

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R SM.1723-2
(09/2011)

Unité mobile de contrôle du spectre

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

Séries des Recommandations UIT-R

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

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

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

Publication électronique
Genève, 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.1723-2*

Unité mobile de contrôle du spectre

(2005-2008-2011)

Domaine d'application

Après l'approbation du Manuel de l'UIT sur le contrôle du spectre (édition 2011), il est devenu évident que la Commission d'études 1 des radiocommunications devait publier une Recommandation sur les caractéristiques et les fonctions des unités mobiles de contrôle du spectre tenant compte des informations contenues dans le Manuel de l'UIT sur le contrôle du spectre (édition 2011) et dans les Recommandations UIT-R. La présente Recommandation sera utile aux administrations qui souhaitent mettre en place des systèmes mobiles de contrôle des émissions sur leur territoire national.

Mots clés

Station de contrôle des émissions, station mobile, contrôle du spectre

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il existe des systèmes mobiles de contrôle du spectre pour réaliser les activités administratives, d'attribution des fréquences et de contrôle des émissions liées à la gestion du spectre;
- b) que l'intégration d'unités mobiles dans les systèmes de gestion et de contrôle leur permet d'effectuer les opérations de mesure qui ne peuvent pas être réalisées de façon efficace à partir de stations de contrôle fixes;
- c) que les unités mobiles sont appelées à jouer un rôle essentiel lorsque, en raison de la faiblesse de puissance de l'émetteur, de la haute directivité de l'antenne ou de caractéristiques de propagation particulières, il est impossible d'effectuer des mesures avec des stations de contrôle fixes;
- d) que de nombreuses administrations ont déjà informatisé les systèmes qui fournissent des informations aux systèmes de contrôle et de gestion du spectre,

notant

- a) la Recommandation UIT-R SM.1537 intitulée – Automatisation et intégration de systèmes de contrôle du spectre avec gestion automatisée du spectre;
- b) le Manuel de l'UIT-R sur le contrôle du spectre, qui donne des lignes directrices sur tous les éléments du contrôle des émissions radioélectriques;
- c) que les données de mesure et de radiogoniométrie recueillies à l'aide des unités mobiles permettent aux gestionnaires du spectre de s'acquitter de leurs tâches sur l'ensemble du territoire de leur pays;

* La Commission d'études 1 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à la présente Recommandation en 2019 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

d) que l'analyse des données fournies par une unité mobile disposant d'un système automatisé de radiogoniométrie et de mesure est essentielle pour le bon fonctionnement d'un système national de gestion du spectre,

recommande

1 d'encourager les administrations à utiliser les informations contenues dans l'Annexe 1, lorsqu'elles envisageront d'acquérir des unités mobiles intégrées et automatisées ou des unités polyvalentes pouvant être équipées selon l'activité à réaliser.

Annexe 1

Unité mobile de contrôle du spectre

1 Contexte

Chaque administration qui a l'intention de définir et d'acheter un système de contrôle du spectre devrait envisager d'acquérir une unité de contrôle mobile. Par rapport à un système fixe, les unités mobiles offrent une certaine souplesse pour le contrôle du spectre et sont particulièrement adaptées pour réaliser des mesures à proximité d'émetteurs caractérisés par exemple par des émissions à faible niveau de puissance et/ou à fréquence élevée.

La souplesse en termes de mesure est liée:

- au type de véhicule;
- aux appareils de mesure qui sont placés à bord du véhicule;
- aux installations particulières dont le véhicule est équipé.

Par ailleurs, un système de contrôle utilisant des stations fixes n'est généralement pas dimensionné pour couvrir l'ensemble du territoire d'un pays, mais est généralement configuré en fonction de la densité des utilisateurs (zones urbaines ou zones à haute densité radio). Moyennant des installations informatiques associées aux réseaux de radiocommunication, l'unité mobile peut être intégrée dans un système de contrôle fixe afin d'être utilisée comme une station fixe supplémentaire de contrôle du spectre pour améliorer temporairement la zone de couverture du système global. Ainsi, couplée aux installations de gestion et de contrôle de spectre, l'unité mobile peut utiliser automatiquement les données collectées par le système de contrôle et les informations de licence incluses dans la base de données de gestion pour détecter les émissions sans licence et les violations des conditions d'utilisation des licences (voir la Recommandation UIT-R SM.1537). Dans de nombreux cas, c'est uniquement en associant des unités de contrôle mobiles à des stations fixes que les gestionnaires du spectre peuvent s'acquitter efficacement de leurs tâches, en raison soit de la nature des valeurs à mesurer soit des difficultés découlant de la topographie ou de l'encombrement du spectre.

Par conséquent, suivant les appareils à bord du véhicule, une unité mobile réalisera les mesures prescrites par l'UIT. L'incorporation d'unités mobiles dans un système national de contrôle du spectre peut se faire à deux niveaux:

1. rattachement de l'unité mobile à un centre de contrôle ayant des stations de contrôle fixes;
2. fonctionnement autonome.

La présente contribution a pour objet de fournir des lignes directrices sur les spécifications techniques et opérationnelles à prendre en compte pour définir les besoins, qui pourront s'avérer utiles pour la définition et l'achat d'unités mobiles de contrôle du spectre.

2 Unité mobile et contrôle du spectre

2.1 Concept général d'unité mobile

Les stations de contrôle mobiles permettent de compléter le réseau des stations fixes. Dans la pratique, une unité mobile peut réaliser des mesures comme une station de contrôle fixe et peut être installée facilement presque partout dans le pays.

Une unité mobile se compose d'un véhicule équipé d'un système de radiogoniométrie et/ou de mesure qui peut être utilisé en mode manuel ou en mode automatique pour réaliser les activités de contrôle du spectre suivantes:

- mesures des paramètres techniques du signal;
- mesures d'occupation du spectre couplées à des mesures de radiogoniométrie;
- analyse du signal;
- détection et localisation des émetteurs, y compris des stations non identifiées et des émetteurs brouilleurs;
- calendrier des opérations de mesure et de radiogoniométrie en temps réel et en différé;
- télétransmission des données collectées par l'unité mobile au(x) centre(s) de contrôle du spectre;
- échange d'informations techniques entre les unités fixes et les unités mobiles de contrôle du spectre du système national de contrôle du spectre;
- mesures en route de champ/couverture.

Une autre unité mobile dotée d'équipements de base (pylône d'antenne, système de câblage, alimentation électrique et interface avec le compteur de vitesse ou le régulateur de vitesse du véhicule par exemple) pour effectuer des mesures en route peut être utilisée pour un usage général.

Les deux principaux paramètres à prendre en considération pour définir l'unité de contrôle mobile sont:

- la zone de fonctionnement;
- les activités à réaliser.

Le premier critère permet de définir le type de véhicule qui constituerait la meilleure solution en fonction de la zone et de l'accessibilité d'un site de fonctionnement type (environnement urbain, suburbain, rural ou montagneux).

Des types de véhicule pouvant être utilisés comme unités mobiles de contrôle du spectre sont présentés ci-après. Ils sont examinés plus en détail et illustrés dans le Manuel de l'UIT-R sur le contrôle du spectre. On pourra choisir d'autres types de véhicule en fonction des exigences nationales.

Type 1: Ces véhicules sont des voitures de tourisme ou des breaks utilisés pour transporter des passagers, des appareils et des antennes. Le réseau d'antennes utilisé à des fins de radiogoniométrie et de contrôle est placé dans un compartiment à bagages discret monté directement sur le porte-bagages fixé sur le toit de la voiture. Les appareils de contrôle et de radiogoniométrie sont installés dans le coffre à bagages situé à l'arrière du véhicule, et l'opérateur peut être assis dans n'importe quel siège de la voiture et contrôler les appareils depuis son ordinateur portable. Ce type de station peut fonctionner en déplacement ou à l'état stationnaire. Quasiment tous les types de voitures de tourisme ou de breaks peuvent être utilisés comme véhicules de Type 1, en particulier s'ils sont équipés en usine d'un porte-bagages sur le toit. Etant donné qu'ils ressemblent à des voitures de tourisme ordinaires et n'attirent donc pas l'attention, ces

types de stations mobiles sont particulièrement utiles pour la recherche d'émetteurs illégaux.

- Type 2:* Il s'agit de véhicules utilitaires lourds à quatre roues motrices pouvant être utilisés sur des routes difficilement praticables auxquelles les véhicules des Types 1 et 3 ne peuvent accéder (déserts, montagnes, etc.). Ces véhicules transportent des appareils de contrôle et de radiogoniométrie capables de fonctionner aussi bien en déplacement qu'à l'état stationnaire. Ils sont équipés d'un mât télescopique adapté à la mauvaise praticabilité des routes qu'ils sont destinés à emprunter et aux dimensions restreintes du compartiment contenant les appareils. Lorsque le mât est abaissé, ce type de station peut fonctionner en mouvement ou à l'état stationnaire. Il s'agit du véhicule standard utilisé lors d'opérations dans les zones rurales et montagneuses difficilement praticables pour les voitures de tourisme ou les fourgons de grande taille.
- Type 3:* Il s'agit de fourgons utilitaires lourds. Destinés à un usage universel, ces véhicules sont équipés du même type d'appareils de contrôle et de radiogoniométrie que les véhicules de Type 2, y compris un mât qui peut être levé jusqu'à environ 10 m au-dessus du sol. Lorsque le mât n'est pas levé, les véhicules de Type 3 peuvent fonctionner en déplacement en tant que stations de radoralliment. Ces véhicules peuvent aisément transporter un passager à l'avant ainsi que deux ou trois opérateurs à l'arrière. Il s'agit du véhicule standard du service de contrôle, essentiellement destiné à la recherche des brouillages. On peut en outre y installer des appareils de contrôle et de radiogoniométrie transportables/portables destinés à être utilisés hors du véhicule pour atteindre des zones inaccessibles aux véhicules.

Ces types de véhicule et leurs dimensions sont indicatifs et pourront être adaptés en fonction des véhicules dont une administration particulière a à sa disposition ou a besoin.

Le deuxième critère permet de définir les appareils de mesure et les installations à placer dans le véhicule. Suivant leurs fonctions, les sous-systèmes de contrôle mobiles (véhicule pour la recherche des brouillages, mesure de la couverture, mesure de réseaux micro-ondes ...) incluront des capacités de mesure spécialisées. On peut donc définir cinq niveaux d'équipement:

- Niveau 1:* Véhicule non spécialisé (usage général avec un équipement de base (uniquement un mât par exemple)).
- Niveau 2:* Véhicule spécialisé pour des mesures spécifiques (mesure de la radiodiffusion en modulation de fréquence, couverture GSM ou UMTS, mesure de la qualité de service...).
- Niveau 3:* Véhicule spécialisé pour la mesure dans certaines bandes de fréquences (ondes décimétriques, ondes métriques/décimétriques, ondes centimétriques).
- Niveau 4:* Véhicule pour usage général (la différence avec le niveau 1 est que le véhicule est doté de toutes les installations (mât, générateur, téléphone mobile, stations de travail...) et du minimum d'appareils (antenne, analyseur de spectre, récepteur, radiogoniomètre...)).
- Niveau 5:* Véhicule automatisé pour assurer l'interconnexion avec le système de contrôle fixe, doté de l'ensemble des appareils et installations nécessaires pour réaliser les mesures requises.

D'un côté, les stations mobiles entièrement équipées et possédant toutes les mêmes capacités de mesure peuvent être plus avantageuses car elles peuvent être utilisées pour réaliser de nombreux types d'activités de mesure. L'inconvénient est que de nombreux instruments onéreux ne sont pas toujours exploités.

D'un autre côté, il est plus pratique d'avoir à sa disposition des véhicules spécialement équipés et facilement manœuvrables.

Il convient de bien identifier et définir l'environnement de fonctionnement et les activités de contrôle à réaliser afin d'optimiser le choix de l'unité de contrôle mobile.

2.2 Activités de contrôle du spectre

Les principales activités de contrôle du spectre réalisées avec une unité mobile peuvent être les suivantes:

- Contrôle des émissions pour vérifier si les conditions d'assignation des fréquences sont respectées.
- Mesure de l'occupation.
- Mesure des brouillages.
- Identification et localisation des émissions non autorisées.
- Radiogoniométrie et mesure d'emplacement.
- Assistance lors de manifestations spéciales (manifestations sportives, visites d'état ...).
- Mesures de la couverture radio.
- Mesure de la compatibilité radio.
- Etudes techniques et scientifiques (mesure de la propagation, qualité de service...).

Toutes les mesures élémentaires associées aux activités générales décrites ci-dessus sont énumérées dans le tableau ci-dessous. Toutefois, il est possible que certaines de ces mesures ne soient pas nécessaires pour certaines applications, et il convient donc de spécifier uniquement les mesures qui sont nécessaires pour prendre en charge l'application souhaitée.

Mesure élémentaire	Paramètres à prendre en considération pour réaliser la mesure élémentaire
Mesure de fréquence	<ul style="list-style-type: none"> – Gamme de fréquences – Précision requise en termes de fréquence.
Mesure de champ, de niveau et de densité spectrale de puissance	<ul style="list-style-type: none"> – Précision requise en termes de niveau – Gamme de fréquences – Mesures particulières: <ul style="list-style-type: none"> – mesures de couverture (mesures le long d'une route); – mesure de diagrammes d'antenne.
Mesure d'occupation du spectre, y compris d'occupation de canaux, et mesures de champ/couverture «en route»	<ul style="list-style-type: none"> – Norme de radiocommunication – Spécifications techniques des canaux: largeur de bande, espacement, type de modulation – Paramètres d'enregistrement – Vitesse de balayage requise – Autres informations à enregistrer (par exemple identification/décodage automatiques) – Nombre de mesures/distance en mètres basée sur le GPS ou nombre d'impulsions/mètre fourni par l'interface avec le compteur de vitesse ou le régulateur de vitesse.
Mesure de largeur de bande occupée	<ul style="list-style-type: none"> – Mesures selon la méthode $B/2$ et/ou à x dB au moyen d'un analyseur de spectre, d'un logiciel ou de récepteurs de contrôle – Autres méthodes.

Mesure élémentaire	Paramètres à prendre en considération pour réaliser la mesure élémentaire
Mesure de modulation	– Type de modulation (analogique, numérique).
Radiogoniométrie et mesure d'emplacement	– Type de radiogoniomètres – Catégorie de précision – Cartographie – Temps de réponse.
Mesure d'identification	– Classes d'émission – Indicateurs d'appel pour les appels sélectifs – Localisation – Gabarit d'émission (par rapport au gabarit d'émission théorique).

3 Spécifications de l'unité mobile

Le véhicule doit offrir un environnement de travail approprié en ce qui concerne tant l'aspect opérationnel que le confort et la sécurité des opérateurs. Il doit généralement pouvoir accueillir deux à trois opérateurs, y compris le conducteur, et doit être équipé de manière à faciliter les opérations de mesure.

3.1 Spécifications générales

D'un côté, on peut concevoir une unité de contrôle mobile intégrée dans un véhicule et entièrement équipée de l'ensemble des appareils de contrôle, antennes de contrôle, modem(s), antenne(s) de communication, récepteur et antenne GPS, câbles d'interconnexion, alimentations électriques, armoires, étagères, matériels support, dispositifs d'interface et blocs terminaux nécessaires, pour former un système complet et fonctionnant de manière autonome ainsi qu'un élément fiable faisant partie intégrante du système national de contrôle du spectre (voir la Recommandation UIT-R SM.1537).

D'un autre côté, le véhicule peut aussi être vide et doté de tous les systèmes de câblage et éléments nécessaires qui doivent être fixés mécaniquement au véhicule. Ce type de véhicule doit être équipé de poteaux et/ou de rails support pour pouvoir placer tous les appareils susceptibles d'être utilisés dans le véhicule. Le véhicule vide peut être de l'un des types mentionnés précédemment et être équipé de façon souple de tous les appareils nécessaires pour l'activité choisie.

Compte tenu de ces deux solutions, il est possible de recommander certaines spécifications générales pour les unités de contrôle mobiles:

- a) Les véhicules doivent être conformes à la réglementation nationale relative aux voitures/fourgons/camions et respecter toutes les recommandations et règles nationales obligatoires en matière d'équipement et de transformation.
- b) Si nécessaire, il convient d'adapter l'unité de contrôle mobile pour pouvoir l'utiliser en tout-terrain et de tenir compte des conditions sur place (quatre roues motrices et/ou climatisation par exemple).
- c) L'unité de contrôle mobile devrait être dotée des équipements auxiliaires permettant de respecter les spécifications énoncées ci-dessous (la liste n'est pas limitative):
 - tous les raccordements d'entrée de câble doivent être étanches;

- le mât (si nécessaire), érigé automatiquement ou manuellement, électriquement ou avec de l'air comprimé, peut facultativement avoir un rotateur électrique commandé par ordinateur à son sommet si des antennes directives sont nécessaires;
 - des récepteurs GPS avec un signal d'oscillateur de référence (10 MHz) et des antennes associées peuvent être installés;
 - une boussole électronique peut être installée pour avoir le nord comme référence;
 - il convient de prévoir une source d'alimentation électrique (générateur auxiliaire ou onduleur alimenté par le véhicule), un commutateur de courant alternatif et un panneau de distribution;
 - un opérateur peut avoir un poste de travail équipé d'un ordinateur, d'un clavier, d'une souris/boule de commande, d'un écran, d'une imprimante et d'un bureau;
 - la chaise de l'opérateur peut être fixée solidement au plancher et doit être positionnée de façon ergonomique pour faciliter le travail;
 - le véhicule peut contenir une armoire de stockage de câbles, d'outils auxiliaires et d'autres éléments divers;
 - le véhicule peut être équipé d'un système de radiocommunication sans fil (cellulaire ou par satellite) pour permettre la transmission de données et permettre ainsi une interconnexion directe avec le centre de commande;
 - il convient d'installer des dispositifs de protection appropriés pour empêcher le fonctionnement des appareils électroniques si la température à l'intérieur du véhicule est en dehors de la plage de fonctionnement spécifiée de ces appareils;
 - on peut prévoir un avertisseur pour prévenir le conducteur lorsque le mât est érigé afin d'éviter de déplacer le véhicule;
 - le véhicule doit contenir le nombre et le type d'extincteurs requis par la réglementation nationale. Il est recommandé d'avoir un extincteur supplémentaire pour les appareils électriques.
- d) Toute adaptation et modification du véhicule doivent respecter les règles locales et permettre aux autorités locales compétentes d'enregistrer le véhicule et de délivrer un permis de circuler sur les routes publiques.
- e) Les suspensions du véhicule doivent être dimensionnées pour supporter la charge demandée conformément à l'application et à l'équipement du véhicule.
- f) Dans le cas où l'alimentation électrique est assurée par un groupe électrogène, le compartiment de réception du groupe électrogène doit être ventilé avec de l'air frais venant de l'extérieur, et il convient de prévoir un système d'évacuation des gaz d'échappement. Il convient aussi d'assurer une isolation audio.
- g) Dans le cas où l'alimentation électrique est assurée par des batteries supplémentaires, on peut envisager de remplacer l'alternateur fourni avec le véhicule afin de pouvoir recharger plusieurs batteries.
- h) On peut utiliser des «supports amortisseurs de choc» pour limiter la vibration des appareils de mesure.
- i) Pour minimaliser les rayonnements radioélectriques non essentiels, il faut respecter les recommandations suivantes:
- il convient d'installer un filtre anti-perturbations électromagnétiques très performant à la sortie de l'alimentation électrique juste avant la distribution aux prises;
 - le câblage réseau (RS232, Ethernet, IEEE 488) doit être blindé (ou utilisation de fibres optiques);

- il faut garantir la continuité de la mise à la terre de tous les sous-ensembles métalliques;
 - il faut protéger les appareils (groupe électrogène, onduleurs, chargeurs de batterie, alarme ...) pour éviter les perturbations électromagnétiques.
- j) Au moment de la remise de l'unité de contrôle mobile finalisée, l'Administration doit obtenir la liste de tous les équipements et de leur origine, les plans de câblage (électricité et radioélectricité), l'étude et le calcul du centre de gravité du véhicule équipé, le certificat de poids, les utilisations recommandées, tous les documents administratifs et les vérifications effectuées par un bureau certifié pour obtenir l'homologation du véhicule.

3.2 Spécifications fondées sur la sécurité et le confort des opérateurs

Un comité d'examen indépendant peut être nécessaire pour établir ou évaluer la sécurité de l'équipement:

1. Au stade de la conception:
 - calcul de la masse;
 - calcul du centre de gravité avec deux personnes à bord et tous les appareils;
 - validation de la répartition de la masse;
 - test de résistance du point d'ancrage.

Les observations faites par le comité d'examen indépendant qui ne sont pas conformes aux spécifications établies par l'Administration ou qui ne sont pas conformes aux règles de sécurité locales du pays doivent être résolues par le fournisseur de service.

2. Au stade de la réalisation:
 - contrôle et validation de la qualité de l'équipement;
 - contrôle et validation de la conformité aux spécifications et aux règles de sécurité;
 - contrôle et validation de la sécurité du système électrique.

S'il est fait appel à un comité d'examen indépendant, celui-ci est chargé de fournir un rapport afin de respecter toutes les spécifications décrites ci-dessous:

- a) Le véhicule ne doit pas être surchargé. Au stade de la définition, le poids total en charge doit être évalué en tenant compte du poids de deux personnes avec leurs bagages, du poids du véhicule entièrement équipé et d'une marge raisonnable.
- b) Il faut également veiller à une répartition correcte des poids dans le véhicule.
- c) Il faut prévoir des réceptacles solides réservés aux antennes et à tous les appareils de mesure pour garantir de bonnes conditions de sécurité lorsque le véhicule circule.
- d) Pour le confort des opérateurs, il faut veiller à assurer une bonne isolation sonore et une bonne isolation thermique, avec chauffage et climatisation.
- e) L'unité mobile doit être équipée pour fonctionner en toute sécurité dans les conditions de fonctionnement normales.
- f) Les conditions de fonctionnement normales doivent être définies par le fournisseur. Pour garantir la qualité de fonctionnement du système, il faut spécifier les restrictions et/ou actions interdites.
- g) Le fournisseur doit décrire dans sa proposition le type de véhicule et les dimensions (intérieures et extérieures) et présenter des images en couleur du modèle recommandé.
- h) Le véhicule doit respecter toutes les spécifications de sécurité énoncées dans la législation nationale.

3.3 Appareils de mesure

3.3.1 Spécifications générales

- a) L'unité de contrôle mobile peut être équipée de l'ensemble des appareils de contrôle et de radiogoniométrie, antennes de contrôle et de radiogoniométrie, modem(s) ou dispositifs de communication, antenne(s) de communication, système GPS, câbles d'interconnexion, batteries et alimentations électriques nécessaires, respectant les spécifications de l'application envisagée, pour former un système complet et fonctionnant de manière autonome ainsi qu'un élément fiable faisant partie intégrante du système national de contrôle du spectre (voir la Recommandation UIT-R SM.1537).
- b) En termes d'appareils, les activités de contrôle peuvent être réalisées au moyen de récepteurs, de radiogoniomètres, de mesureurs de champ, de mesureurs de fréquence, de mesureurs de largeur de bande, de mesureurs d'occupation de canal, d'un analyseur de spectre, d'un analyseur des signaux vectoriels, de décodeurs, de générateurs de signaux et d'enregistreurs, selon ce qui est nécessaire pour l'application envisagée.
- c) Tous les appareils ci-dessus doivent être conformes aux indications contenues dans le Manuel de l'UIT-R sur le contrôle du spectre.

3.3.2 Antenne

Pour déterminer les types et le nombre d'antennes pour chaque unité de contrôle mobile, il faut prendre en considération les paramètres suivants:

- *Paramètres de base*
 - Polarisation et gammes de fréquences (sous-gammes)
 - Distances approximatives par rapport à la région à contrôler (rayon)
 - Diagrammes de rayonnement et gains des antennes
 - Capacités de contrôle et de radiogoniométrie
 - Antennes spécialisées pour certaines applications (par exemple GPS, GSM, ondes centimétriques, communications de réseau, émissions d'engin spatial...).
- a) Les antennes doivent être conçues pour résister aux conditions environnementales locales.
- b) Les antennes doivent respecter les spécifications suivantes:
 - il convient d'envisager une conception compacte et légère sans dégradation de la qualité de fonctionnement;
 - les antennes doivent être capables de fonctionner dans des régions ayant un environnement particulier (par exemple: forte teneur en eau de mer dans l'atmosphère);
 - l'antenne ne doit pas être endommagée lorsque le vent souffle à plus de 100 km/h ou, de préférence, lorsqu'il souffle à plus de 120 km/h.
- c) Il convient de fournir des représentations et illustrations complètes des configurations physiques des antennes. Le cas échéant, il convient de fournir des dessins des antennes lorsqu'elles fonctionnent (c'est-à-dire installées sur le mât) et lorsqu'elles sont rangées (c'est-à-dire emballées pour le transport).
- d) Les antennes de l'unité de contrôle mobile sont généralement soit installées en permanence sur le toit du véhicule soit montées temporairement ou en permanence sur un mât.
- e) Une antenne supplémentaire pour le canal de communication de données via les réseaux GSM peut être utile et doit être installée convenablement.

3.3.3 Accessoires de mesure

- a) Un rotateur peut être installé au sommet du mât ou un mécanisme de rotation manuel doit être installé, pour permettre la rotation des antennes directives si de telles antennes sont nécessaires pour l'application:
- Inclusion d'un système de commande pour établir avec précision la position des antennes directives le long des axes d'azimut et d'élévation.
 - Le système de commande mentionné ci-dessus doit permettre une rotation de 360° en azimut et de 90° en élévation.
 - Le rotateur en azimut et en élévation doit fonctionner et être commandé électriquement.
- b) Des commutateurs ou distributeurs RF ou autres dispositifs analogues peuvent être nécessaires à l'interface entre les antennes et les appareils de contrôle et de radiogoniométrie. Ils doivent être commandés par ordinateur et permettre une configuration automatique de la station, dans la mesure du possible, pour l'activité particulière à réaliser.
- c) Si un système mondial de positionnement (GPS) est fourni avec ou pour l'unité mobile, il doit pouvoir:
- déterminer la position de la station (longitude, latitude et altitude) avec une précision suffisante;
 - fournir des date et heure normalisées au système de contrôle;
 - fournir un signal de référence de fréquence hautement stabilisé à 10,0 MHz aux appareils basés sur cette référence situés à bord de l'unité mobile.
- d) Les systèmes GPS devrait être conforme aux paramètres indiqués dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Paramètres requis pour la référence de fréquence du système GPS

N°	Paramètre	Qualité de fonctionnement requise
1	Stabilité de la référence de fréquence (fonctionnement libre): Précision de la fréquence:	Stabilité interne $\pm 1 \times 10^{-6}$
2	Stabilité de la référence de fréquence (asservissement): Précision de la fréquence:	Asservissement à un système GPS externe $\pm 1 \times 10^{-10}$
3	Niveau du signal de sortie à 10 MHz	Onde sinusoïdale à 0 dBm ou niveau TTL ⁽¹⁾
4	Bruit de phase à 10 MHz	≤ 100 dBc/1 Hz pour un décalage de 10 Hz. ≤ 125 dBc/1 Hz pour un décalage de 10 kHz.
5	Nombre de mises à jour/seconde	10 (pour des mesures en mouvement)

⁽¹⁾ TTL: logique transistor-transistor 0-5 V.

- e) Afin de stocker/enregistrer les données collectées pendant le fonctionnement de l'unité mobile, on peut inclure un ordinateur portable approprié dans la liste des produits livrables. Cet ordinateur portable peut aussi contenir des logiciels de contrôle du spectre et de commande des appareils.

- f) Les caractéristiques de l'ordinateur portable doivent être définies convenablement et adaptées au fonctionnement de l'unité mobile. Il convient de spécifier les caractéristiques suivantes (liste non limitative):
 - unité centrale, mémoire vive; unité de disque dur, vidéo, mémoire;
 - dimension de l'écran: 15" ou plus.
- g) Il convient de proposer des mécanismes (matériels et logiciels) pour transférer les données (commandes, activités, résultats de mesure, etc.) entre l'unité mobile et le centre de commande dans les deux sens.
- h) Il est recommandé de prévoir au moins deux liaisons de communication différentes.

3.3.4 Appareils portatifs facultatifs pour les contrôles ponctuels

- a) Pour certaines applications, un poids léger et un fonctionnement sur batterie sont deux spécifications essentielles pour la réalisation de mesures au moyen d'appareils portatifs. Il peut être utile d'examiner à l'avance si des appareils portatifs peuvent être nécessaires dans l'avenir.
- b) Si c'est le cas, le récepteur de contrôle ou l'analyseur de spectre (portatif) doit pouvoir être transporté facilement et avoir une architecture souple, configurable, modulaire et évolutive pour pouvoir s'adapter aux diverses applications de mesure qui pourront être nécessaires pour des études sur le terrain.
- c) Il peut être utile de disposer d'un ensemble distinct d'antennes équidirectives et directives fonctionnant avec le reste des appareils portatifs.
- d) Pour le fonctionnement des appareils portatifs, on peut prévoir une source d'alimentation électrique transportable afin de prolonger la durée de fonctionnement sur batterie.
- e) Il convient d'inclure avec les appareils portatifs l'ensemble des adaptateurs, sondes, connecteurs, trépied(s) ou mât poteau, câbles RF, câbles d'alimentation électrique et autres câbles nécessaires pour les opérations, ainsi que les éventuels dispositifs supplémentaires nécessaires pour pouvoir mener les opérations entièrement avec des appareils portatifs pendant les contrôles ponctuels.
- f) Il ne faut pas oublier de prévoir des caisses appropriées pour transporter les appareils portatifs.

3.3.5 Interconnexion des unités de contrôle mobiles

- a) Il est préférable que les appareils et systèmes de l'unité mobile puissent mener des opérations intégrées de contrôle et/ou de radiogoniométrie depuis l'unité mobile proprement dite ainsi qu'avec des systèmes externes (par exemple d'autres unités mobiles ou d'autres stations fixes). Les unités mobiles doivent pouvoir réaliser automatiquement des mesures de contrôle et de radiogoniométrie, fournir les résultats aux stations de travail situées à bord et retransmettre les données appropriées aux systèmes de contrôle externes.
 - b) On peut étudier si l'unité mobile doit être entièrement télécommandée. Si c'est le cas, il faut tenir compte des liaisons de communication nécessaires pendant la phase de planification.
 - c) Si le véhicule doit être équipé d'une interface avec le compteur de vitesse ou le régulateur de vitesse, cette interface doit fournir des impulsions ou d'autres stimulus en fonction de la distance parcourue, ce qui permet de combiner les données de mesure électriques et géographiques et de les stocker ensemble.
-