

RECOMMANDATION UIT-R SM.1268-1*

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

(Question UIT-R 67/1)

(1997-1999)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les fréquences de la bande des ondes métriques entre 66 et 108 MHz sont attribuées à un nombre croissant de stations de radiodiffusion MF;
- b) que les rapports de protection utilisés pour la planification des fréquences d'émission en radiodiffusion et la planification des sites sont établis pour une excursion maximale de fréquence de ± 75 kHz (ou de ± 50 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;
- c) que certaines émissions de radiodiffusion dépassent l'excursion maximale de fréquence autorisée pour certains types de programmes ou lorsqu'on ajoute des composantes au signal composite (signaux RDS (*radio data system*) par exemple);
- d) que la protection mutuelle assurée dans le cadre de la planification de la radiodiffusion impose une limitation de l'excursion crête de fréquence;
- e) que le contrôle des émissions de radiodiffusion est nécessaire pour empêcher que dans les émissions, l'excursion maximale de fréquence autorisée ne soit dépassée;
- f) que des procédures de mesure communes sont nécessaires pour que les parties concernées (géostationnaires de fréquences, services de contrôle des émissions et radiodiffuseurs) acceptent réciproquement les résultats des mesures;
- 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 des mesures précises de l'excursion de fréquence;
- b) que la méthode décrite dans l'Annexe 1 ne peut pas être appliquée aux émissions présentant une excursion crête de 50 kHz car on ne dispose pas actuellement de gabarit spectral approprié;
- c) que la méthode décrite dans l'Annexe 2 est aussi applicable aux émissions présentant une excursion crête de 50 kHz,

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.

* La présente 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. Des mesures complémentaires pourront être effectuées pour s'assurer que les éléments de programme sont réellement représentatifs.
- 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) sera 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);
- mode «gel sur la valeur maximale»;
- affaiblissement à l'entrée: selon le niveau d'entrée.

Les réglages pour les analyseurs dotés d'un processeur numérique de signal (DSP, *digital signal processor*) seront différents mais devront donner des résultats équivalents.

5 Instructions pour les mesures

- a) Enregistrer le signal de l'émetteur pendant 5 min.
- b) Observer l'analyseur et utiliser l'écoute au niveau du récepteur pour savoir si les mesures ne sont pas faussées par un brouillage de type impulsif. Pour la même raison, les mesures doivent être répétées deux fois.
- c) Superposer les mesures graphiques avec le gabarit tel que décrit au § 7.
- d) Le centre de l'axe x du gabarit doit correspondre à la fréquence centrale (f_0).
- e) Régler le niveau de référence afin que l'amplitude maximale de la mesure corresponde à 0 dB.
- f) Déterminer si la mesure se trouve dans les limites du gabarit.

6 Limites

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

7 Élaboration du gabarit

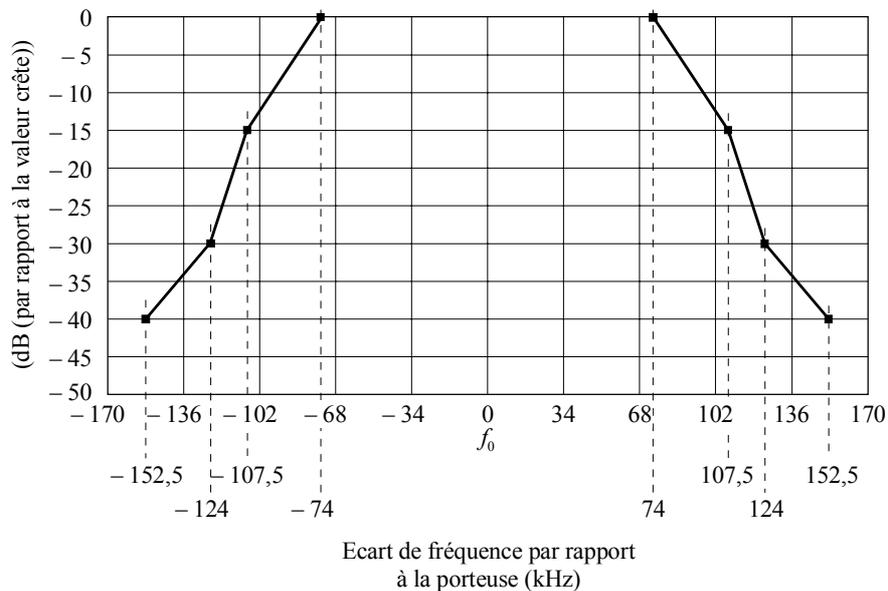
- a) L'étalonnage du gabarit doit être cohérent avec les réglages de l'analyseur.
- b) Le centre de l'axe x est aligné sur f_0 .
- c) Le sommet de l'axe des y correspond au niveau de référence 0 dB.
- d) Les lignes droites relient les coordonnées suivantes:

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 à la Fig. 1.

FIGURE 1
Gabarit



**Méthode destinée à être utilisée par les stations de contrôle des émissions
pour mesurer l'excursion maximale de fréquence de signaux
de radiodiffusion MF émis**

1 Généralités

1.1 Définitions

Excursion de fréquence: En modulation de fréquence, excursion par rapport à la fréquence f_0 de la porteuse non modulée

Excursion instantanée: En modulation de fréquence, 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 modulation de fréquence, 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 modulation de fréquence 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:

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

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 rapports de protection spécifiés 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 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 minutes et dans certains cas, il peut être nécessaire de le porter à 1 heure pour être sûr d'effectuer des mesures sur des éléments de programme représentatifs.

2 Conditions requises pour les mesures

2.1 Rapport signal RF utile/parasite 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 en 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:

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

où:

U_r étant l'amplitude du signal réfléchi

U_d l'amplitude du signal direct, et

τ le retard.

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(μ V/m) en utilisant une antenne tel que recommandé 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

Pour pouvoir repérer toutes les crêtes d'excursion en fréquence, l'équipement doit pouvoir détecter l'excursion produite par la composante de fréquence la plus élevée du signal en bande de base ou du signal composite. C'est pourquoi il faut, si l'on utilise un équipement de mesure numérique, que la fréquence d'échantillonnage soit de 200 kHz ou plus selon la fréquence maximale du signal composite.

3.1 Mesures d'excursion en 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 en fréquence

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

3.2 Mesures de la puissance de modulation

La puissance de modulation est spécifiée en dBr 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

4 Excursion de fréquence**4.1 Puissance de modulation**

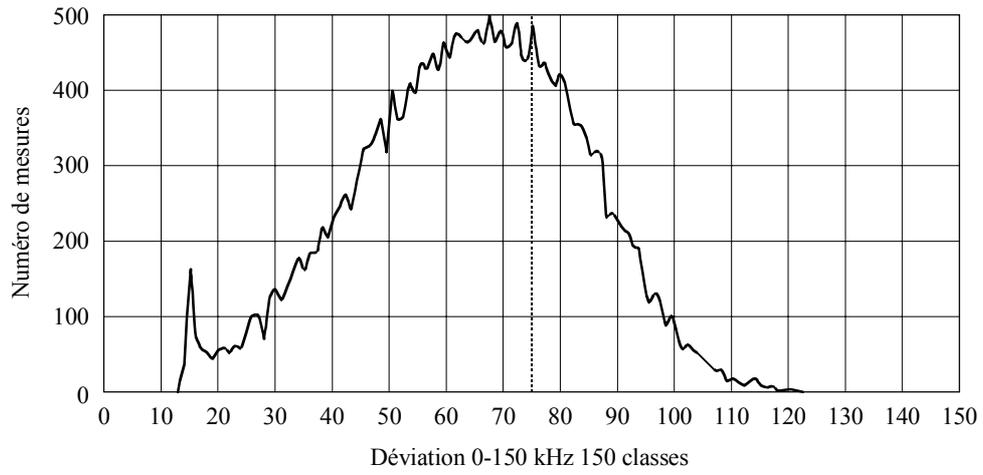
La puissance de modulation sera présentée sous la forme d'une fonction du temps pendant l'intervalle de mesure considéré.

4.2 Excursion de fréquence

On pourra obtenir un plus grand nombre d'informations relatives à l'excursion de fréquence avec des histogrammes et des fonctions du temps montrant la valeur la plus élevée en mode «gel sur la valeur maximale» mesurée sur un certain intervalle de temps. Ces histogrammes seront élaborés comme suit:

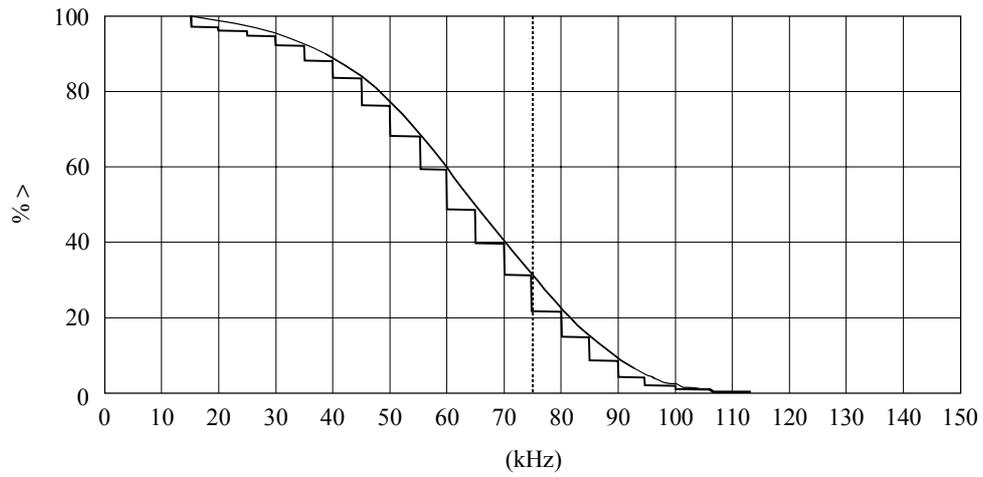
- Obtenir N valeurs crêtes gelées de l'excursion déterminées pendant un temps de mesure de 50 ms. La durée du temps de mesure a une influence sur la courbe de distribution et doit donc être normalisée afin de pouvoir répéter les mesures. La valeur de 50 ms garantit la mesure des valeurs crêtes même si la fréquence de modulation descend à 20 Hz.
- Diviser la plage d'excursion de fréquence étudiée (à savoir 150 kHz) en fonction de la résolution souhaitée (1 kHz par exemple), ce qui détermine le nombre de colonnes de l'histogramme (150 dans le cas présent).
- Pour chaque colonne, compter le nombre d'échantillons pour lesquels la valeur correspond à la colonne considérée. Le résultat est une courbe de distribution de l'excursion telle que celle représentée à la Fig. 2.
- Additionner les décomptes de chaque colonne de gauche à droite et normaliser par N . Le résultat de cette opération est une courbe de distribution cumulative telle celle représentée à la Fig. 3 qui commence par une probabilité de 100% à gauche et qui se termine par une probabilité de 0% à droite.
- En outre, les N valeurs crêtes gelées de l'excursion de fréquence seront représentées sous forme d'une fonction du temps sur l'intervalle de mesure.

FIGURE 2
 Courbe de distribution de l'excursion



1268-02

FIGURE 3
 Distribution cumulative de l'excursion



22 % > 75 kHz
 12 % > 80 kHz
 8 % > 85 kHz

1268-03