



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

G.824

(11/1988)

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

Réseaux numériques, sections numériques et systèmes
de ligne numérique – Objectifs de qualité et de
disponibilité

**Régulation de la gigue et du dérapage dans les
réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à
1544 kbit/s**

Réédition de la Recommandation du CCITT G.824 publiée
dans le Livre Bleu, Fascicule III.5 (1988)

NOTES

- 1 La Recommandation G.824 du CCITT a été publiée dans le fascicule III.5 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).
- 2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

Recommandation G.824

RÉGULATION DE LA GIGUE ET DU DÉRAPAGE DANS LES RÉSEAUX NUMÉRIQUES FONDÉS SUR LA HIÉRARCHIE À 1544 kbit/s

(Malaga-Torremolinos, 1984; modifiée à Melbourne, 1988)

Le CCITT,

considérant

- (a) qu'une gigue de rythme et une gigue d'alignement peuvent se produire dans les réseaux numériques;
- (b) que, faute de mesures appropriées, l'accumulation de la gigue peut, dans certaines circonstances, être telle que les dégradations suivantes peuvent se produire:
 - i) probabilité accrue d'introduction d'erreurs dans les signaux numériques aux points de régénération de ces signaux, en raison d'un décalage des signaux de rythme par rapport à leur position optimale dans le temps;
 - ii) introduction de glissements non commandés dans les signaux numériques par suite de débordement ou d'épuisement des données dans des équipements numériques comportant des mémoires-tampons et des comparateurs de phase, tels que des réducteurs de gigue et certains équipements de multiplexage numériques;
 - iii) dégradation de l'information analogique à codage numérique par suite de la modulation de phase des échantillons reconstitués dans le dispositif de conversion numérique-analogique à l'extrémité de la communication, ce qui peut avoir une influence importante sur les signaux vidéo à codage numérique;
- (c) que, contrairement à d'autres dégradations dans le réseau, il est possible de réduire l'amplitude de la gigue en utilisant des réducteurs de gigue; dans des réseaux complexes, il faut parfois employer des dispositifs de ce type;
- (d) que le dérapage peut se produire en raison de variations des caractéristiques de transmission des supports et des équipements, y compris des interruptions de la distribution de la référence de synchronisation;
- (e) qu'il est nécessaire de tenir compte du dérapage aux entrées des équipements numériques si l'on veut réduire au minimum les glissements commandés ou non commandés,

recommande

d'appliquer les directives et les limites suivantes pour la planification des réseaux et la conception des équipements.

1 Principes de régulation de la gigue et du dérapage

Le but de la méthode décrite dans la présente Recommandation est de réduire à un minimum les dégradations dues à la gigue et au dérapage dans les réseaux numériques. La régulation repose sur les éléments suivants:

- a) spécification, pour le réseau, de limites à ne pas dépasser à une interface hiérarchique;
- b) un cadre cohérent pour la spécification des différents équipements numériques;
- c) renseignements et directives pour prévoir et analyser l'accumulation de la gigue et du dérapage dans toutes les configurations de réseau, pour faciliter une régulation satisfaisante des dégradations dues à cette accumulation, et pour donner un aperçu de la qualité des différents équipements numériques en matière de gigue et de dérapage;
- d) méthode permettant de faire des mesures précises et répétées de la gigue et du dérapage.

On trouvera dans le supplément n° 3.8 de la série O (pour la gigue) et dans le supplément n° 35 (pour le dérapage) des suggestions pour la mesure des paramètres recommandés ci-dessous.

2 Limites de réseau pour la gigue de sortie maximale aux interfaces hiérarchiques et pour le dérapage aux nœuds de réseau synchrones

2.1 Limites de réseau pour la gigue

La spécification de valeurs maximales admissibles de la gigue de sortie aux interfaces hiérarchiques de réseau est nécessaire pour permettre d'interconnecter les éléments du réseau numérique (sections de ligne, équipement de multiplexage, commutateurs) et former un conduit ou une communication numérique. Ces limites doivent être observées quel que soit le nombre d'éléments de réseau interconnectés en amont de l'interface. Les limites sont censées être compatibles avec la tolérance de gigue minimale de tous les équipements fonctionnant au même niveau hiérarchique.

Les limites indiquées dans le tableau 1/G.824 représentent les limites maximales admissibles de la gigue de sortie aux interfaces hiérarchiques d'un réseau numérique. Dans le cas où l'amplitude de gigue maximale admissible se produit à une interface entre deux pays, il est laissé à l'initiative des Administrations nationales de prendre les mesures appropriées pour faire face à cette situation, qui vraisemblablement ne se produira que très rarement.

TABLEAU 1/G.824

Gigue de sortie maximale admissible aux interfaces hiérarchiques					
Débit binaire (kbit/s)	Limite de réseau (IU crête à crête)		Filtre passe-bande ayant une fréquence de coupure inférieure f_1 ou f_3 et une fréquence de coupure supérieure minimale f_4		
	B_1	B_2	f_1 (Hz)	f_3 (Hz)	f_4 (kHz)
1 544	5,0	0,1 (remarque)	10	8	40
6 312	3,0	0,1 (remarque)	10	3	60
32 064	2,0	0,1 (remarque)	10	8	400
44 736	5,0	0,1	10	30	400
97 728	1,0	0,05	10	240	1 000

IU Intervalle unitaire.

Remarque – Cette valeur nécessite un complément d'étude.

Pour les systèmes dans lesquels le signal de sortie est commandé par une horloge autonome (oscillateur à quartz, par exemple), des valeurs plus strictes peuvent être définies dans les spécifications relatives aux équipements pertinents (par exemple, pour le muldex de la Recommandation G.743, la gigue de sortie ne doit pas dépasser 0,01 IU en valeur efficace).

Le dispositif de mesure de la gigue de sortie à une interface numérique est représenté à la figure 1/G.824. Les valeurs limites de gigue spécifique et les valeurs des fréquences de coupure du filtre sont données dans le tableau 1/G.824.

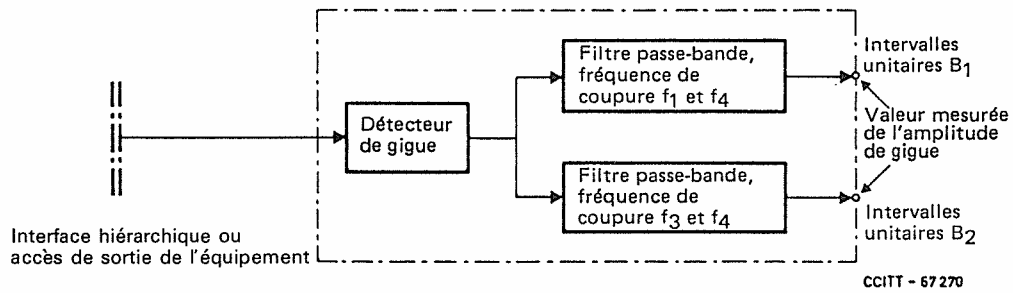


FIGURE 1/G.824

Dispositif de mesure de la gigue de sortie d'une interface hiérarchique ou d'un accès de sortie d'équipement

2.2 *Limites de réseau pour le dérapage*

Les spécifications du dérapage de sortie du réseau aux nœuds de réseau synchrones sont nécessaires pour assurer une qualité de réseau satisfaisante (en ce qui concerne par exemple les glissements, les paquets d'erreurs). Pour les nœuds de réseau, on spécifie les limites suivantes, fondées sur l'hypothèse d'un signal de synchronisation non idéal (c'est-à-dire contenant gigue, dérapage, erreur de fréquence ou autres dégradations) sur la ligne qui fournit l'information de rythme. L'erreur relative maximale sur la durée (ERMSD) (voir la Recommandation G.811) sur une période de S secondes ne doit pas dépasser les limites suivantes:

- 1) $S < 10^4$; cette région nécessite un complément d'étude;
- 2) $(10^{-2} S + 10\ 000)$ ns, pour les valeurs de S supérieures à 10^4 .

Remarque – La spécification générale qui en découle est illustrée à la figure 2/G.824.

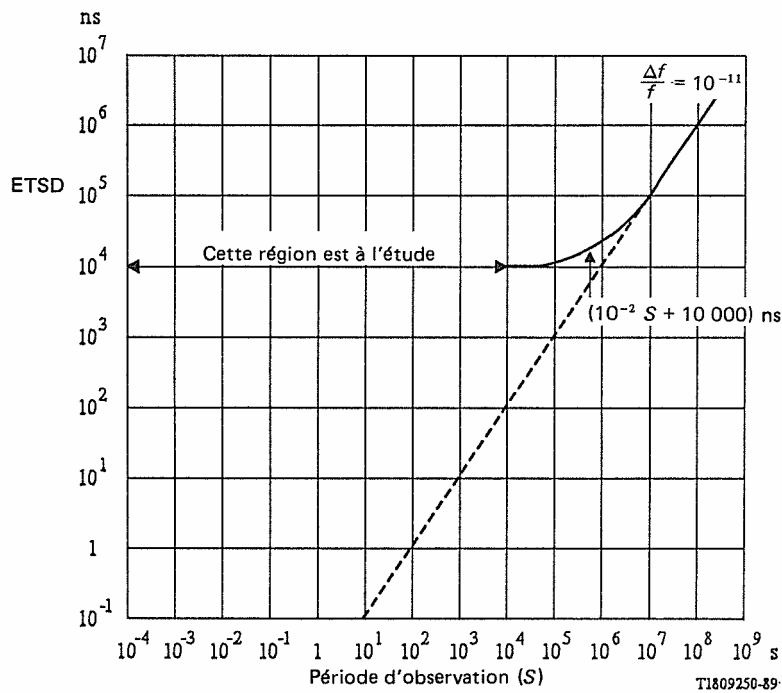


FIGURE 2/G.824

Erreur relative maximale admissible sur la durée (ERMSD) en fonction de la période d'observation S pour la sortie d'un nœud de réseau

Des études complémentaires sont nécessaires pour exprimer quantitativement les différences aux limites des nœuds de transit et des nœuds locaux. De plus, l'accumulation de la gigue dans les réseaux est étroitement liée aux spécifications contenues dans les Recommandations G.811, G.812 et Q.511.

3 Cadre pour la spécification des différents équipements numériques

3.1 Principes de spécification fondamentaux

La régulation de la gigue et du dérapage dépend essentiellement de la conception du réseau et de celle des équipements. On trouvera au § 2 des considérations relatives au réseau. Les principaux paramètres dont il faut tenir compte lorsqu'on étudie les caractéristiques de gigue ou de dérapage d'un équipement numérique sont les suivants:

- i) la gigue et le dérapage qui peuvent être tolérés à l'entrée,
- ii) la proportion de ce dérapage et de cette gigue d'entrée qui traverse l'équipement et parvient à la sortie, et
- iii) la gigue et le dérapage produits par l'équipement.

L'objet du § 3 est d'établir une base pour définir les conditions auxquelles doivent satisfaire les équipements pour assurer la compatibilité des divers équipements de réseau pour ce qui est des caractéristiques de dérapage et de gigue.

3.1.1 Tolérance de gigue et de dérapage des accès d'entrée

Pour qu'un équipement quelconque puisse fonctionner de façon satisfaisante lorsqu'il est connecté à une interface hiérarchique dans le réseau, les accès d'entrée de cet équipement doivent pouvoir accepter des niveaux de gigue de sortie de réseau allant jusqu'aux limites maximales de réseau spécifiées dans le tableau 1/G.824. La spécification de la tolérance de gigue d'entrée sous forme de Recommandation unique applicable à toutes les catégories d'équipements numériques garantit le respect d'une certaine tolérance de gigue minimale par tous les éléments de réseau. La plupart des spécifications de tolérance à l'entrée des équipements sont exprimées en fonction de l'amplitude de la gigue sinusoïdale qui peut être appliquée à diverses fréquences, sans causer une dégradation donnée de la performance d'erreur. On a souvent recours à cette forme de spécification en raison de sa simplicité; en effet, elle est facile à vérifier avec un appareil de mesure classique. Toutefois, il importe de reconnaître que les conditions d'essai proprement dites ne sont pas censées représenter le type de gigue que l'on trouve en réalité dans un réseau. Pour certains équipements, il peut donc être nécessaire de spécifier des essais de tolérance de gigue supplémentaires et il convient de toujours se reporter à la Recommandation applicable à tel ou tel équipement.

A titre de directive minimale concernant la tolérance de l'équipement, il est recommandé de faire en sorte que tous les accès d'entrée numérique des équipements puissent tolérer la gigue sinusoïdale et le dérapage définis à la figure 3/G.824 et dans le tableau 2/G.824. Les limites doivent être observées pendant le fonctionnement.

En déterminant les spécifications du tableau 2/G.824 pour les fréquences supérieures à f_3 , on a considéré que les effets découlant de l'affectation de la gigue d'alignement au circuit de décision de l'horloge de l'équipement étaient prédominants. Des mesures visant à vérifier la conformité de ces spécifications peuvent donner des résultats influencés par l'environnement, ce qui entraîne dans leur interprétation une certaine ambiguïté. Il conviendrait de tenir compte de cette spécification au moment de la conception de l'équipement. Le supplément n° 3.8 (série O) fournit des indications au sujet des mesures indépendantes de l'environnement.

En déterminant ces spécifications, on a considéré que les effets dus au dérapage sont prédominants aux fréquences inférieures à f_1 ; un grand nombre d'équipements de transmission, tels que les systèmes en lignes numériques et les muldex asynchrones utilisant des techniques de justification sont en fait transparents à ces changements de phase de très basse fréquence. Au surplus, il est nécessaire de tenir compte de ces variations de phase à l'entrée de certains équipements (par exemple, commutateurs numériques et muldex synchrones). Les spécifications du tableau 2/G.824 pour les fréquences inférieures à f_1 ne relèvent pas d'une simple évaluation pratique; on doit tenir compte de cette exigence au stade de la conception de l'équipement.

La tolérance de dérapage pour un équipement doit être compatible avec les limites de dérapage de sortie de réseau spécifiées à la figure 2/G.824. Une tolérance de dérapage insuffisante aux accès d'entrée synchrones d'un équipement peut entraîner des glissements commandés ou non commandés, selon la méthode particulière employée pour la régulation du glissement.

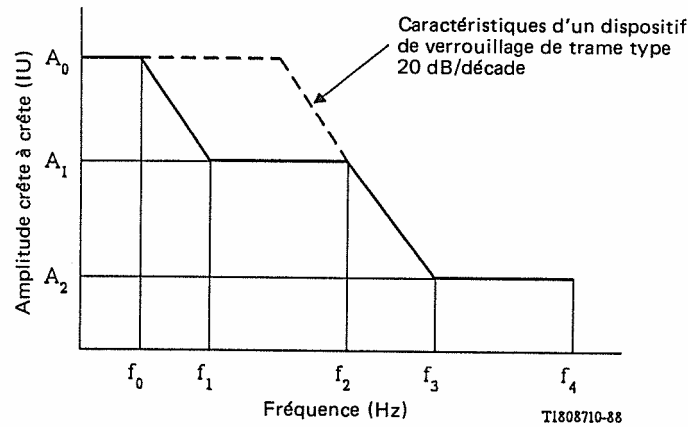


FIGURE 3/G.824

Gabarit de gigue et de dérapage de crête à crête devant être accepté à l'entrée d'un point nodal d'un réseau numérique
(méthode de mesure: voir le Supplément n° 3.8 (série O) et le Supplément n° 35 placé à la fin du présent fascicule)

TABLEAU 2/G.824

Tolérance de gigue et de dérapage des accès d'entrée (valeurs provisoires) (remarque 1)

Débit binaire (kbit/s)	Amplitude de gigue (crête à crête)			Fréquence					Signal d'essai
	A_0 (μ s)	A_1 (IU)	A_2 (IU)	f_0 (Hz)	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (kHz)	f_4 (kHz)	
1 544	18 (rem. 2)	5,0	0,1 (rem. 2)	$1,2 \times 10^{-5}$	10	120	6	40	$2^{20} - 1$ (remarque 3)
6 312	18 (rem. 2)	5,0	0,1	$1,2 \times 10^{-5}$	10	50	2,5	60	$2^{20} - 1$ (remarque 2)
32 064	18 (rem. 2)	2,0	0,1	$1,2 \times 10^{-5}$	10	400	8	400	$2^{20} - 1$ (remarque 3)
44 736	18 (rem. 2)	5,0	0,1	$1,2 \times 10^{-5}$	10	600	30	400	$2^{20} - 1$ (remarque 2)
97 728	18 (rem. 2)	2,0	0,1	$1,2 \times 10^{-5}$	10	12 000	240	1000	$2^{23} - 1$ (remarque 2)

Remarque 1 – Il faut toujours se reporter aux spécifications des divers équipements pour vérifier si des conditions supplémentaires de tolérance de gigue d'entrée sont nécessaires.

Remarque 2 – Cette valeur doit faire l'objet d'un complément d'étude.

Remarque 3 – Il faut supprimer les longues séries de zéros de la séquence d'essai dans les réseaux n'assurant pas la transparence à 64 kbit/s.

Remarque 4 – La valeur A_0 (18 μ s) représente un écart de phase relatif entre le signal arrivant et le signal local interne de rythme établi à partir de l'horloge de référence.

3.1.2 *Caractéristiques de transfert de gigue et de dérapage*

Les caractéristiques de transfert de gigue définissent le rapport de l'amplitude de la gigue de sortie à l'amplitude de la gigue d'entrée en fonction de la fréquence de gigue pour un débit binaire donné. Lorsqu'une gigue est présente à l'accès d'entrée d'un équipement numérique, très souvent une partie en est transmise à l'accès numérique de sortie correspondant. De nombreux types d'équipements numériques atténuent les composantes de gigue de fréquence élevée présentes à l'entrée. Les Recommandations traitant d'un équipement particulier définiront en dernière analyse les valeurs limites de ses caractéristiques de transfert de gigue. Pour assurer la régulation de la gigue, dans le cas d'équipements numériques homogènes en cascade, il est important de limiter la valeur de l'accroissement de la gigue.

Etant donné que la largeur de bande des circuits de lissage de phase dans un équipement numérique asynchrone est généralement supérieure à 10 Hz, le dérapage sur le signal d'entrée peut apparaître pratiquement sans atténuation à la sortie. Toutefois, dans certains équipements numériques particuliers (par exemple, des horloges nodales), le dérapage doit être suffisamment atténué de l'entrée à la sortie. Les Recommandations qui traitent des équipements synchrones définiront en dernière analyse les valeurs limites pour des caractéristiques particulières de transfert de dérapage.

3.1.3 *Génération de gigue et de dérapage intrinsèque*

La génération de gigue et de dérapage intrinsèque est définie comme le dérapage et la gigue de sortie en l'absence de dérapage et de gigue d'entrée. Il est nécessaire de limiter la gigue et le dérapage intrinsèques dans les divers équipements numériques pour maîtriser l'accumulation de la gigue et du dérapage de réseau produits par des éléments de réseau en cascade. Les limites applicables à la gigue et au dérapage de sortie pour divers équipements numériques sont définies dans les Recommandations du CCITT traitant spécifiquement de ces équipements. Les limites effectivement appliquées dépendent du type d'équipement.

3.2 *Sections de ligne numérique*

Afin de garantir que la limite maximale pour le réseau (voir le § 2.1) n'est pas dépassée à l'intérieur d'un réseau numérique, il est nécessaire de restreindre la gigue et le dérapage introduits par les systèmes de transmission.

On trouvera les spécifications concernant la gigue pour les sections de ligne numérique dans les Recommandations G.911 à G.915.

3.3 *Muldex numériques*

Afin de faire en sorte que la limite maximale de réseau (voir le § 2.1) ne soit pas dépassée à l'intérieur d'un réseau numérique, il est nécessaire de restreindre la gigue et le dérapage introduits par les systèmes de transmission.

On trouvera dans les Recommandations G.743 et G.752 les spécifications concernant les muldex numériques utilisant la justification positive.

3.4 *Commutateurs numériques*

Afin de faire en sorte que la limite maximale de réseau (à spécifier dans le § 2.2) ne soit pas dépassée à l'intérieur d'un réseau numérique, il est nécessaire de réguler le transfert et la production de gigue et de dérapage, suivant le cas, pour les commutateurs numériques.

Les spécifications du dérapage de sortie pour les horloges de référence primaires sont données dans la Recommandation G.811. On trouvera les spécifications de gigue et de dérapage pour les commutateurs numériques de transit et pour les commutateurs numériques locaux, dans la Recommandation Q.541.

4 Accumulation de gigue et de dérapage dans les réseaux numériques

Etant donné la variabilité des configurations de réseau, il existe un grand nombre de connexions possibles. Pour analyser une configuration de réseau particulière, il faut utiliser l'information relative aux caractéristiques de gigue des divers équipements considérés, conjointement avec les modèles appropriés d'accumulation de la gigue. Le supplément n° 36 donne des renseignements pour aider les organisations à faire ces évaluations.

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
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
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