

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R RS.2106-0

(07/2017)

**Détection et résolution des problèmes de
brouillages radioélectriques causés aux
capteurs du service d'exploration de la Terre
par satellite (passive)**

Série RS

Systemes 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	Systemes 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, 2018

© UIT 2018

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.2106-0

Détection et résolution des problèmes de brouillages radioélectriques causés aux capteurs du service d'exploration de la Terre par satellite (passive)

(Question UIT-R 255/7)

(2017)

Domaine d'application

Lorsque des capteurs passifs du SETS subissent des brouillages radioélectriques préjudiciables, les administrations qui les exploitent devraient utiliser les informations et le formulaire figurant dans la présente Recommandation pour enregistrer chaque cas de brouillages radioélectriques et le signaler à l'administration dont relèvent les stations d'émission à l'origine des brouillages. Le formulaire joint dans la présente Recommandation, à fournir en complément du formulaire figurant à l'Appendice 10 du Règlement des radiocommunications, est destiné à être utilisé par les administrations pour communiquer des précisions supplémentaires sur les brouillages causés aux capteurs passifs du SETS.

Mots clés

Brouillages préjudiciables, brouillages radioélectriques, capteurs passifs, formulaire

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'aux termes de la Résolution **673 (Rév.CMR-12)** intitulée «*Importance des applications de radiocommunication liées à l'observation de la Terre*», les administrations sont instamment priées de tenir compte des besoins de fréquences radioélectriques pour l'observation de la Terre et, en particulier, de la protection des systèmes d'observation de la Terre fonctionnant dans les bandes de fréquences connexes;
- b) que les récentes images hyperfréquences fournies par les capteurs du SETS (passive) ont fait apparaître que, dans un nombre croissant de cas, les données recueillies sont altérées par les brouillages;
- c) qu'en particulier, des brouillages préjudiciables sont observés dans des bandes de fréquences visées au numéro **5.340** du Règlement des radiocommunications (RR), en vertu duquel toutes les émissions sont interdites dans les bandes identifiées dans ce renvoi;
- d) que les brouillages causés aux capteurs du SETS (passive) proviennent en règle générale d'émetteurs de Terre;
- e) qu'en règle générale, les capteurs du SETS (passive) subissent des brouillages provenant de plus d'une centaine de sources différentes, réparties sur la surface de la Terre;
- f) que les exploitants de capteurs passifs rencontrent des difficultés pour résoudre ces cas de brouillage, en particulier parce que les cas de brouillage à résoudre dans le monde sont nombreux, ce qui s'avère très lourd pour ces exploitants qui doivent contacter toutes les administrations concernées;
- g) que la résolution de ces problèmes de brouillages prend généralement de nombreuses années,

reconnaissant

- a) que, conformément à la Constitution et à la Convention de l'UIT, l'Union a, entre autres, pour objet de coordonner les efforts en vue d'éliminer les brouillages préjudiciables;

- b)* que, dans les cas de brouillage préjudiciable, l'Article **15** du RR et, en particulier, les numéros **15.21** (section relative aux rapports sur les infractions) et **15.22** à **15.46** (section relative à la procédure à suivre en cas de brouillage préjudiciable) s'appliquent;
- c)* que l'Appendice **10** du RR indique la forme sous laquelle présenter, chaque fois que cela est possible, les renseignements détaillés concernant tel ou tel cas de brouillage préjudiciable;
- d)* qu'aux termes de l'Appendice **10** du RR, un rapport sur un brouillage doit contenir des informations suffisantes pour permettre à l'administration qui le reçoit de mener une enquête appropriée;
- e)* que l'Appendice **10** du RR a été élaboré en vue de signaler des brouillages préjudiciables faisant intervenir des services de Terre et que son applicabilité en ce qui concerne les brouillages radioélectriques détectés par des capteurs du SETS (passive) est limitée;
- f)* que le Rapport UIT-R SM.2181 fournit des informations sur la manière dont d'autres champs de données et informations peuvent être spécifiés dans le rapport sur un brouillage préjudiciable causé par des stations spatiales, en plus des renseignements indiqués dans l'Appendice **10** du RR,
- g)* que les dispositions du Règlement des radiocommunications de l'UIT-R citées aux points *b)* et *c)* du *reconnaisant*, ont été formulées pour traiter les cas de brouillages entre services de communication qui sont dus à une seule source,

recommande

d'utiliser, en complément des informations contenues dans le formulaire de l'Appendice **10** du RR, le formulaire fourni dans l'Annexe à la présente Recommandation lorsqu'il s'agit de signaler des cas de brouillages préjudiciables subis par des capteurs du SETS (passive) aux administrations dont relèvent les stations brouilleuses.

Annexe

Formulaire à utiliser pour signaler un cas de brouillage causé à un capteur du SETS (passive)

1 Renseignements concernant les informations générales

Le Tableau 1 ci-après définit les champs des informations générales à remplir par l'administration qui signale un cas de brouillage radioélectrique.

TABLEAU 1
Informations générales

Administration ou entité qui soumet le rapport:	[Nom de l'Administration (ou d'une autre entité) qui soumet le rapport sur un brouillage]		
Personne à contacter:	[Point de contact au sein de l'Administration qui soumet le rapport sur un brouillage] Nom et titre Adresse, téléphone, télécopie courriel	Date:	JJ-MM-AAAA
		N° du rapport ou du cas	[N° de rapport ou N° de cas utilisé par l'Administration qui soumet le rapport sur un brouillage]
Objet:	[EXEMPLE: Rapport sur un brouillage radioélectrique préjudiciable observé par le satellite XXX au-dessus de {nom du pays} le {date} dans la bande de fréquences {FFFF-FFFF MHz}]		
Suite à donner:	[EXEMPLE: Identifier la ou les sources du brouillage signalé et prendre les mesures correctives nécessaires pour éliminer le brouillage en question.]		
Administration/organisme en charge des brouillages:	[Nom de l'Administration et de l'Autorité chargée de la gestion des fréquences au sein de l'Administration (le cas échéant) qui sont destinataires du rapport sur un brouillage]		
Personne à contacter:	[Point de contact au sein de l'Administration destinataire du rapport sur un brouillage] Nom et titre Adresse, téléphone, télécopie courriel	N° de réf.:	[Réservé à l'Administration destinataire du rapport sur un brouillage]
Bases pour l'identification de l'Administration responsable	[Bases pour l'identification de l'emplacement de la source de brouillage – EXEMPLE: «X» (nombre de) passages de satellite avec perte ou altération de données lorsque le satellite est situé au-dessus du territoire de (nom du pays)...]		
Fréquence ou bande de fréquences affectée	[EXEMPLE: bande 1 400-1 427 MHz attribuée au SETS (passive) pour la détection]		
Dispositions réglementaires pertinentes de l'UIT-R	[EXEMPLE: numéro 5.340 du RR (interdiction de toutes les émissions dans la bande); Résolution 750 (CMR-15) sur la compatibilité entre le SETS (passive) et les services actifs concernés]		
Copie à	[Copies du rapport adressées au BR de l'UIT, à l'entité exploitant le capteur, etc. en fonction de l'expéditeur et du destinataire]		

2 Renseignements concernant le système du SETS (passive) impacté

Le Tableau 2 ci-après définit les champs à remplir pour indiquer les caractéristiques du système du SETS (passive) affecté.

TABLEAU 2
Caractéristiques du système du SETS (passive) impacté

Satellite	[Exemple: nom de la mission spatiale]
Site web de la mission	http://XXX.YYY
Date de lancement	JJ-MM-AAAA
Charge utile	[Description de l'instrument de la charge utile affecté]
Caractéristiques du capteur	[Réponse en fréquence/largeur de bande/sélectivité RF, etc., du capteur]
Objectif principal	[Fonction principale de l'instrument de la charge utile affecté.]
Largeur de couloir (km)	[Distance linéaire au sol couverte dans la direction transversale.]
Résolution spatiale (km)	[Capacité à distinguer deux objets faiblement espacés sur une image.]
Polarisation	[verticale/horizontale/circulaire, etc.]
Type d'orbite	[Par exemple: circulaire ou elliptique, héliosynchrone (SSO) ou non héliosynchrone (NSS)]
Altitude (km)	[Hauteur au-dessus du niveau moyen de la mer]
Inclinaison (degrés)	[Angle entre le plan de l'équateur et le plan de l'orbite]
Temps solaire local du noeud ascendant	[Temps solaire local au moment où l'engin spatial franchit le plan de l'équateur sur son orbite ascendante]
Excentricité	[Rapport entre la distance séparant les foyers de l'orbite (elliptique) et la longueur du grand axe]
Intervalle de survol (jours)	[Temps mis par l'empreinte du faisceau de l'antenne pour revenir (approximativement) au même emplacement géographique. Cette durée est quelque peu différente de la «période de répétition», qui est le temps mis par un satellite pour revenir au même emplacement géographique à la même heure locale.]

3 Renseignements concernant le brouillage

3.1 Résumé relatif aux sources de brouillage radioélectrique

Le Tableau 3 ci-après définit les champs du résumé relatif aux sources de brouillage radioélectrique à remplir par l'administration qui signale un cas de brouillage radioélectrique.

TABLEAU 3

Résumé relatif aux sources de brouillage radioélectrique

Date de cette mise à jour de la situation relative au brouillage radioélectrique	[Date(s) à laquelle/auxquelles les observations du capteur utilisées pour identifier le brouillage radioélectrique ont été effectuées]
Nombre TOTAL de cas de brouillage radioélectrique détectés	[Nombre total de cas de brouillage radioélectrique détectés, y compris les cas non résolus et les cas résolus. A noter qu'en règle générale, chaque cas de brouillage radioélectrique est dû à une seule source, toutefois dans certains cas, le brouillage est dû à l'effet cumulatif de plusieurs sources]
Sources de brouillage radioélectrique actives	[Nombre de sources de brouillage radioélectrique signalé pour lesquelles le cas n'est pas résolu]
** Anciennes sources de brouillage radioélectrique actives	[Nombre de sources de brouillage radioélectrique pour lesquelles le cas n'est pas résolu] Brouillages radioélectriques [Liste des sources de brouillage radioélectrique avec numéro d'identification unique commençant à «ID 001» et notes pertinentes] [EXEMPLE D'ENTRÉE: ID 035 (15 000 K). Très forte intensité. Emission par impulsions. Compatible avec une émission radar.]
** Nouvelles sources de brouillage radioélectrique actives	[Nombre de nouvelles sources de brouillage radioélectrique détectées depuis le rapport précédent] Brouillages radioélectriques [EXEMPLE D'ENTRÉE: ID 036 (1 000 K) à [emplacement], passages descendants uniquement. Compatible avec une émission sur liaison hertzienne.]
Cas résolus de sources de brouillage radioélectrique	[Nombre de cas de brouillage radioélectrique résolu depuis le lancement du rapport] Brouillages radioélectriques

3.2 Emplacement géographique et autres précisions concernant le brouillage radioélectrique

Cette section contient des précisions au sujet des cas de brouillage radioélectrique détectés sur le territoire de l'administration où les brouillages radioélectriques ont été détectés. Ces renseignements sont fournis dans le «Journal détaillé concernant les sources de brouillage» présenté dans le Tableau 4.

La précision de l'emplacement du brouillage radioélectrique est un paramètre important que l'administration qui soumet le rapport sur un brouillage radioélectrique doit fournir dans cette section.

Les enquêtes sont généralement itératives, les administrations fournissant des mises à jour aux rapports qu'elles ont soumis précédemment. Il est utile pour une administration qui reçoit un rapport qu'elle soit informée des changements apportés aux informations précédemment communiquées. A cette fin, il est recommandé que les nouveaux rapports sur des brouillages radioélectriques soient surlignés en jaune.

Les différents champs considérés dans le Tableau 4 sont décrits ci-après:

Champ 1: Identification de la source

Numéro d'identification unique de la source de brouillage radioélectrique: [XXX-01], [XXX-02], etc. Pour plus de commodité, il est recommandé d'utiliser les **codes** alphabétiques de l'UIT à la place de XXX pour identifier le pays où la source de brouillage radioélectrique a été détectée.

Champ 2: Emplacement géographique observé

Emplacement géographique de la source de brouillage radioélectrique, donné par sa longitude et sa latitude en degrés décimaux. Le nombre de chiffres après la virgule fournis dépendra de la précision de l'emplacement du brouillage radioélectrique. A titre d'exemple, une précision de 10 km est équivalente à environ 0,008 degré de la circonférence de la Terre.

Champ 3: Fréquence centrale

D'une manière générale, la fréquence correspondant à la partie de l'émission présentant la plus forte intensité, ou à laquelle une porteuse distincte peut être observée, constitue la meilleure fréquence de recherche de départ pour les agents enquêteurs. La fréquence de la partie de l'émission brouilleuse présentant la plus forte intensité (ou la fréquence centrale si aucune partie de l'émission ne présente clairement une intensité plus forte) doit être inscrite dans la colonne «Fréquence centrale».

Champ 4: Caractéristiques de détection de la source

- Source de brouillage radioélectrique ponctuelle ou étendue. L'émission à l'origine du brouillage peut être détectée par le radiomètre comme correspondant à une source de brouillage radioélectrique ponctuelle ou étendue. Une source est ponctuelle lorsqu'il n'y a qu'un seul émetteur brouilleur dans les limites de la résolution spatiale du capteur au sol. Lorsque ce type de source de brouillage radioélectrique correspond à une émission unique, on peut détecter, caractériser et géolocaliser ce brouillage radioélectrique avec plus de précision lorsque la zone alentour est exempte de brouillage. Lorsqu'il y a plusieurs émetteurs dans l'empreinte du capteur, on parle de source étendue. Les sources étendues correspondant à des dizaines ou des centaines de signaux brouilleurs sont généralement liées à un système déployé au sol (par exemple, un réseau d'émetteurs). Le capteur n'étant pas en mesure de distinguer l'emplacement géographique de chaque source individuelle contribuant au brouillage étendu, seul un emplacement de référence peut être fourni. Ce type de brouillage fait augmenter le bruit de fond détecté par le capteur. Il est généralement plus complexe de résoudre un cas de brouillage radioélectrique étendu qu'un cas de brouillage radioélectrique ponctuel.
- Directivité de la source de brouillage radioélectrique. Des sources directives peuvent être suspectées lorsque le brouillage est détecté avec une plus forte intensité dans un sens de passage du capteur (par exemple nord-sud ou sud-nord).
- Emission par impulsions ou continue. Des émissions par impulsions peuvent indiquer que le brouillage radioélectrique provient d'un système radar.

Champ 5: Niveau de brouillage détecté par le capteur

Ce champ donne une indication de l'intensité du brouillage, fournie sous la forme d'une température de brillance (T_B en degrés Kelvin) ou d'une autre mesure du capteur.

Champ 6: Estimation du niveau de puissance reçue

Les organismes en charge du spectre au sein des administrations savent bien ce que représente, dans un rapport sur un brouillage radioélectrique, la puissance de brouillage reçue (P_R) à l'entrée d'un récepteur mesurée en watts et préfèrent recevoir les rapports sur des brouillages radioélectriques dans cette unité.

D'une manière générale, pour estimer la p.i.r.e. à partir de T_B pour une seule source de brouillage radioélectrique, on peut utiliser la formule de Friis en utilisant P_R en fonction de la p.i.r.e. comme décrit dans la Pièce jointe 2. Toutefois, pour certains capteurs dotés de nombreuses antennes (par exemple les radiomètres interférométriques tels que celui de la mission SMOS), cette approche peut ne pas être très précise. Dans ces cas, les systèmes de télédétection peuvent utiliser une autre mesure, par exemple la température de brillance (T_B , en degrés Kelvin).

Champ 7: Ville/Etat/Région où la source de brouillage radioélectrique a été localisée**Champ 8: Autres commentaires**

Cette colonne sert à fournir des caractéristiques supplémentaires du brouillage radioélectrique qui peuvent être utiles pour faciliter la tâche des organismes chargés d'identifier les sources de brouillage. Les facteurs à indiquer ici dépendront du type de brouillage radioélectrique, et pourront inclure des commentaires tels que:

- une estimation de la précision du rayon autour des coordonnées identifiées, d'autres facteurs peuvent être indiqués ici, notamment la question de savoir si le brouillage:
 - est un brouillage par impulsions ou continu;
 - a une largeur de bande observable;
 - est observé avec une polarisation horizontale, verticale et/ou circulaire;
 - est de nature intermittente, etc. Dans certains cas, le brouillage peut ne pas être observé pour tous les passages, ce qui est également utile pour les enquêteurs.

Champ 9: Date/heure journalisées

Cette colonne peut contenir les informations suivantes:

- Date à laquelle le brouillage radioélectrique a été détecté pour la première fois.
- Date à laquelle le brouillage radioélectrique a été signalé pour la première fois.
- Date/heure de la dernière observation par le capteur. La surveillance et le traitement des données du capteur pour détecter un éventuel brouillage peuvent prendre plusieurs jours. Par conséquent, cette date, si elle remonte à quelques semaines, ne devrait pas être considérée comme une indication que le brouillage n'est plus présent.

Champ 10: Situation actuelle concernant la source de brouillage radioélectrique: cas non résolu, cas résolu

TABLEAU 4

Journal détaillé concernant les sources de brouillage

Nombre de sources ACTIVES listées: [##]

Journal détaillé concernant les sources de brouillage										
1. Identification de la source	2. Emplacement géographique observé		3. Fréquence centrale (MHz)	4. Caractéristiques de détection de la source	5. Niveau de brouillage détecté par le capteur	6. Puissance reçue (dBm ou watts)	7. Ville/ Etat/Région	8. Autres commentaires (y compris précision)	9. Date/ heure journalisées	10. Situation actuelle
	Longitude (degrés)	Latitude (degrés)								
Numéro d'identification de la source utilisé pour le suivi	Longitude en degrés décimaux	Latitude en degrés décimaux	Fréquence centrale ou fréquence de la partie de l'émission présentant la plus forte intensité, si connue	Source directive, source ponctuelle ou source étendue	Temp. de brillance (T_B en Kelvins) ou autre mesure du capteur	Puissance reçue en dBm ou densité de puissance estimée à partir d'une mesure du capteur	Description de la zone géographique, par exemple région, ville, etc.	Commentaires concernant le brouillage observé, y compris une estimation de la précision du rayon autour de la lat/long, si connue	Date/heure de la première détection, du premier rapport, de la dernière observation par le capteur	Brouillage Cas non résolu Cas résolu

3.3 Informations complémentaires

Cette section contiendra des informations complémentaires destinées à faciliter les recherches menées par l'administration pour localiser les émissions brouilleuses. Ces informations peuvent notamment être les suivantes:

- des cartes de probabilité de brouillage radioélectrique (carte mondiale ou régionale ou carte détaillée pour des emplacements spécifiques);
- des cartes de température de brillance et des instantanés pour des zones particulières;
- la catégorie de brouillage radioélectrique avec indication de l'intensité du brouillage radioélectrique;
- la catégorie de brouillage radioélectrique selon l'emplacement régional;
- des remarques sur des observations spécifiques de brouillage radioélectrique;
- un journal relatif au brouillage radioélectrique faisant apparaître les cas résolus et le type d'émission brouilleuse déterminé par les autorités après enquête.

Des exemples sont présentés dans la Pièce jointe 1.

Pièces jointes à l'Annexe:

Pièce jointe 1 – Exemple d'informations communiquées sur des brouillages radioélectriques pour le § 3.2 (Tableau A1-1) et le § 3.3.

Pièce jointe 2 – Utilisation de la formule de FRIIS pour estimer les niveaux de puissance des émetteurs brouilleurs à partir de TB pour une seule source de brouillage.

Pièce jointe 3 – Formulaire vierge pour les rapports sur des brouillages radioélectriques (Tableaux A3-1 à A3-4).

Pièce jointe 1

à l'Annexe

Partie 1: Journal détaillé concernant les sources de brouillage radioélectrique (Tableau 4, § 3.2)

Journal détaillé concernant les sources de brouillage										
1. Identification de la source	2. Emplacement géographique observé		3. Fréquence centrale (MHz)	4. Caractéristiques de détection de la source	5. Niveau de brouillage détecté par le capteur (Kelvin)	6. Puissance reçue (dBm ou watts)	7. Ville/ Etat/Région	8. Autres commentaires (y compris précision)	9. Date/ heure journalisées	10. Situation actuelle
	Longitude (degrés)	Latitude (degrés)								
ADM-01	xx.xxx	yy.yyy	1 413,5 MHz (brouillage radioélectrique observé sur la totalité de la bande passive)	<ul style="list-style-type: none"> – Source ponctuelle – Emission par impulsions – Signal observé pour tous les passages avec la même intensité 	400	Non fournie pour ce type de capteur	Région x	Compatible avec une émission radar. Précision de l'emplacement géographique: 5 km	<ul style="list-style-type: none"> – Première détection: 15 mai 2012 – Dernière observation: 20 novembre 2016 	Cas non résolu
ADM-03	xx.xxx	yy.yyy	1 413,5 MHz (brouillage radioélectrique observé sur la totalité de la bande passive)	<ul style="list-style-type: none"> – Source étendue – Emission continue – Signal observé pour tous les passages avec la même intensité 	1 500	Non fournie	Ville x	Brouillage sur une zone étendue, compatible avec un effet cumulatif dû à plusieurs sources		Cas non résolu
ADM-04	xx.xxx	yy.yyy	1 413,5 MHz (brouillage radioélectrique observé sur la totalité de la bande passive)	<ul style="list-style-type: none"> – Source ponctuelle – Emission continue – Directivité: détection d'une forte intensité lors des passages ascendants 	5 000	Non fournie	Zone rurale x	Compatible avec un émetteur de liaison hertzienne ou un autre émetteur directif	Non	Cas non résolu

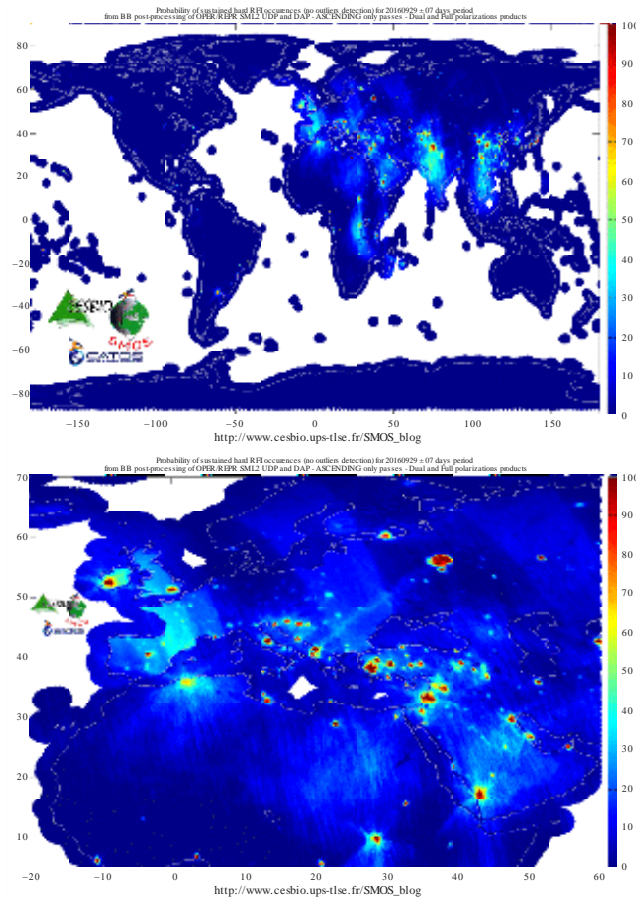
Partie 1: (fin)

Journal détaillé concernant les sources de brouillage										
1. Identification de la source	2. Emplacement géographique observé		3. Fréquence centrale (MHz)	4. Caractéristiques de détection de la source	5. Niveau de brouillage détecté par le capteur (Kelvin)	6. Puissance reçue (dBm ou watts)	7. Ville/ Etat/Région	8. Autres commentaires (y compris précision)	9. Date/ heure journalisées	10. Situation actuelle
ADM-05	xx.xxx	yy.yyy	1 413,5 MHz (brouillage radioélectrique observé sur la totalité de la bande passive)	Emission directive	2 000	Non fournie	Région x	Emetteur de surveillance locale localisé par les autorités et désactivé (11 novembre 2016)	Aucun brouillage radioélectrique n'a été observé après le 13 novembre 2016	Cas résolu
ADM-08	xx.xxx	yy.yyy		<ul style="list-style-type: none"> – Source ponctuelle – Emission continue – Signal observé pour tous les passages 	12 000	Non fournie	Région x	Brouillage de très forte intensité perturbant de manière importante les mesures du capteur	Nouveau brouillage radioélectrique. Détecté le 20 novembre 2016	Cas non résolu

Partie 2: Exemples d'informations complémentaires (comme identifié au § 3.3)**a) Cartes mondiales de probabilité de brouillage radioélectrique**

FIGURE 1

Cartes de probabilité de brouillage radioélectrique établies par le satellite SMOS à l'échelle mondiale et pour l'Europe (octobre 2016). Source: CESBIO



RS.2106-01

b) Cartes régionales de probabilité de brouillage radioélectrique

FIGURE 2

Carte de probabilité de brouillage radioélectrique établie par le satellite SMOS pour l'Amérique du Nord (mai 2010). Source: CESBIO

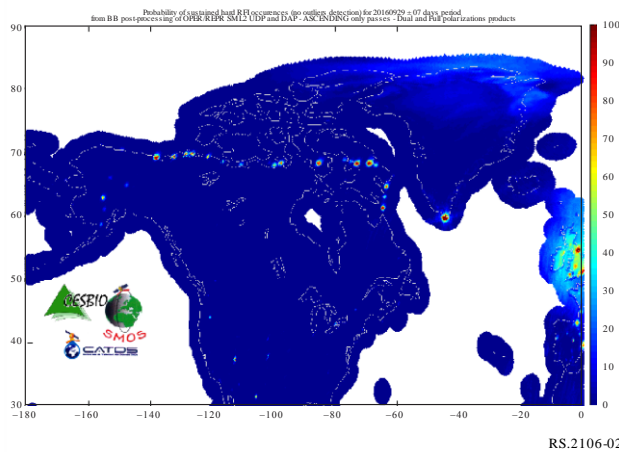
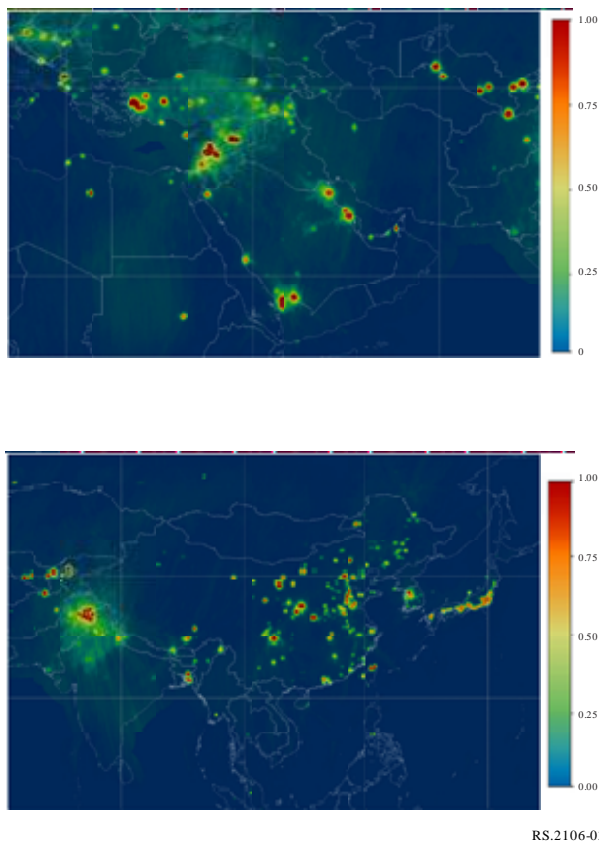


FIGURE 3

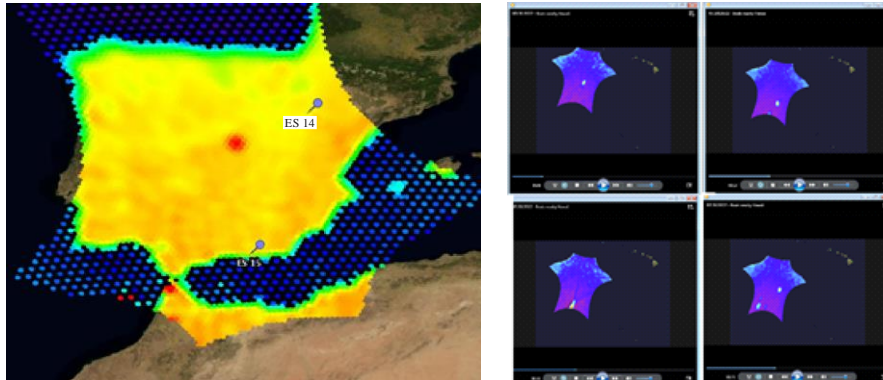
Cartes régionales de probabilité de brouillage radioélectrique établies par le satellite SMOS (16 au 31 mai 2016). Source: ESA/ESAC



c) Images locales et instantanés

FIGURE 4

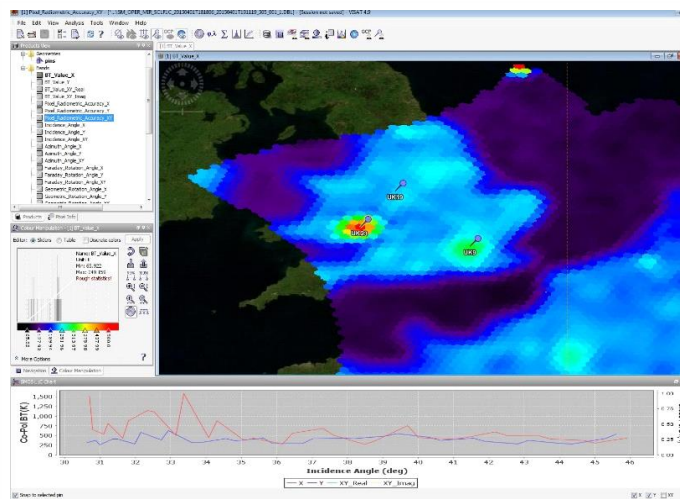
Instantanés de mesures de BT pour l'Espagne (gauche) et Hawaï (droite). Source: ESA/ESAC



RS.2106-04

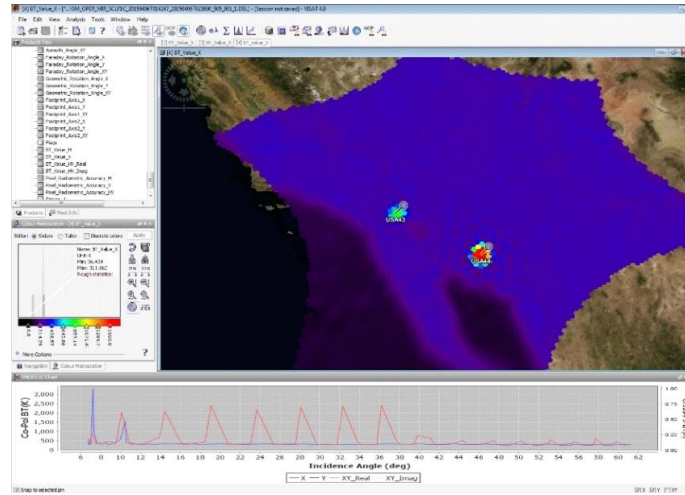
FIGURE 5

Instantané de UK23 et UK9, pris le 1er avril 2015



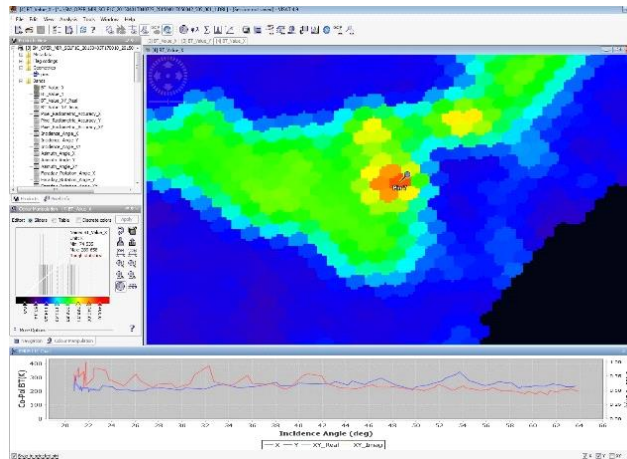
RS.2106-05

FIGURE 6
Instantané de USA 43/Arizona et USA 44/Californie, pris le 6 avril 2015



RS.2106-06

FIGURE 7
Instantané de IT45/Catane (Sicile), pris le 1er avril 2015



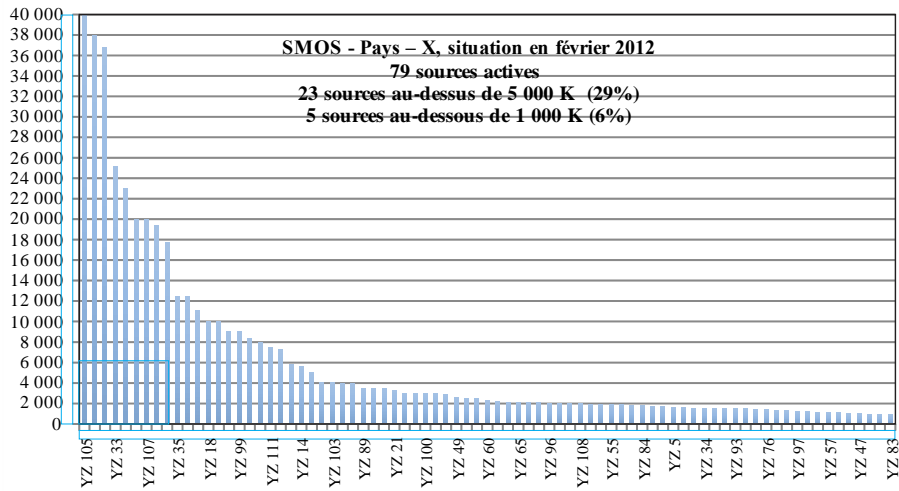
RS.2106-07

d) **Catégories des brouillages radioélectriques selon l'intensité (situation au jj.mm.aaaa)**

- Brouillages radioélectriques de très forte intensité ($T_B > 5\ 000\ K$) 20 sources de brouillage radioélectrique
- Brouillages radioélectriques de forte intensité ($5\ 000\ K > T_B > 1\ 000\ K$) 39 sources de brouillage radioélectrique
- Brouillages radioélectriques d'intensité modérée ($T_B < 1\ 000\ K$) 17 sources de brouillage radioélectrique

FIGURE 8

Catégories des brouillages radioélectriques selon l'intensité



RS.2106-08

TABLEAU A1-1

Tableau récapitulatif des cas de brouillage radioélectrique qui ont été résolus pour {nom de l'administration}

ID.	Emplacement géographique observé		Niveau de brouillage détecté par le capteur (Kelvin)	Ville/Etat/Région		Situation
	Longitude (degrés)	Latitude (degrés)				
ADM-02	xx.xxx	yy.yyy	400	Région x	Type de source: radar Précision de l'emplacement géographique (compte tenu de la position réelle): 4,7 km	Cas résolu. Résolu après que des mesures ont été prises par l'Administration
ADM-06	xx.xxx	yy.yyy	1 500	Ville x	Type de source: inconnue	Cas résolu. Le brouillage radioélectrique a disparu sans qu'aucune mesure n'ait été prise
ADM-07	xx.xxx	yy.yyy	5 000	Zone rurale x	Type de source: dysfonctionnement de liaison hertzienne dans la bande Précision de l'emplacement géographique (compte tenu de la position réelle): 6,2 km	Cas résolu. Résolu après que des mesures ont été prises par l'Administration

--- Fin de l'exemple ---

Pièce jointe 2

à l'Annexe

Utilisation de la formule de FRIIS pour estimer les niveaux de puissance des émetteurs brouilleurs à partir de T_B pour une seule source de brouillage

Les niveaux de puissance des signaux brouilleurs ne sont généralement pas mesurés directement par les instruments de satellite de télédétection passive tels que les radiomètres, en raison des objectifs fixés en matière de détection. Dans certains cas (par exemple, le satellite SMOS exploité par l'Agence spatiale européenne), le radiomètre mesure la «température de brillance» (T_B).

Il est utile pour les régulateurs d'avoir une estimation du niveau de la puissance émise par une seule source de brouillage afin de déterminer quels instruments de mesure, antennes et/ou préamplificateurs pourraient être nécessaires pour acquérir le signal dans la zone de recherche d'une source de brouillage. Cependant, il convient de noter que la puissance émise par la source de brouillage ne peut être déterminée avec précision, en raison d'un certain nombre de facteurs qui ne sont pas faciles à connaître, notamment:

- la direction et le gain de l'antenne brouilleuse;
- l'orientation et le gain précis de l'antenne du satellite (dans la mesure où le niveau de T_B peut être un niveau cumulatif résultant d'un certain nombre de détections à différentes distances, par exemple dans le cas d'une antenne à ouverture synthétique dont la direction du lobe principal peut varier);
- l'orientation de l'antenne brouilleuse et celle de l'antenne du capteur du satellite;
- d'autres effets tels que la propagation par trajets multiples.

Ces facteurs, entre autres, font qu'il est difficile de calculer avec précision la puissance d'un signal brouilleur détecté. Toutefois, on peut utiliser la formule de transmission de Friis, qui définit la relation entre la puissance reçue, les gains d'antenne et la puissance émise, pour calculer une estimation approximative de la puissance de l'émetteur, sur la base de la température T_B mesurée par un radiomètre. Il est à noter que des hypothèses doivent être faites pour des paramètres inconnus, ce qui aura une incidence sur la précision de l'estimation de la puissance de brouillage pour une source unique.

Idéalement, l'entité qui exploite le satellite et qui signale le brouillage fournira une estimation approximative de l'ordre de grandeur de la puissance d'émission, en utilisant la meilleure information disponible au moment de la soumission du rapport. Les organismes de réglementation chargés de résoudre les cas de brouillage signalés devraient tenir compte des problèmes ci-dessus dans le cadre de leurs enquêtes. L'exemple suivant d'utilisation de la formule de transmission de Friis pour déterminer la p.i.r.e. estimée de l'émetteur brouilleur concerne le capteur du satellite SMOS détectant un brouillage dû à une seule source avec une température T_B reçue de 5 000° K.

Formule de transmission de FRIIS

$$P_t G_t(\theta_r, \varphi_r) = k B \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right)^2 \frac{T_B R^2}{G_{smos}(\theta_T, \varphi_T)} \quad (1)$$

où:

- k = constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ W/H/K)
- T_B = température de brillance (K)

$B =$ largeur de bande à 3 dB du récepteur brouillé (Hz, spécifiée comme étant égale à 20 MHz [$2,0 \times 10^7$ Hz])

$R =$ distance au satellite de détection (m)

$\lambda =$ longueur d'onde à la fréquence centrale du capteur (0,21 m @ 1413 MHz).

Le produit $P_t G_t(\theta_r, \varphi_r)$ est également désigné comme étant la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) de la source de brouillage dans la direction du récepteur brouillé (dans cet exemple, le radiomètre du satellite SMOS).

$G_{smos}(\theta_T, \varphi_T)$ est le gain de l'antenne de réception (dBi) dans la direction de la source de brouillage. (Dans le cas du satellite SMOS, le gain dans le lobe principal de l'antenne du radiomètre est d'environ 24 dBi, bien que le calcul avec cette valeur suppose un alignement du lobe principal en direction de la source, ce qui n'est peut-être pas toujours vrai.)

Si on utilise les valeurs constantes de k , B , π , $G_{smos}(\theta_T, \varphi_T)$ et la valeur de 1 000 m/km, la formule (1) peut être simplifiée comme suit:

$$p.i.r.e. = 3,9345 \times 10^{-9} T_B R^2 \quad (2)$$

ou, sous forme logarithmique:

$$p.i.r.e. (dBW) = -84,05 + 10\log(T_B) + 20\log(R) \quad (3)$$

où R est la distance du satellite à la zone estimée de l'émetteur, en kilomètres.

Le calcul du niveau de puissance estimé pour $T_B = 5\,000^\circ K$ et $R = 1\,000$ km donne:

$$p.i.r.e. (dBW) = -84,05 + 10\log(5000) + 20\log(1000) = -84,05 + 36,9897 + 60,0 = 12,9 \text{ dBW}$$

Il convient de noter que la charge utile du satellite SMOS est un radiomètre interférométrique 2-D hyperfréquence passif comprenant 69 éléments d'antenne. La formule de transmission de Friis donne une approximation de la puissance reçue par un radiomètre à faisceau étroit pointant vers une source étendue. Dans ce cas, T_B est la température de brillance de l'endroit vers lequel pointe le radiomètre. La formule de Friis peut également être utilisée pour un système interférométrique pour toutes les directions spatiales. Dans ce cas, la puissance reçue par le système interférométrique peut être interprétée comme la puissance qu'un radiomètre classique pointant vers le même emplacement au sol recevrait si le diagramme d'antenne était le même que le diagramme synthétisé par le système interférométrique dans la même direction.

Pièce jointe 3

à l'Annexe

Formulaire vierge pour les rapports sur des brouillages radioélectriques (Tableaux A3-1 à A3-4)

En plus du formulaire, comprenant les quatre Tableaux suivants, de la présente Pièce jointe 3 que l'administration qui soumet un rapport devrait remplir, il convient aussi de fournir des informations complémentaires destinées à faciliter les recherches menées par l'administration pour localiser les émissions brouilleuses. Ces informations peuvent notamment être les suivantes:

- des cartes de probabilité de brouillage radioélectrique (carte mondiale ou régionale ou carte détaillée pour des emplacements spécifiques);
- des cartes de température de brillance et des instantanés pour des zones particulières;
- la catégorie de brouillage radioélectrique avec indication de l'intensité du brouillage radioélectrique;
- la catégorie de brouillage radioélectrique selon l'emplacement régional;
- des remarques sur des observations spécifiques de brouillage radioélectrique;
- un journal relatif au brouillage radioélectrique faisant apparaître les cas résolus et le type d'émission brouilleuse déterminé par les autorités après enquête.

Des exemples sont présentés dans la Pièce jointe 1 de la présente Recommandation.

TABLEAU A3-1
Informations générales

Administration ou entité qui soumet le rapport:			
Personne à contacter:		Date:	
		N° de rapport ou de cas	
Objet:			
Suite à donner:			
Administration/ organisme en charge des brouillages:			
Personne à contacter:		N° de réf.:	
Bases pour l'identification de l'Administration responsable			
Fréquence ou bande de fréquences affectée			
Dispositions réglementaires pertinentes de l'UIT-R			
Copie à			

TABLEAU A3-2
Caractéristiques du système du SETS (passive) impacté

Satellite	
Site web de la mission	
Date de lancement	
Charge utile	
Caractéristiques du capteur	
Objectif principal	
Largeur de couloir (km)	
Résolution spatiale (km)	
Polarisation	
Type d'orbite	
Altitude (km)	
Inclinaison (degrés)	
Temps solaire local du noeud ascendant	
Excentricité	
Intervalle de survol (jours)	

TABLEAU A3-3
Résumé relatif aux sources de brouillage radioélectrique

Date de cette mise à jour de la situation relative au brouillage radioélectrique	
Nombre TOTAL de cas de brouillage radioélectrique détectés	
Sources de brouillage radioélectrique actives	
** Anciennes sources de brouillage radioélectrique actives	
** Nouvelles sources de brouillage radioélectrique actives	
Cas résolus de sources de brouillage radioélectrique	

