



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.811**

(09/97)

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

Systemes de transmission numériques – Réseaux  
numériques – Objectifs de conception pour les réseaux  
numériques

---

**Caractéristiques de rythme des horloges de  
référence primaires**

Recommandation UIT-T G.811

(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
<i><b>SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS</b></i>	
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
<i><b>CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION</b></i>	
<i><b>SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES</b></i>	
ÉQUIPEMENTS TERMINAUX	G.700–G.799
Généralités	G.700–G.709
Codage des signaux analogiques en modulation par impulsions et codage	G.710–G.719
Codage des signaux analogiques par des méthodes autres que la MIC	G.720–G.729
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage primaires	G.730–G.739
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage de deuxième ordre	G.740–G.749
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage d'ordre plus élevé	G.750–G.759
Caractéristiques principales des équipements de transcodage et de multiplication numérique	G.760–G.769
Fonctionnalités de gestion, d'exploitation et de maintenance des équipements de transmission	G.770–G.779
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage en hiérarchie numérique synchrone	G.780–G.789
Autres équipements terminaux	G.790–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
Généralités	G.800–G.809
<b>Objectifs de conception pour les réseaux numériques</b>	<b>G.810–G.819</b>
Objectifs de qualité et de disponibilité	G.820–G.829
Fonctions et capacités du réseau	G.830–G.839
Caractéristiques des réseaux à hiérarchie numérique synchrone	G.840–G.849
Réseau de gestion des télécommunications	G.850–G.859
SECTION NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
Généralités	G.900–G.909
Paramètres pour les systèmes à câbles optiques	G.910–G.919
Sections numériques à débits hiérarchisés multiples de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Systèmes numériques de transmission par ligne à débits non hiérarchisés	G.930–G.939
Systèmes de transmission numérique par ligne à supports MRF	G.940–G.949
Systèmes numériques de transmission par ligne	G.950–G.959
Section numérique et systèmes de transmission numériques pour l'accès usager du RNIS	G.960–G.969
Systèmes sous-marins à câbles optiques	G.970–G.979
Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès	G.980–G.999

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

## RECOMMANDATION UIT-T G.811

### CARACTÉRISTIQUES DE RYTHME DES HORLOGES DE RÉFÉRENCE PRIMAIRES

#### Résumé

La présente Recommandation énonce les spécifications essentielles des dispositifs à minuterie servant d'horloges de référence primaires dans des réseaux de synchronisation tels que les réseaux téléphoniques publics commutés (RTPC) et les réseaux à hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*) notamment.

#### Source

La Recommandation UIT-T G.811, révisée par la Commission d'études 13 de l'UIT-T (1997-2000), a été approuvée le 19 septembre 1997 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

#### Mots clés

Caractéristiques de dérapage, caractéristiques de gigue, horloge, objectifs de qualité de fonctionnement des horloges, paramètres de qualité de fonctionnement des horloges.

## 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 n° 1 de la CMNT.

Dans certains secteurs de la technologie 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 avait/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 1998

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

*Page*

1	Domaine d'application.....	1
2	Références.....	1
3	Définitions.....	2
4	Abréviations.....	2
5	Précision fréquentielle.....	2
6	Génération de bruit.....	2
6.1	Dérapage.....	2
6.2	Gigue.....	4
7	Discontinuité de phase.....	4
8	Dégradation de la qualité de fonctionnement d'une horloge PRC.....	4
9	Interfaces.....	4



## CARACTÉRISTIQUES DE RYTHME DES HORLOGES DE RÉFÉRENCE PRIMAIRES

(révisée en 1997)

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation énonce les spécifications des horloges de référence primaires (PRC, *primary reference clock*) propres à assurer la synchronisation de réseaux numériques. Ces spécifications valent dans les conditions ambiantes normales spécifiées pour des équipements numériques.

Une horloge PRC type fournit le signal de référence à utiliser pour rythmer ou synchroniser d'autres horloges d'un réseau ou d'une partie d'un réseau. En particulier, l'horloge PRC peut aussi fournir le signal de référence à l'horloge asservie spécifiée dans la Recommandation G.812, dans les nœuds de réseau où l'horloge PRC est située. Bien qu'elle définisse le signal de sortie de l'horloge PRC, la présente Recommandation ne s'applique pas au signal de sortie de l'horloge asservie directement injecté par une horloge PRC. La précision à long terme de l'horloge PRC doit être maintenue à un niveau de  $10^{-11}$  ou supérieur, et vérifiée par rapport au temps universel coordonné (UTC, *coordinated universal time*). Une horloge PRC peut être mise en œuvre sous la forme d'une horloge autonome, fonctionnant indépendamment d'autres sources. Une telle horloge peut aussi être mise en œuvre sous la forme d'une horloge non autonome régulée par la réception de signaux de précision dérivés en temps UTC en provenance d'un système de radiocommunication ou à satellites. Dans l'un ou l'autre cas, les caractéristiques de précision à long terme et de stabilité à court terme spécifiées dans la présente Recommandation s'appliquent.

Une précision à long terme de  $10^{-11}$  ou supérieure est appropriée lorsqu'une seule horloge PRC fournit le signal de synchronisation de référence à toutes les autres horloges d'un réseau (mode de fonctionnement synchrone). Dans le mode pseudo-synchrone, c'est-à-dire lorsque les horloges du réseau ne sont pas toutes alignées sur la même horloge PRC, la précision à long terme dépend du nombre d'horloges PRC que comporte ce réseau.

Lorsque plusieurs horloges PRC sont utilisées dans un réseau, il faut recourir à une méthode statistique pour déterminer la précision à long terme de chacune de ces horloges.

### 2 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui de ce fait en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou 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.

- [1] Recommandation G.703 du CCITT (1991), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*.
- [2] Recommandation UIT-T G.783 (1997), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique synchrone*.
- [3] Recommandation UIT-T G.810 (1996), *Définitions et terminologie des réseaux de synchronisation*.
- [4] Recommandation G.812 du CCITT (1988), *Conditions sur le rythme de sortie des horloges asservies destinées à l'exploitation en mode plésiochrone de liaisons numériques internationales*.
- [5] Recommandation G.822 du CCITT (1988), *Objectifs de limitation du taux de glissement commandé dans une communication numérique internationale*.
- [6] Recommandation UIT-T G.823 (1993), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s*.
- [7] Recommandation UIT-T G.824 (1993), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s*.
- [8] Recommandation UIT-T G.825 (1993), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques à hiérarchie numérique synchrone*.

### 3 Définitions

Les termes et définitions utilisés dans la présente Recommandation figurent dans la Recommandation G.810.

### 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

CMI	signaux à inversions codées ( <i>coded mark inversion</i> )
FPM	modulation de phase par scintillation ( <i>flicker phase modulation</i> )
MTIE	erreur maximale d'intervalle de temps ( <i>maximum time interval error</i> )
NE	élément de réseau ( <i>network element</i> )
OAM	exploitation et maintenance ( <i>operations and maintenance</i> )
PLL	boucle à verrouillage de phase ( <i>phase locked loop</i> )
PRC	horloge de référence primaire ( <i>primary reference clock</i> )
SDH	hiérarchie numérique synchrone ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SEC	horloge d'équipement SDH ( <i>SDH equipment clock</i> )
SSMB	octet de message d'état de synchronisation ( <i>synchronization status message byte</i> )
STM	module de transport synchrone ( <i>synchronous transport module</i> )
TDEV	écart temporel ( <i>time deviation</i> )
UI	intervalle unitaire ( <i>unit interval</i> )
UTC	temps universel coordonné ( <i>coordinated universal time</i> )
WFM	modulation de fréquence par bruit blanc ( <i>white frequency modulation</i> )

### 5 Précision fréquentielle

Le décalage fréquentiel relatif maximal admissible pour des périodes d'observation de plus d'une semaine est de  $10^{-11}$ , pour toutes les conditions d'exploitation applicables.

### 6 Génération de bruit

Le bruit généré par une horloge PRC correspond au volume de bruit de phase produit à sa sortie. Une référence appropriée, pour les besoins pratiques des essais, suppose un niveau de qualité d'une stabilité supérieure aux caractéristiques de sortie. La capacité de l'horloge à limiter ce bruit est déterminée par sa stabilité en fréquence. Les mesures de l'erreur MTIE et de l'écart temporel (TDEV) sont utiles pour la caractérisation des caractéristiques de génération de bruit.

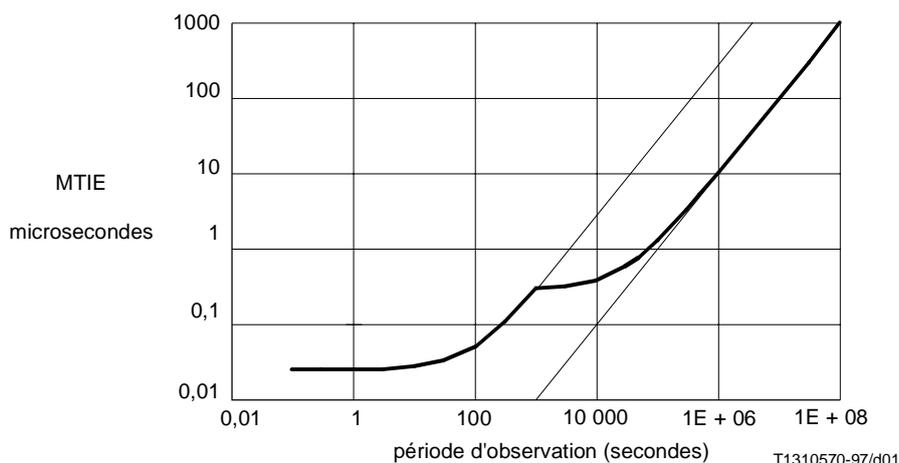
On mesure l'erreur MTIE et l'écart TDEV à travers un filtre passe-bas équivalent du premier ordre de 10 Hz, à un instant d'échantillonnage maximal  $\tau_0$  de 1/30 secondes. La période de mesure minimale pour l'écart TDEV est de douze fois la période d'intégration ( $T = 12\tau$ ). Pour des mesures sur des périodes d'observation plus longues, une largeur de bande de filtre et un instant d'échantillonnage différents pourront être nécessaires pour des considérations d'ordre pratique.

#### 6.1 Dérapage

Le dérapage, exprimé par l'erreur MTIE mesurée dans la configuration à horloges indépendantes représentée sur la Figure 2a/G.810, doit avoir les limites suivantes:

$$\begin{array}{llll} \text{MTIE:} & 0,275 \times 10^{-3}\tau + 0,025 \mu\text{s} & \text{pour} & 0,1 < \tau \leq 1000 \text{ s} \\ & 10^{-5}\tau + 0,29 \mu\text{s} & \text{pour} & \tau > 1000 \text{ s} \end{array}$$

Les valeurs requises en conséquence sont indiquées sur la Figure 1.

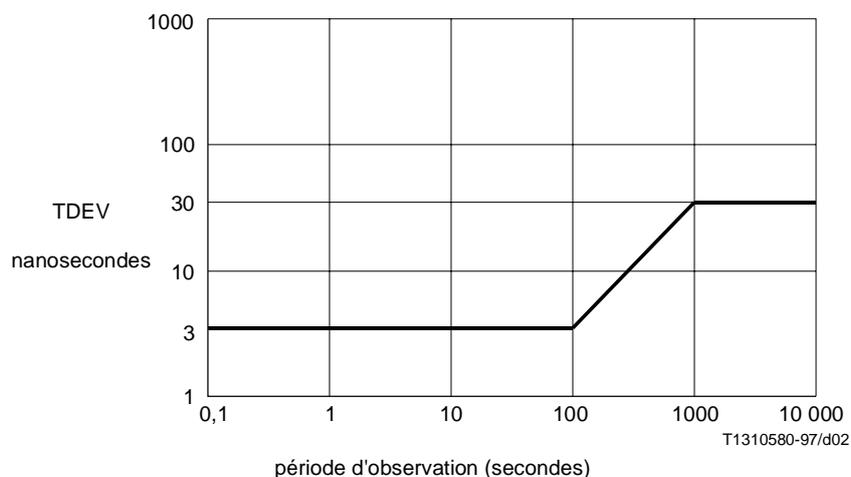


**Figure 1/G.811 – Erreur MTIE en fonction d'une période d'observation (d'intégration)  $\tau$**

Le dérapage, exprimé par l'écart TDEV mesuré dans la configuration à horloges indépendantes représentée sur la Figure 2a/G.810, doit avoir les limites suivantes:

<b>TDEV:</b>	3 ns	pour	$0,1 < \tau \leq 100$ s
	$0,03 \tau$ ns	pour	$100 < \tau \leq 1000$ s
	30 ns	pour	$1000 < \tau < 10\,000$ s

Les valeurs requises en conséquence sont indiquées sur la Figure 2.



**Figure 2/G.811 – Ecart TDEV en fonction d'une période d'observation (d'intégration)  $\tau$**

## 6.2 Gigue

Bien que la plupart des paramètres spécifiés dans la présente Recommandation soient indépendants de l'interface de sortie à laquelle ils sont mesurés, il n'en va pas de même pour la production de la gigue; les spécifications relatives à la génération de la gigue doivent utiliser les spécifications en vigueur qui donnent des valeurs différentes pour les différents débits binaires à l'interface. Ces prescriptions sont énoncées séparément pour les interfaces définies au paragraphe 8. Pour être compatibles avec les autres prescriptions relatives à la gigue, les valeurs spécifiées sont exprimées par l'intervalle unitaire de crête à crête (UIpp), l'intervalle unitaire correspondant à l'inverse du débit de l'interface.

La gigue intrinsèque aux interfaces de sortie à 2048 kHz et 2048 kbit/s mesurée pendant un intervalle de temps de 60 secondes à travers un filtre passe-bande unipolaire avec des fréquences angulaires de 20 Hz et de 100 kHz ne doit pas dépasser 0,05 UIpp.

La gigue intrinsèque aux interfaces de sortie à 1544 kbit/s mesurée pendant un intervalle de temps de 60 secondes à travers un filtre passe-bande unipolaire avec des fréquences angulaires de 10 Hz et de 40 kHz ne doit pas dépasser 0,015 UIpp.

## 7 Discontinuité de phase

Les horloges de référence primaires, qui doivent être extrêmement fiables, seront vraisemblablement dotées d'un équipement redondant propre à assurer la continuité du fonctionnement. Cependant, les discontinuités de phase, qui sont dues au fonctionnement interne dans l'horloge, doivent seulement donner lieu à un accroissement ou à une diminution de la durée de l'impulsion et ne doivent pas entraîner, à la sortie de l'horloge, une discontinuité de phase supérieure à 1/8 d'intervalle unitaire (cela vaut pour des signaux de sortie à 1544 kbit/s, 2048 kbit/s ou 2048 kHz).

## 8 Dégradation de la qualité de fonctionnement d'une horloge PRC

Si la redondance est appliquée et que la fréquence de l'horloge s'écarte sensiblement de sa valeur nominale, cet écart doit être détecté et la commutation sur un oscillateur non dégradé doit être effectuée. Cette commutation doit être exécutée avant que la valeur spécifiée pour l'erreur MTIE ou l'écart TDEV ne soit dépassée.

## 9 Interfaces

Les prescriptions figurant dans la présente Recommandation concernent les points de référence qui peuvent être situés à l'intérieur de l'équipement ou de l'élément de réseau dans lequel l'horloge PRC est intégrée et qui de ce fait ne sont pas nécessairement accessibles à l'utilisateur à des fins de mesure ou d'analyse. Les caractéristiques de l'horloge PRC sont donc spécifiées, non pas à ces points de référence internes, mais aux interfaces externes de l'équipement. Les interfaces de sortie spécifiées pour l'équipement dans lequel l'horloge PRC peut être intégrée sont les suivantes:

- les interfaces à 2048 kHz conformes au paragraphe 10/G.703, avec les prescriptions supplémentaires relatives à la gigue et au dérapage spécifiées ici;
- les interfaces à 1544 kbit/s conformes au paragraphe 2/G.703, avec les prescriptions supplémentaires relatives à la gigue et au dérapage spécifiées ici;
- les interfaces à 2048 kbit/s conformes au paragraphe 6/G.703, avec les prescriptions supplémentaires relatives à la gigue et au dérapage spécifiées ici;
- d'autres interfaces (onde sinusoïdale de 8 kHz à 5 MHz, par exemple) appellent un complément d'étude.

A noter que les interfaces mentionnées ci-dessus ne peuvent pas toutes être mises en œuvre sur tous les équipements.

## 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 pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Z	Langages de programmation