|  |
| --- |
| **Recommandation UIT-R RS.2066-0**  **(12/2014)** |
| **Protection du service de radioastronomie dans la bande de fréquences 10,6-10,7 GHz contre les rayonnements non désirés des radars à synthèse d'ouverture fonctionnant dans le service d'exploration de la Terre par satellite (active) au voisinage de 9 600 MHz** |
| **Série RS**  **Systèmes de télédétection** |

Avant-propos

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

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

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Séries des Recommandations UIT-R  (Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>) | |
| **Séries** | Titre |
| **BO** | Diffusion par satellite |
| **BR** | Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision |
| **BS** | Service de radiodiffusion sonore |
| **BT** | Service de radiodiffusion télévisuelle |
| **F** | Service fixe |
| **M** | Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés |
| **P** | Propagation des ondes radioélectriques |
| **RA** | Radio astronomie |
| **RS** | **Systèmes de télédétection** |
| **S** | Service fixe par satellite |
| **SA** | Applications spatiales et météorologie |
| **SF** | Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe |
| **SM** | Gestion du spectre |
| **SNG** | Reportage d'actualités par satellite |
| **TF** | Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires |
| **V** | Vocabulaire et sujets associés |

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

*Publication électronique*

Genève, 2016

© UIT 2016

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

RECOMMANDATION UIT-R RS.2066-0

Protection du service de radioastronomie dans la bande de fréquences 10,6‑10,7 GHz contre les rayonnements non désirés des radars à synthèse d'ouverture fonctionnant dans le service d'exploration de la Terre   
par satellite (active) au voisinage de 9 600 MHz

(2014)

Domaine d'application

Cette Recommandation décrit une procédure opérationnelle pour éviter les couplages faisceau principal-faisceau principal entre les systèmes SAR-4 du service d'exploration de la Terre par satellite (SETS) (active) lorsqu'ils émettent au voisinage de 9 600 MHz et les stations du service de radioastronomie (SRA) effectuant des observations dans la bande 10,6-10,7 GHz afin d'éviter toute détérioration des amplificateurs à faible bruit sensibles du SRA.

Mots clés

SETS (active), SRA, atténuation.

Abréviations/glossaire

SAR Radar à synthèse d'ouverture (*synthetic aperture radar*)

Recommandations/Rapports de l'UIT connexes

Recommandation UIT-R RS.2043 Caractéristiques des radars à ouverture synthétique fonctionnant dans le service d'exploration de la Terre par satellite (active) au voisinage de 9 600 MHz

Rapport UIT-R RA.2188 Niveaux de puissance surfacique et de p.i.r.e. potentiellement préjudiciables pour les récepteurs de radioastronomie

Rapport UIT-R RS.2274 Besoins de spectre pour les applications des radars spatioportés à synthèse d'ouverture que l'on envisage d'exploiter dans une attribution élargie au service d'exploration de la Terre par satellite au voisinage de 9 600 MHz

Rapport UIT-R RS.2308 Compatibilité radiofréquence entre les rayonnements non désirés des radars à synthèse d'ouverture du SETS fonctionnant à 9 GHz et le service d'exploration de la Terre par satellite (passive), le service de recherche spatiale (passive), le service de rechercher spatiale et le service de radioastronomie fonctionnant respectivement dans les bandes de fréquences 8 400-8 500 MHz et 10,6-10,7 GHz

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

*a)* que la bande de fréquences 9 300-9 800 MHz est attribuée au SETS (active) à titre primaire;

*b)* que la bande de fréquences 9 800-9 900 MHz est attribuée au SETS (active) à titre secondaire;

*c)* que la bande de fréquences 10,6-10,7 GHz est attribuée au SRA à titre primaire;

*d)* que les systèmes du SETS (active) exploitant des radars actifs au voisinage de 9 600 MHz utilisent des impulsions modulées en fréquence de forte puissance dans le sens espace vers Terre;

*e)* que les stations de radioastronomie fonctionnant dans la bande de fréquences 10,6-10,7 GHz utilisent des amplificateurs à faible bruit extrêmement sensibles;

*f)* que le Rapport UIT-R RA.2188 définit les niveaux de puissance surfacique et de p.i.r.e. potentiellement préjudiciables pour les amplificateurs à faible bruit/étages d'entrée des systèmes du SRA;

*g)* que le niveau de brouillages préjudiciables causé aux stations du SRA par les émissions des systèmes du SETS (active) peut, dans les cas rares de couplage de faisceau principal à faisceau principal, atteindre ou dépasser les niveaux critiques indiqués dans le Rapport UIT‑R RA.2188,

recommande

**1** que, pour assurer la compatibilité entre les radars SAR du SETS et les stations du SRA, les systèmes SAR du SETS fonctionnant au voisinage de 9 600 MHz évitent, dans toute la mesure possible, d'illuminer la zone autour d'une station de radioastronomie. La taille de cette zone est définie dans l'Annexe 1. L'Annexe 2 contient la liste des stations du SRA pouvant fonctionner dans la bande de fréquences 10,6-10,7 GHz et effectuer des observations pendant les moments où la zone est illuminée;

**2** que, si les conditions visées au point **1** du *recommande* ne sont pas respectées, l'opérateur du système SAR du SETS prenne contact avec l'opérateur de la station de radioastronomie concernée au moins sept jours calendaires avant toute opération de routine d'un système SAR du SETS et au moins 24 heures avant pour l'acquisition d'images SAR du SETS dans des situations d'urgence uniquement, par exemple dans le cadre de la gestion des catastrophes, afin d'assurer la coordination et, le cas échéant, de décider d'appliquer des mesures d'atténuation des brouillages ou d'autres mesures préventives.

**Annexe 1  
  
Détermination de la zone de protection autour des stations du SRA**

Le contour du faisceau de l'émission qui correspond à la marge résultant de l'application du Rapport UIT-R RA.2188 définit la zone de détérioration dans le cas d'un couplage entre les axes de visée des deux faisceaux d'antenne. Ce contour a la forme d'une ellipse dont le grand axe (δθ*h*) et le petit axe (δθ*v*) sont situés respectivement dans la direction horizontaleet la direction verticale du faisceau; cette ellipse définit la zone où le niveau de puissance reçu par la station du SRA dépasserait –18 dBW. La projection sur la surface de la Terre donne les dimensions d'une zone étendue de ±δ*h* dans la direction horizontale et de ±δ*v* dans la direction verticale, autour de la station de radioastronomie à protéger. Le Tableau 1 indique la gamme de valeurs des paramètres permettant d'éviter la détérioration accidentelle d'un récepteur du SRA[[1]](#footnote-1) ayant un diamètre d'antenne de 100 m, par des systèmes SAR-4, tels qu'ils sont décrits dans la Recommandation UIT‑R RS.2043.

TABLEAU 1

Paramètres à utiliser pour éviter la détérioration accidentelle   
des récepteurs de radioastronomie

| Angle d'incidence Φ | Angle de décalage dans la direction horizontale δθ*h* | Angle de décalage dans la direction verticale δθ*v* | Distance de séparation dans la direction horizontale (km) δ*h* | Distance de séparation dans la direction verticale (km) δ*v* |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 20° | 1,02° | 1,8° | 9,6 | 18,2 |
| 55° | 0,5° | 1,1° | 7,4 | 28,1 |

La Figure 1 indique la taille de la zone autour de la station du SRA à protéger, en fonction du diamètre de l'antenne du SRA et de l'angle d'incidence. On peut constater qu'aucune contrainte n'est imposée aux stations du SRA utilisant une antenne d'un diamètre inférieur à 17 m, et que la distance de séparation maximale mesurée depuis la station du SRA est de 28 km pour la plupart des stations du SRA.

figure 1

Taille de la zone autour des stations du SRA à protéger calculée par rapport   
aux caractéristiques des systèmes SAR-4 du SETS



De façon plus générale, pour un angle d'incidence *i* donné, la distance entre le satellite SAR et la zone d'acquisition est donnée par la formule:

où:

r: rayon de la Terre (km)

*i*: angle d'incidence (°)

*h*: altitude du système SAR (km).

L'angle correspondant entre le nadir et la zone d'acquisition dans le plan vertical est donné par la formule:

où:

r: rayon de la Terre (km)

*i*: angle d'incidence (°)

*h*: altitude du système SAR (km).

Le gain maximal de l'antenne du SRA peut être calculé à partir du diamètre de l'antenne et de la fréquence, à l'aide de la formule suivante:

où:

*D*: diamètre de l'antenne du système du SRA (m)

*f*: fréquence (GHz).

A partir de ces valeurs, la limite du gain d'antenne du système SAR qui permet de respecter la limite de puissance reçue de –18 dBW est donnée par la formule:

où:

*Prlimit*: puissance reçue à ne pas dépasser (−18 dBW au-dessous de 20 GHz)

*Lp*: affaiblissement en espace libre (dB)

*Gr*: gain d'antenne maximal du système du SRA (dBi)

*Pe*: puissance de crête du système SAR (dBW).

En utilisant les diagrammes d'antenne vertical et horizontal du système SAR, il est possible de déterminer les angles de décalage correspondants (δθ*h* et δθ*v*), et à partir de ces angles, de calculer les distances de séparation horizontale et verticale (δ*h* et δ*v*).

où:

r: rayon de la Terre (km)

*d*: distance oblique (km)

: angle de décalage sur le plan horizontal (°).

La distance oblique entre le satellite et la station du SRA qui permet de respecter la limite de puissance reçue est donnée par la formule:

où:

r: rayon de la Terre (km)

*d*: distance oblique entre le satellite et la zone d'acquisition (km)

*h*: altiture du satellite SAR (km)

θ*v*: angle entre le nadir et la zone d'acquisition dans le plan vertical (°)

: angle de décalage sur le plan vertical (°).

En outre, on peut calculer la distance de séparation verticale (δ*v*) à l'aide de la formule suivante:

où:

r: rayon de la Terre (km)

*d*: distance oblique entre le satellite et la zone d'acquisition (km)

*d+*: distance oblique entre le satellite et la station du SRA (km)

θ*v*: angle entre le nadir et la zone d'acquisition dans le plan vertical (°)

: angle de décalage dans le plan vertical (°).

**Annexe 2****Liste des stations de radioastronomie fonctionnant dans la bande 10,6‑10,7 GHz**

Région 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Pays | Nom | Latitude nord | Longitude est | Taille de l'antenne (m) |
| Belgique | Humain | 50° 11' 30" | 05° 15' 27" | 4 |
| Finlande | Metsahövi | 60° 13' 04" | 24° 23' 37" | 13,7 |
| Allemagne | Effelsberg | 50° 31' 29" | 06° 53' 03" | 100 |
| Stockert | 50° 34' 10" | 06° 43' 19 " | 10 |
| Wettzell | 49° 08' 41" | 12° 52' 40" | 20, 13,2 |
| Italie | Medicina | 44° 31' 14" | 11° 38' 49" | 32 |
| Noto | 36° 52' 33'' | 14° 59' 20'' | 32 |
| Sardinia | 39o 29' 34" | 09o 14' 42" | 64 |
| Lettonie | Ventspils | 57o 33' 12" | 21o 51' 17" | 32 |
| Norvège | Ny Ålesund | 78o 55' 45" | 11o 52' 15" | 20 |
| Portugal | Flores | 38o 31' 12" | −31o 07' 48" | 13 |
| Santa Maria | 36° 58' 12" | −25° 10' 12" | 13 |
| Russie | Badari | 51o 45' 27" | 102o 13' 16" | 32 |
| Kaliazyn | 57° 13' 29" | 37° 54' 01" | 64 |
| Pushchino | 54° 49' 20" | 37° 37' 53" | 22 |
| Svetloe | 61o 05' 00" | 29o 46' 54" | 32 |
| Zelenchukskaya | 43° 49' 34" | 41° 35' 12" | 32 |
| Afrique du Sud | Hartebeesthoek | –25° 52' 48" | –27° 40' 48" | 64 |
| MeerKAT | –30° 43' 16" | 21° 24' 40" | 64 antennes de 13,5 m |
| Espagne | Robledo | 40° 25' 38" | –04° 14' 57" | 70.34 |
| Tenerife | 28° 30' 00" | –16° 30' 00" | 12 |
| Yebes | 40° 31' 27" | –03° 05' 22" | 40 |
| Suède | Onsala | 57o 23' 45" | 11o 55' 35" | 20 |
| Onsala | 57o 23' 35" | 11o 55' 04" | 2 antennes de 12 m |
| Suisse | Bleien | 47o 20' 26" | 08o 06' 44" | 5 |
| Turquie | Kayseri | 38o 59' 45" | 36o 17' 58" | 5 |
| Royaume-Uni | Merlin Cambridge (principale) | 52° 10' 01" | 00° 03' 08" | 32 |
| Merlin Knockin | 52° 47' 25" | –02° 59' 50" | 25 |
| Merlin Darnhall | 53° 09' 23" | –02° 32' 09" | 25 |
| Merlin Jodrell Bank (principale) | 53° 14' 07" | –02° 18' 23" | 64 |
| Merlin Pickmere | 53° 17' 19" | –02° 26' 44" | 25 |

**Liste des stations de radioastronomie fonctionnant dans la bande 10,6-10,7 GHz**

Région 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Pays | Nom | Latitude nord | Longitude est | Taille de l'antenne (m) |
| Brésil | Itapetinga | –23° 11' 05" | –46° 33' 28" | 14 |
| Canada | Algonquin Radio Obsy | 45° 57' 19" | –78° 04' 23" | 3,7 et 9,1 |
| Etats-Unis | Arecibo | 18° 20' 39" | –66° 45' 10" | 305 |
| GGAO Greenbelt | 39° 06' 00" | –76° 29' 24" | 12 |
| Green Bank Telescope | 38° 25' 59" | –79° 50' 23" | 100 |
| Haystack | 42° 36' 36" | –71° 28' 12" | 18 |
| Kokee Park | 22° 07' 34" | –159° 39' 54" | 20 |
| Jansky VLA | 33° 58' 22" à 34° 14' 56" | –107° 24' 40" à  –107° 48' 22" | 27 antennes de 25 m |
| VLBA Brewster, WA | 48° 07' 52" | –119° 41' 00" | 25 |
| VLBA Fort Davis, TX | 30° 38' 06" | –103° 56' 41" | 25 |
| VLBA Hancock, NH | 42° 56' 01" | –71° 59' 12" | 25 |
| VLBA Kitt Peak, AZ | 31° 57' 23" | –111° 36' 45" | 25 |
| VLBA Los Alamos, NM | 35° 46' 30" | –106° 14' 44" | 25 |
| VLBA Mauna Kea, HI | 19° 48' 05" | –155° 27' 20" | 25 |
| VLBA North Liberty, IA | 41° 46' 17" | –91° 34' 27" | 25 |
| VLBA Owens Valley, CA | 37° 13' 54" | –118° 16' 37" | 40 |
| VLBA Pie Town, NM | 34° 18' 04" | –108° 07' 09" | 25 |
| VLBA St. Croix, VI | 17° 45' 24" | –64° 35' 01" | 25 |
| Allen Telescope Array | 40° 10' 44" | –119° 31' 53" | 42 antennes de 6 m |
| Goldstone | 35° 25' 33" | –116° 53' 22" | 70,3 |

**Liste des stations de radioastronomie fonctionnant dans la bande 10,6-10,7 GHz**

Région 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Pays | Nom | Latitude nord | Longitude est | Taille de l'antenne (m) |
| Australie | Parkes | –33º 00' 00" | 148º 15' 44" | 64 |
| Katherine | –14º 22' 32" | 132º 09' 09" | 12 |
| Mopra | –31º 16' 04" | 149º 05' 58" | 22 |
| ATCA (Narrabri) | –30º 59' 52" | 149º 32' 56" | 6 antennes de 22 m |
| Tidbinbilla | –35º 24' 18" | 148º 58' 59" | 70, 34 |
| Hobart (Mt. Pleasant) | –42º 48' 18" | 147º 26' 21" | 26 |
| Ceduna | –31º 52' 05" | 133º 48' 37" | 30 |
| Yarragadee | –29º 02' 47" | 115º 20' 48" | 12 |
| Chine | Miyun | 40º 33' 29" | 116º 58' 37" | 50 |
| Sheshan | 31º 05' 58" | 121º 11' 59" | 25 |
| Nanshan | 43º 28' 16" | 87º 10' 40" | 25 |
| Tianma | 31° 05' 13" | 121° 09' 48" | 65 |
| CSRH | 42° 12' 31" | 115° 14' 45" | 60 antennes de 2 m |
| QTT | 43° 36' 04" | 89° 40' 57" | 110 |
| Japon | Nobeyama | 35º 56' 40" | 138º 28' 21" | 45 |
| VERA-Mizusawa | 39º 08' 01" | 141º 07' 57" | 20, 10 |
| VERA-Iriki | 31º 44' 52" | 130º 26' 24" | 20 |
| VERA-Ogasawara | 27º 05' 31" | 142º 13' 00" | 20 |
| VERA-Ishigakijima | 24º 24' 44" | 124º 10' 16" | 20 |
| Ishioka | 36º 12' 31" | 140º 13' 36" | 13.2 |
| Kashima | 35º 57' 21" | 140º 39' 36" | 34 |
| Usuda | 36º 07' 57" | 138º 21' 46" | 64 |
| Nishi-Waseda | 35º 42' 25" | 139º 43' 20" | 2,4 antennes de 64 m |
| Tomakomai | 42º 40' 25" | 141º 35' 48" | 11 |
| Gifu | 35º 28' 03" | 136º 44' 14" | 11 |
| Yamaguchi | 34º 12' 58" | 131º 33' 26" | 32 |
| Tsukuba | 36º 06' 11" | 140º 05' 19" | 32 |
| Corée | KSWC (Jeju) | 33º 42' 36" | 126º 29' 26" | 3 |
| SGOC (Sejong) | 36º 31' 12" | 127º 18' 00" | 22 |
| K-SRBL | 36° 24' 00" | 127° 22' 12" | 2 antennes de 2 m |
| KVN-Yonsei | 37º 33' 55" | 126º 56' 27" | 21 |
| KVN-Ulsan | 35º 32' 33" | 129º 15' 04" | 21 |
| KVN-Tamna | 33º 17' 21" | 126º 27' 37" | 21 |
| Nouvelle-Zélande | Warkworth | –36º 25' 59" | 174º 39' 52" | 30, 12 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Dans la direction verticale, l'asymétrie de 5,6% qui existe, pour δθ*v* et δ*v*, entre les angles de décalage intérieur et extérieur et les distances n'a pas été prise en considération. Seule la valeur extérieure la plus importante est indiquée. Les projections au sol des contours de marge sont des ellipses déformées représentées de façon approximative par des rectangles. [↑](#footnote-ref-1)