

RECOMMANDATION UIT-R SM.1268*

**MÉTHODE À UTILISER PAR LES STATIONS DE CONTRÔLE DES ÉMISSIONS
POUR MESURER L'EXCURSION MAXIMALE DE FRÉQUENCE
DES ÉMISSIONS DE RADIODIFFUSION**

(Question UIT-R 67/1)

(1997)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les fréquences de la bande de fréquences 66-108 MHz sont attribuées à un nombre croissant de stations de radiodiffusion MF;
- b) que certains radiodiffuseurs peuvent être amenés à dépasser l'excursion maximale de fréquence autorisée pour certains types de programmes et pour l'ajout de composantes au signal composite (signaux RDS (radio data system), par exemple);
- c) que la protection mutuelle assurée dans le cadre de la planification de la radiodiffusion impose une limitation de l'excursion crête de fréquence;
- d) que les courbes de protection utilisées pour la planification des fréquences d'émission en radiodiffusion et la planification des sites sont établies pour une excursion maximale de fréquence de ± 75 kHz et pour une puissance maximale du signal de modulation qui ne doit pas être supérieure à celle d'un signal sinusoïdal provoquant une excursion de fréquence de ± 19 kHz;
- e) que des procédures de mesure communes sont nécessaires pour que les parties concernées (gestionnaires de fréquences, services de contrôle des émissions et radiodiffuseurs) acceptent réciproquement les résultats des mesures;
- f) que le contrôle des émissions de radiodiffusion est nécessaire pour empêcher les radiodiffuseurs de dépasser l'excursion maximale de fréquence autorisée;
- g) que le nombre de stations de radiodiffusion utilisant des signaux additionnels tel le RDS et des signaux de données rapides augmente et que ces systèmes sont très sensibles aux brouillages par les canaux adjacents,

reconnaissant

- a) que la méthode décrite dans l'Annexe 1 est un simple test «oui-non» utilisant un gabarit spectral et que cette méthode ne peut pas se substituer aux mesures précises de l'excursion de fréquence,

recommande

- 1** d'utiliser la méthode décrite dans l'Annexe 1 pour vérifier si l'excursion de fréquence d'une station de radiodiffusion MF dépasse les limites autorisées;
- 2** d'utiliser la méthode décrite dans l'Annexe 2 lorsque les valeurs de l'excursion et de la puissance de modulation doivent être fournies;
- 3** de compléter les études afin de déterminer le taux d'échantillonnage nécessaire et les autres paramètres qui peuvent influencer la précision des mesures d'excursion de fréquence.

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 10 des radiocommunications.

Méthode utilisant un gabarit spectral pour contrôler le dépassement des limites d'excursion de fréquence

1 Conditions à satisfaire

On pourra utiliser pour cette mesure tout analyseur de spectre et tout récepteur de test disposant de fonctions d'analyse.

2 Branchement de l'émetteur et de l'analyseur de spectre

Par une antenne de mesure.

3 Conditions de mesure

- Au cours de 3 mesures de 5 min chacune, l'émetteur à contrôler sera modulé avec des éléments de programme représentatifs des programmes diffusés par cet émetteur.
- Il doit y avoir absence totale de brouillage impulsionnel pendant la mesure (par exemple, des brouillages causés par des systèmes d'allumage).
- Le rapport signal (brouillage + bruit) doit être supérieur ou égal à 50 dB.

4 Réglage de l'analyseur de spectre

L'analyseur de spectre sera réglé comme suit:

- fréquence centrale: f_0 (fréquence porteuse de l'émetteur)
- RBW 10 kHz (filtre FI)
- VBW 10 kHz (filtre vidéo)
- fenêtre: 340 kHz
- durée de balayage: 340 ms (1 ms/kHz)
- affaiblissement à l'entrée: selon le niveau d'entrée.

Les réglages pour les analyseurs dotés d'un processeur numérique de signal seront différents mais devront donner des résultats équivalents.

5 Instructions pour les mesures

Opération 1: Enregistrer le signal de l'émetteur en mode "max-hold" (gel sur le maximum) pendant 5 min.

Opération 2: Superposer les mesures graphiques avec le gabarit tel que décrit au § 7.

Opération 3: Le centre de l'axe x du gabarit doit correspondre à la fréquence centrale, f_0 .

Opération 4: Régler le niveau de référence afin que l'amplitude maximale de la mesure corresponde à 0 dB.

Opération 5: Déterminer si la mesure se trouve dans les limites du gabarit.

Opération 6: Répéter les opérations ci-dessus plusieurs fois.

6 Limites

Si un spectre mesuré n'entre pas dans le gabarit, l'excursion de l'émetteur n'est pas conforme.

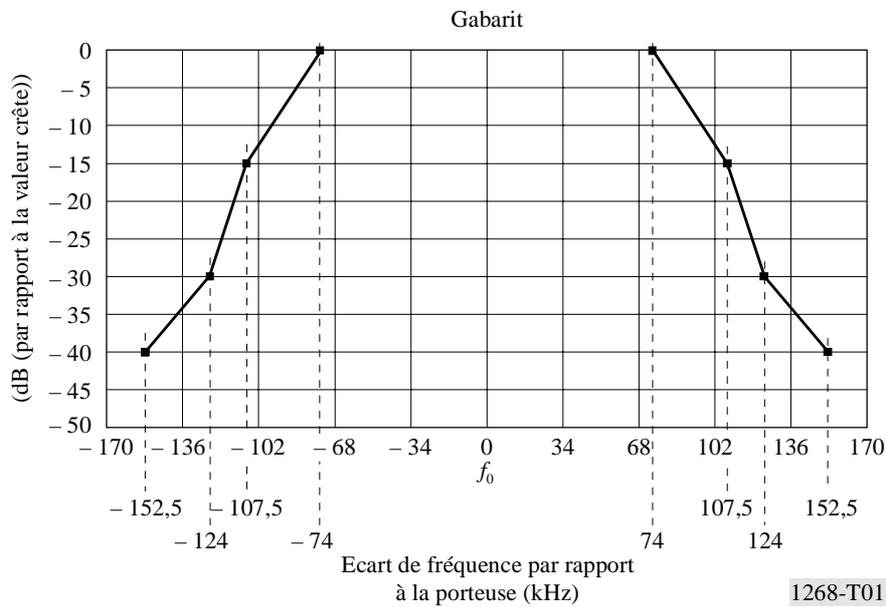
7 Elaboration du gabarit

- L'étalonnage du gabarit doit être cohérent avec les réglages de l'analyseur.
- Le centre de l'axe x est f_0 .
- Le sommet de l'axe des y correspond au niveau de référence 0 dB.
- Les lignes droites relient les coordonnées suivantes:

Axe x (kHz)	Axe y (dB)
$f_0 - 74$	0
$f_0 - 107,5$	-15
$f_0 - 124$	-30
$f_0 - 152,5$	-40

Axe x (kHz)	Axe y (dB)
$f_0 + 74$	0
$f_0 + 107,5$	-15
$f_0 + 124$	-30
$f_0 + 152,5$	-40

La représentation graphique du Tableau est donnée ci-dessous.



ANNEXE 2

Méthode à utiliser par les stations de contrôle des émissions pour mesurer l'excursion maximale de fréquence d'émissions de radiodiffusion MF

1 Généralités

1.1 Définitions

Excursion de fréquence: en MF, excursion par rapport à la fréquence f_0 de la porteuse non modulée.

Excursion instantanée: en MF, l'excursion instantanée $\Delta f(t)$ est la différence entre la fréquence porteuse non modulée (f_0) et la fréquence instantanée à un instant donné (t). La fréquence instantanée est:

$$f(t) = f_0 + \Delta f(t)$$

Excursion crête: en MF, l'excursion crête ΔF est la valeur absolue du maximum de la différence entre la fréquence porteuse non modulée f_0 et la fréquence instantanée $f(t)$. En MF par des signaux sinusoïdaux, la fréquence instantanée est:

$$f(t) = f_0 + \Delta F \sin(\omega t)$$

Signal composite: le signal composite contient toutes les informations stéréophoniques (tonalité pilote comprise) et peut inclure d'autres signaux: informations sur le trafic, RDS, etc.

Puissance de modulation: la puissance de modulation, P_{mod} , est la puissance relative moyennée sur 60 s du signal de modulation conformément à la formule:

$$P_{mod} = 10 \log \left[(2/60 \text{ s}) \int (\Delta f(t) / 19 \text{ kHz})^2 dt \right] \text{ dBr}$$

0 dBr: puissance moyenne d'un signal équivalente à la puissance d'un signal sinusoïdal provoquant une excursion crête de ± 19 kHz.

1.2 Introduction

Pour diverses raisons, telle la réduction du temps nécessaire aux mesures, il paraît logique de réaliser les mesures d'excursion de fréquence sur le terrain et non directement à la sortie de l'émetteur. La conformité du signal à mesurer avec les caractéristiques indiquées ci-après est nécessaire, outre la conformité de l'équipement de mesure avec les conditions à satisfaire décrites au § 3 afin d'éviter des incertitudes dans les mesures.

1.3 Limites

Les courbes de protection spécifiées dans la Recommandation UIT-R BS.412 pour la planification des émetteurs de radiodiffusion sonore MF s'appliquent à la condition que l'excursion crête ne dépasse pas ± 75 kHz et que la puissance de modulation moyenne dans tout intervalle de 60 s ne soit pas supérieure à celle d'une modulation sinusoïdale unique provoquant une excursion crête de ± 19 kHz.

1.4 Durée d'observation

La mesure doit porter sur une modulation représentative des programmes diffusés par la station de radiodiffusion; le temps d'observation doit être au moins de 15 min et dans certains cas, il peut être nécessaire de le porter à 1 h.

2 Conditions requises pour les mesures

2.1 Rapport signal RF utile/brouilleur requis (E_n/E_s) à l'équipement de mesure

Ce rapport dépend des caractéristiques de l'équipement utilisé pour les mesures et de la précision requise. L'équipement de mesure doit avoir une largeur de bande FI suffisante pour permettre la mesure de l'excursion de fréquence conformément aux conditions indiquées dans le § 3. Dans le cas d'un équipement conforme aux «caractéristiques des récepteurs de radiodiffusion sonore MF utilisés pour la planification», tel que spécifié dans la Recommandation UIT-R BS.704, le rapport E_n/E_s donné dans la Recommandation UIT-R BS.412 (Fig. 1, courbe S1) est suffisant pour ces mesures et pour des espacements en fréquence ≥ 200 kHz. Compte tenu de la largeur de bande FI nécessaire et de la précision requise, le rapport E_n/E_s pour un brouillage dans le même canal et un brouillage par le canal adjacent doit être au moins supérieur de 15 dB aux valeurs indiquées.

2.2 Propagation par trajets multiples

Les signaux retardés doivent être suffisamment faibles pour que les résultats des mesures ne soient pas influencés par les effets de la propagation par trajets multiples. On considère que cette condition est respectée si le produit du retard et du rapport d'amplitude est:

$$(U_r / U_d) \tau < 320\% \mu\text{s}$$

Ce produit est proportionnel au gradient maximal de la variation de l'amplitude RF en fonction de la fréquence RF due à la propagation par trajets multiples qui est facilement mesurable (même s'il y a plusieurs signaux retardés). Le gradient dans le cas d'une réception stéréophonique est:

$$d(U_r / U_d) / df < 2\%/kHz$$

2.3 Niveau du signal utile à l'entrée du récepteur

Pour que le rapport signal/bruit audiofréquence soit suffisant, le niveau d'entrée du signal utile dans le récepteur doit être au moins de 43 dB(pW). (Cette valeur correspond à un champ d'environ 68 dB(μV/m) en utilisant une antenne telle que recommandée dans la Recommandation UIT-R BS.599, Fig. 1, courbe B (12 dB de rapport avant/arrière).)

3 Caractéristiques d'un équipement de mesure approprié

3.1 Mesures d'excursion de fréquence

L'équipement de mesure doit pouvoir mesurer des excursions instantanées de ±100 kHz ou plus. En outre, l'équipement de mesure doit disposer de certaines caractéristiques qui tiennent compte de la largeur de bande de mesure requise, du facteur de forme du filtre, etc., afin que les non-linéarités et la distorsion ne conduisent pas à une imprécision supérieure à celle spécifiée dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Précision de l'appareil pour la mesure de l'excursion de fréquence

Excursion instantanée (kHz)	Précision requise
≤ 80	±2 kHz
> 80	±5%

3.2 Mesures de la puissance de modulation

La puissance de modulation (dBr) est spécifiée conformément au § 1.1. L'équipement de mesure doit pouvoir mesurer les puissances de modulation comprises entre -6 dBr et +6 dBr. La précision de l'appareil doit au moins correspondre aux valeurs spécifiées dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Précision de l'appareil pour la mesure de la puissance de modulation

Puissance de modulation (dBr)	Précision requise (dB)
< -2	±0,4
-2 à +2	±0,2
> 2	±0,4

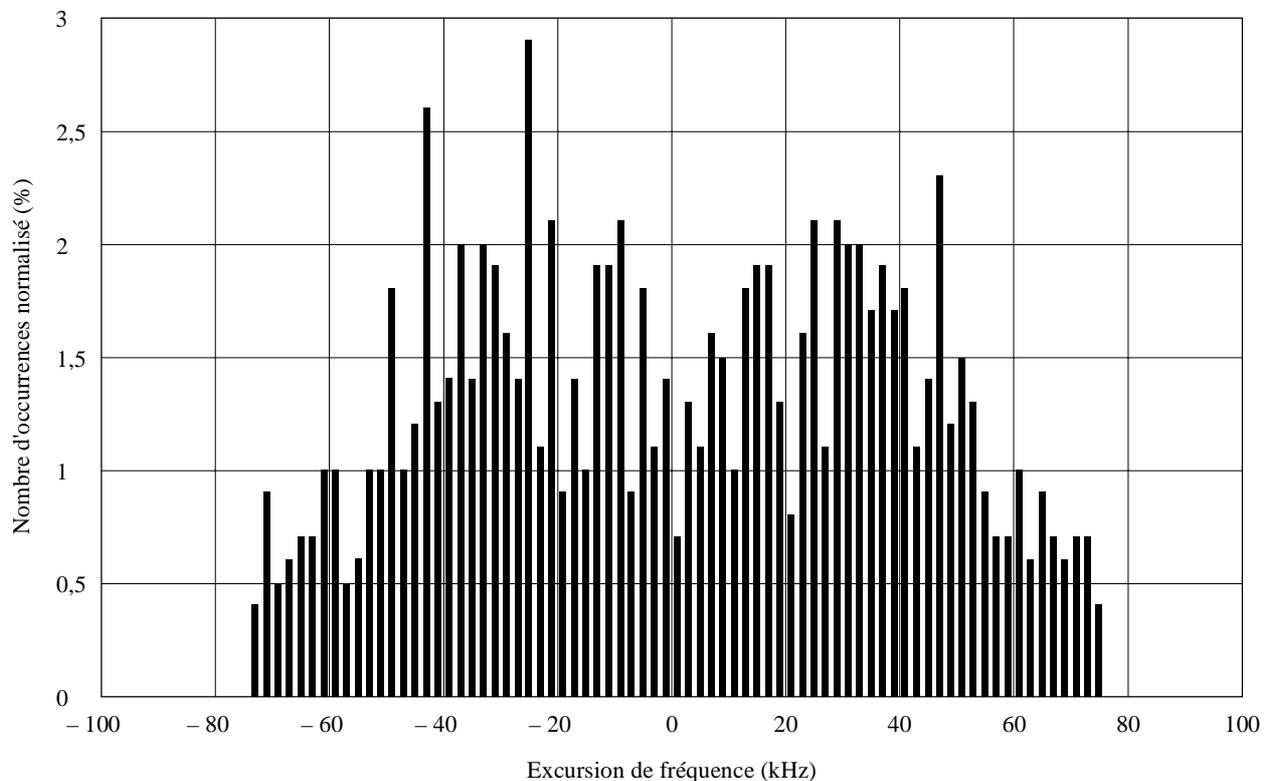
3.3 Mesure de l'excursion de fréquence et distribution de la puissance de modulation

L'excursion de fréquence peut être affichée en mode «max-hold» (gel sur le maximum) qui donne l'excursion maximale instantanée relevée pendant la période d'observation considérée ou dans un mode continu qui permet d'observer

l'évolution dans le temps de l'excursion comme un oscilloscope. Ces deux méthodes ne donnent pas cependant des informations sur la probabilité pour que l'excursion instantanée soit incluse dans une plage spécifiée. Les histogrammes permettent d'obtenir un bien plus grand nombre d'informations. Ces histogrammes sont élaborés de la manière suivante:

- Opération 1:* On échantillonne l'excursion instantanée pendant le temps d'observation et on obtient N échantillons d'excursion instantanée.
- Opération 2:* On divise la gamme d'excursion de fréquence à étudier (c'est-à-dire ± 100 kHz) par la résolution souhaitée (par exemple, 0,1 kHz) pour obtenir le nombre de colonnes (dans le cas présent 2 000 tranches).
- Opération 3:* Pour chaque colonne, on compte le nombre d'échantillons qui ont une valeur (excursion instantanée) se trouvant dans la colonne.
- Opération 4:* On normalise le nombre d'occurrences de toutes les colonnes sur N . Le résultat est l'histogramme donnant la distribution de l'excursion instantanée représenté à la Fig. 1.

FIGURE 1
Histogramme de distribution de l'excursion instantanée



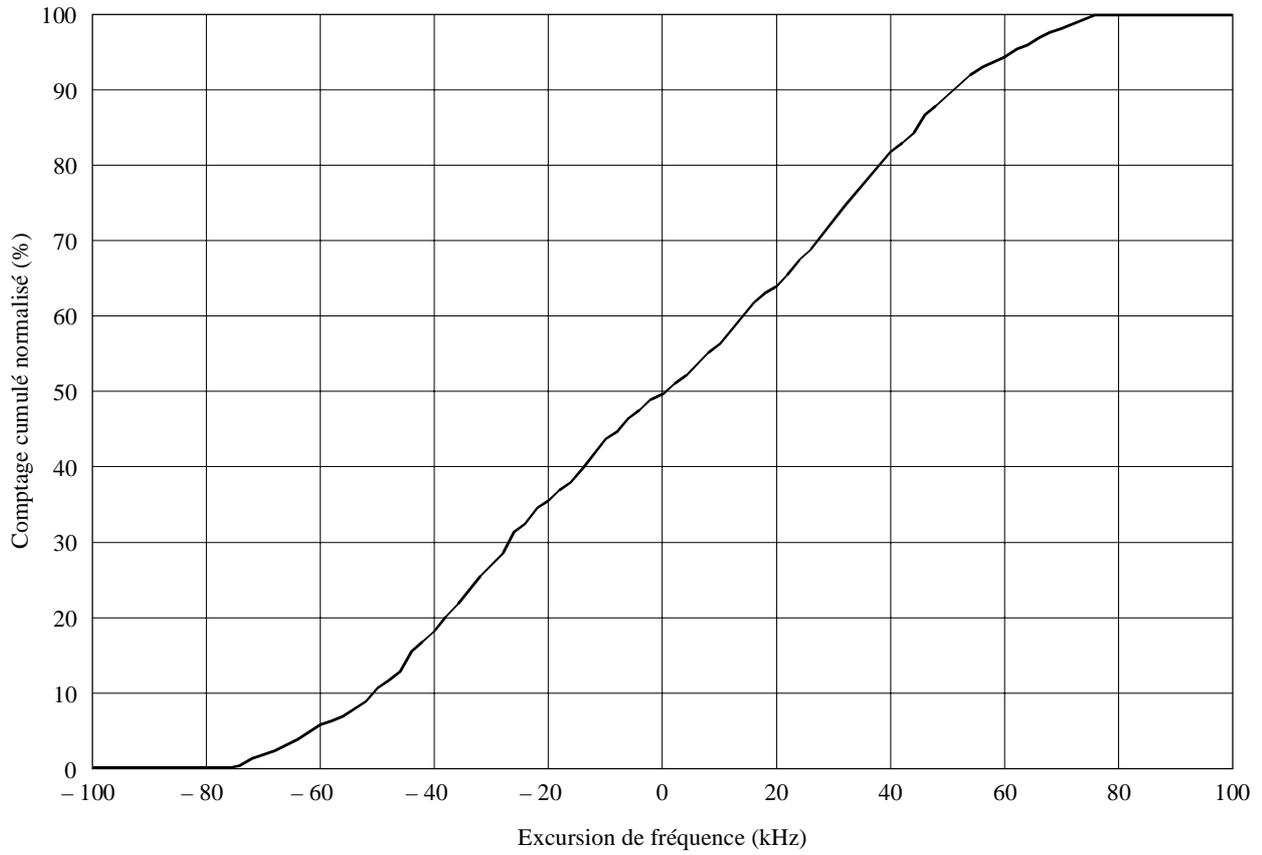
1268-01

- Opération 5:* On additionne le nombre d'occurrences de chaque colonne, de la gauche vers la droite, puis on normalise sur N . Le résultat est une courbe de la distribution cumulative représentée à la Fig. 2 qui commence par une probabilité de 0% depuis la gauche et se finit avec une probabilité de 100% à droite.

4 Compléments d'étude

Un complément d'étude est nécessaire pour déterminer le taux d'échantillonnage à utiliser et les autres paramètres qui peuvent influencer la précision des mesures d'excursion de fréquence.

FIGURE 2
Courbe de distribution cumulative de l'excursion instantanée



1268-02
