

**UIT-R**

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

**Recommandation UIT-R M.1825**  
(10/2007)

**Indications concernant les paramètres  
techniques et les méthodes à utiliser  
pour les études de partage relatives  
aux systèmes du service mobile  
terrestre**

**Série M**

**Services mobile, de radiorepérage et d'amateur  
y compris les services par satellite associés**



## Avant-propos

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

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

## Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

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

### Séries des Recommandations UIT-R

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

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

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

Publication électronique  
Genève, 2009

© UIT 2009

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

## RECOMMANDATION ITU-R M.1825

**Indications concernant les paramètres techniques et les méthodes à utiliser pour les études de partage relatives aux systèmes du service mobile terrestre**

(Question UIT-R 7/8)

(2007)

**Domaine d'application**

La présente Recommandation donne des indications pour effectuer des études de partage relatives aux systèmes du service mobile terrestre. On y trouve une liste de paramètres qui caractérisent un système, afin de faciliter les études de partage, des informations sur les méthodes pouvant être utilisées pour les analyses de partage faisant intervenir le service mobile terrestre ainsi qu'une description des méthodes de limitation des brouillages propres à améliorer le partage du spectre. La Recommandation contient également une liste des Recommandations, Rapports et Manuels pertinents de l'UIT-R.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que les caractéristiques techniques des systèmes du service mobile terrestre peuvent varier;
- b) qu'il existe la possibilité d'introduire de nouveaux types de systèmes ou de services dans les bandes utilisées par le service mobile terrestre;
- c) que des caractéristiques techniques et d'exploitation représentatives des systèmes fonctionnant dans les bandes attribuées au service mobile terrestre sont nécessaires pour déterminer la possibilité d'introduire de nouveaux types de systèmes;
- d) que des procédures et des méthodes sont nécessaires pour analyser la compatibilité des systèmes fonctionnant dans le service mobile terrestre avec les systèmes d'autres services,

*notant*

- a) la liste de Recommandations, Rapports et Manuels pertinents énumérés dans l'Annexe 3,

*recommande*

- 1** que la liste de paramètres indiqués dans l'Annexe 1 soit utilisée comme indications sur les caractéristiques des systèmes du service mobile terrestre qu'il convient d'appliquer dans les études de partage;
- 2** que les méthodes exposées dans l'Annexe 2 soient utilisées pour les études de partage entre des systèmes du service mobile terrestre (partage intraservice) et entre des systèmes du service mobile terrestre et des systèmes d'autres services (partage interservices).

## Annexe 1

### Paramètres techniques des systèmes mobiles terrestres pour les études de partage

#### 1 Introduction

Pour toute étude de partage, il est nécessaire de connaître les caractéristiques des systèmes qui doivent partager le spectre. On trouvera au § 2 une liste de paramètres dont les valeurs devraient permettre de caractériser un système pour les besoins des études de partage.

#### 2 Liste générale de paramètres

Il est souhaitable d'utiliser les caractéristiques du service mobile terrestre indiquées dans le Tableau ci-dessous pour les études de partage. Toutefois, il convient de noter que les paramètres ci-dessous ne sont pas tous indiqués pour chaque système mobile terrestre et ne peuvent pas tous figurer, à ce titre, dans les normes associées. Par conséquent, il est important de veiller à déterminer les paramètres correspondants ainsi que leurs valeurs à utiliser pour les études de partage entre des systèmes précis.

<p><b>Paramètres généraux</b></p> <p>Bande de fréquences (MHz)</p> <p>Type d'émission</p> <p>Type de déploiement (par exemple, cellulaire ...)</p> <p>Technique d'accès</p> <p>Nombre de secteurs</p> <p>Facteur de réutilisation de fréquence</p> <p>Antennes par secteur</p> <p>Type de systèmes d'antennes</p> <p>Affaiblissement de couplage minimum de l'antenne dans un même emplacement (dB)</p>	<p><b>Paramètre du système</b></p> <p>Largeur de bande du canal (kHz)</p> <p>Type de modulation</p> <p>Méthode duplex</p> <p>TEB ou SINAD ou FER type</p>
<p><b>Paramètres de l'émetteur</b></p> <p>Puissance de sortie (W)</p> <p>p.a.r. ou p.i.r.e. (dBW ou dBm)</p> <p>Largeur de bande de canal nécessaire (kHz)</p> <p>ACLR (rapport de fuite en puissance dans le canal adjacent) ou gabarit d'émission hors bande</p> <p>Gain d'antenne (dBd ou dBi)</p> <p>Hauteur d'antenne (m)</p> <p>Diagramme de rayonnement</p> <p>Polarisation d'antenne</p>	<p><b>Paramètres du récepteur</b></p> <p>Facteur de bruit (dB)</p> <p>Largeur de bande du filtre FI (kHz)</p> <p>Sensibilité (dBm)</p> <p>Sensibilité hors canal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ACS (sélectivité pour le canal adjacent)</li> <li>– Caractéristiques de blocage (dans la bande ou hors bande)</li> </ul> <p>Critères de protection</p> <p>Affaiblissement des réponses parasites d'intermodulation (dB)</p> <p>Gain d'antenne (dBd ou dBi)</p> <p>Hauteur d'antenne (m)</p> <p>Diagramme de rayonnement</p> <p>Polarisation d'antenne</p>

Selon le type de système, il est possible d'inclure des caractéristiques supplémentaires pour les études de partage:

- taille des cellules ou zone de couverture;
- angle d'inclinaison vers le bas;
- affaiblissement dans la ligne d'alimentation (s'il n'est pas déjà inclus dans le gain d'antenne);
- débits binaires requis;
- gamme des puissances émises dues à la régulation de la puissance;
- objectifs de rapports  $S/N$  pour la liaison montante et la liaison descendante;
- modèle de propagation (il sera tenu compte des Recommandations applicables de la série P, énumérées dans l'Annexe 3).

## Annexe 2

### Méthodes de partage liées aux systèmes fonctionnant dans le service mobile terrestre

#### 1 Introduction

Dans toute étude de partage, la première étape consiste à caractériser l'environnement, la configuration ainsi que les conditions des systèmes en cours d'analyse.

Il faut tenir compte de deux types de conditions: l'analyse à l'intérieur de la bande en vertu de laquelle les systèmes partagent la même bande et l'analyse dans les bandes adjacentes en vertu de laquelle les rayonnements non désirés d'un système peuvent influencer sur les récepteurs radioélectriques dans une bande adjacente.

Le § 2 décrit les méthodes qui peuvent être utilisées pour les analyses de partage faisant intervenir le service mobile terrestre et le § 3 décrit les techniques de limitation des brouillages qui peuvent être utilisées dans certaines conditions afin d'améliorer les possibilités de partage du spectre par les systèmes.

#### 2 Méthodes applicables aux études de partage

Il existe deux méthodes de base applicables aux études de partage dans le service mobile terrestre: la méthode du bilan de liaison et la méthode de Monte Carlo.

##### 2.1 Méthode du bilan de liaison

Le niveau maximal autorisé de puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) d'un signal brouilleur peut être déterminé à l'aide de l'équation simple suivante:

$$PIRE_{MAX} = I_{MAX} - G_R(\theta) + L_P + L_R$$

où:

- $PIRE_{MAX}$ : densité maximale autorisée de p.i.r.e. du dispositif brouilleur (dBm/ $B_{REF}$ ), pour laquelle il faut choisir une largeur de bande de référence appropriée  $B_{REF}$
- $I_{MAX}$ : niveau maximal de puissance de brouillage admissible à l'entrée du récepteur, valeur normalisée (dBm/ $B_{REF}$ )

- $G_R(\theta)$ : gain d'antenne du récepteur brouillé dans la direction du signal brouilleur (dBi)
- $L_P$ : affaiblissement de propagation entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception (dB), terme qui peut s'avérer complexe en fonction des facteurs environnementaux sachant que certains peuvent varier dans le temps (par exemple, l'évanouissement)
- $L_R$ : affaiblissement d'insertion (affaiblissement entre l'antenne du récepteur et l'entrée du récepteur) (dB). Une valeur de zéro dB peut être adoptée si aucune valeur n'est disponible.

## 2.2 Méthode de Monte Carlo

La méthode de Monte Carlo permet d'obtenir n'importe quel niveau souhaité de précision mathématique ainsi que de validité et de confiance statistiques dans les calculs de la probabilité de brouillage pour n'importe quel système de radiocommunication. La précision ainsi que la validité et la confiance statistiques sont limitées par les facteurs suivants:

- a) le degré d'exactitude de la description du ou des modèles mathématiques utilisés pour les scénarios de brouillage; et
- b) le nombre d'essais effectués pour calculer la présence ou non de brouillages.

La méthode de Monte Carlo utilise des valeurs produites de façon aléatoire pour des variables incertaines, à partir de distributions de probabilité applicables à ces variables. La méthode combine un grand nombre de cas de variables indépendantes et produit des résultats statistiques. L'avantage particulier de la simulation de Monte Carlo réside dans son aptitude à élaborer une distribution statistique du niveau de brouillage composite prévu (c'est-à-dire une fonction de distribution cumulative) qui tient compte des incertitudes d'éléments importants du modèle de brouillage composite comme les densités de déploiement des dispositifs/systèmes brouilleurs, des facteurs d'activité, etc. Cette méthode est donc particulièrement utile lorsqu'il faut établir une estimation de la probabilité de dépassement d'un certain niveau de puissance brouilleuse composite.

L'UIT-R a élaboré la méthode de simulation de Monte Carlo comme outil statistique pour les études de compatibilité entre services de radiocommunication. Un aperçu général de cette méthode est fourni dans le Rapport UIT-R SM.2028-1. De plus, la Recommandation UIT-R M.1634 décrit l'utilisation de la méthode de Monte Carlo pour la compatibilité avec le service mobile.

S'agissant des services mobiles terrestres, la méthode de simulation de Monte Carlo part de l'hypothèse d'un récepteur brouilleur fonctionnant parmi un ensemble de sources de brouillage réparties de façon uniformément aléatoire.

Il est possible de calculer le niveau de signal utile dans le récepteur brouillé à partir de la puissance d'émission, des gains d'antenne et de l'affaiblissement le long du trajet. Pour déterminer l'effet de chaque source de brouillage sur le récepteur brouillé, on utilise la puissance d'émission, les gains d'antenne, l'affaiblissement le long du trajet, la caractéristique des rayonnements non désirés de l'émetteur, le blocage du récepteur ainsi que l'espacement des fréquences.

Pour certains services, on considère que le brouillage se produit lorsque le rapport  $C/I$  qui en résulte est inférieur au rapport de protection.

## 3 Techniques de limitation des brouillages

Compte tenu des pressions exercées en vue d'une utilisation efficace du spectre radioélectrique, il faut souvent que les systèmes radioélectriques utilisent des fréquences aussi proches que possible dans l'espace radioélectrique. Pour ce faire, sans réduire pour autant la fiabilité de ces systèmes radioélectriques, il est possible de recourir à des techniques de limitation des brouillages.

Ces techniques réduisent les brouillages et, par conséquent, les effets produits sur une communication donnée. De ce fait, si elles sont utilisées convenablement, ces techniques de limitation des brouillages permettent à différents équipements et utilisateurs de partager le même espace de fréquence.

On peut distinguer quatre principaux types possibles de techniques de limitation des brouillages:

- SPEC: Méthodes relatives à des spécifications
- PERF: Qualité de fonctionnement de l'équipement (le fournisseur améliore la qualité de fonctionnement de l'équipement)
- SESS: Etudes techniques des sites sur un seul site
- DEPL: Relation de déploiement entre les sites

On trouvera ci-après une liste des différentes techniques existantes de limitation des brouillages. Les techniques appliquées ne s'appliquent pas toutes à l'ensemble des types de système: par exemple, l'effet d'écran du terrain peut être utile pour les systèmes fixes mais ne peut être utilisé pour les terminaux mobiles. De même, certaines de ces techniques sont utiles aux deux extrémités d'une liaison brouilleuse alors que d'autres peuvent s'appliquer uniquement à l'émetteur brouilleur ou au récepteur brouillé.

*Choix de l'emplacement* – Choisir un emplacement pour minimiser les risques de brouillage. (SESS, DEPL)

*Effet d'écran* – Utiliser un terrain naturel, des bâtiments et des obstacles spécialement conçus pour bloquer le signal dans les directions non souhaitées. (SESS)

*Espacement entre les antennes* – Il est possible de réduire le couplage entre deux antennes situées sur le même site en espaçant de quelques mètres les antennes verticalement, horizontalement ou dos à dos. (SESS)

*Orientation de l'antenne* – Orienter l'antenne d'un système fixe directif en l'éloignant d'autres systèmes radioélectriques. Les contraintes physiques de la géométrie du système limitent souvent toute flexibilité dans l'orientation de l'antenne. (SESS, DEPL)

*Inclinaison de l'antenne* – Cas spécial d'orientation de l'antenne en vertu duquel il est possible d'utiliser le diagramme d'antenne verticale et l'inclinaison vers le bas de l'antenne pour adapter la couverture et réduire ainsi les brouillages en dehors de la zone desservie. S'applique tout particulièrement aux stations de base du système mais compte tenu des effets produits sur la couverture, il se peut que cette technique ne soit pas souhaitable dans bien des cas. (SESS, DEPL)

*Combinaison en diversité* – Technique visant à combiner de façon cohérente les signaux provenant d'antennes multiples pour produire un gain. (SESS)

NOTE 1 – La combinaison en diversité utilise à tout moment, pour chaque utilisateur, tous les éléments d'antenne pour créer un diagramme de rayonnement d'antenne équivalent qui s'adapte de façon dynamique à l'environnement de propagation.

*Découplage de polarisation* – Il est possible de recourir au découplage de polarisation pour introduire une discrimination d'au moins 25 à 30 dB. (DEPL)

*Coordination de fréquence* – Coordination de la sélection de fréquences entre des systèmes voisins afin de réduire les risques de brouillage. (DEPL)

*Répartition temporelle synchronisée* – Technique permettant d'assurer que des systèmes fonctionnant dans des bandes adjacentes synchronisent leur émission et leur réception, l'objectif étant d'éviter qu'un système émette durant l'intervalle de temps pendant lequel le système fonctionnant dans les bandes adjacentes reçoit des signaux. (DEPL)

*Filtrage de l'émetteur et du récepteur* – Le filtrage est la technique idéale pour éviter de causer ou de recevoir des brouillages dans le canal adjacent. (PERF)

*Antennes intelligentes* – Un système d'antennes intelligentes combine plusieurs éléments d'antenne et une fonction de traitement du signal pour optimiser son diagramme de rayonnement et/ou de réception de façon automatique en fonction de l'environnement du signal. L'avantage de l'utilisation d'antennes intelligentes pour le partage tient au fait que l'énergie radioélectrique rayonnée par les réseaux d'antenne est inférieure à celle des antennes traditionnelles pour la même p.i.r.e. et qu'elle se concentre, dans des régions spécifiques limitées d'une cellule plutôt que dans de vastes secteurs. (SPEC, PERF)

NOTE 1 – Les deux grandes catégories d'antennes intelligentes, qui se distinguent par la méthode d'émission, sont les antennes adaptatives et les antennes à commutation de faisceaux.

*Techniques de sélection dynamique du canal* – Le système radioélectrique peut, pour chaque transmission, utiliser un canal parmi un certain nombre de canaux à l'intérieur d'une bande. Le système radioélectrique effectue une écoute de tous les canaux pour déterminer ceux qui sont occupés et sélectionne de manière dynamique le canal à utiliser en conséquence. Ces techniques comprennent, par exemple, la sélection dynamique des fréquences ou les mécanismes de détection et d'évitement. (SPEC)

*Techniques de sélection statique du canal* – Avant d'émettre, le système radioélectrique effectue une écoute sur un ou plusieurs sous-canaux prédéterminés pour décider si un canal se prête à l'émission. Ces techniques recouvrent, par exemple, la méthode "écouter avant de parler" ou d'autres mécanismes statiques de détection et d'évitement. (SPEC)

*Saut de fréquence* – L'utilisation du saut de fréquence signifie qu'un système radioélectrique n'utilisera une fréquence donnée que pendant une faible portion du temps et que le brouillage ne sera causé ou reçu que pendant un bref instant et qu'il est peu probable qu'il puisse gêner le fonctionnement du système. Le saut dynamique de fréquence constitue une étape supplémentaire en éliminant les canaux de la séquence de sauts si un autre système utilise ces canaux. (SPEC)

*Techniques d'étalement du spectre* – Comme cela est défini dans la Recommandation UIT-R SM.1055, l'énergie moyenne du signal se répartit sur une bande de fréquences beaucoup plus large que la bande des informations proprement dite. Parmi les techniques d'étalement du spectre, il y a lieu de citer, par exemple, l'étalement du spectre à sauts de fréquence (FHSS) et l'étalement du spectre à séquence directe (DSSS). (SPEC)

*Régulation de puissance adaptative* – Les systèmes ayant recours à la régulation de puissance adaptative utilisent uniquement la puissance qui suffit pour permettre la traversée d'un signal. On peut ainsi réduire au minimum la puissance radioélectrique totale qui pourrait brouiller d'autres systèmes et permettre à des systèmes de s'adapter à des conditions médiocres en augmentant temporairement le niveau de la puissance émise. (SPEC)

*Modulation adaptative* – L'adoption d'un système de modulation d'ordre inférieur peut permettre à un système radioélectrique de continuer à fonctionner en présence de brouillage en dépit d'une certaine perte dans la capacité du système. (SPEC)

*Diversité de fréquences* – Réception en diversité dans laquelle on utilise plusieurs canaux radioélectriques avec des séparations en fréquence appropriées. (SPEC)

*Coefficient d'utilisation, répartition dans le temps* – La limitation des brouillages est rendue possible par une répartition dans le temps en vertu de laquelle les différents émetteurs n'émettent pas simultanément. (SPEC)

Les différentes solutions techniques proposées pour limiter les brouillages peuvent offrir un niveau différent de limitation des brouillages dans des dispositifs du même type, par rapport à des dispositifs de type différent. Le niveau de limitation des brouillages peut dépendre de la technologie utilisée et souvent d'une combinaison des critères techniques.

## **Annexe 3**

### **Références**

#### **1 Introduction**

La présente Annexe contient une liste de références pour les études de partage dans le service mobile terrestre.

#### **2 Exemples de Recommandations et de Rapports de l'UIT-R contenant des caractéristiques et des critères de protection applicables aux systèmes fonctionnant dans les services mobiles**

Les Recommandations et Rapports ci-après de l'UIT-R contiennent des caractéristiques des systèmes mobiles terrestres à utiliser dans les études de partage. D'autres Recommandations et Rapports peuvent également s'appliquer.

- Recommandation UIT-R M.1808 – Caractéristiques techniques et d'exploitation des systèmes mobiles terrestres conventionnels et à canaux partagés exploités dans les fréquences attribuées au service mobile au-dessous de 869 MHz à utiliser dans les études de partage.
- Recommandation UIT-R M.1823 – Caractéristiques techniques et opérationnelles des systèmes mobiles terrestres cellulaires numériques à utiliser dans les études de partage.
- Rapport UIT-R M.2116 – Characteristics of broadband wireless access systems operating in the land mobile service for use in sharing studies.
- Recommandation UIT-R M.1801 – Normes relatives aux interfaces radioélectriques pour les systèmes d'accès hertzien à large bande, applications mobiles et nomades comprises, du service mobile fonctionnant au-dessous de 6 GHz.
- Rapport UIT-R M.2039 – Caractéristiques de la composante de Terre des IMT-2000 aux fins d'analyse des brouillages et de partage des fréquences.

#### **3 Critères de protection**

- Recommandation UIT-R M.1739 – Critères de protection applicables aux systèmes d'accès hertzien, notamment aux réseaux locaux radioélectriques, exploités dans le service mobile conformément à la Résolution 229 (CMR-03) dans les bandes 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz et 5 470-5 725 MHz.
- Recommandation UIT-R M.1767 – Protection des systèmes mobiles terrestres vis-à-vis des systèmes de radiodiffusion vidéo et audio numériques de Terre dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques utilisées en partage à titre primaire.

#### **4 Propagation**

Des Recommandations de la série P: UIT-R P.452, UIT-R P.1238, UIT-R P.1406, UIT-R P.1407, UIT-R P.1411, UIT-R P.1546, etc., et le Manuel de l'UIT-R – Propagation des ondes radioélectriques dans le service mobile terrestre, dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques.

#### **5 Méthodes/études de partage**

- Recommandation UIT-R M.1634 – Protection des systèmes du service mobile terrestre contre les brouillages par utilisation de la méthode de simulation de Monte Carlo et application au partage des fréquences.
- Rapport UIT-R SM.2028-1 – Méthode de simulation de Monte Carlo pour l'utilisation en partage et les études de compatibilité entre différents services ou systèmes radioélectriques.

#### **6 Techniques de limitation des brouillages**

- Rapport UIT-R M.2045 – Techniques de limitation des brouillages à appliquer pour assurer la coexistence entre des technologies d'interface radioélectrique duplex à répartition dans le temps ou en fréquence pour IMT-2000 dans la gamme de fréquences 2 500-2 690 MHz fonctionnant dans des bandes adjacentes et dans la même zone géographique.
- Recommandation UIT-R M.1652 – Utilisation de la sélection dynamique des fréquences (DFS) dans les systèmes d'accès hertzien, y compris les réseaux locaux hertziens, aux fins de protection du service de radiorepérage dans la bande des 5 GHz.
- Rapport UIT-R M.2040 – Antennes adaptatives et principales caractéristiques techniques.

#### **7 Autres Recommandations**

- Recommandation UIT-R M.1797 – Terminologie du service mobile terrestre.
-