

Rapport UIT-R SM.2182-3

(06/2023)

Série SM: Gestion du spectre

**Installations de mesure disponibles
pour la mesure des émissions en
provenance de stations spatiales OSG
et non OSG**

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 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 œuvre 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 Rapports UIT-R

(Également disponible en ligne: <https://www.itu.int/publ/R-REP/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
TF	Émissions de fréquences étalon et de signaux horaires

Note: Ce Rapport UIT-R a été approuvé en anglais par la Commission d'études aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2024

© UIT 2024

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.

RAPPORT UIT-R SM.2182-3

**Installations de mesure disponibles pour la mesure des émissions en
provenance de stations spatiales OSG et non OSG**

(Question UIT-R 232/1)

(2010-2017-2019-2023)

TABLE DES MATIÈRES

Page

1	Introduction	6
2	Ressources de l'orbite des satellites	6
3	Installations de contrôle des émissions par satellite	6
4	Conclusion.....	6
	Annexe 1 – Installations de contrôle des émissions spatiales en Allemagne.....	7
1	Spécifications descriptives de la station de contrôle des émissions spatiales	7
1.1	Description générale	7
1.2	Fonctions.....	7
1.3	Caractéristiques du système.....	8
1.4	Paramètres de mesure	10
2	Missions.....	11
2.1	Contrôle de l'occupation du spectre.....	11
2.2	Mesures de la position	11
2.3	Mesure des brouillages	11
2.4	Contrôle avant lancement	12
3	Heures de travail.....	12
4	Adresse de contact.....	12
	Annexe 2 – Installations de contrôle des émissions spatiales en Chine.....	16
1	Introduction générale.....	16
2	Installations de contrôle des émissions spatiales à la Station de contrôle de Pékin	16
2.1	Systèmes de contrôle	16
2.1.1	Système N° 1.....	16
2.1.2	Système N° 2.....	18

2.1.3	Système N° 3.....	18
2.1.4	Système N° 4.....	18
2.1.5	Système N° 5.....	19
2.1.6	Système N° 6.....	19
2.1.7	Système N° 7.....	19
2.2	Paramètres de base d'une partie des équipements utilisés le plus fréquemment	20
2.3	Heures de travail et contact.....	20
Annexe 3 – Installations de contrôle des émissions spatiales aux États-Unis d'Amérique		22
1	Spécifications de la station de contrôle des émissions spatiales	22
1.1	Introduction.....	22
1.2	Description générale	22
1.3	Fonctions.....	22
1.4	Équipement	23
1.5	Caractéristiques du système.....	24
2	Heures de travail et adresse de contact.....	26
Annexe 4 – Installations de contrôle des émissions spatiales en République de Corée		26
1	Présentation du SRMC	26
1.1	Description générale	26
1.2	Fonctions.....	26
1.3	Missions.....	27
1.3.1	Mesure de l'orbite des satellites géostationnaires et de leurs caractéristiques de transmission.....	27
1.3.2	Examen approfondi des causes de brouillage préjudiciable	27
1.3.3	Offre de données relatives aux mesures des émissions par satellite	27
1.4	Mesure des paramètres	27
2	Caractéristiques des systèmes.....	28
2.1	Système de contrôle des émissions des satellites géostationnaires	28
2.1.1	Présentation.....	28
2.1.2	Spécifications	28
2.2	Système de contrôle des émissions des satellites non géostationnaires	29
2.2.1	Présentation.....	29
2.2.2	Antenne 3	30

2.2.3	Antenne 4	30
2.2.4	Antenne 5	30
2.2.5	Antenne 6	31
2.2.6	Spécifications	31
2.3	Système mobile de contrôle des émissions par satellite	31
2.3.1	Présentation	31
2.3.2	Spécifications	32
2.4	Système de géolocalisation.....	33
3	Heures de travail et contact	34
3.1	Heures de travail	34
3.2	Adresse de contact	34
	Annexe 5 – Installations de contrôle des émissions spatiales au Japon.....	34
1	Présentation générale.....	34
1.1	Historique	34
1.2	Fonctions.....	34
1.2.1	Contrôle des satellites nationaux et étrangers	34
1.2.2	Élimination des brouillages.....	35
1.2.3	Recueil de données servant à la coordination internationale du réseau mondial de communication par satellite	35
1.3	Configuration du système	35
1.4	Caractéristiques principales	35
1.5	Principaux paramètres mesurés	38
2	Activités principales	38
2.1	Mesure et analyse de la position orbitale.....	38
2.2	Mesure et analyse de différents paramètres d'émission.....	39
2.3	Mesure et analyse de l'utilisation des fréquences	39
2.4	Mesure et analyse des émissions radioélectriques.....	40
2.5	Identification des sources de brouillage sur la liaison montante	41
3	Heures de travail.....	43
4	Adresse de contact.....	43

Annexe 6 – Installations de contrôle des émissions spatiales en Ukraine	43
1 Introduction générale.....	43
2 Missions principales de la station de contrôle des émissions spatiales de Kiev	44
3 Structure de la station de contrôle des émissions spatiales de Kiev	44
3.1 Antennes	45
3.2 Sous-système pour le diagnostic et la commande des équipements au sol	45
3.3 Sous-système pour la mesure des paramètres des émissions par satellite	45
3.4 Sous-système pour la localisation (géolocalisation) des stations terriennes et le calcul des éphémérides des satellites	46
4 Adresse de contact.....	47
Annexe 7 – Installations de contrôle des émissions spatiales au Kazakhstan	47
Annexe 8 – Station de contrôle des émissions spatiales au Brésil.....	51
1 Spécifications de la station de contrôle des émissions spatiales	51
1.1 Introduction.....	51
1.2 Description générale et fonctions	51
1.3 Caractéristiques du système.....	51
1.4 Étage d'entrée RF et infrastructure	53
2 Missions.....	54
2.1 Mesures et analyse des paramètres techniques.....	54
2.2 Opérations de géolocalisation.....	55
3 Heures de fonctionnement et coordonnées.....	57
Annexe 9 – Installations de contrôle des émissions spatiales au Sultanat d'Oman	57
1 Description générale	57
2 Fonctions	58
3 Caractéristiques du système	58
4 Structure de la station de contrôle des émissions spatiales	59
4.1 Antennes	59
4.2 Sous-système pour le diagnostic et la commande des dispositifs dans la station et pour le pointage des antennes vers les positions orbitales des satellites.....	59
4.3 Sous-système pour le contrôle, la détection et la caractérisation des signaux transmis par les satellites	60

4.4	Système de localisation de l'émetteur (Géolocalisation)	62
4.5	Unité de contrôle mobile	63
4.6	Système d'aéronef sans pilote (UAS)	64
4.7	Émetteur de référence	64
4.8	Contrôle du système de radiodiffusion visionumérique (DVB)	65
4.9	Sous-système de vérification des licences et de contrôle du taux d'occupation de l'orbite	65
4.10	Enregistreur dans la bande L	66
5	Missions.....	66
6	Heures de travail.....	66
7	Coordonnées	66

1 Introduction

En principe, les missions confiées aux services de contrôle des émissions radioélectriques sont les mêmes pour les émissions provenant de stations spatiales à orbite géostationnaire (OSG) et non géostationnaires (non OSG) que pour les émissions provenant de services de radiocommunication de Terre. Cependant, le contrôle des émissions provenant de stations spatiales et le contrôle des émissions provenant de stations de Terre diffèrent en termes de technique et de méthode. Le présent Rapport fournit des renseignements concernant les installations de contrôle des émissions spatiales exploitées par des autorités de réglementation des télécommunications dans différentes parties du monde.

2 Ressources de l'orbite des satellites

Les créneaux orbitaux utilisés par les satellites géostationnaires constituent une ressource précieuse et rare et, de ce fait, il est utile pour les départements des administrations responsables de la gestion du spectre d'avoir des données sur l'exploitation des satellites géostationnaires inscrits dans le Fichier de référence international des fréquences (MIFR).

Les orbites des satellites non OSG posent des difficultés supplémentaires, car ces satellites se déplacent en permanence dans leur plan orbital et sont par conséquent difficiles à contrôler.

Il faut comprendre que la nécessité de localiser et d'éliminer les brouillages préjudiciables causés ou subis par des stations spatiales peut devenir un élément important afin de permettre aux administrations sous la juridiction desquelles aucun satellite n'a été notifié de remédier aux cas de brouillage de Terre dans lesquels des satellites sont impliqués.

3 Installations de contrôle des émissions par satellite

Plusieurs stations terriennes de contrôle sont déjà exploitées par des autorités de réglementation des télécommunications dans diverses régions du monde et sont capables de recueillir des données relatives aux émissions rayonnées par les stations spatiales. Certaines d'entre elles sont équipées de ce qu'on appelle des systèmes de localisation des émetteurs, qui permettent de géolocaliser des sources de brouillage se trouvant à la surface de la Terre et affectant le fonctionnement de satellites spatiaux.

Étant donné les difficultés techniques posées par l'installation et l'exploitation de ces stations de contrôle, le budget élevé requis et, ce qui revêt une grande importance, la nécessité que ces stations soient exploitées par des opérateurs suffisamment expérimentés, il est impératif qu'une coopération étroite ait lieu entre elles.

4 Conclusion

Les installations de contrôle des émissions spatiales exploitées par des autorités de réglementation des télécommunications disponibles à l'échelle mondiale font l'objet d'une présentation dans les Annexes afin de faciliter la coopération mutuelle entre ces stations. Les emplacements de ces installations ainsi que les renseignements permettant de les contacter sont également fournis, et ces stations peuvent éventuellement apporter leur assistance à d'autres administrations en cas de brouillage causé par des satellites ou pour le contrôle des émissions par satellite. Chacune des stations listées est à même de couvrir une portion de l'arc géostationnaire autour de son emplacement géographique. Les installations listées couvrent la totalité de l'arc géostationnaire.

NOTE 1 – Malgré le fait qu'un satellite soit «visible» depuis un certain emplacement de contrôle, les diagrammes des faisceaux de la liaison descendante des satellites OSG (empreintes) et les trajectoires orbitales des satellites non OSG déterminent la possibilité ou non de contrôler les signaux.

Annexe 1

Installations de contrôle des émissions spatiales en Allemagne

Station de Leeheim de la Bundesnetzagentur allemande (Agence fédérale des réseaux)

1 Spécifications descriptives de la station de contrôle des émissions spatiales

1.1 Description générale

La station de contrôle des émissions spatiales de Leeheim appartient à la «Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen» (Agence fédérale des réseaux pour l'électricité, le gaz, les télécommunications, les postes et les chemins de fer) ou, en forme courte, «Bundesnetzagentur» (Agence fédérale des réseaux).

Les responsabilités de cette agence comprennent la gestion et le contrôle du spectre. La station de contrôle de Leeheim se trouve sur le Rhin à environ 35 km au sud-ouest de Francfort-sur-le-Main. Ses antennes à mouvement total, dont le diamètre peut atteindre 12 m, sont orientées vers des satellites spatiaux. Ces antennes ne sont pas utilisées à des fins de transmission commerciale. Elles sont le cœur d'une installation servant à contrôler les émissions dans les fréquences attribuées aux services de radiocommunication spatiale et à détecter la présence de brouillage sur des fréquences utilisées pour les communications par satellite.

1.2 Fonctions

Aide à la planification et à la coordination

Les observations générales des orbites permettent de déterminer l'utilisation effective des fréquences radioélectriques attribuées aux services spatiaux. Elles comprennent des mesures de l'occupation des répéteurs satellites et la détermination des positions orbitales sur l'orbite des satellites géostationnaires.

Les observations spécifiques de l'occupation des fréquences, en relation par exemple avec les procédures de coordination des fréquences radioélectriques, permettent de détecter rapidement les risques de brouillage au cours de la phase de planification des systèmes à satellites.

Les expériences sur le terrain peuvent aider à optimiser des modèles théoriques qui facilitent l'utilisation de fréquences en partage par des services spatiaux et des services de Terre.

Outil pour le positionnement et l'exploitation des satellites

Les observations avant lancement sur la télémessure et les fréquences de poursuite garantissent le bon positionnement des satellites géostationnaires.

Le contrôle des émissions par satellite, de l'occupation des répéteurs et du positionnement des satellites, est un outil indispensable qui permet aux autorités compétentes de vérifier si un satellite est exploité conformément à la publication, à la coordination et à la notification anticipées, qui ont lieu au plan international.

Le traitement des brouillages permet de détecter les sources de brouillage préjudiciable qui, sinon, continueraient de faire entrave au bon fonctionnement des services de radiocommunication par satellite et de Terre.

Détection des sources de brouillage sur la liaison montante

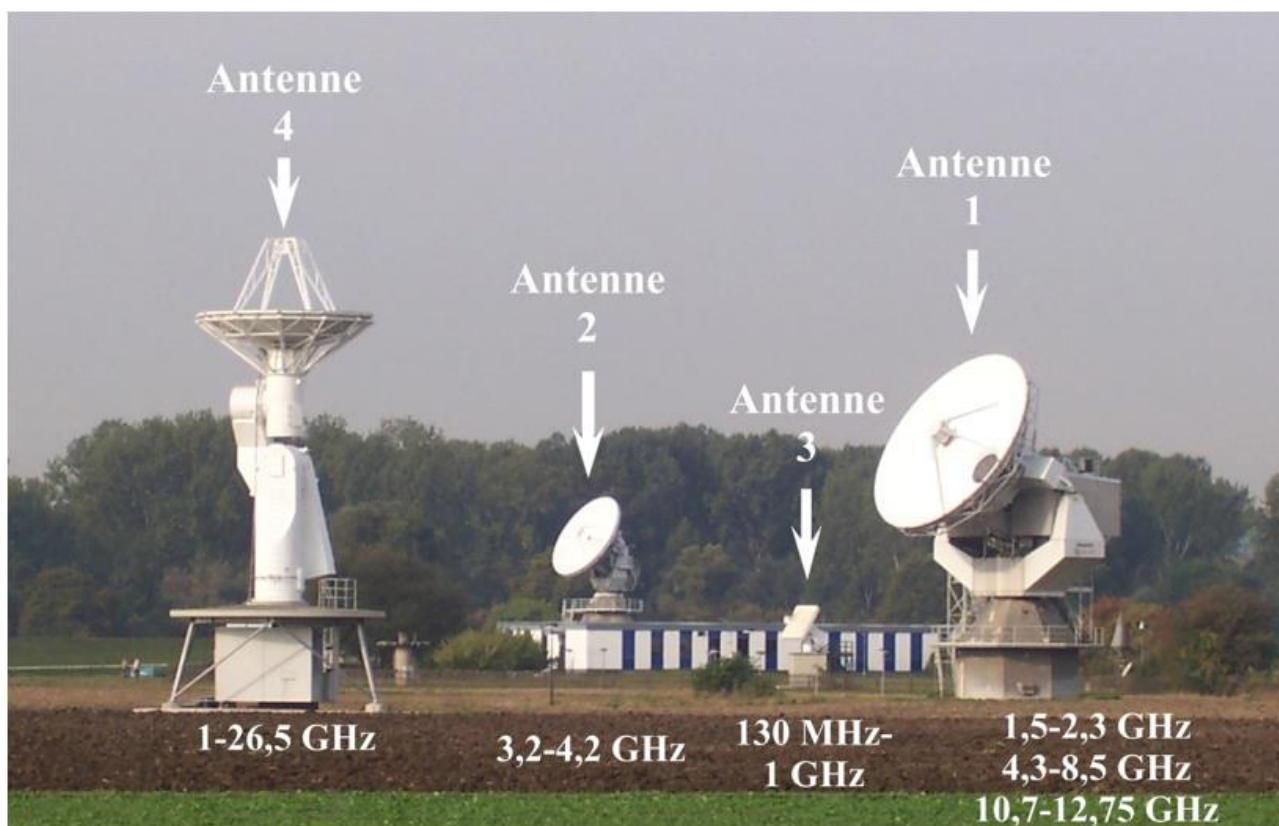
Les cas de brouillage sur la liaison montante, c'est-à-dire lorsqu'un satellite n'est pas la source du brouillage mais qu'il en est victime, sont de plus en plus fréquents. Depuis que les utilisateurs ont obtenu le droit d'accéder directement aux capacités des satellites, le nombre de stations terriennes a augmenté rapidement. Les stations terriennes sont la principale source de brouillage sur la liaison montante. Celui-ci peut être dû aussi bien à des défaillances techniques qu'à des défauts d'utilisation. On a également relevé des utilisations illicites de répéteurs de satellite et des cas de brouillage intentionnel. Autorités, opérateurs et utilisateurs doivent faire face à cette situation.

Le système de contrôle localise les sources de brouillage en recevant leurs signaux le long de deux trajets différents: à partir du satellite victime du brouillage et d'un satellite situé à proximité. Des calculs effectués à partir de la différence de temps et de la différence de fréquence des signaux reçus à Leeheim permettent de déterminer les coordonnées géographiques de l'émetteur. Normalement, dès que l'emplacement de la source de brouillage est connu, celui-ci peut être éliminé rapidement.

1.3 Caractéristiques du système

Position: 49°51'13" N 08°23'50" E

Arc géostationnaire visible: 67° W à 83° E



Antenne 1

L'Antenne 1, une antenne Cassegrain à alimentation périscopique de 12 m, est une antenne à large bande destinée à couvrir la bande de fréquences 1,0-13 GHz. Le système dit de poursuite mono-impulsion pour un pointage de l'antenne haute précision requiert l'utilisation d'alimentations relativement étroites dotées de caractéristiques optimisées à 1,5-1,8 GHz et 2,1-2,3 GHz, ainsi qu'à 10,7-12,75 GHz. Un réflecteur rotatif réglable et une alimentation montée sur lames permettent de changer de bande de fréquences.

L'intervalle de fréquences relativement large de l'Antenne 1 (4,3-8,5 GHz) est incompatible avec la poursuite mono-impulsion. Néanmoins, l'Antenne 1 permet une localisation commandée par ordinateur précise dans toutes les bandes de fréquences.

Antenne 2

L'Antenne 2 est une antenne Cassegrain de 8,5 mètres de diamètre munie d'une alimentation à bande étroite dans la bande de fréquences 3,2-4,2 GHz. Les possibilités d'utilisation de cette antenne sont actuellement limitées.

Antenne 3

L'Antenne 3, qui se présente sous la forme d'un carré de 2,4 mètres de côté, est composée de trois réseaux de doublets de tailles différentes dont l'ensemble couvre la bande 130-1 000 MHz.

Antenne 4

L'Antenne 4, une antenne à alimentation au foyer principal de 7 mètres, est une antenne multibandes qui couvre la gamme 1-26,5 GHz. Cette gamme se compose de huit sous-bandes dont chacune empiète légèrement sur celles qui lui sont adjacentes. Les systèmes d'alimentation correspondants sont en partie à doublets croisés et en partie de type cornet. L'assemblage d'alimentation est placé dans le foyer du réflecteur parabolique. L'assignation à une certaine sous-bande se fait par rotation de l'assemblage.

Il s'agit d'une antenne à monture X-Y, particulièrement adaptée aux satellites non géostationnaires qui survolent la station.

Antenne 5

L'Antenne 5 est une antenne à alimentation au foyer principal de 3 mètres dotée d'une alimentation logarithmique périodique à large bande dans la gamme 1-26,5 GHz. Elle est principalement utilisée dans la bande Ka des 17,7-21,2 GHz. Cette antenne est montée sur un poteau uniquement pour l'arc de l'orbite des satellites géostationnaires.

Antennes équidirectives

La station possède également des antennes équidirectives servant à observer simultanément toutes les émissions en provenance du ciel dans une bande de fréquences donnée, par exemple les émissions provenant d'un système à satellites. La gamme de fréquences est 100-2 500 MHz.

Poursuite commandée par ordinateur

Le système de poursuite commandé par ordinateur des Antennes 1, 3 et 4 permet de suivre les satellites géostationnaires ou non géostationnaires au moyen de ce qu'on appelle les «éléments à deux lignes» (TLE).

Paramètres des antennes

Un résumé des paramètres des antennes 1 à 5 figure dans le Tableau 1.

Système de localisation des émetteurs

Le système de localisation des émetteurs est conçu afin d'identifier l'emplacement des émetteurs radioélectriques sur Terre. Le principe consiste à déterminer les caractéristiques du triangle formé par l'émetteur visé et deux satellites en effectuant des mesures de temps et de fréquence. Ce système fonctionne au moyen de deux antennes fonctionnant dans la même bande de fréquences.

La constellation de mesure est formée du satellite victime de brouillage et d'un satellite voisin, ainsi que de l'association de l'Antenne 1 et de l'Antenne 4, ou de l'Antenne 2 et de l'Antenne 4, ou de l'Antenne 5 et de l'Antenne 4.

Pour un exemple de résultats de ce type de mesures, voir la Fig. 1.

Émetteur de référence pour le système de localisation des émetteurs

Les quatre unités d'émission de référence émettent des signaux de référence pour le système de localisation des émetteurs et peuvent également être utilisés pour la correction des paramètres orbitaux. Cela permet d'effectuer des mesures indépendantes, sans faire appel à des informations concernant l'orbite, qui pourraient se révéler insuffisantes, ou à des émissions de référence externes. Ces émetteurs peuvent aussi être utilisés en mouvement à l'intérieur des frontières de l'Allemagne.

Les gammes de fréquences sur la liaison montante sont:

Bande C: 5 850-6 850 MHz, bande Ku: 12 750-14 500 MHz, bande Ka: 17 300-18 400 MHz.

Gamme de fréquences

La gamme de fréquences de la station s'étend de 130 MHz à 26,5 GHz sans aucune interruption.

L'utilisation du protocole TLS est limitée aux fréquences couvertes par les Antennes 1, 2 et 5, qui comprennent l'ensemble des bandes de fréquences du service fixe par satellite (espace vers Terre) jusqu'à 21,2 GHz. Voici en détail ces bandes de fréquences: 1,5-1,8/2,1-2,3/3,2-4,2/4,3-8,5/10,7-12,75/17,7-21,2 GHz.

Enregistreur de spectre de fréquences

L'enregistreur de spectre de fréquences peut être relié à n'importe quelle antenne de la station. Il est possible de choisir librement six bandes de fréquences d'une largeur de 100 MHz au maximum. Les spectres de ces bandes de fréquences peuvent être explorés de façon quasi-simultanée grâce à la technique du partage de temps et affichés dans des spectrogrammes.

Dispositif de mesure des signaux inférieurs au bruit de fond

Pour mesurer les émissions de faible puissance surfacique, la station dispose d'une méthode de contrôle permettant une réduction du bruit de fond de 12 à 15 dB. Ce résultat s'obtient en mesurant à plusieurs reprises les spectres successifs, et par la numérisation et le traitement des signaux. Ce dispositif permet l'affichage des spectres inférieurs au bruit de fond d'une largeur de 100 MHz au maximum, conformément à la Recommandation UIT-R SM.1681.

1.4 Paramètres de mesure

La station permet de mesurer ou de déterminer des caractéristiques des émissions telles que:

- la fréquence;
- le déplacement de fréquence par suite de l'effet Doppler;
- le spectre et la largeur de bande;
- la classe d'émission et le type de modulation;
- la polarisation;

- la puissance surfacique dans la largeur de bande de référence;
- la puissance surfacique totale;
- la p.i.r.e.

Dans le cas d'émissions de télévision:

- les fréquences de la sous-porteuse son;
- le codage;
- les sources des programmes, etc.

Étant donné que les quatre antennes possèdent des vitesses angulaires suffisantes pour l'azimut et l'élévation, il est possible de mesurer ces paramètres même pour des satellites non géostationnaires.

La station permet de mesurer et d'enregistrer des trajectoires orbitales dans la gamme de fréquences 1,5-1,8 GHz; 2,1-2,3 GHz et 10,75-12,75 GHz au moyen de la poursuite mono-impulsion.

2 Missions

2.1 Contrôle de l'occupation du spectre

Le contrôle de l'occupation du spectre consiste à observer de façon systématique le spectre radioélectrique afin de remplir les objectifs suivants:

- identifier les caractéristiques de base de toutes les émissions détectables en provenance de stations spatiales;
- déterminer s'il y a dépassement des limites ou s'il existe des écarts par rapport aux données ayant fait l'objet d'une publication, d'une coordination et/ou d'une notification au plan international;
- déterminer les données relatives à l'occupation effective des bandes de fréquences par les stations spatiales;
- obtenir les données relatives à l'occupation effective des positions sur l'orbite des satellites géostationnaires par les stations spatiales.

Les résultats sont stockés dans une base de données et complétés par des spectrogrammes pour chaque émission faisant l'objet d'un contrôle ou pour un ensemble de telles émissions. Dans ce format (voir le Tableau 2 pour l'atlas des fréquences), les résultats peuvent être utilisés à des fins de comparaison avec les paramètres renseignés, coordonnés et notifiés au plan international. Il est possible d'effectuer ces mesures pour l'orbite géostationnaire et l'orbite non géostationnaire.

2.2 Mesures de la position

Dans les cas où l'inclinaison ou l'ellipticité de l'orbite d'un satellite est susceptible de causer des brouillages à un satellite voisin, il faut mesurer la trace de la position occupée. Cela est réalisé au moyen de la poursuite mono-impulsion sur une période de 24 heures. La trace de la position occupée est donnée en coordonnées géographiques (le point subsatellite) ou dans une carte du ciel.

2.3 Mesure des brouillages

Lorsqu'il est fait état d'un cas de brouillage, il est nécessaire de procéder à une analyse claire des données figurant dans le rapport. Les premières mesures peuvent confirmer le rapport ou donner lieu à des modifications des données rapportées. En principe, il y a deux possibilités: la source du brouillage se trouve soit dans l'espace, soit sur Terre.

Dans le cas où la source du brouillage se trouve dans l'espace, il y a encore deux possibilités: soit un satellite connu émet un signal non conforme à la publication, à la coordination et/ou à la notification, soit un satellite inconnu est la source du brouillage. L'identification de la source de brouillage dans l'espace passe par la réalisation de mesures similaires à celles du contrôle de l'occupation, bien que le but soit différent.

Dans le cas d'une source de brouillage se trouvant sur Terre dans la liaison descendante d'un satellite, il faut procéder à des mesures de localisation de l'émetteur.

2.4 Contrôle avant lancement

Au cours de la pré-phase de lancement d'un satellite, les fréquences utilisées pour la télémessure, la télécommande et la poursuite font l'objet d'un contrôle en fonction de l'orbite prévue.

Les résultats des mesures permettent un lancement et un positionnement plus sûrs du satellite.

3 Heures de travail

Les horaires de service réguliers de la station de contrôle de Leeheim sont les suivants:

Lundi au jeudi 8 h 00-16 h 00, heure locale.

Vendredi 8 h 00-15 h 00, heure locale.

En raison d'horaires variables, il peut arriver que la station soit exploitée en dehors de ces plages.

Le personnel de la station de Leeheim est absent les jours fériés.

4 Adresse de contact

Bundesnetzagentur
Satelliten-Messstelle
D 64560 Riedstadt
Germany

Pendant les horaires de service réguliers, on peut joindre la station en utilisant les coordonnées suivantes:

Tél.: +49 6158 940-0

Télécopie: +49 6158 940-180

Courriel: Space.Monitoring@BNetzA.de

En dehors des horaires de service réguliers, les instructions permettant d'entrer en contact avec un opérateur sont données par un répondeur téléphonique.

TABLEAU 1

Paramètres des antennes
Station de contrôle des émissions spatiales de Leeheim

Paramètre	Antenne 1				Antenne 2**	Antenne 3			Antenne 4								Antenne 5***
Bande de fréquences (GHz)	1,5-1,8	2,1-2,3	4,3-8,5	10,7-12,75	3,2-4,2	0,13-0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	1,9-3,3	3,2-4,4	4,3-7,3	7,2-10,1	9,9-12,75	12,5-17,7	17,3-26,5	17,7-21,2
Type de l'antenne	Mouvement total Az./El. Cassegrain à alimentation périscopique				Mouvement total Az./El., Cassegrain	Mouvement total Az./El. Réseau de doublets plan			Mouvement total, monture XY, foyer principal								Sur poteau Az./El., Foyer principal
Taille de l'antenne	12 m Ø				8,5 m Ø	4 m²	2 m²	2 m²	7 m Ø								3 m Ø
Polarisation	LX LY	LX LY	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	RHC LHC	LX, LY	LX, LY	LX, LY	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC, LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY	LX, LY	LX, LY
Réglage de la polarisation	non	non	oui	oui	non	non			oui								oui
Gain de l'antenne (dBi)	44	47	49-56	61-62	48-50	8-11	10-14	14-18	34-39	40-45	45-47	47-50	51-54	54-56	56-57	58-59	47-50
G/T (dB/K)	22	25	27-33	39-41	25-29	–			15-19	20-23	24-26	26-28	29-31	32-33	32-33	34-33	19-21
Vitesse angulaire	Az. 16°/s El. 3,5°/s				Az. 5°/s El. 5°/s	Az. 10°/s El. 10°/s			axe des X: 3,5°/s axe des Y: 3,5°/s								Az. 0,5°/s El. 0,5°/s
Accélération	10°/s²				5°/s²	10°/s²			3,5°/s²								
Poursuite de l'antenne	Mono-impulsion		non	Mono-impulsion	Manuelle	Manuelle, programmée			Manuelle, programmée								Manuelle
	Manuelle, programmée																
Niveau d'incertitude erreur de rss*	1,6 dB (niveau de confiance 95%)				N/A	1,6 dB (niveau de confiance 95%)			1,6 dB (niveau de confiance 95%)								N/A
Erreur de fréquence	1*10 ⁻¹² (étalon au rubidium)																

* rss = somme quadratique.

** Disponibilité d'utilisation limitée

*** Mise en service en 2009.

N/A: Non applicable.

TABLEAU 2
Exemple d'atlas des fréquences
RÉSULTATS DES OBSERVATIONS ET DES MESURES

Identification de la station			Résultats relatifs à la position				
<1>	station spatiale:	XYXYXSAT-1R	<110>	<190>			
<2>	Administration responsable:	XYZ	position orbitale [°]	élévation Leeheim [°]	remarque	date du contrôle YYMMDD	<191> distance [km]
<3>	position nominale:	15,5E	15,5E	32,47			

signal	<115> fréquence [MHz]	remarques	<116> largeur de bande de l'émission	remarques	<117> PFD [dBW]	remarques	<118> p.i.r.e. [dBW]	remarques	<119> polarisation	remarques	<131> occupation	spectres YYMMDD:HHMM	Annexe	observation/enregistrement YYMMDD-MMDD	Annexe
A	2210,000		1M00												
O	2210,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2210,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2218,500		1M00												
O	2218,500	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2218,500	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2281,000		1M00												
O	2281,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2281,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2288,000		1M00												
O	2288,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2288,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	

A=assigné, M=mesuré, O=observé, B=balise assignée; N=pas d'assignation

Extrait de légende:

Dispositions générales applicables

Le terme «assigné» est toujours employé si les informations concernant la station spatiale observée figurent dans les publications de l'UIT et si les caractéristiques mesurées correspondent à celles qui ont été publiées. Ce terme est employé indépendamment des circonstances effectives.

Si la même position a été assignée à plusieurs stations spatiales et que ...

....

Signification du code de pondération

Chacune des lignes où sont inscrits les résultats des mesures et des observations contient des colonnes supplémentaires intitulées «remarques» après les colonnes suivantes:

- <110> Position
- <115> Fréquence
- <116> Largeur de bande et caractéristiques de l'émission
- <117> Puissance surfacique (PFD) dans la largeur de bande de référence
- <118> p.i.r.e.
- <119> Polarisation
- <1> Nom de la station spatiale

Le nom indiqué est celui indiqué sous <1>. Toute station spatiale inconnue se voit attribuer la désignation «INCONNUE», assortie d'une position nominale fictive.

- <2> Administration responsable
- <8> Longitude géographique nominale sur l'orbite des satellites géostationnaires, en degrés.

Les valeurs négatives et positives correspondent respectivement à des positions situées à l'ouest et à l'est du méridien de Greenwich

.....

Fig. 1

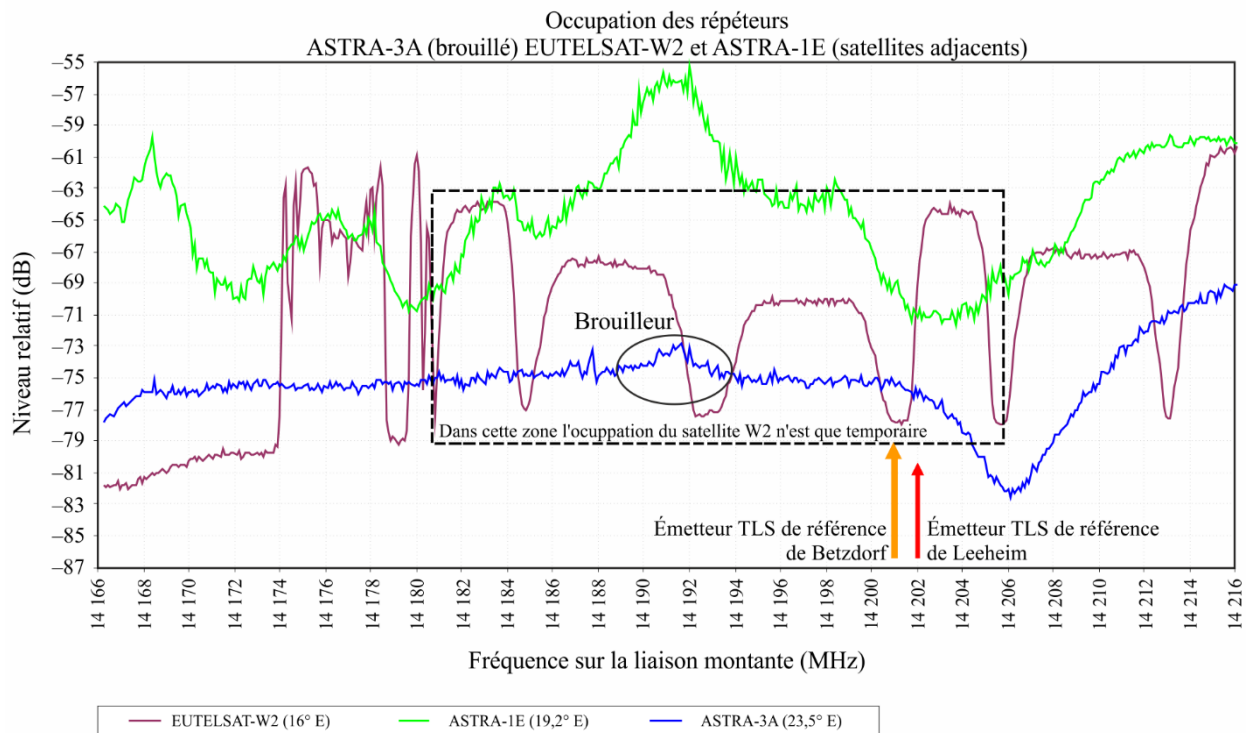
Fin de l'extrait! Il est possible que la légende s'étende sur plusieurs pages, si nécessaire.

FIGURE 1

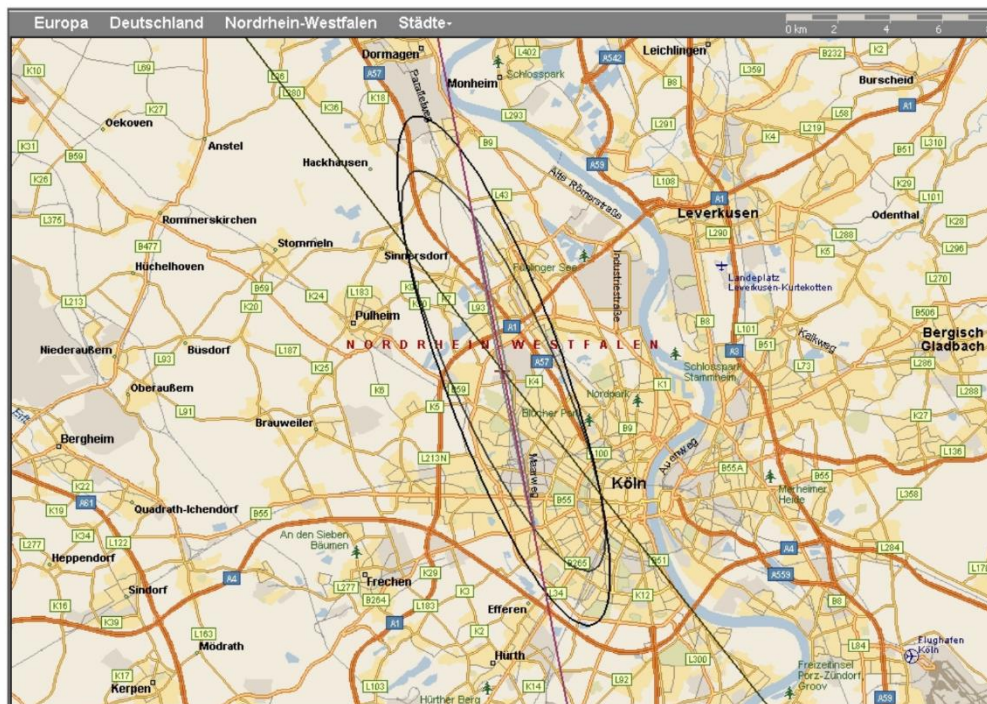
Mesure de la position des émetteurs: exemple de résultat

Rapport de géolocalisation au sol

Remarques (y compris le tracé du spectre si disponible)



SM.2182-01



SM.2182-Annex1-02

Annexe 2

Installations de contrôle des émissions spatiales en Chine

1 Introduction générale

La Station de contrôle de Pékin, qui se trouve sous l'autorité directe du Centre national de contrôle des émissions radioélectriques (CNCER), ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information, est un complexe destiné notamment au contrôle des bandes d'ondes décimétriques, métriques et décimétriques, aux essais portant sur la CEM, ainsi qu'au contrôle spatial. Pour le contrôle des émissions spatiales, la station permet de contrôler les satellites géostationnaires et non géostationnaires avec un arc de visibilité allant de 50° de longitude est à 180° de longitude est. Située dans le district de Daxing, à environ 20 km au sud de Pékin, elle est enregistrée auprès de l'UIT en tant qu'installation de contrôle.

2 Installations de contrôle des émissions spatiales à la Station de contrôle de Pékin

Créée en 2003, la Station de contrôle de Pékin joue un rôle important dans la gestion des fréquences radioélectriques en Chine et permet une utilisation du spectre efficace ainsi qu'une exploitation sûre des satellites. Elle a notamment permis de traiter plus de 30 cas de brouillage causé à des satellites (jusqu'en 2008) et d'assurer la radiodiffusion par satellite des Jeux olympiques de Pékin, et joue également un rôle essentiel dans les négociations de coordination entre satellites.

2.1 Systèmes de contrôle

La Station de contrôle de Pékin compte sept systèmes de contrôle des émissions par satellite provenant de satellites géostationnaires ou non géostationnaires. Ces sept systèmes sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

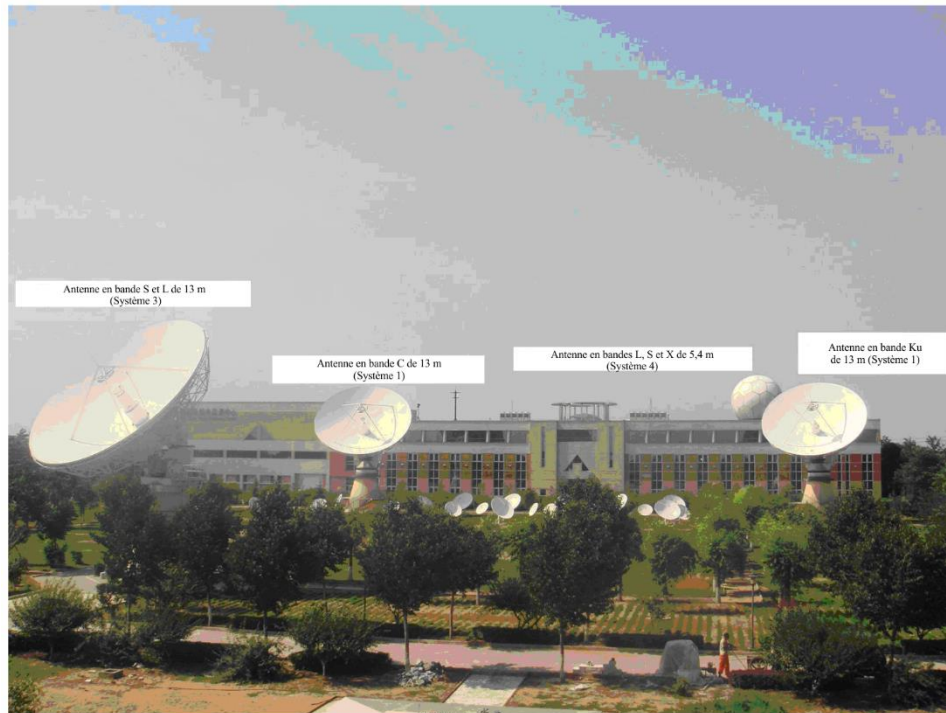
2.1.1 Système N° 1

Ce système se compose d'une antenne en bande C et d'une antenne en bande Ku de 13 mètres chacune servant à contrôler les émissions provenant des satellites géostationnaires, ainsi que de leur équipement de réception et de mesure (il y a également deux antennes de rechange de 7,3 mètres). Les quatre antennes de ce système sont les premières à avoir été installées dans la station. Les deux antennes Cassegrain de 13 mètres et l'équipement de mesure permettent de mesurer les paramètres suivants:

- la fréquence;
- la largeur de bande;
- le type de modulation;
- la puissance surfacique;
- la polarisation;
- l'orbite des satellites (OSG).

Deux systèmes de mesure peuvent être acheminés vers n'importe laquelle des configurations de polarisation des bandes, ce qui permet une grande flexibilité. Il y a également deux antennes de 7,3 mètres (moins rapides), qui peuvent servir d'antennes de secours à celles de 13 mètres (voir Fig. 2 et 3).

FIGURE 2
Antennes faisant partie des systèmes N° 1, 3 et 4



SM.2182-02

FIGURE 3
Deux antennes de secours de 7,3 m



SM.2182-03

2.1.2 Système N° 2

Ce système se compose de quatre antennes à double bande C et Ku de 7,3 mètres (voir Fig. 4) pour le contrôle des émissions provenant de satellites géostationnaires, ainsi que de leur équipement de réception et de mesure. Ce système dispose également de deux systèmes de géolocalisation. Les quatre antennes à double bande C et Ku à grande vitesse sont identiques en termes de paramètres. L'étude des brouillages étant la principale mission de ce système, celui-ci est muni de récepteurs de surveillance à haute performance et de deux systèmes de géolocalisation. Les émetteurs à l'origine de brouillage peuvent être détectés, mesurés et localisés avec une grande précision, en règle générale à quelques dizaines de kilomètres près (grand axe). Ensuite, la dernière étape de la recherche peut être lancée à l'aide de véhicules de contrôle.

FIGURE 4

Quatre antennes de 7,3 mètres faisant partie du système N° 2 et émetteurs de référence (sur le toit)



SM.2182-04

2.1.3 Système N° 3

Ce système est constitué d'une antenne en bandes S et L de 13 mètres (voir Fig. 2) pour le contrôle des émissions provenant de satellites géostationnaires, et de l'équipement de réception et de mesure de cette antenne. Il a à peu près la même structure que le Système N° 1, à ceci près qu'il couvre des bandes de fréquences différentes.

2.1.4 Système N° 4

Ce système comprend une antenne en bandes X, S et L de 5,4 mètres pour le contrôle des émissions provenant de satellites non géostationnaires, ainsi que l'équipement de réception et de mesure de cette antenne. Il permet de poursuivre un satellite non géostationnaire à l'aide d'une méthode reposant sur le calcul des éphémérides connues et l'enregistrement des paramètres des émissions du satellite.

2.1.5 Système N° 5

Ce système permet de contrôler 12 émetteurs de référence (bandes C et Ku) à des fins de géolocalisation. Ces émetteurs de référence se trouvent dans différentes régions du pays. Il est important que les signaux de référence soient bien répartis géographiquement en vue d'une utilisation pour la géolocalisation. D'autre part, ils ne sont pas toujours disponibles pour une paire de satellites. C'est pourquoi le CNCER a installé 12 émetteurs de référence réservés à la géolocalisation dans six stations de contrôle différentes, dont la Station de contrôle de Pékin. Une application logicielle de contrôle est installée dans chaque station, ce qui permet de commander ces antennes au sein du réseau local du CNCER.

2.1.6 Système N° 6

Ce système est un véhicule de contrôle (voir Fig. 5), utilisé pour mesurer les liaisons montantes et descendantes des satellites à l'aide d'un équipement portable. On se sert également de ce véhicule pour contrôler les signaux de Terre. Il permet le transport de systèmes de réception qui couvrent une gamme de fréquences allant de 1 GHz à 18 GHz. Les antennes et les alimentations du système de réception peuvent être déplacées manuellement. Ce système permet de mesurer les paramètres de base des signaux et de décoder les signaux de télévision. Il est possible de moduler la couverture du contrôle à l'aide d'un pylône télescopique de 6 mètres.

FIGURE 5
Véhicule de contrôle



SM.2182-05

2.1.7 Système N° 7

Ce système sert au contrôle de la télédiffusion par satellite. Vingt-quatre petites antennes (antennes réceptrices, voir Fig. 6), dont le diamètre varie entre 1,8 mètre et 3,2 mètres, sont disponibles pour mesurer les transmissions de télédiffusion par satellite. Ce système comprend également un certain nombre de récepteurs de télévision pour différents canaux de télévision. Étant donné l'importance de la télédiffusion en tant que service spatial, il est jugé nécessaire et économique que, dans le cadre du contrôle des émissions spatiales, on ait recours à de petites antennes pour mesurer les paramètres de qualité des transmissions de télédiffusion.

FIGURE 6

Antennes réceptrices pour le contrôle de la télédiffusion

SM.2182-06

Tous les systèmes mentionnés ci-dessus peuvent être affichés sur 12 écrans d'ordinateur. En reliant ces ordinateurs à interface graphique à un système KVM, l'utilisateur peut accéder facilement à n'importe laquelle des interfaces graphiques des six systèmes depuis ces écrans, exception faite du véhicule de contrôle.

2.2 Paramètres de base d'une partie des équipements utilisés le plus fréquemment

Ces paramètres figurent dans le Tableau 3.

2.3 Heures de travail et contact

Heures de travail: 8 h 00-16 h 00 (heure de Pékin) les jours de semaine.

Contact: prise de contact officielle par télécopie au +86 10 6800 9299 (siège du CNCER).

TABLEAU 3
Paramètres de base des antennes
Station de contrôle de Pékin, CNCER

Les paramètres de base des Systèmes N° 1 à 4 figurent dans le Tableau 3:

Paramètre	Système N° 1				Système N° 2		Système N° 3		Système N° 4		
Bande de fréquences (GHz)	3,4-4,2, 4,5-4,8	10,7-12,75	3,4-4,2	10,7-12,75	3,4-4,2	10,7-12,75	1,45-1,75	2,1-2,8	1,45-1,75	2,1-2,8	7,5-9,0
Type d'antenne	Mouvement total Az./El. Cassegrain		Pylône Az./El.		Mouvement total Az./El., Cassegrain		Mouvement total Az./El., Cassegrain		Mouvement total, monture XY, foyer principal		
Taille de l'antenne	13 m Ø		7,3 m Ø		7,3 m Ø		13 m Ø		5,4 m Ø		
Polarisation	LX, LY, RHC, LHC				LX, LY, RHC, LHC		LX, LY, RHC, LHC		RHC, LHC		
Réglage de la polarisation	oui				oui		oui		non		
Gain de l'antenne (dBi)*	53(4)	62(12,5)	48(4)	58(12,5)	47(4)	57(12,5)	45(1,6)	48(2,45)	35(1,6)	39(2,45)	49(8)
G/T (dB/K)	32	39	29	37	27	36	24	28	12	16	27
Vitesse angulaire	Az. El. 3°/s		Az. El. 0.1°/s		Az. El. 1°/s		Az. El. 1°/s		Axe des X: 5°/s Axe des Y: 5°/s		
Poursuite d'antenne	Poursuite mono-impulsion		Poursuite pas à pas		Poursuite pas à pas		Poursuite pas à pas		Poursuite mono-impulsion, poursuite programmée		

* 53(4) signifie 53 dBi à 4 GHz.

Annexe 3

Installations de contrôle des émissions spatiales aux États-Unis d'Amérique

Commission fédérale des communications (FCC)

1 Spécifications de la station de contrôle des émissions spatiales

1.1 Introduction

L'Installation de contrôle des émissions par satellite de Columbia relève du Bureau d'exécution (EB) de la Commission fédérale des communications des États-Unis (FCC). Le Bureau d'exécution est responsable de l'exécution des règlements et des études de brouillage dans de nombreux services radioélectriques, notamment les services par satellite. La coordination des satellites ainsi que l'octroi de licences pour leur utilisation relèvent du Bureau international de la FCC.

1.2 Description générale

Depuis 1979, le Bureau d'exécution de la Commission fédérale des communications exploite un système de réception satellite pour accomplir sa mission concernant les services de communication spatiaux au Bureau de Columbia. L'Installation de contrôle des émissions par satellite se trouve à Columbia, Maryland, à environ 35 km au nord de Washington, D.C. Cette installation est le seul outil de contrôle des émissions par satellite sous l'autorité de la FCC.



SM.2182-Annex3-01

1.3 Fonctions

1.3.1 Les responsabilités générales du Bureau d'exécution relativement aux services par satellite consistent notamment à:

- se conformer au Titre 47, Code des règlements fédéraux, Section réglementaire 25.274 du Règlement de la FCC, afin d'aider les opérateurs de satellites à remédier aux cas de brouillage;

- respecter ses obligations internationales consistant à étudier les cas de brouillage causés à des satellites rapportés à l'Union internationale des télécommunications (UIT) et aux autres instances de réglementation des communications par satellite civiles. L'installation satellite de Columbia est enregistrée auprès de l'UIT en tant qu'installation de contrôle des radiocommunications spatiales;
- mener des études de l'utilisation du spectre conformément aux besoins de l'EB et des autres Bureaux de la FCC;
- examiner et régler les plaintes concernant des violations de la réglementation;
- mener des enquêtes au nom d'autres Bureaux de la FCC ou en coopération avec eux;
- mener les parties techniques d'enquêtes sur des cas de brouillage intentionnel (Titre 18, Code des États-Unis, Section 1367) en coopération avec le département de la Justice;
- recueillir et diffuser des informations concernant les questions relatives aux satellites.

1.3.2 Actuellement, l'activité principale est la résolution des brouillages. Dans le cadre de l'examen des cas de brouillage, le rôle de l'installation et du personnel consiste notamment à:

- étudier des plaintes en brouillage concernant des satellites transmises directement à la FCC afin de déterminer le type de brouillage et la suite à donner;
- fournir des renseignements pratiques pour les auteurs de plaintes lorsqu'il a été établi que celles-ci ne relevaient pas d'un cas de brouillage causé à des satellites, et/ou transmettre ces plaintes au Bureau compétent de la FCC pour qu'il y donne suite;
- travailler avec les auteurs des plaintes afin d'identifier le brouillage, en utilisant l'analyse des signaux, la démodulation ou d'autres moyens;
- consulter les archives de la FCC (licences, permis de construire et autorisations spéciales provisoires) afin de déterminer les sources de brouillage potentielles;
- effectuer des observations ou des mesures pouvant se révéler nécessaires afin d'établir des pièces justificatives en cas de violation de la réglementation de la FCC;
- réaliser des inspections ou établir d'autres formes de contact avec des titulaires d'une licence auprès de la FCC pour qu'il soit procédé à des «marche-arrêt» ou à d'autres essais afin de vérifier la présence d'une source de brouillage;
- mener des enquêtes supplémentaires et établir des avis d'infraction ou d'autres documents officiels;
- diriger ou coordonner des mesures sur place ou des opérations de radiogoniométrie au sol lorsque la position approximative de la source de brouillage a été identifiée par l'opérateur du satellite, par l'opérateur de la station au sol, par d'autres parties, ou qu'elle est connue pour d'autres raisons;
- communiquer et assurer la coordination avec les autres autorités de réglementation civiles et l'UIT concernant les questions de brouillage qui nécessitent une coordination à l'échelle internationale (c'est-à-dire quand des sources d'émission se trouvant aux États-Unis affectent des satellites d'autres pays, ou quand des sources d'émission se trouvant dans d'autres pays affectent des satellites des États-Unis).

1.4 Équipement

L'antenne principale est une antenne Scientific-Atlanta à mouvement total et à montage azimut-élévation de 5 m. Elle assure une couverture du spectre allant d'environ 1 GHz à 12,2 GHz dans quatre bandes, au moyen de cornets d'alimentation installables manuellement et d'ensembles d'amplificateurs. L'instrumentation associée au fonctionnement de cette antenne permet d'analyser le spectre directement sur le signal RF. Pour davantage de détails, se reporter au § 1.5.



SM.2182-Annex3-02

L'installation comprend également une antenne à «monture polaire» de 3 mètres munie de blocs convertisseurs à faible bruit (LNB, *low noise block*) normalisés pour les bandes «C» et «Ku», utilisée pour l'observation des satellites géostationnaires dans la portion de l'arc géostationnaire située au-dessus du territoire américain (approximativement de 72° de longitude ouest à 137° de longitude ouest).



SM.2182-Annex3-03

1.5 Caractéristiques du système

- 1) Nom de la station:
Columbia, Maryland (États-Unis d'Amérique)
- 2) Coordonnées géographiques
76°49' de longitude ouest 39°10' de latitude nord
- 3) Heures de travail:
Variables selon les besoins

- 4) Informations concernant l'antenne principale:
Antenne parabolique de 5 mètres à alimentation de type Cassegrain pour la gamme de fréquences des 1 GHz à 12 GHz, vitesse de dépointage de 17°/s
- 5) Étendue des angles d'azimut et d'élévation:
0-360°, 0-90°
- 6) Précision maximale dans la détermination des positions orbitales des stations spatiales:
$$\frac{0,3^\circ}{f[\text{GHz}]}$$
- 7) Informations concernant le système de polarisation:
Rectiligne orthogonale duale, réglage mécanique
(avec polarisation circulaire par voie électronique dans certaines bandes)
- 8) Température de bruit du système:
3,7 GHz-4,2 GHz: 250 K
11,7 GHz-12,2 GHz: 600 K
- 9) Gammes de fréquences et précision maximale de la mesure de fréquence dans chaque gamme de fréquences:
 - a) 1 GHz-12 GHz: 1×10^{-9}
 - b) 3,7 GHz-4,2 GHz: 1×10^{-9}
 - c) 11,7 GHz-12,2 GHz: 1×10^{-9}
- 10) Gammes de fréquences dans lesquelles il est possible d'effectuer des mesures de l'intensité de champ et de la puissance surfacique:
3,7 GHz-4,2 GHz
11,7 GHz-12,2 GHz
- 11) Valeur minimale de l'intensité de champ ou de la puissance surfacique mesurable avec indication de la précision maximale de mesure:
 $-175 \text{ dBW/m}^2 \pm 1 \text{ dB}$ (3,7 GHz-4,2 GHz)
 $-165 \text{ dBW/m}^2 \pm 2 \text{ dB}$ (11,7 GHz-12,2 GHz)
- 12) Informations disponibles concernant les mesures de la largeur de bande:
Les mesures de la largeur de bande sont effectuées conformément aux méthodes décrites dans le Chapitre 4.5 du Manuel de l'UIT sur le contrôle du spectre.
- 13) Informations disponibles concernant les mesures de l'occupation du spectre:
Des renseignements concernant l'occupation de spectre peuvent être obtenus sur demande
- 14) Informations disponibles concernant les mesures de l'occupation de l'orbite:
Des mesures de l'occupation de l'orbite peuvent être effectuées sur demande

Pour l'antenne de 5 m, l'arc géostationnaire visible s'étend approximativement de 5° de longitude ouest à 148° de longitude ouest.

2 Heures de travail et adresse de contact

Les heures de service habituelles sont: 8 h 00-16 h 30 (heure de l'Est) du lundi au vendredi.

L'installation se trouve à:

Columbia Operations Center
9200 Farm House Lane,
Columbia, MD 21046

Tél.: 301-725-0555

Télécopie: 301-206-2896

Actuellement, l'installation se consacre en priorité aux brouillages.

En dehors des heures de service habituelles, il est possible de contacter le Bureau centralisateur de la FCC à Washington, D.C. Le Centre des opérations de la FCC (FCCOC, *FCC Operations Center*) assure un service continu (24 heures sur 24, 365 jours par an), et est joignable par téléphone au: 202-418-1122 ou télécopie au: 202-418-2812.

Annexe 4

Installations de contrôle des émissions spatiales en République de Corée

1 Présentation du SRMC

1.1 Description générale

Le Centre de contrôle des radiocommunications par satellite (SRMC, *Satellite Radio Monitoring Center*) est une agence gouvernementale du Service central de gestion radio (CRMS, *Central Radio Management Service*) placé sous l'autorité du Ministère de la science et des TIC (MSIT). Le SRMC se trouve à Seolseong-myeon, Icheon-si, dans la province de Gyeonggi-do, à 80 kilomètres de Séoul. Le contrôle des ondes hertziennes par satellite y a commencé en août 2002. D'une superficie de 49 587 m², les installations comprennent pour l'essentiel un bâtiment principal de 2 198 m², deux systèmes de contrôle des émissions des satellites géostationnaires et quatre systèmes de contrôle des émissions des satellites non géostationnaires.

1.2 Fonctions

- Poursuite et réception des ondes hertziennes (1,45~21,2 GHz, L/S/C/X/Ku/Ka) de liaison descendante des satellites dans une zone comprise entre 55° de longitude est et 160° degrés de longitude ouest.
- Mesure des paramètres de l'orbite des satellites géostationnaires et des caractéristiques des transmissions de ces satellites.
- Examen de l'émission des ondes hertziennes afin de vérifier si elle est conforme au Règlement des radiocommunications (RR) de l'UIT.
- Recherche rapide de la source de brouillage en cas d'émission d'ondes hertziennes causant un brouillage préjudiciable.

1.3 Missions

1.3.1 Mesure de l'orbite des satellites géostationnaires et de leurs caractéristiques de transmission

- Mesurer l'orbite d'un satellite ainsi que les caractéristiques de ses transmissions à portée de la cible à l'aide d'une méthode classique:
 - Déterminer si les ondes hertziennes provenant de la station spatiale sont conformes aux informations concernant l'orbite et aux caractéristiques des transmissions figurant dans le Registre de l'UIT-R.
 - Retrouver les informations d'enregistrement des satellites, mesurer la position orbitale et récupérer les informations de position.
 - Protéger les services des réseaux à satellite contre les brouillages préjudiciables en déterminant la source du brouillage, après avoir analysé le trajet de mesure et procédé à l'examen des ondes hertziennes à l'origine du brouillage.
 - Rapporter les données mesurées dans le cadre des contrôles au Service central de gestion radio (CRMS) et à l'UIT sous la forme d'une base de données.

1.3.2 Examen approfondi des causes de brouillage préjudiciable

- Protéger les réseaux à satellite en recherchant les brouillages des ondes hertziennes émises entre la station au sol et le réseau à satellite ou d'autres réseaux à satellite, en étudier les causes et les éliminer.
- Jouer un rôle décisif dans la résolution des brouillages causés aux réseaux à satellite en calculant la différence de fréquence à l'arrivée (FDOA, *frequency difference of arrival*), et évaluer la position de la source de brouillage en tenant compte de l'effet Doppler et de la différence de temps à l'arrivée (TDOA, *time difference of arrival*), qui indique l'arrivée d'ondes hertziennes en fonction de la distance d'un signal reçu par chacune des deux antennes suivant des trajets différents, lorsqu'un réseau à satellite est victime de brouillage.

1.3.3 Offre de données relatives aux mesures des émissions par satellite

- Les données relatives aux ondes hertziennes provenant de satellites sont utilisées pour l'enregistrement des réseaux de communication par satellite du pays, la recherche dans le domaine des techniques fondamentales des satellites, l'observation des satellites en service, etc.

1.4 Mesure des paramètres

- Mesure de la position orbitale des stations spatiales.
- Mesure des caractéristiques de transmission des ondes hertziennes par satellite:
 - Détermination de la polarisation.
 - Fréquence moyenne.
 - Largeur de bande de fréquences occupée.
 - Intensité des émissions parasites.
 - Puissance surfacique.
 - p.i.r.e.
 - Fréquence et type de modulation.
 - Démodulation des signaux de radiodiffusion (image/son).
- Taux d'occupation des fréquences.

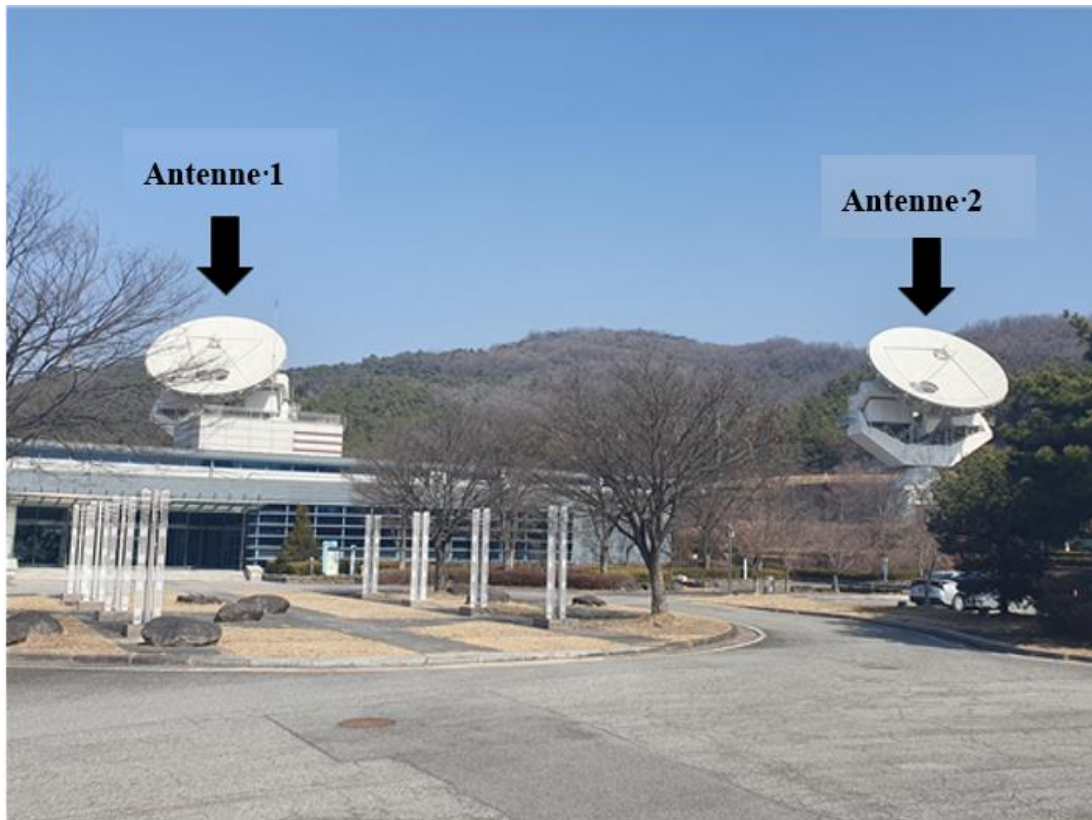
2 Caractéristiques des systèmes

2.1 Système de contrôle des émissions des satellites géostationnaires

2.1.1 Présentation

Depuis 2002, deux antennes surveillent une zone comprise entre 55° de longitude est et 160° degrés de longitude ouest.

FIGURE 7
Antennes 1 et 2 du SRMC



2.1.2 Spécifications

Paramètre		Antennes 1 et 2
Bandes de fréquences (GHz)	Bande L	1,450-1,800
	Bande S	2,170-2,655
	Bande C	3,400-4,800
	Bande X	6,700-7,750
	Bande Ku	10,700-12,750
	Bande Ka	17,700-21,200
Type de l'antenne		Antenne Cassegrain à alimentation périscopique
Diamètre (m)		13
Gain (dBi)		44,2-64,6
Ouverture de faisceau à mi-puissance (degrés)		1,0-0,1
Rapport gain à température de bruit G/T (dB/K)		22,6-40,0

Paramètre	Antennes 1 et 2
Vitesse maximale	
– Azimut (degrés/s)	5
– Élévation (degrés/s)	2,5
– Polarisation (degrés/s)	1,5
Plage angulaire	
– Azimut (degrés)	±270
– Élévation (degrés)	0-90
Pointage de l'antenne	Poursuite automatique commandée par ordinateur
Polarisation	Polarisation circulaire Polarisation linéaire
Élimination du décalage Doppler (kHz)	–
Précision des mesures	
– Puissance surfacique (dB)	±1,5
– Fréquence	$2 \cdot 10^{-14}$

Les deux antennes sont des antennes Cassegrain de 13 mètres à alimentation périscopique (BWG, *beam wave guide*). Elles ont les mêmes fonctions et les mêmes caractéristiques et se composent d'un système d'alimentation, d'un réflecteur, d'un socle, d'une unité de commande d'antenne (ACU, *antenna control unit*) et d'un sous-système LAN. Le système d'alimentation suit l'ordre suivant: cornet -> coupleur de mode -> diplexeur. Le système d'alimentation est muni d'une fonction de commande de la polarisation (circulaire ou linéaire). En outre, six cornets d'alimentation montés sur un dispositif à rotation circulaire permettent de sélectionner les bandes de fréquences L, S, C, X, Ku et Ka. Le système est conçu de manière à ce que les antennes puissent assurer une réception multibandes dans six bandes. L'onde hertziennne provenant d'un satellite est acheminée d'un réflecteur principal, à/d'un sous-réflecteur, à/d'un miroir, à/d'un cornet d'alimentation, à/d'une unité de commande de la polarisation, à une chambre de mesure, dans cet ordre. La structure des cornets d'alimentation est adaptée à une méthode d'alimentation dite à cornet cannelé, de sorte qu'il est possible de poursuivre l'orbite d'un satellite avec précision et de corriger l'effet Doppler par l'intermédiaire de la plaque de montage RF qui assure la poursuite mono-impulsion dans chaque bande.

Un système de commande de l'antenne permet de l'actionner, d'en contrôler la vitesse et d'en choisir la polarisation. Un utilisateur peut ainsi commander lui-même les antennes. En outre, il est possible de mesurer les ondes hertziennes et de poursuivre un satellite automatiquement au moment prévu pour contrôle des ondes hertziennes par satellite.

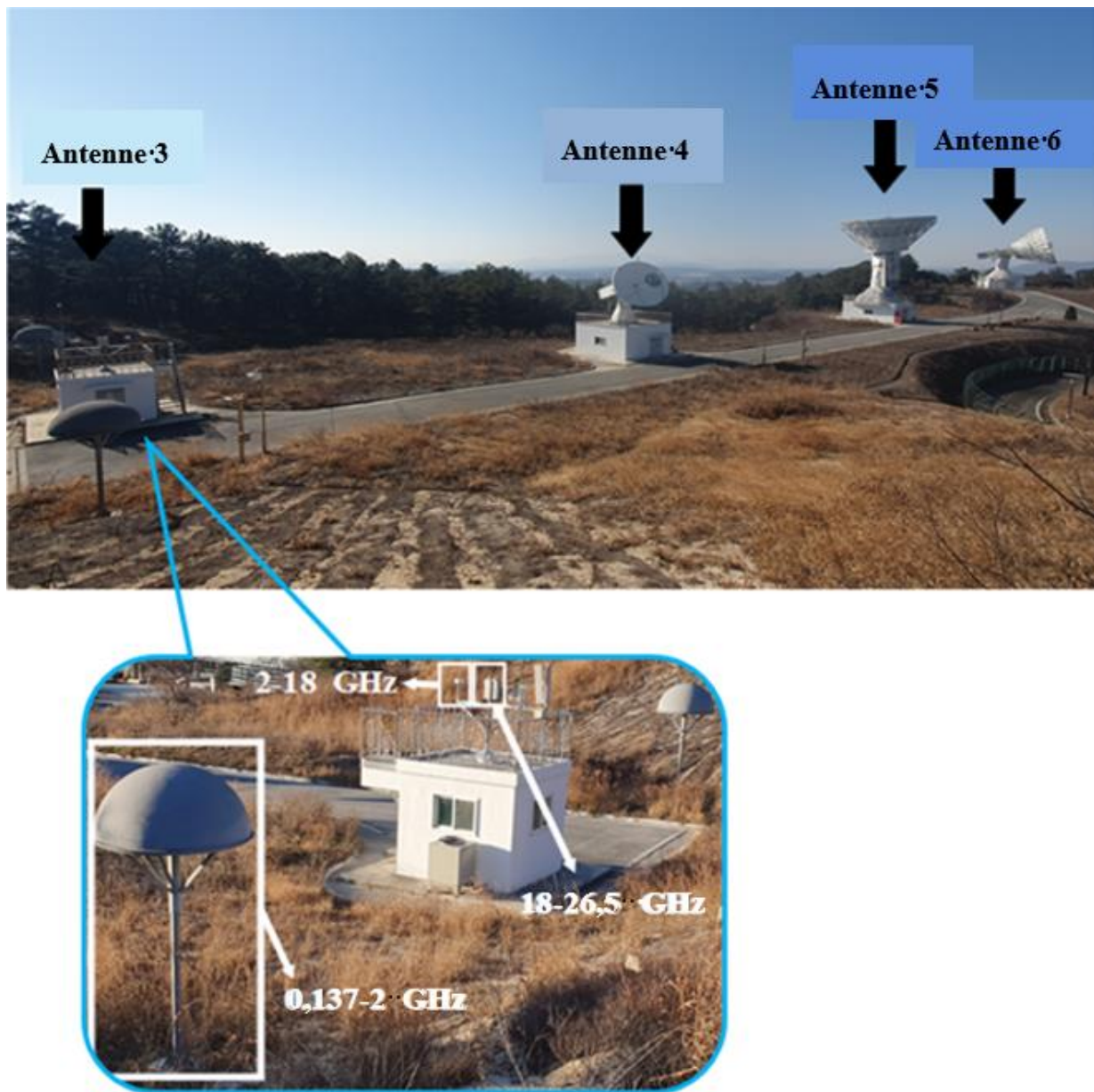
Ces deux antennes, qui ont les mêmes caractéristiques, jouent un rôle important dans l'étude des cas de brouillage préjudiciable et renforcent la fiabilité des résultats dans le cadre du contrôle des ondes hertziennes par satellite.

2.2 Système de contrôle des émissions des satellites non géostationnaires

2.2.1 Présentation

Quatre systèmes d'antenne contrôlent les émissions des satellites non géostationnaires depuis 2016. Ces systèmes comprennent un système d'antenne équidirectif et trois systèmes d'antennes directifs.

FIGURE 8
Antennes 3, 4, 5 et 6 du SRMC



2.2.2 Antenne 3

L'Antenne 3 se compose de six antennes équidirectives capables de recevoir des ondes radioélectriques d'une fréquence comprise entre 0,137 à 26,5 GHz. Les antennes sont groupées par deux pour surveiller respectivement les fréquences 0,137-2,0, 2,0-18,0 et 18,0-26,5 GHz.

2.2.3 Antenne 4

L'Antenne 4 est une antenne parabolique de 4,6 m de diamètre qui surveille la bande de fréquences 0,137-1 GHz.

2.2.4 Antenne 5

L'Antenne 5 est une antenne Cassegrain de 11 m de diamètre qui surveille la bande de fréquences 1-26,5 GHz. Huit unités d'alimentation au total sont montées sur l'antenne et chacune surveille respectivement les bandes de fréquences 1,0-1,51, 1,50-2,31, 2,3-3,41, 3,4-5,11, 5,1-7,21, 7,2-10,51, 10,5-16,01 et 16,0-26,5 GHz.

2.2.5 Antenne 6

L'Antenne 6 est une antenne Cassegrain de 11 m de diamètre qui surveille la bande de fréquences 1-10,51 GHz. Six unités d'alimentation au total sont montées sur l'antenne et chacune surveille respectivement les bandes de fréquences 1,0-1,51, 1,50-2,31, 2,3-3,41, 3,4-5,11, 5,1-7,21 et 7,2-10,51 GHz. Les Antennes 5 et 6 sont complémentaires l'une de l'autre, car les bandes de fréquences se chevauchent.

2.2.6 Spécifications

Paramètre		Antenne 3	Antenne 4	Antenne 5	Antenne 6
Bande de fréquences (GHz)		0,137-26,5	0,137-1,0	1-26,5	1-10,51
Type d'antenne		Spirale logarithmique	Parabolique	Cassegrain	Cassegrain
Taille d'antenne		–	4,6 m Ø	11 m Ø	11 m Ø
Polarisation		RHC, LHC	LX, LY, RHC, LHC	LX, LY, RHC, LHC	LX, LY, RHC, LHC
Réglage de la polarisation		Non	Oui	Oui	Oui
Gain de l'antenne		45-60 (dB)	8,1-25,38 (dBi)	39,7-67,71 (dBi)	39,7-60,02 (dBi)
G/T (dB/K)		–	–	19,33-43,24	17,29-37,01
Plage de direction des antennes (degrés)	Azimut	Équidirective	± 270	± 270	± 270
	Élévation		5 – 89	5 – 89	5 – 89
	Inclinaison		–	± 90	± 90
Vitesse angulaire (degrés/s)	Azimut	–	15	15	15
	Élévation		10	10	10
	Inclinaison		1	1	1
Précision des mesures	Puissance surfacique (dB)	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0
	Fréquence	$2 \cdot 10^{-14}$	$2 \cdot 10^{-14}$	$2 \cdot 10^{-14}$	$2 \cdot 10^{-14}$

2.3 Système mobile de contrôle des émissions par satellite

2.3.1 Présentation

Le système mobile de contrôle des émissions par satellite fonctionne depuis 2009 et le système existant a été mis à niveau en 2021. Le système amélioré comprend une partie destinée au contrôle des émissions par satellite et une partie destinée à la recherche des brouillages pour assurer un contrôle efficace des ondes hertziennes émises par les satellites. La partie dédiée au contrôle des émissions par satellite mesure les caractéristiques de transmission des signaux par satellite et la partie destinée à la recherche des brouillages recherche les signaux de Terre générés qui brouillent les ondes hertziennes émises par les satellites.

FIGURE 9

Système mobile de contrôle des émissions par satellite



2.3.2 Spécifications

Paramètre	Partie destinée au contrôle des émissions par satellite	Partie destinée à la recherche des brouillages
Bande de fréquences (GHz)	0,02-26,5	0,02-40
Taille de l'antenne (m)	2,4	—
Polarisation	LP, CP	LP
Gain de l'antenne (dBi)	27,3-51,1	—
G/T (dB/K)	7,4-29	—
Plage de direction de l'antenne	Directive	Équidirective/ directive

2.4 Système de géolocalisation

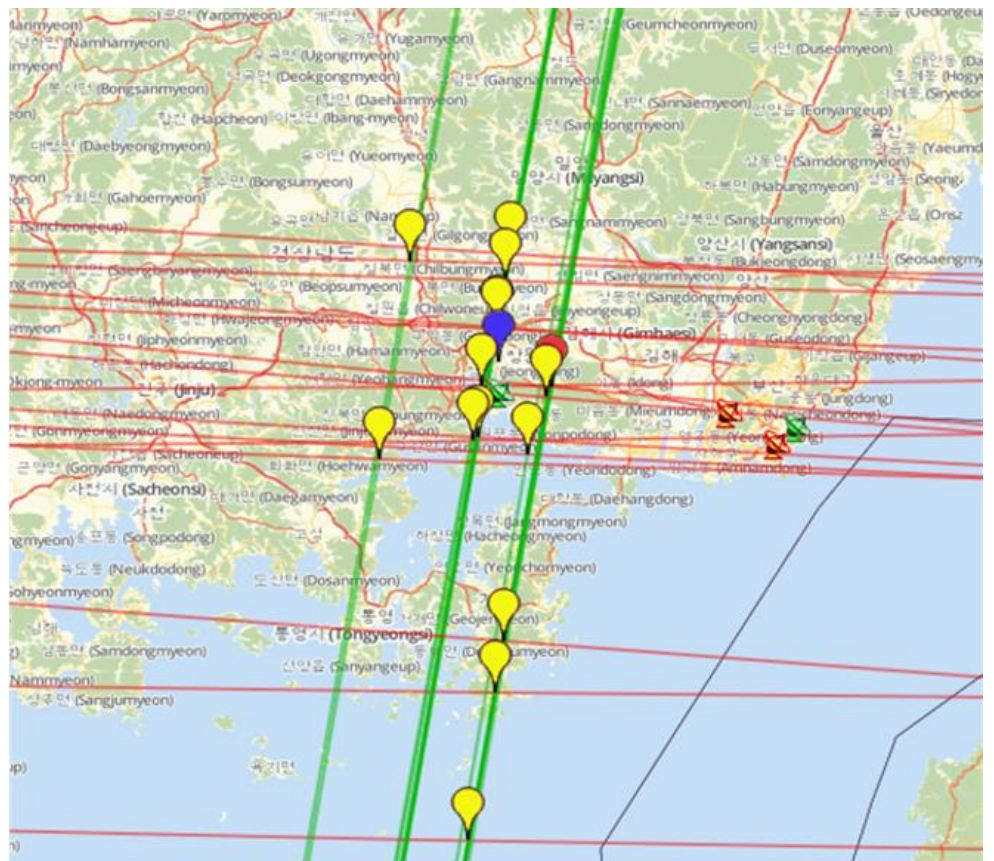
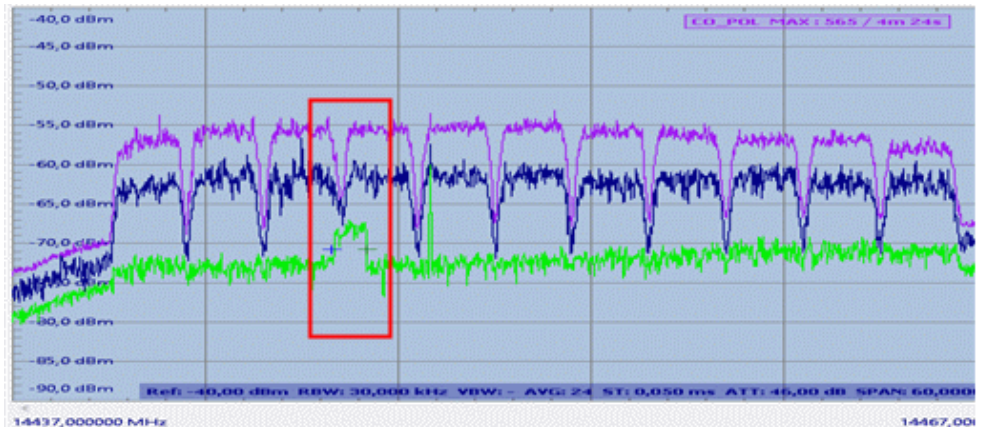
Le système de géolocalisation fonctionne depuis 2018 et recherche les stations terriennes qui brouillent les ondes hertziennes émises par les satellites. Le système recherche l'emplacement de la source de brouillage à l'aide de la différence de temps à l'arrivée (TDOA) et de la différence de fréquence à l'arrivée (FDOA). L'endroit où la droite TDOA et la droite FDOA se coupent sur la carte est l'emplacement de la source de brouillage. Les sources de brouillage sont généralement des satellites adjacents, des rayonnements non essentiels, la sous-porteuse et les signaux à ondes entretenues.

FIGURE 10

Recherche de la source des brouillages

Légende:

CO_POL MAX	Copolarisation max.
Ref:	Réf.:
RBW:	Bande passante de résolution:
AVG:	Moyenne:
ST:	ST:
ATT:	ATT:
SPAN:	SPAN:



TDOA: ligne-verte, FDAO: ligne rouge

3 Heures de travail et contact

3.1 Heures de travail

Bureau et Salle de travail

Du lundi au vendredi: 9 h 00-18 h 00

Le centre est fermé le dimanche, le samedi et les jours fériés.

3.2 Adresse de contact

100 Sinam-ro, Seolseong-myeon, Icheon-si
Gyeonggi-do 17413, République de Corée
Bureau de contrôle des radiocommunications

Tél.: +82 31 644 5900

Télécopie: +82 31 644 5829

Courriel: srmc@korea.kr

Annexe 5

Installations de contrôle des émissions spatiales au Japon

1 Présentation générale

1.1 Historique

Au Japon, le contrôle des émissions spatiales a commencé en 1998 avec la création des premières installations de contrôle des émissions spatiales. De 2008 à 2010, le ministère des Affaires intérieures et des Communications, l'agence gouvernementale responsable de l'administration des radiocommunications au Japon, a renouvelé ces installations de première génération, qui commençaient à prendre de l'âge. L'exploitation des nouvelles installations a commencé en avril 2010.

Les installations de contrôle des émissions spatiales se trouvent à Miura, dans la préfecture de Kanagawa, à 35° de latitude nord et 139° de longitude est, à une soixantaine de kilomètres du centre de Tokyo. Les installations sont construites sur une colline qui donne vue sur l'Océan Pacifique. Elles comprennent notamment deux antennes paraboliques de 13 mètres permettant le contrôle dans cinq bandes de fréquences (L/S/C/Ku/Ka).

1.2 Fonctions

1.2.1 Contrôle des satellites nationaux et étrangers

L'arc de visibilité (partie visible de l'arc de l'orbite des satellites géostationnaires) est compris entre 67° de longitude est et 147° de longitude ouest. Actuellement, il y a environ 300 satellites dans cet arc, et tous ceux qui se trouvent à portée de vue font l'objet de contrôles. La position orbitale des satellites et divers paramètres des ondes hertziennes sont mesurés afin de favoriser une utilisation appropriée des radiocommunications par satellite et, à travers l'étude et l'analyse de l'utilisation des

fréquences et des émissions radioélectriques, de contribuer à l'efficacité de l'attribution de bandes de fréquences aux services par satellite.

1.2.2 Élimination des brouillages

Les nouvelles installations de contrôle des émissions spatiales, qui sont entrées en service en avril 2010, sont dotées d'un système unique d'identification des sources de brouillage sur la liaison montante. Ce système n'existait pas au préalable; il a été développé spécialement par le Japon. L'identification des sources de brouillage sur la liaison montante permet de contrôler et d'éliminer les brouillages préjudiciables.

1.2.3 Recueil de données servant à la coordination internationale du réseau mondial de communication par satellite

Des données diverses recueillies à l'aide de contrôles quotidiens sont enregistrées et stockées dans des formats appropriés qui peuvent être reproduits et analysés, si nécessaire. Ces données sont utilisées en tant qu'informations élémentaires pour la coordination internationale du réseau de communication par satellite. En outre, les nouvelles installations de contrôle des émissions spatiales sont pourvues d'équipements servant à la conversion du format des données, ce qui permet la préparation de fichiers de données compatibles avec les formats utilisés pour le transfert de données à l'échelle internationale.

1.3 Configuration du système

Les installations de contrôle des émissions spatiales du Japon se composent principalement d'antennes extérieures (2 antennes paraboliques multibandes de 13 mètres fonctionnant dans les bandes L/S/C/Ku/Ka et 7 antennes fixes jouant le rôle de rechange dans chaque bande) et d'un centre d'exploitation couvert relié aux antennes par des circuits de communication à grande vitesse.

Les antennes extérieures sont commandées à distance depuis le centre d'exploitation pour mesurer la position orbitale et les émissions radioélectriques des satellites. Des informations relatives au spectre ainsi que des spectrogrammes sont également contrôlés et enregistrés. Les données relatives aux mesures sont transmises au centre d'exploitation et affichées en vue de leur archivage et de leur analyse. Le centre d'exploitation a également pour fonction de diriger l'exploitation de l'ensemble des installations de contrôle des émissions spatiales.

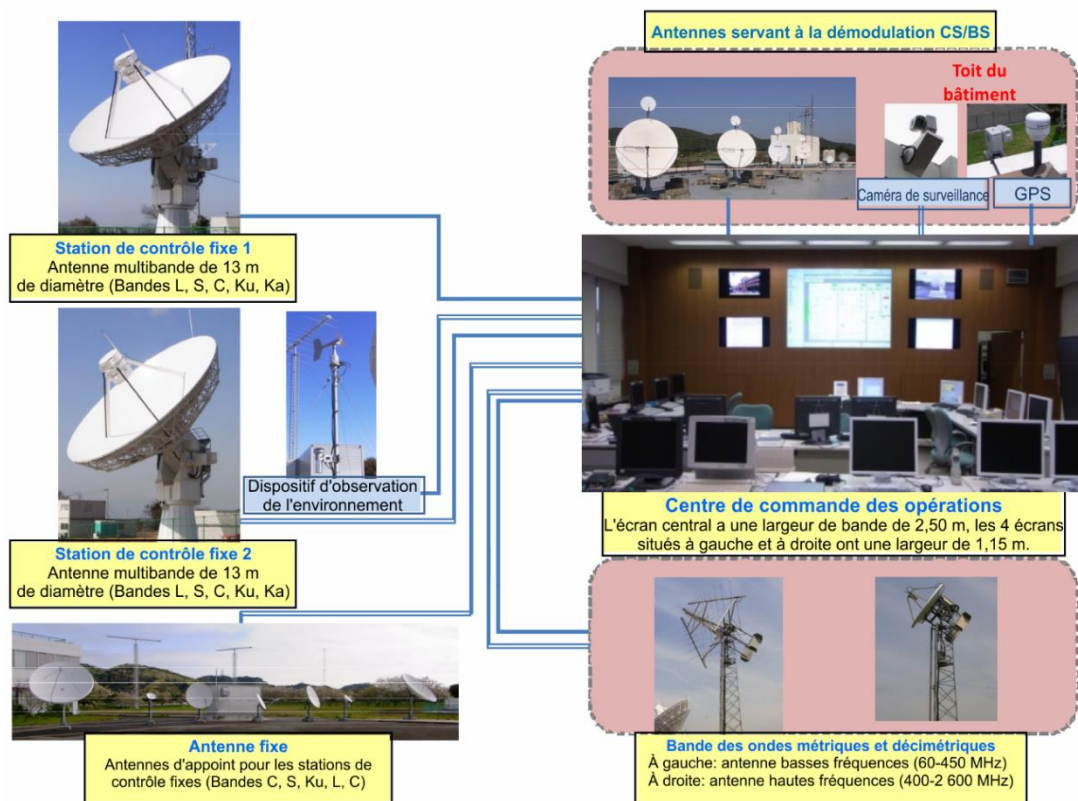
Les Figures 11 et 12 représentent respectivement la configuration et la disposition du système des installations de contrôle des émissions spatiales, tandis que la Fig. 13 donne un descriptif de l'antenne de 13 m.

1.4 Caractéristiques principales

Le Tableau 4 présente les principales caractéristiques de l'antenne de 13 mètres pour le contrôle des émissions spatiales.

FIGURE 11

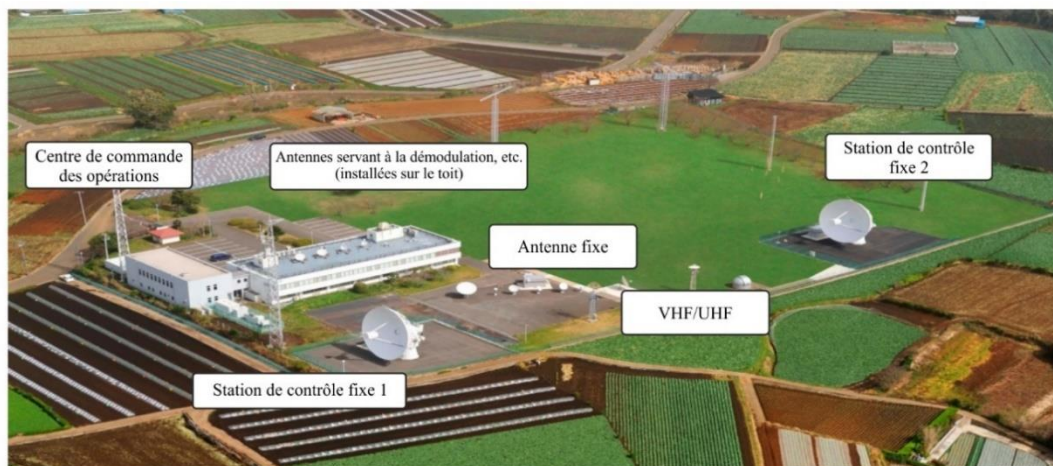
Configuration des installations de contrôle des émissions spatiales



SM.2182-09

FIGURE 12

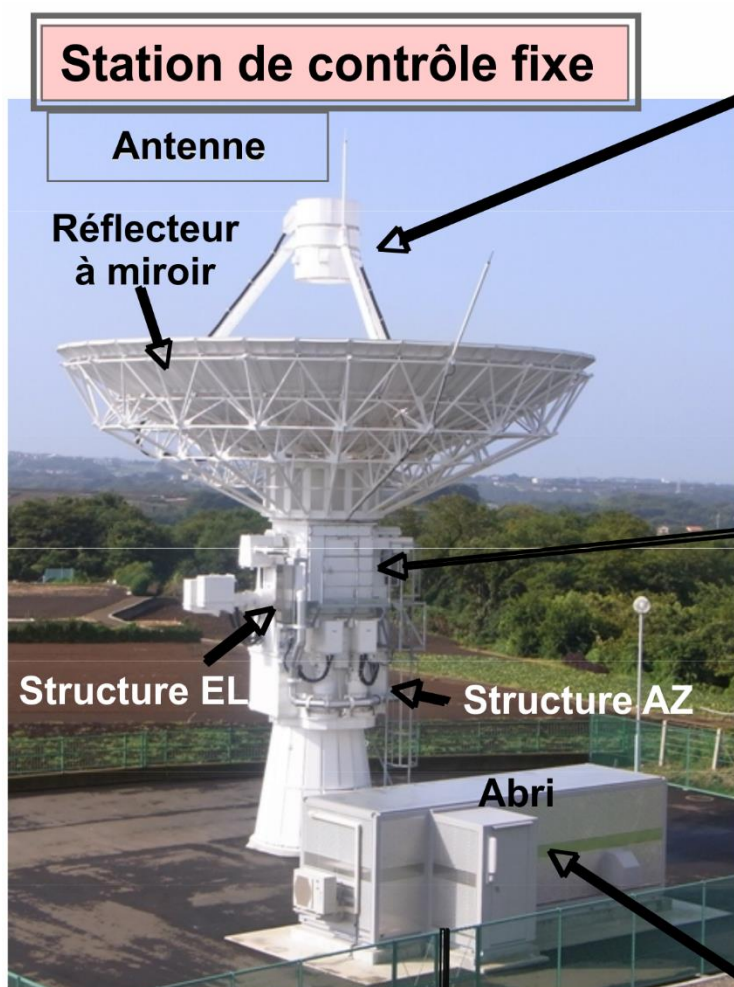
Disposition du système des installations de contrôle des émissions spatiales



- **Stations de contrôle fixes 1 et 2 (antennes multibandes L, S, C, Ku, Ka)**
Réception des signaux provenant des satellites géostationnaires visibles depuis la station de contrôle de Miura (arc de visibilité: entre 67° de longitude est et 147° de longitude ouest).
- **Antennes fixes (Bandes L, S, C, Ku, Ka)**
Sept unités d'antennes fixes ont été installées pour servir d'antennes de secours dans chaque bande de fréquences et chaque polarisation en cas de défaillance ou d'opérations de maintenance des stations de contrôle fixes.
- **Ondes métriques et décimétriques (60~2 600 MHz)**
Réception des signaux provenant principalement des satellites non géostationnaires au moyen d'antennes de poursuite pour les gammes de basses (60-450 MHz) et de hautes (400-2 600 MHz) fréquences.
- **Centre de commande des opérations**
Il est équipé de dispositifs permettant le traitement, l'enregistrement et la reproduction des données. Grâce à un système de télécommande régi par des terminaux de commande, le centre analyse les données reçues par les stations de contrôle fixes, les antennes fixes et les dispositifs fonctionnant dans des ondes métriques et décimétriques, tout en assurant la gestion et le contrôle du fonctionnement de l'ensemble du système.

SM.2182-10

FIGURE 13
Configuration de l'antenne de 13 m



Unité d'alimentation:

La station dispose d'une unité RF dans chacune des 5 bandes (L, S, C, Ku, Ka) et d'un mécanisme d'entraînement à axe triple. La méthode de balayage conique permet de passer d'une unité RF à l'autre selon la bande contrôlée afin d'obtenir les signaux RF. Le signal RF reçu est amplifié au moyen d'un amplificateur à faible bruit (LNA) puis envoyé au système de réception/mesure se trouvant dans la chambre arrière.

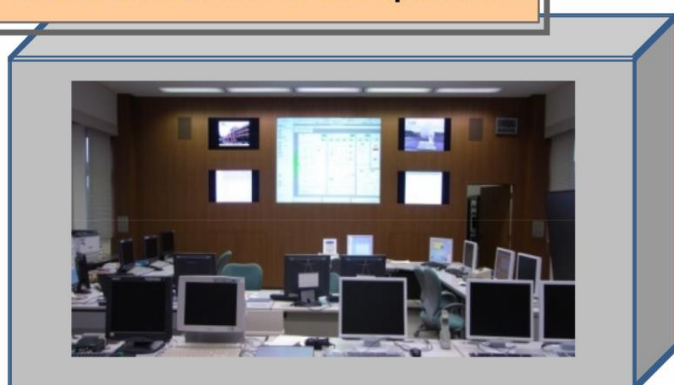
Chambre arrière:

Pour éviter la détérioration de la qualité du signal reçu, le système de réception/mesure est placé à proximité de l'unité d'alimentation, dans une chambre située à l'intérieur de l'antenne. Après réception du signal RF provenant de l'unité d'alimentation, la qualité des ondes radioélectriques est mesurée au moyen d'un analyseur de spectre (SA), et à l'aide d'un analyseur vectoriel de signaux (VSA). Les données mesurées sont envoyées au centre de commande des opérations par LNA.

Abri:

C'est là que sont installés le dispositif de commande de l'antenne (ACE), l'appareil d'entraînement de l'antenne (DPA) et le processus de contrôle de la station (SCP). Ils entraînent le moteur de l'antenne (axe AZ, axe LE) pour capturer le satellite cible en fonction des signaux de commande envoyés depuis le centre de commande des opérations.

Centre de commande des opérations



Le centre est équipé de processeurs de traitement, d'enregistreurs de données et de lecteurs servant à la commande des opérations et aux activités de contrôle du système. Il dispose de terminaux de commande qui régissent la réception et la mesure des ondes radioélectriques à la liaison de contrôle.

TABLEAU 4

**Caractéristiques principales de l'antenne de 13 mètres pour
le contrôle des émissions spatiales**

Caractéristique	Spécifications				
	Bande L	Bande S	Bande C	Bande Ku	Bande Ka
Gamme de fréquences de réception	1,525 MHz 1,710 MHz	2,120 MHz 2,690 MHz	3,400 MHz 4,800 MHz	10,700 MHz 12,750 MHz	17,700 MHz 22,000 MHz
Polarisation	Polarisation linéaire (verticale, horizontale) Polarisation circulaire (droite, gauche)				
Plage angulaire de l'antenne	AZ: $-90^{\circ} \sim +90^{\circ}$ EL: $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$				
Vitesse d'entraînement de l'antenne	AZ: 0,9°/s ou supérieure EL: 0,25°/s ou inférieure				

1.5 Principaux paramètres mesurés

Voici la liste des principaux paramètres mesurés par les installations de contrôle des émissions spatiales:

- Fréquence.
- Spectre.
- Largeur de bande occupée.
- Polarisation.
- Puissance surfacique.
- p.i.r.e.
- Intensité des émissions parasites.
- Démodulation des signaux de radiodiffusion télévisuelle.

2 Activités principales

2.1 Mesure et analyse de la position orbitale

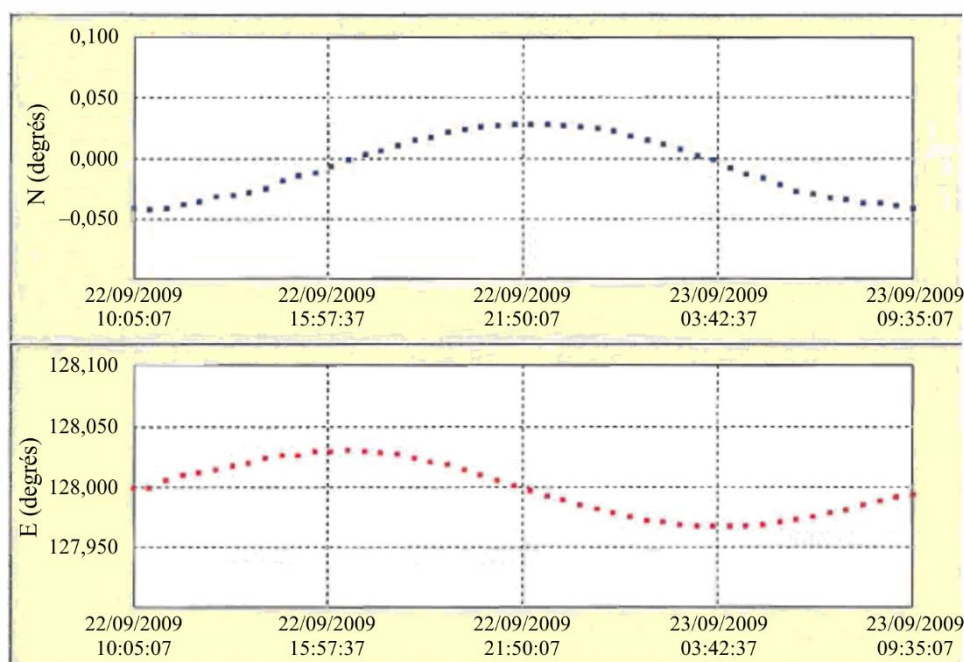
La position orbitale des satellites à portée d'observation est mesurée afin de déterminer si chaque satellite est exploité sans s'écarter de sa position orbitale nominale au-delà des limites autorisées.

Lors de la mesure de la position orbitale des satellites, les valeurs des directions de l'antenne (AZ/EL) sont obtenues au moyen d'un système de poursuite automatique, puis ces valeurs sont utilisées pour analyser la position orbitale (latitude/longitude). Des mesures automatisées sont effectuées sur des périodes plus longues pour contrôler la position orbitale des satellites en rotation.

Au cours de l'analyse de la position orbitale, les résultats des mesures sont affichés sous forme de représentation graphique pour déterminer si le satellite ne s'écarte pas de la position qu'il est censé occuper au-delà des limites autorisées. Plusieurs choix d'affichage sont possibles. À titre d'exemple, la Fig. 14 représente la capture d'écran d'une courbe correspondant au choix d'affichage «tendance temporelle».

FIGURE 14

Analyse de la position orbitale (capture d'écran de l'option tendance temporelle)



SM.2182-12

2.2 Mesure et analyse de différents paramètres d'émission

Divers paramètres des émissions radioélectriques provenant des satellites contrôlés sont mesurés afin de déterminer si la qualité des ondes hertziennes est conforme aux valeurs spécifiées dans la Loi japonaise sur les radiocommunications et le Règlement des radiocommunications (RR) de l'UIT et ses appendices.

Les paramètres mesurés comme indices de la qualité des émissions sont la fréquence centrale, la largeur de bande occupée, la puissance électrique, la p.i.r.e. et la puissance surfacique. Le système utilisé est capable de mesurer simultanément deux ondes de polarisation différente (combinaison d'ondes de polarisation verticale/horizontale ou d'ondes de polarisation circulaire gauche/droite) et d'effectuer des mesures en large bande ou en bande étroite.

L'analyse des paramètres s'effectue en extrayant les paramètres d'une onde porteuse spécifique à partir de repères indiquant la bande de fréquences correspondant à l'analyse et de limites définies pour chaque paramètre, puis en les affichant sous forme de représentation graphique. Les spectres dépassant la valeur limite sont détectés et signalés automatiquement. Dans le cas de mesures effectuées sur une longue période, il est possible de sélectionner et d'analyser les résultats correspondants à un moment précis à l'aide des fonctions avance rapide, retour en arrière et défilement d'image.

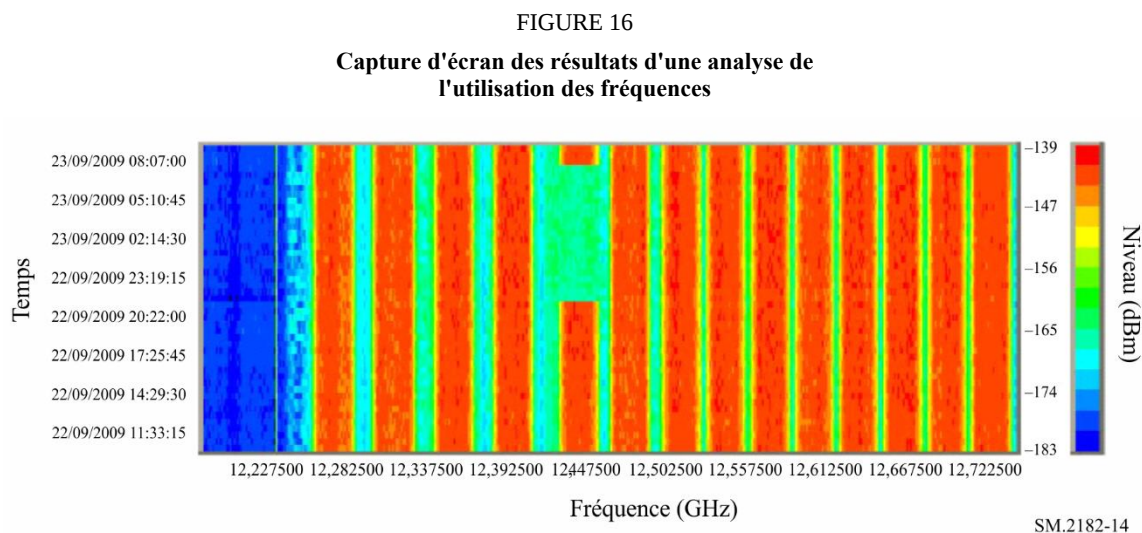
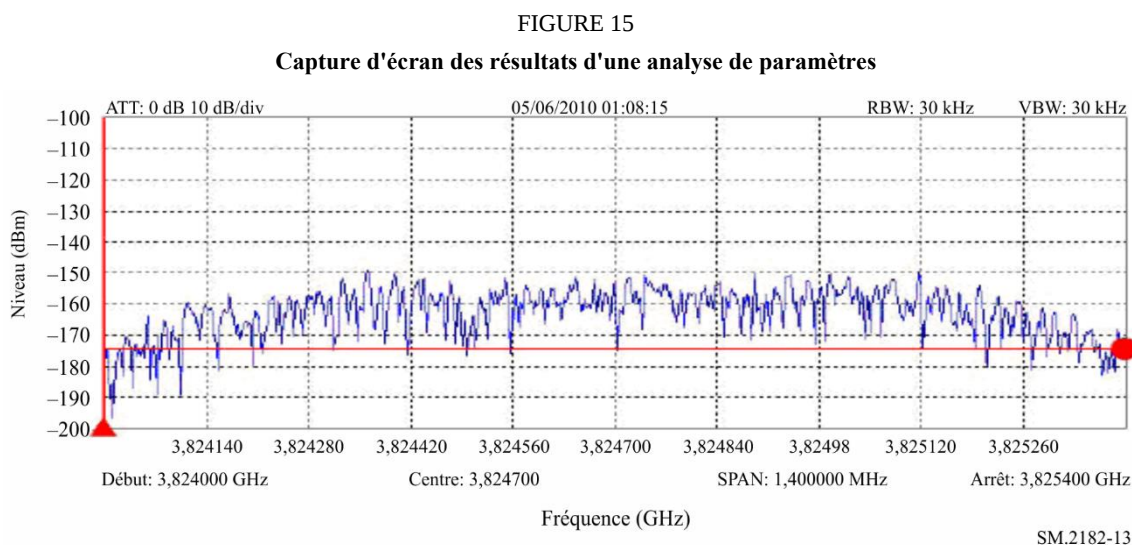
La Figure 15 représente la capture d'écran des résultats d'une analyse de paramètres.

2.3 Mesure et analyse de l'utilisation des fréquences

Le temps d'occupation au cours de la période où ont lieu les mesures et l'occupation des fréquences dans certaines bandes de fréquences sont analysés à partir des émissions provenant de satellites. Les tendances d'utilisation des fréquences, qui indiquent si des ondes hertziennes ont effectivement été émises ou pas et, si oui, à quel moment, peuvent être contrôlées en analysant les paramètres indiqués plus haut.

Il est possible d'afficher les tendances d'utilisation des fréquences à l'intérieur de la bande de fréquences correspondant à l'analyse en mode cascade et avec un code-couleurs établi en fonction des niveaux de réception. Le temps d'occupation et l'occupation des fréquences sont affichés en valeur numérique.

La Figure 16 représente la capture d'écran des résultats d'une analyse de l'utilisation des fréquences.



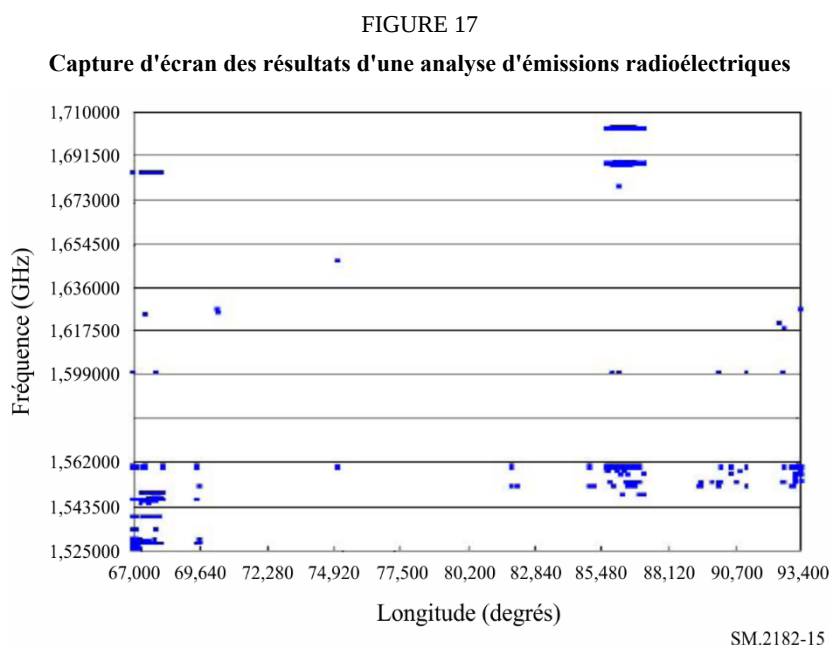
2.4 Mesure et analyse des émissions radioélectriques

Les spectres des ondes hertziennes rayonnées par les satellites sont mesurés et analysés aux fins du contrôle des activités des satellites en se référant aux positions orbitales enregistrées.

Ces spectres sont mesurés en entraînant l'antenne le long de l'orbite des satellites géostationnaires au moyen de fonctions de poursuite suivant un arc ou une spirale.

Les résultats des mesures sont comparés aux informations enregistrées dans la base de données des positions orbitales. Lorsque les valeurs des mesures coïncident avec le contenu de la base de données, le nom du satellite ainsi que sa position orbitale apparaissent dans une liste. Ceux pour lesquels ces valeurs ne correspondent à aucune des informations de la base de données sont identifiés sur l'écran par une marque indiquant qu'il s'agit de satellites non enregistrés.

La Figure 17 représente la capture des résultats d'une analyse d'émissions radioélectriques.



2.5 Identification des sources de brouillage sur la liaison montante

Le système d'identification des sources de brouillage sur la liaison montante est un système qui sert à identifier la position de la source de brouillage en cas de brouillage causé à la liaison montante.

Le fonctionnement du système fait appel à la réception d'ondes hertziennes provenant de deux satellites adjacents. En règle générale, les stations de contrôle N° 1 et 2 sont utilisées comme stations (c'est-à-dire antennes) de mesure pour la réception de ces ondes hertziennes.

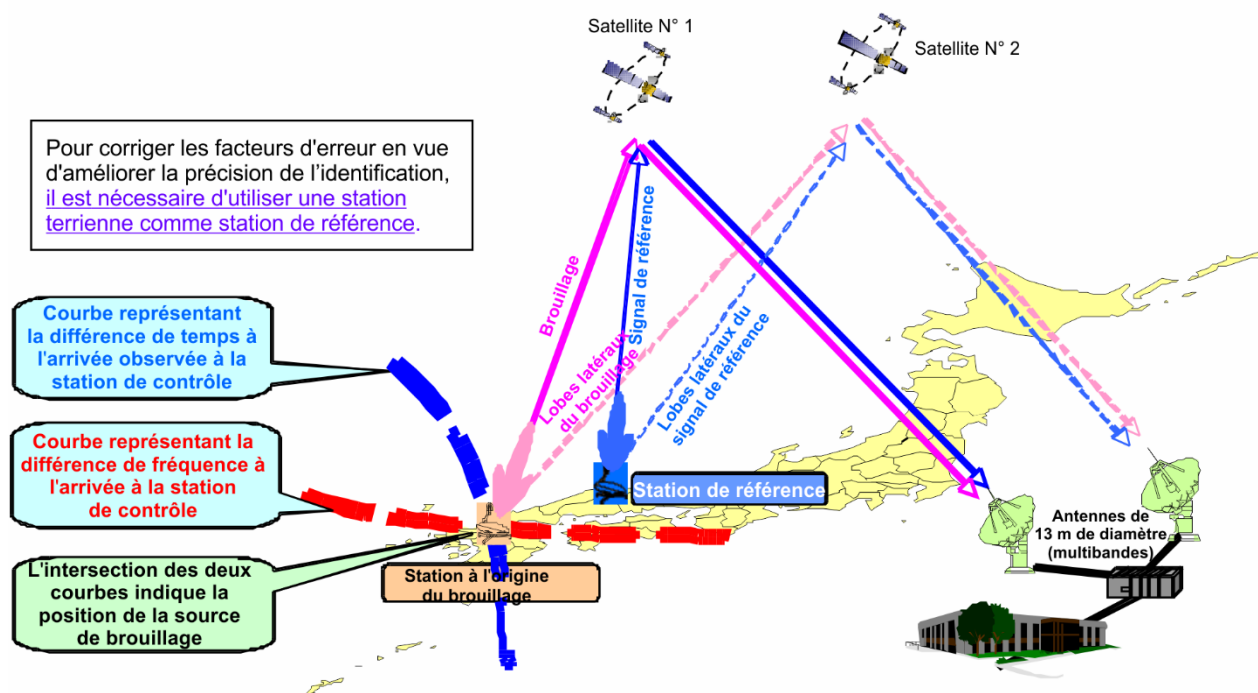
Les signaux provenant du satellite soumis à des brouillages constituent ce qu'on appelle le «signal principal», tandis que les signaux provenant du satellite adjacent choisi pour effectuer des mesures sur la liaison montante sont appelés «signaux des lobes latéraux». Deux types de signal, à savoir le signal cible, qui est la cause du brouillage, et le signal de référence, qui sert à garantir la précision de l'identification de la source, sont reçus à la fois en provenance du satellite principal et du satellite des lobes latéraux. En d'autres termes, la position de la station terrienne à l'origine du brouillage (ou cible) est évaluée en mesurant en tout quatre signaux différents sur la liaison montante: les signaux cibles (des signaux principaux et des lobes latéraux) et les signaux de référence (des signaux principaux et des lobes latéraux).

Si l'onde à l'origine du brouillage est une onde entretenue, il est difficile de détecter avec précision la différence entre les instants d'arrivée (TDOA), et les mesures sont effectuées à plusieurs reprises pour calculer la différence de fréquence à l'arrivée (FDOA) par une méthode de temps cumulés. En outre, lorsque le mouvement du satellite est très faible, l'effet Doppler a moins de chance de se produire, ce qui rend difficile une détection précise de la FDOA. En pareil cas, seule la TDOA sera affichée sur la carte pour aider à l'identification de la source.

La Figure 18 représente le principe de fonctionnement du système d'identification des sources de brouillage sur la liaison montante et la Fig. 19 une capture d'écran des résultats de l'identification d'une source de brouillage.

FIGURE 18

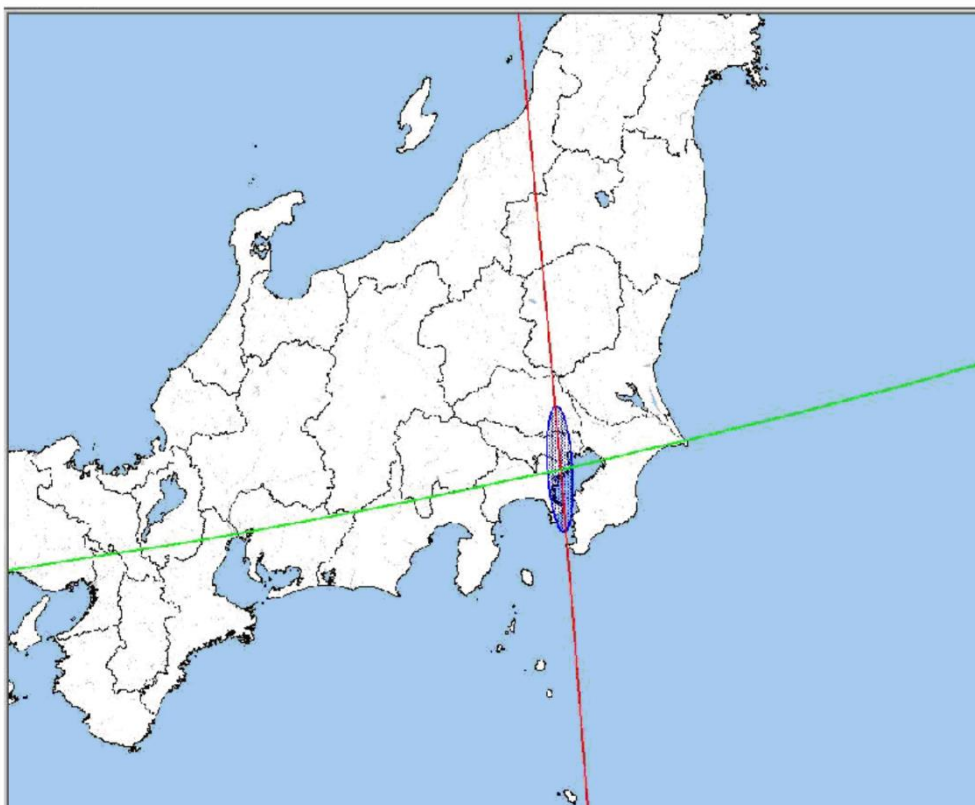
Fonctionnement du système d'identification des sources de brouillage sur la liaison montante



SM.2182-16

FIGURE 19

Capture d'écran des résultats de l'identification d'une source de brouillage



SM.2182-17

3 Heures de travail

Les heures de travail habituelles sont de 8 h 30 à 17 h 15 les jours de semaine (heure du Japon).

4 Adresse de contact

Bureau de contrôle des radiocommunications
Division de l'environnement électromagnétique, Département des radiocommunications
Bureau des télécommunications
Ministère des affaires internes et des communications (MIC)
1-2 Kasumigaseki 2-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 100-8926
Japon
Courriel: kanshikokusai@ml.soumu.go.jp

Annexe 6

Installations de contrôle des émissions spatiales en Ukraine

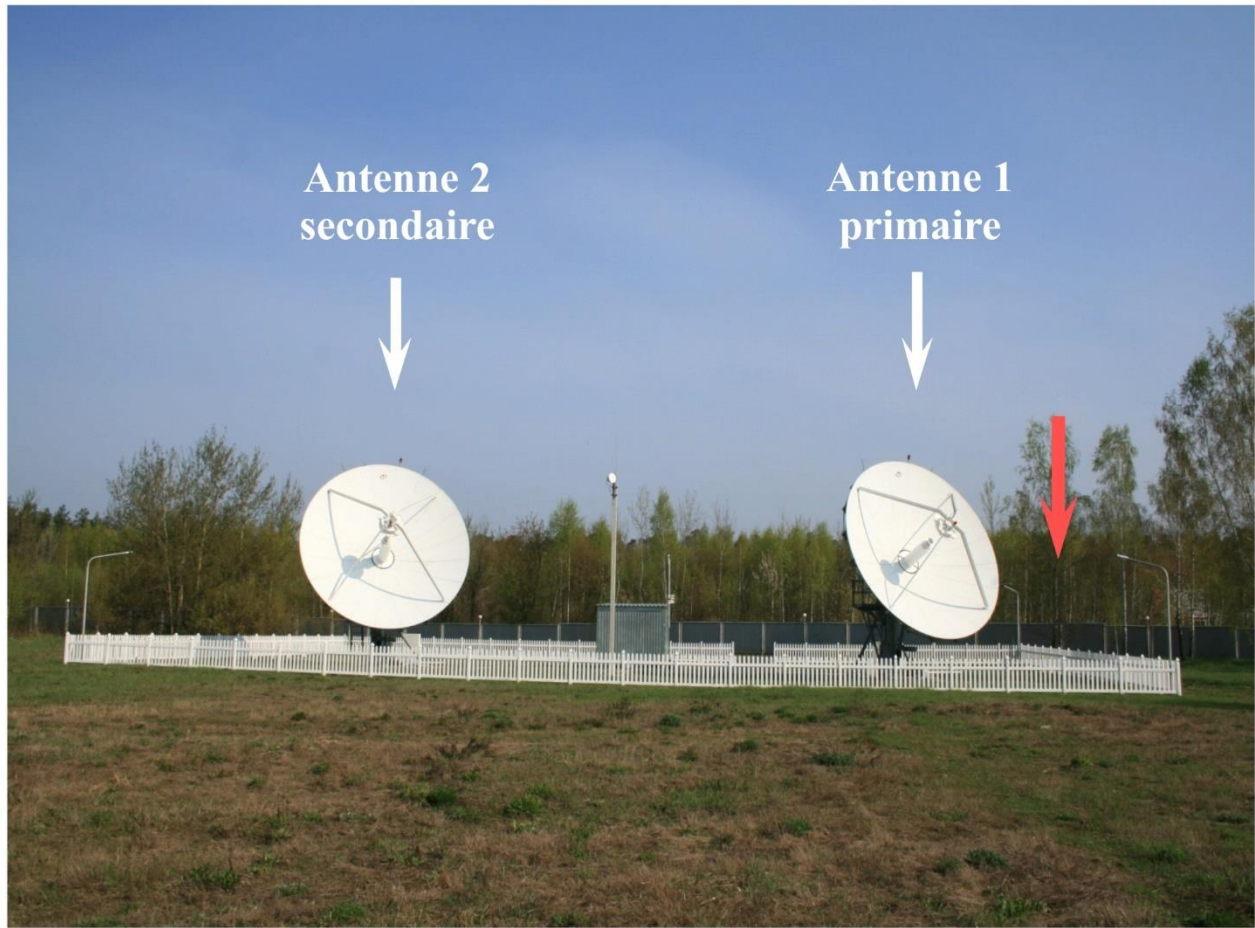
1 Introduction générale

La station de contrôle des émissions spatiales de Kiev fait partie du système de contrôle des radiocommunications du Conseil national ukrainien pour la radiodiffusion télévisuelle et radiophonique (UCRF). L'UCRF est responsable de la gestion et du contrôle du spectre dans les bandes de fréquences civiles.

La station de contrôle des émissions spatiales de Kiev sert à la mesure des paramètres des émissions provenant de stations terriennes et spatiales sur les fréquences porteuses ainsi qu'à la localisation (géolocalisation) des stations terriennes dans les bandes C (3,4-5,25 GHz et 5,725-7,025 GHz) et Ku (10,7-14,8 GHz). La station permet l'observation des émissions provenant de stations terriennes réémises par des satellites occupant une position orbitale sur l'orbite des satellites géostationnaires comprise entre 20° de longitude ouest (azimut 237°, élévation 15°) et 80° de longitude est (azimut 123°, élévation 15°).

La station de contrôle des émissions spatiales de Kiev a été créée en 2009 et est toujours en cours de développement.

Les coordonnées géographiques de la station sont 50°26'54" N; 30°17'30" E.



SM.2182-Annex6-01

2 Missions principales de la station de contrôle des émissions spatiales de Kiev

Les principales missions de la station de contrôle des émissions spatiales de Kiev consistent à:

- vérifier que les paramètres des émissions sont conformes aux autorisations d'exploitation ou aux réglementations techniques;
- observer l'occupation des bandes de fréquences;
- détecter les brouillages préjudiciables suite aux plaintes des utilisateurs du spectre, des personnes morales et des personnes physiques;
- détecter les cas de violation de l'utilisation des fréquences et déterminer la position des dispositifs d'émission exploités illégalement en vue de prendre des dispositions légales pour remédier aux violations et faire cesser le fonctionnement des dispositifs exploités illégalement;
- exercer une activité de contrôle des émissions dans le cadre de la coopération internationale sur les questions relatives à l'utilisation des ressources du spectre.

3 Structure de la station de contrôle des émissions spatiales de Kiev

Le fonctionnement de la station de contrôle des émissions spatiales de Kiev repose sur l'association de quatre sous-systèmes:

- deux antennes de réception de satellite de 7,3 mètres de diamètre;

- un sous-système pour le diagnostic et la commande des équipements de Terre de la station de contrôle des émissions spatiales et le pointage des antennes en direction de satellites donnés;
- un sous-système servant à mesurer les paramètres des émissions par satellite et les fréquences porteuses des stations satellites, ainsi qu'à actualiser les bases de données;
- un sous-système pour la localisation (géolocalisation) des stations terriennes et le calcul des éphémérides des satellites.

3.1 Antennes

Les paramètres des antennes figurent dans le Tableau 5.

TABLEAU 5

Paramètre	Antenne 1	Antenne 2
Type	Cassegrain	Cassegrain
Taille (m) Ø	7,3	7,3
Bandes de fréquences	C/Ku	C/Ku
Gain (dBi)	49,73/58,41	49,50/58,84
Polarisation	Circulaire/Linéaire	Circulaire/Linéaire
Azimut (plage angulaire)	120°	120°
Élévation (plage angulaire)	0-90°	0-90°
Polarisation (angle de rotation)	±90°	±90°

3.2 Sous-système pour le diagnostic et la commande des équipements au sol

Ce sous-système permet de vérifier l'exploitabilité des composants du système d'antennes et de diagnostiquer les défaillances matérielles. En outre, il est conçu pour le pointage des antennes en direction de satellites (en mode manuel ou automatique) en utilisant une base de données intégrée contenant les paramètres des satellites.

3.3 Sous-système pour la mesure des paramètres des émissions par satellite

De nombreux paramètres des émissions sur la liaison montante provenant de stations terriennes peuvent également être mesurés par l'intermédiaire du satellite.

Le logiciel de ce sous-système permet de mesurer les paramètres des installations radioélectriques suivants:

- Type de modulation (BPSK, QPSK, 8-PSK, OQPSK, 16-QAM, 16-APSK, 32-APSK, CW, MSK).
- Débit des symboles.
- Fréquence centrale.
- Puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.).
- Largeur de bande.
- Rapport porteuse sur bruit (C/N_0).
- Débit de données.
- Taux d'erreur binaire (TEB).

- Norme de la porteuse (DVB-S, DVB-S2, IESS-308, IESS-309, IESS-310, IESS-315).
- Correction d'erreur directe (1/2, 2/3, 2/5, 3/4, 3/5, 4/5, 5/6, 7/8, 8/9, 9/10).

Le système permet de stocker les données mesurées et de les comparer avec celles de la base de données des assignations de fréquence ou avec les paramètres mesurés antérieurement. De plus, il est possible d'explorer les répéteurs des satellites afin de déterminer toutes les fréquences porteuses et de les identifier en les comparant avec celles qui se trouvent dans la base de données.

3.4 Sous-système pour la localisation (géolocalisation) des stations terriennes et le calcul des éphémérides des satellites

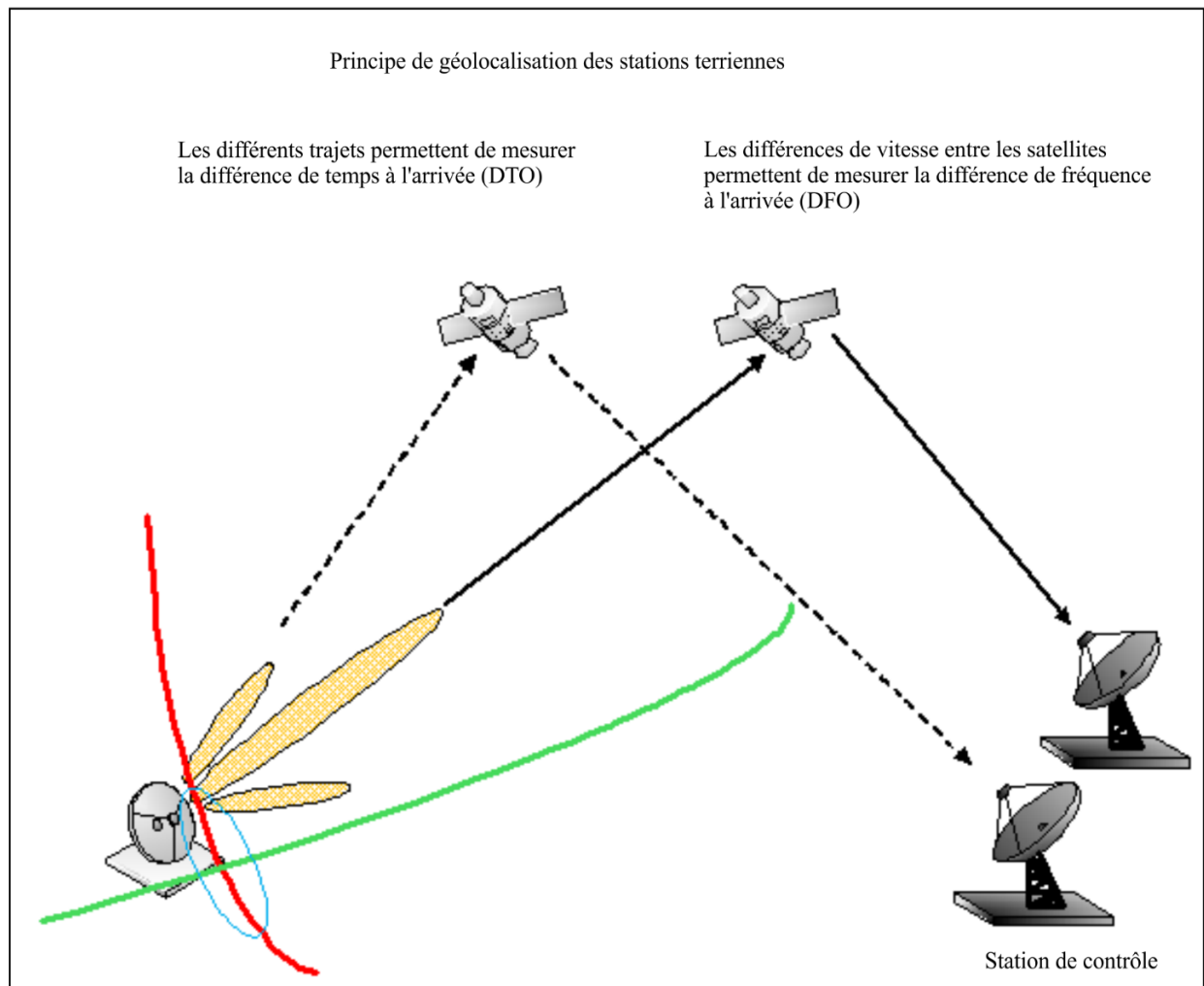
Les principes de localisation des stations terriennes (géolocalisation) reposent sur l'analyse des signaux, qui sont émis par la station terrienne et réémis par le satellite. Tandis que le signal ciblé (lobe principal) est transmis au satellite concerné, la partie de ce signal correspondant aux lobes latéraux est transmise à un satellite adjacent (fonctionnant sur la même fréquence, avec la même polarisation et couvrant la même zone de service). Le signal est reçu en provenance des deux trajets, et converti et numérisé par la station de contrôle des émissions spatiales.

Les différentes positions des satellites sur l'orbite des satellites géostationnaires et la diffusion du signal le long de trajets différents par le recours à deux satellites ou plus, permet d'obtenir la différence de temps à l'arrivée (DTO) et de tracer la ligne de position à la surface de la Terre en fonction du temps (ligne rouge sur la figure ci-dessous).

En tenant compte du mouvement des satellites au cours de la période concernée, du décalage et de l'oscillation des fréquences sur les générateurs des satellites, il est possible de calculer la différence de fréquence à l'arrivée (DFO) et de tracer la ligne de position à la surface de la Terre en fonction de la fréquence (ligne verte sur la figure ci-dessous).

À partir des données recueillies, la station de contrôle des émissions spatiales calcule l'ellipse à l'intérieur de laquelle se trouve la station terrienne visée.

Le relèvement dans la direction sud-nord s'obtient à partir de la différence entre les temps de propagation des signaux avec une erreur de 0,5 à 10 km. Le relèvement dans la direction est-ouest s'obtient à partir de la différence des fréquences et du déphasage (erreur de 50 à 80 km). Afin d'augmenter la précision de la géolocalisation des stations terriennes, il est nécessaire d'effectuer plusieurs mesures avec compensation d'erreur d'éphéméride. En procédant de cette façon, il serait possible de faire baisser l'erreur dans la géolocalisation des stations terriennes à 0,5-1 km.



SM.2182-Annex6-02

4 Adresse de contact

Centre des radiofréquences de l'État ukrainien
 15 km, pr. Peremogy
 03179 Kiev
 Ukraine

Télécopie: +38 044 422 81 81

Courriel: centre@ucrf.gov.ua

Annexe 7

Installations de contrôle des émissions spatiales au Kazakhstan

Le Centre de contrôle au sol des véhicules spatiaux de la République du Kazakhstan (GCC «Akkol») a été construit et mis en service en 2005. En 2008-2009, le Centre «Akkol» a été modernisé dans le cadre du programme «KazSat2».

Le GCC «Akkol» est constitué du Centre de contrôle des missions (MCC «Akkol») et du Système de surveillance des communications (CMS «Akkol»).

Le GCC «Akkol» se trouve dans la ville d'Akkol, dans la région d'Akmolinskaya, a pour coordonnées géographiques 52°0'11" de latitude nord et 70°54'3" de longitude est, et son altitude est de 410 m au-dessus du niveau de la mer. Les Figures 20 et 21 représentent une vue d'ensemble du Centre «Akkol».

FIGURE 20

Vue d'ensemble du centre «Akkol»



SM.2182-18

FIGURE 21

Système d'antenne de 7,3 m



SM.2182-19

Le système de contrôle des communications «Akkol» se compose:

- d'une station de contrôle avec antenne de 9 m;
- de deux antennes de réception de 7,3 m;
- de deux antennes de réception TVRO de 2,4 m;
- d'équipements de commande et de mesure matériel-logiciel;
- d'équipements serveur et client accompagnés des logiciels correspondants.

Le système de contrôle des communications «Akkol» effectue de manière régulière les activités de contrôle suivantes pour les positions orbitales comprises entre 15° de longitude est et 130° de longitude est:

- traitement des brouillages;
- mesures orbitales concernant les répéteurs dans la bande Ku au moyen d'une polarisation linéaire;
- contrôle automatique continu de la fréquence réelle et des paramètres de puissance des répéteurs dans la bande Ku;
- mesure des caractéristiques déclarées par les stations terriennes pour leur accès à un secteur spatial;
- contrôle et mesure des caractéristiques de puissance de la fréquence porteuse;
- contrôle continu des fréquences porteuses et des paramètres des signaux numériques;
- stockage des données mesurées;
- contrôle des canaux de radiodiffusion.

Paramètres du système de contrôle des communications «Akkol»:

gamme de fréquences pour la liaison descendante: 10 700 MHz-12 750 MHz,

gamme de fréquences pour la liaison montante: 13 750 MHz-14 500 MHz,

polarisation: linéaire.

Il est possible d'utiliser les fonctions du système de contrôle des communications GCC «Akkol» pour deux satellites de manière simultanée ou indépendante.

FIGURE 22

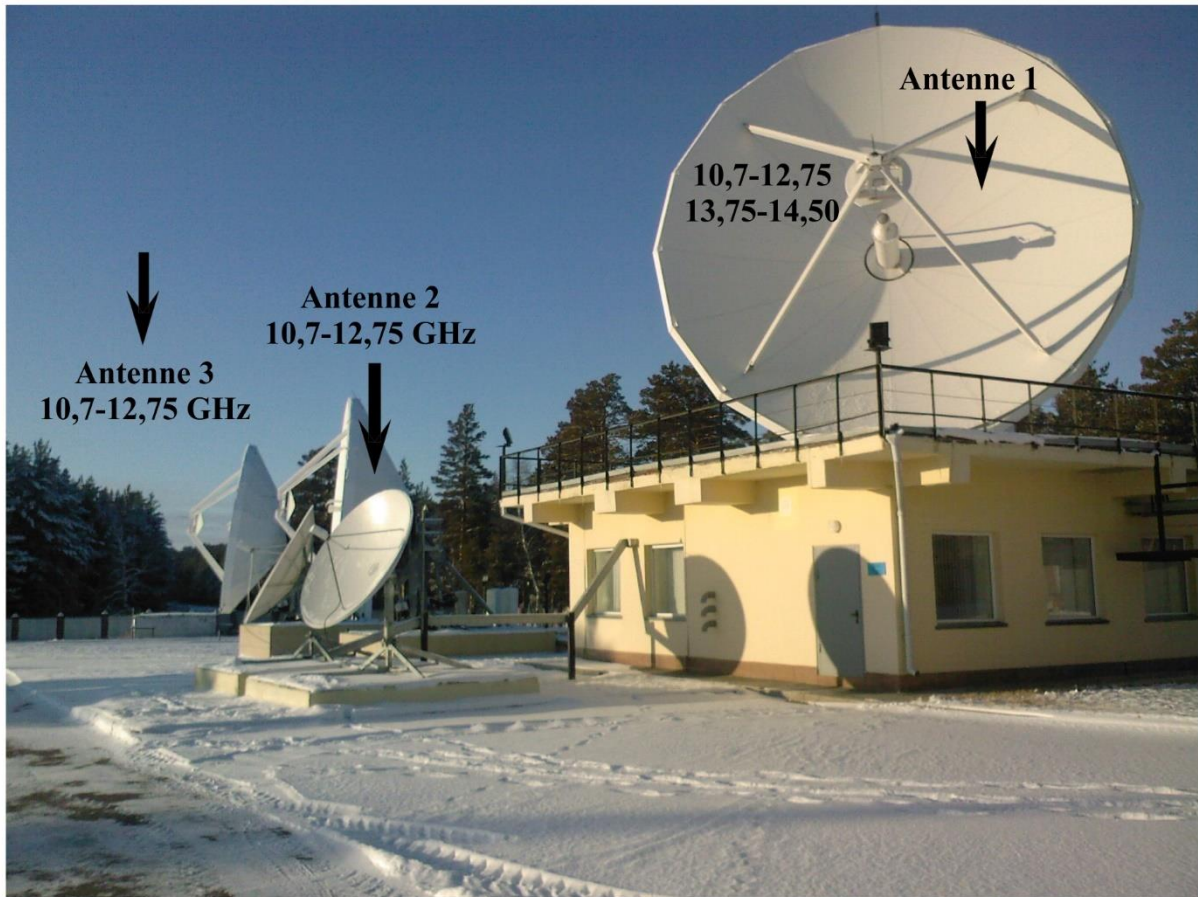
Vue d'ensemble des équipements de mesure



SM.2182-20

La Figure 23 représente une vue d'ensemble des systèmes d'antenne N° 1, 2 et 3, tandis que les paramètres de ces systèmes figurent dans le Tableau 6.

FIGURE 23
Vue d'ensemble des systèmes N° 1, 2 et 3



SM.2182-21

TABLEAU 6
Paramètres des systèmes d'antenne N° 1, 2 et 3

Paramètre	Antenne 1	Antenne 2	Antenne 3
Type	Cassegrain 2 ports RX + 2 ports TX	Cassegrain 2 ports RX	Cassegrain 2 ports RX
Fréquences de réception (GHz)	10,7-12,75	10,7-12,75	10,7-12,75
Fréquences d'émission (GHz)	13,75-14,50	—	—
Taille	9,0 m Ø	7,3 m Ø	7,3 m Ø
Polarisation	Linéaire	Linéaire	Linéaire
Gain (dBi)	RX 57,6-59,0 TX 59,7-60,1	RX 55,8-57,1	RX 55,8-57,1
G/T (dB/K)	36,2-36,8	34,6-35,2	34,6-35,2
Positions OSG observables	25°-107° E	11,5°-112° E	11,5°-107° E
Poursuite	Pas à pas, OPT, manuelle	Pas à pas, OPT, manuelle	Pas à pas, OPT, manuelle

Adresse de contact:

Centre républicain des communications spatiales et
Compatibilité électromagnétique des unités radioélectriques JSC
République du Kazakhstan
34, rue Dzhangildin, Astana
Tél./Télécopie: +7 (7172) 326478
Courriel: info@rcsc.kz

Annexe 8**Station de contrôle des émissions spatiales au Brésil**

Agence nationale des télécommunications (Anatel)

1 Spécifications de la station de contrôle des émissions spatiales**1.1 Introduction**

En 2014, Anatel (Agence nationale des télécommunications), l'organisme de réglementation des télécommunications du Brésil, a déployé sa première station de contrôle des émissions spatiales (EMSAT). Ce déploiement s'inscrivait dans le cadre d'un vaste programme d'expansion du contrôle des émissions élaboré par le régulateur brésilien en vue de grands événements internationaux tels que la Coupe du monde organisée par la FIFA en 2014 et les Jeux olympiques et paralympiques organisés à Rio en 2016. Une fois ces événements terminés, le Bureau d'Anatel en charge des activités de respect de la réglementation exploite la station aux fins de la gestion du spectre et des orbites.

1.2 Description générale et fonctions

La station est située dans la ville de Rio de Janeiro. Fonctionnant uniquement en mode réception, elle peut effectuer des mesures dans les bandes C, Ku et Ka sur les satellites géostationnaires.

Les principales fonctions sont les suivantes:

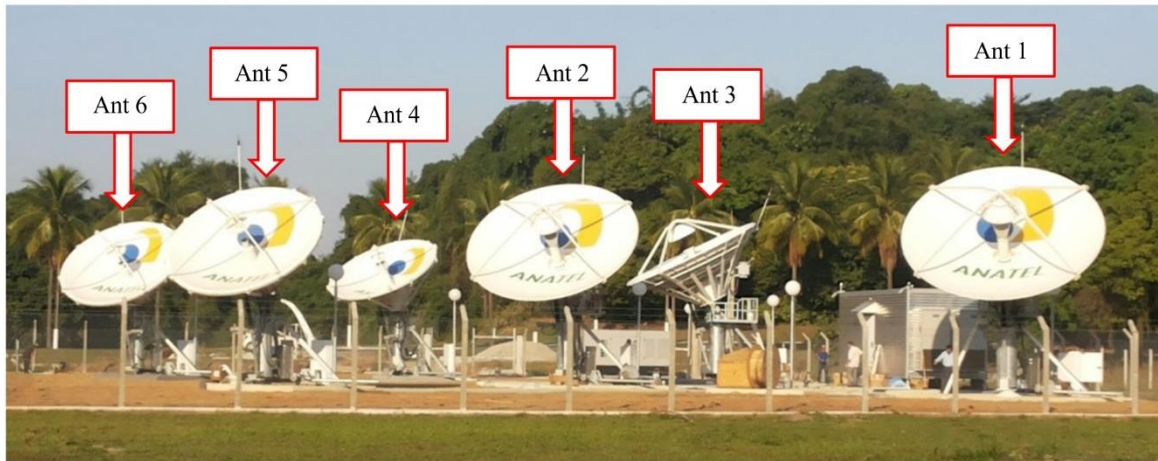
- Détection des émissions non autorisées.
- Évaluation des paramètres autorisés.
- Mesures de l'occupation des positions orbitales des satellites.
- Contrôle automatique des émissions.
- Géolocalisation.
- Caractérisation des signaux.
- Fonctionnalités de base de données historiques sur le contrôle des émissions et d'analyse des tendances.
- Détection des signaux dont le niveau est inférieur à celui de la porteuse.

1.3 Caractéristiques du système

Le système de contrôle comprend un ensemble de sept antennes (bandes C, Ku et Ka) telles que décrites ci-après.

FIGURE 24

Antennes en bandes C et Ku de la station EMSAT, Rio de Janeiro;
antenne en bande Ka (portable); équipements de mesure



Antennes en bandes C et Ku de la station EMSAT, Rio de Janeiro



Antenne en bande Ka (portable)



Équipements de mesure

SM.2182-22

Antennes en bande C

Paramètre	Antennes 1 et 2	Antenne 3	Antenne 4
Type d'antenne	Grégorienne	Grégorienne	Ellipsoïdale à axe déplacé
Gamme de fréquences	Bande C 3 625 MHz-4 200 MHz	Bande C 3 625 MHz-4 200 MHz	Bande C (AP30B) 4 500 MHz-4 800 MHz
Diamètre de l'antenne	6 m	6 m	4,5 m
Polarisation	Rectiligne	Circulaire	Rectiligne
Missions	Contrôle des émissions et géolocalisation	Contrôle des émissions et géolocalisation* *antenne utilisée en appariement avec une autre antenne en bande C (Ant 1 ou 2)	Contrôle des émissions
Gain de l'antenne (dBi)	46,7	46,7	45
Positions orbitales	110° W à 10° W	96° W à 1° W	80° W à 17° W

Antennes en bandes Ku et Ka

Paramètre	Antennes 5 et 6	Antenne 7*
Type d'antenne	Ellipsoïdale à axe déplacé	À foyer décalé
Gamme de fréquences	Bande Ku 10,7 GHz-12,75 GHz	Bande Ka 17,7 GHz-21,2 GHz
Diamètre de l'antenne	4,5 m	2,4 m
Polarisation	Rectiligne	Circulaire
Missions	Contrôle des émissions et géolocalisation	Contrôle des émissions
Gain de l'antenne (dBi)	53,2	51,4
Positions orbitales	110° W à 29° W	110° W à 40° W* *antenne portable, elle peut être repositionnée pour atteindre d'autres positions orbitales selon les besoins.

La station peut effectuer des mesures de contrôle des émissions avec toutes les antennes fonctionnant individuellement. Cependant, les opérations de géolocalisation ne peuvent être effectuées qu'en utilisant (simultanément) des paires d'antennes, comme indiqué ci-dessous:

- signaux en bande C avec polarisation rectiligne → Antennes 1 et 2;
- signaux en bande C avec polarisation circulaire → Antennes 1 et 3 ou 2 et 3;
- signaux en bande Ku avec polarisation rectiligne → Antennes 5 et 6.

1.4 Étage d'entrée RF et infrastructure

Le facteur de qualité (G/T) est utilisé comme paramètre de qualité de fonctionnement globale de la chaîne de réception. Les valeurs minimales spécifiées pour le facteur de qualité au centre de la bande, pour les différentes fréquences, sont les suivantes:

- bande C, polarisation rectiligne, 3 625 MHz à 4 200 MHz: 27,8 dB/K;
- bande C (AP 30B), polarisation rectiligne, 4 500 MHz à 4 800 MHz: 26,8 dB/K;

- bande C, polarisation circulaire, 3 625 MHz à 4 200 MHz: 27 dB/K;
- bande Ku, polarisation rectiligne, 10 700 MHz à 12 750 MHz: 30,9 dB/K;
- bande Ka, polarisation circulaire, 17 700 MHz à 21 200 MHz: 27,2 dB/K.

Tous les équipements de mesure sont raccordés à une même base de temps de référence de 10 MHz, avec une précision de 2×10^{-11} .

2 Missions

2.1 Mesures et analyse des paramètres techniques

La station EMSAT a été conçue pour effectuer des mesures conformément aux Recommandations de l'UIT et au Manuel sur le contrôle du spectre.

Les principaux paramètres contrôlés sont la p.i.r.e. (dBW), la fréquence (MHz) et la largeur de bande (MHz) des signaux transmis du satellite à la station terrienne. Des valeurs découlant des mesures, telles que la puissance surfacique, peuvent également être fournies.

Maximum de précision qui peut être atteint:

- p.i.r.e. sur la liaison descendante: erreur acceptable de $\pm 1,0$ dB, pour un rapport signal/bruit d'au moins 12 dB. Variation pouvant aller jusqu'à $\pm 0,3$ dB pour des mesures successives;
- mesure de la fréquence: erreur acceptable correspondant à $\pm 1\%$ de la largeur de bande du signal pour une porteuse avec un rapport signal/bruit d'au moins 15 dB;
- mesure de la largeur de bande: erreur acceptable correspondant à $\pm 1\%$ de la largeur de bande du signal pour une porteuse avec un rapport signal/bruit d'au moins 12 dB;
- réponse en fréquence: variation maximale de ± 1 dB pour chaque bande de 36 MHz et de $\pm 2,5$ dB pour la bande dans son intégralité.

Le système peut également mesurer les paramètres suivants: E_b/N_0 , rapidité de modulation, C/N et C/N_0 . Il est en outre doté d'une fonctionnalité de détection et de caractérisation des signaux numériques, avec affichage graphique du diagramme de la constellation, du type de modulation utilisé et du code de correction d'erreurs.

En ce qui concerne la modulation et la correction d'erreurs, la station peut reconnaître les modulations et les codes de correction d'erreurs suivants:

- types de modulation: MDP-2, MDP-4, MDP-8, MAQ-16, MDAP-16;
- codes de correction d'erreur: RS (Reed-Solomon), CV (codes convolutifs), LDPC (contrôle de parité à faible densité).

La station EMSAT peut identifier automatiquement les signaux brouilleurs et possède une fonction de détection et de mesure de signaux dont le niveau est inférieur à celui de la porteuse. Cette fonction permet au système de filtrer des signaux brouilleurs spécifiques qui se trouvent dans la largeur de bande d'une porteuse ou des signaux dont le niveau est inférieur au bruit de fond de l'analyseur de spectre.

Enfin, le système a une fonction de spectrographe ainsi qu'une fonction d'analyseur de spectre avec une résolution minimale de 10 Hz.

2.2 Opérations de géolocalisation

Pour les opérations de géolocalisation, qui sont essentielles dans les cas de brouillage sur la liaison montante ou d'exploitation de stations terriennes non autorisées, la station EMSAT d'Anatel utilise les techniques TDOA (différence entre les instants d'arrivée) et FDOA (différence entre les fréquences d'arrivée).

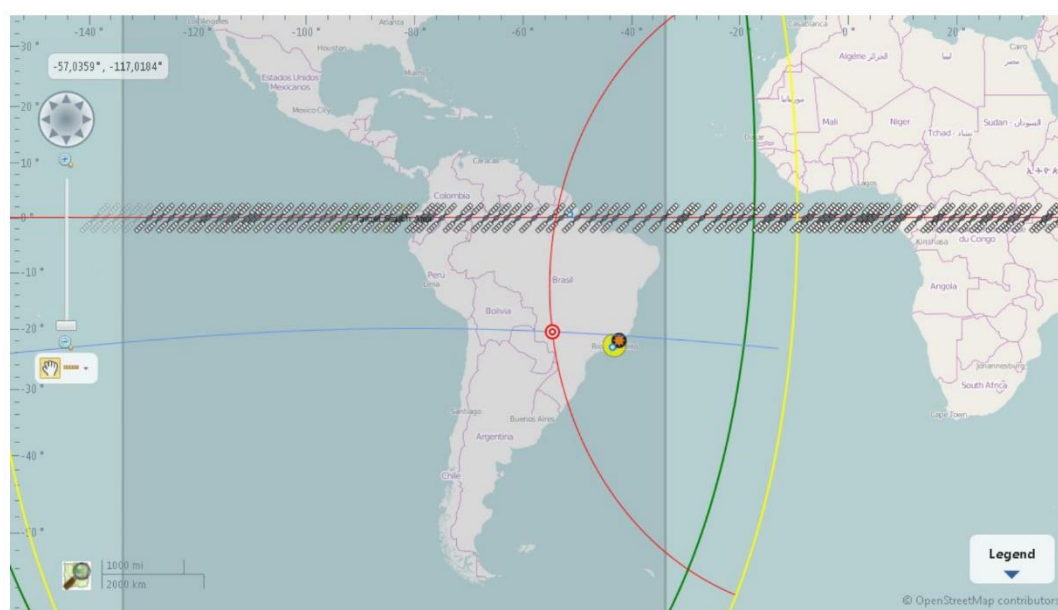
Les résultats de la géolocalisation peuvent être obtenus de différentes manières. Selon les caractéristiques du signal cible, ils peuvent être obtenus en utilisant à la fois les techniques FDOA et TDOA, ou une seule technique (TDOA ou FDOA). Par exemple, pour procéder à la géolocalisation de sources de signaux en ondes entretenues, la station EMSAT utilise uniquement la technique FDOA.

Comme indiqué au § 1.3, pour les opérations de géolocalisation, la station EMSAT doit effectuer des mesures simultanées en liaison descendante du signal cible, en acquérant les signaux de deux satellites adjacents, à savoir le satellite «affecté» (désigné comme principal) et le satellite adjacent (désigné comme secondaire). D'une manière générale, l'ellipse de géolocalisation produite par la plate-forme de géolocalisation de la station EMSAT indique la zone de recherche où se trouve probablement la station terrienne d'émission.

Une fois la géolocalisation effectuée, les résultats sont présentés sous forme de cartes numériques, et peuvent aussi être exportés dans un format de fichier.KMZ, ce qui permet de poursuivre les études relatives au traitement des données géographiques. Un type d'analyse pertinent qui peut être effectué consiste à superposer l'ellipse de géolocalisation avec les stations terriennes à l'intérieur de la zone de recherche qui sont susceptibles de causer des brouillages, que l'on peut exporter de la base de données d'octroi des licences d'Anatel.

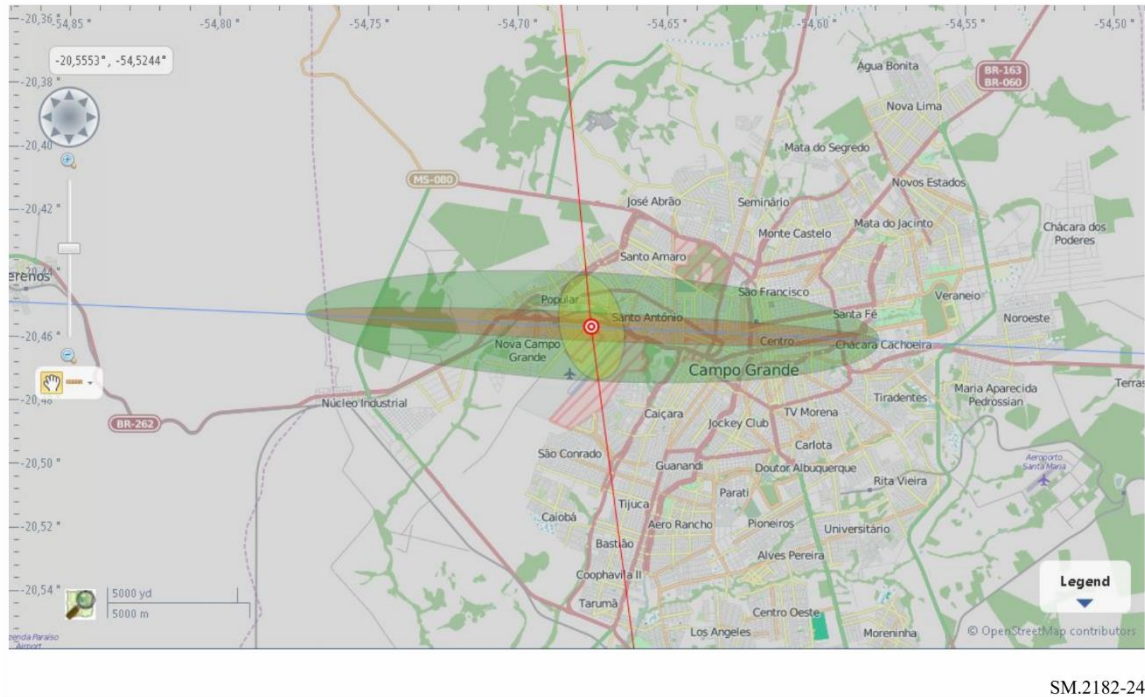
Un exemple d'ellipse de géolocalisation est présenté dans les figures suivantes.

FIGURE 25
Résultats de la géolocalisation (lignes TDOA et FDOA et indication de la cible)



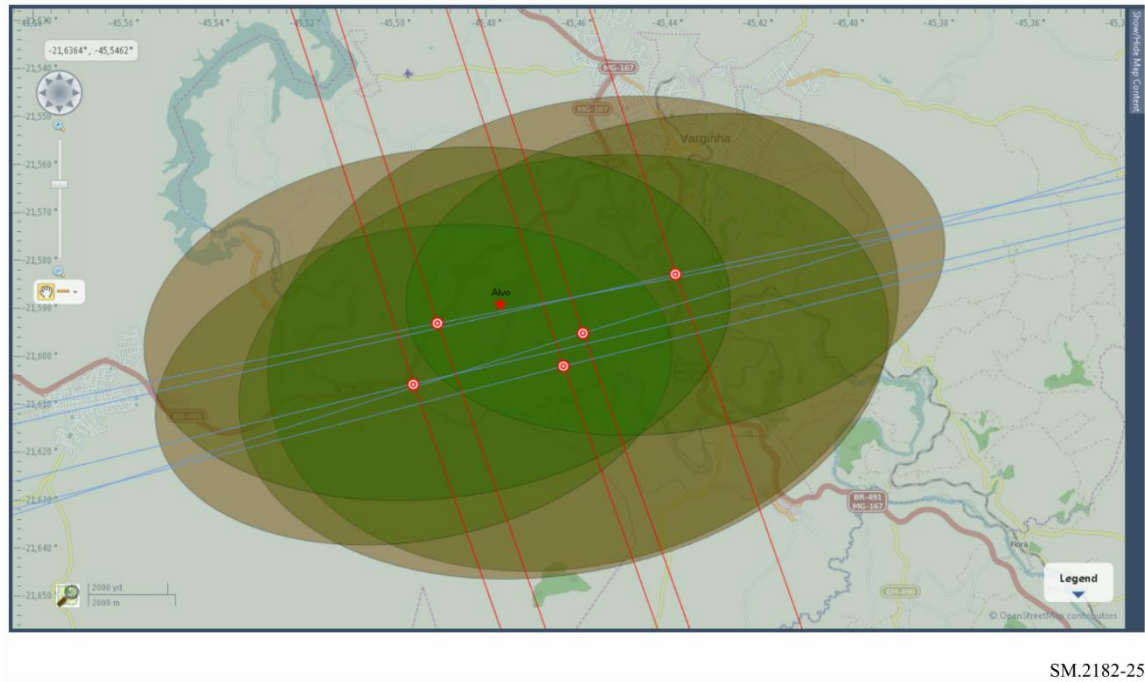
SM.2182-23

FIGURE 26
Résultats de la géolocalisation (ellipse de géolocalisation)



SM.2182-24

FIGURE 27
Résultats de la géolocalisation (ellipses de géolocalisation répétées cinq fois et convergeant vers la même région)



SM.2182-25

3 Heures de fonctionnement et coordonnées

Heures de fonctionnement: 12 h 00 à 20 h 00 UTC du lundi au vendredi (9 h 00 à 17 h 00 heure locale de Brasília, UTC – 03 h 00).

Courriel: msat@anatel.gov.br et er-2@anatel.gov.br.

Télécopie: +55 61 2312-2244 (Organe consultatif international d'Anatel) et +55 61 2312-2670 (Division d'Anatel en charge du spectre, des orbites et de la radiodiffusion).

Annexe 9

Installations de contrôle des émissions spatiales au Sultanat d'Oman

Autorité de régulation des télécommunications (TRA)

1 Description générale

La station de contrôle des émissions spatiales (SRMS) relève de l'Autorité de régulation des télécommunications (TRA), laquelle est responsable de la gestion du spectre ainsi que du contrôle du spectre au Sultanat d'Oman. La station SRMS est située à Mascate à environ 7 km du siège principal de la TRA et à peu près à la même distance de l'aéroport international de Mascate. La station a été officiellement inaugurée le 17 janvier 2018.

Les principales installations de la station comprennent un bâtiment principal et un parc d'antennes, qui est placé dans la partie la plus élevée du site offrant à la station la meilleure visibilité de l'arc orbital. La station est capable d'assurer le contrôle des satellites OSG et des satellites non OSG, et effectue des mesures dans les bandes de fréquences C, Ku, X, Ka, L et S.

FIGURE 28
Site de la station SRMS



2 Fonctions

Les principales fonctions de la station SRMS sont les suivantes:

- Contrôle de l'utilisation du spectre des fréquences et des ressources spatiales en vérifiant la compatibilité des utilisateurs existants avec les licences accordées par la TRA.
- Contrôle et mesure des signaux radioélectriques dans les services spatiaux.
- Détection de toute utilisation illicite.
- Résolution et suppression des brouillages préjudiciables.
- Appui aux activités nationales liées aux services spatiaux.
- Coordination internationale avec l'Union internationale des télécommunications (UIT) et d'autres régulateurs concernant les questions liées aux brouillages.

3 Caractéristiques du système

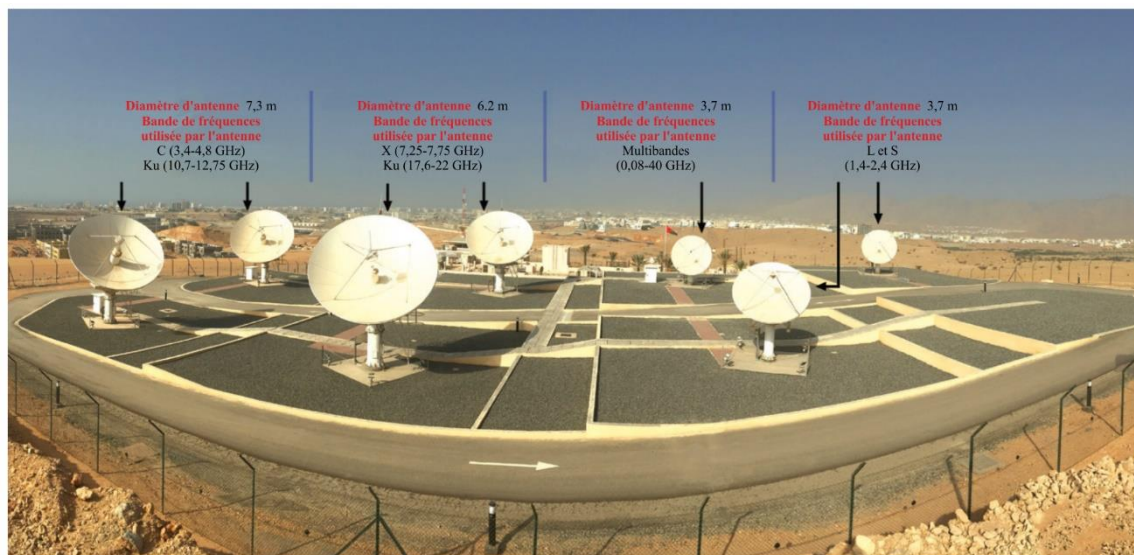
Coordonnées géographiques de la station: 23°33'09.37" N 58°19'59.76" E

Arc géostationnaire visible: 16° W à 133° E

La station comprend sept antennes dont les détails techniques sont donnés ci-dessous:

FIGURE 29

Parc d'antennes de la station SRMS



SM.2182-27

Antenne				Bande de fréquences	Polarisation		Plage des angles d'azimut et d'élévation
Nom	Taille	Type	Type de poursuite				
Antenna_1 (Secondaire)	7,3 m	À tête pivotante	Pas à pas, IESS et Norad	C: 3,4-4,8 GHz	Rectiligne	Circulaire	AZI = 94°-266° ELE = 5°-88°
				Ku: 10,7-12,75 GHz	Rectiligne	–	
Antenna_2 (Primaire)	7,3 m	À tête pivotante	Pas à pas, IESS et Norad	C: 3,4-4,8 GHz	Rectiligne	Circulaire	AZI = 94°-266° ELE = 5°-88°
				Ku: 10,7-12,75 GHz	Rectiligne	-	
Antenna_3 (Secondaire)	6,2 m	À tête pivotante	Pas à pas, IESS et Norad	X: 7,25-7,75 GHz	–	Circulaire	AZI = 94°-266° ELE = 5°-88°
				Ka: 17,6-22 GHz	Rectiligne	Circulaire	
Antenna_4 (Primaire)	6,2 m	À tête pivotante	Pas à pas, IESS et Norad	X: 7,25-7,75 GHz	–	Circulaire	AZI = 94°-266° ELE = 5°-88°
				Ka: 17,6-22 GHz	Rectiligne	Circulaire	
Antenna_5 (Multibandes)	3,7 m	À mouvement total	Pas à pas, IESS et Norad	Bande-1: 0,08-1,3 GHz	Rectiligne	–	AZI = 5°-355° ELE = 5°-85°
				Bande-2: 1-18 GHz	Rectiligne	Circulaire	
				Bande-3: 18-40 GHz	Rectiligne	-	
Antenna_6 (Secondaire)	3,7 m	À mouvement total	Pas à pas, IESS et Norad	L: 1,4-2,15 GHz	–	Circulaire	AZI = 5°-355° ELE = 5°-85°
				S: 2,1-2,4 GHz	–	Circulaire	
Antenna_7 (Primaire)	3,7 m	À mouvement total	Pas à pas, IESS et Norad	L: 1,4-2,15 GHz	–	Circulaire	AZI = 5°-355° ELE = 5°-85°
				S: 2,1-2,4 GHz	–	Circulaire	

La station peut effectuer des mesures de contrôle des émissions en utilisant l'une des sept antennes mentionnées ci-dessus. Toutefois, il est nécessaire d'utiliser simultanément des paires d'antennes pour effectuer des mesures de la géolocalisation:

- Les Antennes 1 et 2 peuvent être utilisées pour les bandes de fréquences C et Ku.
- Les Antennes 3 et 4 peuvent être utilisées pour les bandes de fréquences X et Ka.
- Les Antennes 6 et 7 peuvent être utilisées pour les bandes de fréquences L et S.

4 Structure de la station de contrôle des émissions spatiales

La station de contrôle des émissions spatiales relevant de la TRA (Oman) comprend dix sous-systèmes fonctionnels.

4.1 Antennes

On dénombre sept antennes de réception de satellite présentant des diamètres et des spécifications techniques différents, comme indiqué au § 3.

4.2 Sous-système pour le diagnostic et la commande des dispositifs dans la station et pour le pointage des antennes vers les positions orbitales des satellites

Ce sous-système est chargé du contrôle de tous les éléments qui composent la station SRMS et de leur commande à distance. Il comporte deux éléments principaux: le premier est responsable du contrôle et de la commande des équipements de la station au sol, comme l'unité de commande d'antenne (ACU), l'amplificateur à faible bruit (LNA), les commutateurs et les convertisseurs-abaisseurs de fréquence (BDC), tandis que le second est responsable du contrôle des équipements de réseau (commutateur de réseau, pare-feu, serveur, poste de travail). En cas de problème ou de dysfonctionnement de la station SRMS, ce sous-système émet des avertissements/notifications à l'intention de l'opérateur. En outre, ce sous-système permet de pointer l'antenne, manuellement ou automatiquement, vers n'importe quelle position orbitale se trouvant dans l'arc de visibilité.

4.3 Sous-système pour le contrôle, la détection et la caractérisation des signaux transmis par les satellites

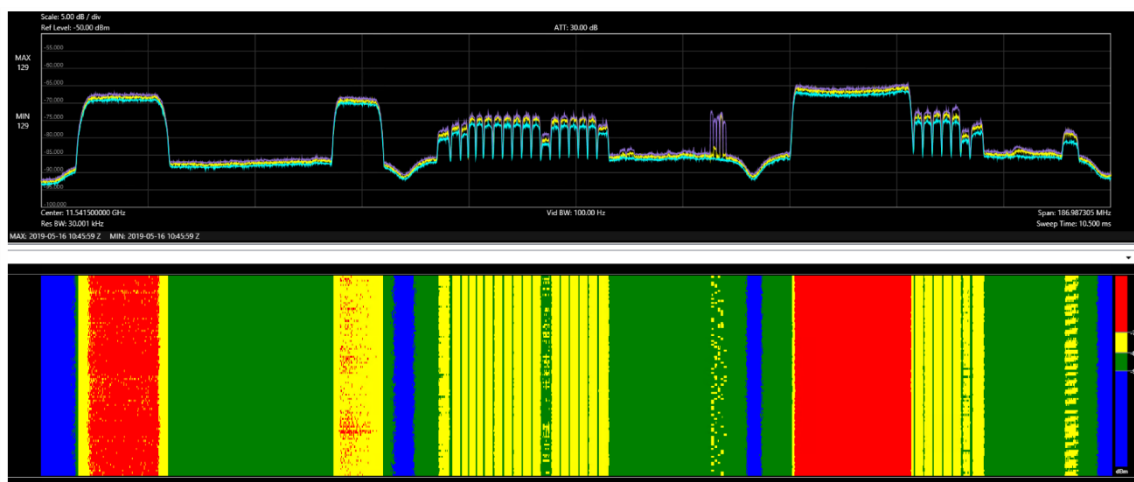
Ce sous-système permet de contrôler et d'analyser les signaux radioélectriques en provenance des satellites et d'identifier leurs spécifications techniques. Les paramètres techniques suivants peuvent être mesurés au moyen du logiciel de ce sous-système:

- Fréquence centrale (MHz).
- Largeur de bande (kHz).
- Débit de symboles (kbit/s).
- Débit de données (kbit/s).
- Puissance isotrope rayonnée équivalente – p.i.r.e. (dBW).
- Rapport porteuse/bruit – C/N (dB).
- Rapport porteuse/densité de bruit – C/N_0 (dB).
- Rapport porteuse/brouillage – C/I (dB).
- Énergie par bit/densité spectrale de puissance de bruit – E_bN_0 (dB).
- Énergie par symbole/densité spectrale de puissance de bruit – E_sN_0 (dB).
- Type de modulation.
- Norme de la porteuse.
- Codage interne et codage externe.
- Taux d'erreur sur les bits – *Bit-error-rate*, BER.

Il est également possible de calculer la puissance surfacique.

Pour déterminer les porteuses, le logiciel est capable de balayer les répéteurs des satellites et présente les résultats sous la forme d'un spectrogramme. Les résultats peuvent ensuite être comparés à la base de données existante pour identifier les porteuses trouvées.

FIGURE 30
Spectrogramme des répéteurs reçus

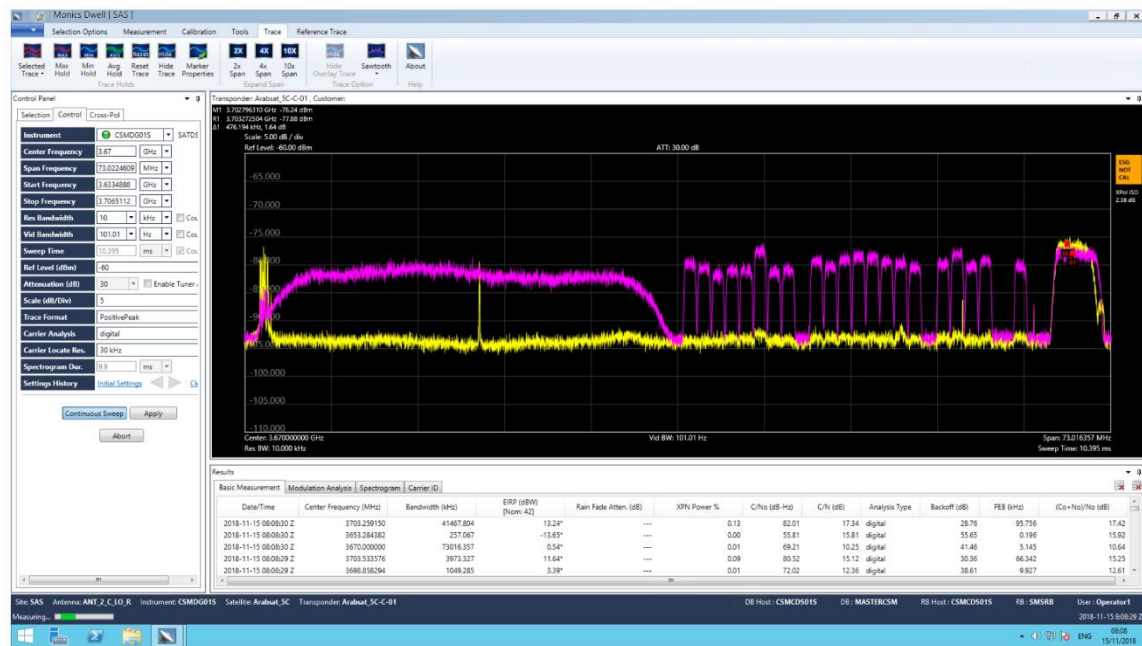


SM.2182-28

Le système permet la réception simultanée des signaux de satellite avec des polarisations différentes.

FIGURE 31

Réception de deux polarisations différentes
(Note: Polarisation principale = Tracé jaune, Polarisation croisée = Tracé mauve)

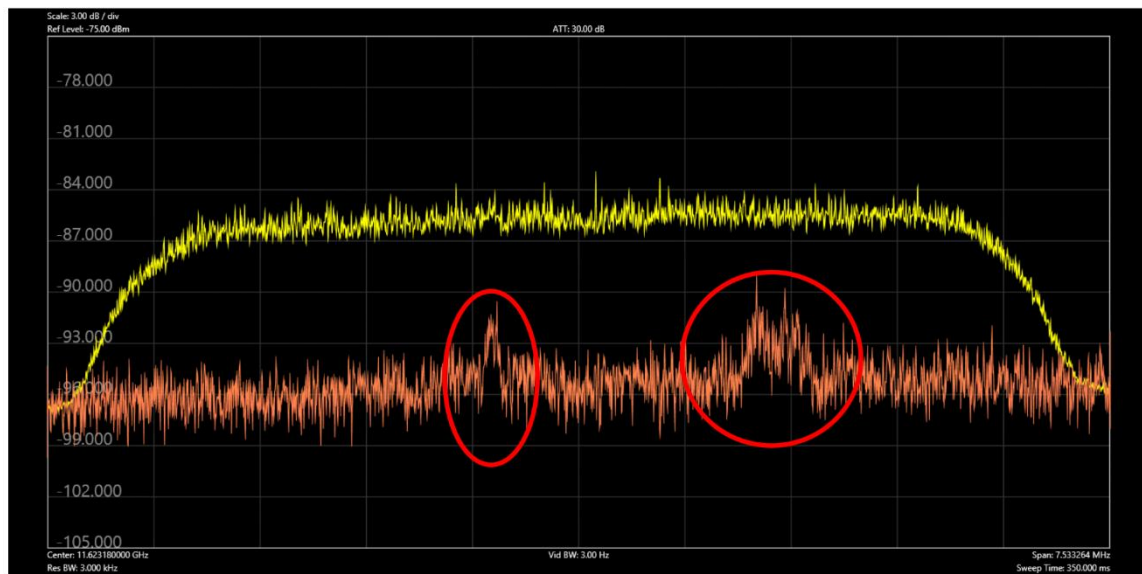


SM.2182-29

Le système peut identifier des signaux brouilleurs cachés sous la porteuse principale au moyen d'une analyse de type «porteuse sous porteuse».

FIGURE 32

Analyse de type «porteuse sous porteuse»



SM.2182-30

Le sous-système permet également d'effectuer les opérations suivantes:

- Création d'une base de données du satellite avec ses paramètres techniques, ce qui permet de configurer facilement et rapidement les mesures.
- Stockage des résultats des mesures et comparaison des résultats avec des mesures antérieures ou avec les données d'utilisateurs titulaires d'une licence disponibles dans la base de données.

- Balayages manuels ou automatiques des répéteurs de satellite et mesures du taux d'occupation du spectre.
- Étalonnage des trajets RF des antennes à l'aide du centre d'étalonnage par injection de bruit, qui peut commander plusieurs sources d'injection de bruit dans de nombreuses antennes.

4.4 Système de localisation de l'émetteur (Géolocalisation)

Le système de localisation de l'émetteur est un sous-système permettant de déterminer l'emplacement géographique de la station terrienne qui est à l'origine des brouillages sur la liaison montante du satellite ou qui émet sans autorisation légale (utilisation illégale). Pour évaluer l'emplacement du signal d'origine, ce système utilise les techniques reposant sur la différence entre les instants d'arrivée (TDOA) et la différence entre les fréquences d'arrivée (FDOA). À cette fin, il faut surveiller la liaison descendante du signal cible à partir de deux satellites adjacents, appelés satellite primaire (satellite brouillé) et satellite secondaire, qui est adjacent au satellite primaire. Comme indiqué au § 3, deux antennes fonctionnant dans les mêmes bandes de fréquences sont utilisées pour les opérations de géolocalisation.

Ce sous-système permet d'effectuer une correction des éphémérides du satellite, afin d'améliorer la précision des résultats de la géolocalisation et de créer la base de données de ses satellites pour les opérations de géolocalisation.

Un exemple des résultats de la géolocalisation est donné dans les Fig. 33 et 34 ci-dessous.

FIGURE 33

Fréquences reçues en provenance du satellite primaire (tracé jaune) et du satellite secondaire (tracé vert)
(Note: La ligne rouge indique le signal cible)

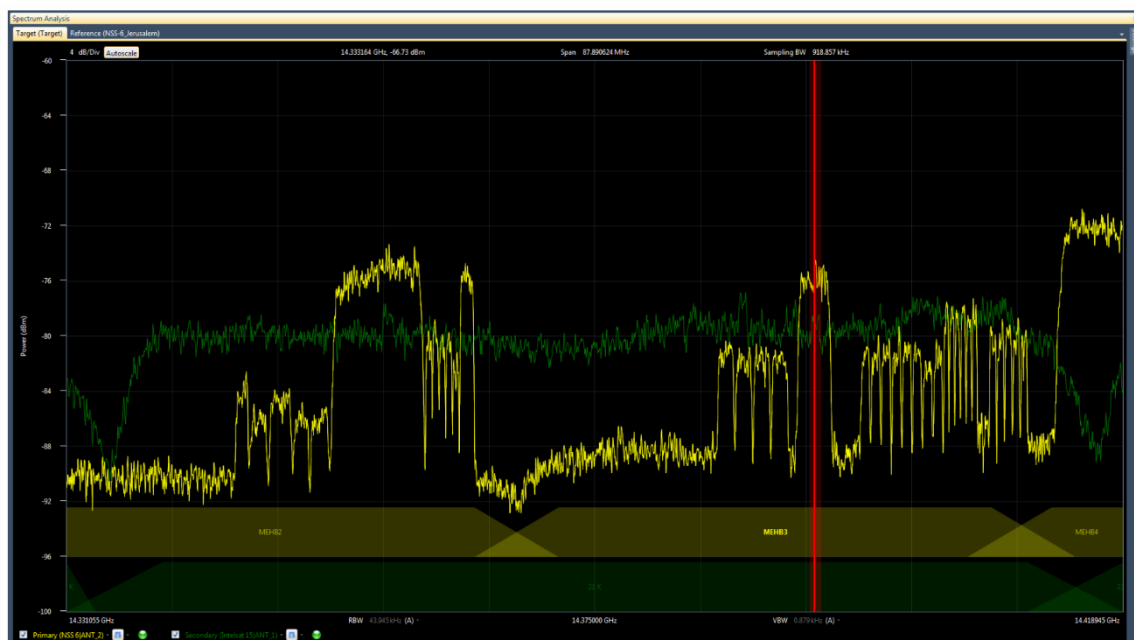


FIGURE 34

Résultats de la géolocalisation sur une carte



SM.2182-32

4.5 Unité de contrôle mobile

Ce sous-système permet de contrôler les signaux du satellite aussi bien sur la liaison montante (Terre vers espace) que sur la liaison descendante (espace vers Terre).

Pour les mesures sur la liaison montante, le sous-système utilise des antennes équidirectives et directives qui couvrent la gamme de fréquences 0,8-40 GHz. La couverture du contrôle peut être améliorée à l'aide d'un mât de 8,5 mètres, en élevant les antennes cornets directives en vue d'effectuer des mesures à une position plus élevée. Il sera également possible de pointer ces antennes dans n'importe quelle direction pour effectuer la mesure. Une fois la géolocalisation effectuée, ce sous-système permet de déterminer l'emplacement d'une transmission à usage illicite ou la source des brouillages radioélectriques sur terre.

Pour les mesures sur la liaison descendante, le sous-système peut effectuer des mesures au moyen d'une antenne de réception dans les bandes de fréquences C, X, Ku et Ka. Ces mesures peuvent être utiles dans le cas où les faisceaux ponctuels du satellite ne couvrent pas les antennes principales de la station SRMS. Les sous-systèmes mentionnés aux § 4.2 et 4.3 sont aussi utilisés dans l'unité mobile pour commander les dispositifs ainsi que pour caractériser et analyser les signaux reçus. Le pointage automatique vers la position orbitale du satellite est également possible.

FIGURE 35
Unité de contrôle mobile



SM.2182-33

4.6 Système d'aéronef sans pilote (UAS)

Le système d'aéronef sans pilote (UAS) ou le sous-système de drone est utilisé pour déterminer l'emplacement d'une utilisation illicite et les brouillages radioélectriques de signaux sur la liaison montante (Terre vers espace) dans les bandes L, C, X, Ku et Ka, lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser l'unité mobile en raison de contraintes liées au terrain ou de l'élévation élevée de l'angle d'émission des antennes de la station terrienne.

4.7 Émetteur de référence

En général, le système de géolocalisation fonctionne avec des émetteurs de référence opportunistes, qui sont des liaisons montantes de satellites commerciaux dont les emplacements et les fréquences en liaison montante sont rendus publics. Cependant, en raison des incertitudes liées à l'emplacement des émetteurs de référence opportunistes, ces derniers sont susceptibles d'être modifiés et peuvent être déplacés, réglés à nouveau, réaffectés à des satellites différents ou retirés de l'antenne. Il en résulte des erreurs supplémentaires d'éphémérides et de biais, qui font que ces émetteurs se prêtent mal à des mesures précises de la géolocalisation. Pour remédier à cette lacune, on utilise un émetteur de référence spécialement prévu à cet effet.

L'émetteur de référence (RE) est un dispositif d'émission uniquement qui fournit un signal de faible puissance destiné à être utilisé comme signal de référence. Il doit être utilisé conjointement avec le système de géolocalisation, afin d'améliorer la précision des résultats de la géolocalisation des signaux reçus dans les bandes C, X, Ku et Ka. Ce sous-système permet l'acquisition automatique du satellite et le pointage automatique de l'antenne d'émission vers la position orbitale souhaitée. L'émetteur de référence peut être déplacé à tout moment par l'unité de contrôle mobile, vers n'importe quel emplacement d'Oman.

4.8 Contrôle du système de radiodiffusion visionnumérique (DVB)

Ce sous-système permet l'affichage, l'identification et la détermination de la source des canaux de télévision par satellite non embrouillés.

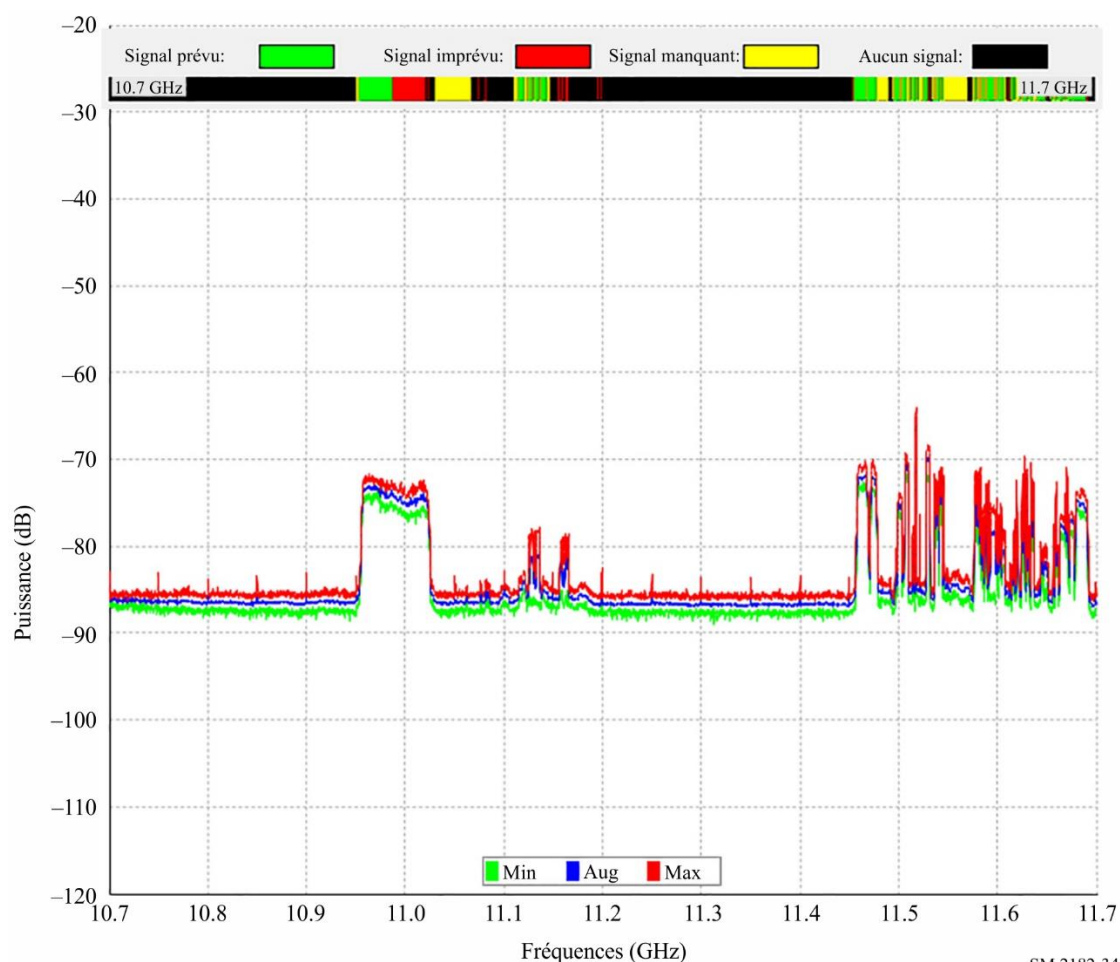
4.9 Sous-système de vérification des licences et de contrôle du taux d'occupation de l'orbite

Il s'agit d'un sous-système centralisé qui rassemble des informations provenant de divers sous-systèmes décrits aux § 4.2, 4.3 et 4.4. Ce sous-système permet aux opérateurs de planifier, de programmer, de réaliser et d'automatiser des missions ainsi que de créer différents rapports.

Ce sous-système facilite la vérification de la conformité des utilisations réelles aux licences d'exploitation de fréquences radioélectriques attribuées par la TRA d'Oman et la mesure du taux d'occupation de l'orbite des satellites géostationnaires. Les licences sont vérifiées par contrôle automatique de la p.i.r.e., de la fréquence centrale et de la largeur de bande sur la base d'une mesure des ondes radioélectriques en liaison descendante. On pourrait balayer les créneaux orbitaux des satellites et comparer la mesure du spectre avec des satellites connus sur une position orbitale déterminée. On trouvera sur la Figure 36 un exemple de résultats d'une mesure d'un créneau orbital.

FIGURE 36

Exemple de résultats d'une mesure d'un créneau orbital



SM.2182-34

Les deux opérations peuvent être programmées de façon à être exécutées automatiquement. Le sous-système permet en outre de réserver les ressources de l'antenne pour effectuer une mission de géolocalisation.

4.10 Enregistreur dans la bande L

Il s'agit d'un système d'enregistrement et de lecture en temps réel qui stocke les fréquences du signal utile et ses caractéristiques techniques.

5 Missions

Les principales missions de la station de contrôle des émissions spatiales consistent à:

- vérifier que l'utilisation réelle du spectre est conforme aux licences d'exploitation de fréquences attribuées par l'Autorité;
- mesurer les signaux de satellite en vue d'identifier les paramètres techniques des émissions reçues;
- vérifier le signal de satellite reçu pour s'assurer qu'il est conforme au Règlement des radiocommunications (RR);
- effectuer des mesures de la géolocalisation pour identifier la source du brouillage sur la liaison montante ou pour localiser un signal inconnu, qui peut être une transmission illicite;
- effectuer des mesures du taux d'occupation du spectre pour identifier l'utilisation réelle du spectre et des orbites par les stations de satellite et déterminer si celle-ci est conforme aux données coordonnées, notifiées et enregistrées à l'UIT;
- appuyer le processus de coordination pour les lancements de satellite nationaux en procédant à la mesure du taux d'occupation du spectre, dans le but d'identifier les fréquences et les positions orbitales appropriées.

6 Heures de travail

Les heures de travail normales (dimanche à jeudi) sont les suivantes: 7 h 30-15 h 00 (heure d'Oman).

7 Coordonnées

Autorité de régulation des télécommunications

Boîte postale: 3555

Code postal: 111, Seeb

Sultanat d'Oman

Tél.: +968 24 2222 40/ 24 2222 56

Télécopie: +968 24 2222 35

Courriels: alsawafi@tra.gov.om, saleh.hadrami@tra.gov.om

Station de contrôle des émissions spatiales

Boîte postale: 3555

Code postal: 111, Seeb

Sultanat d'Oman

Tél.: +968 24036105/24036104

Télécopie: +968 24036120

Courriel: srms@tra.gov.om
