



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.825**

(03/2000)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE  
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX  
NUMÉRIQUES

Réseaux numériques – Objectifs de qualité et de  
disponibilité

---

**Régulation de la gigue et du dérapage dans les  
réseaux numériques à hiérarchie numérique  
synchrone**

Recommandation UIT-T G.825

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

---

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G  
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
EQUIPEMENTS TERMINAUX	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
Généralités	G.800–G.809
Objectifs de conception pour les réseaux numériques	G.810–G.819
<b>Objectifs de qualité et de disponibilité</b>	<b>G.820–G.829</b>
Fonctions et capacités du réseau	G.830–G.839
Caractéristiques des réseaux à hiérarchie numérique synchrone	G.840–G.849
Gestion du réseau de transport	G.850–G.859
Intégration des systèmes satellitaires et hertziens à hiérarchie numérique synchrone	G.860–G.869
Réseaux de transport optiques	G.870–G.879
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999

*Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.*

## **Recommandation UIT-T G.825**

### **Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques à hiérarchie numérique synchrone**

#### **Résumé**

La présente Recommandation UIT-T spécifie les limites maximales de réseau pour la gigue et le dérapage qui ne doivent pas être dépassées et la tolérance minimale de gigue et de dérapage de l'équipement que doit posséder toute interface de transport ou de synchronisation pertinente qui est basée sur la hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*).

Les spécifications relatives aux caractéristiques de la gigue et du dérapage qui sont données dans la présente Recommandation UIT-T doivent être appliquées afin d'assurer l'interfonctionnement des équipements produits par différents fabricants et une qualité de fonctionnement du réseau satisfaisante.

#### **Source**

La Recommandation G.825 de l'UIT-T, révisée par la Commission d'études 13 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 10 mars 2000 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de la CMNT.

#### **Mots clés**

Dérapage de sortie, gigue de sortie, horloges, limites de réseau, rythme, synchronisation, tolérance de dérapage d'entrée, tolérance de gigue d'entrée.

## AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de la CMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2001

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>	
1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives .....	1
3	Définitions .....	2
4	Abréviations .....	2
5	Limites de réseau pour les valeurs maximales de la gigue et du dérapage de sortie à une interface hiérarchique quelconque .....	3
5.1	Limites de réseau pour la gigue .....	3
5.2	Limites de réseau pour le dérapage .....	4
6	Spécification concernant les équipements numériques particuliers .....	4
6.1	Tolérance de gigue et de dérapage des accès d'entrée des interfaces STM-N .....	4
6.1.1	Tolérance de dérapage d'entrée des interfaces STM-N .....	6
6.1.2	Tolérance de gigue d'entrée des interfaces STM-N .....	6
6.2	Production de gigue et de dérapage .....	11
6.3	Transfert de gigue et de dérapage .....	11
	Appendice I – Relation entre les spécifications relatives à la gigue des interfaces dans le réseau et la tolérance de gigue d'entrée .....	12
I.1	Spécifications relatives à la gigue des interfaces de réseau .....	12
I.2	Tolérance de gigue d'entrée de l'équipement de réseau .....	13
	Appendice II – Méthode de mesure du dérapage de sortie des interfaces synchrones .....	15
	Appendice III – Systèmes de ligne et incidence sur l'interfonctionnement .....	15

## **Introduction et rappel**

Dans un réseau numérique, la gigue et le dérapage s'accumulent dans les conduits de transmission au fur et à mesure de leur production et selon les caractéristiques de transfert de chaque équipement interconnecté. Ces équipements peuvent comprendre différents types de multiplexeurs/démultiplexeurs, de répartiteurs, d'horloges et de systèmes de ligne, par exemple.

Un taux excessif de gigue et de dérapage peut avoir des effets défavorables sur les signaux aussi bien numériques (production d'erreurs sur les bits, glissements et autres anomalies) qu'analogiques (modulation parasite de la phase du signal transmis). Les conséquences d'une telle déficience vont généralement dépendre du service particulier qui est acheminé et de l'équipement terminal ou de l'équipement d'adaptation mis en œuvre.

Il est donc indispensable de fixer des limites relatives à l'amplitude maximale et à la tolérance minimale correspondante de la gigue et du dérapage aux interfaces avec le réseau, afin de garantir une qualité des signaux transmis et une conception de l'équipement appropriées.

Ces limites de réseau ne dépendent pas du service particulier qui est acheminé.

## Recommandation UIT-T G.825

### Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques à hiérarchie numérique synchrone

#### 1 Domaine d'application

Le domaine d'application de la présente Recommandation UIT-T consiste à définir les paramètres et les valeurs correspondantes qui permettront de limiter de manière satisfaisante le taux de gigue et de dérapage présent aux interfaces de nœud de réseau (NNI, *network-network interface*) en hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*).

Les interfaces d'un réseau SDH auxquelles la présente Recommandation UIT-T s'applique sont définies dans la Recommandation UIT-T G.707 en fonction des débits binaires et des structures de trame; leurs caractéristiques électriques sont décrites dans la Recommandation UIT-T G.703, tandis que les caractéristiques optiques sont mentionnées dans les Recommandations UIT-T G.957 et G.691.

Des informations complémentaires concernant l'architecture des réseaux SDH sont données dans la Recommandation UIT-T G.803.

Les spécifications relatives à la gigue et au dérapage pour les réseaux en hiérarchie numérique plésiochrone (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*) et les réseaux de synchronisation sont données dans la Recommandation UIT-T G.823, en ce qui concerne les réseaux qui sont basés sur le débit binaire de premier niveau à 2048 kbit/s, et dans la Recommandation UIT-T G.824, en ce qui concerne les réseaux qui sont basés sur le débit binaire de premier niveau à 1544 kbit/s.

La régulation de la gigue et du dérapage est basée sur les principes suivants:

- nécessité de recommander une valeur limite maximale, qui ne devra être dépassée dans aucune interface pertinente du réseau;
- nécessité de recommander un cadre homogène pour la spécification d'équipements numériques particuliers (à savoir les spécifications relatives au transfert, à la tolérance et à la production de gigue et de dérapage);
- nécessité de fournir aux organisations des informations et des directives suffisantes pour mesurer et étudier l'accumulation de la gigue et du dérapage dans une configuration de réseau quelconque.

#### 2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en son partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- Projet de Recommandation UIT-T G.691, *Interfaces optiques pour systèmes monocanaux STM-64, STM-256 et autres systèmes SDH à amplificateurs optiques*.
- Recommandation UIT-T G.703 (1998), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions numériques hiérarchiques*.
- Recommandation UIT-T G.707 (1996), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone*.

- Recommandation UIT-T G.783 (1997), *Caractéristiques de blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique synchrone.*
- Recommandation UIT-T G.803 (2000), *Architecture des réseaux de transport à hiérarchie numérique synchrone.*
- Recommandation UIT-T G.810 (1996), *Définitions et terminologie des réseaux de synchronisation.*
- Recommandation UIT-T G.811 (1997), *Caractéristiques de rythme des horloges de référence primaires.*
- Recommandation UIT-T G.812 (1998), *Spécifications de rythme des horloges asservies utilisées comme horloges nodales dans les réseaux de synchronisation.*
- Recommandation UIT-T G.813 (1996), *Caractéristiques de rythme des horloges asservies utilisées dans les équipements SDH.*
- Recommandation UIT-T G.823 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques basés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T G.824 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques basés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T G.832 (1998), *Transport d'éléments de la hiérarchie numérique synchrone sur des réseaux à hiérarchie numérique plésiochrone – Structure des trames et des multiplex.*
- Recommandation UIT-T G.957 (1999), *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone.*
- Recommandation UIT-T O.171 (1997), *Appareil de mesure de la gigue et du dérapage de rythme dans les systèmes numériques à hiérarchie numérique plésiochrone.*
- Recommandation UIT-T O.172 (1999), *Appareil de mesure de la gigue et du dérapage dans les systèmes numériques à hiérarchie numérique synchrone.*

### 3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants. Des définitions supplémentaires se rapportant aux réseaux de synchronisation sont données dans la Recommandation UIT-T G.810.

**3.1 interface synchrone:** cette interface fournit un signal de sortie dont la fréquence est normalement attribuable à une horloge de référence primaire.

**3.2 interface asynchrone:** cette interface fournit un signal de sortie dont la fréquence n'est pas attribuable à une horloge de référence primaire mais satisfait aux spécifications en matière de décalage de fréquence qui sont données dans la Recommandation UIT-T G.703.

**3.3 interface de synchronisation:** cette interface est synchrone et les limites de réseau pour le dérapage sont spécifiées à l'aide des paramètres erreur maximale d'intervalle temporel et écart temporel et des valeurs qui sont données dans la présente Recommandation UIT-T.

### 4 Abréviations

La présente Recommandation UIT-T utilise les abréviations suivantes. D'autres abréviations viendront les compléter.

CMI            signaux à inversions codées (*code mark inversion*)

MRTIE        erreur relative maximale d'intervalle temporel (*maximum relative time interval error*)

MS-AIS	signal d'indication d'alarme de section de multiplexage ( <i>multiplex section alarm indication signal</i> )
MTIE	erreur maximale d'intervalle temporel ( <i>maximum time interval error</i> )
NE	élément de réseau ( <i>network element</i> )
NNI	interface de nœud de réseau ( <i>network node interface</i> )
pk-pk	crête à crête ( <i>peak-to-peak</i> )
RTIE	erreur relative d'intervalle temporel ( <i>relative time interval error</i> )
SDH	hiérarchie numérique synchrone ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
TDEV	écart temporel ( <i>time deviation</i> )
TIE	erreur d'intervalle temporel ( <i>time interval error</i> )
UI	intervalle unitaire ( <i>unit interval</i> )
UIT-T	Union internationale des télécommunications – Secteur de la normalisation des télécommunications
UNI	interface utilisateur-réseau ( <i>user network interface</i> )

## **5 Limites de réseau pour les valeurs maximales de la gigue et du dérapage de sortie à une interface hiérarchique quelconque**

### **5.1 Limites de réseau pour la gigue**

Les limites qui sont données dans le Tableau 1 représentent les valeurs maximales admissibles de la gigue aux interfaces avec un réseau numérique. Lorsqu'on emploie les filtres de mesure qui sont spécifiés, la gigue qui est mesurée pendant un intervalle de 60 secondes ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 1. Ces limites doivent être respectées dans toutes les conditions de fonctionnement, et quel que soit le nombre d'équipements en amont de l'interface. En général, ces limites de réseau sont compatibles avec la tolérance de gigue minimale que doivent avoir tous les accès d'entrée des équipements. Des indications concernant l'obtention des valeurs des paramètres du Tableau 1 sont données à l'Appendice I.

La relation entre les limites de réseau et la tolérance d'entrée est étroite, de manière que les fréquences de coupure des filtres de mesure de la gigue utilisées dans le Tableau 1 ont les mêmes valeurs que les fréquences d'angle du gabarit de tolérance de gigue utilisées en 6.1. L'Appendice I donne de plus amples informations sur cette relation.

Les filtres de mesure passe-haut dans le Tableau 1 ont une caractéristique du premier ordre et une pente de 20 dB/décade. Les filtres de mesure passe-bas ont une caractéristique de Butterworth la plus uniforme possible et une pente de -60 dB/décade.

La Recommandation UIT-T O.172 contient une description fonctionnelle de l'équipement qui convient à la mesure de la gigue dans les systèmes SDH. D'autres spécifications relatives à la réponse en fréquence de la fonction de mesure de la gigue, telles que la précision du filtre de mesure et les pôles de filtrage supplémentaires permis, sont aussi données dans la Recommandation UIT-T O.172.

**Tableau 1/G.825 – Gigue maximale admissible aux interfaces de réseau**

Interface	Largeur de bande de la mesure, fréquences (Hz) à -3 dB	Amplitude de crête à crête (UIpp)
STM-1e (Notes 1, 2)	500 à 1,3 M	1,5
	65 k à 1,3 M	0,075
STM-1 (Note 4)	500 à 1,3 M	1,5
	65 k à 1,3 M	0,15
STM-4 (Note 4)	1 k à 5 M	1,5
	250 k à 5 M	0,15
STM-16 (Note 4)	5 k à 20 M	1,5
	1 M à 20 M	0,15
STM-64 (Note 4)	20 k à 80 M	1,5
	4 M à 80 M	0,15 (Note 3)

NOTE 1 – Le format électrique pour les signaux à inversions codées (CMI, *code mark inversion*) est conforme à ceux de la Recommandation UIT-T G.703.

NOTE 2 – Les spécifications relatives au module de transport synchrone de niveau 1 (STM-1, *synchronous transport module, level 1*) s'appliquent au module STM-1e pour les réseaux qui utilisent des horloges conformes à celles de la deuxième option de la Recommandation UIT-T G.813 ou à celles des deuxième, troisième ou quatrième type de la Recommandation UIT-T G.812.

NOTE 3 – L'effet de la dispersion et des non-linéarités sur l'ouverture de l'œil et sur le choix de cette valeur doit faire l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 4 – STM-1      1 UI = 6,43 ns  
                   STM-4      1 UI = 1,61 ns  
                   STM-16     1 UI = 0,402 ns  
                   STM-64     1 UI = 0,100 ns

## 5.2 Limites de réseau pour le dérapage

Les interfaces STM-N sont définies comme étant des interfaces de synchronisation. Les limites de réseau pour le dérapage aux interfaces de synchronisation sont spécifiées dans la Recommandation UIT-T G.823 pour les réseaux qui sont basés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s, et dans la Recommandation UIT-T G.824 pour ceux qui sont basés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s.

## 6 Spécification concernant les équipements numériques particuliers

Pour mieux garantir que l'interconnexion d'équipements numériques n'entraînera pas un dépassement des limites d'accumulation de gigue dans le réseau, les caractéristiques de transfert de gigue et de production de gigue seront définies pour chaque équipement. Et pour mieux garantir que les équipements pourront fonctionner correctement compte tenu des limites de réseau spécifiées, les caractéristiques de tolérance relatives à la gigue seront également définies.

### 6.1 Tolérance de gigue et de dérapage des accès d'entrée des interfaces STM-N

Le présent sous-paragraphe spécifie la tolérance de gigue et de dérapage des accès d'entrée SDH. La tolérance de gigue et de dérapage des accès d'entrée PDH des équipements SDH est spécifiée dans les Recommandations UIT-T G.823 et G.824.

Pour qu'un équipement quelconque puisse d'une manière générale être connecté à une interface appropriée quelconque dans un réseau, les accès d'entrée de tous les équipements doivent être tels qu'ils puissent accepter des niveaux de gigue et de dérapage allant au moins jusqu'aux limites minimales définies en 6.1.1 et 6.1.2.

Le tolérance de gigue et de dérapage d'une interface SDH indique le niveau minimal de bruit de phase que l'accès d'entrée doit accepter:

- sans provoquer d'alarme;
- sans provoquer de glissement;
- sans provoquer d'erreur sur les bits; sauf dans le cas des interfaces STM-N optiques aux fréquences de gigue supérieures à la fréquence  $f_p$  ( $f_p$  est égale à 6,5 kHz pour les interfaces STM-1, à 25 kHz pour les interfaces STM-4, à 100 kHz pour les interfaces STM-16 et à 400 kHz pour les interfaces STM-64), pour lesquelles une réduction équivalente en puissance optique de 1 dB ne doit pas être dépassée.

Tous les accès d'entrée numérique des équipements doivent être en mesure d'accepter un signal numérique qui possède:

- a) des caractéristiques électriques conformes aux spécifications de la Recommandation UIT-T G.703, ou des caractéristiques optiques conformes à celles des Recommandations UIT-T G.957 et G.691;
- b) un décalage de fréquence (par rapport à la valeur nominale) inférieur à celui qui est défini dans le Tableau 2;
- c) un écart de phase sinusoïdale dont la relation amplitude-fréquence qui est définie dans les paragraphes suivants permet d'obtenir les limites appropriées pour les différentes interfaces.

En principe, ces spécifications doivent être respectées quel que soit le contenu des informations du signal numérique. Toutefois, aux fins des essais, le contenu du signal dont la gigue et le dérapage sont modulés doit consister en une séquence d'essai structurée comme définie à l'Annexe A/O.172.

Lors de la spécification ou de l'évaluation de la tolérance d'une interface, on peut distinguer les deux types suivants de fonctionnement des équipements:

- fonctionnement asynchrone, au cours duquel l'équipement récepteur n'est pas synchronisé avec une source qui est synchronisée avec l'interface envisagée. Dans ce cas, c'est la capacité de l'équipement à accepter les variations de phase du signal entrant (en termes de circuit de récupération d'horloge et de tampons de synchroniseur/désynchroniseur) qui importe;
- fonctionnement synchrone, au cours duquel l'équipement récepteur est synchronisé avec une source qui est synchronisée avec l'interface envisagée. Dans ce cas, la dimension et le fonctionnement des tampons de glissement importent aussi.

Sauf indication contraire, les spécifications relatives à la tolérance des 6.1.1 et 6.1.2 s'appliquent aux conditions de fonctionnement aussi bien asynchrone que synchrone.

La limite pour la gigue et le dérapage aux fréquences supérieures à 10 Hz rend compte de l'amplitude maximale admissible de la gigue dans un réseau numérique. La limite aux fréquences inférieures à 10 Hz ne vise toutefois pas à représenter le dérapage maximal admissible qui peut se produire en pratique. Pour les fréquences inférieures à 10 Hz, on a établi les limites de manière que ce niveau de la mémoire tampon qui est assuré à l'entrée des équipements facilite, en cas de besoin, l'acceptation des dérapages qui sont produits dans de nombreuses connexions réelles.

Pour la commodité des essais, la tolérance prescrite est définie en fonction de l'amplitude de crête à crête et de la fréquence de la gigue sinusoïdale qui module une configuration numérique d'essai. Il est important de ne pas perdre de vue que cette condition d'essai n'est pas en elle-même destinée à représenter le type de gigue que l'on rencontre en pratique dans un réseau.

Des directives concernant le dispositif de mesure de la tolérance de gigue et de dérapage d'entrée sont données à l'Appendice III/G.823. Les instruments qui sont conformes à ceux de la Recommandation UIT-T O.172 conviennent à la production de gigue et de dérapage dans les systèmes SDH.

**Tableau 2/G.825 – Décalage maximal de fréquence aux interfaces STM-N**

Décalage maximal de fréquence ( $\pm$ ppm)	Exemple d'application
4,6	éléments de réseau SDH utilisant des horloges conformes à celles de la première option de la Recommandation UIT-T G.813.
20	signaux d'indication d'alarme pour les sections de multiplexage dans les sections de régénération SDH et éléments NE utilisant des horloges conformes à celles de la deuxième option de la Recommandation UIT-T G.813.

Des spécifications relatives à la régénération sont données dans la Recommandation UIT-T G.783. L'Appendice III fournit des informations supplémentaires.

### 6.1.1 Tolérance de dérapage d'entrée des interfaces STM-N

Les interfaces STM-N qui sont employées comme interfaces de synchronisation doivent satisfaire aux spécifications relatives à la tolérance de dérapage qui figurent dans les Recommandations UIT-T G.812 et G.813. Ces Recommandations contiennent des spécifications pour deux types de réseaux. Pour les équipements qui sont utilisés dans des réseaux basés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s, les spécifications relatives à la tolérance de dérapage sont données dans la deuxième option de la Recommandation UIT-T G.813, et pour les types d'horloge II, III et IV qui figurent dans la Recommandation UIT-T G.812. Pour les équipements SDH qui sont utilisés dans des réseaux basés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s, les spécifications relatives à la tolérance de dérapage sont données dans la première option de la Recommandation UIT-T G.813, et pour les types d'horloge I, V et VI qui figurent dans la Recommandation UIT-T G.812.

NOTE – Les interfaces de trafic doivent aussi tolérer des décalages de fréquence d'au moins 20 ppm aux fins de la détection des signaux MS-AIS.

### 6.1.2 Tolérance de gigue d'entrée des interfaces STM-N

Des spécifications particulières relatives à la tolérance de gigue pour les différents débits STM-N sont données dans les sous-paragraphes suivants. Ces spécifications indiquent les niveaux minimaux de gigue qui doivent être acceptés à une interface STM-N. Des directives concernant les séquences d'essai qui conviennent aux systèmes SDH sont données dans la Recommandation UIT-T O.172.

Comme observé en 6.1.1, les équipements SDH peuvent être utilisés dans différents réseaux. Bien que les spécifications de base relatives à la tolérance de gigue soient les mêmes pour les deux réseaux, le domaine des basses fréquences de la spécification relative à la tolérance de gigue différera de manière à être compatible avec les spécifications particulières relatives au dérapage dans le réseau qui sont données dans les Recommandations UIT-T G.824 et G.825. Ces différences sont mentionnées dans les spécifications ci-après.

### 6.1.2.1 Tolérance de gigue des interfaces STM-1 et STM-1e

Le niveau de gigue que doivent accepter les interfaces SDH STM-1 et STM-1e est spécifié dans les Tableaux 3 et 4, respectivement, et illustré dans les Figures 1 et 2. Les spécifications sont données pour les interfaces aussi bien optiques (STM-1) qu'électriques (STM-1e). On admet que les équipements qui sont utilisés dans les réseaux existants produisent une gigue aux interfaces STM-1e, conforme à celles des spécifications relatives aux interfaces STM-1 qui figurent dans la Recommandation UIT-T G.813. L'interfonctionnement entre des équipements plus anciens et des équipements qui satisfont aux spécifications relatives aux interfaces STM-1e du Tableau 4 doit faire l'objet d'un complément d'étude. Pour les réseaux qui sont basés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s, les interfaces STM-1e doivent satisfaire à la prescription plus contraignante relative à la tolérance de gigue des interfaces STM-1.

**Tableau 3/G.825 – Limite de tolérance de gigue d'entrée des interfaces STM-1**

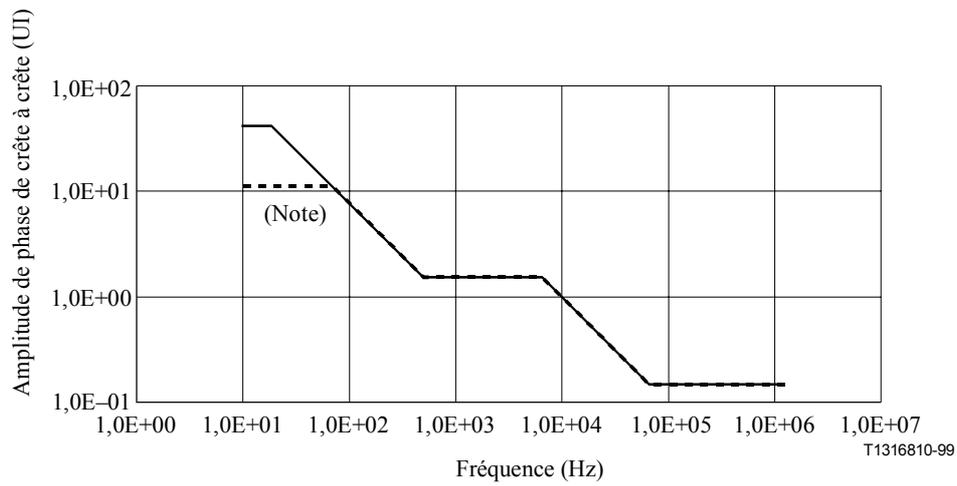
Fréquence f (Hz)		Spécification (de crête à crête)
Réseaux à 2048 kbit/s	Réseaux à 1544 kbit/s	
–	$10 < f \leq 68,7$	10,9 UI
$10 < f \leq 19,3$	–	38,9 UI (0,25 $\mu$ s)
$19,3 < f \leq 68,7$	–	$750 f^{-1}$ UI
$68,7 < f \leq 500$		$750 f^{-1}$ UI
$500 < f \leq 6,5$ k		1,5 UI
$6,5$ k $< f \leq 65$ k		$9,8 \times 10^3 f^{-1}$ UI
$65$ k $< f \leq 1,3$ M		0,15 UI

**Tableau 4/G.825 – Limite de tolérance de gigue d'entrée des interfaces STM-1e**

Fréquence f (Hz)	Spécification (de crête à crête)
$10 < f \leq 19,3$	38,9 UI (0,25 $\mu$ s)
$19,3 < f \leq 500$	$750 f^{-1}$ UI
$500 < f \leq 3,3$ k (Note 2)	1,5 UI
$3,3$ k $< f \leq 65$ k	$4,9 \times 10^3 f^{-1}$ UI
$65$ k $< f \leq 1,3$ M	0,075 UI

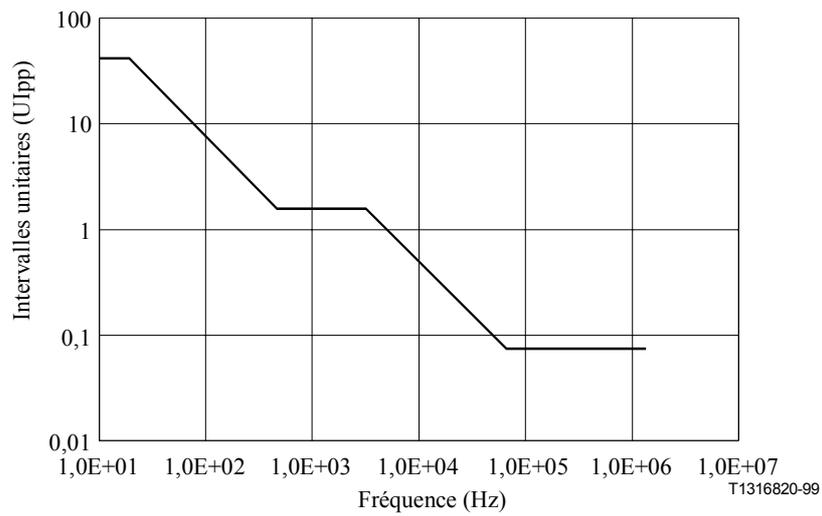
NOTE 1 – L'interface STM-1e est codée selon le code CMI, conformément à la Recommandation UIT-T G.703.

NOTE 2 – Lorsque des interfaces STM-1e sont utilisées dans des réseaux qui sont basés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s, elles doivent satisfaire aux spécifications relatives aux interfaces STM-1 du Tableau 3.



NOTE – La spécification relative aux réseaux à 1544 kbit/s pour des fréquences inférieures à 68,7 Hz est représentée par la courbe en pointillé.

**Figure 1/G.825 – Tolérance de gigue des interfaces STM-1**



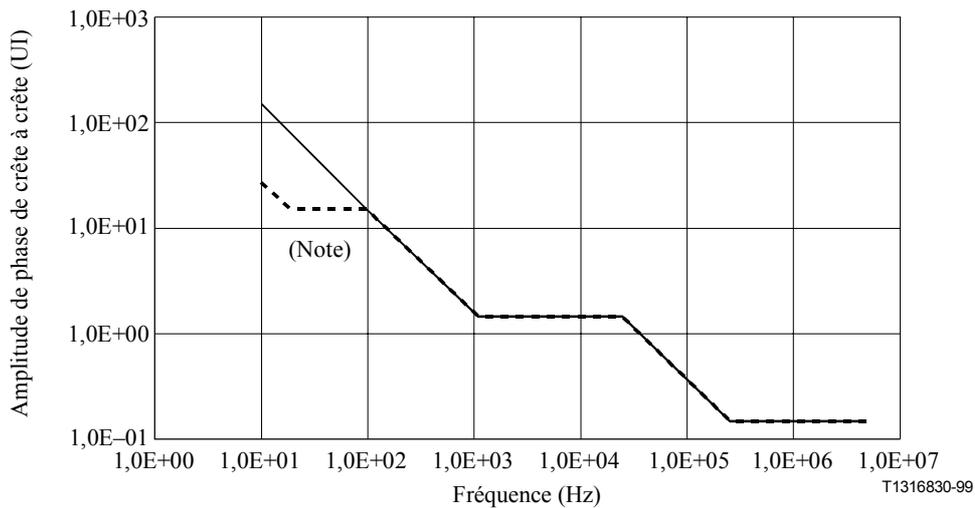
**Figure 2/G.825 – Spécification relative à la tolérance de gigue des interfaces STM-1e (ne s'appliquant qu'aux réseaux à 2048 kbit/s)**

### 6.1.2.2 Tolérance de gigue des interfaces STM-4

Le niveau de gigue que doivent accepter les interfaces SDH STM-4 est spécifié dans le Tableau 5 et illustré dans la Figure 3.

**Tableau 5/G.825 – Limite de tolérance de gigue d'entrée des interfaces STM-4**

Fréquence f (Hz)		Spécification (de crête à crête)
Réseaux à 2048 kbit/s	Réseaux à 1544 kbit/s	
–	10 < f ≤ 18,5	277,5 f <sup>-1</sup> UI
–	18,5 < f ≤ 100	15 UI
9,65 < f ≤ 100	–	1500 f <sup>-1</sup> UI
100 < f ≤ 1000		1500 f <sup>-1</sup> UI
1 k < f ≤ 25 k		1,5 UI
25 k < f ≤ 250 k		3,8 × 10 <sup>4</sup> f <sup>-1</sup> UI
250 k < f ≤ 5 M		0,15 UI



NOTE – La spécification relative aux réseaux à 1544 kbit/s pour des fréquences inférieures à 100 Hz est représentée par la courbe en pointillé.

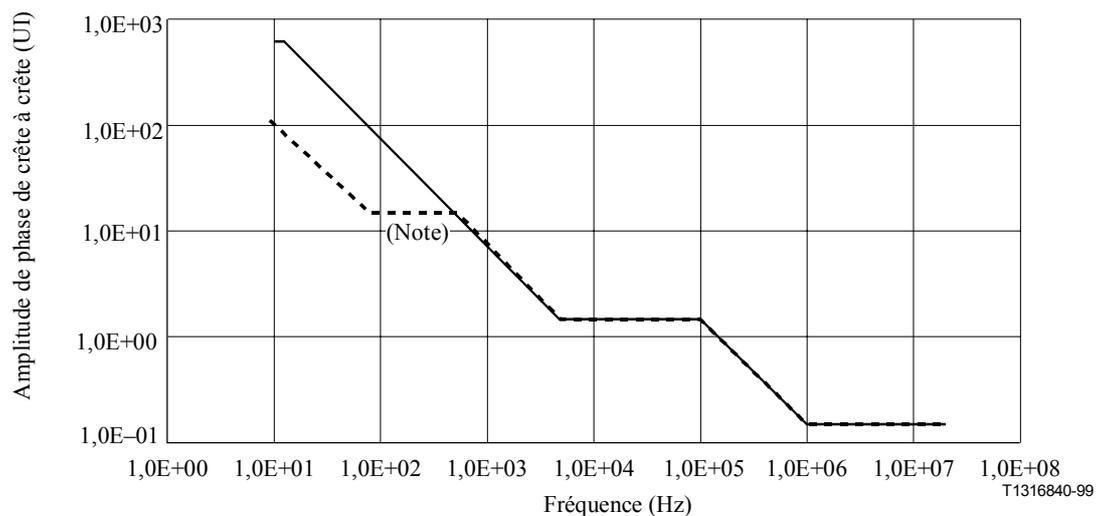
**Figure 3/G.825 – Tolérance de gigue des interfaces STM-4**

### 6.1.2.3 Tolérance de gigue des interfaces STM-16

Le niveau de gigue que doivent accepter les interfaces SDH STM-16 est spécifié dans le Tableau 6 et illustré dans la Figure 4.

**Tableau 6/G.825 – Limite de tolérance de gigue d'entrée des interfaces STM-16**

Fréquence f (Hz)		Spécification (de crête à crête)
Réseaux à 2048 kbit/s	Réseaux à 1544 kbit/s	
–	$10 < f \leq 70,9$	$1063,5 f^{-1}$ UI
–	$70,9 < f \leq 500$	15 UI
$10 < f \leq 12,1$	–	622 UI
$12,1 < f \leq 500$	–	$7500 f^{-1}$ UI
$500 < f \leq 5 \text{ k}$		$7500 f^{-1}$ UI
$5 \text{ k} < f \leq 100 \text{ k}$		1,5 UI
$100 \text{ k} < f \leq 1 \text{ M}$		$1,5 \times 10^5 f^{-1}$ UI
$1 \text{ M} < f \leq 20 \text{ M}$		0,15 UI



NOTE – La spécification relative aux réseaux à 1544 kbit/s pour des fréquences inférieures à 500 Hz est représentée par la courbe en pointillé.

**Figure 4/G.825 – Tolérance de gigue des interfaces STM-16**

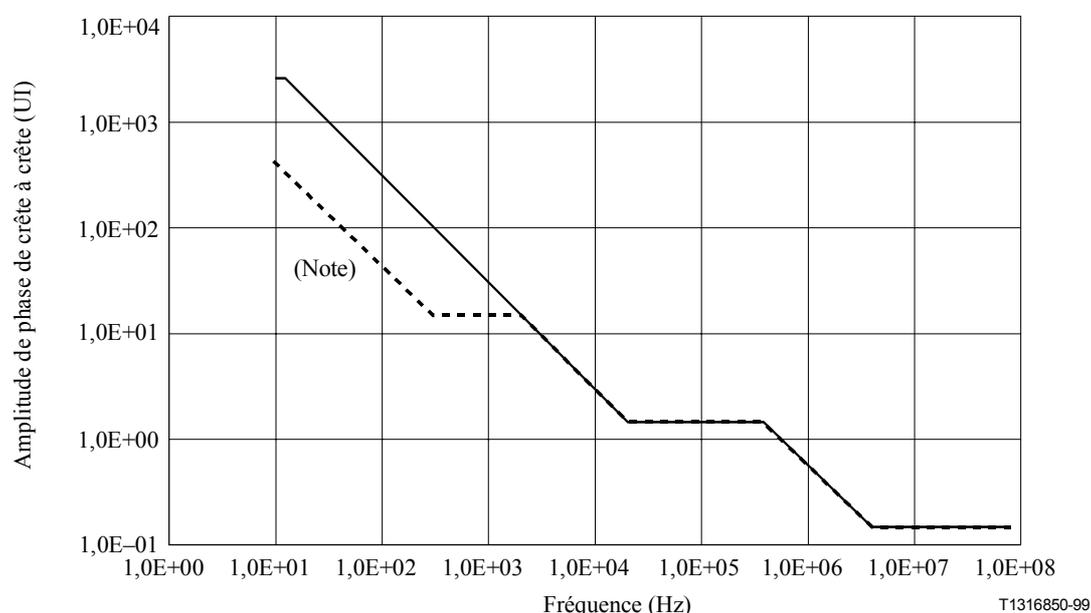
### 6.1.2.4 Tolérance de gigue des interfaces STM-64

Le niveau de gigue que doivent accepter les interfaces SDH STM-64 est spécifié dans le Tableau 7 et illustré dans la Figure 5.

Aux fins des essais concrets de conformité, les caractéristiques du gabarit de l'œil de transmission doivent attentivement être examinées. Cette question doit faire l'objet d'un complément d'étude.

**Tableau 7/G.825 – Limite de tolérance de gigue et de dérapage  
d'entrée des interfaces STM-64**

Fréquence f (Hz)		Spécification (de crête à crête)
Réseaux à 2048 kbit/s	Réseaux à 1544 kbit/s	
–	$10 < f \leq 296$	$4446^{-1}$ UI
–	$296 < f \leq 2000$	15 UI
$10 < f \leq 12,1$	–	2490 UI (0,25 $\mu$ s)
$12,1 < f \leq 2000$	–	$3,0 \times 10^4 f^{-1}$
$2000 < f \leq 20$ k		$3,0 \times 10^4 f^{-1}$
$20$ k $< f \leq 400$ k		1,5 UI
$400$ k $< f \leq 4$ M		$6,0 \times 10^5 f^{-1}$ UI
$4$ M $< f \leq 80$ M		0,15 UI



NOTE – La spécification relative aux réseaux à 1544 kbit/s pour des fréquences inférieures à 2 kHz est représentée par la courbe en pointillé.

**Figure 5/G.825 – Tolérance de gigue des interfaces STM-64**

## 6.2 Production de gigue et de dérapage

Pour les équipements SDH, les spécifications relatives à la production de gigue et de dérapage sont données dans les Recommandations UIT-T G.783, G.812 et G.813. Des directives concernant la mesure du dérapage figurent à l'Appendice II.

## 6.3 Transfert de gigue et de dérapage

Le transfert de gigue et de dérapage pour les équipements SDH dépend de la méthode de synchronisation qui est employée pour chaque type d'équipement. Les spécifications relatives à la gigue et au dérapage pour les équipements SDH sont données dans les Recommandations UIT-T G.783, G.812 et G.813.

## APPENDICE I

### Relation entre les spécifications relatives à la gigue des interfaces dans le réseau et la tolérance de gigue d'entrée

#### I.1 Spécifications relatives à la gigue des interfaces de réseau

Deux limites de réseau s'appliquant à tous les débits binaires SDH sont spécifiées dans le Tableau 1: une limite pour les filtres de mesure à large bande et une autre pour les filtres de mesure passe-haut. Les modalités générales de cette spécification, qui s'appliquent à tous les débits SDH, sont indiquées dans le Tableau I.1.

Il faut qu'à une interface de réseau SDH quelconque les spécifications suivantes relatives à la gigue de sortie soient satisfaites:

la gigue de rythme qui est mesurée pendant un intervalle de 60 secondes à l'aide d'un filtre passe-bande de fréquence de coupure inférieure  $f_1$  et de fréquence de coupure supérieure minimale  $f_4$  ne doit pas dépasser  $A_2$  intervalles unitaires (UI, *unit interval*) de crête à crête. En outre, lorsqu'elle est mesurée pendant ce même intervalle de temps à l'aide d'un filtre passe-bande de fréquence de coupure inférieure  $f_3$  et de fréquence de coupure supérieure minimale  $f_4$ , elle ne doit pas dépasser  $A_1$  intervalles unitaires (UI) de crête à crête. La pente au niveau des fréquences de coupure inférieures  $f_1$  et  $f_3$  doit être de 20 dB/décade. Celle qui est située au niveau de la fréquence de coupure supérieure  $f_4$  doit être de -60 dB/décade, conformément à la Recommandation UIT-T O.172.

**Tableau I.1/G.825 – Modalités générales des spécifications relatives à la gigue des interfaces SDH**

Filtre de mesure	Largeur de bande de la mesure	Amplitude de crête à crête (UIpp)
A large bande	$f_1$ à $f_4$	$A_2$
Passe-haut	$f_3$ à $f_4$	$A_1$

La valeur de  $f_1$  correspond à la plus petite fréquence de coupure du circuit de base de temps qui est prévue dans un système de ligne. Ce circuit peut fournir le rythme à un signal de sortie d'un régénérateur et peut consister en une boucle à verrouillage de phase (PLL, *phase-locked loop*). La gigue aux fréquences qui sont supérieures à celles de la bande de cette boucle PLL sera partiellement absorbée par le tampon de cette boucle. La partie qui n'aura pas été absorbée pourra induire des erreurs de transmission en raison du débordement du tampon. La gigue aux fréquences qui sont inférieures à celles de la bande passera simplement à travers le tampon sans avoir d'effet sur la qualité de la transmission. La valeur de  $f_1$  correspond donc à la plus petite largeur de bande qui peut être utilisée dans ce circuit de base de temps de sortie. La valeur de  $f_3$  se rapporte à la largeur de bande du circuit d'acquisition du rythme d'entrée. La gigue aux fréquences qui sont supérieures à cette bande constituera la gigue de verrouillage et réduira la puissance optique en raison de ses effets sur le diagramme en œil. Il faut donc limiter cette gigue à haute fréquence dans des proportions qui correspondent à celles de la limitation dans les spécifications relatives à l'équipement de la réduction de puissance optique au moyen de la tolérance de gigue.

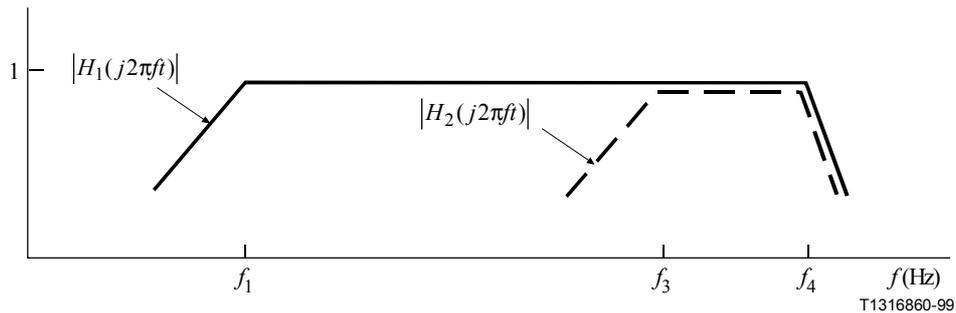
La valeur de  $f_4$  qui correspond aux limitations normales de mesure est mentionnée afin de spécifier la largeur de bande minimale des mesures. Cette fréquence  $f_4$  est choisie de manière à inclure toute gigue de verrouillage importante pouvant se produire. On a retenu une valeur dépassant d'une décade celle de la plus grande fréquence de coupure prévue (voir la Recommandation UIT-T G.783).

Les valeurs de  $A_1$  et de  $A_2$  sont directement liées à la tolérance de gigue sinusoïdale d'entrée. L'estimation de ces paramètres où a été incorporée une marge de sécurité est raisonnablement prudente, parce que:

- 1) la gigue sinusoïdale correspond au cas le plus défavorable en ce qui concerne la tolérance de gigue d'entrée;
- 2) la gigue de ligne SDH accumulée ne sera pas sinusoïdale (mais source de bruit).

## I.2 Tolérance de gigue d'entrée de l'équipement de réseau

La forme générale des filtres de pondération qui sont utilisés pour mesurer la gigue de sortie à une interface de réseau, donnée dans le Tableau I.1, est reproduite ci-après dans la Figure I.1. Les réponses des filtres sont données dans les équations I.2-1 et I.2-2.



**Figure I.1/G.825 – Filtres de pondération destinés à mesurer la gigue de sortie des interfaces dans le réseau**

$$H_1(s) = \frac{s}{s + \omega_1} \cdot \frac{\omega_4^3}{s^3 + 2\omega_4 s^2 + 2\omega_4^2 s + \omega_4^3} \quad (I.2-1)$$

$$H_2(s) = \frac{s}{s + \omega_3} \cdot \frac{\omega_4^3}{s^3 + 2\omega_4 s^2 + 2\omega_4^2 s + \omega_4^3} \quad (I.2-2)$$

$$\omega_1 = 2\pi f_1 \quad \omega_3 = 2\pi f_3 \quad \omega_4 = 2\pi f_4$$

Le premier terme de la fonction  $H_1(s)$  correspond à la fonction de transfert d'erreur de phase  $H_e(s)$  d'une certaine boucle PLL et son amplitude  $A_2 = 1,5 \text{ UIpp}$  représente sa tolérance d'erreur de phase.

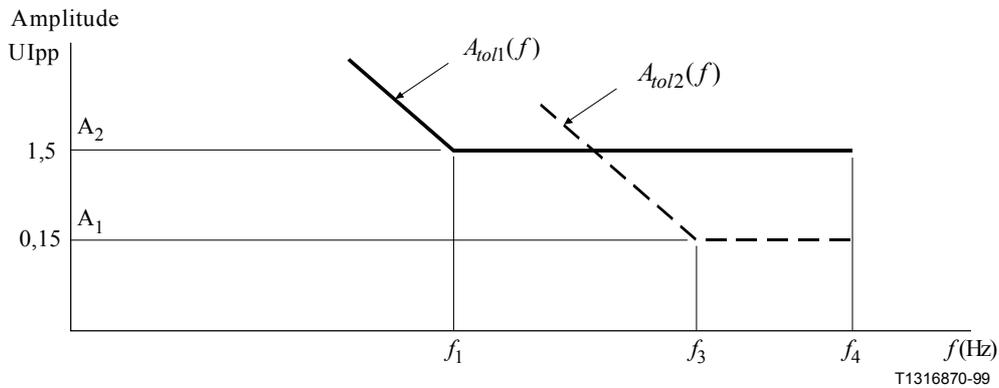
La tolérance de phase d'entrée correspondante est en conséquence donnée par l'équation suivante:

$$A_{tol1}(f) = \frac{A_2}{|H_1(j2\pi f)|} \quad (I.2-3)$$

De manière analogue, la tolérance de phase d'entrée correspondant à la fonction  $H_2(s)$  et son amplitude  $A_1 = 0,1 \text{ UIpp}$  sont données par l'équation suivante:

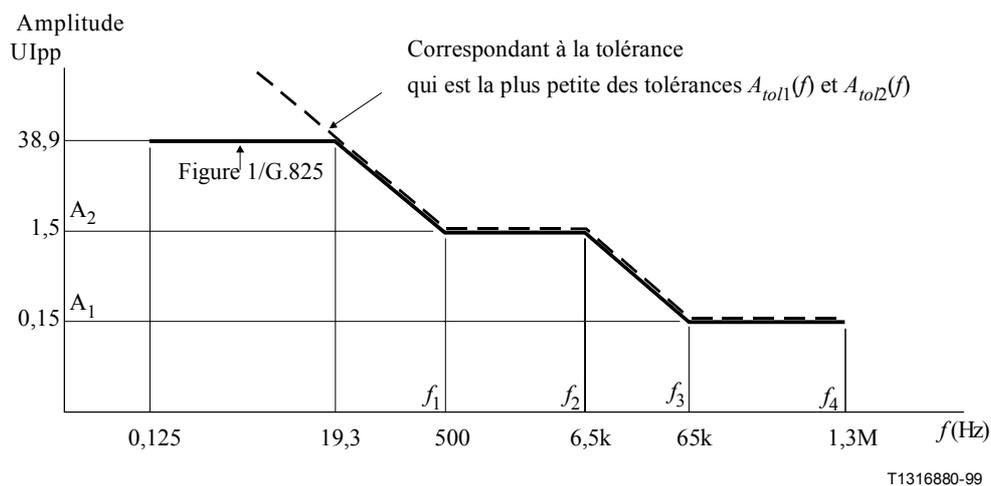
$$A_{tol2}(f) = \frac{A_1}{|H_2(j2\pi f)|} \quad (I.2-4)$$

Ces gabarits de tolérance de gigue sinusoïdale sont représentés dans la Figure I.2. Si la gigue sinusoïdale non pondérée à une interface de réseau satisfait à ces *deux* gabarits, elle satisfait aussi (c'est-à-dire elle est aussi inférieure) au gabarit qui est celui qui est le plus faible des deux pour toutes les fréquences. Un tel gabarit combiné est représenté dans la Figure I.3 par une courbe en pointillé.



**Figure I.2/G.825 – Limites supérieures de l'amplitude de gigue sinusoïdale**

La Figure I.3 donne une comparaison de ce gabarit combiné avec le gabarit de tolérance sinusoïdal de gigue ou de dérapage d'entrée d'une interface STM-1 (optique). Ils sont les mêmes dans le domaine des fréquences comprises entre 19,3 Hz et 1,3 MHz. Dans le domaine de dérapage de la phase (pour des fréquences inférieures à 19,3 Hz), aucune spécification relative aux interfaces ne prévoit l'emploi de filtres de pondération pour contrôler la phase de crête à crête. (On pourrait envisager d'utiliser le filtre passe-bas de mesure du dérapage à 10 Hz comme filtre de pondération, bien qu'en ce qui concerne le dérapage, il permette de mesurer l'erreur MTIE ou l'écart TDEV plutôt que la phase de crête à crête).



**Figure I.3/G.825 – Comparaison de la limite supérieure de la gigue sinusoïdale de sortie à une interface STM-1 (optique) [correspondant à la tolérance qui est la plus petite des tolérances  $A_{tol1}(f)$  et  $A_{tol2}(f)$ ] avec le gabarit de tolérance de gigue ou de dérapage d'entrée**

## APPENDICE II

### Méthode de mesure du dérapage de sortie des interfaces synchrones

Les instruments qui sont conformes à ceux de la Recommandation UIT-T O.172 conviennent à la mesure des paramètres de dérapage.

Lorsque le signal est synchrone (c'est-à-dire normalement attribuable à une horloge PRC) et est employé pour acheminer la synchronisation, on mesure son dérapage en comparant sa phase avec celle d'une autre horloge PRC. La procédure d'essai permettant de mesurer l'erreur MTIE dans un signal synchrone est illustrée dans la Figure II.1 (la formule d'évaluation habituelle permettant de calculer l'erreur MTIE est donnée à l'Annexe B/G.810).

Dans la plupart des mesures, il n'est pas nécessaire que l'horloge PRC qui est utilisée pour mesurer le dérapage soit la même que celle qui est utilisée pour produire le signal synchrone. Il convient toutefois de noter que, dans le cas le plus défavorable, la différence de fréquence entre deux horloges PRC peut donner lieu à une différence de phase de l'ordre de 2  $\mu$ s par jour.

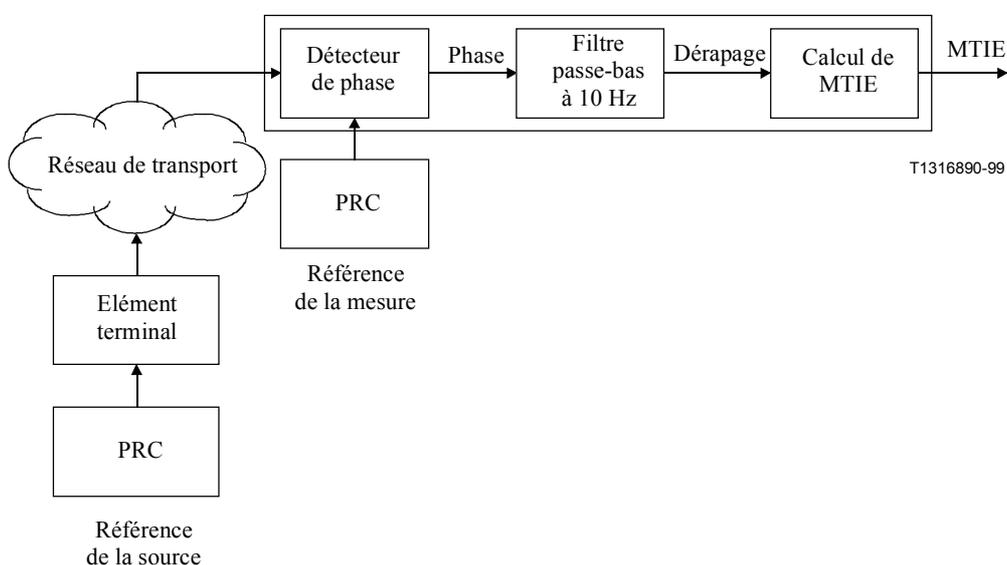


Figure II.1/G.825 – Mesure des erreurs MTIE dans les signaux synchrones

## APPENDICE III

### Systèmes de ligne et incidence sur l'interfonctionnement

La Recommandation UIT-T G.783 identifie deux types différents de régénérateurs, les types A et B, qui peuvent être utilisés dans des systèmes de ligne SDH. Les caractéristiques de la gigue des différents types de régénérateurs sont différentes. Les régénérateurs de type B possèdent une tolérance de gigue réduite. La réduction de la qualité de fonctionnement en raison d'une gigue de verrouillage excessive impose des restrictions à l'emploi des deux types d'équipement, les types A et B, dans le même système de ligne SDH. En outre, les caractéristiques de l'amplitude ou de la fréquence de la gigue accumulée peuvent nuire à la qualité de transmission. Les responsables de l'acheminement qui sont chargés de l'administration du système de ligne SDH concerné doivent tenir compte de ces limitations.

Aux interfaces de réseau (par exemple, celles qui sont situées sur des frontières internationales), les signaux STM-N doivent respecter les limites des interfaces, quel que soit le choix particulier d'équipement qui est fait par le responsable de l'acheminement. Il est donc souhaitable que la spécification relative à l'interface soit compatible avec le type de gigue qui pourrait se produire dans les systèmes de ligne aussi bien du type A que du type B.

### **Incidence sur l'interfonctionnement**

En tenant compte des caractéristiques des régénérateurs des types A et B et des spécifications susmentionnées relatives aux interfaces, on peut prévoir les effets suivants sur l'interfonctionnement des équipements:

- 1) l'amplitude de la gigue qui pourrait s'accumuler dans tous les systèmes de ligne SDH n'utilisant que des équipements de type A est inférieure aux limites qui sont spécifiées dans le Tableau 1;
- 2) l'amplitude de la gigue qui pourrait s'accumuler dans tous les systèmes de ligne SDH n'utilisant que des équipements de type B est inférieure aux limites qui sont spécifiées dans le Tableau 1;
- 3) les équipements possédant des caractéristiques de tolérance de gigue de type A accepteront la gigue qui satisfait aux limites qui sont données dans le Tableau 1;
- 4) les équipements possédant des caractéristiques de tolérance de gigue de type B accepteront la gigue qui pourrait s'accumuler dans les systèmes de ligne SDH de type B. Ces équipements peuvent cependant nécessiter une certaine réduction de gigue des signaux d'entrée dont la gigue est proche des limites qui sont données pour les débits de ligne appropriés dans les Tableaux 3, 5, 6 ou 7. On s'attend qu'il en sera ainsi lorsque les équipements de type B sont placés à la suite d'une chaîne de régénérateurs de type A. Ces éléments concernant l'interfonctionnement sont les seuls dont il faut tenir compte dans les spécifications relatives aux interfaces SDH, qui sont proposées dans la présente Recommandation UIT-T.

## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
<b>Série G</b>	<b>Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques</b>
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication