

RECOMMANDATION UIT-R BT.1363

**SPÉCIFICATIONS DE GIGUE ET MÉTHODES POUR MESURER LA GIGUE
DES SIGNAUX SÉRIE CONFORMES AUX RECOMMANDATIONS
UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 ET UIT-R BT.1120**

(Question UIT-R 65/11)

(1998)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que de nombreux pays créent actuellement des installations de production de télévision numérique fondées sur l'utilisation de signaux vidéo numériques série en composantes conformes aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 ou UIT-R BT.1120;
- b) que, pour garantir le fonctionnement des interfaces numériques série en question, il faut définir des paramètres de gigue et établir des méthodes pour la mesurer;
- c) que, pour réaliser les objectifs ci-dessus, il faut trouver un accord en ce qui concerne la spécification et la mesure de la gigue dans des interfaces série conformes aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120;
- d) que la mise en oeuvre d'une interface optique pour la transmission de signaux conforme à la Recommandation UIT-R BT.1367 exige la définition de paramètres de gigue et l'établissement de méthodes pour la mesurer,

recommande

lors de la mise en oeuvre d'interfaces conformes aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120, de spécifier la gigue et d'utiliser pour la mesurer des méthodes se conformant aux dispositions exposées dans l'annexe 1 ci-après.

NOTE – Pour tout complément d'information sur la spécification et les méthodes de mesure de la gigue se reporter à la norme Tech. 3268 de l'UER.

ANNEXE 1

Spécifications de la gigue**1 Domaine d'application**

La présente Recommandation décrit des méthodes destinées à spécifier la gigue dans des systèmes numériques série, auto-synchronisés; elle est applicable aux sources, récepteurs et régénérateurs.

2 Références

Les Recommandations et autres textes ci-dessous contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toutes Recommandations et autres textes étant sujets à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont donc invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres textes mentionnés ci-après.

3 Définitions

- 3.1 Gigue d'alignement:** variation de position des transitions d'un signal par rapport à celles d'un signal d'horloge extrait de ce premier signal; la largeur de bande du processus d'extraction du signal d'horloge détermine la fréquence plancher correspondant à la gigue d'alignement.
- 3.2 Tolérance de la gigue à l'entrée d'un équipement:** amplitude crête à crête de la gigue sinusoïdale qui, appliquée à l'entrée d'un équipement, entraîne une dégradation spécifiée des caractéristiques d'erreur.
- 3.3 Gigue intrinsèque:** gigue à la sortie d'un équipement en l'absence de gigue à l'entrée.
- 3.4 Gigue:** variation des transitions d'un signal numérique par rapport à leur position idéale dans le temps.
- 3.5 Transfert de gigue:** gigue à la sortie d'un équipement résultant de l'application d'une gigue à l'entrée.
- 3.6 Fonction de transfert de gigue:** rapport de la gigue à la sortie d'un équipement sur la gigue appliquée à l'entrée en fonction de la fréquence.
- 3.7 Gigue à la sortie d'un équipement:** gigue à la sortie d'un équipement qui est intégré à un système ou à un réseau; se compose de la gigue intrinsèque et du transfert de gigue à l'entrée de l'équipement.
- 3.8 Gigue de rythme:** variation de position des transitions d'un signal se produisant au-dessus d'une fréquence donnée normalement égale ou inférieure à 10 Hz; les variations se produisant au-dessous, appelées dérapages, ne sont pas prises en considération dans la présente Recommandation.
- 3.9 Intervalle unitaire:** abrégé en IU, période d'un seul cycle d'horloge; correspond à la durée nominale minimale entre des transitions du signal série.

4 Spécifications de gigue

La gigue d'un équipement se définit suivant trois paramètres: la tolérance de la gigue à l'entrée de l'équipement, le transfert de gigue et la gigue intrinsèque; il existe un quatrième paramètre, la gigue à la sortie de l'équipement, qui est propre au réseau et qui peut être utilisée pour fixer les limites de gigue aux interfaces de l'équipement.

4.1 Tolérance de la gigue à l'entrée d'un équipement

La tolérance de la gigue à l'entrée d'un équipement est l'amplitude crête à crête de la gigue sinusoïdale qui, appliquée à l'entrée d'un équipement, entraîne une dégradation spécifiée du taux d'erreur, elle est applicable à la plupart des entrées série.

4.1.1 Les conditions de tolérance de la gigue à l'entrée d'un équipement sont établies à l'aide d'un gabarit qui couvre une plage de fréquences, d'amplitude sinusoïdale, spécifiée (voir la Figure 1). Ce gabarit représente la quantité minimale de gigue que l'équipement doit accepter sans entraîner la dégradation spécifiée du taux d'erreur. Un équipement satisfaisant à des critères de tolérance de la gigue doit avoir une tolérance réelle supérieure à ces critères (voir la Figure 2).

4.1.2 Les critères de tolérance de la gigue à l'entrée d'un équipement sont définis à l'aide des paramètres énumérés dans le Tableau 1.

4.1.2.1 La bande de fréquences f_1 à f_2 constitue la bande passante en ce qui concerne la tolérance de la gigue aux fréquences basses. Un IU A_1 au moins de gigue d'amplitude crête à crête sinusoïdale doit être toléré sur cette bande passante sans que soit pour autant excédé le critère d'erreur spécifié.

4.1.2.2 La bande de fréquences f_3 à f_4 constitue la bande passante en ce qui concerne la tolérance de la gigue aux fréquences hautes. Un IU A_2 au moins de gigue d'amplitude crête à crête sinusoïdale doit être toléré sur cette bande passante sans que pour autant soit excédé le critère d'erreur spécifié.

4.1.2.3 A_1 et A_2 doivent être spécifiés en intervalles unitaires (IU).

4.1.2.4 La pente qui doit être respectée pour la tolérance de la gigue entre f_2 et f_3 doit être de 20 dB/décade. La relation entre les fréquences f_2 et f_3 est comme suit: $f_2 = f_3 / (A_1 / A_2)$.

4.1.2.5 Le critère pour l'obtention de l'apparition d'erreur doit être spécifié; il conviendrait soit de limiter le TEB, soit d'utiliser un nombre maximal de secondes erronées pendant un intervalle de mesure spécifié.

4.1.2.6 Le signal d'essai utilisé pour la mesure (auquel on ajoute une gigue sinusoïdale) doit être spécifié.

4.1.3 Les valeurs numériques de la tolérance de la gigue à l'entrée d'un équipement sont indiquées dans les normes pertinentes de la SMPTE qui servent de référence à la présente Recommandation. La terminologie doit être conforme aux dispositions du point 4.1.2.

4.2 Transfert de gigue

Le transfert de gigue se dit de l'existence d'un phénomène de gigue à la sortie d'un équipement résultant de l'application d'une gigue à l'entrée; il s'applique aux dispositifs qui produisent des signaux de sortie série à partir de signaux d'entrée série, tels que les régénérateurs.

Le transfert de gigue peut se produire aussi après application de signaux de référence, tels que des signaux du noir analogiques en salves. Les gabarits décrits ci-dessous sont adaptés à un transfert de gigue entre des signaux d'entrée série et des signaux de sortie série.

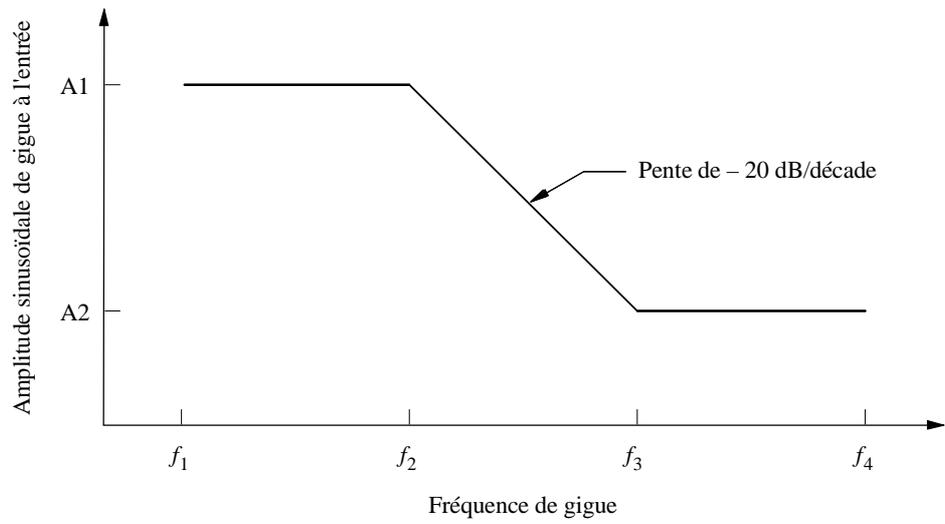
4.2.1 Les critères de transfert de gigue sont établis à l'aide d'un gabarit montrant le gain de gigue maximum en fonction de la fréquence (voir la Figure 3); les équipements satisfaisant à ces critères auront une fonction de transfert de gigue se situant à l'intérieur de ce gabarit (voir la Figure 4).

TABLEAU 1

Tolérance de la gigue à l'entrée d'un équipement

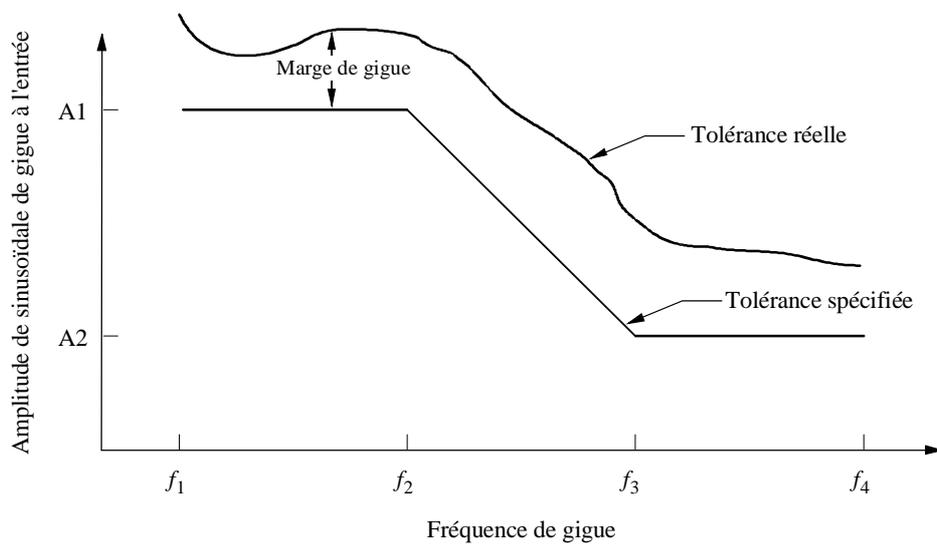
Paramètres	Unités	Description
Débit	(bit/s)	(Débit binaire série)
f_1	(Hz)	(Limite de spécification aux fréquences basses)
f_2	(Hz)	(Limite de bande supérieur pour A_1 , tolérance de la gigue aux fréquences basses)
f_3	(Hz)	(Limite de bande inférieure pour A_2 , tolérance de la gigue aux fréquences hautes)
f_4	(Hz)	(Limite de spécification aux fréquences hautes)
A_1	(IU)	(Tolérance de la gigue aux fréquences basses, f_1 à f_2)
A_2	(IU)	(Tolérance de la gigue aux fréquences hautes, f_3 à f_4)
Critère d'erreur		(Critère pour l'apparition d'erreurs)
Signal d'essai		(Signal d'essai utilisé pour les mesures)

FIGURE 1
Tolérance de la gigue à l'entrée d'un équipement



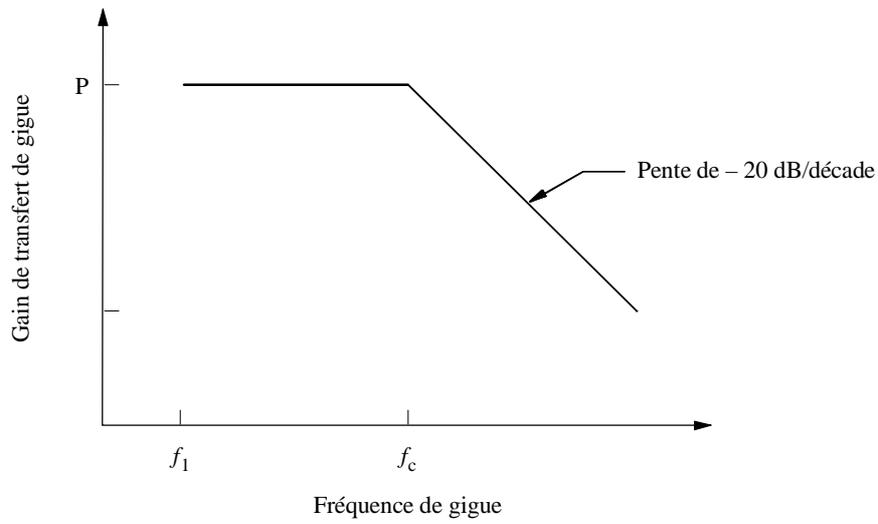
1363-01

FIGURE 2
Spécification et exemple de tolérance de la gigue



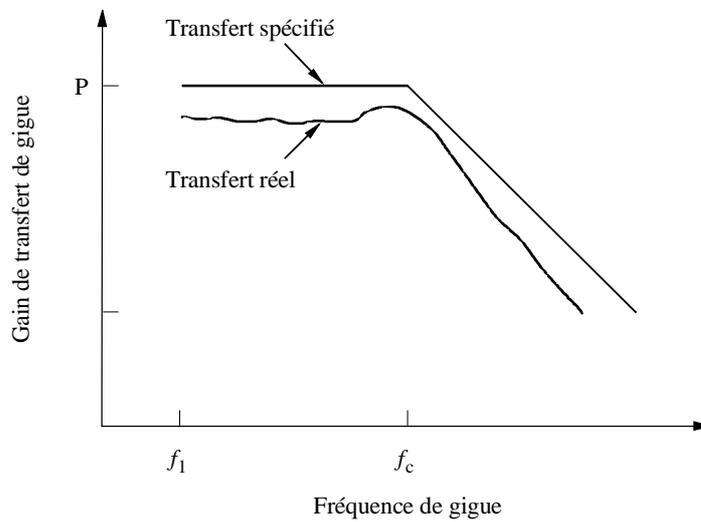
1363-02

FIGURE 3
Gabarit de transfert de gigue



1363-03

FIGURE 4
Spécification de transfert de gigue et exemple de fonction de transfert de gigue



1363-04

4.2.2 Les critères de transfert de gigue sont établis à l'aide des paramètres présentés dans le Tableau 2.

4.2.2.1 La bande de fréquences f_1 à f_c constitue la bande passante du transfert de gigue; le gain de gigue maximum sur cette bande passante est P.

4.2.2.2 De la fréquence f_c à au moins $10 (f_c)$, le gabarit de transfert de gigue décroît selon une pente de 20 dB/décade.

4.2.2.3 P est exprimé en décibels.

4.2.2.4 Le signal d'essai utilisé pour la mesure (auquel est ajouté une gigue sinusoïdale) doit être spécifié.

4.2.3 Les valeurs numériques du transfert de gigue sont indiquées dans les normes pertinentes de la SMPTE qui sont utilisées en référence dans la présente Recommandation. La terminologie doit être conforme aux dispositions du point 4.2.2.

4.3 Gigue intrinsèque et gigue à la sortie de l'équipement

Mesurées l'une et l'autre à la sortie d'un équipement, elles diffèrent par la spécification du signal d'entrée et sont, à cette différence près, mesurées de façon identique.

La gigue intrinsèque se définit comme la quantité de gigue se produisant à la sortie d'un équipement après l'application d'un signal d'entrée exempt de gigue; c'est la quantité mesurée de gigue produite dans l'équipement, abstraction faite de tout transfert de gigue. La gigue intrinsèque s'applique à la plupart des signaux de sortie série.

La gigue à la sortie d'un équipement est la quantité de gigue mesurée à la sortie d'un équipement qui est intégré à un système ou à un réseau; elle se compose de la gigue intrinsèque et du transfert de gigue à l'entrée de l'équipement. La gigue à la sortie de l'équipement est un critère de spécification pour les réseaux et non pas pour les équipements; pour ces derniers il convient de spécifier la gigue intrinsèque, le transfert de gigue et la tolérance de la gigue à l'entrée. La gigue à la sortie de l'équipement peut être utilisée dans les spécifications concernant les interfaces du réseau.

4.3.1 La gigue intrinsèque et la gigue à la sortie de l'équipement sont exprimées par des valeurs crête à crête et sont mesurées sur des bandes de fréquences de gigue définies, au nombre de deux dont l'une est un sous-ensemble de l'autre (voir la Figure 5).

4.3.2 La gigue intrinsèque et la gigue à la sortie de l'équipement sont établies à l'aide des paramètres présentés dans le Tableau 3.

4.3.2.1 La bande passante servant à la mesure de la gigue de rythme est constituée par les fréquences f_1 à f_4 . La gigue crête à crête maximale permise sur cette bande passante est désignée par A_1 .

4.3.2.2 La bande passante servant à la mesure de la gigue d'alignement est constituée par les fréquences f_3 à f_4 ; la gigue crête à crête maximale permise sur cette bande passante est désignée par A_2 .

4.3.2.3 A_1 et A_2 sont exprimés en intervalles unitaires (IU).

4.3.2.4 Les pentes des bandes passantes doivent être au moins de 20 dB/décade et avoir une réponse en phase minimale sauf indication contraire. Le rejet en bande doit être au moins égal à 20 dB et l'ondulation sur la bande passante doit être inférieure à +1 dB.

4.3.2.5 Un temps de mesure (t_m) peut être indiqué; sinon, il sera déterminé par les caractéristiques du système de mesure.

4.3.2.6 Le signal d'essai utilisé pour la mesure doit être spécifié; pour une mesure de la gigue intrinsèque, la gigue source d'essai doit être négligeable par rapport à la gigue intrinsèque spécifiée.

TABLEAU 2

Critères de transfert de gigue

Paramètres	Unités	Description
Débit	(bits/s)	(Débit binaire série)
f_1	(Hz)	(Limite de la spécification en fréquences basses)
f_c	(Hz)	(Limite de bande supérieure de la bande passante correspondant au transfert de gigue)
P	(dB)	(Gain de gigue maximal, f_1 à f_c)
Signal d'essai		(Signal d'essai utilisé pour la mesure)

FIGURE 5
 Bande passante servant à la mesure de la gigue intrinsèque
 et de la gigue à la sortie de l'équipement

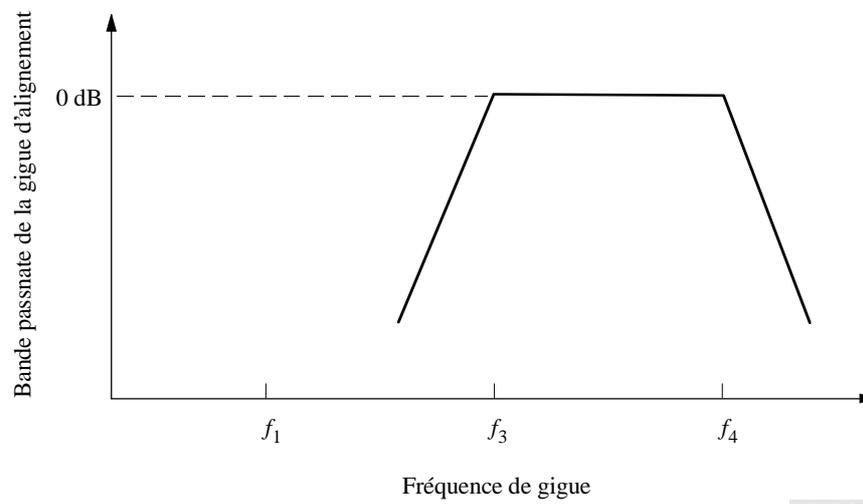
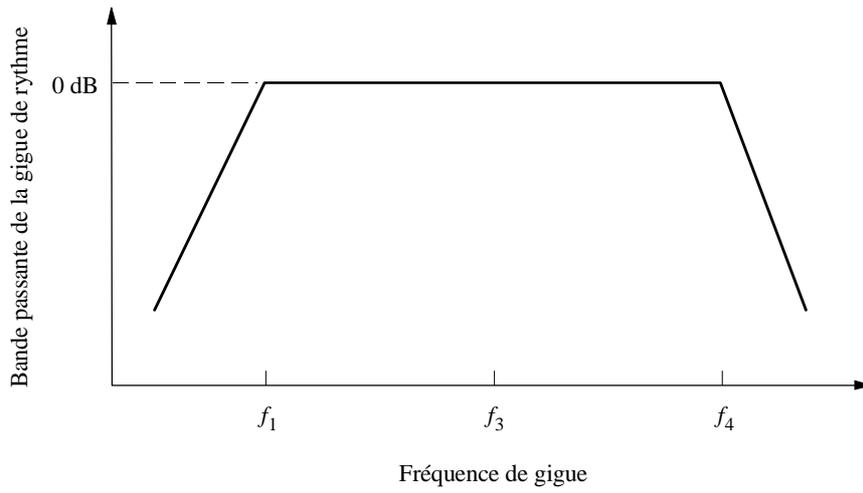


TABLEAU 3

Gigue intrinsèque et gigue à la sortie de l'équipement

Paramètres	Unités	Description
Débit	(bits/s)	(Débit binaire série)
f_1	(Hz)	(Gigue de rythme, limite de bande inférieure)
f_3	(Hz)	(Gigue d'alignement, limite de bande inférieure)
f_4	(IU)	(Limite de bande supérieure)
A_1	(IU)	(Gigue de rythme)
A_2	(s)	(Gigue d'alignement)
t_m		(Temps de mesure)
Signal d'essai		(Signal d'essai utilisé pour la mesure)
n		(Diviseur d'horloge série)

4.3.2.7 Le diviseur d'horloge série, "n", utilisé dans le circuit de récupération d'horloge devrait être spécifié (se reporter à l'Appendice 1 pour les informations concernant le circuit de récupération du signal d'horloge et les méthodes de mesure qui se fondent sur lui). Le rapport de la fréquence d'horloge série sur la fréquence du circuit de récupération du signal d'horloge, "n", a une importance pour les méthodes de mesure de la gigue du signal de récupération d'horloge, mais peut ne pas être applicable à d'autres méthodes de mesure.

4.3.3 Les valeurs numériques de la gigue intrinsèque et de la gigue à la sortie de l'équipement sont indiquées dans les Recommandations pertinentes de l'UIT reprises en référence dans la présente Recommandation. La terminologie doit être conforme avec les dispositions du point 4.3.2.

APPENDICE 1

Méthodes de mesure de la gigue dans des interfaces numériques série**1 Objet**

Le présent Appendice décrit des méthodes de mesure de la gigue dans des interfaces numériques série.

1.1 Introduction

La gigue est l'un des paramètres les plus importants qui influent sur la qualité de fonctionnement des systèmes de transmission numériques série. Elle peut en effet être à l'origine d'erreurs dans la transmission et la récupération de données numériques; quand elle est transférée lors de la conversion du numérique à l'analogique, elle risque en outre d'altérer la qualité des signaux analogiques. Il est donc important de la caractériser et de la mesurer si l'on veut que les systèmes numériques série soient d'une exploitation fiable et prévisible.

2 Information de référence**3 Définitions**

3.1 Gigue d'alignement: variation de position des transitions d'un signal par rapport à celles d'un signal d'horloge extrait de ce premier signal; la largeur de bande du processus d'extraction du signal d'horloge détermine la fréquence plancher correspondant à la gigue d'alignement.

3.2 Extracteur d'horloge: dispositif capable d'extraire le signal d'horloge d'un train de données série, et qui sert de déclencheur de synchronisation; peut en outre resynchroniser les données numériques série à l'aide du signal d'horloge extrait.

3.3 OEN: abréviation d'oscilloscope - enregistreur numérique.

- 3.4 DSE:** abréviation de dispositif soumis aux essais.
- 3.5 Testeur du taux d'erreurs:** dispositif qui quantifie le taux d'erreurs d'un signal numérique série; le testeur classique du taux d'erreurs sur les bits (TEB) et la méthode (EDIT) de CRC de la fréquence de trame en sont deux exemples qui sont décrits dans la RP 165 de la SMPTE.
- 3.6 Tolérance de la gigue à l'entrée d'un équipement:** amplitude crête à crête de la gigue sinusoïdale qui, appliquée à l'entrée d'un équipement, entraîne une dégradation spécifiée des caractéristiques d'erreur.
- 3.7 Gigue intrinsèque:** gigue à la sortie d'un équipement en l'absence de gigue à l'entrée.
- 3.8 Gigue:** variation des transitions d'un signal numérique par rapport à leurs positions idéales dans le temps.
- 3.9 Générateur de gigue:** dispositif produisant un signal numérique série comprenant une gigue sinusoïdale d'amplitude et de fréquence adaptables.
- 3.10 Récepteur de gigue:** dispositif démodulant la gigue présente dans un signal série et permettant de la mesurer; fournit normalement un signal de sortie proportionnel à la gigue démodulée.
- 3.11 Transfert de gigue:** gigue à la sortie d'un équipement résultant de l'application d'une gigue à l'entrée.
- 3.12 Fonction de transfert de gigue:** rapport de la gigue à la sortie d'un équipement sur la gigue appliquée à l'entrée en fonction de la fréquence.
- 3.13 Gigue à la sortie d'un équipement:** gigue à la sortie d'un équipement qui est intégré à un système ou à un réseau; se compose de la gigue intrinsèque et du transfert de gigue à l'entrée de l'équipement.
- 3.14 Démodulateur de phase:** dispositif qui produit un signal proportionnel à la différence de phase de deux signaux d'entrée.
- 3.15 INS:** abréviation d'interface numérique série, renvoie normalement à un système conforme aux dispositions de la Recommandation UIT-R BT.656.
- 3.16 Gigue de rythme:** variation de position des transitions d'un signal se produisant au-dessus d'une fréquence donnée normalement égale ou inférieure à 10 Hz; les variations se produisant au-dessous, appelées dérapage, ne sont pas prises en considération dans la présente Recommandation.
- 3.17 Intervalle unitaire:** abrégé en IU, période d'un seul cycle d'horloge; correspond à la durée nominale minimale entre les transitions du signal série.

4 Critères de gigue

Quatre méthodes sont décrites dans les sections ci-après: la première utilise un signal d'horloge de référence disponible pour déclencher un oscilloscope; la deuxième utilise un extracteur d'horloge aux caractéristiques définies pour déclencher l'oscilloscope; les troisième et quatrième se fondent sur l'emploi d'un récepteur de gigue avec démodulation de phase.

4.1 Mesure par oscilloscope par déclenchement d'un signal de référence

Si un signal de référence est disponible, il est possible de mesurer la gigue suivant une opération de base (voir la Figure 6). L'oscilloscope est directement déclenché par le signal de référence, lequel pourrait être également un signal numérique série doté d'une grande stabilité, par exemple un signal à 270 Mbits/s (Recommandation UIT-R BT.656), le signal d'horloge parallèle à 27 MHz, le signal d'horloge série à 270 MHz ou un signal série selon la Recommandation UIT-R BT.656. Le signal de données numérique est appliqué au canal vertical, dont l'impédance aura été convenablement adaptée, de l'oscilloscope, puis on procède à une mesure en oeil; la gigue est normalement mesurée à l'intersection des courbes de l'oeil.

- Présentation des résultats des mesures: le signal d'essai, l'amplitude de la gigue, les paramètres de l'oscilloscope (largeur de bande, etc.) et la durée de la mesure devraient être indiqués.
- Informations connexes: cette méthode permet d'obtenir une mesure grossière de la gigue dans un signal INS. Le résultat dépend de la stabilité du signal de référence (dont la gigue fixe la valeur basse de la mesure), du type d'oscilloscope et de la durée de l'opération (par exemple, lorsqu'un OEN est utilisé en mode rémanence). Tous ces paramètres influent sur le résultat de la mesure et contribuent à sa variabilité en fonction du changement des conditions. Cette méthode n'autorise pas la restriction de largeur de bande, contrairement à ce qui est généralement exigé dans les spécifications de gigue; elle n'est pas recommandée si l'on peut appliquer d'autres méthodes de mesure.

4.2 Mesure de la gigue à l'aide d'un extracteur d'horloge

On peut mesurer la gigue d'un signal de sortie en utilisant un dispositif pour extraire le signal d'horloge et ensuite déclencher un oscilloscope ou tout autre dispositif de signalisation (voir la Figure 7).

4.2.1 Schéma fonctionnel d'un extracteur d'horloge

Un extracteur d'horloge se compose normalement d'un circuit large bande de récupération du signal d'horloge, puis d'une boucle à verrouillage de phase (BVP), conjuguée, à bande étroite (voir la Figure 8); cette boucle peut être réglée sur deux largeurs de bande différentes de sorte que l'on dispose de deux fonctions de transfert de gigue différentes (voir la Figure 9). Le signal d'horloge de sortie 2 sert à déclencher le dispositif de signalisation. L'extracteur d'horloge doit posséder les caractéristiques suivantes:

- 1) Il doit pouvoir être calé en série sur le signal de sortie et fournir un signal suffisamment puissant au dispositif de signalisation. Il ne doit pas modifier les caractéristiques du signal de sortie au risque d'atténuer ou de modifier la gigue produite sur le signal.
- 2) Pour mesurer la gigue de rythme (A_1), l'extracteur d'horloge doit avoir une largeur de bande pour la récupération du signal d'horloge égale à f_1 . Pour mesurer la gigue d'alignement (A_2), il doit avoir une largeur de bande pour la récupération du signal d'horloge égale à f_3 (voir la Figure 9).
- 3) La fonction de transfert de gigue de l'extracteur d'horloge doit décroître à 20 dB/décade, ou plus, et, sauf indication contraire, avoir une réponse en phase minimale. L'ondulation à l'intérieur de la bande passante doit être inférieure à +1 dB (voir la Figure 9).
- 4) La fréquence d'horloge extraite doit être égale à la fréquence d'horloge série divisée par n (voir la définition de n au point 4.3.2 du corps de la présente Recommandation).
- 5) L'extracteur d'horloge peut avoir une sortie d'horloge 1 facultative, dont la largeur de bande de récupération du signal d'horloge doit être supérieure ou égale à f_3 , plutôt qu'égale à f_4 .

4.2.2 Critères de spécification du dispositif de signalisation

Le dispositif de signalisation utilisé pour observer la gigue doit posséder les caractéristiques suivantes:

- 1) La largeur de bande horizontale et/ou de déclenchement du dispositif ne doit pas atténuer la gigue observée. La largeur de bande de déclenchement doit être au moins égale à f_3 .
- 2) Le dispositif ne doit pas créer de brouillage intersymboles au point d'intersection zéro; pour ce faire le système doit être pourvu d'une réponse transitoire verticale qui assure la transition et le calage en moins d'un intervalle unitaire.
- 3) Le dispositif doit permettre d'acquérir un nombre d'échantillons suffisant pour permettre de déterminer la gigue crête à crête; l'échantillonnage doit donc se poursuivre tant que la forme de la distribution de la gigue n'est pas connue. Si parmi les critères de spécification de la gigue Figure une durée de mesure, celle-ci sera la durée d'acquisition minimale. La durée d'acquisition maximale dépendra, elle, du taux d'échantillonnage du dispositif et du type de la distribution de la gigue; par exemple, la détermination d'une distribution sinusoïdale exigera normalement moins d'échantillons qu'une distribution de type gaussien.

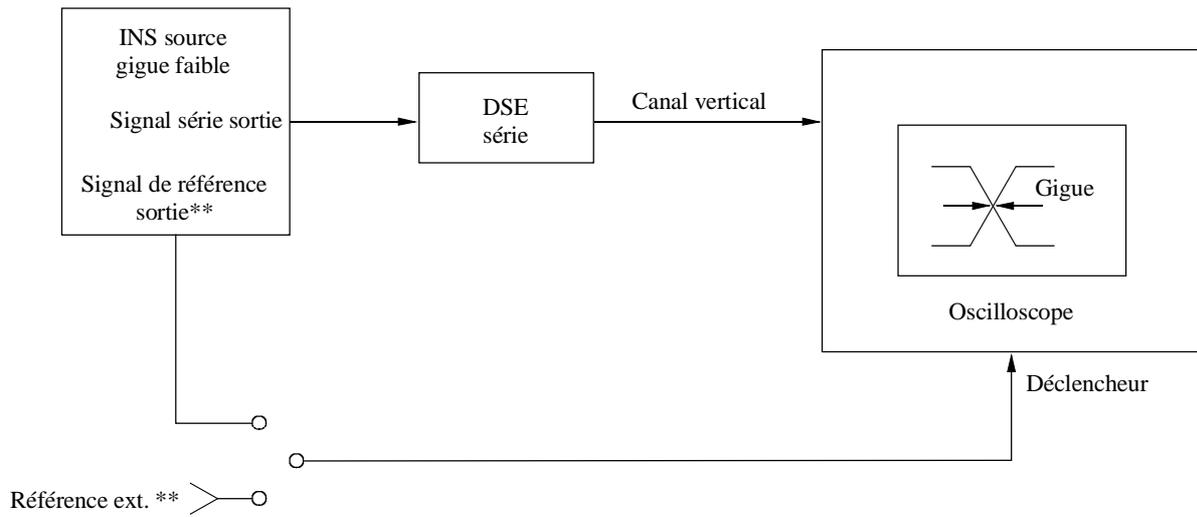
NOTE – La durée de mesure minimale requise dépend de la vitesse avec laquelle le dispositif de mesure recueille les échantillons. Pour les oscilloscopes # enregistreurs numériques (OEN), elle est déterminée par la cadence d'acquisition et par le nombre d'échantillons par acquisition. Contrairement à la cadence d'acquisition, le nombre d'échantillons dépend du taux d'échantillonnage de l'OEN préconisé. Il est possible que des OEN dont le taux d'échantillonnage est identique aient besoin de durées très différentes pour prélever un nombre d'échantillons suffisant pour pouvoir procéder aux mesures.

La durée de mesure minimale correspondant à un oscilloscope donné peut être déterminée comme suit: d'abord l'oscilloscope procède à une acquisition de très longue durée pour établir le niveau de la gigue, ensuite on effectue des mesures d'une durée de plus en plus brève jusqu'à ce que les résultats commencent à révéler une erreur ou un écart inacceptable; ainsi est établie la durée de mesure minimale pour l'oscilloscope. Les utilisateurs expérimentés déduisent souvent cette valeur par intuition d'après la distribution des échantillons.

- 4) Si le dispositif de signalisation est un oscilloscope, la mesure de la gigue se fait normalement au point d'intersection des courbes de l'oeil; il est recommandé d'utiliser un oscilloscope # enregistreur numérique doté d'une rémanence infinie.

FIGURE 6

Mesure de gigue par oscilloscope à l'aide d'un signal de référence

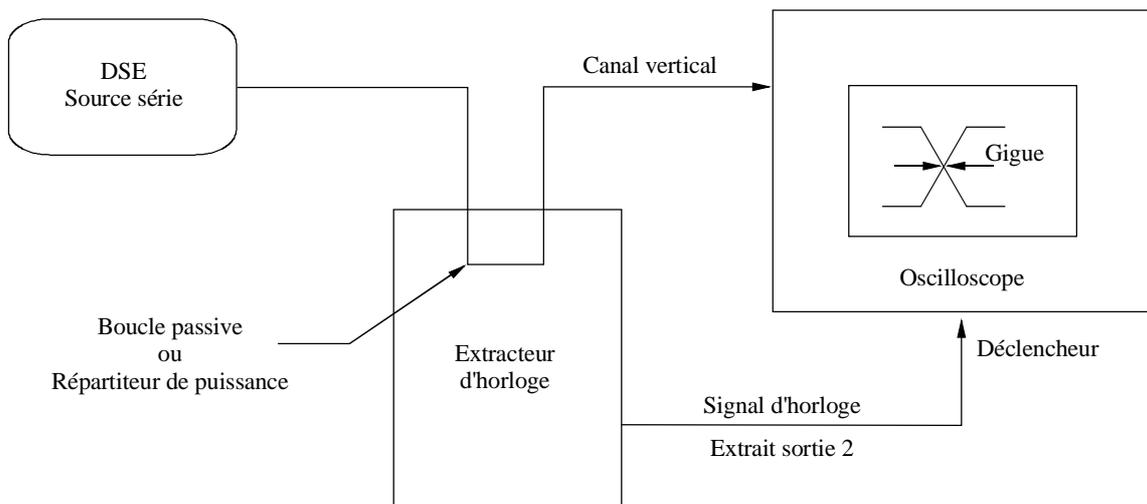


** Un signal à 270 Mbit/s (Recommandation UIT-R BT.656), le signal d'horloge parallèle à 27 MHz, le signal d'horloge série à 270 MHz ou un signal série selon la Recommandation UIT-R BT.656.

1363-06

FIGURE 7

Mesure de gigue inférieure à 1 IU à l'aide d'un extracteur d'horloge



1363-07

FIGURE 8
Schéma fonctionnel d'un extracteur d'horloge

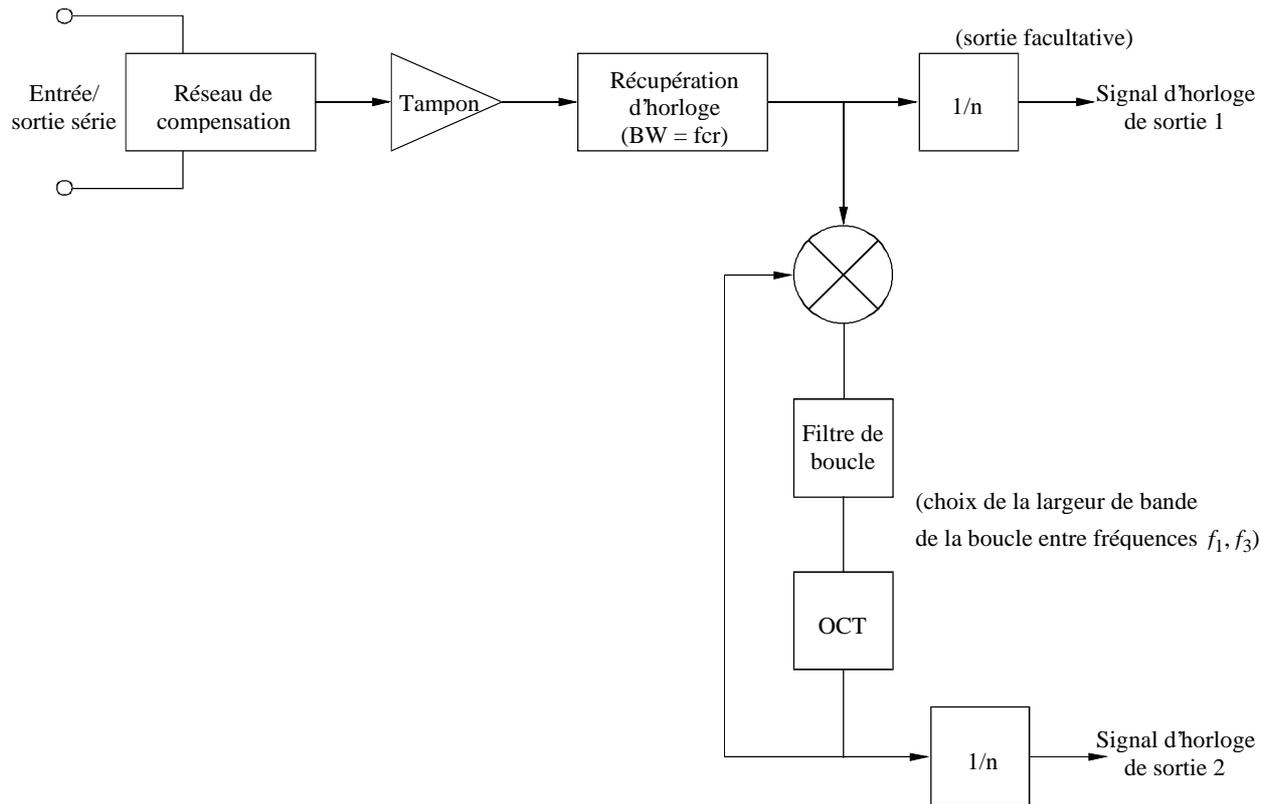
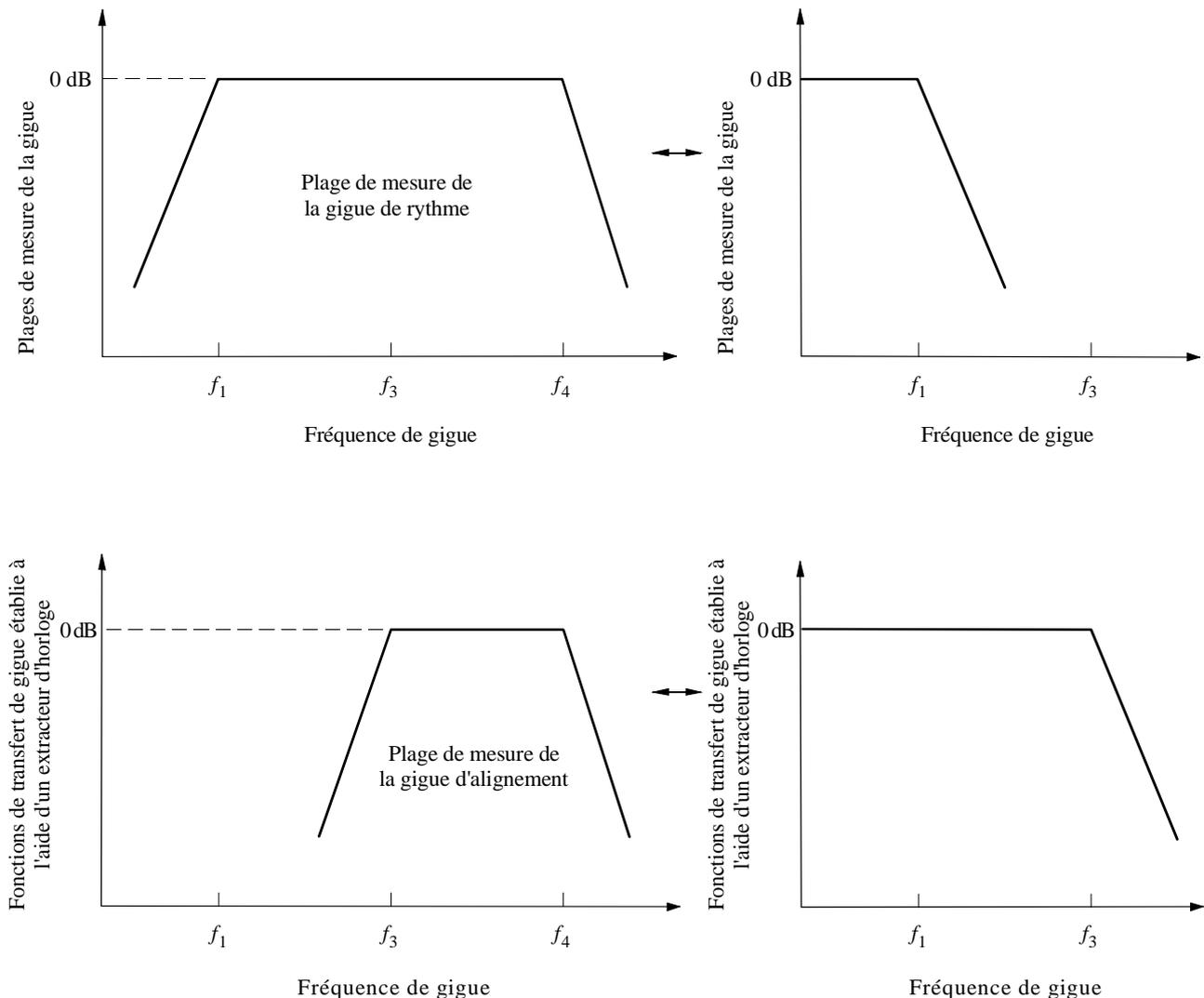


FIGURE 9

Largueur de bande nécessaire à la mesure de la gigue et fonction de transfert de gigue correspondante établie à l'aide d'un extracteur d'horloge



1363-09

4.2.3 Mesure de la gigue de rythme

L'extracteur d'horloge est calé sur la largeur de bande f_1 . Le signal d'horloge de sortie 2 est appliqué sur le canal, vertical, de déclenchement de l'oscilloscope; ce signal dépendant de l'amplitude de gigue objet de la mesure, pour des amplitudes inférieures à 1 IU. On utilisera le signal de la boucle (voir la Figure 7), alors que pour des amplitudes supérieures à 1 IU deux méthodes sont possibles:

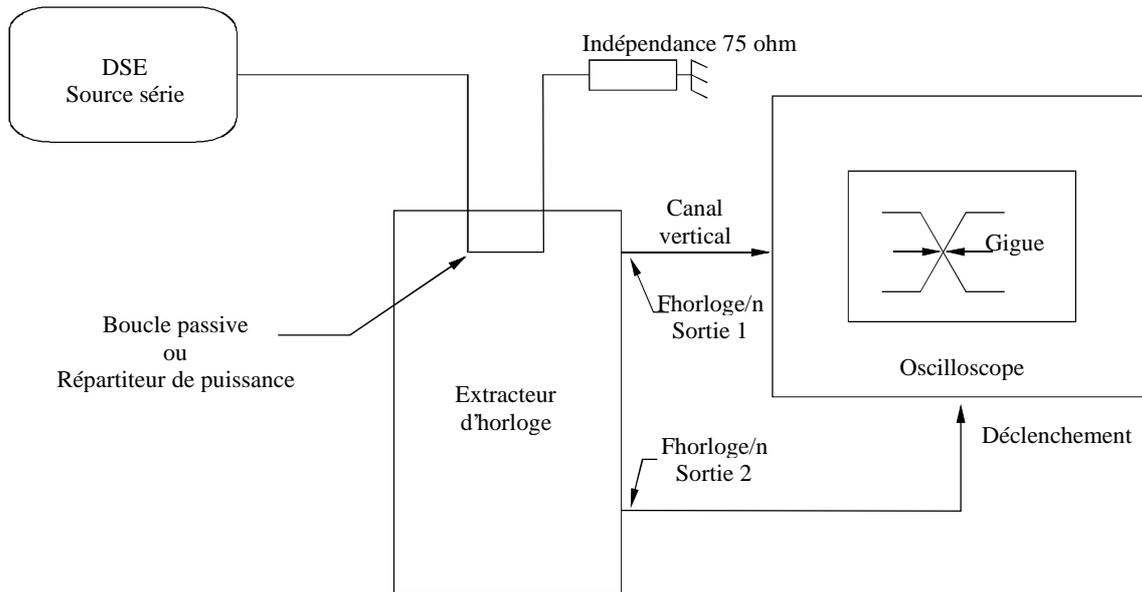
- 1) (Méthode préférée) Si l'extracteur d'horloge a un signal d'horloge de sortie 1 (Figure 8), on applique ce signal au canal vertical de l'oscilloscope (voir la Figure 10) pour obtenir une fréquence de gigue comprise entre f_1 et f_c , for étant la largeur de bande du circuit large bande de récupération du signal d'horloge.
- 2) Si l'extracteur d'horloge propose deux signaux de sortie simultanés de largeurs de bande respectives f_1 et f_3 , on applique un de ces signaux au canal vertical et l'autre au circuit de déclenchement; cette méthode permet de mesurer la gigue entre les fréquences f_1 et f_3 .
 - Présentation des résultats des mesures: Le signal d'essai, le type d'oscilloscope, la durée de la mesure et l'amplitude de gigue mesurée au point d'intersection des courbes de l'oeil devraient être précisés et il est recommandé de relever le tracé des courbes de l'oeil observées sur l'écran.

4.2.4 Mesure de la gigue d'alignement

L'extracteur d'horloge est calé sur la largeur de bande f_3 . Le signal de sortie d'horloge 2 est appliqué sur le canal de déclenchement de l'oscilloscope alors que le signal de la boucle est appliqué sur le canal vertical (voir la Figure 7).

FIGURE 10

Mesure de gigue d'amplitude supérieure à 1 IU à l'aide d'un extracteur d'horloge et d'un oscilloscope



1363-10

- Présentation des résultats des mesures: Le signal d'essai, le type d'oscilloscope, la durée de la mesure et l'amplitude de gigue mesurée à l'intersection des courbes de l'oeil devraient être précisés et il est recommandé de relever un tracé des courbes de l'oeil observées sur l'écran.

4.2.5 Mesure du bruit de phase à l'aide d'un extracteur d'horloge

Ci-après est décrite une méthode simple pour procéder à une mesure de bruit de phase sur le signal d'horloge extrait à l'aide d'un analyseur de spectre; cette méthode permet d'examiner les bandes latérales du signal d'horloge, qui correspondent aux fréquences de gigue du signal INS (voir la Figure 11).

Le signal de sortie 1 de l'extracteur d'horloge est appliqué à un analyseur de spectre, dont on se sert pour mesurer le bruit de phase et en particulier le bruit de phase du signal d'horloge extrait.

- Présentation des résultats des mesures: Il conviendrait de préciser la nature du signal d'essai, la largeur de bande de la boucle à verrouillage de phase de l'extracteur d'horloge, la largeur de bande de résolution et la portée de l'analyseur de spectre ainsi que le tracé du spectre.

4.3 Mesure de gigue à l'aide d'un démodulateur de phase

Il est tout à fait possible d'observer et de mesurer la gigue si les bandes latérales de la modulation de phase sont hétérodynées jusqu'au continu. Une méthode répandue consiste à récupérer du signal appliqué deux signaux d'horloge, l'un avec une très grande largeur de bande de récupération d'horloge et l'autre avec une faible largeur de bande, et à les appliquer à un démodulateur de phase (voir la Figure 12). Le signal de sortie est alors appliqué, par l'intermédiaire de filtres passe-bande calables à un voltmètre indicateur de crête; il peut être appliqué également à un analyseur de spectre pour observer les caractéristiques de fréquence de la gigue (voir la Figure 13). Avec des récepteurs de gigue on utilise normalement la méthode du démodulateur de phase.

4.3.1 Un récepteur de gigue doit être à même de procéder à des mesures crête à crête sur la totalité des bandes passantes de mesure visées au point 4.3.2 du corps de la présente Recommandation.

4.3.2 On peut observer le spectre de la gigue en appliquant le signal de sortie du démodulateur de phase à un analyseur de spectre ou à un oscilloscope à transformée rapide de Fourier (FFT) (voir la Figure 13).

Présentation des résultats des mesures: Il conviendrait de préciser la nature du signal d'essai, la durée de la mesure, le niveau de la gigue mesurée et la bande passante de la mesure et décrire l'équipement de mesure utilisé.

FIGURE 11

Mesure de gigue à l'aide d'un extracteur d'horloge et d'un analyseur de spectre

Analyseur de spectre

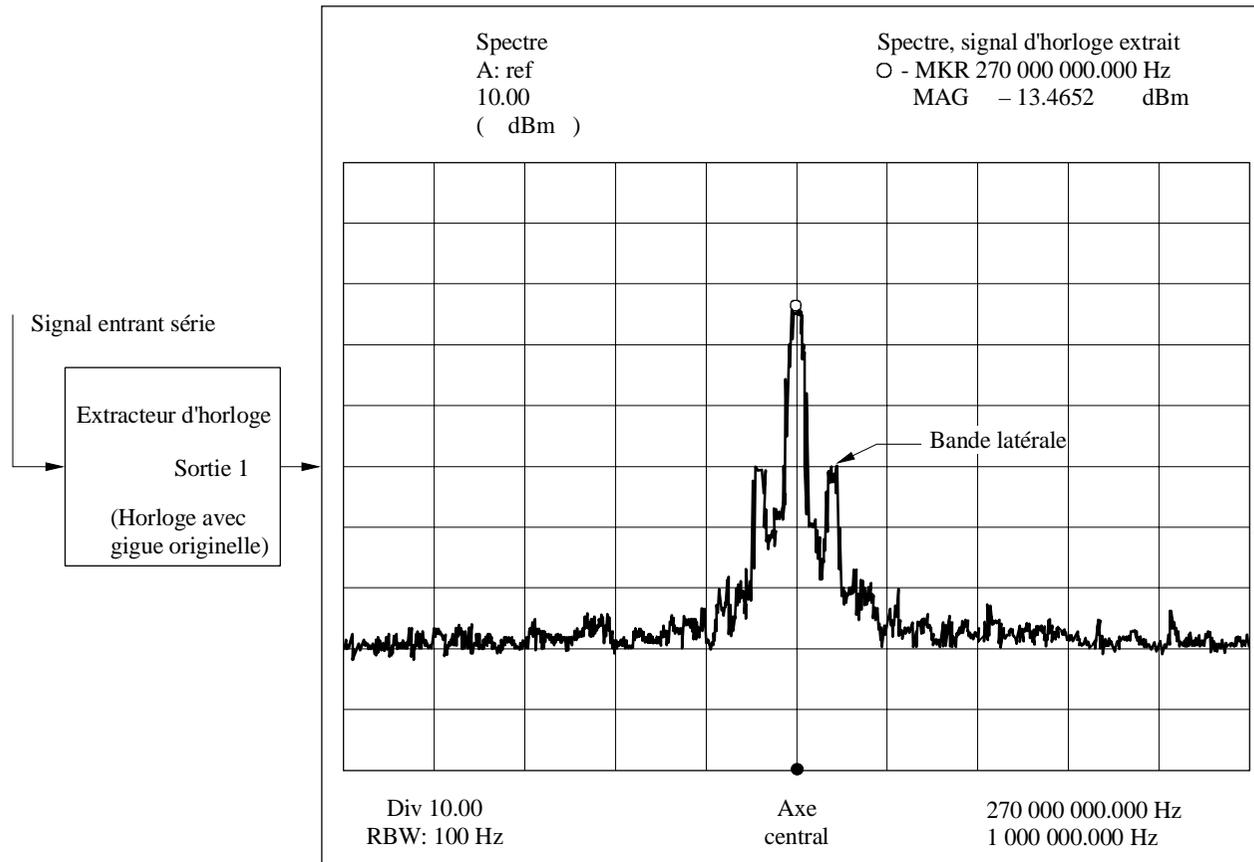


FIGURE 12
 Schéma fonctionnel d'un récepteur de gigue
 (extracteur d'horloge, BVP de haute qualité, démodulateur)

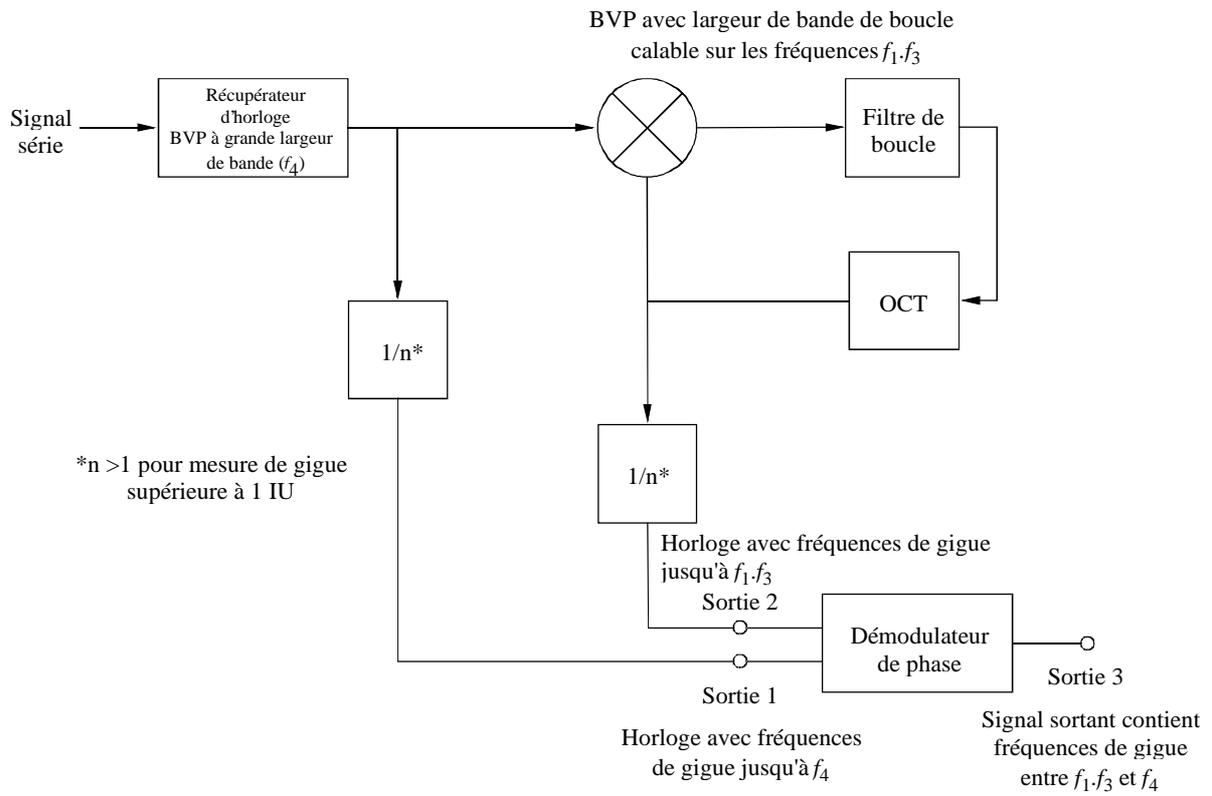
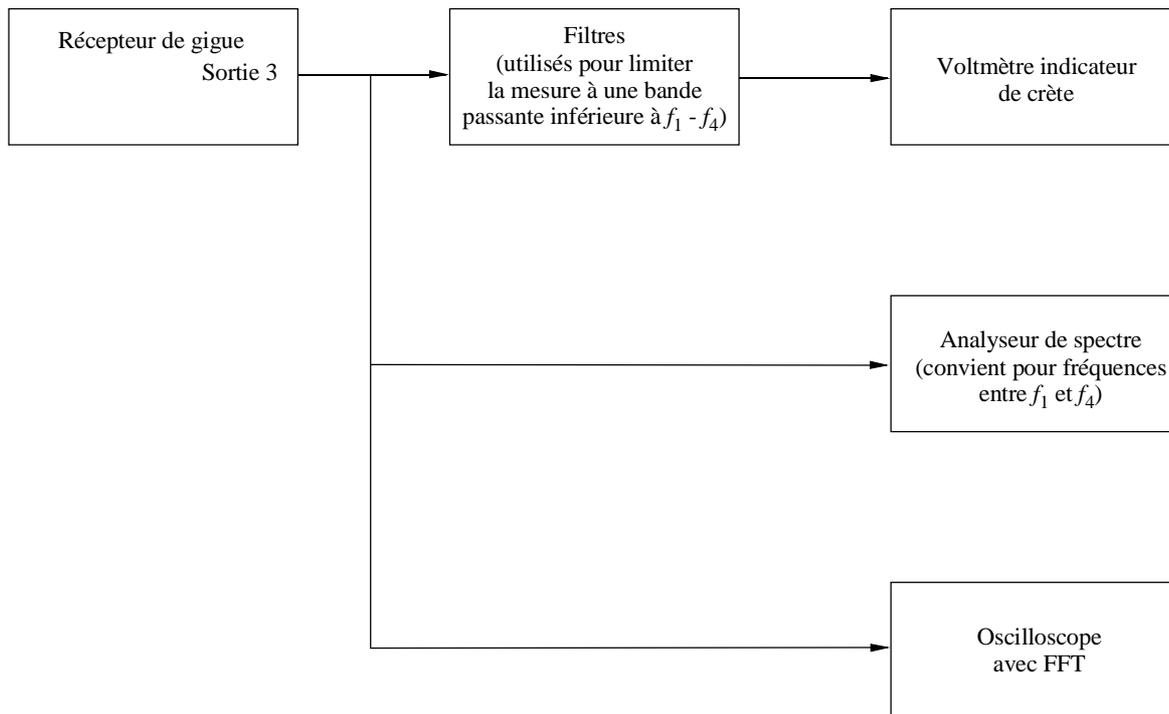


FIGURE 13

Raccordements du récepteur de gigue

1363-13

4.4 Mesure par démodulateur de phase avec un signal de référence disponible

Si l'on dispose d'un signal de référence, il est possible alors de procéder à la mesure de la gigue démodulée en utilisant le dispositif présenté dans la Figure 14. Les signaux de référence et de données sont appliqués aux deux entrées d'un démodulateur de phase numérique. Le produit du démodulateur peut être traité de plusieurs façons: premièrement, on peut le filtrer pour établir les limites de bande inférieure et supérieure, puis le transmettre à un oscilloscope pour visualiser les résultats concernant la gigue (NB: l'abscisse de l'oscillographe représente maintenant l'amplitude de la gigue); deuxièmement, on peut saisir le signal de gigue démodulé, puis le filtrer numériquement pour établir ces mêmes limites de bande; troisièmement, on peut enfin obtenir le spectre de la gigue soit en exécutant une FFT sur un signal saisi, soit en appliquant le signal démodulé à un analyseur de spectre.

- Présentation des résultats des mesures: Il conviendrait de consigner le type du signal d'essai, les limites supérieure et inférieure de bande, la durée de la mesure et l'amplitude crête à crête de la gigue.
- Informations connexes: Cette méthode de mesure est sensible à la présence d'une éventuelle gigue dépendant de la forme du signal qu'introduirait le détecteur de phase dans le démodulateur de gigue; le détecteur de phase doit donc être d'un type qui permet d'éviter d'introduire une telle gigue. La méthode exige en outre d'étalonner le démodulateur de phase pour que l'abscisse de l'oscillographe puisse indiquer l'amplitude de gigue, ce qui peut être fait en ménageant un écart de fréquence entre le signal de référence et le signal de données et en notant la pente du signal produit par le démodulateur de phase. Enfin, cette méthode permet uniquement de mesurer une gigue dont l'amplitude est inférieure, en théorie et en pratique, à 1 IU à cause de la présence de non-linéarités à proximité des limites de la fonction de transfert du démodulateur.

5 Mesure de la tolérance de la gigue

Pour mesurer la tolérance de la gigue il faut utiliser un générateur de gigue étalonné et un dispositif de mesure du taux d'erreur (voir la Figure 15).

– Procédure

- 1) Raccorder l'équipement comme indiqué dans la Figure 15. Après avoir réglé l'amplitude de la gigue du générateur à 0 IU, vérifier l'absence d'erreur.
- 2) Régler la fréquence du générateur de gigue sur la fréquence voulue et accroître l'amplitude de la gigue jusqu'à l'apparition du critère d'erreurs. Noter l'amplitude et la fréquence de la gigue.
- 3) Répéter l'étape 2) pour un nombre suffisant de fréquences afin de déterminer la courbe de tolérance de la gigue.

– Pour vérifier la conformité de la mesure avec un gabarit de tolérance

- 1) Régler l'amplitude et la fréquence de la gigue sur un point de gabarit, puis vérifier que l'apparition du critère d'erreurs n'est pas atteinte.
- 2) Répéter l'étape 1) pour un nombre suffisant de points du gabarit entre les fréquences f_1 et f_3 . La forme du gabarit est décrite dans le corps de la présente Recommandation.

NOTE – Pour établir l'amplitude de la gigue d'un générateur non étalonné on peut utiliser un récepteur de gigue étalonné.

6 Mesure du transfert de gigue

Pour mesurer le transfert de gigue il faut utiliser un générateur et un récepteur de gigue étalonnés (voir la Figure 16). Une autre méthode, améliorée, consiste à utiliser un générateur de gigue avec application en entrée d'une gigue à partir d'une source externe, puis un récepteur de gigue et un analyseur de spectre avec, en sortie, un oscillateur de poursuite du signal (voir la Figure 17).

– Technique de base

- 1) Procéder à une mesure de tolérance de la gigue du DSE sur la plage de fréquences souhaitée.
- 2) Raccorder l'équipement comme indiqué dans la Figure 16. Régler le générateur de gigue à un niveau qui soit inférieur à la valeur de la tolérance mesurée sur la bande en question, mais suffisamment élevé pour garantir l'exactitude de la mesure.
- 3) Noter la valeur du récepteur et la fréquence de gigue.
- 4) Diviser la valeur donnée par le récepteur de gigue par le niveau affiché par le générateur afin d'obtenir le gain de gigue à cette fréquence.
- 5) Répéter l'étape 3) pour un nombre suffisant de fréquences afin de déterminer la fonction de transfert de gigue.

NOTE – Si la réponse en fréquence du générateur ou du récepteur de gigue n'est pas plate, raccorder directement ensemble le générateur et le récepteur pour établir une table de déviation.

– Méthode améliorée

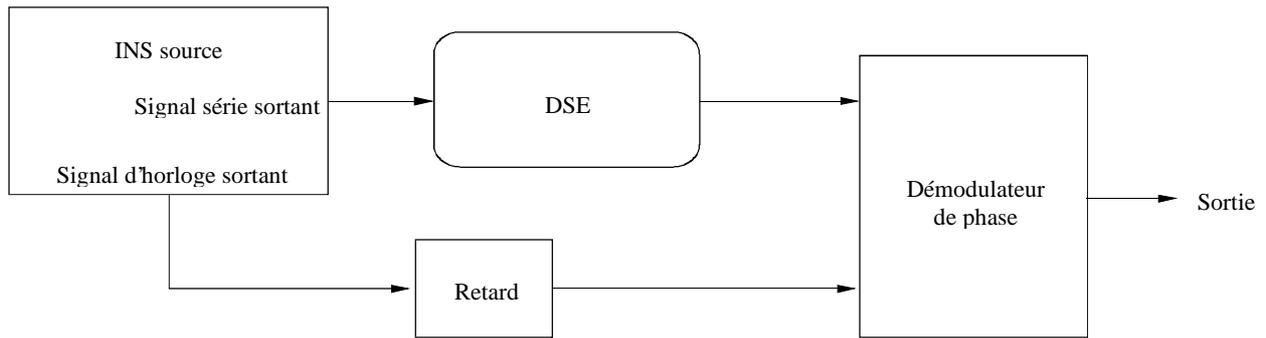
- 1) Mesurer la tolérance de la gigue du DSE sur la plage de fréquences souhaitée.
- 2) Raccorder l'équipement comme indiqué dans la Figure 17, en contournant le DSE. Vérifier le fonctionnement linéaire, exempt d'erreur, du récepteur de gigue.
- 3) Régler l'amplitude du générateur de poursuite en sortie de telle sorte que le niveau du générateur de gigue soit inférieur à la tolérance de la gigue mesurée sur la plage de fréquences souhaitée. Sélectionner une largeur de bande de résolution appropriée sur l'analyseur de spectre. Sauvegarder la trace sur l'analyseur.
- 4) Raccorder le DSE. Déduire la trace enregistrée de la trace affichée. La différence est la fonction de transfert de gigue du DSE.

NOTE – Il est possible d'utiliser en lieu et place de la combinaison analyseur de spectre plus générateur de poursuite un analyseur de réseau vectoriel, dispositif qui permet en effet de mesurer à la fois la phase et l'amplitude de la fonction de transfert de gigue.

Pour vérifier la conformité du dispositif avec un gabarit de transfert de gigue: lors de l'emploi de la méthode soit de base, soit améliorée, vérifier que le transfert de gigue est inférieur à la valeur du gabarit, de f_1 à $10(f_c)$.

FIGURE 14

Mesure par démodulateur de phase avec un signal de référence disponible



1363-14

FIGURE 15

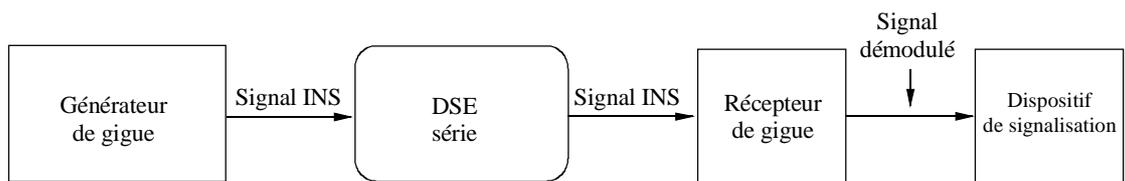
Mesure de tolérance de la gigue



1363-15

FIGURE 16

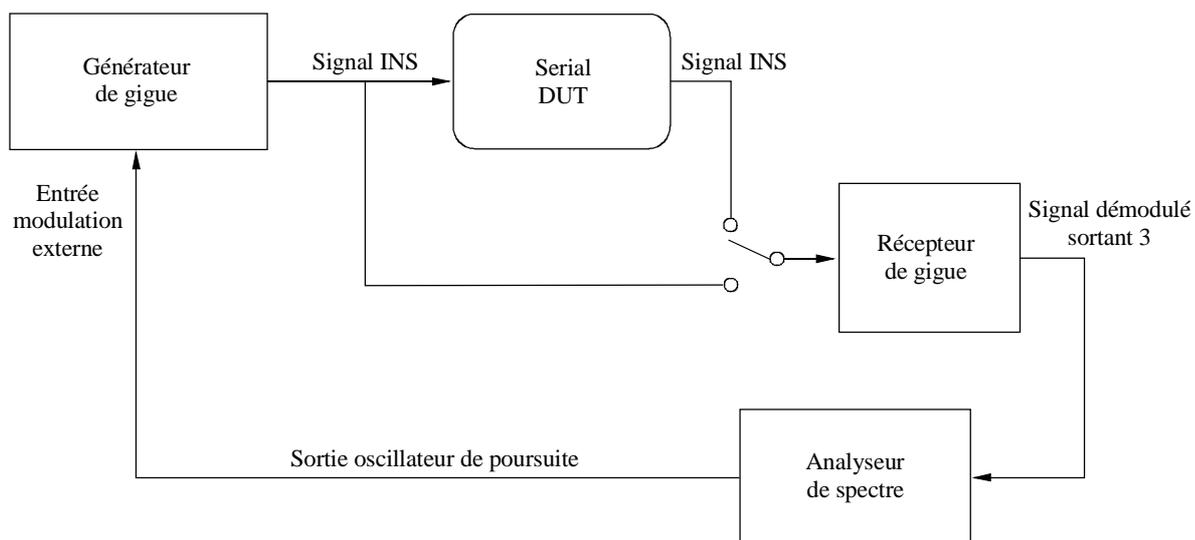
Mesure de la fonction de transfert de gigue (méthode de base)



1363-16

FIGURE 17

Mesure de la fonction de transfert de gigue (méthode améliorée)



1363-17