, scénarios 13 à 16)

On a utilisé la méthode décrite dans la publication ERC Report 65 (§ 3.2.1 de la présente Annexe) pour évaluer le brouillage cumulatif vu par le récepteur du satellite, en provenance des réseaux de Terre 3G qui sont visibles depuis le satellite.

Cette méthode consiste à ajouter sur toute l'empreinte du satellite les valeurs moyennes de la p.i.r.e. brouilleuse par cellule émise par les stations BS ou par tous les équipements UE émettant à l'intérieur de la cellule moyenne. On détermine les paramètres de la «cellule moyenne» sur la base des hypothèses de déploiement données dans l'Annexe 1.

FIGURE 26

Méthode d'évaluation des brouillages causés à la réception du satellite décrite dans la publication ERC Report 65



A l'aide de la méthode décrite ci-dessus et au point [7], on calcule la p.i.r.e. moyenne par cellule de la station MS et la puissance moyenne par cellule de la station BS pour les modes IMT-2000 AMRC DRT et IMT-2000 AMRC à étalement direct.

Les paramètres moyens de systèmes 3G de Terre ainsi obtenus sont donnés ci-après:

	IMT-2000 AMRC à étalement direct	IMT-2000 AMRC DRT
Rayon moyen de la cellule (km)	1,98	0,2
p.i.r.e. moyenne par cellule de la station MS (dBm)	20,83	15,86
Puissance moyenne par cellule de la station BS (dBm)	32,10	13,3

Afin d'évaluer le niveau d'émission cumulé de la station BS dans le satellite, on prend pour hypothèse un gain maximal moyen de la station BS de 13 dBi pour les systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct et de 5 dBi pour les systèmes IMT-2000 AMRC DRT. On calcule le gain de la station BS en direction du satellite à partir de l'angle d'élévation du satellite et du gain maximal de la station BS. Le diagramme de gain de la station BS est conforme à la Recommandation UIT-R M.1336, en prenant pour hypothèse une valeur de $k = 0,2$ et un angle d'inclinaison vers le bas de $2,5^\circ$.

Dans un premier temps, on calcule les brouillages dans la bande. On applique ensuite le gabarit spectral à la station MS ou BS, selon le cas, pour déterminer les bandes de garde nécessaires. On calcule les gabarits spectraux à partir des spécifications 3GPP applicables (voir les points [1], [2], [3] et [4]).

On compare le niveau de brouillage au bruit thermique du récepteur du satellite. Le brouillage est acceptable s'il représente une fraction du bruit thermique. S'il est inférieur à 50% du niveau de bruit thermique, il devrait être acceptable.

3.2.2 Analyse du partage cofréquence (S-DMB, trajet C, scénarios 13 à 16)

On trouvera dans le Tableau 39 la densité de puissance brouilleuse calculée dans la bande au niveau du récepteur du satellite.

TABLEAU 39

Densité de puissance brouilleuse dans la bande au niveau du récepteur du satellite (dBm/Hz)

Axe de visée du faisceau du satellite	Système brouilleur		
	Equipements d'utilisateur (UE) du système IMT-2000 AMRC à étalement direct	Stations de base (BS) du système IMT-2000 AMRC à étalement direct	Système IMT-2000 AMRC DRT (UE et BS)
10° E; 40° N	-144,5	-135,8	-178,5
10° E; 50° N	-143,0	-131,5	-176,6
10° E; 60° N	-141,9	-126,4	-174,6

En ce qui concerne les systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct, les valeurs ci-dessus sont généralement supérieures de 25 à 40 dB que le niveau de bruit thermique du satellite, ce qui signifie que le partage cofréquence n'est pas possible dans la même zone de couverture. Le fonctionnement cofréquence dans des zones de couverture séparées serait possible si l'antenne de réception fournissait l'isolation nécessaire.

Avec les hypothèses retenues pour les systèmes IMT-2000 AMRC DRT (déploiement à l'intérieur de bâtiments seulement), le niveau de brouillage est du même ordre de grandeur que le bruit thermique du récepteur du satellite. Dans ces conditions, le partage semble difficile à réaliser et dépendrait en grande partie du déploiement de systèmes IMT-2000 AMRC DRT. Le partage avec les systèmes IMT-2000 AMRC DRT (déploiement à l'extérieur de bâtiments) ne serait pas possible.

3.2.3 Analyse de la bande adjacente (S-DMB, trajet C, scénarios 13 à 16)

Compte tenu des prescriptions ACLR applicables à l'espacement des canaux de 5 MHz, le niveau de brouillage vu par le satellite est donné dans le Tableau 40. Le pourcentage équivalent de bruit thermique du satellite, $N_{i\grave{e}me}$, est indiqué entre parenthèses.

TABLEAU 40

**Densité de puissance brouilleuse dans le canal adjacent au niveau
du récepteur du satellite (dBm/Hz)**

Axe de visée du faisceau du satellite	Système brouilleur		
	Equipements d'utilisateur (UE) du système IMT-2000 AMRC à étalement direct	Stations de base (BS) du système IMT-2000 AMRC à étalement direct	Système IMT-2000 AMRC DRT (UE et BS)
10° E; 40° N	-177,5 (23,4% de $N_{i\grave{e}me}$)	-180,8 (11,0% de $N_{i\grave{e}me}$)	-218,1 (29,5% de $N_{i\grave{e}me}$)
10° E; 50° N	-176,0 (33,5% de $N_{i\grave{e}me}$)	-176,5 (29,8% de $N_{i\grave{e}me}$)	-215,8 (45,7% de $N_{i\grave{e}me}$)
10° E; 60° N	-174,9 (43,1% de $N_{i\grave{e}me}$)	-171,4 (95,4% de $N_{i\grave{e}me}$)	-214,5 (64,6% de $N_{i\grave{e}me}$)

A supposer que l'espacement type des canaux soit de 5 MHz, la réception du satellite est suffisamment protégée contre les émissions mobiles des systèmes IMT-2000 AMRC à étalement direct. La même conclusion s'applique aux brouillages causés par des stations de base IMT-2000 AMRC à étalement direct, lorsqu'elles sont situées aux latitudes inférieures ou moyennes. A noter que le satellite subit davantage de brouillages lorsque le faisceau couvre les latitudes Nord. Dans les conditions réelles, les brouillages devraient être nettement plus faibles, étant donné que la densité de population est plus faible dans les pays septentrionaux que dans d'autres régions d'Europe, pour lesquelles on a formulé les hypothèses de trafic. On ne prévoit aucun problème de compatibilité dans la bande adjacente avec les systèmes IMT-2000 AMRC DRT. Au cas où le déploiement des systèmes IMT-2000 AMRC TDD serait limité à l'extérieur des bâtiments, la compatibilité dans la bande adjacente pourrait toujours être assurée, étant donné que la marge disponible est très grande.

4 Brouillages causés par les systèmes T-IMT-2000 aux stations MES du SMS

Ces brouillages se produisent au voisinage de 2 520 MHz et correspondent au trajet D.

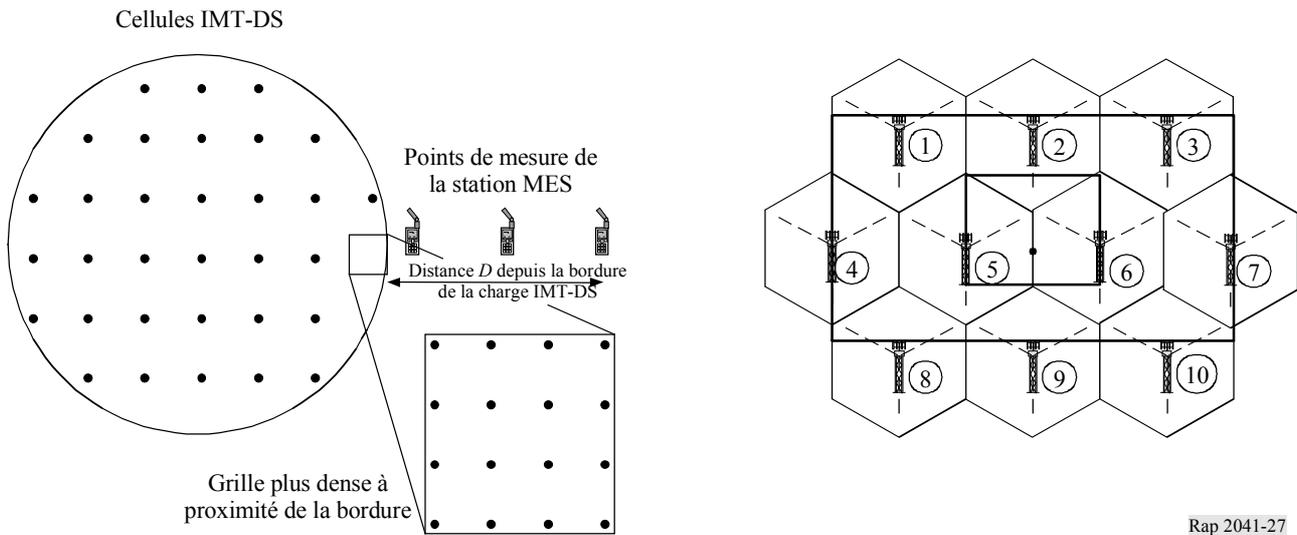
4.1 Interface SRI-E

4.1.1 Méthode (SRI-E, trajet D, scénarios 17 à 20)

Le trajet de brouillage correspond au cas où l'émetteur de la station BS ou MS du système T-IMT-2000 cause des brouillages à la liaison descendante S-IMT-2000, comme indiqué dans la Fig. 27.

FIGURE 27

Trajet de brouillage D: Espacements géographique et de fréquences

*Brouillages causés par les stations mobiles*

Comme pour le trajet de brouillage C, on a utilisé des points de mesure pour représenter toutes les émissions à l'intérieur d'une zone et on a déterminé le brouillage cumulé causé à la station MES en faisant la somme des brouillages à chaque point de mesure.

On a utilisé deux grilles, l'une à proximité de la limite de la zone de déploiement T-IMT-2000 et l'autre plus loin. On a calculé la puissance totale à chaque point de mesure à l'aide de la même méthode que pour le trajet C.

On a ensuite calculé les brouillages causés à un ensemble de stations MES séparées par une série de distances de la limite de la zone de déploiement T-IMT-2000. On a utilisé le modèle de propagation de la Recommandation UIT-R P.452 dans le cas d'une Terre lisse, avec un pourcentage de temps distinct pour chaque trajet de brouillage, comme cela a été fait précédemment.

Le modèle de propagation décrit dans la Recommandation UIT-R P.452 consiste à prévoir l'affaiblissement sur le trajet qui doit normalement être dépassé pendant un pourcentage de temps déterminé. Il faut donc définir pour chaque trajet de brouillage un pourcentage de temps à l'aide d'un générateur de nombres pseudo-aléatoire. Dans un souci de cohérence avec les valeurs utilisées dans cette Recommandation, les pourcentages supérieurs à 50% ou inférieurs à 0,001% doivent être ramenés à cette gamme de valeurs.

La Recommandation UIT-R P.452 ne donne aucune indication quant à la façon de modéliser la corrélation des trajets de propagation à partir de nombreux émetteurs géographiquement séparés. On est donc parti du principe que les milieux de propagation de tous les émetteurs à l'intérieur d'une zone géographique donnée étaient parfaitement corrélés, mais qu'ils seraient statistiquement indépendants entre des zones géographiques hétérogènes. En conséquence, on a assigné au trajet de brouillage depuis chaque point de mesure son propre pourcentage aléatoire, qui a été utilisé dans le modèle de la Recommandation UIT-R P.452 pour déterminer l'affaiblissement de propagation correspondant. On a calculé le brouillage total en additionnant les signaux reçus en provenance de tous ces trajets.

Deux variantes ont été envisagées:

- pourcentage de temps distinct pour chacun des points de mesure sur les grilles larges et fines (comme dans la Fig. 27);
- pourcentage de temps distinct pour chacun des points de mesure sur la grille large et même pourcentage de temps utilisé par tous les points de mesure sur la grille fine.

On a répété 100 000 fois ce calcul du brouillage cumulatif pour obtenir une fonction de distribution cumulative du brouillage cumulatif subi par rapport au pourcentage de temps pendant lequel le brouillage serait dépassé.

Brouillage causé par les stations de base

Comme pour la station mobile et le trajet de brouillage C, on a utilisé une série de points de mesure avec des antennes représentant chaque environnement et on a calculé la puissance d'émission comme indiqué ci-dessus. De même, on a utilisé deux grilles avec des puissances, des environnements et des points de mesure différents.

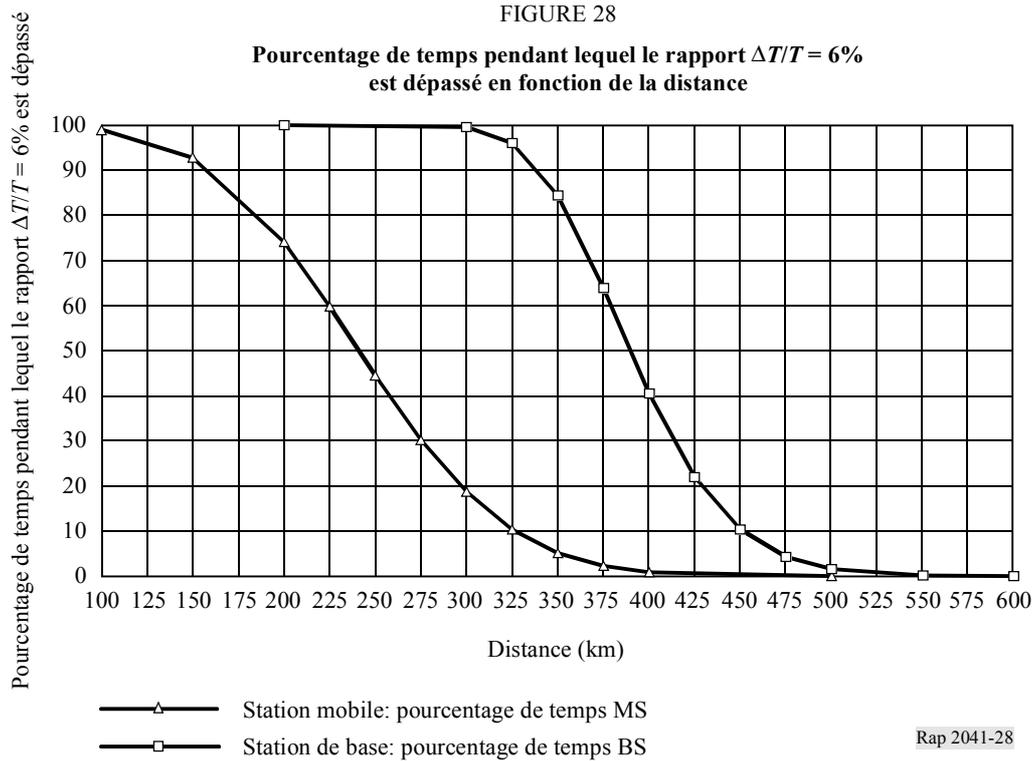
Espacement de fréquences

Lorsqu'on a étudié le fonctionnement avec espacement de fréquences et choix du même emplacement, on a installé la station MES dans une zone comportant des systèmes T-IMT-2000. On a utilisé une méthode de simulation de Monte-Carlo pour déterminer le pourcentage d'emplacements pour lesquels le critère de brouillage de la station MES était dépassé. Chacune des configurations à l'extérieur de bâtiments («rural», «véhicule-macro» et «piéton-micro») a été analysée séparément.

4.1.2 Analyse du partage cofréquence (interface SRI-E, trajet D, scénarios 17 à 20)

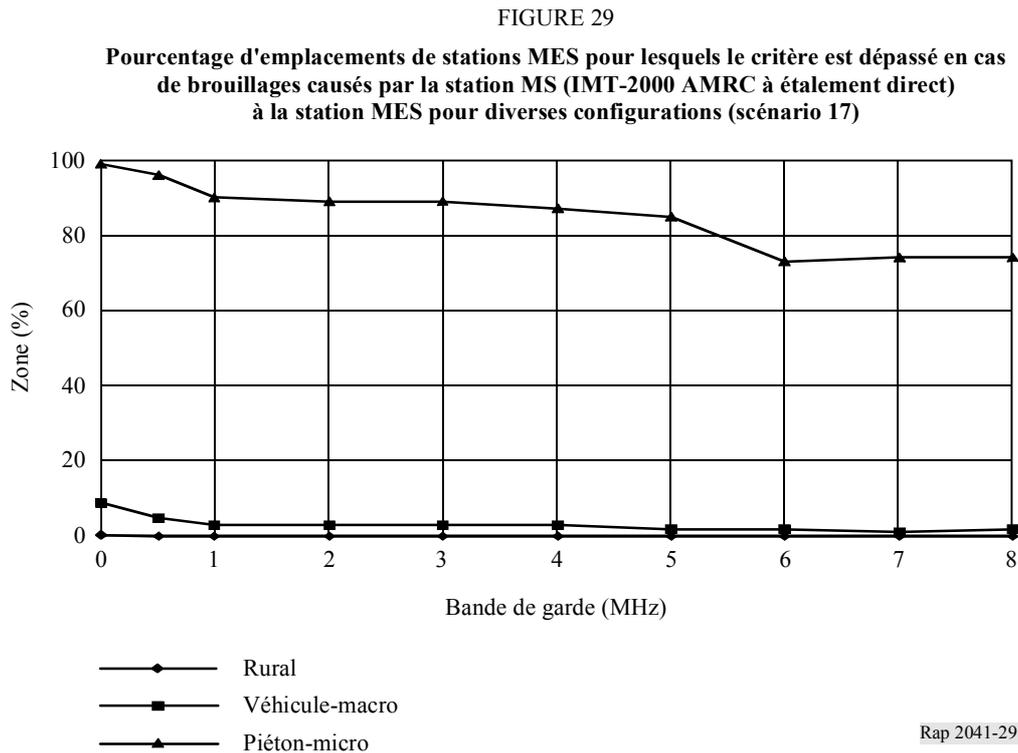
Pour le partage cofréquence, on a examiné le cas dans lequel les systèmes S-IMT-2000 et T-IMT-2000 fonctionnaient sur la même fréquence (2,52 GHz), mais étaient géographiquement séparés.

Après avoir effectué une simulation avec 100 000 échantillons, on a obtenu les fonctions de distribution cumulative du rapport $\Delta T/T$ /pourcentage de temps pendant lequel ce rapport $\Delta T/T$ était dépassé. Ces résultats ont été utilisés pour déterminer le pourcentage de temps pendant lequel la valeur de seuil de $\Delta T/T = 6\%$ a été dépassée pour différentes distances, comme indiqué dans la Fig. 28.



4.1.3 Analyse de la bande adjacente (SRI-E, trajet D, scénarios 17 à 20)

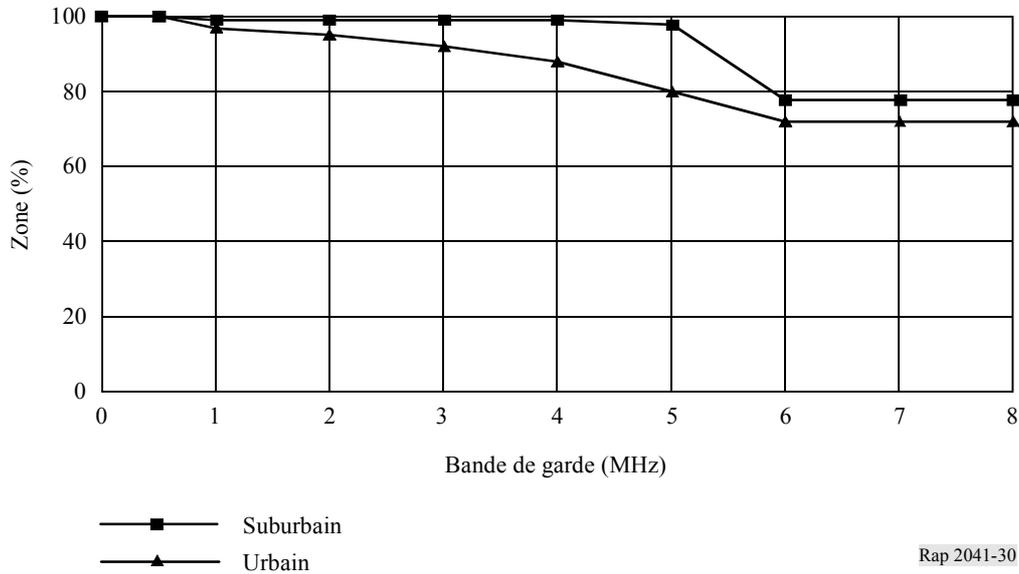
Pour le partage du même emplacement, on a examiné le cas dans lequel les systèmes S-IMT-2000 et T-IMT-2000 fonctionnaient dans la même région géographique, mais étaient séparés en fréquence. Etant donné que les niveaux de brouillage varient en fonction de la configuration T-IMT-2000, on a examiné séparément les brouillages subis par une station MES dans chacun des environnements. Chaque résultat est exprimé sous la forme d'une représentation graphique des pourcentages d'emplacements des stations MES pour lesquels le rapport $\Delta T/T = 3\%$ au niveau de la station MES est dépassé pour différentes tailles de bandes de garde, comme indiqué ci-dessous.



Dans les configurations rurales et véhicule-macro, aucune bande de garde n'est nécessaire. Dans la configuration piéton-micro, la bande de garde nécessaire dépasse 8 MHz.

FIGURE 30

Pourcentage d'emplacements de stations MES pour lesquels le critère est dépassé en cas de brouillages causés par la station MS (IMT-2000 AMRC DRT) à la station MES pour diverses configurations (scénario 18)

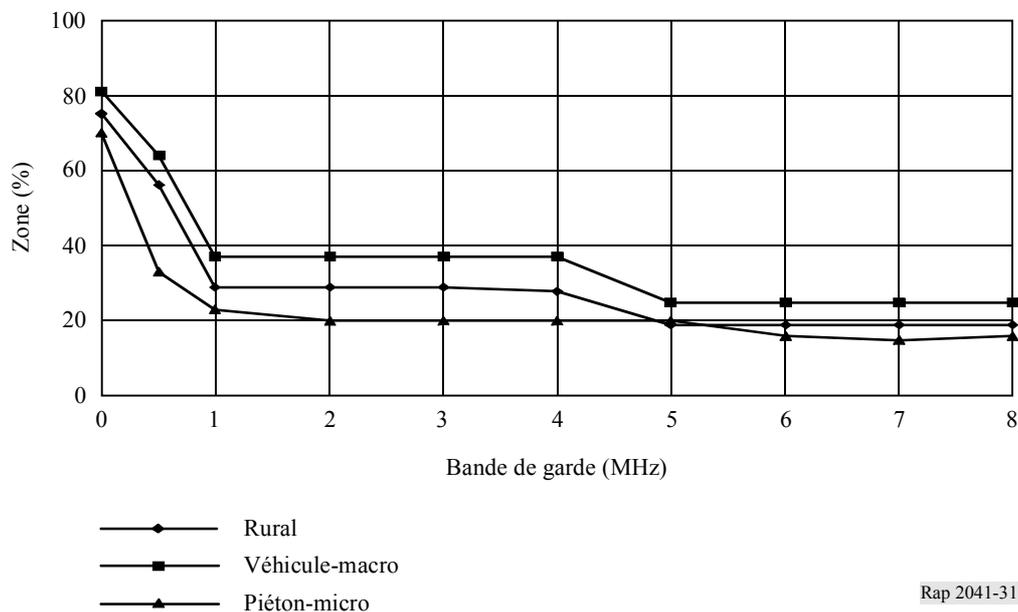


Rap 2041-30

Dans les deux configurations, le critère de brouillage est dépassé lorsque les bandes de garde sont supérieures à 8 MHz.

FIGURE 31

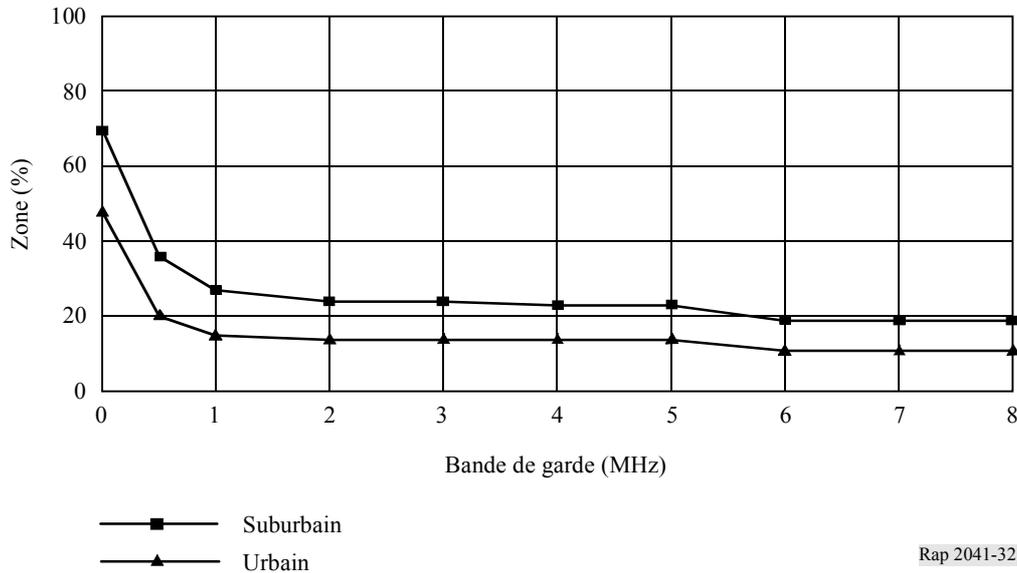
Pourcentage d'emplacements de stations MES pour lesquels le critère est dépassé en cas de brouillages causés par la station BS (IMT-2000 AMRC à étalement direct) à la station MES pour diverses configurations (scénario 19)



Rap 2041-31

Le critère de brouillage est respecté pour 20% d'emplacements avec une bande de garde de 5 MHz dans la configuration rurale et de 6 MHz dans la configuration piéton-micro. Dans la configuration véhicule-macro, la bande de garde nécessaire est supérieure à 8 MHz.

FIGURE 32
 Pourcentage d'emplacements de stations MES pour lesquels le critère est dépassé en cas de brouillages causés par la station BS (IMT-2000 AMRC à étalement direct) à la station MES pour diverses configurations (scénario 20)



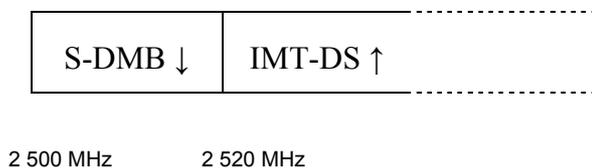
Rap 2041-32

Dans chacun de ces quatre scénarios, des bandes de garde importantes sont nécessaires dans certaines configurations. En conséquence, ces scénarios sont examinés plus en détail au § 5 de la présente Annexe.

4.2 S-DMB

4.2.1 Scénarios 17 et 21: Brouillages causés par la liaison montante de l'équipement UE IMT-2000 AMRC à étalement direct aux terminaux S-DMB

Cas dans lequel la liaison montante IMT-2000 AMRC à étalement direct fonctionne dans la partie inférieure de la bande des 2,5 GHz, qui est adjacente à l'attribution au SMS dans la bande 2 500-2 520 MHz.



Tous les terminaux S-DMB seront bimode, c'est-à-dire qu'ils utiliseront les fonctionnalités T-IMT-2000 et S-DMB. En raison de contraintes de filtrage, il n'est pas possible de mettre en oeuvre dans le même terminal des modules d'émission et de réception fonctionnant dans les blocs adjacents de 5 MHz. Même avec un plus grand espacement de fréquences (10 ou 15 MHz), la situation ne s'améliorera pas sensiblement. Par ailleurs, la Recommandation UIT-R M.1036 dispose que l'espacement de fréquences entre les blocs de fréquences sur les liaisons montante et descendante doit être d'au moins 20 à 30 MHz, au moyen de techniques de filtrage et du duplexeur du terminal. Etant donné que les terminaux portatifs IMT-2000 qui seront dotés des fonctionnalités

S-DMB utiliseront le même étage RF d'entrée pour les services S-DMB que pour le fonctionnement de Terre, il faut prévoir un espacement analogue de 20 à 30 MHz entre la limite supérieure de l'attribution au SMS sur la liaison descendante et la limite inférieure de l'attribution au système IMT-2000 AMRC à étalement direct sur la liaison montante.

4.2.2 Scénarios 18 et 22: Brouillages causés par la liaison descendante de l'UE IMT-2000 AMRC DRT aux terminaux S-DMB

Dans ce scénario, il faut distinguer deux cas:

- Le terminal S-DMB utilise la liaison descendante de Terre du système IMT-2000 AMRC DRT dans le bloc de fréquences adjacent à la bande 2 500-2 520 MHz. Comme dans le scénario précédent, les bandes d'émission et de réception seraient adjacentes, ce qui est extrêmement difficile à mettre en oeuvre. La compatibilité ne peut pas être assurée dans ce cas.
- Le terminal S-DMB *n'utilise pas* les fonctionnalités IMT-2000 AMRC DRT dans les blocs de fréquences supérieurs adjacents à la bande 2 500-2 520 MHz du SMS, même si ces blocs sont identifiés pour les IMT-2000 AMRC DRT. En pareil cas, on peut calculer l'espacement de fréquences requis sur la base des études relatives à la coexistence T-IMT-2000 dans un cas analogue. Cependant, le cas station BS vers station BS analysé dans les études relatives aux systèmes T-IMT-2000, qui pose le plus de problèmes, déterminera l'espacement requis entre les fréquences porteuses.

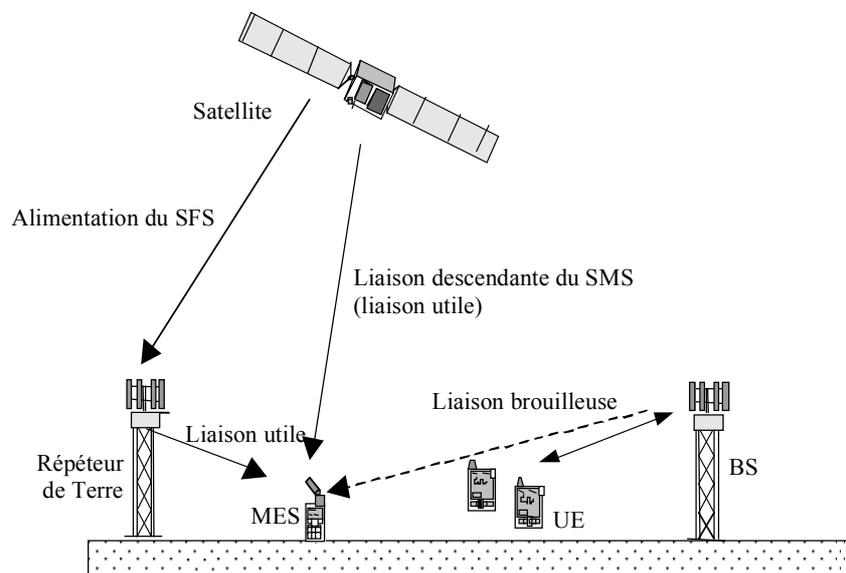
4.2.3 Scénarios 19, 20, 23 et 24: Brouillages causés par la station BS T-IMT-2000 aux terminaux S-DMB



Le terminal S-DMB peut recevoir le signal utile directement depuis le satellite ou depuis un répéteur de Terre. Dans le présent paragraphe, les deux cas sont envisagés (voir la Fig. 33).

FIGURE 33

Trajet du signal utile et trajet du signal brouilleur (terminal S-DMB victime)



Pour la liaison utile, les débits binaires suivants sont prévus:

TABLEAU 41

Débits binaires prévus sur la liaison descendante S-DMB

Mode de réception du terminal S-DMB	Débit binaire du signal utile à la réception
Depuis le satellite	64 kbit/s
	3×384 kbit/s
Depuis les répéteurs de Terre	3×384 kbit/s

On suppose que le terminal S-DMB est un terminal portable.

Ce scénario a été étudié avec une évaluation classique $C/(N + I)$ sur la base de bilans de liaison statiques. Son objectif est de fournir un ordre de grandeur des problèmes qui peuvent se poser.

L'objectif $C/(N + I)$ correspond par hypothèse à la réception à l'extérieur de bâtiments dans une configuration piéton normalisée T-IMT-2000:

$$C/(N + I) @ 64 \text{ kbit/s} = -5,86 \text{ dB}$$

$$C/(N + I) @ 384 \text{ kbit/s} = 3,77 \text{ dB}$$

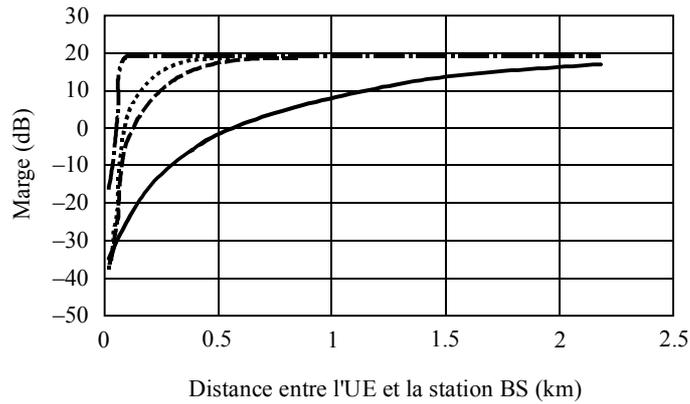
On a utilisé le modèle de propagation modifié de Hata-COST 231. L'incidence des brouillages est calculée en fonction de la distance entre le terminal d'utilisateur utile S-DMB (appelé «UE S-DMB») et une station BS brouilleuse unique.

Scénarios 19 et 20: E S-DMB en mode réception du satellite

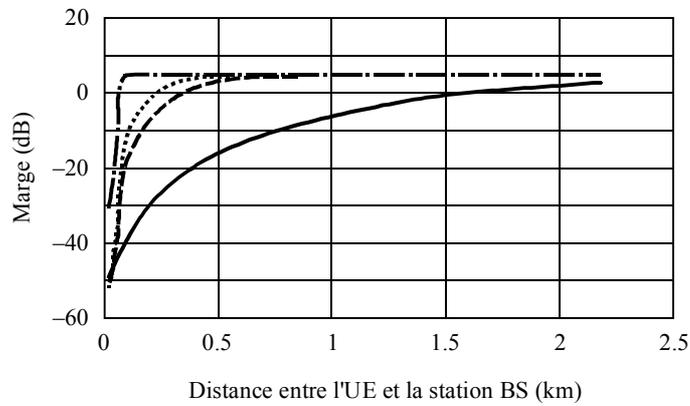
Les diagrammes suivants représentent la marge du récepteur en dB (par rapport à l'objectif $C/(N + I)$) à la réception de l'UE S-DMB pour les deux débits binaires d'essai proposés et différentes configurations de brouillage. On prend pour hypothèse un espacement classique de 5 MHz entre les porteuses.

FIGURE 34

Incidence des brouillages causés par la station BS sur le S-DMB



a) Marge du récepteur de l'UE S-DMB (mode satellite) – 64 kbit/s



b) Marge du récepteur de l'UE S-DMB (mode satellite) – 3×384 kbit/s

- 43 dBm, $G = 17$ dBi, $h = 30$ m, env. rural
- - - 43 dBm, $G = 17$ dBi, $h = 15$ m, env. suburbain
- 43 dBm, $G = 17$ dBi, $h = 15$ m, env. urbain
- · - · 33 dBm, $G = 5$ dBi, $h = 5$ m, env. urbain

On trouvera dans le Tableau 42 les distances de séparation correspondantes (marge de 0 dB dans les Fig. 34a) et 34b) respectivement pour un espacement de 5 MHz et de 10 MHz entre les porteuses):

TABLEAU 42

Rayon de la zone de brouillage de la station BS (m) (victime: terminal S-DMB)

	Espacement des porteuses	5 MHz		10 MHz	
	Débit sur la liaison descendante S-DMB	64 kbit/s	3 × 384 kbit/s	64 kbit/s	3 × 384 kbit/s
Station BS brouilleuse (puissance, gain, hauteur, configuration)	43 dBm, 17 dBi, 30 m, rural	580	1 650	310	860
	43 dBm, 17 dBi, 15 m, suburbain	130	370	80	190
	43 dBm, 17 dBi, 15 m, urbain	93	240	72	125
	33 dBm, 5 dBi, 5 m, urbain	51	70	42	58

Dans le cas d'un répéteur de Terre dont le rayon de cellule est respectivement de 10 km, 2 km, 1 km et 315 m pour les quatre configurations envisagées dans le Tableau 42, la perte de couverture résultant du brouillage causé par la station BS est la suivante:

TABLEAU 43

Zone de brouillage de la station BS (pourcentage de zone de cellule)

	Espacement des porteuses	5 MHz		10 MHz	
	Débit sur la liaison descendante S-DMB	60 kbit/s	3 × 384 kbit/s	64 kbit/s	3 × 384 kbit/s
Station BS brouilleuse (puissance, gain, hauteur, configuration)	43 dBm, 17 dBi, 30 m, rural	0,34%	2,72%	0,10%	0,74%
	43 dBm, 17 dBi, 15 m, suburbain	0,42%	3,42%	0,16%	0,90%
	43 dBm, 17 dBi, 15 m, urbain	0,86%	5,76%	0,52%	1,56%
	33 dBm, 5 dBi, 5 m, urbain	2,62%	4,94%	1,78%	3,39%

Observations sur les résultats

Le signal à 64 kbit/s est brouillé à la réception par la station BS à l'émission si la distance par rapport à cette station est inférieure à 130 m dans une configuration de macrocellules suburbaine et à 93 m dans une configuration de macrocellules en zone urbaine. Dans une configuration rurale, la distance de séparation passe à environ 600 m. Dans une configuration urbaine de microcellules, la distance de séparation requise par rapport à la station BS brouilleuse est d'environ 50 m. Ces distances montrent que le service est possible, moyennant une certaine dégradation, lorsque la station mobile se rapproche d'une station BS fonctionnant dans le bloc de fréquences adjacent de 5 MHz. Un espacement supplémentaire de 5 MHz (espacement de 10 MHz) permet de réduire légèrement les distances de séparation. Comme indiqué dans le Tableau 43, la perte de couverture est inférieure à 3% dans le cas du signal à 64 kbit/s, de sorte que l'espacement type de 5 MHz entre les porteuses est considéré comme suffisant.

Le signal à 1 Mbit/s (3×384 kbit/s) subira des brouillages à des distances relativement grandes par rapport à la station BS, à savoir 1 650 m dans une configuration rurale de macrocellules, 370 m et 240 m dans une configuration suburbaine et urbaine de macrocellules et 70 m dans une configuration urbaine de microcellules. Ces distances sont de l'ordre de grandeur du rayon de la cellule pour les configurations considérées. En conséquence, la réception du signal à 1 Mbit/s directement depuis le satellite ne peut pas être correctement garantie dans ces configurations et des répéteurs de Terre seront nécessaires. Dans un environnement exempt de brouillages, la marge du récepteur est d'environ 5 dB, ce qui permet de recevoir un signal à 1 Mbit/s dans des conditions de visibilité directe du satellite ou avec des zones d'ombre limitées.

Scénarios 23 et 24: UE S-DMB en mode réception du répéteur de Terre

On a évalué les brouillages pour le flux à 3×384 kbit/s, étant donné qu'il s'agit du débit binaire prévu avec un segment de répéteurs de Terre S-DMB entièrement déployé. On suppose que le répéteur de Terre et la station BS brouilleuse fonctionnent dans la même configuration (dimension de la cellule et conditions de propagation), présentent le même gain d'antenne et ont la même hauteur d'antenne.

L'espacement type entre les porteuses est par hypothèse de 5 MHz.

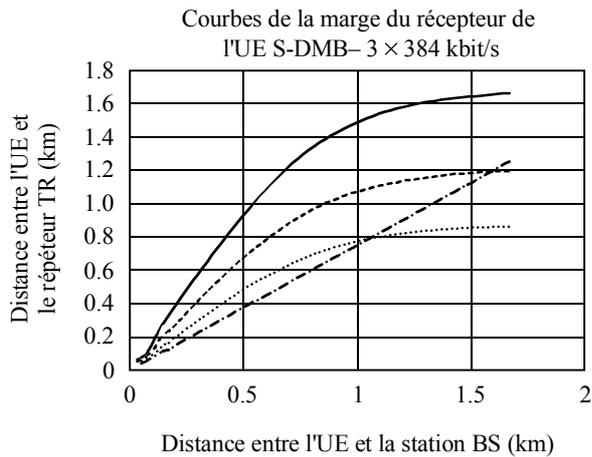
Les valeurs prises pour hypothèse pour le déploiement de la station BS et du répéteur TR sont les suivantes:

TABLEAU 44

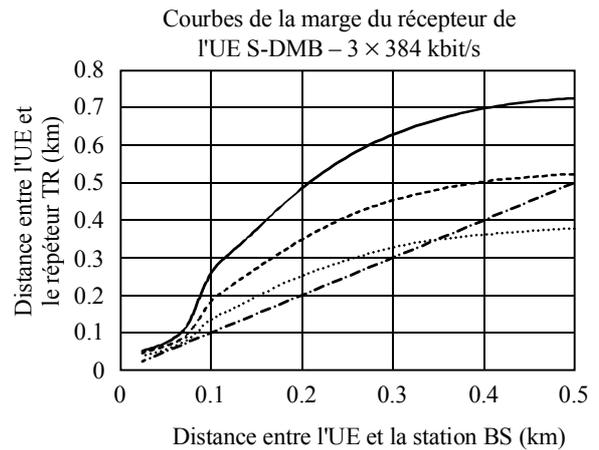
Hypothèses concernant la station BS et le répéteur TR

	Macrosurbain	Macro-urbain	Micro-urbain
Puissance de la station BS et du répéteur TR (dBm)	43	43	33
Gain d'antenne de la station BS et du répéteur TR (dBi)	17	17	6
Hauteur d'antenne de la station BS et du répéteur TR (m)	30	15	6

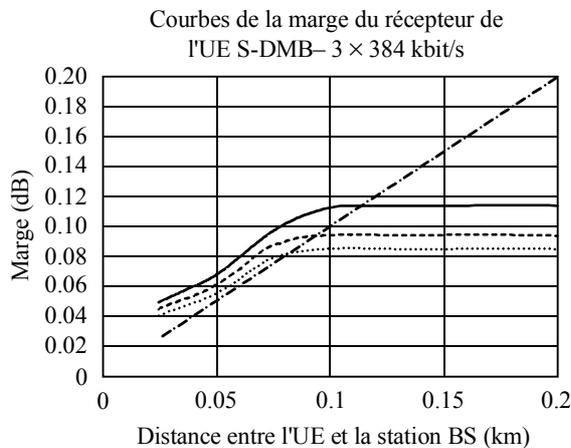
On a calculé la marge $C/(N + I)$ pour différentes combinaisons de distances BS-UE (liaison brouilleuse) et TR-UE (liaison utile) et on a obtenu les courbes suivantes:



a) Macro suburbain



b) Macro urbain



c) Micro urbain

- 10 dB
- - - 15 dB
- 20 dB
- · - · - Même emplacement

Dans les diagrammes ci-dessus représentant la marge $C/(N + I)$, la courbe «même emplacement» correspond à l'équation $y = x$ et par intersection avec les courbes, on peut lire la marge dans le cas où la station BS et le répéteur de Terre sont situés au même emplacement.

Observations sur les résultats

Les courbes ci-dessus représentent les relations entre la distance par rapport au répéteur de Terre et la distance minimale jusqu'à la station BS pour une marge du récepteur cible. Lorsque le répéteur TR et la station BS sont implantés sur un même site, les courbes montrent qu'on peut maintenir une marge du récepteur supérieure à 15 à 20 dB (ce qui est suffisant pour la pénétration à l'intérieur de bâtiments) pour des distances par rapport à la station BS inférieures à environ 1 km dans une configuration suburbaine, à 0,4 km dans une configuration macro-urbaine et à 100 m dans une configuration micro-urbaine lorsque le répéteur TR et les stations BS sont implantés sur un même site.

Ces distances correspondent approximativement à des rayons de cellule opérationnels pour ces configurations. En conséquence, le terminal S-DMB qui reçoit un signal provenant du répéteur de Terre ne subira pas de brouillages préjudiciables de la part de la station BS.

Si la station BS et le répéteur TR ne sont pas situés au même emplacement, la marge du récepteur diminue rapidement lorsque le terminal S-DMB se rapproche de la station BS brouilleuse. Afin de maintenir une marge de 15 à 20 dB, il faut que la distance par rapport à la station BS soit de l'ordre de la distance par rapport au répéteur de Terre. Si les emplacements des stations BS et des répéteurs TR sont indépendants, le terminal S-DMB sera plus proche de la station BS brouilleuse que du répéteur TR dans des zones étendues. Dans ces zones, on ne peut pas maintenir la marge voulue.

En conclusion, l'implantation sur un même site facilite la coexistence dans le canal adjacent dans ce scénario. On pourrait assurer l'implantation sur un même site avec la station BS de l'opérateur de Terre en utilisant le système S-DMB. La coinstallation avec les autres opérateurs ne peut généralement pas être assurée et il est à prévoir que le terminal de réception S-DMB subira des brouillages préjudiciables qui risquent de réduire sa couverture.

5 Analyse de sensibilité concernant l'interface SRI-E

On a procédé à une analyse de sensibilité pour essayer d'identifier les paramètres de système influant le plus sur les niveaux de brouillage. Les résultats sont présentés dans les paragraphes ci-dessous. On a pris en compte certaines hypothèses plus optimistes dans les trajets C et D, afin d'estimer la mesure dans laquelle la bande de garde pouvait être réduite. Cependant, aucun accord ne s'est dégagé sur la question de savoir si les valeurs de paramètres prises pour hypothèse étaient appropriées dans les résultats des nouvelles simulations de l'analyse de sensibilité.

5.1 Bande du SMS en liaison descendante

Trajet A

L'analyse de base a montré que le partage dans le canal adjacent dans le sens liaison descendante du SMS-terminal de Terre serait possible sans utilisation de bandes de garde supplémentaires. En conséquence, aucune analyse de sensibilité n'a été effectuée pour les systèmes installés en un même lieu sur le trajet A.

Trajet D

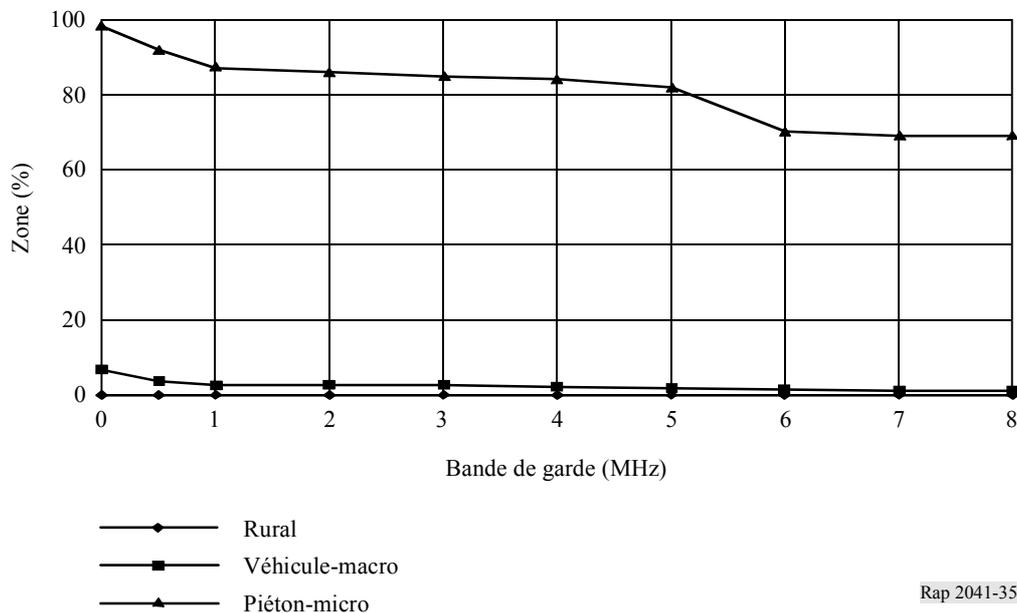
Les résultats de l'analyse de base dans les scénarios 17 à 19 (§ 4.1.4) ont montré qu'il faudrait des bandes de garde importantes en ce qui concerne les stations MES fonctionnant dans certaines configurations. S'agissant du scénario 17, la bande de garde nécessaire dépasse 8 MHz dans l'environnement piéton-micro, alors que dans les configurations macrorurales et macrovéhicule,

aucune bande de garde n'est nécessaire. En ce qui concerne le scénario 18, la bande de garde nécessaire dépasse 8 MHz dans chacune des configurations où il est prévu de déployer des systèmes IMT-2000 AMRC DRT. Dans le cas du scénario 19, une bande de garde de plus de 5 MHz est nécessaire dans toutes les configurations. Enfin, concernant le scénario 20, une bande de garde d'environ 6 MHz est nécessaire dans la configuration suburbaine, alors qu'une bande de garde de 0,5 MHz est nécessaire dans la configuration urbaine. Pour tous ces scénarios, on examine les hypothèses plus optimistes susceptibles d'être retenues pour les valeurs de paramètres et leur incidence sur les résultats.

Les émissions hors bande de l'émetteur de la station BS et de l'UE seront inévitablement de meilleure qualité que le gabarit donné dans les normes relatives aux équipements. A cette fin, on prend pour hypothèse un facteur de 3 dB. De plus, le système de Terre utilise la polarisation rectiligne, alors que le système à satellites utilise la polarisation circulaire. On prend également pour hypothèse, un facteur de 3 dB. Dans l'ensemble, on peut envisager une amélioration de 6 dB, ce qui aboutit aux résultats suivants pour les scénarios 17 à 19.

FIGURE 35

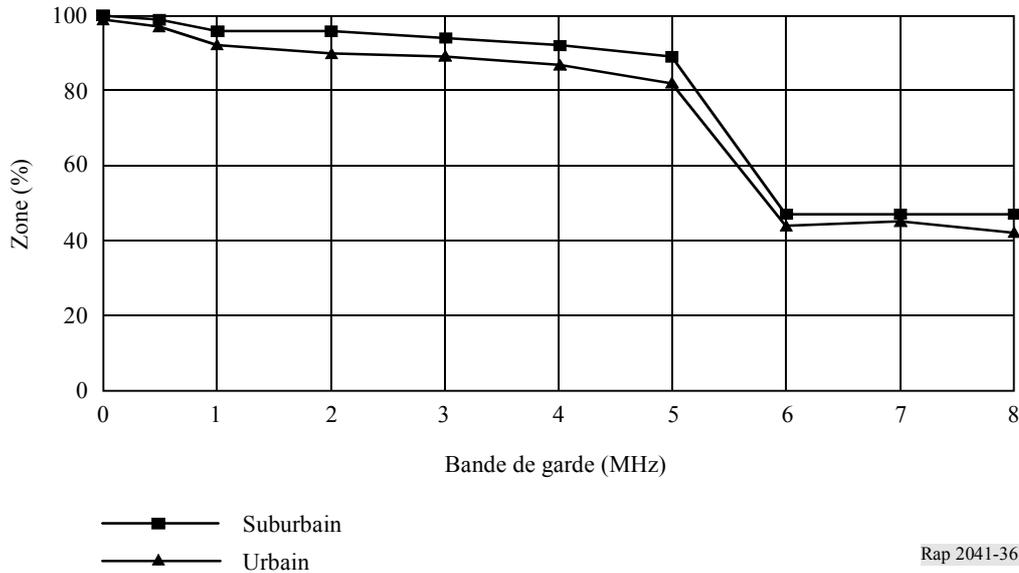
Résultats améliorés concernant le scénario 17 (équipement d'utilisateur UE d'un système IMT-2000 AMRC à étalement direct causant un brouillage à la station MES)



Pour les configurations rurales et véhicule-macro, aucune bande de garde n'est nécessaire. Dans la configuration piéton-micro, le critère est largement dépassé, même avec une bande de garde de 8 MHz.

FIGURE 36

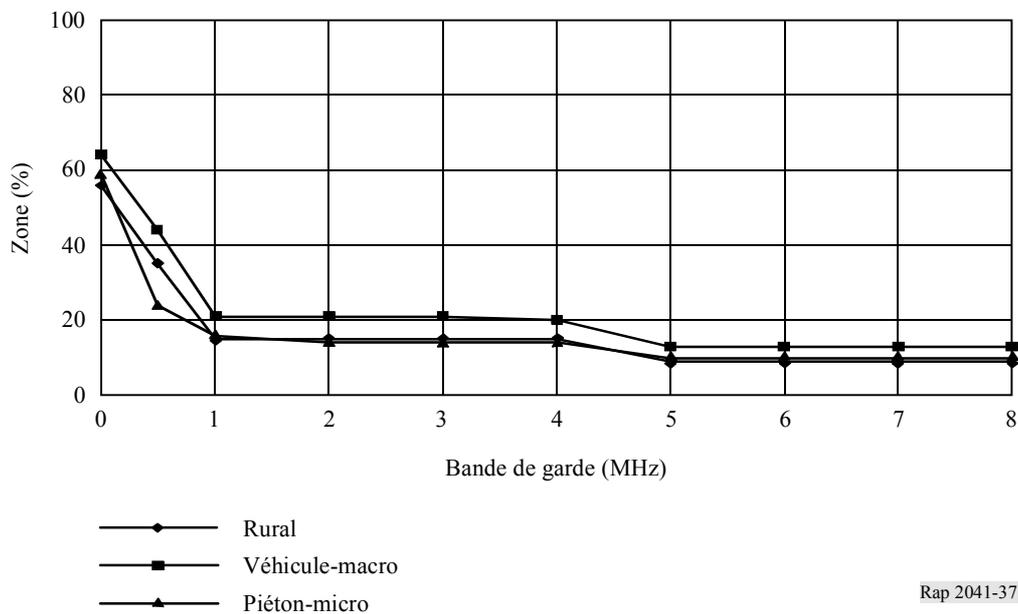
Résultats améliorés concernant le scénario 18 (équipement d'utilisateur UE d'un système IMT-2000 AMRC DRT causant un brouillage à la station MES)



Dans les deux configurations, la bande de garde nécessaire est supérieure à 8 MHz.

FIGURE 37

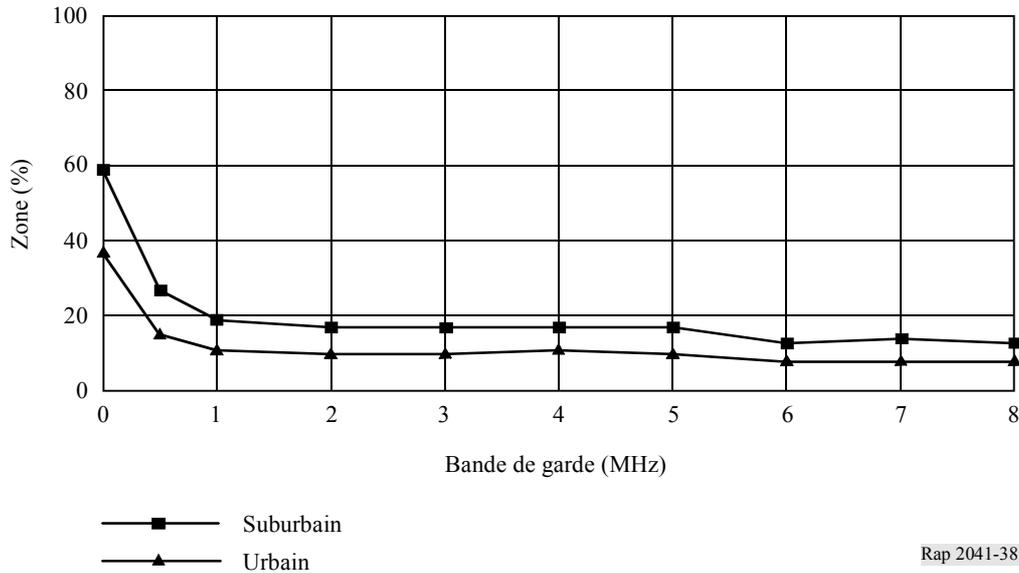
Résultats améliorés concernant le scénario 19 (station BS) IMT-2000 AMRC à étalement direct causant un brouillage à la station MES



Concernant les configurations rurales et piéton-micro, la bande de garde nécessaire est d'environ 0,75 MHz. S'agissant de la configuration véhicule-macro, le pourcentage d'emplacements MES pour lesquels le critère $\Delta T/T$ est dépassé est d'environ 21% pour une bande de garde comprise entre 1 et 4 MHz. Si cette valeur est acceptable (de fait, elle dépasse légèrement le critère de base de 20%), la bande de garde nécessaire pour cette configuration est de 1 MHz.

FIGURE 38

Résultats améliorés concernant le scénario 20 (station BS) IMT-2000 AMRC DRT
causant un brouillage à la station MES



Rap 2041-38

Dans une configuration suburbaine, la bande de garde nécessaire est d'environ 1 MHz et dans une configuration urbaine, elle est de l'ordre de 0,4 MHz.

5.2 Bande du SMS sur la liaison montante

Trajet B

L'analyse de base a montré que l'exploitation dans la bande adjacente dans le sens liaison montante du SMS-terminal Terre serait possible sans qu'il soit nécessaire de prévoir des bandes de garde. En conséquence, aucune analyse de sensibilité n'a été faite pour les systèmes installés en un même lieu sur le trajet B.

Trajet C

Les résultats de l'analyse de base concernant le scénario 15 (brouillages dans la bande adjacente causés par des stations BS au satellite du SMS) ont montré que des brouillages excessifs seraient occasionnés et qu'une bande de garde supérieure à 7 MHz serait nécessaire. En raison de ce résultat, on a examiné les paramètres d'entrée afin de déterminer si des hypothèses plus optimistes pouvaient être formulées.

Lorsqu'on examine les brouillages cumulatifs causés par un grand nombre de brouilleurs répartis sur une vaste zone géographique, on peut s'écarter des hypothèses de la façon suivante :

- Dans les calculs, on part du principe que chaque station BS émet sur le canal adjacent (et sur le canal deuxième-adjacent) à la bande utilisée par le satellite sur toutes les cellules et à une puissance constante («puissance d'émission type»). La puissance d'émission peut être en moyenne inférieure d'au moins 3 dB à cette valeur.
- Dans les calculs, on part du principe que les émissions hors bande de la station BS satisfont exactement aux limites de la norme à chaque point de l'échelle des fréquences. En réalité, il existe une certaine marge entre les émissions hors bande réelles et le

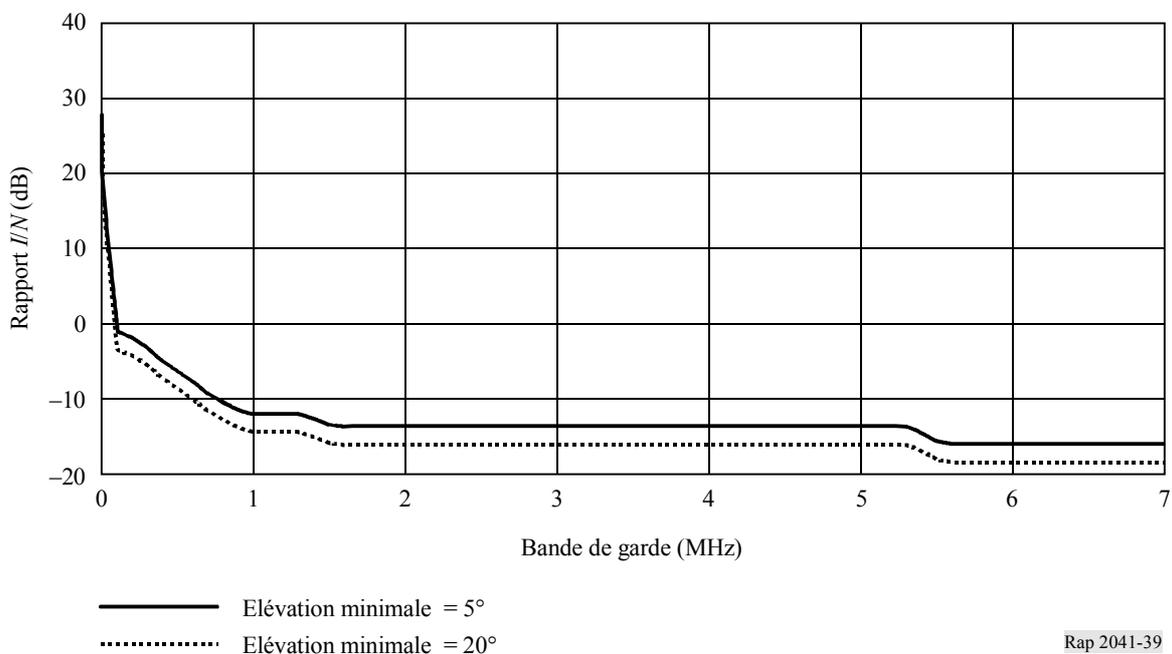
gabarit, pour tenir compte de la tolérance des composants utilisés dans la construction. De plus, il faut respecter les limites dans des conditions très diverses, de sorte que les équipements fonctionneront mieux dans des conditions plus caractéristiques. Enfin, si les émissions hors bande sont proches du gabarit, elles le sont souvent en quelques points précis et non pas de manière continue sur toute la plage de fréquences définie. En somme, on peut prendre pour hypothèse une amélioration d'environ 5 dB.

- Dans le calcul, on part du principe que l'antenne de la station BS est parfaitement conforme au diagramme de référence, alors que dans la pratique, on peut s'attendre à un meilleur rendement de l'antenne, notamment aux angles hors axe plus grands. De plus, les calculs de base ne tiennent pas compte des phénomènes d'occultation dus aux terrains ou aux bâtiments entre les stations BS et le satellite. Ce facteur pourrait présenter de l'importance aux petits angles d'élévation. Dans l'ensemble, on peut prendre pour hypothèse une amélioration d'environ 2 dB pour tous les angles d'élévation.
- Les calculs de base ne prévoient aucune amélioration de la discrimination de polarisation (les systèmes de Terre utilisent la polarisation rectiligne, alors que les systèmes du SMS emploient la polarisation circulaire). Il en résultera peut-être une amélioration de 3 dB.

Dans l'ensemble, on peut considérer qu'il y aura une amélioration de l'ordre de 12 à 13 dB. La Fig. 39 indique les résultats correspondant au scénario 15, avec une amélioration de 12 dB. Les résultats sont indiqués pour deux valeurs de l'élévation minimale par rapport au satellite choisies à titre d'exemple.

FIGURE 39

Résultats améliorés concernant l'interface SRI-E (scénario 15)



Rap 2041-39

On constate qu'avec une bande de garde de 1,5 MHz, les valeurs du rapport I/N sont de -14 dB et -16 dB. Si l'on compare ce résultat au critère retenu pour le brouillage dans la bande adjacente (soit un rapport I/N de -15 dB), il apparaît que cette bande de garde peut être considérée comme acceptable.

Si l'on examine les résultats de la publication ECC Report 65 et si on les compare à ces nouveaux résultats, c'est-à-dire un affaiblissement supplémentaire de 12 dB, on obtient les résultats de la simulation dans la bande adjacente donnés dans le Tableau 45.

TABLEAU 45

Comparaison entre la densité de puissance de brouillage hors bande au niveau du récepteur de satellite (dBm/Hz) et la valeur à $-185,78$ dBm/Hz ($\Delta T/T = 3\%$)

Axe de visée du faisceau du satellite	Brouillages sans bandes de garde	Brouillages avec une bande de garde de 1 MHz	Brouillages avec des bandes de garde de 2 MHz
10° E; 40° N	-193 (14% of $\Delta T/T$)	-193,9	-194,9
10° E; 50° N	-194,3	-195,1	-196,1
10° E; 60° N	-196,5	-197,3	-198,3

En conséquence, aucune bande de garde ne serait nécessaire avec cette méthode.

En conséquence, une bande de garde de 1,5 MHz assurerait une protection suffisante du récepteur du satellite SRI-E quelle que soit la méthode retenue.

Références bibliographiques

- [1] 3GPP 25,101 v530:Technical Specification Group Radio Access Networks. UE Radio Transmission and Reception (FDD).
 - [2] 3GPP 25,102 v510:Technical Specification Group Radio Access Networks. UE Radio Transmission and Reception (TDD).
 - [3] 3GPP 25,104 v530:Technical Specification Group Radio Access Networks. BS Radio Transmission and Reception (FDD).
 - [4] 3GPP 25,105 v510:Technical Specification Group Radio Access Networks. BS Radio Transmission and Reception (TDD).
 - [5] ERC Report 65:Adjacent band compatibility between UMTS and other services in the 2 GHz band.
 - [6] ETSI TC-SES TR 102 058 v004 (Draft):Satellite UMTS - Evaluation of the W-CDMA UTRA FDD as a satellite radio interface.
 - [7] 3GPP 25,942 v500:RF Systems scenarios.
-