

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R SM.1392-2
(01/2011)

**Cahier des charges principal d'une station
de contrôle du spectre pour les
pays en développement**

Série SM
Gestion du spectre



Union
internationale des
télécommunications

Avant-propos

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

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

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

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

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

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

Publication électronique
Genève, 2011

© UIT 2011

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

RECOMMANDATION UIT-R SM.1392-2

**Cahier des charges principal d'une station de contrôle
du spectre pour les pays en développement**

(1999-2000-2010)

Domaine d'application

La situation particulière des pays en développement, notamment les restrictions budgétaires, exigent une planification rigoureuse des systèmes nationaux de contrôle des émissions radioélectriques. On trouvera dans la présente Recommandation des indications sur ce sujet.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que l'utilisation accrue des services radioélectriques dans les pays en développement appelle une utilisation plus efficace du spectre des fréquences radioélectriques;
- b) que le contrôle du spectre constitue un outil important pour la gestion des fréquences en général, et pour la vérification de l'utilisation efficace du spectre des fréquences radioélectriques en particulier;
- c) que les systèmes de contrôle des émissions constituent souvent l'élément le plus onéreux d'un système national de gestion du spectre dont la mise en œuvre optimale, notamment la mise en réseau, a de profondes répercussions sur le plan économique;
- d) que les équipements de contrôle des émissions deviennent de plus en plus perfectionnés et disposent de nouvelles fonctions toujours plus nombreuses, de sorte que pour assurer leur bon fonctionnement, il est nécessaire de pouvoir compter sur un personnel très spécialisé et qualifié, ainsi que sur les infrastructures requises pour les tests, l'étalonnage et la maintenance des équipements, notamment des antennes;
- e) que la Recommandation UIT-R SM.1050 définit les fonctions assignées à un service de contrôle des émissions;
- f) qu'il est nécessaire de spécifier un cahier des charges minimal pour les systèmes de contrôle des pays en développement, afin qu'ils puissent remplir leurs fonctions pour la gestion nationale du spectre et faire partie du système de contrôle international des émissions,

notant

la version révisée du Manuel de l'UIT sur le contrôle du spectre approuvée en 2010,

recommande

de faire en sorte que les stations de contrôle du spectre des pays en développement soient conçues de manière à être conformes au cahier des charges spécifié dans l'Annexe 1, afin de pouvoir réaliser les fonctions définies dans la Recommandation UIT-R SM.1050, tout en étant adaptées aux besoins nationaux.

Annexe 1

1 Introduction

En principe, les stations de contrôle des émissions des pays en développement et des pays développés remplissent les mêmes fonctions, et sont donc soumises aux mêmes exigences. Toutefois, la différence en termes de budget et de personnel disponibles peut être considérable. En conséquence, une planification rigoureuse et une conception judicieuse sont indispensables pour atténuer cette différence.

La présente Recommandation vise à fournir des indications sur les modalités de mise en place d'un système de contrôle des émissions, dans les limites des ressources disponibles, qui sont limitées.

2 Fonctions

2.1 Fonctions générales

Un service de contrôle des émissions s'acquitte de quatre fonctions principales, qui découlent du Règlement des radiocommunications (RR), à savoir:

- contrôle des émissions pour veiller à leur conformité aux conditions d'assignation des fréquences;
- observation des bandes de fréquences et mesures de l'occupation des canaux de fréquence;
- recherche de cas de brouillages préjudiciables;
- identification et arrêt des émissions non autorisées.

Ces fonctions sont présentées plus en détail dans la Recommandation UIT-R SM.1050.

D'autres fonctions sont énumérées dans les Chapitres 1 et 2 du Manuel de l'UIT sur le contrôle du spectre radioélectrique approuvé en 2010 (ci-après dénommé «le Manuel»), par exemple l'inspection sur place des stations radioélectriques, cette tâche pouvant être confiée à un service de contrôle des émissions.

2.2 Fonctions de mesure

Un examen détaillé de ces fonctions générales permet de définir des fonctions de mesure spécifiques, qui sont décrites dans la Recommandation UIT-R SM.1050 et dans le Chapitre 2 du Manuel, par exemple:

- mesure des fréquences;
- mesure du champ et de la puissance surfacique;
- mesure de la largeur de bande;
- mesure de la modulation;
- mesure du degré d'occupation du spectre;
- analyse des signaux et identification de l'émetteur;
- radiogoniométrie et localisation.

Le Chapitre 4 du Manuel donne des renseignements détaillés sur la mesure de ces paramètres de base. Le Chapitre 5 du Manuel décrit des systèmes et des procédures de contrôle plus spécifiques.

3 Domaine d'activité du système de contrôle des émissions

Etant donné que les budgets sont limités et compte tenu de certaines exigences, le domaine d'activité du système de contrôle des émissions doit être restreint. A cette fin, il faut répondre en premier lieu à un certain nombre de questions, par exemple:

- Qu'attend-on exactement du service de contrôle des émissions?
- Quels sont les domaines d'activité revêtant un grand intérêt sur le plan politique ou commercial et pour le grand public?
- Quelle est la gamme de fréquences concernée?
- Quels sont les services de radiocommunication devant impérativement faire l'objet d'un contrôle?
- Dans quelles régions du pays faut-il impérativement procéder à un contrôle des émissions au stade actuel de développement économique du pays et quelle devrait être l'étendue de ce contrôle?
- Quelles sont les conséquences si une gamme de fréquences, un service de radiocommunication, une fonction ou une région du territoire sont exclus?
- Des agents opérationnels très spécialisés et dûment formés sont-ils disponibles en nombre suffisant?
- L'infrastructure nécessaire aux fins des tests, de l'étalonnage et de la maintenance des équipements, y compris des antennes, peut-elle être mise à disposition?
- Est-il nécessaire de procéder à un échange de données entre les stations de contrôle et les centres de contrôle et, dans l'affirmative, l'infrastructure nécessaire est-elle disponible?
- Existe-t-il un autre organisme susceptible d'accomplir certaines de ces fonctions?

Etant donné que ces questions sont interdépendantes et qu'il est impossible d'y répondre séparément, il est nécessaire de les examiner compte tenu des questions opérationnelles. On pourrait par exemple être amené à se poser les questions suivantes:

- Est-il nécessaire de contrôler les réseaux téléphoniques mobiles publics et de mesurer leur couverture radioélectrique ou cette tâche peut-elle être confiée à l'opérateur de réseau?
- Le nombre de licences délivrées pour les liaisons fixes justifie-t-il l'acquisition d'équipements spéciaux pour les mesures jusqu'à 40 GHz, voire à une fréquence supérieure?
- Quels sont les services de radiocommunication les plus affectés par des brouillages ou par l'exploitation non autorisée et dans quelles régions du territoire sont-ils situés?

4 Planification d'un système de contrôle des émissions

Une fois que l'on aura répondu à ces questions, il sera possible de déterminer les systèmes de contrôle des émissions requis et l'infrastructure nécessaire sur la base des ressources financières disponibles. A cet égard, il convient d'accorder une attention particulière au nombre de stations de contrôle requis, au choix de l'emplacement et à la commande à distance des stations de contrôle.

La section 6.8 du Manuel donne des indications sur la planification et l'optimisation des réseaux de contrôle dans le contexte de la couverture de ce contrôle.

Le cahier des charges concernant le choix de l'emplacement et la protection de l'environnement est présenté à la section 2.6 du Manuel. Il doit être entendu que le choix de l'emplacement d'une station de contrôle est une étape très importante, dans la mesure où il n'est pas toujours facile de trouver des emplacements libres et appropriés.

La section 2.5 du Manuel donne des précisions sur la commande à distance des stations de contrôle des émissions. Les moyens de connexion entre différents sites de stations de contrôle ainsi qu'entre ces sites et le centre de commande principal doivent être examinés minutieusement.

L'Annexe 1 du Manuel donne des orientations sur la planification du système de contrôle compte tenu des équipements et du processus d'appel d'offres correspondant.

5 Equipements

Pour l'essentiel, toutes les stations de contrôle comprennent des antennes, des récepteurs ou des analyseurs, des radiogoniomètres et des équipements d'analyse des signaux ou d'enregistrement. Les équipements modernes sont largement automatisés et peuvent prendre en charge plusieurs fonctions dans une même unité. Ainsi, un récepteur pourrait être doté d'une fonction de radiogoniométrie. Il est parfois possible d'améliorer ces fonctions ultérieurement.

Cependant, il faut disposer d'un ordinateur personnel externe ou d'un ordinateur portable pour la commande automatique ou à distance des équipements et pour la consignation des résultats.

5.1 Résultats

Des antennes appropriées sont indispensables pour toutes les gammes de fréquences devant faire l'objet d'un contrôle. On peut classer les antennes dans les catégories suivantes:

- antennes passives/actives;
- antennes présentant un gain faible/élevé;
- antennes destinées aux utilisations fixes/mobiles/transportables;
- antennes directives/équidirectives/de radiogoniométrie.

Les différents types d'antennes présentent des avantages et inconvénients intrinsèques, selon l'application individuelle. Pour les mesures du champ, il faut connaître le facteur d'antenne dépendant de la fréquence (facteur- k).

On trouvera des renseignements détaillés sur les antennes dans le Chapitre 3 du Manuel. La section 2.6 de ce Manuel traite des critères présidant au choix des sites et des mesures de protection des antennes.

5.2 Récepteurs et analyseurs

Les récepteurs et les analyseurs de spectre sont des outils indispensables pour tous les services de contrôle des émissions. La différence entre ces équipements tient essentiellement au fait que les récepteurs assurent en principe la présélection dans l'entrée RF et sont conçus aux fins de la démodulation, tandis que les analyseurs de spectre sont conçus pour afficher les caractéristiques spectrales du spectre RF.

Les mesures des services de radiocommunication analogiques, notamment celles de l'excursion de fréquences et de la puissance de multiplexage d'un signal de radiodiffusion MF, doivent être effectuées avec un récepteur. Les mesures du champ sont également effectuées avec des récepteurs. On peut également procéder à la mesure de paramètres tels que la fréquence et la largeur de bande au moyen d'un analyseur de spectre. Ces appareils peuvent aussi servir à mesurer des signaux à modulation numérique ou à détecter des sources de brouillages inconnues.

Les récepteurs modernes sont parfois dotés de certaines fonctions dont sont normalement pourvus les analyseurs de spectre. Inversement, un analyseur de spectre fonctionnant en mode d'excursion zéro peut être doté de certaines fonctions de récepteurs.

Cela étant, l'analyse par transformée de Fourier rapide (FTT), tant dans les récepteurs que dans les analyseurs de spectre, est devenue accessible et devrait être privilégiée. Par ailleurs, cette analyse n'est pas forcément plus onéreuse que l'analyse du balayage classique. S'agissant du cahier des charges des récepteurs, le Chapitre 3 du Manuel et les Recommandations UIT-R SM.1836, UIT-R SM.1837, UIT-R SM.1838, UIT-R SM.1839 et UIT-R SM.1840 et le Rapport UIT-R SM.2125 peuvent être consultés.

Les Recommandations UIT-R SM.377 et UIT-R SM.443 ainsi que les § 4.2 et 4.5 du Manuel décrivent en détail la mesure des fréquences et de la largeur de bande.

On trouvera des précisions sur les mesures du champ et de la puissance surfacique dans la Recommandation UIT-R SM.378 et à la section 4.4 du Manuel. Les mesures du champ le long d'un trajet avec enregistrement des coordonnées géographiques, qui sont importantes pour la détermination de la zone de couverture des radiocommunications, sont présentées dans la Recommandation UIT-R SM.1875, et d'autres considérations concernant les mesures de la couverture sont données à la section 4.11 du Manuel. La Recommandation UIT-R SM.1708 présente de manière détaillée les mesures de la couverture qui s'appliquent à la radiodiffusion télévisuelle numérique.

5.3 Radiogoniométrie et localisation

Les radiogoniomètres (DF) sont probablement les outils les plus efficaces pour localiser la source des brouillages préjudiciables et pour repérer des émetteurs non autorisés. Parallèlement, ces équipements sont souvent l'un des outils les plus coûteux d'un service de contrôle des émissions.

Du fait des impératifs budgétaires, il est nécessaire de procéder à une planification rigoureuse des sites de radiogoniométrie fixes, afin d'en limiter le plus possible le nombre, tout en assurant la couverture de l'emplacement et la précision requises. La section 6.8 du Manuel donne des indications utiles sur cette question. Le déploiement provisoire de stations transportables de radiogoniométrie peut également être envisagé pour élargir la couverture.

Pour planifier des équipements de radiogoniométrie fixes, mobiles et transportables, il faut au préalable examiner l'objectif poursuivi. Cela influe considérablement sur le cahier des charges, par exemple sur la gamme de fréquences requise et la durée minimale du signal. Il convient également de noter que les stations de radiogoniométrie mobiles sont particulièrement utiles pour le radioguidage, alors que la détermination de l'emplacement des émetteurs est effectuée par les stations de radiogoniométrie fixes ou transportables. Pour localiser un émetteur brouilleur ou non autorisé, il est nécessaire de disposer d'une station de contrôle des émissions mobile. On pourrait également réfléchir à l'opportunité d'utiliser des récepteurs de radioguidage pour certaines applications. Pour obtenir une fiabilité accrue des emplacements aux fréquences supérieures à 30 MHz, il faut généralement plusieurs stations de radiogoniométrie pour le processus de triangulation. Pour les fréquences inférieures à 30 MHz, on peut prévoir au moins un système de localisation d'un seul site (SSL).

Exemples de considérations sur les limites de la radiogoniométrie: l'occurrence de liaisons fixes à 26 GHz et l'émergence d'applications de données à haut débit ne justifieraient pas en soi l'acquisition de radiogoniomètres pour cette bande de fréquences ou la spécification d'une durée minimale du signal très faible.

La section 4.7 du Manuel devraient être étudiée de manière approfondie avant de prendre des décisions.

5.4 Equipements pour les mesures de l'occupation et équipements d'enregistrement

L'occupation des canaux et l'utilisation des bandes en général constituent des renseignements utiles pour la gestion du spectre. Des enregistreurs de spectre spécialisés facilitent les mesures simultanées de plusieurs bandes, mais nécessitent une capacité de stockage considérable. Dans certains cas, il est possible de réduire le nombre d'équipements nécessaires, par exemple en limitant le temps d'enregistrement et la plage de valeurs à observer ou en augmentant le temps nécessaire entre deux visites d'une fréquence pendant la mesure. Dans ces conditions, il convient d'envisager l'utilisation d'un récepteur FFT moderne propre à faciliter l'obtention de spectrogrammes et les mesures de l'occupation sans recourir à des équipements additionnels. Dans de nombreux cas, on peut aussi utiliser des récepteurs de contrôle des émissions types ou des analyseurs de spectre en association avec un ordinateur doté d'un logiciel qui commande les équipements et mémorise les données. La section 4.10 du Manuel fournit les bases pour les mesures correspondantes.

5.5 Equipements pour les mesures de la modulation

Les récepteurs de contrôle des émissions types offrent déjà certaines fonctions de démodulation analogique et/ou numérique et une sortie IF pour les analyses plus poussées. Tout dépend de l'analyse effectuée conformément au § 2 ci-dessus, pour déterminer si des analyseurs de modulation particuliers sont nécessaires. On trouvera des renseignements détaillés sur les mesures de la modulation à la section 4.6 du Manuel.

5.6 Identification et équipement de décodage

L'identification d'un signal radioélectrique représente l'une des tâches les plus délicates d'un service de contrôle des émissions. La Recommandation UIT-R SM.1052 donne la liste de certaines prescriptions concernant l'identification automatique des stations radioélectriques dans la bande d'ondes décimétriques. On trouvera à la section 4.8 du Manuel un examen détaillé de l'analyse du signal et de l'identification de l'émetteur.

6 Stations de contrôle des émissions fixes/mobiles et transportables

Les stations mobiles de contrôle des émissions sont indispensables pour suivre l'exécution des tâches sur le terrain, en particulier pour identifier les sources de brouillages préjudiciables et les émetteurs non autorisés. Le nombre de véhicules peut être limité par divers facteurs, dont le plus important résulte généralement des impératifs budgétaires. C'est pourquoi il est nécessaire de concevoir et d'acquérir dans la mesure du possible des véhicules de contrôle polyvalents, et non pas des véhicules spéciaux. Toutefois, il est nécessaire de trouver un compromis compte tenu des limites associées à la taille et à la charge utile des véhicules.

Il est difficile de procéder à un contrôle des émissions avec des antennes de plus de 10 m de hauteur dans les stations mobiles, si bien qu'on utilise généralement en pareil cas des stations fixes ou transportables. Un service de contrôle des émissions radioélectriques doit disposer d'un bâtiment comprenant des bureaux, un espace de stockage et un atelier de réparation. Dans certains cas, on peut installer quelques antennes sur le toit. Toutefois, dans la plupart des cas, il sera plus indiqué d'utiliser des pylônes d'antennes séparés.

Le Chapitre 2 du Manuel traite des différents types de stations de contrôle, notamment des stations mobiles.

7 Logiciels et interfaces

Outre les logiciels de bureautique classiques, qui comprennent des programmes de traitement de texte et des tableurs, un service de contrôle des émissions radioélectriques doit disposer d'autres logiciels spécialement conçus pour les équipements de mesure. Ces logiciels permettent d'automatiser les opérations de mesure courantes et répétitives, d'informer ou d'avertir l'opérateur lorsque certains critères sont respectés, et possèdent d'autres fonctions destinées à aider l'opérateur à mieux comprendre la nature des signaux et des brouillages faisant l'objet d'un contrôle (on trouvera des exemples au § 3.6.2 du Manuel). En outre, il est très important que le service de contrôle des émissions ait accès à la base de données complète sur les licences, pour permettre des comparaisons avec les résultats du contrôle et pour repérer les éventuelles infractions aux conditions des licences et les émetteurs fonctionnant sans licence.

Cet accès permet d'automatiser et d'intégrer les systèmes de contrôle des émissions à la gestion automatisée du spectre (Recommandation UIT-R SM.1537).

8 Organisation

Les restrictions budgétaires vont généralement de pair avec une pénurie de personnel, ce qui impose une formation à grande échelle du personnel et une hiérarchie horizontale. Dans certaines administrations, le personnel chargé du contrôle des émissions doit également s'acquitter de tâches d'inspection et de gestion du spectre. Plusieurs sections du Chapitre 2 et de l'Annexe 1 du Manuel traitent de la structure et de l'organisation d'un service de contrôle des émissions et de la formation du personnel, car il s'agit d'éléments essentiels ayant des répercussions sur l'efficacité du système dans son ensemble. Il en va de même de l'infrastructure nécessaire pour les réparations, les réglages, l'étalonnage, les tests et la maintenance des équipements, y compris des antennes.
