

Recommandation UIT-R SM.1838-1 (09/2023)

Série SM: Gestion du spectre

**Procédure d'essai pour mesurer le
facteur de bruit des récepteurs de
contrôle des émissions**

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: <https://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, 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.

RECOMMANDATION UIT-R SM.1838-1

**Procédure d'essai pour mesurer le facteur de bruit
des récepteurs de contrôle des émissions**

(2007-2023)

Champ d'application

La présente Recommandation fait partie d'un ensemble de Recommandations décrivant les procédures d'essai à utiliser pour déterminer les paramètres techniques des récepteurs de contrôle des émissions qui sont importants pour les utilisateurs de ces récepteurs. Elle spécifie les méthodes d'essai pour mesurer le facteur de bruit d'un récepteur de contrôle des émissions.

Mots-clés

Procédure d'essai, facteur de bruit, récepteur de contrôle des émissions

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que l'UIT-R a publié, dans l'édition 2011 de son Manuel – Contrôle du spectre radioélectrique, les spécifications types recommandées pour les récepteurs de contrôle des émissions analogiques et numériques, mais que rien n'est indiqué quant aux procédures d'essai sur lesquelles reposent ces spécifications;
- b) que la spécification du facteur de bruit dépend fortement des procédures d'essai utilisées;
- c) que le facteur de bruit d'un récepteur est un paramètre qui détermine la capacité de cet équipement à recevoir des signaux faibles et à générer en sortie des signaux présentant un niveau utilisable et une qualité acceptable;
- d) que le facteur de bruit spécifié dans la fiche technique d'un récepteur dépend au plus haut point des fréquences d'essai, des conditions d'utilisation du récepteur et de la température ambiante pendant les essais;
- e) que le facteur de bruit d'un récepteur a une incidence directe sur son adéquation avec les opérations de contrôle;
- f) qu'il est nécessaire d'établir pour mesurer le facteur de bruit une procédure d'essai unique pour assurer la comparabilité des spécifications publiées par les différents fabricants, puisqu'il n'est pas possible de convertir des spécifications reposant sur des procédures d'essai différentes avec des efforts raisonnables;
- g) qu'une procédure d'essai définie pour mesurer le facteur de bruit doit être indépendante de la conception du récepteur;
- h) qu'une procédure d'essai bien définie concernant la mesure du facteur de bruit, si elle était appliquée par tous les fabricants de récepteurs de contrôle des émissions, présenterait pour les utilisateurs de ces récepteurs l'avantage de faciliter et de rendre plus objective l'évaluation des produits des différents fabricants;
- j) que des informations complémentaires sur la mesure du facteur de bruit figurent dans le Rapport UIT-R SM.2125 – Paramètres et procédures de mesure des récepteurs et des stations de contrôle du spectre dans les bandes des ondes décimétriques, métriques et décimétriques,

recommande

- 1 d'utiliser les méthodes de mesure exposées à l'Annexe 1 pour spécifier le facteur de bruit d'un récepteur de contrôle des émissions;
- 2 d'utiliser les méthodes de mesures exposées dans les Annexes 1 et 2 pour vérifier la qualité des fonctionnement des récepteurs de contrôle des émissions.

Annexe 1

Procédure d'essai pour mesurer le facteur de bruit des récepteurs de contrôle d'émission

1 Considérations générales

Le facteur de bruit dépend pour l'essentiel des paramètres suivants:

- fréquences utilisées pour l'essai;
- réglages du récepteur (par exemple préamplificateur, affaiblisseur);
- température ambiante pendant les essais.

Par ailleurs, pour bien évaluer le facteur de bruit:

- il faut que les mesures soient effectuées sur toute la gamme de fréquences du récepteur;
- il faut spécifier pour le facteur de bruit une valeur maximale, laquelle doit être indiquée par le fabricant dans la fiche technique pour toute la plage de fonctionnement du récepteur. Du fait que les valeurs de facteur de bruit dépendent de la fréquence, le fabricant peut décider de spécifier en outre le facteur de bruit pour un certain nombre de bandes ou de gammes de fréquences de son choix;
- on pourra également indiquer une *valeur moyenne* (moyenne arithmétique d'un certain nombre de valeurs mesurées);
- les valeurs indiquées pour le facteur de bruit doivent être valides sur toute la plage de températures indiquée dans la fiche technique. Les éventuelles limites doivent être précisées dans la fiche technique.

2 Principes de base de la mesure du facteur de bruit

Le facteur de bruit est l'une des principales caractéristiques d'un récepteur de contrôle des émissions. Le facteur de bruit est étroitement lié à la sensibilité du récepteur.

Le facteur de bruit d'un récepteur de contrôle des émissions est le coefficient d'augmentation de la puissance de bruit fournie par ce récepteur lorsqu'un bruit de référence est appliqué à l'entrée. Le facteur de bruit est indiqué par référence à l'entrée du récepteur de contrôle et mesuré à la sortie.

Le facteur de bruit d'un récepteur de contrôle des émissions peut être mesuré au moyen de plusieurs méthodes:

- la méthode du «gain»;
- la méthode du «coefficient *Y*» (méthode de la source de bruit);
- la méthode de la «sensibilité».

Les mesures doivent être faites sur l'ensemble de la plage de fréquences en syntonisant le récepteur sur les signaux d'essai de fréquence f_1, f_2, \dots, f_n . Il faut choisir au moins deux fréquences par octave, les fréquences également réparties dans la plage de fréquences.

Le récepteur doit être configuré en conditions d'utilisation normales. Les affaiblisseurs (lorsqu'ils existent) doivent être réglés à la valeur d'affaiblissement maximale.

Pendant les essais, la commande automatique de gain (CAG) doit être mise hors service.

Lorsque l'équipement comporte un préamplificateur commutable, les mesures doivent être faites en mode «préamplificateur en service» «ON». On peut aussi procéder à des mesures en mode «préamplificateur hors circuit» «OFF». Le mode «préamplificateur en service» peut aussi être désigné «mode haute sensibilité» ou «mode faible bruit».

3 Définition des procédures d'essai pour mesurer le facteur de bruit des récepteurs

Les mesures de facteur de bruit doivent être effectuées selon les indications précitées aux § 1 et 2.

3.1 Méthode du «gain»

3.1.1 Principe

La formule de calcul du facteur de bruit à 25° C s'écrit:

$$NF = P_{out} + 174 - Gain$$

avec:

- NF : facteur de bruit du système à mesurer (dB)
- P_{out} : densité de puissance de bruit à la sortie du système (dBm/Hz)
- $Gain$: gain du système à mesurer (dB).

3.1.2 Configuration de mesure

Pour la méthode dite du gain, on utilisera la configuration de mesure de la Fig. 1.

FIGURE 1



1838-01

Procédure de mesure

Étape 1: Connecter un générateur de signaux à l'entrée du récepteur de contrôle des émissions et syntoniser le récepteur sur la fréquence de mesure. Appliquer une tonalité continue telle que le rapport signal bruit soit > 30 dB.

Étape 2: À l'aide de l'analyseur de spectre, mesurer le niveau de la puissance d'entrée N_e (dBm), puis la puissance de sortie du récepteur, N_s (dBm). Le gain s'écrit alors: $Gain = N_s - N_e$.

Étape 3: Brancher la charge de $50\ \Omega$ à l'entrée du récepteur de contrôle. À l'aide de l'analyseur de spectre, mesurer la densité de puissance de bruit P_{out} (dBm/Hz). Le récepteur de contrôle doit avoir les mêmes réglages (gain manuel, fréquence, position des amplificateurs ou des affaiblisseurs) pour les deux mesures de gain (Étapes 1 et 2) et la mesure du facteur de bruit (Étape 3).

Étape 4: Appliquer la formule du § 3.1.1.

3.2 Méthodes du «coefficient Y»

3.2.1 Principe

Cette méthode repose sur l'application d'une source de bruit étalonée à l'entrée du récepteur de contrôle des émissions.

On mesure la densité de bruit avec un analyseur de spectre, la diode correspondant au bruit étant en mode «ON» ou en mode «OFF». On applique ensuite la formule suivante:

$$NF = ENR - 10 \log(10^{(Y/10)} - 1)$$

avec:

- NF : facteur de bruit du récepteur de contrôle des émissions à mesurer (dB)
- ENR : rapport de bruit excédentaire de la source de bruit (dB)
- Y : différence de densité de bruit (dB), entre la position source «ON» et la position source «OFF».

3.2.2 Configuration de mesure

On utilisera pour la méthode du coefficient Y la configuration de mesure de la Fig. 2.

FIGURE 2



1838-02

Procédure de mesure

Étape 1: Connecter la source de bruit à l'entrée du récepteur de contrôle des émissions, allumer l'alimentation de la source de bruit (position «ON») et syntoniser le récepteur de contrôle sur la fréquence de mesure.

Étape 2: À l'aide de l'analyseur de spectre, mesurer la densité de bruit N_{ON} en sortie (dBm/Hz).

Étape 3: Couper l'alimentation de la source de bruit (position «OFF») et mesurer la densité de bruit N_{OFF} en sortie du récepteur de contrôle. On obtient $Y = N_{OFF} - N_{ON}$.

Étape 4: Appliquer la formule indiquée au § 3.2.1.

3.3 Détermination du facteur de bruit par mesure de la sensibilité

On pourra utiliser cette méthode indirecte, qui toutefois pourra donner des résultats différents des valeurs obtenues avec les deux autres méthodes. En effet, la configuration de mesure fait intervenir un plus grand nombre d'éléments (section FI, avec démodulateur, section audio, filtre audio

psophométrique). Mais cette méthode donne de bons résultats lorsqu'il s'agit de déterminer le facteur de bruit d'un récepteur en modulation analogique.

3.3.1 Principe

On peut déterminer le facteur de bruit à partir de la sensibilité du récepteur de contrôle en modulation d'amplitude en appliquant la formule suivante:

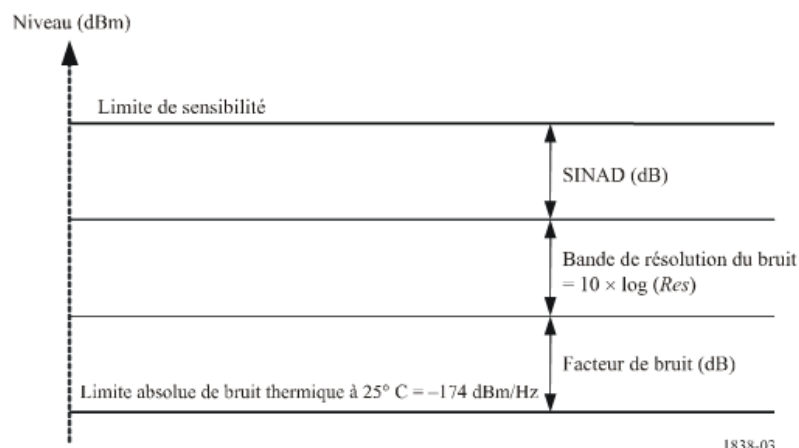
$$NF = S + 174 - 10 \log(Res) - 10 \log\left(\frac{m^2}{1+m^2}\right)$$

avec:

- NF*: facteur de bruit du récepteur de contrôle des émissions (dB)
- S*: limite de sensibilité du récepteur de contrôle des émissions (dBm), réduite par le rapport signal/brouillage, y compris la valeur SINAD (bruit et distorsion) de la valeur de sensibilité mesurée (par exemple 12 dB dans le domaine MA)
- Res*: largeur de bande de bruit effective du filtre utilisé pour la mesure (Hz)
- m*: indice de modulation MA (A3E) utilisé pour la mesure de sensibilité.

La Figure 3 illustre la relation entre le facteur de bruit et la sensibilité.

FIGURE 3



3.3.2 Configuration de mesure

La sensibilité de contrôle est par définition le signal minimal requis à l'entrée pour une démodulation adéquate du signal reçu.

Dans cette configuration, le niveau audio doit être déterminé par une mesure SINAD, en utilisant un filtre psophométrique (Recommandation UIT-T P.53) simulant l'oreille humaine. La méthode de mesure de la sensibilité du récepteur de contrôle des émissions repose sur la procédure décrite dans la Recommandation UIT-R SM.1840.

3.3.3 Paramètres de mesure

Les valeurs de sensibilité sont faites en modulation d'amplitude seulement aux fréquences d'essai. La sélection des fréquences d'essai se fait conformément au § 2.

Les valeurs de sensibilité exprimées en μV doivent être converties en dBm, avec les valeurs suivantes:

Valeur (dB μV) = $20 \log$ valeur (μV) par exemple pour 1 μV : $20 \log 1(\mu\text{V}) = 0 \text{ dB}\mu\text{V}$

Valeur (dBm) = Valeur (dB μV) - 107 par exemple pour 0 dB μV : $0 \text{ dB}\mu\text{V} - 107 = -107 \text{ dBm}$

l'impédance d'entrée étant de 50 Ω par hypothèse.

Annexe 2

Procédure d'essai pour vérifier la qualité de fonctionnement des récepteurs de contrôle d'émission

1 Considérations générales

La méthode décrite dans la présente Annexe s'adresse aux personnes qui utilisent un récepteur de contrôle des émissions et souhaitent en vérifier la qualité de fonctionnement. Elle présente l'avantage de ne pas nécessiter d'équipement supplémentaire, mais l'exactitude du résultat dépend de l'exactitude du niveau de mesure du dispositif soumis à l'essai. On peut considérer que cette méthode est comparable aux autres méthodes définies dans la présente Recommandation uniquement lorsque le récepteur est étalonné et corrigé en conséquence.

1.1 Principe

Cette méthode repose sur le principe selon lequel les récepteurs de contrôle des émissions peuvent mesurer eux-mêmes la puissance de bruit à l'entrée.

Avec une charge définie de 50 Ω branchée à l'entrée du récepteur, le facteur de bruit et la puissance de bruit totale à l'entrée sont reliés par la formule suivante:

$$NF = P_n - 10 \log BW + 174$$

avec:

NF : facteur de bruit du récepteur de contrôle à calculer (dB)

P_n : puissance de bruit (dBm) mesurée par le récepteur

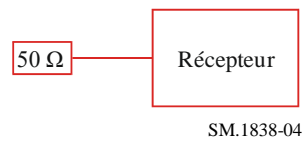
BW : largeur de bande de bruit effective du filtre utilisé pour la mesure (Hz).

Cette méthode nécessite l'utilisation du dispositif avec le détecteur en valeur quadratique moyenne à l'essai, en prenant pour hypothèse une température de 25° C.

1.2 Configuration de mesure

On utilisera pour la méthode de vérification de la qualité de fonctionnement la configuration de mesure de la Fig. 4.

FIGURE 4



1.3 Procédure de mesure

- Étape 1:* Brancher la charge de 50Ω à l'entrée du récepteur de contrôle et syntoniser le récepteur de contrôle des émissions sur la fréquence de mesure.
- Étape 2:* Effectuer des relevés de la puissance de bruit P_n (dBm) mesurée par le récepteur.
- Étape 3:* Appliquer la formule donnée au § 1.1.
-