

RECOMMANDATION UIT-R RS.1624*, **

Partage de fréquences entre le service d'exploration de la Terre par satellite (passive) et les altimètres aéroportés du service de radionavigation aéronautique dans la bande 4 200-4 400 MHz

(Question UIT-R 229/7)

(2003)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'aux termes du numéro 5.438 du Règlement des radiocommunications (RR), la bande 4 200-4 400 MHz est attribuée au service d'exploration de la Terre par satellite (passive) à titre secondaire;
- b) que cette bande est attribuée à titre primaire au service de radionavigation aéronautique (SRNA) pour les altimètres aéroportés et qu'elle continuera à être utilisée et le sera de plus en plus dans l'avenir à mesure qu'augmentera le nombre d'aéronefs en service;
- c) qu'en raison du réchauffement de la planète, généralement reconnu comme étant un grave problème écologique, il est nécessaire de surveiller et de mesurer en permanence, à l'échelle mondiale, la température de la surface de la mer, pour toutes les conditions météorologiques;
- d) que, pour les prévisions météorologiques saisonnières et les prévisions numériques de phénomènes météorologiques potentiellement dangereux, comme les cyclones ou autres tempêtes violentes, il est nécessaire de mesurer en permanence la température de la surface de la mer, pour toutes les conditions météorologiques;
- e) que la gamme 4-7 GHz est la seule dans laquelle les radiomètres hyperfréquences passifs embarqués à bord des satellites d'exploration de la Terre peuvent surveiller, à l'échelle mondiale, la température de la surface de la mer, pour toutes les conditions météorologiques;
- f) que la bande 6-7 GHz a été polluée par des émissions du service fixe et du SFS et que la bande 4-5 GHz offre toujours des perspectives intéressantes pour surveiller la température de la surface de la mer, pour toutes les conditions météorologiques;
- g) que les critères de brouillage applicables aux détecteurs passifs du service d'exploration de la Terre par satellite (SETS) sont définis dans la Recommandation UIT-R RS.1029;
- h) que d'après certaines études, la probabilité de brouillage causé aux détecteurs passifs du SETS, par le SRNA, est très faible et dépend du nombre de radioaltimètres qui se trouvent dans le champ de visibilité des détecteurs, et que l'on peut tolérer une perte aléatoire de données allant jusqu'à 5%, sans que cela compromette les mesures globales du SETS (passive),

reconnaissant

- a) que la bande est utilisée par le SRNA pour la sécurité de la vie humaine et que l'utilisation actuelle et à venir de cette bande par le SRNA ne doit pas être entravée,

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 8 des radiocommunications (Groupe de travail 8B).

** La Commission d'études 7 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation.

recommande,

1 que, pour assurer le partage de fréquences entre les détecteurs passifs du SETS, utilisés pour surveiller la température de la surface de la mer, et les radioaltimètres aéroportés du SRNA dans la bande 4 200-4 400 MHz sans imposer de contraintes au fonctionnement des radioaltimètres, on se fonde sur les caractéristiques et l'étude de partage présentées dans l'Annexe 1, compte tenu du point h) du *considérant* et du point a) du *reconnaissant*;

2 que les détecteurs passifs conçus pour fonctionner dans cette bande utilisent des antennes avec un angle de pointage minimal de 35° par rapport au nadir en vue de réduire tout brouillage susceptible d'être causé par des altimètres aéroportés.

Annexe 1

Possibilités de partage au voisinage de 4 300 MHz entre radioaltimètres et détecteurs spatioportés du SETS (passive)

1 Introduction

Le réchauffement de la planète est l'un des plus graves problèmes écologiques actuels. Il est très important de pouvoir surveiller en permanence la température de la surface de la mer, qui est un indicateur utile, pour analyser et mieux comprendre le mécanisme du réchauffement de la planète. Seuls des radiomètres hyperfréquences passifs embarqués à bord des satellites d'exploration de la Terre placés sur orbite, peuvent surveiller en permanence la température de la surface de la mer, à l'échelle mondiale.

La bande 4 200-4 400 MHz est importante, du point de vue scientifique, pour observer la température de la surface de la mer. Etant donné que le SETS dispose d'une attribution, à titre secondaire, dans cette bande (numéro 5.438 du RR) pour la détection passive, il est souhaitable de relever le statut de l'attribution au statut primaire, dans le Tableau d'attribution des bandes de fréquences, en vue de protéger les observations qu'il sera nécessaire d'effectuer dans l'avenir dans cette bande.

Les radioaltimètres d'aéronef qui fonctionnent dans la bande 4 200-4 400 MHz font partie intégrante des instruments de bord. Ils sont largement utilisés pour déterminer l'altitude d'un aéronef en vol et doivent être protégés contre tout brouillage éventuel en raison de leur grande importance pour la sécurité de la vie humaine. Il est évident que les détecteurs passifs ne peuvent pas causer de brouillage aux radioaltimètres puisqu'ils n'émettent pas d'énergie radioélectrique dans la bande. Il est nécessaire de déterminer les brouillages que peuvent causer les radioaltimètres aux détecteurs passifs.

La présente Annexe décrit les possibilités de partage de la bande 4 200-4 400 MHz avec le service qui dispose d'une attribution à titre primaire, à savoir les radioaltimètres du SRNA.

2 Attribution de la bande 4 200-4 400 MHz

La bande 4 200-4 400 MHz est actuellement attribuée au SRNA à titre primaire, à l'échelle mondiale. Dans le numéro 5.438 du RR, il est précisé que cette bande est réservée exclusivement aux radioaltimètres installés à bord d'aéronefs ainsi qu'aux répondeurs au sol associés. Il est indiqué en outre que cette bande peut être utilisée par le SETS (passive) à titre secondaire, aucune protection n'étant assurée par les radioaltimètres.

Il est indiqué dans d'autres numéros que cette bande est de plus attribuée au service fixe à titre secondaire dans certains pays, et qu'elle peut aussi être utilisée par le service des fréquences étalon et des signaux horaires par satellite.

3 Caractéristiques systèmes utilisées dans l'analyse

Les caractéristiques suivantes d'un détecteur passif type fonctionnant dans la bande 4 200-4 400 MHz sont fondées sur la mise au point d'un radiomètre puissance totale à balayage mécanique, qui sera utilisé pour observer les caractéristiques terrestres, océaniques et atmosphériques.

Les caractéristiques suivantes correspondent à celles d'un radiomètre hyperfréquences type évolué à balayage:

TABLEAU 1
Caractéristiques d'un radiomètre hyperfréquences

Paramètre	Valeur
Bande de fréquences (MHz)	4 200-4 400
Largeur de bande du détecteur (MHz)	200
Orbite	Orbite polaire circulaire, altitude 800 km
Type d'antenne	Balayage conique, pointée vers le nadir
Angle d'incidence (degrés)	55 par rapport au nadir
Angle de balayage (degrés)	± 60
Taille de l'antenne (m)	1,6
Ouverture du faisceau de l'antenne (degrés)	2,9
Gain du faisceau principal (dBi)	35
Gain du lobe latéral (dBi)	-15
Brouillage admissible (dB(W/200 MHz))	-158 (Recommandation UIT-R RS.1029)

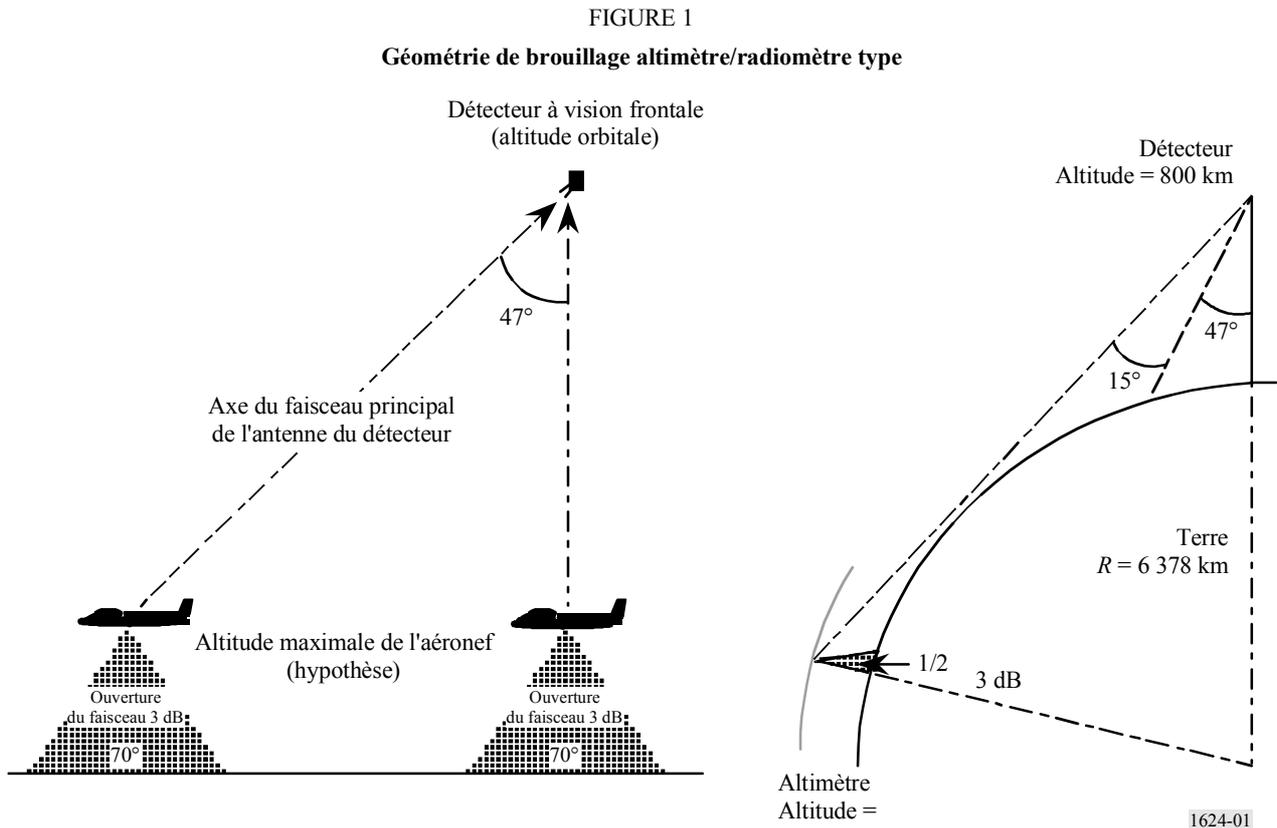
Les caractéristiques des radioaltimètres utilisées dans l'analyse proviennent de différents documents pertinents soumis à l'UIT-R.

TABLEAU 2
Caractéristiques des altimètres du SRNA

Paramètre	Valeur
Fréquence (MHz)	4 200-4 400
Puissance d'émission (onde entretenue) (dBW)	-2
Puissance d'émission (impulsion) (dBW)	-1
Puissance d'émission (W)	200
Fréquence de répétition des impulsions (kHz)	18
Largeur d'impulsion (ns)	200
Type d'antenne	Antenne à plaques
Gain d'antenne (dBi)	10
Ouverture du faisceau de l'antenne (degrés)	70
Niveau du lobe arrière de l'antenne (dBi)	-30 (sans plate-forme)
Effet d'écran (dB)	> -5

4 Analyse de brouillage

La Fig. 1 montre la configuration de brouillage altimètre/radiomètre type. Si l'on considère que l'antenne de l'altimètre est pointée vers le nadir et que l'antenne du radiomètre est à vision frontale (47° par rapport au nadir), le brouillage reçu dans le faisceau principal de l'antenne du radiomètre ne peut être causé que par les émissions du lobe arrière de l'antenne de l'altimètre et par réflexions diffusées (diffusion).



Le Tableau 3 présente le brouillage causé par les émissions du lobe arrière d'un seul altimètre à un détecteur passif (radiomètre). Pour calculer le brouillage reçu dans le faisceau principal de l'antenne du détecteur, on a supposé que l'aéronef, équipé d'un radioaltimètre actif, traversait la perpendiculaire au trajet du détecteur placé sur orbite, ce qui correspond à la configuration la plus défavorable et à la distance la plus courte.

Concernant la puissance brouilleuse reçue par réflexions, les calculs montrent que les altimètres devront se trouver à une altitude de 50 m au plus pour que les signaux réfléchis contribuent réellement aux brouillages reçus dans le faisceau principal d'un radiomètre (voir le Tableau 3). Bien que les altimètres émettent toujours lorsque l'aéronef est en marche et qu'ils soient utilisés pendant le décollage et/ou l'atterrissage, l'énergie brouilleuse par réflexions sera rayonnée pendant un temps négligeable et n'aura aucun effet sur le détecteur.

Le Tableau 3 montre qu'un seul altimètre situé à l'intérieur du faisceau principal d'un radiomètre utilisant un angle de pointage de 35° par rapport au nadir offre une marge de 8 dB. Il faudrait donc que 6 altimètres de ce type au moins soient situés à l'intérieur du faisceau principal d'un radiomètre pour causer au radiomètre un brouillage décelable. De même, un seul altimètre situé dans le faisceau principal d'un radiomètre utilisant un angle de pointage de 55° par rapport au nadir offre une marge de 12 dB, ce qui signifie qu'il faudrait qu'au moins 16 altimètres de ce type soient situés à l'intérieur du faisceau principal d'un radiomètre pour causer au radiomètre un brouillage décelable.

TABLEAU 3

Brouillage causé par un seul altimètre à un radiomètre dans la bande 4,2-4,4 GHz

Paramètre	Détecteur à vision frontale		
	Altitude du radiomètre (km)	800	
Emplacement de l'altimètre par rapport au détecteur	Nadir	Faisceau principal	Faisceau principal
Angle de pointage de l'antenne du détecteur par rapport au nadir (degrés)	Quelconque	35	55
Puissance d'émission de l'altimètre (dBW)	-1,0		
Gain d'antenne de l'altimètre (dBi)	-30 (lobe arrière)		
Effet d'écran de l'aéronef (dB)	-5 (minimum)		
Distance (km)	800	1 009	1 646
Affaiblissement en espace libre (dB)	-163	-165	-169
Gain d'antenne du radiomètre (dBi)	-15	35	35
Puissance brouilleuse reçue (dBW)	-214	-166	-170
Niveau de brouillage admissible (dB(W/200 MHz))	-158		
Marge (dB)	56	8	12

Il convient de noter qu'un petit aéronef n'utilise qu'un altimètre alors qu'un grand aéronef utilise jusqu'à trois altimètres. Etant donné que ces altimètres ne sont pas synchronisés, il est possible que leurs impulsions coïncident, d'où les niveaux de puissance plus élevés provenant d'un seul aéronef. Par contre, un grand aéronef occupant une grande place, l'affaiblissement dû à l'effet d'écran sera supérieur à celui d'un petit aéronef. En conséquence, le brouillage supplémentaire causé par plusieurs altimètres placés à bord d'un grand aéronef sera vraisemblablement négligeable.

Les couloirs aériens fréquemment utilisés et les zones à l'intérieur et autour des aéroports sont des zones où il y a de fortes probabilités que plusieurs aéronefs se trouvent dans le faisceau principal du radiomètre. Dans cette analyse, l'empreinte du radiomètre à vision frontale avec une ouverture de faisceau de 1,8° aura une forme ovale (16 miles de large sur 24 miles de long).

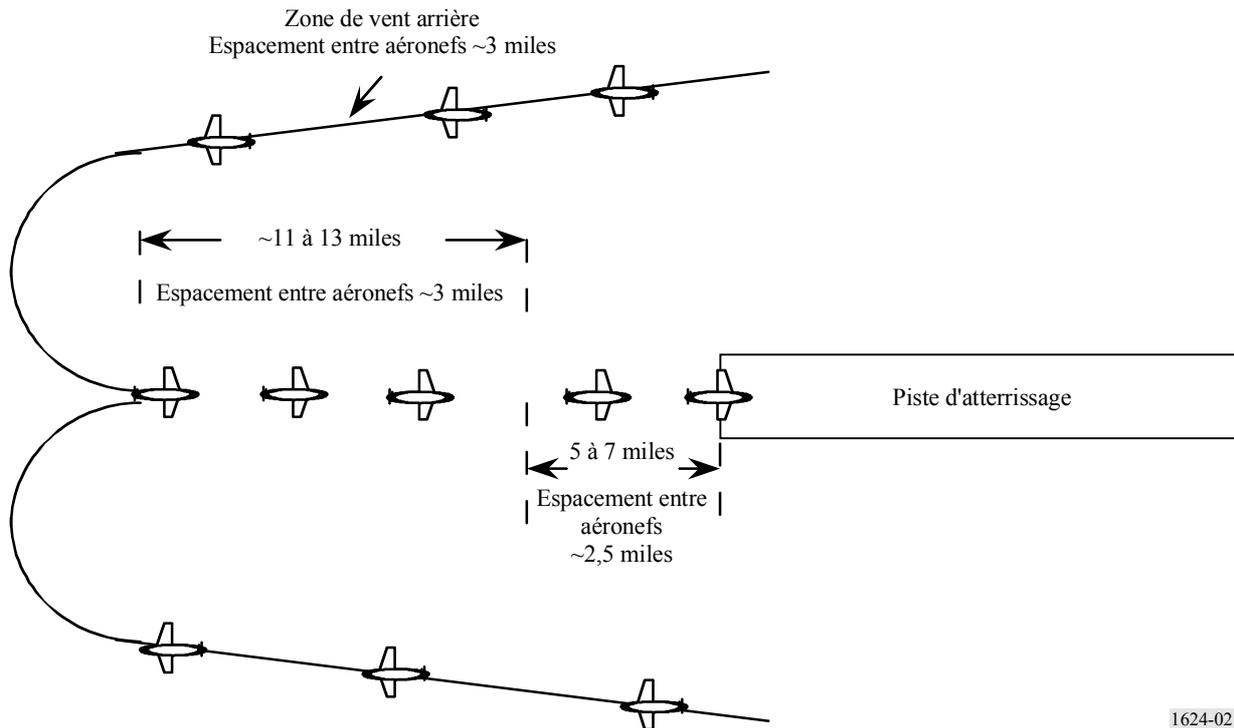
En vol, l'espacement horizontal type entre aéronefs est de l'ordre de 5 miles; les espacements en phase d'approche d'atterrissage sont indiqués sur la Fig. 2. L'espacement vertical, qui est de l'ordre de 2 000 pieds en vol, est moindre à l'approche des aéroports. Selon la configuration du terrain, un aéronef peut voler à 2 000 pieds et jusqu'à environ 36 000 pieds.

De nombreux aéroports utilisent simultanément deux pistes d'atterrissage ou plus et il peut y avoir en moyenne six aéronefs d'affilée dans la zone d'approche et quatre aéronefs dans la zone de vent arrière, par piste d'atterrissage. De plus, dans certaines zones à forte densité de trafic aérien, il peut y avoir plusieurs aéroports à l'intérieur de l'empreinte du détecteur passif.

Les aéroports enregistrent à certains moments de la journée une augmentation du trafic aérien – le profil du trafic aérien correspond à des périodes de pointe et à des périodes creuses. Ils fonctionnent presque 24 heures sur 24 avec l'augmentation du nombre d'avions-cargos décollant ou atterrissant tard dans la nuit ou très tôt le matin. En conséquence, il est probable qu'il y aura toujours 6 radioaltimètres fonctionnant simultanément dans le faisceau principal du détecteur, au voisinage immédiat de la plupart des aéroports.

FIGURE 2

Espaces types en phase d'atterrissage



1624-02

Les détecteurs passifs utiliseront cette bande pour observer la température de la surface des océans, qui recouvrent environ $3,35 \times 10^8 \text{ km}^2$ de la surface du globe. On compte dans le monde 377 412 km de côtes océaniques. Si l'on ne tient pas compte des océans Arctique et Antarctique, où il n'y a pas d'aéroports, il reste 265 497 km de côtes où peuvent être installés des aéroports. Même si sur chaque kilomètre de côte est installé un aéroport qui cause des brouillages aux détecteurs passifs, cela ne correspondra qu'à environ 0,08% de la zone de service du détecteur. C'est-à-dire que même si chaque aéroport côtier était susceptible de brouiller le détecteur passif, les critères de disponibilité de données du détecteur pour la bande 4 200-4 400 MHz seraient respectés.

5 Conclusion

Etant donné que l'antenne de l'altimètre est pointée vers le nadir et que l'antenne du radiomètre est à vision frontale (normalement pointée à un angle de 35° ou plus par rapport au nadir), le brouillage reçu dans le faisceau principal de l'antenne du radiomètre ne peut être causé que par les émissions du lobe arrière de l'antenne de l'altimètre et par réflexions diffuses (diffusion). Il ressort de l'analyse que, dans le cas le plus défavorable, il faudrait que 6 aéronefs ou plus se trouvent dans le faisceau principal du radiomètre pour que le seuil de brouillage admissible du détecteur soit dépassé. Les aéroports et les couloirs aériens sont les seules zones où des brouillages sont susceptibles de se produire, si ces zones doivent être observées, et la probabilité qu'il y ait suffisamment de radioaltimètres fonctionnant simultanément dans le faisceau principal du détecteur dans un couloir aérien pour causer des brouillages décelables, est extrêmement faible. Concernant la puissance brouilleuse reçue par réflexions, les calculs montrent que les altimètres devraient se trouver à une altitude de 50 m au plus pour que les signaux réfléchis contribuent réellement aux brouillages reçus dans le faisceau principal d'un radiomètre. Bien que les altimètres soient utilisés pendant les phases de décollage et/ou d'atterrissage, l'énergie brouilleuse réfléchie serait rayonnée pendant un temps négligeable et n'aurait

aucun effet sur le détecteur. En conséquence, les détecteurs passifs fonctionnant dans la bande 4 200-4 400 MHz doivent seulement utiliser des antennes à vision frontale pointées à 35° ou plus par rapport au nadir, afin d'éviter la plupart des brouillages provenant des radioaltimètres.

Il est possible que le niveau de brouillage admissible du détecteur passif soit dépassé au voisinage des aéroports dans les régions côtières océaniques. Toutefois, compte tenu de l'étendue des océans observés, même si sur chaque kilomètre de côte peuplée était installé un aéroport actif causant des brouillages au détecteur, le brouillage total serait inférieur aux critères de disponibilité des données du détecteur. En conclusion, les détecteurs passifs peuvent partager la bande 4 200-4 400 MHz avec les radioaltimètres du SRNA sans qu'ils aient besoin de se protéger contre les brouillages provenant des altimètres.
