

## RECOMMANDATION UIT-R SF.1649-1

**Directives concernant la détermination des brouillages causés à des stations du service fixe par les stations terriennes de navire situées en deçà de la distance minimale\***

(Questions UIT-R 226/9 et UIT-R 254/4)

(2003-2008)

**Champ d'application**

La présente Recommandation donne des directives aux administrations pour déterminer les brouillages que des stations terriennes de navire peuvent causer aux stations du service fixe. L'Annexe 1 expose des considérations générales concernant la détermination de ces brouillages. L'Annexe 2 décrit la méthode la plus élémentaire pour déterminer ces brouillages. L'Annexe 3 propose plusieurs autres méthodes basées sur des simulations. L'Annexe 4 contient des éléments d'information qui peuvent être pris en compte dans des discussions bilatérales et multilatérales lorsque les administrations autorisent l'utilisation d'antennes d'un diamètre inférieur à 1,2 m dans la bande 14,0-14,5 GHz afin de faire en sorte que ces antennes de petit diamètre respectent les critères énoncés dans la Résolution 902 (CMR-03).

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que les navires peuvent être équipés pour l'exploitation des stations ESV du SFS, qui émettent dans la bande 5 925-6 425 MHz des réseaux de ce service (Terre vers espace), en application du numéro 4.4 du Règlement des radiocommunications (RR);
- b) que les navires peuvent être équipés pour fonctionner en tant que stations ESV dans la bande 14-14,5 GHz, en application du numéro 4.4 du RR, ou en tant que service secondaire faisant partie du SMS;
- c) que certaines des bandes mentionnées aux points b) et c) du *considérant* sont partagées à titre coprimaire avec le service fixe;
- d) que si les stations ESV étaient autorisées à être exploitées dans les couloirs de navigation et dans les chenaux proches des côtes, il serait nécessaire de définir des zones composites pour ces exploitations;
- e) que la Recommandation UIT-R SF.1585 permet de définir de telles zones;
- f) que les stations du service fixe dans ces zones doivent être examinées afin qu'il soit déterminé si elles subiront des brouillages dépassant la limite admissible;
- g) que de nombreux systèmes numériques du service fixe sont exploités au moyen de la commande automatique de la puissance d'émission (ATPC, *automatic transmit power control*);
- h) que les brouillages de plus de quelques secondes peuvent entraîner des interruptions importantes de longue durée des systèmes numériques du service fixe;

---

\* En ce qui concerne la définition de la «distance minimale», voir la Recommandation UIT-R SF.1650-1.

- j) que les Recommandations UIT-R SF.1006 et/ou UIT-R SM.1448 présentent des méthodes qui peuvent être utilisées pour la détermination des possibilités de brouillage entre les stations du SFS et les stations du service fixe lorsque les stations ESV sont stationnaires (voir la Note 1);
- k) que la méthode de détermination du niveau des brouillages causés par les stations ESV aux stations du service fixe relève d'un accord entre les administrations concernées;
- l) que les directives à l'intention des administrations sur la détermination détaillée de ces niveaux en vue de réaliser une analyse préliminaire peuvent néanmoins contribuer à certaines activités d'évaluation détaillée des brouillages;
- m) que les Recommandations UIT-R F.696 et UIT-R F.1565 définissent des critères de brouillage admissible pour les stations du service fixe;
- n) que les différentes méthodes et les différents critères de brouillage sont nécessaires pour la détermination des possibilités de brouillage causé par les ESV lorsque celles-ci ne sont pas fixes,

*reconnaisant*

- a) que la Conférence mondiale des radiocommunications (Istanbul, 2000) (CMR-2000) a demandé à l'UIT-R de terminer d'urgence ses études concernant les stations terriennes de navire en particulier pour que ces stations ne puissent pas causer de brouillages inacceptables aux stations d'autres services d'une administration quelconque;
- b) que le numéro 5.457A du RR précise que dans les bandes 5 925-6 425 MHz et 14-14,5 GHz les stations terriennes placées à bord de navires peuvent communiquer avec des stations spatiales du service fixe par satellite et que cette utilisation doit se faire conformément à la Résolution 902 (CMR-03);
- c) que le numéro 5.457B du RR précise que dans les bandes 5 925-6 425 MHz et 14-14,5 GHz, les stations terriennes placées à bord de navires peuvent fonctionner conformément aux caractéristiques et selon les conditions exposées dans la Résolution 902 (CMR-03), dans les pays suivants: Algérie, Arabie saoudite, Bahreïn, Comores, Djibouti, Egypte, Emirats arabes unis, Jamahiriya arabe libyenne, Jordanie, Koweït, Maroc, Mauritanie, Oman, Qatar, République arabe syrienne, Soudan, Tunisie et Yémen, dans le service mobile maritime par satellite secondaire,

*notant*

- a) que les limites techniques imposées à l'exploitation des stations ESV qui sont données dans l'Annexe 2 de la Résolution 902 (CMR-03), en particulier les limites hors axe, s'appliquent pour déterminer les risques de brouillage;
- b) que la Recommandation 37 (CMR-03) (Procédures d'exploitation des stations terriennes à bord de navires (ESV) donne les procédures d'exploitation de ces stations,

*recommande*

- 1** d'utiliser les directives décrites à l'Annexe 1 comme cadre pour l'évaluation globale des brouillages causés aux stations du service fixe par les stations ESV exploitées à une distance en deçà de la «distance minimale»;
- 2** d'utiliser les directives données à l'Annexe 2 comme fondement pour le calcul des brouillages causés par les stations ESV (voir les Notes 2 et 3);
- 3** d'utiliser les résultats de l'application de la méthode décrite à l'Annexe 2 pour déterminer si des parties des bandes de fréquences du point b) du *considérant* pourraient entrer en ligne de compte en vue d'être employées par les stations ESV lorsque celles-ci sont exploitées en deçà de la «distance minimale» (voir la Note 3);

4 aux administrations de prendre en compte les éléments techniques de l'Annexe 4 dans les discussions bilatérales et multilatérales qu'elles mènent pour autoriser l'exploitation de stations ESV avec des antennes d'un diamètre inférieur à 1,2 m dans la bande 14,0-14,5 GHz afin de faire en sorte que ces antennes de petit diamètre respectent les prescriptions énoncées dans la Résolution 902 (CMR-03).

NOTE 1 – Les méthodes données dans la présente Recommandation font appel à des critères de protection du service fixe contre le brouillage. On peut en trouver des exemples dans la Recommandation UIT-R SF.1006, où les critères qui portent sur les courtes durées ne peuvent toutefois qu'être conformes à la Recommandation UIT-T G.821. La Recommandation UIT-R SF.1650 fournit aussi des critères de protection du service fixe concernant les courtes durées, mais ceux-ci sont destinés aux liaisons récentes, conçues pour satisfaire aux Recommandations UIT-T G.826 et UIT-T G.828.

NOTE 2 – Lors de la détermination des fréquences pour les stations ESV, il peut être nécessaire de faire appel à des techniques d'atténuation. Par exemple, dans le cas où les dispositions en matière de fréquences du service fixe sont fondées sur la Recommandation UIT-R F.383, l'emploi par les émetteurs des stations ESV de la bande centrale des 6 GHz (proche de 6,175 GHz) du service fixe peut réduire sensiblement les possibilités de brouillage causé aux récepteurs du service fixe, puisque du point de vue des brouillages causés aux canaux du service fixe, le filtrage au niveau du récepteur ne peut présenter que des avantages.

NOTE 3 – La méthode décrite à l'Annexe 2 peut être complétée par l'utilisation de la méthode donnée à l'Annexe 3.

## Annexe 1

### **Directives concernant la définition et l'emploi de points sur le contour de navigation\* en vue de déterminer les brouillages causés à des stations du service fixe par les émissions des stations ESV en mouvement (méthode des points de contour critiques)**

La méthode suivante peut être employée comme cadre pour l'évaluation globale des brouillages causés aux stations du service fixe par les stations ESV exploitées à une distance en deçà de la distance minimale.

#### **1 Introduction**

La méthode d'évaluation des possibilités de brouillage entre une station du SFS et une station du service fixe est donnée dans la Recommandation UIT-R SF.1006, où il est supposé que la relation spatiale entre les stations du service SFS et les stations du service fixe est fixe. La relation entre les stations du service fixe et les stations ESV qui se déplacent dans un port vers un bassin ou vers un lieu d'ancrage est variable au cours du mouvement.

---

\* Le contour de navigation est défini dans la Recommandation UIT-R SF.1585.

La Recommandation UIT-R SF.1585 décrit une méthode où le contour de navigation des navires équipés de stations ESV sert à définir une zone destinée au recensement des stations du service fixe qui pourraient subir des brouillages inacceptables causés par une station ESV au cours de son déplacement le long de ce contour. Au moyen des méthodes existantes, les possibilités d'un tel brouillage devraient être évaluées comme si, en chacun des points du trajet d'un navire, s'il est situé dans cette zone, ces stations étaient stationnaires.

La présente Annexe fournit une méthode appelée méthode des points de contour critiques qui permet de simplifier la détermination des possibilités de brouillage causé aux stations du service fixe en ne tenant compte que d'un petit nombre de points sur le contour de navigation. Ces points sont nommés points de contour critiques (CCP, *critical contour point*). Certains d'entre eux sont propres au contour de navigation, tandis que d'autres sont propres aux différentes stations du service fixe.

## **2 Eléments à prendre en compte au cours de la définition des points CCP**

### **2.1 Exploitation stationnaire**

Dans le cas de l'exploitation stationnaire d'une station ESV, les possibilités de brouillage peuvent être évaluées au moyen de la Recommandation UIT-R SF.1006 ou UIT-R SM.1448, ou au moyen de toute autre méthode dont sont convenues les administrations impliquées, comme celle qui pourrait être appliquée à une nouvelle station du SFS.

### **2.2 Exploitation en mouvement**

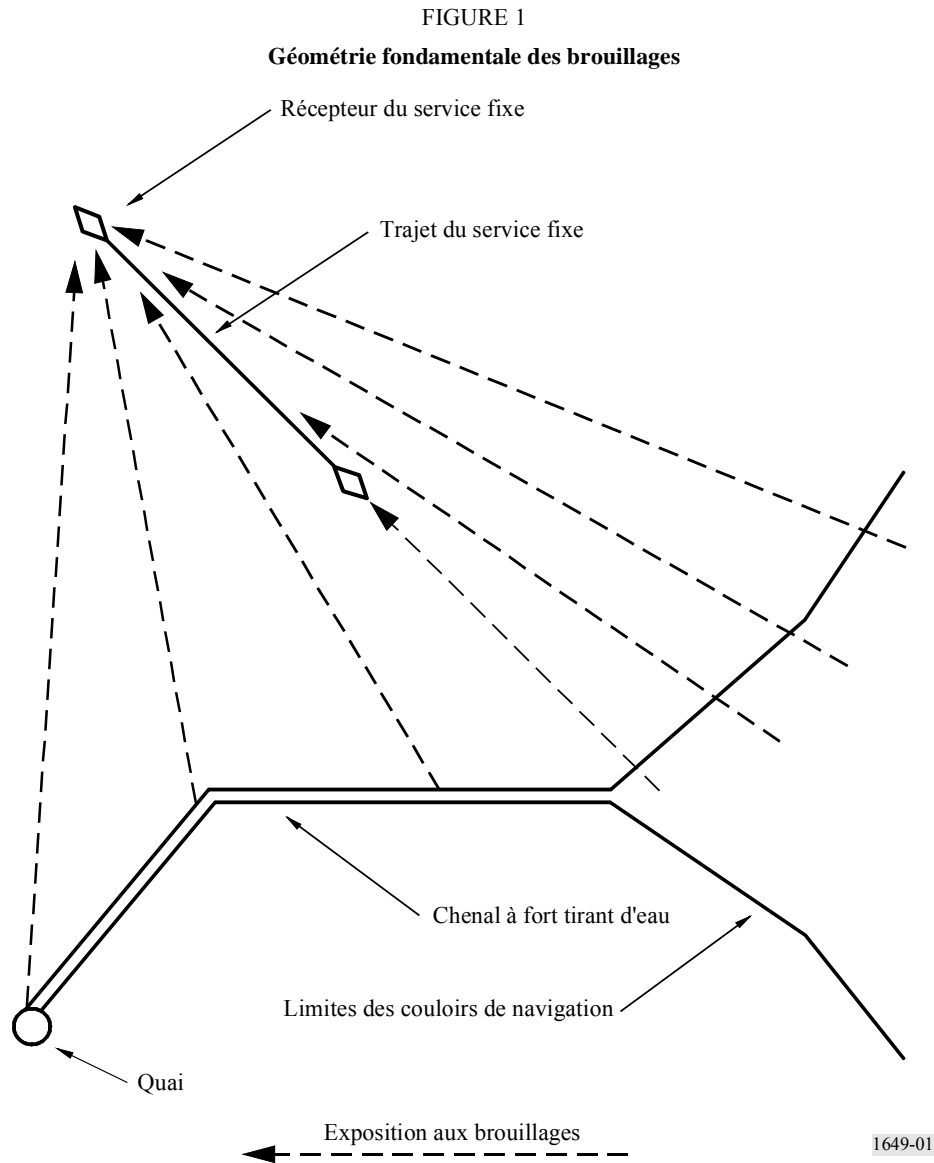
Toute station du service fixe dans une zone (par exemple, comme décrite dans la Recommandation UIT-R SF.1585) doit être examinée afin qu'il soit déterminé si elle subira des brouillages dépassant la limite admissible. Cela nécessite normalement l'évaluation, en chacun des points le long du trajet d'un navire équipé d'une station ESV en mouvement, situé à l'intérieur du contour de navigation, des possibilités de brouillage causé à chacune des stations du service fixe. La méthode des points CCP vise en revanche à réduire les contraintes de calcul par la définition d'un petit nombre de points pour chaque récepteur du service fixe dans une certaine zone.

#### **2.2.1 Définition des points CCP pour chaque récepteur du service fixe susceptible de subir des brouillages**

Pour toute exposition aux brouillages d'un récepteur donné du service fixe, causés par un terminal de station ESV sur un bateau en mouvement, les calculs font intervenir trois variables liées à la position:

- affaiblissement de propagation dépassé à tout moment sauf pendant un pourcentage du temps. Cet affaiblissement dépend de la longueur du trajet des brouillages et des zones radioclimatiques et peut comprendre les effets des blocages qui peuvent se produire sur le trajet des brouillages;
- gain d'une antenne de récepteur du service fixe; et
- gain d'une antenne de station ESV en direction de l'horizon.

Ces trois facteurs peuvent aisément être déterminés pour chaque point dans le contour de navigation, tel que défini par le chenal à fort tirant d'eau (voir la Fig. 1).



Aux fins de l'évaluation des possibilités de brouillage, on fait l'approximation qui consiste à remplacer le contour de navigation par des segments de ligne droite. La définition des CCP dépend de la position et de l'alignement par rapport au contour de navigation du trajet du service fixe, et il convient de distinguer plusieurs cas. Dans les cas où il n'y a pas d'intersection entre l'azimut de l'axe du lobe principal de l'antenne du service fixe et une partie quelconque de la zone d'exploitation de la station ESV, les points de contour critiques sont des points situés sur ce contour à l'endroit où celui-ci change de direction ou atteint la distance à partir de la côte au-delà de laquelle une coordination n'est pas requise. Dans les cas où il y a intersection entre l'azimut de l'axe du lobe principal de l'antenne du service fixe et le contour de navigation, il faut augmenter et/ou modifier le nombre de points CCP. Dans tous les cas, il convient d'employer les mêmes CCP pour analyser les brouillages tant de longue durée que de courte durée causés à une station quelconque du service fixe faisant l'objet d'un examen. On évalue les brouillages causés par l'exploitation des stations ESV en mouvement à un récepteur quelconque du service fixe dans la zone où les possibilités de brouillage causé par la station ESV doivent être évaluées en analysant, au moyen des modèles d'affaiblissement de propagation tels que ceux qui sont donnés dans la Recommandation UIT-R P.452, le fonctionnement en chacun des points CCP de chaque récepteur. Cette évaluation a pour objet la détermination des fréquences qui peuvent être utilisées pour l'exploitation des stations ESV en mouvement, sans causer des brouillages de niveaux inacceptables aux stations du service fixe.

En vue de définir les points de contour critiques par rapport à un récepteur donné du service fixe, il convient de distinguer les trois cas suivants.

*Cas 1:* Il n'y a pas d'intersection entre l'axe du lobe principal de l'antenne de réception du service fixe et une partie quelconque du contour de navigation. Les seuls CCP dans ce cas sont les points où le contour de navigation de la station ESV change de direction.

*Cas 2:* Le lobe principal de l'antenne du service fixe (avec une tolérance de 10 dB par rapport au gain maximal de l'antenne) est entièrement situé dans un segment du contour de navigation. Les points situés sur ce contour, pour lesquels le gain de l'antenne est inférieur de 10 dB à sa valeur maximale, définissent deux CCP supplémentaires. Le segment du contour de navigation entre ces deux points CCP contient le point d'intersection naturel (NIP), à savoir le point d'intersection de l'axe du lobe principal de l'antenne du service fixe avec le contour de navigation. Ce point NIP est toujours pris comme point CCP.

*Cas 3:* Le point NIP est suffisamment proche de l'un des points où le contour de navigation change de direction pour que le lobe principal de l'antenne du service fixe s'étende sur plus d'un segment du contour de navigation. Ce cas a le plus de chance de se produire, lorsque le point NIP est proche de l'un des points où le contour de navigation de la station ESV change de direction. L'intersection du contour de navigation avec les points à 10 dB de l'antenne définit deux points de contour critiques supplémentaires, comme dans le Cas 2; toutefois, dans le cas présent, le point initial dans le lobe principal ne doit pas être considéré comme un CCP.

*Autre possibilité:* S'il existe un point sur le contour de navigation d'une station ESV dont l'antenne a un gain maximal en direction de l'horizon qui est orienté vers un récepteur du service fixe, ce point sur le contour peut être défini comme étant un point CCP supplémentaire pour ce récepteur du service fixe, indépendamment du cas parmi les trois cas, qui s'applique.

### 2.2.2 Analyse des brouillages de longue durée

Les brouillages de longue durée sont définis par une accumulation de la puissance de brouillage causé par chacun des segments du contour de navigation, du quai jusqu'à l'extrémité du contour de navigation au-delà de laquelle la coordination n'est plus nécessaire, à savoir une somme des contributions provenant de l'exploitation entre les points CCP successifs, par rapport à une station de réception du service fixe. La méthode décrite à l'Annexe 2 emploie le principe de la dégradation relative de la qualité (FDP, *fractional degradation of performance*) définie dans la Recommandation UIT-R F.1108. La seule différence est que l'affaiblissement de propagation dont on a besoin pour le calcul est celui qui en chacun des points CCP est dépassé à tout moment sauf pendant 20% du temps. La contribution à la dégradation FDP de chaque segment peut être calculée sous une forme analytique à partir de la puissance moyenne des brouillages reçus, causés par l'exploitation de la station ESV dans le segment, y compris l'effet du temps passé dans le segment au cours des passages multiples des stations ESV. Pour un segment qui ne contient pas de point NIP, cette moyenne est calculée en supposant que la somme du gain (dB) des antennes du service fixe et des stations ESV varie linéairement le long du segment. La moyenne sur un segment qui contient un point NIP est déterminée au moyen d'un lobe principal de forme gaussienne de l'antenne du service fixe, comme indiqué dans la Recommandation UIT-R F.1245.

Le critère qui est appliqué à ces brouillages est le niveau de puissance des brouillages de longue durée défini dans la Recommandation UIT-R SF.1006 ou UIT-R F.758.

### 2.2.3 Analyse des brouillages de courte durée

On peut déterminer l'acceptabilité des brouillages de courte durée en analysant si la puissance des brouillages causés par les exploitations à proximité d'un point de contour critique dépasse la valeur spécifiée par le critère relatif aux courtes durées pendant un pourcentage de temps supérieur au pourcentage admissible  $p_{ST}$ . Les critères de brouillage de courte durée employés dans la Recommandation UIT-R SF.1650 pour les bandes des 6 et 14 GHz peuvent être employés à ces fins.

La détermination de la puissance des brouillages de courte durée causés par l'exploitation d'une station ESV à proximité d'un point CCP dépend de l'affaiblissement de propagation sur le trajet en provenance de ce point CCP. Elle dépend en particulier de l'affaiblissement de propagation dépassé à tout moment sauf pendant un petit pourcentage du temps, pourcentage qui est inversement proportionnel au pourcentage du temps,  $p_{ESVi}$ , associé à l'exploitation de la station ESV à proximité de ce CCP. Cette démarche qui est décrite en détail à l'Annexe 2 est semblable à celle qui est employée dans la Recommandation UIT-R SF.1485 ou au § 2.2.2 de l'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R SM.1448. Le pourcentage du temps associé à l'exploitation de la station ESV à proximité d'un CCP dépend de la situation qui prévaut parmi celles qui peuvent exister en vertu des trois cas décrits dans le § 2.2.1.

Dans les cas où l'axe du lobe principal du service fixe a un point d'intersection naturel avec le contour de navigation de la station ESV, le pourcentage du temps,  $p_{ESVi}$ , associé à l'exploitation de la station ESV à proximité de ce point NIP est directement lié au temps nécessaire au déplacement de la station ESV le long du contour de navigation entre les deux points à 10 dB pour l'antenne du service fixe.

Sauf pour les points CCP adjacents à un point NIP, qui sont traités comme des extrémités du contour de navigation, le pourcentage du temps  $p_{ESVi}$  dépend du temps nécessaire au déplacement de la station ESV le long du contour de navigation, du milieu du segment précédent au milieu du segment suivant. Lorsque le point CCP est situé à l'extrémité du contour de navigation, l'un de ces segments n'existe pas et sa contribution est fixée à zéro.

Il est aussi possible que des situations plus complexes se produisent, mais celles-ci peuvent être abordées au moyen d'une démarche semblable à celle qui est proposée ici.

## 3 Application de la méthode des points CCP à la détermination du spectre disponible

On peut déterminer le spectre disponible pour les terminaux des stations ESV des navires en route ou proches des ports en employant la méthode des points CCP pour évaluer si l'utilisation d'une fréquence donnée causera des brouillages dépassant la limite admissible entre la station ESV et les stations du service fixe.

Après avoir défini les CCP pour une station de réception du service fixe, on peut employer l'Annexe 2 pour déterminer si les niveaux de brouillage tant de longue durée que de courte durée sont admissibles. Ces intervalles de fréquences, pour lesquels il peut être démontré que l'exploitation des stations ESV ne cause pas de brouillage inacceptable à un quelconque récepteur du service fixe, peuvent être assignés aux stations ESV qui sont de passage dans ce port donné.

## Annexe 2

### Calcul des brouillages causés par les ESV

#### 1 Introduction

La Résolution 82 (CMR-2000) porte sur les dispositions relatives aux stations ESV exploitées dans les bandes de fréquences 3 700-4 200 MHz et 5 925-6 425 MHz. Trois nouvelles Recommandations ont été établies par le Groupe de travail 4-9S, deux d'entre elles seulement nécessitant l'examen des critères de brouillage de courte durée, à savoir la Recommandation UIT-R SF.1650 qui concerne la distance à partir de la côte au-delà de laquelle les brouillages du service fixe ne doivent plus être pris en compte, et la Recommandation UIT-R SF.1585 qui porte sur la définition d'une zone dans laquelle les possibilités de brouillage causé par les stations ESV doivent être examinées lorsqu'il est envisagé de les exploiter en deçà de la limite de la zone côtière. La présente Recommandation (la troisième) concerne la détermination des possibilités de brouillage causé par les stations ESV lorsqu'elles sont exploitées en deçà de la limite de la zone côtière.

L'Annexe 1 porte sur la définition des points permettant de déterminer les possibilités de brouillage causé par les stations ESV. Après avoir défini les points, il est nécessaire d'examiner les brouillages aux stations au-delà de l'horizon radioélectrique ainsi que les brouillages aux stations directement visibles à partir des positions d'exploitation d'une station ESV en mouvement. Dans le cas des stations terriennes d'émission fixes, les brouillages aux récepteurs du service fixe au-delà de l'horizon sont limités en application des critères de brouillage de courte durée, tandis que ceux des récepteurs en visibilité directe sont limités en application des critères de brouillage de longue durée. La Recommandation UIT-R SF.1006 fournit la méthode et les critères de brouillage pour l'évaluation des brouillages tant de longue que de courte durée et recommande que les deux types de critères soient respectés lors de la détermination des possibilités de brouillage. Tandis que les stations ESV rendent cette détermination plus complexe, les principes restent les mêmes: les stations distantes sont protégées des brouillages à grande puissance et de courte durée par les critères relatifs à la courte durée, alors que les stations proches sont protégées par les critères relatifs à la longue durée, assurant la protection de la marge contre l'évanouissement du récepteur. La présente Annexe établit les fondements pour la détermination des possibilités de brouillage dans tous les cas présentant un intérêt.

Dans le § 2 ci-après sont décrites les statistiques de l'affaiblissement de propagation entre deux stations à la surface de la Terre, et est montrée, pour des trajets de longueurs différentes, la relation entre l'affaiblissement dépassé à tout moment sauf pendant un pourcentage du temps et les critères de brouillage de longue et de courte durée qui sont appliqués lorsque la position de la station terrienne d'émission est fixe. Dans le § 3 est examinée la méthode de détermination des possibilités de brouillage lorsque la situation est plus complexe en raison du mouvement de la station causant le brouillage, et est établie une démarche déduite à partir de celle qui concerne l'utilisation conjointe de la FDP définie dans la Recommandation UIT-R F.1108 et de la méthode des CCP décrite à l'Annexe 1 de la présente Recommandation. Il est montré dans le § 4 que cette démarche conduit à une méthode de détermination de l'acceptabilité des possibilités de brouillage, fondée sur les critères de brouillage de longue durée. Une démarche relative à l'analyse des brouillages de courte durée, fondée sur le même ensemble de points CCP, est établie dans le § 5.



## 2 Affaiblissement minimal de propagation requis pendant un pourcentage du temps fixe avec des stations stationnaires

L'affaiblissement minimal de propagation requis exigé pour respecter un niveau admissible de puissance de brouillage au niveau des terminaux d'antenne d'une station fixe de réception pendant un pourcentage du temps,  $p$ , peut être obtenu à l'aide de la Recommandation UIT-R SM.1448, où l'affaiblissement minimal requis est l'affaiblissement qui doit être égal ou être dépassé par l'affaiblissement prévu le long du trajet pendant  $p\%$  du temps<sup>1</sup>. Donc, on a l'équation suivante:

$$L_b(p) = P_t + G_t + G_r - P_r(p) \quad \text{dB} \quad (1)$$

où:

- $p$ : pourcentage maximal du temps pendant lequel la puissance de brouillage admissible peut être dépassée
- $L_b(p)$ : affaiblissement minimal requis (dB) en mode de propagation (1) pendant  $p\%$  du temps; cette valeur doit être dépassée par l'affaiblissement prévu le long du trajet en mode de propagation (1) à tout moment sauf pendant  $p\%$  du temps
- $P_t$ : niveau maximal de puissance d'émission disponible (dBW) dans la largeur de bande de référence au niveau des terminaux de l'antenne d'une station de Terre ou d'une station terrienne d'émission
- $P_r(p)$ : puissance de brouillage admissible d'une émission causant des brouillages (dBW) dans la largeur de bande de référence, dépassée pendant au plus de  $p\%$  du temps au niveau des terminaux de l'antenne d'une station de Terre de réception qui peut être soumise aux brouillages, lorsque les émissions causant les brouillages proviennent d'une source unique
- $G_t$ : gain (dB par rapport au gain isotrope) de l'antenne d'une station de Terre ou d'une station terrienne d'émission. Pour une station terrienne d'émission, il s'agit du gain de l'antenne en direction de l'horizon physique sous un azimut donné
- $G_r$ : gain (dB par rapport au gain isotrope) de l'antenne de réception d'une station de Terre ou d'une station terrienne qui peut être soumise aux brouillages. Pour une station de Terre de réception, il faut employer le gain maximal de l'antenne dans la direction de l'axe du lobe principal.

Pour les brouillages de longue durée, le pourcentage du temps est habituellement de 20% et la puissance de brouillage admissible est donnée, conformément à la Recommandation UIT-R SF.1006, par la formule suivante:

$$P_r(20) = 10 \log(k T_e B) + J \quad \text{dBW} \quad (2)$$

où:

- $k$ : constante de Boltzmann égale à  $1,38 \times 10^{-23}$  J/K
- $T_e$ : température du bruit thermique du système de réception (K), au niveau du terminal de l'antenne de réception

<sup>1</sup> Lorsque  $p$  représente un faible pourcentage du temps, de l'ordre de 0,001% à 1,0%, le brouillage est considéré comme étant de courte durée; si  $p \geq 20\%$ , il est considéré comme étant de longue durée.

- B*: largeur de bande de référence (Hz), à savoir la largeur de bande au niveau de la station de réception qui est soumise au brouillage, pour laquelle on peut faire la moyenne de la puissance de l'émission causant les brouillages
- J*: rapport (dB) de la puissance de brouillage de longue durée admissible provenant d'une quelconque source de brouillage au bruit thermique du système de réception.

Pour les brouillages de courte durée, le pourcentage du temps est une fraction appropriée du pourcentage total du temps de brouillage autorisé. Aux fins du présent exposé, nous supposons que ce pourcentage a pour valeur 0,001%. Nous pouvons alors écrire que:

$$P_r(0,001) = 10 \log(k T_e B) + 10 \log(10^{M_s/10} - 1) \quad \text{dBW} \quad (3)$$

où  $M_s$  est la marge de qualité de la liaison (dB).

Il convient de noter que la puissance admissible pour les brouillages de courte durée est considérablement plus grande que celle des brouillages de longue durée. Nous avons en effet la formule suivante:

$$P_r(0,001) - P_r(20) = 10 \log(10^{M_s/10} - 1) - J \quad \text{dB} \quad (4)$$

Dans la Recommandation UIT-R SF.1650, on avait employé dans le calcul de la puissance de brouillage admissible de courte durée une valeur de 19 dB pour la marge  $M_s$ . Si une valeur de -10 dB était une valeur représentative du rapport  $J$ , l'équation (4) donnerait la différence suivante:

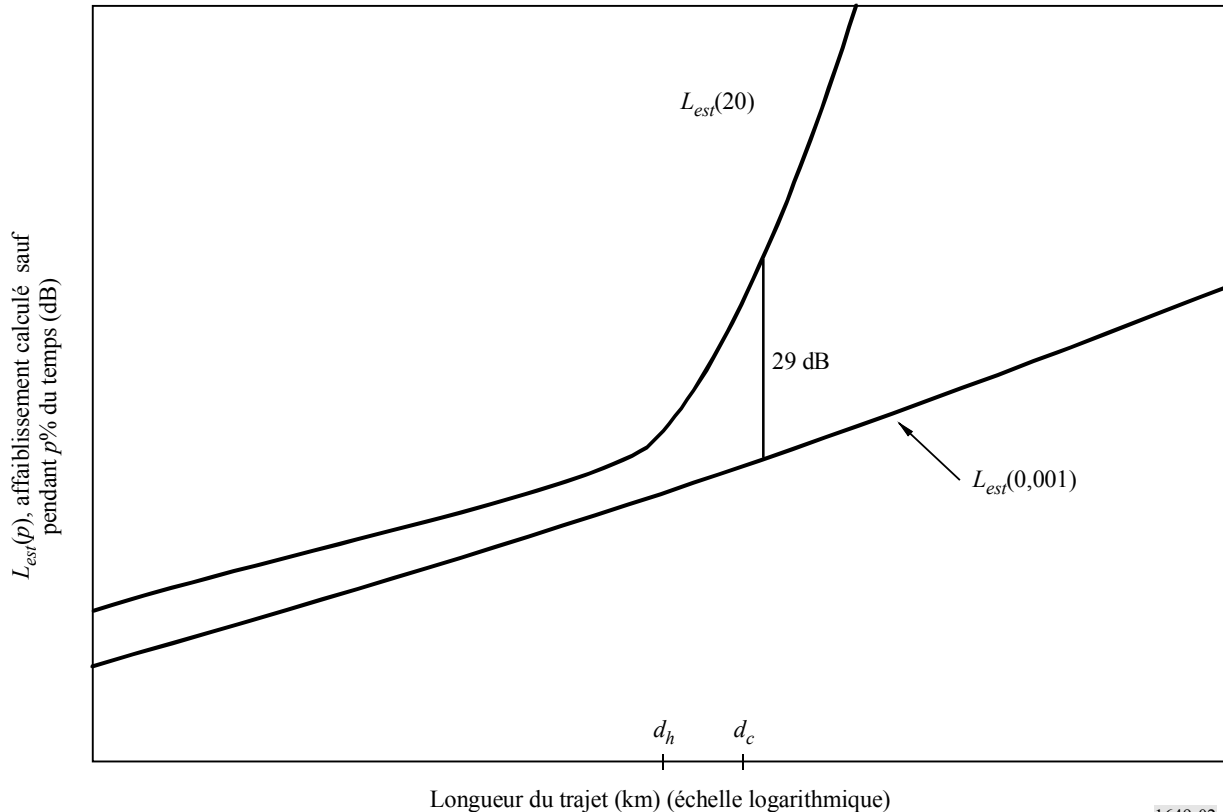
$$P_r(0,001) - P_r(20) \approx 29 \text{ dB} \quad (5)$$

On peut employer ces puissances de brouillage admissible dans l'équation (1) pour déterminer l'affaiblissement minimal de propagation requis qui doit être dépassé par l'affaiblissement prévu le long du trajet à tout moment sauf pendant un même pourcentage du temps. L'affaiblissement prévu le long du trajet qui est dépassé à tout moment sauf pendant un pourcentage du temps  $p$  peut être calculé à l'aide de la méthode décrite dans la Recommandation UIT-R P.452 et peut être désigné par  $L_{452}(p)$ . Dans la Fig. 2, on a représenté la variation en fonction de la distance de l'affaiblissement prévu le long du trajet qui est dépassé à tout moment sauf pendant 20% du temps et de celui qui est dépassé à tout moment sauf pendant 0,001% du temps.

Pour les hauteurs choisies des antennes, le trajet de propagation provenant de la source de brouillage jusqu'au récepteur du service fixe est juste rasant à la distance le long du trajet  $d_h$ . A des distances supérieures, le récepteur est au-delà de l'horizon radioélectrique et l'affaiblissement prévu qui est dépassé à tout moment sauf pendant 20% du temps,  $L_{452}(20)$ , augmente rapidement avec la distance. A la distance critique  $d_c$ , la différence entre l'affaiblissement prévu qui est dépassé à tout moment sauf pendant 20% du temps et celui qui est dépassé à tout moment sauf pendant 0,001% du temps est de 29 dB. Donc, à cette distance, les critères de brouillage de longue et de courte durées pour ces pourcentages du temps sont soit satisfaits tous les deux, soit non satisfaits tous les deux. A des distances plus grandes, le critère de brouillage de longue durée est toujours satisfait si celui qui concerne les courtes durées est satisfait. A des distances plus petites, le critère de brouillage de courte durée est toujours satisfait si celui qui concerne les longues durées est satisfait. C'est la raison pour laquelle seuls les critères de brouillage de courte durée sont employés pour définir la zone de coordination.

FIGURE 2

Variation en fonction de la distance de l'affaiblissement prévu le long du trajet  
sauf pendant 20% et 0,001% du temps (estimation)



1649-02

### 3 Conséquences de la variation en fonction du temps des paramètres autres que l'affaiblissement de propagation

Dans le cas des stations ESV, la puissance des brouillages au niveau de l'antenne de réception est soumise à des variations dues au mouvement de la station terrienne d'émission, ainsi qu'à un affaiblissement de propagation qui varie en fonction du temps. On peut prendre en compte les brouillages de longue durée et les brouillages de courte durée en adaptant les techniques utilisées dans d'autres scénarios de partage. Les traitements distincts nécessaires pour tenir compte des brouillages de courte durée et des brouillages de longue durée que subissent les stations ESV en mouvement sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

#### 3.1 Analyse des brouillages de courte durée

Les analyses des brouillages de courte durée causés par les stations ESV, bien que plus complexes, ne diffèrent pas de celles qui sont utilisées pour définir la zone de coordination pour une station fixe de réception par rapport aux stations terriennes émettant vers les stations spatiales non OSG. Dans le cas non OSG, seul le gain en direction de l'horizon,  $G_r$ , figurant dans l'équation (1), varie avec le temps. La méthode du gain qui varie en fonction du temps (TVG, *time-varying gain*), décrite au § 2.2.1 de la Recommandation UIT-R SM.1448, est proposée comme méthode permettant de compléter ces scénarios (voir aussi la Recommandation UIT-R SF.1485). L'application de cette méthode du gain TVG nécessite la détermination de la distribution cumulée du gain en direction de l'horizon et en direction de la station fixe, qui est dépassé pendant un pourcentage du temps,  $p_n$ .

Pour chaque pourcentage  $p_n$ , le gain associé en direction de l'horizon et la puissance de brouillage admissible,  $P_t(p)$ , sont employés dans l'équation (1) pour déterminer un affaiblissement minimal requis qui devrait être dépassé à tout moment sauf pendant un pourcentage  $p_v$  du temps, avec la contrainte suivante:

$$p_v = \begin{cases} 100 p/p_n & \text{pour } p_n \geq 2 p \\ 50 & \text{pour } p_n < 2 p \end{cases} \quad \% \quad (6)$$

L'affaiblissement prévu le long du trajet pour un pourcentage  $p_v$  du temps doit dépasser cet affaiblissement pour chaque pourcentage  $p_n$  à la distance de coordination, lors de la définition de la zone de coordination.

Le cas des stations ESV est plus complexe, en ce sens que le trajet des brouillages causés par la station ESV vers la station fixe varie aussi lorsque le navire se déplace. L'association avec les pourcentages  $p_n$  et les gains,  $G_n$ , n'est donc pas unique. Pour déterminer les possibilités de brouillage, il est nécessaire de considérer un certain nombre de points le long du contour de navigation de la station ESV comme étant des CCP et d'associer à chacun de ces points un gain en direction de l'horizon de l'antenne d'émission et un pourcentage du temps.

### 3.2 Analyse des brouillages de longue durée

L'analyse des brouillages de longue durée causés par les stations ESV n'est nécessaire que pour déterminer les possibilités de brouillage. Ce scénario ne diffère pas des scénarios de brouillage espace vers Terre causé par des satellites non OSG aux récepteurs du service fixe, pour lesquels la notion de FDP a été définie. La Recommandation UIT-R F.1108 définit la FDP au moyen de la formule suivante:

$$FDP = \frac{\sum_i f_i I_i}{N_T} = \frac{\text{Puissance moyenne de brouillage}}{N_T} \quad (7)$$

où:

- $N_T$ : puissance de bruit équivalente à l'entrée du récepteur dans la largeur de bande B (dB(W/B))
- $B$ : largeur de bande de référence.
- $I_i$ :  $i$ -ème niveau de la puissance de brouillage présente à l'entrée du récepteur dans la largeur de bande B (dB(W/B))
- $f_i$ : fraction du temps pendant laquelle le  $i$ -ème niveau de brouillage est présent.

Dans le cas des brouillages causés par des satellites non OSG, il est habituellement supposé que les émissions des satellites se propagent dans des conditions d'espace libre, même si dans certains cas il a été tenu compte d'affaiblissements atmosphériques. Donc, on détermine la dégradation FDP au moyen de l'équation (7) en employant une simulation pour obtenir les valeurs de la puissance de brouillage et la fraction du temps pendant laquelle ces brouillages ont lieu. En analysant les brouillages entre les stations fixes de Terre et les stations terriennes fixes, on emploie habituellement un modèle de propagation tel que celui de la Recommandation UIT-R P.452 qui permet de déterminer l'affaiblissement de propagation. Une démarche composite peut être mise au point au moyen de la Recommandation UIT-R P.452 pour déterminer l'affaiblissement de propagation pour un CCP, qui est dépassé à tout moment sauf pendant 20% du temps. En effectuant

un changement d'échelle qui tient compte du fait que l'affaiblissement en espace libre dépend du carré de la distance, on peut déterminer par intégration directe sous une forme analytique la contribution à la dégradation FDP due à l'exploitation le long des parties du trajet d'une station ESV. Afin que la méthode soit plus proche de celle qui est utilisée dans le cas des stations terriennes pour déterminer les possibilités de brouillage, celles-ci seront déterminées à partir de la puissance moyenne de brouillage, le numérateur dans l'équation (7). Cette puissance moyenne peut être comparée directement avec la valeur admissible des brouillages de longue durée. La démarche est décrite plus complètement au § 4.

#### 4 Analyse détaillée des brouillages de longue durée

Pour analyser les brouillages de longue durée causés par les stations ESV exploitées sur un contour proposé en deçà de la limite de la zone côtière, il faut d'abord diviser le contour de navigation en segments de ligne droite. Les extrémités de ces segments de ligne droite permettent de définir, au moyen de la méthode décrite à l'Annexe 1, l'ensemble des CCP qui sont nécessaires pour déterminer la puissance moyenne de brouillage. Dans les cas où l'axe du lobe principal de l'antenne du service fixe coupe l'un des segments, le point d'intersection est aussi un CCP pour cette station du service fixe. La puissance moyenne de brouillage est obtenue à partir de la somme des contributions de chaque segment du contour de navigation. Selon l'usage et les notations employées dans la Recommandation UIT-R SF.1650, il est supposé qu'un nombre  $f_{ESV}$  de navires traversent le contour de navigation par an, chacun à une vitesse constante de  $v_{ESV}$  km/h.

Lorsqu'un segment contient une intersection avec un axe du lobe principal de l'antenne du service fixe, la contribution due au passage de la station ESV à travers le lobe principal est susceptible d'être plus importante que la contribution de ce segment à la puissance moyenne de brouillage. Les contributions dues à un passage à travers le lobe principal et au passage à travers un segment sans intersection avec l'axe du lobe principal sont examinées dans les deux sous-sections suivantes, respectivement. La méthode globale permettant de tenir compte de toutes les contributions à la puissance moyenne de brouillage est présentée dans une troisième sous-section.

##### 4.1 Contribution à la puissance moyenne de brouillage due au passage à travers le lobe principal

La Recommandation UIT-R F.699 ou UIT-R F.1245 peut être utilisée pour déduire la forme fonctionnelle du gain d'antenne (dBi) du service fixe sous un angle de  $\varphi_d$  (degrés) par rapport à l'axe de visée:

$$G_r(\varphi_d) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left( \frac{D}{\lambda} \right)^2 \varphi_d^2 \quad \text{pour } \varphi_d < \varphi_{dm}$$

où:

$$\frac{D}{\lambda} = 10^{(G_{max}-7,7)/20} \quad (\text{rapport du diamètre de l'antenne à la longueur d'onde})$$

$$\varphi_{dm} = \frac{20\lambda}{D} \sqrt{G_{max} - G_1} \quad (\text{angle par rapport à l'axe de visée du premier lobe latéral (degrés)})$$

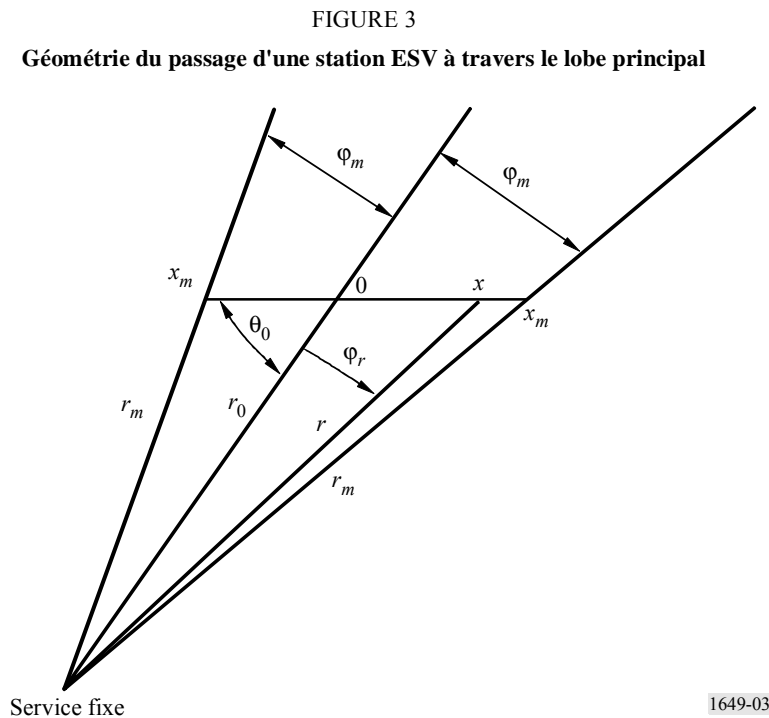
$$G_1 = 2 + 15 \log(D/\lambda) \quad (\text{gain d'antenne au niveau du premier lobe latéral (dBi)}).$$

Le taux de gain dans le lobe principal sous un angle de  $\varphi_d$  (degrés) par rapport à l'axe de visée est alors donné par la formule suivante<sup>2</sup>:

$$g_r(\varphi_r) = g_{max} e^{-\alpha^2 \varphi_r^2} \quad \text{pour } \varphi_r < \varphi_{dm} \quad (8)$$

où:

$$\alpha^2 = \frac{\ln(10)}{10} (2,5 \times 10^{-3}) \left( \frac{D}{\lambda} \right)^2$$



La géométrie du passage à travers le lobe principal est représentée dans la Fig. 3. Le trajet de navigation de la station ESV suit l'axe  $x$  et croise l'axe du lobe principal en  $x = 0$  sous un angle  $\theta_0$ . Le faisceau principal de l'antenne a une ouverture ( $2 \varphi_m$ ) à  $-10$  dB de moins de  $2^\circ$  pour une antenne dont le gain maximal est de 45 dBi, valeur représentative pour la bande des 6 GHz. L'intersection du lobe principal et du trajet de la station ESV correspond à un intervalle sur l'axe  $x$  compris entre

<sup>2</sup> Tout au long du présent exposé, les quantités exprimées en dB, en dBi ou en dBW sont indiquées au moyen de caractères latins majuscules italiques, tandis que ces mêmes quantités, lorsqu'elles sont exprimées en fonction de taux de puissance ou d'unités de puissance, sont représentées par les minuscules de ces mêmes caractères latins italiques avec le même indice. On a donc l'égalité suivante  $g_{max} = 10^{G_{max}/10} = e^{G_{max} \ln(10)/10}$ .

$x_{-m}$  et  $x_m$ . La puissance de réception (Watt dans la largeur de bande de référence) lorsque la station ESV est déplacée de  $x$  km à partir du point où l'axe du lobe principal coupe le trajet de la station ESV, et de  $r$  km à partir du récepteur du service fixe, peut s'écrire comme suit:

$$p_{r,x} = \frac{p_t g_{t0} g_{r \max}}{\ell_{452}(20) \ell_F} \frac{r_0^2}{r^2} e^{-\alpha^2 \phi_r^2} \quad (9)$$

où:

- $p_t$ : puissance d'émission (W) dans la largeur de bande de référence
- $g_{t0}$ : gain (sous la forme d'un taux) de l'antenne d'émission en direction du récepteur du service fixe lorsque la station ESV traverse le lobe
- $g_{r \max}$ : gain maximal (sous la forme d'un taux) de l'antenne de réception
- $\ell_F$ : taux d'affaiblissement dans la ligne d'alimentation du système de réception du service fixe
- $\ell_{452}(20)$ : taux d'affaiblissement de propagation à l'intersection avec le lobe, tel que calculé dans la Recommandation UIT-R P.452, qui sera dépassé à tout moment sauf pendant 20% du temps
- $\phi_r$ : angle par rapport à l'axe du lobe principal (degrés)
- $\phi_m$ : angle par rapport à l'axe du lobe principal (degrés), pour lequel le gain de l'antenne de réception est inférieur de 10 dB à sa valeur maximale.

Il convient de noter que l'on suppose que le gain de l'antenne d'émission est constant dans un angle d'ouverture étroit (moins de 2°), et que l'affaiblissement de propagation a été ramené à la distance  $r$ .

Puisque la demi-ouverture du faisceau principal est inférieure à 1°, on peut faire l'approximation suivante:

$$r = r_0 + x \cos \theta_0$$

$$\phi_r = (180/\pi)x \sin \theta_0 / (r_0 + x \cos \theta_0)$$

La valeur moyenne de la puissance de brouillage d'un émetteur, uniformément répartie sur le trajet de  $x_{-m}$  à  $x_m$  s'écrit comme suit:

$$\overline{p_{r,0}} = \frac{1}{x_m - x_{-m}} \int_{x_{-m}}^{x_m} p_{r,x} \, dx$$

où  $p_{r,x}$  est donné par l'équation (9). En remplaçant la variable d'intégration par  $\phi_r$ , on obtient:

$$\overline{p_{r,0}} = \frac{p_t g_{t0} g_{r \max}}{\ell_{452}(20) \ell_F} \frac{2\phi_m r_0 (\pi/180)}{(x_m - x_{-m}) \sin \theta_0} \left[ \frac{1}{2\phi_m} \int_{-\phi_m}^{\phi_m} e^{-\alpha^2 \phi_r^2} d\phi_r \right] \quad (10)$$

Le terme entre crochets est le gain moyen relatif à  $g_{r \max}$  (sous la forme d'un taux) du lobe principal mesuré entre des valeurs d'angle pour lesquelles le gain est inférieur de 10 dB à sa valeur maximale. Pour le diagramme de référence d'une antenne conforme à la Recommandation UIT-R F.699 ou UIT-R F.1245, la valeur de cette quantité est 0,565.

On peut convertir la moyenne obtenue à l'aide de l'équation (10) en une puissance moyenne totale sur un an en la multipliant par la fraction de l'année pendant laquelle cette puissance moyenne de brouillage est présente. Le temps en heures nécessaire à un navire pour traverser le lobe principal est  $(x_m - x_{-m})/v_{ESV}$ . Si le nombre de navires par an qui traversent le lobe principal est  $f_{ESV}$ , la moyenne sur un an de la puissance moyenne totale de brouillage est donnée par la formule suivante<sup>3</sup>:

$$\tilde{I}_{0,av} = \frac{P_t g_{t0} g_{r \max}}{\ell_{452}(20) \ell_F} \frac{2\pi\varphi_m r_0}{180 v_{ESV} \sin \theta_0} \frac{f_{ESV}}{8\,760} (0,565) \quad (11)$$

où 8 760 est le nombre d'heures dans une année.

Il convient de noter que la puissance de brouillage de longue durée est sensiblement inférieure à celle qu'aurait une station terrienne ayant les mêmes caractéristiques, qui serait située de façon permanente au point où l'axe du lobe principal de l'antenne du service fixe coupe le trajet de navigation de la station ESV. Par exemple, pour l'angle d'intersection de 90°, qui produit le moins de brouillage, et pour 1 000 passages d'un navire à une vitesse de 5 noeuds (9,261 km/h) à une distance de 20 km, la puissance moyenne de brouillage donnée par l'équation (11) diminuerait de 23,8 dB. Dans la même situation, mais pour un angle d'intersection de 20°, la moyenne ne diminuerait que de 19,1 dB. Evidemment, il serait nécessaire de tenir compte des contributions provenant de l'exploitation des stations ESV sur d'autres parties du trajet parce qu'elles réduiraient encore cette différence (dB). Même si l'on pouvait négliger ces autres contributions, il n'apparaît pas clairement quels critères, parmi ceux qui portent sur les longues durées et ceux qui portent sur les courtes durées, interviendraient dans ce cas, puisque les critères portant sur les courtes durées s'appliqueraient à la puissance de brouillage à l'intersection de l'axe du lobe principal avec le contour de navigation. C'est pour cette raison qu'aussi bien les critères de brouillage de courte durée que ceux de longue durée doivent être appliqués pour les stations ESV en mouvement.

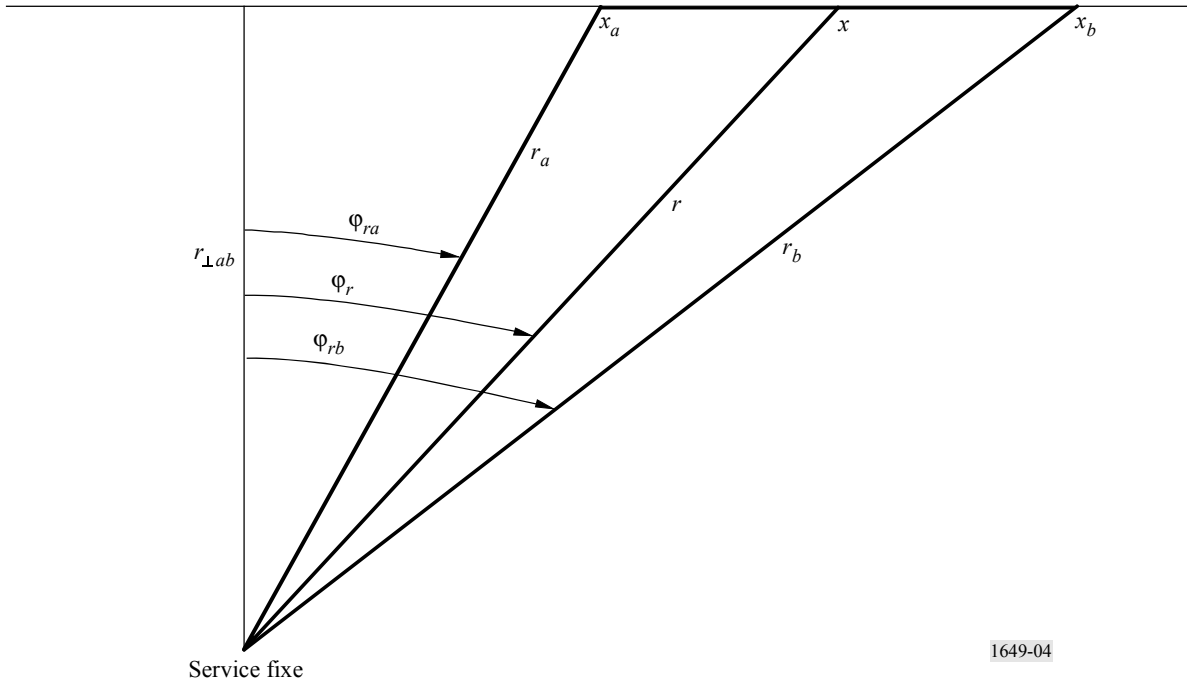
#### 4.2 Contribution à la puissance moyenne de brouillage due au passage à travers un segment sans intersection avec le lobe principal

<sup>3</sup> Le signe tilde (~) au-dessus du symbole de la puissance moyenne de brouillage sert à rappeler que cette quantité est une puissance, les unités de Watt étant dans la largeur de bande de référence.



FIGURE 4

Géométrie du passage d'une station ESV à travers un segment d'un contour de navigation en dehors du lobe principal de l'antenne du service fixe



La géométrie et les coordonnées qui s'appliquent dans ce cas sont représentées dans la Fig. 4. Le navire traverse un segment du contour de navigation compris entre  $x_a$  et  $x_b$ . La formulation est semblable à celle de l'équation (9), sauf que la longueur du segment peut être beaucoup plus grande que l'ouverture du faisceau traversée. En conséquence, dans ce cas, le gain en direction de l'horizon de la station ESV est remplacé par sa valeur maximale sous l'azimut pour le récepteur du service fixe, lorsqu'il passe à travers le segment. Alors que le diagramme réel de gain de l'antenne du service fixe a pu être inclus dans une intégration, une démarche plus simple est de supposer que le gain du service fixe (dBi) varie linéairement avec l'azimut entre les valeurs  $\varphi_a$  et  $\varphi_b$ . Il convient de noter que les azimuts dans cette formulation sont mesurés en abaissant une perpendiculaire par la position de la station du service fixe sur la ligne contenant le segment de  $x_a$  à  $x_b$ . L'approximation linéaire est une méthode prudente en ce sens que les diagrammes de référence du gain d'antenne en dehors du lobe principal sont soit plats soit concaves vers le haut; elle n'affectera pas la précision des résultats parce que la différence entre les gains de l'une des extrémités du segment à l'autre n'est habituellement pas grande. Dès lors, la puissance de réception (en Watt dans la largeur de bande de référence) lorsque la station ESV est sur un tel segment à une distance  $x$  de l'intersection entre la perpendiculaire abaissée par la position de la station du service fixe et la ligne contenant le segment est donnée par la formule suivante:

$$p_{r,x} = \frac{P_t g_{t,ab}}{\ell_{452.a} (20) \ell_F} \frac{r_a^2 g_{r\varphi_r}}{r_{\perp ab}^2 + x^2} \quad (12)$$

où:

- $p_t$ : puissance d'émission (W) dans la largeur de bande de référence
- $g_{t,ab}$ : taux de gain maximal de l'antenne d'émission en direction du récepteur du service fixe lorsque la station ESV est située entre les points  $x_a$  et  $x_b$
- $\ell_F$ : taux d'affaiblissement dans la ligne d'alimentation du système de réception du service fixe
- $\ell_{452.a}(20)$ : taux d'affaiblissement de propagation au point  $x_a$ , tel que calculé dans la Recommandation UIT-R P.452, qui sera dépassé à tout moment sauf pendant 20% du temps
- $g_{r\varphi_r}$ : gain (sous la forme d'un taux) de l'antenne de réception sous l'azimut  $\varphi_r$  par le point  $x$
- $r_{\perp ab}$ : distance entre la station du service fixe et la ligne contenant le segment de  $x_a$  à  $x_b$ .

Avec l'hypothèse que le gain de l'antenne de réception (dB), varie linéairement de  $G_a$  pour  $\varphi_{ra}$  à  $G_b$  pour  $\varphi_{rb}$ , le taux de gain  $g_{r\varphi_r}$  peut s'écrire comme suit:

$$g_{r\varphi_r} = g_{ra} e^{\frac{\ln(10)}{10} \left( \frac{G_{rb} - G_{ra}}{\varphi_{rb} - \varphi_{ra}} \right) (\varphi_r - \varphi_{ra})} \quad (13)$$

La valeur moyenne sur le segment de la puissance de brouillage  $\overline{p_{r,ab}}$  peut être obtenue comme dans l'équation (10) par l'intégration de l'équation (12) sur l'intervalle de  $x_a$  à  $x_b$  et la division par la longueur de l'intervalle. En remplaçant la variable d'intégration par  $\varphi_r$  où  $x = r_{\perp ab} \text{tg}(\pi\varphi_r/180)$ , on obtient:

$$\overline{p_{r,ab}} = \frac{p_t g_{t,ab}}{\ell_{452.a}(20) \ell_F} \frac{\pi r_a^2 (\varphi_{rb} - \varphi_{ra}) \sqrt{g_{ra} g_{rb}}}{180 r_{\perp ab} (x_b - x_a)} \text{sinh}((G_b - G_a) \ln(10)/20) \quad (14)$$

où les angles  $\varphi_{ra}$  et  $\varphi_{rb}$  sont exprimés en degrés:

$$\text{sinh}(x) = \frac{\sinh(x)}{x}$$

Le temps en heures nécessaire à un navire pour traverser ce segment du trajet de navigation d'une station ESV est  $(x_b - x_a)/v_{ESV}$ . Si le nombre de navires par an qui traversent le lobe principal est  $f_{ESV}$ , la moyenne sur un an de la puissance moyenne totale de brouillage pour le segment est donnée par la formule suivante:

$$\tilde{I}_{ab,av} = \frac{p_t g_{t,ab} \sqrt{g_{ra} g_{rb}}}{\ell_{452.a}(20) \ell_F} \frac{\pi r_a^2 (\varphi_{rb} - \varphi_{ra}) f_{ESV}}{180 r_{\perp ab} 8760 v_{ESV}} \text{sinh}((G_{rb} - G_{ra}) \ln(10)/20) \quad (15)$$

La présence dans l'équation (15) du facteur  $r_a^2 / \ell_{452.a}(20)$  prouve que ce calcul a débuté par un développement du facteur d'affaiblissement de propagation au point  $x_a$ . Si la puissance moyenne de brouillage avait été déterminée à partir du facteur d'affaiblissement de propagation au point  $x_b$ , la puissance moyenne de brouillage aurait été la même, sauf en ce qui concerne le remplacement de  $r_a^2 / \ell_{452.a}(20)$  par  $r_b^2 / \ell_{452.b}(20)$ . Si le facteur d'affaiblissement de propagation, dépassé à tout moment sauf pendant 20% du temps, variait inversement avec le carré de la distance, ces deux termes seraient identiques. Une méthode simple permettant de compenser le fait que la variation inverse avec le carré de la distance n'est pas rigoureuse consiste à prendre la moyenne des deux calculs, ce qui donne notamment:

$$\begin{aligned} \tilde{I}_{ab,av} = & \frac{P_t g_{t,ab} \sqrt{g_{ra} g_{rb}}}{2 \ell_F} \frac{\pi(\varphi_{rb} - \varphi_{ra}) f_{ESV}}{180 r_{\perp ab} 8760 v_{ESV}} \left( \frac{r_a^2}{\ell_{452.a}(20)} + \frac{r_b^2}{\ell_{452.b}(20)} \right) \\ & \times \operatorname{sinch}((G_{rb} - G_{ra}) \ln(10)/20) \end{aligned} \quad (16)$$

### 4.3 Puissance moyenne totale de brouillage causé par un contour de navigation

Les CCP sont définis au moyen de la division du contour de navigation de la station ESV en segments de ligne droite et de la localisation des positions géographiques des points où les extrémités des segments se rejoignent. Après avoir déterminé les azimuts par chacun de ces points critiques pour un récepteur de service fixe donné, on peut facilement établir si l'axe du lobe principal de l'antenne du service fixe coupe un segment.

S'il n'y a pas d'intersection avec le lobe principal, la valeur moyenne des brouillages possibles peut être déterminée en additionnant les contributions de tous les segments du contour de navigation au moyen de l'équation (16).

S'il y a une intersection entre le lobe principal et l'un des segments, il y aura une, deux ou trois contributions à la valeur moyenne totale des brouillages possibles causés par des exploitations sur le segment concerné. Ces contributions sont ajoutées à la somme partielle obtenue à partir des contributions de chacun des autres segments, comme indiqué dans l'équation (16).

Les trois contributions possibles du segment concerné sont calculées comme suit:

- une contribution correspondant au passage à travers le lobe principal est déterminée au moyen de l'équation (11). Si ce segment est situé entièrement dans le lobe principal de l'antenne du service fixe, il ne contribuera qu'une fois;
- la contribution de la ou des parties de ce segment en dehors du lobe principal de l'antenne du service fixe peut être déterminée au moyen de l'équation (16) après définition du ou des CCP supplémentaires aux bords du lobe principal.

Tout au long du présent exposé, il a été supposé que le gain en direction de l'horizon de l'antenne d'émission de la station ESV ne varie pas beaucoup avec l'azimut. La méthode peut facilement être modifiée de manière à prendre en compte la variation avec l'azimut du gain en direction de l'horizon. Si les gains d'antenne ne présentent pas de maximum pour une position de la station ESV dans un segment, la moyenne qui a été faite au § 4.2 pour le gain de réception peut être appliquée au produit des taux de gain d'émission et de réception. Dans ce cas, l'équation (16) devient l'équation suivante:

$$\begin{aligned} \tilde{I}_{ab,av} = & \frac{P_t \sqrt{g_{ta} g_{ra} g_{tb} g_{rb}}}{2 \ell_F} \frac{\pi(\varphi_{rb} - \varphi_{ra}) f_{ESV}}{180 r_{\perp ab} 8760 v_{ESV}} \left( \frac{r_a^2}{\ell_{452.a}(20)} + \frac{r_b^2}{\ell_{452.b}(20)} \right) \\ & \times \operatorname{sinch}((G_{tb} + G_{rb} - G_{ta} - G_{ra}) \ln(10)/20) \end{aligned} \quad (17)$$

où:

- $g_{ta}$ : taux de gain de l'antenne d'émission en direction du récepteur du service fixe lorsque la station ESV est au point CCP en  $x_a$
- $g_{tb}$ : taux de gain de l'antenne d'émission en direction du récepteur du service fixe lorsque la station ESV est au point CCP en  $x_b$ .

Sinon, lorsque le gain de l'antenne d'émission possède un maximum par rapport au récepteur du service fixe lorsque la station ESV passe à travers un segment, tandis que le gain de réception n'en présente pas, on peut obtenir un résultat plus précis en définissant le point sur le segment à l'endroit où un maximum est observé au niveau d'un récepteur donné du service fixe, comme étant un point de contour critique supplémentaire qui peut être utilisé pour déterminer les possibilités de brouillage causé à ce récepteur.

## 5 Analyse détaillée des brouillages de courte durée

L'analyse détaillée des possibilités de brouillage de courte durée, causé par des stations ESV, diffère sur deux points importants de l'analyse des brouillages de courte durée, employée pour déterminer la distance à partir de la côte au-delà de laquelle les brouillages causés par les stations ESV ne doivent plus être pris en compte. Lors de la détermination de cette distance, l'analyse s'est limitée aux cas où la station ESV croisait l'axe du lobe principal de l'antenne de réception du service fixe. L'analyse s'est encore limitée aux cas où le trajet croisait perpendiculairement l'axe du lobe principal. L'analyse relative aux courtes durées qui est faite dans la présente section tient compte de toutes les possibilités et suivra donc la méthode qui a été décrite à la précédente section.

Pour analyser les possibilités de brouillage de courte durée, causé à un récepteur du service fixe par une station ESV sur son contour de navigation, il est nécessaire de calculer la puissance des brouillages possibles de courte durée provenant des points critiques sur ce contour afin de déterminer le point qui influe sur ces brouillages de courte durée. Dans l'exposé suivant, il sera supposé qu'un seul point critique intervient en ce qui concerne la puissance de brouillage, qui est dépassée pendant un pourcentage donné du temps et peut être comparée à ce que prévoit le critère de brouillage de courte durée. En raison des relations entre les paramètres, une définition du point influant et de la puissance associée ne peut habituellement pas être donnée directement. Bien que plusieurs démarches soient possibles, celle qui est proposée dans la présente section s'avère être la plus directe.

Dans ce qui suit, par souci de commodité, le point de contour critique défini par l'intersection avec le lobe principal, lorsqu'une telle intersection existe, sera désigné par le numéro 0. Les CCP restants qui sont les points où le contour de navigation change de direction, seront numérotés de 1 à  $N_{ccp}$ , selon leur ordre d'apparition le long du contour,  $N_{ccp}$  étant le nombre de ces CCP sur le trajet de navigation de la station ESV. En accord avec l'analyse du § 3.1 et conformément à ce qui a été présenté au § 4, la puissance au niveau du récepteur du service fixe (dBW), qui est dépassée pendant  $p_{ST}$  % du temps lorsque la station ESV est exploitée à proximité du  $i$ -ème CCP est donnée par la formule suivante:

$$I_{ST,i}(p_{ST}) = P_t + G_{t,i} + G_{r,i} - L_F - L_{452,i}(p_{Li}) \quad (18)$$

où:

- $p_{ST}$ : pourcentage du temps pendant lequel le niveau admissible de la puissance des brouillages de courte durée (voir l'équation (3)) peut être dépassé
- $P_t$ : puissance d'émission (dBW) dans la largeur de bande de référence
- $G_{t,i}$ : gain de l'antenne d'émission en direction du récepteur de service fixe lorsque la station ESV est située au  $i$ -ème CCP,  $i = 1$  à  $N_{ccp}$  (dBi)

- $G_{r,i}$ : gain de l'antenne de réception en direction de la station ESV lorsque celle-ci est située au  $i$ -ème CCP,  $i = 1$  à  $N_{ccp}$  (dBi)
- $L_F$ : affaiblissement de la ligne d'alimentation du système de réception du service fixe (dB)
- $L_{452,i}(p_{Li})$ : affaiblissement de propagation au  $i$ -ème CCP, tel que calculé dans la Recommandation UIT-R P.452, qui sera dépassé à tout moment sauf pendant  $p_{Li}$  % du temps,  $i = 1$  à  $N_{ccp}$  (dB).

Le pourcentage du temps  $p_{Li}$  est donné par la formule suivante:

$$p_{Li} = 100 p_{ST} / p_{ESVi} \quad (19)$$

où:

- $p_{ESVi}$ : pourcentage du temps associé à l'exploitation d'une station ESV à proximité du  $i$ -ème CCP.

Dans le cas de la traversée du lobe principal, une évaluation directe des valeurs nécessaires est possible. Le pourcentage de temps associé à l'exploitation de la station ESV à proximité de la traversée du lobe principal est le temps nécessaire pour traverser le lobe principal de l'antenne du service fixe à un niveau de gain donné par rapport au gain maximal. Dans la présente Recommandation et dans le § 4, une ouverture à 10 dB a été employée. En toute rigueur, il conviendrait d'utiliser la même ouverture pour la détermination des possibilités de brouillage de courte durée. Avec une ouverture du faisceau à 10 dB, les pourcentages  $p_{ESV0}$  se calculent comme suit:

$$p_{ESV0} = 4 \times 10^{-4} \frac{f_{ESV} \Phi_m r_0}{v_{ESV} \sin \theta_0} \quad (20)$$

les symboles ayant été définis lors de l'obtention de l'équation (11).

En employant les équations (18) à (20), on peut déterminer  $I_{ST,0}$ , la valeur de la puissance au niveau du récepteur du service fixe, qui est dépassée pendant  $p_{ST}$  % du temps en raison de l'exploitation de la station ESV dans le lobe principal de l'antenne du service fixe. Bien que certaines zones pouvant être proches d'un autre point critique sur le trajet de navigation de la station ESV pourraient conduire à une puissance relative aux courtes durées qui serait presque aussi grande pour le même pourcentage du temps, on n'examinera qu'une seule puissance maximale dans le cas le plus défavorable. Une autre solution pourrait consister à répartir le pourcentage admissible de temps,  $p_{ST}$ , entre ces CCP.

Afin de déterminer la puissance des brouillages possibles causés par un CCP qui n'est pas situé à l'intersection du lobe principal avec un segment du contour de navigation, on doit d'abord déterminer le pourcentage associé du temps pendant lequel la station ESV fonctionne à proximité de ce point CCP. La méthode la plus directe et la plus prudente consiste à associer à un point CCP donné, la moitié des deux segments d'exploitation adjacents. Donc, si  $x_{i,i+1}$  désigne la longueur du segment entre le point CCP numéroté  $i$  et un point CCP adjacent numéroté  $(i+1)$ , le pourcentage du temps associé au point CCP est donné par la formule suivante:

$$p_{ESVi} = \text{La plus petite des valeurs } \frac{f_{ESV}}{87,6 v_{ESV}} \frac{(x_{i,i-1} + x_{i,i+1})}{2} \text{ et } 100\% \quad (21)$$

Les valeurs de chacune des puissances de brouillage possibles de courte durée aux points critiques peuvent être déterminées ( $i \neq 0$ ) au moyen des équations (21) et (19) ainsi que (18). La plus grande de ces puissances relatives aux courtes durées est la puissance considérée comme étant influante, qui est à employer en vue de la comparaison avec la puissance admissible de brouillage de courte durée.

## 6 Résumé

La présente Annexe décrit un ensemble de méthodes permettant de déterminer les possibilités de brouillage des émissions par une station ESV exploitée sur un contour prescrit proche de la terre.

Bien que ces méthodes concernent principalement la bande des 6 GHz, la même démarche peut aussi s'appliquer à la bande des 14 GHz, sur laquelle porte aussi la Résolution 82 (CMR-2000). La qualité des liaisons fixes de service dans la bande des 14 GHz est affectée par les évanouissements dus aux trajets multiples et aux précipitations, et l'importance relative de chacun de ces deux mécanismes dépend du climat radiométéorologique. Les autres facteurs restant inchangés, les conditions de partage sont plus restrictives lorsque l'évanouissement dû aux trajets multiples influe sur la qualité d'une liaison fixe de service. Donc, les méthodes devraient aussi convenir à la bande des 14 GHz.

On trouvera dans la Recommandation UIT-R SF.1650 le tableau des paramètres servant d'indication lors de l'application de la méthode. Les paramètres des stations ESV devraient correspondre aux paramètres en vigueur des systèmes, qui devraient être conformes à ceux de la Recommandation UIT-R S.1428. Les paramètres des liaisons fixes devraient aussi correspondre aux paramètres en vigueur des systèmes. En ce qui concerne les critères de brouillage, on peut aussi se reporter aux Recommandations UIT-R SF.1006 et UIT-R SF.1650.

## Annexe 3

### Autre méthode de calcul des brouillages causés par des stations ESV

#### 1 Introduction

La présente Annexe élabore plus avant la méthode décrite dans l'Annexe 2 afin qu'elle puisse être mise en oeuvre pour une simulation intégrale de l'exploitation de stations ESV. Cette méthode nécessite un temps de calcul supplémentaire. Elle peut donner des résultats plus précis lorsqu'il existe des caractéristiques topologiques le long du contour de navigation pour lesquelles les occultations du récepteur du service fixe par rapport à la station ESV seraient différentes de celles obtenues pour les caractéristiques entre le récepteur et les points du contour critiques. Les procédures prévues dans la présente Annexe peuvent être appliquées à la totalité ou à des portions du contour de navigation, la procédure prévue à l'Annexe 2 étant appliquée au reste du contour.

#### 2 Méthode de simulation

Tout d'abord le contour de navigation est subdivisé en un grand nombre  $R$  de petits segments de ligne droite,  $r_i$  étant la longueur du  $i$ ème segment en km avec ( $i = 1, 2, \dots, R$ ). En général, ces longueurs de segment sont beaucoup plus courtes que celles prises en considération dans l'Annexe 2. Dans la méthode de simulation, on suppose que la contribution de brouillage imputable à l'exploitation de stations ESV sur un segment quelconque peut être attribuée à l'exploitation au point médian de ce segment. Lorsque l'axe du faisceau principal de l'antenne du SF coupe le contour de navigation au niveau du point d'intersection naturel (NIP), le nombre de segments doit être suffisamment grand pour que le point médian d'au moins un segment soit suffisamment proche du point NIP afin que le gain d'antenne au point médian du segment soit situé dans une fourchette de plus ou moins 1 dB par rapport au gain mesuré au point NIP.

### 3 Détermination par simulation de l'occurrence des brouillages de courte durée

Pour déterminer l'occurrence des brouillages de courte durée, il faut tenir compte des occurrences de brouillages de courte durée de chacun des segments du contour de navigation de la station ESV. Lorsqu'un seul des segments du contour de navigation est occupé à un moment donné, les distributions du pourcentage de temps peuvent être ajoutées. Ainsi:

$$p_{ST} = \sum_{i=1}^R p_{STi} F_{Yi} \quad (22)$$

où:

- $p_{ST}$ : pourcentage de temps calculé dans une année pendant lequel le brouillage dépasse le critère de brouillage de courte durée ISTC
- $p_{STi}$ : pourcentage de temps dans une année calculé pendant lequel la puissance des brouillages dépasserait le critère de brouillage, ISTC, si la station ESV était en permanence située à la position au centre du  $i$ ème segment du contour de navigation
- $F_{Yi}$ : fraction de temps dans une année pendant laquelle une station ESV se trouve sur le  $i$ ème segment.

Le pourcentage de temps  $p_{STi}$  est déterminé à partir de l'affaiblissement de propagation,  $L_{STi}$ , pour le trajet partant du centre du  $i$ ème segment, qui est nécessaire pour ramener la puissance des brouillages au niveau du récepteur du SF à la valeur  $I_{STC}$ . C'est-à-dire:

$$L_{STi} = P_t + G_{t,i} + G_{r,i} - L_F - I_{STC} \quad (23)$$

où:

- $L_{STi}$ : affaiblissement de propagation qui doit être dépassé par l'affaiblissement depuis le centre du  $i$ ème segment jusqu'au récepteur du service fixe si la puissance des brouillages requise doit être inférieure à la valeur critique  $I_{STC}$  (dB)
- $P_t$ : puissance à l'émission (dBW) dans la largeur de bande de référence
- $G_{t,i}$ : gain à l'horizon de l'antenne d'émission de la station ESV en direction du récepteur du service fixe lorsque la station ESV est au centre du  $i$ ème segment (dBi)
- $G_{r,i}$ : gain de l'antenne de réception du service fixe en direction de la station ESV lorsque cette station est au centre du  $i$ ème segment (dBi)
- $L_F$ : affaiblissement dans la ligne d'alimentation du système de réception du SF (dB)
- $I_{STC}$ : puissance de brouillage critique au niveau du récepteur du SF pour laquelle le pourcentage de temps admissible pour le critère de brouillage de courte durée est spécifié (dBW).

Le pourcentage de temps  $p_{STi}$  est déterminé comme étant le pourcentage de temps pendant lequel l'affaiblissement de propagation pour le trajet partant du centre du  $i$ ème segment,  $L_{452,i}(p)$ , calculé conformément à la Recommandation UIT-R P.452, sera égal ou supérieur à l'affaiblissement requis,  $L_{STi}$ . Toutefois, le modèle de propagation décrit dans la Recommandation UIT-R P.452 ne donne

que le dépassement de l'affaiblissement de propagation pendant la totalité du temps sauf  $p$  pour cent du temps lorsque  $p$  est compris entre 0,001 et 50%. Par conséquent, pour ces modèles de propagation:

$$p_{STi} = \begin{cases} 100 & \text{pour } L_{452.i}(50) < L_{STi} \\ \text{valeur telle que} & L_{452.i}(p_{STi}) = L_{STi} \\ 0,001 & \text{pour } L_{452.i}(0,001) > L_{STi} \end{cases} \quad (24)$$

Lorsque le pourcentage de temps  $p_{STi}$  se situe entre 0,001 et 50%, il faudra peut-être, pour satisfaire l'équation (24), mettre en oeuvre une procédure d'itération afin de déterminer le pourcentage de temps à partir de l'affaiblissement de propagation prescrit.

Si la vitesse  $v_{ESV}$  de la station ESV est constante sur la portion du contour de navigation sur laquelle s'effectue la simulation, si le nombre de navires par année coupant pour le contour de navigation est  $f_{ESV}$ , et si le  $i$ ème segment a une longueur de  $r_i$ , on peut déterminer le paramètre  $F_{Yi}$  dans l'équation (22) comme suit:

$$F_{Yi} = \frac{f_{ESV} \cdot r_i}{8760 v_{ESV}} \quad (25)$$

En outre, si tous les segments ont la même longueur,  $r_0$ , (km), le paramètre  $F_{Yi}$  est constant et l'équation (22) peut être simplifiée comme suit:

$$p_{ST} = \frac{f_{ESV} \cdot r_0}{8760 v_{ESV}} \sum_{i=1}^R p_{STi} \quad (26)$$

#### 4 Détermination par simulation des brouillages de longue durée

On peut utiliser un grand nombre des valeurs calculées pour déterminer les brouillages de courte durée pour déterminer les brouillages de longue durée causés par l'exploitation de stations ESV le long d'un contour de navigation. Les brouillages de longue durée sont calculés comme étant la valeur moyenne de la puissance de brouillage. La puissance des brouillages qui serait dépassée pendant 20% du temps si les stations ESV étaient situées en permanence au centre du  $i$ ème segment du contour est utilisée comme une estimation de la puissance moyenne des brouillages sur ce segment. La puissance des brouillages de longue durée,  $I_{LT}$ , peut alors être exprimée comme étant la somme des contributions de chaque segment, chaque contribution étant pondérée par la fraction de l'année pendant laquelle une station ESV se trouve sur ce segment. Ainsi:

$$I_{LT} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^R \tilde{I}_{LT,i} F_{Yi} \right) \quad \text{dBW} \quad (27)$$

où:

$$\tilde{I}_{LT,i} = 10^{(P_i + G_{t,i} + G_{r,i} - L_F - L_{452.i}(20))/10} \quad \text{W} \quad (28)$$

Toutes les autres quantités ont été définies précédemment.



On notera que l'affaiblissement  $L_{452,i}$  (18) peut être calculé directement sur la base de la Recommandation UIT-R P.452. Par ailleurs, étant donné que les contributions pour chaque passage de chaque navire s'ajoutent, l'occupation simultanée de plusieurs segments sur le contour de navigation ne pose pas de problème. La puissance des brouillages déterminée dans l'équation (3) peut être comparée directement aux critères de brouillage de longue durée applicables au récepteur du FS.

## 5 Procédures de simulation rapides

Dans les cas où un point d'intersection naturel (NIP) se trouve sur le contour de navigation de la station ESV, lorsque l'axe du faisceau principal de l'antenne de réception du FS coupe ce contour de navigation, il est souvent possible de simplifier les procédures décrites aux § 3 et 4. En raison du gain élevé du faisceau principal des antennes types utilisées dans le service fixe, les valeurs les plus élevées de la puissance des brouillages devraient être observées lorsque la station ESV est exploitée à proximité du point NIP.

Ainsi, les valeurs élevées de la puissance des brouillages qui dépasseraient le niveau de puissance critique pour le critère de brouillage de courte durée ne seraient observées que lorsque la station ESV est exploitée à proximité du point NIP. Par conséquent, la procédure prévue au § 3 ne devrait être mise en oeuvre que pour une portion du contour de navigation. La portion entre les deux points du contour de navigation sur laquelle le gain de l'antenne du SF serait de 10 dB inférieur à la valeur maximale serait adéquate dans la plupart des cas conformément aux § 2.2.1 et § 2.2.3 de l'Annexe 1 et au § 4.1 et § 5 de l'Annexe 2.

On pourrait bien sûr mettre en oeuvre une procédure similaire basée sur la méthode du § 5 de l'Annexe 2, mais la méthode de simulation intègre de façon plus précise l'incidence de la forme du faisceau de l'antenne sur le pourcentage de temps calculé pendant lequel la puissance critique est dépassée.

On peut aussi utiliser des méthodes de simulation rapides pour examiner les effets des brouillages de longue durée mais il faut alors faire preuve de davantage de prudence. Le récepteur du SF subira de faibles brouillages à travers les lobes latéraux de l'antenne pendant des périodes de temps beaucoup plus longues. Ce sont précisément ces types d'occurrences qu'une méthode d'évaluation des brouillages de longue durée doit intégrer. En raison des pourcentages de temps élevés associés aux expositions à travers les lobes latéraux, la portion du contour de navigation qui doit être prise en compte dans la simulation sera plus grande que pour les brouillages de courte durée. Cette portion du contour de navigation devrait être identifiée à l'aide d'un calcul adaptatif.

Si le critère pour les brouillages de courte durée n'est pas respecté par tel ou tel récepteur, il ne sera pas nécessaire d'effectuer une analyse des brouillages de longue durée pour ce récepteur.

Il convient de noter qu'il y a toujours des circonstances particulières susceptibles de remettre en question la validité des méthodes de simulation rapides, par exemple lorsque l'axe du faisceau principal de l'antenne du SF coupe le contour de navigation de la station ESV à un angle, disons, de plus de 75° par rapport à la perpendiculaire ou lorsque le contour de navigation comporte une courbure telle que le trajet de brouillage jusqu'au point NIP est un trajet transhorizon. Si le contour de navigation était proche du récepteur du FS, il faudrait vraisemblablement effectuer des évaluations des brouillages sur une portion importante de ce contour.

## 6 Détermination par simulation de la distribution de la puissance des brouillages intégrale

Le pourcentage de temps  $p_I$  pendant lequel un niveau de brouillage intermédiaire arbitraire  $I$  est dépassé peut aussi être déterminé à l'aide de la procédure décrite au § 3 de la présente Annexe, en remplaçant simplement  $I_{STC}$  par le niveau de brouillage  $I$  et en résolvant, l'une après l'autre, les équations 23), 24) et 22), dans cet ordre. Le continuum de paires  $(I, p_I)$  caractérise la fonction de distribution cumulative complémentaire (*ccdf*) de la puissance des brouillages. Les mêmes restrictions du § 3 s'appliquent également à ces calculs.

La distribution complète du pourcentage de temps pendant laquelle une puissance de brouillage est dépassée peut être utilisée pour calculer la valeur moyenne de la puissance de brouillage reçue, à des fins de comparaison avec le critère pour les brouillages de longue durée. A noter que, s'il y a des pourcentages de temps pendant lesquels la puissance des brouillages de courte durée critique est dépassée, le critère pour les brouillages de courte durée serait dépassé et il ne serait pas nécessaire d'élaborer la distribution complète. Pour des raisons de simplicité, on suppose ici que la valeur critique de la puissance des brouillages de courte durée n'est pas dépassée. Dans ce cas, il faut, pour déterminer la puissance de brouillage moyenne, transformer la distribution de la puissance des brouillages en fonction de distribution cumulative complémentaire de la puissance de brouillage, exprimée en watts. En procédant à une intégration par parties, on montre aisément que la puissance de brouillage moyenne peut être calculée comme étant l'intégrale de cette distribution calculée sur toutes les valeurs de la puissance.

Le temps de calcul dans cette méthode de détermination de la puissance de brouillage moyenne est bien sûr beaucoup plus important que celui de la méthode décrite au § 4 de l'Annexe 2 ou au § 4 de la présente Annexe.

## Annexe 4

### Paramètres techniques requis pour la conformité des antennes de petit diamètre utilisées dans la bande des 14 GHz

Aux termes de la Résolution 902 (CMR-03) les stations ESV dont le diamètre d'antenne est inférieur aux valeurs minimales actuelles de 1,2 m et qui sont exploitées dans la bande 14,0-14,5 GHz doivent respecter les limites de quatre paramètres techniques particuliers. Ces paramètres sont donnés dans l'Annexe 2 de cette Résolution. Ils visent à protéger les services de Terre susceptibles de partager la même bande de fréquences ainsi que les satellites adjacents à celui avec lequel la station ESV communique. En outre, les antennes de petit diamètre doivent respecter les critères de protection prévus dans les accords de coordination entre systèmes du SFS pour ce qui est du satellite avec lequel la station ESV communique.

Les quatre paramètres spécifiques et les limites requises pour les antennes de petit diamètre sont les suivants:

- a) précision de poursuite:  $\pm 0,2^\circ$  ou mieux;
- b) densité spectrale de p.i.r.e. maximale de la station ESV en direction de l'horizon: 12,5 dB(W/MHz);
- c) p.i.r.e. maximale de la station ESV en direction de l'horizon: 16,3 dB(W/MHz); et
- d) densité de p.i.r.e. hors axe maximale située dans les limites mentionnées ci-dessous.

## **Limites hors axe**

Pour des stations terriennes à bord de navires exploitées dans la bande 14,0-14,5 GHz, pour tout angle  $\phi$  défini ci-après, par rapport à l'axe principal d'une antenne de station terrienne, la valeur de p.i.r.e. maximale dans une direction quelconque à moins de  $3^\circ$  de l'OSG est donnée dans l'Annexe 2 de la Résolution 902 (CMR-03).

### **1 Respect des accords de coordination entre systèmes**

Les administrations adoptent des procédures d'octroi de licences pour les stations dont les diamètres d'antenne sont égaux ou supérieurs aux limites inférieures spécifiées dans le ou les accords de coordination entre systèmes pertinents. Toutefois, les opérateurs qui, pour des besoins d'émission particuliers, souhaitent déployer des antennes de diamètre inférieur aux limites basses doivent parvenir à un accord avec les administrations concernées ainsi qu'avec les administrations qui sont parties aux accords de coordination entre systèmes du SFS pertinents.

### **2 Incidences sur la distance minimale donnée dans la Recommandation UIT-R SF.1650-1**

Aux termes de la Résolution 902 (CMR-03) les dispositions de la Recommandation UIT-R SF.1650-1 doivent être prises en compte pour autoriser l'exploitation de stations ESV dont les diamètres d'antenne sont inférieurs aux valeurs minimales spécifiées. La Recommandation UIT-R SF.1650-1 spécifie la distance minimale à partir de la laisse de basse mer, comme étant la distance officiellement reconnue par les Etats côtiers, au-delà de laquelle les stations ESV peuvent fonctionner sans l'accord préalable d'une administration quelconque. Pour la bande 14,0-14,5 GHz cette distance est de 125 km à partir de la laisse de basse mer. L'accord préalable de la ou des administrations potentiellement concernées est requis lorsque les stations sont exploitées en deçà de cette distance.

Il ressort d'études antérieures de l'UIT-R que le facteur important dans la détermination de la distance minimale est la p.i.r.e. maximale en direction de l'horizon que recevrait le système du service fixe. Dans la Résolution 902 (CMR-03), cette p.i.r.e. maximale est exprimée à la fois sous forme d'un niveau de p.i.r.e. maximal et d'une densité de p.i.r.e. maximale en direction de l'horizon. Ces valeurs de p.i.r.e. en direction de l'horizon sont basées sur la puissance d'émission maximale des stations ESV aux bornes de l'antenne et sur le gain de l'antenne dans la direction de l'horizon.

---