

Union internationale des télécommunications

# UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

**Recommandation UIT-R SM.2061-0**  
(08/2014)

## **Procédure de test pour mesurer l'immunité des radiogoniomètres à la propagation par trajets multiples**

**Série SM**  
**Gestion du spectre**

**15**   
1865-2015

 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 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
<b>BO</b>	Diffusion par satellite
<b>BR</b>	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
<b>BS</b>	Service de radiodiffusion sonore
<b>BT</b>	Service de radiodiffusion télévisuelle
<b>F</b>	Service fixe
<b>M</b>	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
<b>P</b>	Propagation des ondes radioélectriques
<b>RA</b>	Radio astronomie
<b>RS</b>	Systèmes de télédétection
<b>S</b>	Service fixe par satellite
<b>SA</b>	Applications spatiales et météorologie
<b>SF</b>	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
<b>SM</b>	<b>Gestion du spectre</b>
<b>SNG</b>	Reportage d'actualités par satellite
<b>TF</b>	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
<b>V</b>	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, 2015

© UIT 2015

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.2061-0\*

**Procédure de test pour mesurer l'immunité des radiogoniomètres  
à la propagation par trajets multiples**

(2014)

**Domaine d'application**

La présente Recommandation décrit des procédures de test à utiliser pour mesurer l'immunité des radiogoniomètres fixes et mobiles à la propagation par trajets multiples.

**Mots clés**

Immunité, procédure de test, propagation par trajets multiples, radiogoniomètre, réflexions, site de test à ciel ouvert.

**Recommandations et Rapports de l'UIT connexes**

Recommandation UIT-R SM.2060

Rapport UIT-R SM.2354

NOTE – La dernière édition de la Recommandation/du Rapport devrait être utilisée dans tous les cas.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que l'UIT-R a présenté l'immunité des radiogoniomètres aux fronts d'onde déformés pour différentes techniques de radiogoniométrie dans le Manuel de l'UIT sur le contrôle du spectre (édition de 2011);
- b) que l'immunité aux fronts d'onde déformés est une caractéristique importante d'un radiogoniomètre, étant donné que les fronts d'onde déformés dus à la propagation par trajets multiples sont courants dans la pratique;
- c) que la spécification de l'immunité d'un radiogoniomètre aux fronts d'onde déformés dépend étroitement des procédures de test appliquées;
- d) qu'une procédure de test pour mesurer l'immunité d'un radiogoniomètre aux fronts d'onde déformés ne doit pas dépendre de la conception du radiogoniomètre;
- e) que si elles sont adoptées par tous les fabricants de radiogoniomètres destinés au contrôle des émissions civiles, des procédures de test bien définies pour mesurer l'immunité des radiogoniomètres aux fronts d'onde déformés permettant d'évaluer l'incidence de la propagation par trajets multiples dans des conditions proches de la réalité permettront aux utilisateurs de ces radiogoniomètres de procéder à une évaluation plus facile et plus objective des produits des différents fabricants,

---

\* La Commission d'études 1 des radiocommunications a apporté en 2015 des modifications d'ordre rédactionnel à la présente Recommandation, conformément à la Résolution UIT-R 1.

*recommande*

que la méthode de mesure figurant dans l'Annexe 1 soit utilisée pour déterminer et communiquer l'immunité des systèmes fixes et mobiles de radiogoniométrie aux fronts d'onde déformés dus à la propagation par trajets multiples.

## Annexe 1

### **Immunité aux fronts d'onde déformés dus à la propagation par trajets multiples: procédure de test pour les radiogoniomètres fixes et mobiles**

#### **1 Considérations générales**

Dans des conditions normales, la propagation des ondes entre l'émetteur et le radiogoniomètre est gênée par les bâtiments, les montagnes, les collines, etc. Même avec une visibilité directe, il y aura toujours des ondes secondaires dues à la réflexion, à la réfraction et à la diffraction, qui se superposent à l'onde directe au niveau du récepteur, constituant des champs brouilleurs. Si le niveau de puissance de la composante de l'onde brouilleuse est inférieur à celui de la composante de l'onde utile, il est possible de réduire au minimum l'erreur de relèvement en choisissant des paramètres de conception adaptés pour le radiogoniomètre. La présente Recommandation sert à mesurer l'immunité d'un radiogoniomètre aux fronts d'onde déformés provoqués par une onde secondaire (réflexion). Elle est destinée à être utilisée pour effectuer une mesure incontestable sur un échantillon unique de la version produite en série du système de radiogoniométrie visé par les tests.

#### **2 Principe de mesure**

Les mesures seront réalisées dans des conditions simplifiées, ce qui permettra d'effectuer des tests très simples et d'obtenir une bonne reproductibilité des résultats à un moment quelconque et sur un site quelconque. Afin de simuler un environnement de propagation par trajets multiples, il est proposé d'utiliser par la suite une configuration à deux antennes d'émission (champ à deux ondes produit par un émetteur unique). Les deux antennes sont raccordées à l'émetteur de test via un diviseur de puissance. L'utilisation d'un atténuateur permet de régler l'amplitude du signal qui représente la réflexion (onde secondaire) et, partant, de déterminer la relation d'amplitude entre le trajet direct (principal) et le trajet du signal réfléchi (secondaire). On fait varier l'angle d'incidence et l'angle de phase de l'onde secondaire. Etant donné que l'objectif est de simplifier l'opération de mesure, on ignore intentionnellement les effets du type de modulation (y compris les signaux de phase et les signaux variant dans le temps), du facteur d'utilisation du signal, de la largeur de bande, de la polarisation et de la durée du signal, du bruit et d'autres paramètres de qualité liés au signal et au radiogoniomètre (par exemple sa sensibilité), afin de réduire la complexité de la procédure de test et la durée des mesures. Les mesures sont effectuées dans un environnement exempt de réflexion par ailleurs, par exemple sur un site de test à ciel ouvert ou dans une chambre anéchoïque<sup>1</sup>.

En plus de la procédure de mesure préconisée décrite dans le présent document, il est possible de mesurer l'immunité d'un radiogoniomètre aux fronts d'onde déformés en utilisant des émulateurs à

---

<sup>1</sup> Plusieurs documents normatifs, tels que la norme ANSI C63.7, les normes du CISPR ou la norme EN55 022, donnent une définition des sites de test à ciel ouvert. On considère qu'un site de test à ciel ouvert est un site en visibilité directe, exempt de signaux brouilleurs et de réflexions, et présentant une condition de champ lointain (région de Fraunhofer).

canaux multiples capables de simuler les effets de la propagation dans un environnement réel lorsque l'on n'a pas facilement accès à un site de test à ciel ouvert ou à une chambre anéchoïque.

### 3 Montage des équipements de mesure

Le montage proposé pour les équipements de mesure est présenté dans la Fig. 1. Afin de garantir un scénario bien défini à deux trajets de propagation, l'environnement de l'antenne de radiogoniométrie et des antennes d'émission ne devrait comprendre aucun obstacle entraînant des réflexions et être exempt de brouillage, comme indiqué dans la Recommandation UIT-R SM.2060-0. Les distances entre l'antenne de radiogoniométrie et les deux antennes d'émission ainsi que la hauteur de toutes les antennes utilisées devraient être conformes à la Recommandation UIT-R SM.2060-0.

### 4 Procédure de mesure

Pour simuler un environnement de propagation par trajets multiples de base (champ à deux ondes produites par un émetteur unique), il est recommandé d'utiliser le banc d'essai expérimental décrit dans la Fig. 1:

- un signal d'entrée  $S$  en ondes entretenues non modulées est émis par un générateur de signaux sur différentes fréquences de mesure situées à l'intérieur de la gamme de fréquences de fonctionnement du radiogoniomètre;
- le signal d'entrée  $S$  est divisé en deux signaux  $S1$  et  $S2$  grâce à un diviseur de puissance;
- le signal  $S1$  est émis par l'antenne d'émission 1; et
- on procède à un affaiblissement et à un déphasage du signal  $S2$  avant que celui-ci soit émis par l'antenne d'émission 2 depuis un angle différent de celui du signal  $S1$ .

Les deux signaux  $S1$  et  $S2$  doivent avoir un niveau de puissance suffisant pour garantir un rapport S/N minimum de 20 dB (et garantir ainsi que le bruit du système n'a pas d'incidence sur les résultats des mesures).

Etant donné que l'immunité d'un radiogoniomètre aux fronts d'onde déformés varie généralement en fonction de la fréquence, il faut répéter les mesures pour différentes fréquences. Les fréquences de mesure sont choisies conformément à la Recommandation UIT-R SM.2060-0.

Pour chaque fréquence de mesure, on fait varier l'azimut, l'amplitude et le déphasage du signal  $S2$  émis par l'antenne  $A2$  (le signal «réfléchi») comme suit:

- la différence  $\Delta\theta$  entre l'angle d'incidence de l'onde réfléchie  $S2$  et celui de l'onde principale  $S1$  est fixée à  $20^\circ$ ,  $60^\circ$  et  $90^\circ$ ;
- le rapport  $\alpha$  entre l'amplitude de l'onde réfléchie  $S2$  et celle de l'onde principale  $S1$  est fixé de telle sorte que le niveau de puissance du signal  $S2$  est de 0,25 (–6 dB) par rapport à celui du signal  $S1$  au niveau de l'antenne de radiogoniométrie. Il est à noter que  $\alpha$  tient compte de tous les gains et affaiblissements dus aux câbles, aux antennes et à la propagation dans l'atmosphère;
- la différence positive de temps de propagation  $\Delta\tau$  de l'onde réfléchie  $S2$  est fixée de manière à avoir une différence de phase  $\Delta\theta$  de  $0^\circ\pm 5^\circ$ ,  $90^\circ\pm 5^\circ$  et  $200^\circ\pm 5^\circ$  entre le signal  $S1$  et le signal  $S2$  au niveau de l'antenne de radiogoniométrie. Il est à noter que  $\Delta\tau$  tient compte de tous les retards de propagation dus aux câbles, aux antennes et à la propagation dans l'atmosphère. Il faut également noter que le déphasage peut être appliqué grâce à un déphaseur variable ou à une ligne à retard; en outre une marge de  $\pm 5^\circ$  a été prévue afin de tenir compte des incertitudes liées à la configuration du montage, par exemple légères variations de l'emplacement des antennes pendant l'installation.

Pour tous les différents cas de figure décrits ci-dessus, on mesure l'erreur de relèvement et on calcule l'erreur quadratique moyenne de relèvement en utilisant la formule donnée dans la Recommandation UIT-R SM.2060-0, ce qui permet d'obtenir une erreur quadratique moyenne de relèvement par fréquence de mesure. Le résultat final est présenté dans un tableau ou dans un graphique donnant l'erreur quadratique moyenne de relèvement pour chaque fréquence de mesure, comme indiqué dans le Tableau 1.

Il convient de noter que la procédure de mesure préconisée porte sur un angle d'incidence unique de l'onde principale. Toutefois, il serait souhaitable, dans certains cas, d'effectuer des mesures pour différents angles d'incidence de l'onde principale en faisant tourner l'antenne. Si ces conditions de test particulières sont appliquées, cela devrait être indiqué dans les rapports de test.

FIGURE 1

**Montage des équipements de mesure pour déterminer l'immunité d'un radiogoniomètre aux fronts d'onde déformés**

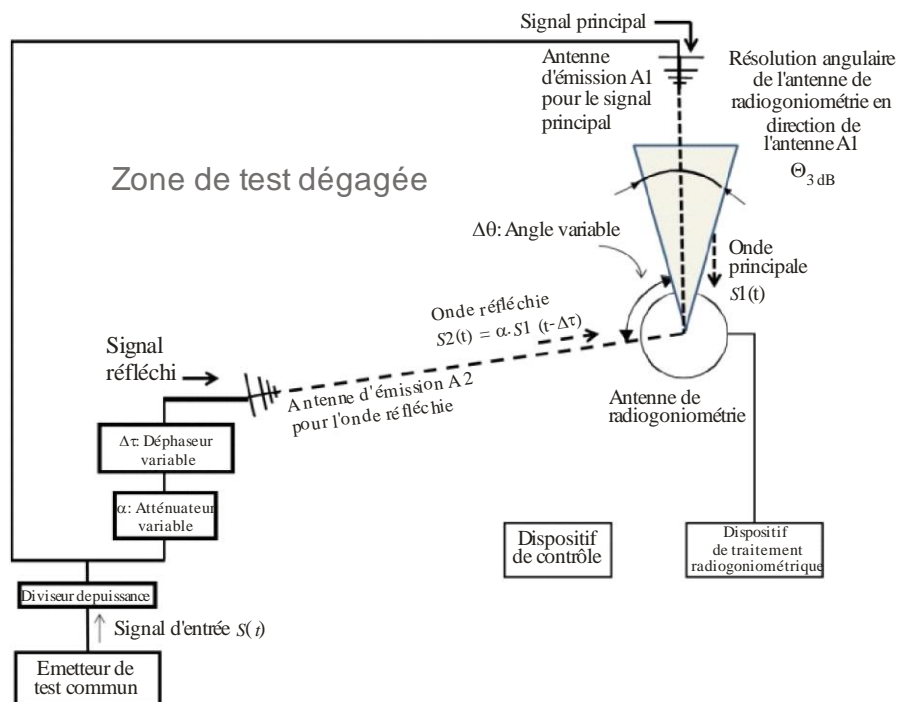


TABLEAU 1

**Tableau des données obtenues avec l'échantillon testé**

[Modulation du signal: \_\_\_\_\_ Polarisation du signal: \_\_\_\_\_ Niveau relatif de puissance S2 au niveau de l'antenne de radiogoniométrie: \_\_ (dB)]

Indice	Vrai	$\Delta\theta$	$\Delta\vartheta$	Fréquence 1		Fréquence 2		Fréquence 3		Fréquence M	
	Azimut			Radio-gonio-mètre	$\Delta$	Radio-gonio-mètre	$\Delta$	Radio-gonio-mètre	$\Delta$	Radio-gonio-mètre	$\Delta$
1	0°	20°	0°								
2			90°								
3			200°								
		60°	0°								
			90°								
			200°								
		90°	0°								
			90°								
			200°								
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Il est à noter que  $\Delta$  est la différence entre l'azimut vrai (angle de l'antenne de test de l'émetteur) et le relèvement affiché sur l'équipement de radiogoniométrie.

Exemple de spécification dans une notice d'utilisation de l'immunité d'un radiogoniomètre aux conditions de propagation par trajets multiples:

Fréquence	$f_1$	$f_2$	$f_3$	...	$f_N$
Valeur quadratique moyenne de l'erreur radiogoniométrique	Valeur quadratique moyenne de l'erreur radiogoniométrique à $f_1$	Valeur quadratique moyenne de l'erreur radiogoniométrique à $f_2$	Valeur quadratique moyenne de l'erreur radiogoniométrique à $f_3$	...	Valeur quadratique moyenne de l'erreur radiogoniométrique à $f_N$