



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**CCITT**

**O.151**

COMITÉ CONSULTATIF  
INTERNATIONAL  
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

(10/92)

**SPÉCIFICATIONS DES APPAREILS DE MESURE**

---

**APPAREIL POUR LA MESURE DU TAUX  
D'ERREUR FONCTIONNANT AU DÉBIT  
PRIMAIRE ET AU-DESSUS**



**Recommandation O.151**

---

## AVANT-PROPOS

Le CCITT (Comité consultatif international télégraphique et téléphonique) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (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.

L'Assemblée plénière du CCITT, qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude et approuve les Recommandations rédigées par ses Commissions d'études. Entre les Assemblées plénières, l'approbation des Recommandations par les membres du CCITT s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 2 du CCITT (Melbourne, 1988).

La Recommandation révisée O.151, élaborée par la Commission d'études IV, a été approuvée le 5 octobre 1992 selon la procédure définie dans la Résolution n° 2.

---

## REMARQUE

Dans cette Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation privée reconnue.

© UIT 1993

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.

## Recommandation O.151

### APPAREIL POUR LA MESURE DU TAUX D'ERREUR FONCTIONNANT AU DÉBIT PRIMAIRE ET AU-DESSUS<sup>1)</sup>

(Publiée en 1976; révisée en 1980, 1984, 1988 et 1992)

#### *Résumé*

La présente Recommandation définit les caractéristiques d'un appareil de mesure du taux d'erreur des systèmes numériques fonctionnant aux débits binaires hiérarchiques compris entre 1,5 et 140 Mbit/s.

#### *Mots-clés*

- appareil d'essai;
- détecteur d'erreurs numériques;
- générateur de séquences numériques;
- mesure;
- mesure du taux d'erreur.

### PRÉAMBULE

Si l'on veut assurer la compatibilité des appareils fabriqués par des constructeurs différents, il est nécessaire de respecter les conditions énoncées ci-après relatives aux caractéristiques d'un appareil de mesure du taux d'erreur sur les bits.

## 1 Considérations générales

Les appareils sont conçus pour mesurer les caractéristiques du taux d'erreur sur les bits des systèmes numériques<sup>2)</sup> par la comparaison directe d'une séquence d'essai pseudo-aléatoire reçue avec une séquence d'essai produite localement, identique à la séquence d'essai émise. De plus, les appareils devront avoir la possibilité de mesurer des intervalles de temps erronés.

## 2 Séquences d'essai

Les séquences suivantes sont recommandées (pour de plus amples détails, se reporter à la Recommandation O.150).

### 2.1 *Séquence pseudo-aléatoire pour des systèmes utilisant une séquence de $2^{15} - 1$ bits (32 767 bits)*

Cette séquence est applicable essentiellement aux mesures du taux d'erreur et de la gigue effectuées aux débits binaires de 1544, 2048, 6312, 8448, 32 064 et 44 736 kbit/s.

Elle peut être générée dans un registre à décalage à 15 étages dont les sorties des 14<sup>ème</sup> et 15<sup>ème</sup> étages sont ajoutées dans un étage d'addition modulo 2, le résultat étant réinjecté à l'entrée du premier étage.

---

<sup>1)</sup> Cette Recommandation relève de la responsabilité conjointe des Commissions d'études IV, XVII et XVIII.

<sup>2)</sup> Le terme «système numérique» est une appellation générique qui désigne les conduits, les liaisons, les systèmes de transmission, etc.

Nombre d'étages du registre à décalage	15
Longueur de la séquence pseudo-aléatoire	$2^{15} - 1 = 32\ 767$ bits
Séquence de ZÉROS la plus longue	15 (signal inversé)

## 2.2 *Séquence pseudo-aléatoire pour systèmes utilisant une séquence de $2^{23} - 1$ bits (8 388 607 bits)*

Cette séquence concerne essentiellement la mesure d'erreur et la mesure de gigue aux débits binaires de 34 368 et 139 264 kbit/s.

Elle peut être générée dans un registre à décalage à 23 étages dont les sorties des 18<sup>ème</sup> et 23<sup>ème</sup> étages sont ajoutées dans un étage d'addition modulo 2, le résultat étant réinjecté à l'entrée du premier étage.

Nombre d'étages du registre à décalage	23
Longueur de la séquence pseudo-aléatoire	$2^{23} - 1 = 8\ 388\ 607$ bits
Séquence de ZÉROS la plus longue	23 (signal inversé)

## 2.3 *Séquence pseudo-aléatoire pour systèmes utilisant une séquence de $2^{20} - 1$ bits (1 048 575 bits)*

Cette séquence concerne essentiellement les mesures d'erreur et de gigue aux débits binaires de 1544, 6312, 32 064 et 44 736 Kbit/s.

Elle peut être générée dans un registre à décalage à 20 étages dont les sorties des 17<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> étages sont ajoutées dans un étage d'addition modulo 2, le résultat étant réinjecté à l'entrée du premier étage. Un bit de sortie est mis à UN chaque fois que les 14 bits précédents sont tous des ZÉROS.

Nombre d'étages du registre à décalage	20
Longueur de la séquence pseudo-aléatoire	$2^{20} - 1 = 1\ 048\ 575$ bits
Séquence de ZÉROS la plus longue	15 (voir la remarque)

*Remarque* – Cette séquence d'essai n'est pas identique à la séquence spécifiée dans la Recommandation O.153 du fait que des mécanismes de réinjection différents sont utilisés lorsque les séquences sont produites dans des registres à décalage. La séquence spécifiée au présent paragraphe supprime les séquences consécutives de plus de 14 ZÉROS.

## 2.4 *Séquences d'essai fixes (facultatives)*

Des séquences fixes composées exclusivement de UNS (...1111...) ou de UNS et de ZÉROS en alternance (...1010...) peuvent être utilisées.

## 2.5 *Mesures «en trame»*

Pour certains types de mesures, il est nécessaire de transmettre la séquence d'essai sous forme de «contenu utile» d'une trame valable.

En ce cas, la transmission de la séquence d'essai est interrompue pendant l'émission de bits de verrouillage de trame.

Lorsque l'on utilise des séquences d'essai pseudo-aléatoires pour les mesures dans la trame, le début de la séquence d'essai n'a pas de relation fixe avec le début de la trame.

## 2.6 *Perte de synchronisation des séquences*

On considère qu'il y a perte de synchronisation séquentielle et nécessité de reprise de la synchronisation:

- lorsque le taux d'erreur sur les bits est  $\geq 0,2$  pendant un intervalle d'intégration d'une seconde; ou
- lorsqu'il peut être établi sans ambiguïté que la séquence d'essai et la séquence de référence sont déphasées.

*Remarque* – Pour reconnaître le déphasage, on peut évaluer la séquence des erreurs obtenue par comparaison bit à bit. Lorsque la séquence d'erreurs présente la même structure que la séquence d'essai binaire pseudo-aléatoire, on reconnaît alors qu'il y a déphasage.

Le présent paragraphe appelle un complément d'étude.

### 3 Débit binaire

Les débits binaires conformes aux dispositions des Recommandations du CCITT sont indiqués au tableau 1/O.151:

TABLEAU 1/O.151

#### Débits binaires, Recommandations pertinentes et séquences d'essai pseudo-aléatoires

Débits binaires (kbit/s)	Recommandations correspondant au système de multiplexage	Recommandations correspondant à la section de ligne numérique ou au système de ligne numérique	Tolérance sur le débit binaire	Séquence d'essai
1 544	G.733 [1]	G.911 [8], G.951 [9], G.955 [10]	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
2 048	G.732 [2]	G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13]	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1$
6 312	G.743 [3]	G.912 [14], G.951 [9], G.955 [10]	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
8 448	G.742 [4], G.745 [5]	G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13]	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1$
32 064	G.752 [6]	G.913 [15], G.953 [16], G.955 [10]	$\pm 10 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
34 368	G.751 [7]	G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13]	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	$2^{23} - 1$
44 736	G.752 [6]	G.914 [18], G.953 [16], G.955 [10]	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
139 264	G.751 [7]	G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13]	$\pm 15 \cdot 10^{-6}$	$2^{23} - 1$

*Remarque* – Normalement, on ne prévoit dans un appareil de mesure donné que la combinaison appropriée de débits binaires, soit 2048, 8448 kbit/s, etc. ou 1544 kbit/s, 6312 kbit/s, etc.

### 4 Interfaces

Les caractéristiques des interfaces (impédances, niveaux, codes, etc.) doivent être conformes aux dispositions de la Recommandation G.703 [19].

L'appareil de mesure devra pouvoir non seulement effectuer des mesures sur terminaison, mais encore surveiller des points d'essai protégés sur l'équipement numérique. C'est pourquoi une impédance supplémentaire élevée et/ou un gain supplémentaire pourraient être fournis pour compenser l'affaiblissement des points de contrôle déjà prévus sur certains équipements.

### 5 Plage de mesure du taux d'erreur sur les bits

L'appareil récepteur de l'équipement de mesure doit pouvoir mesurer des taux d'erreur sur les bits compris entre  $10^{-3}$  et  $10^{-8}$ . En plus, il devrait être possible de mesurer un taux d'erreur de  $10^{-9}$  et  $10^{-10}$ , ce qui peut être réalisé si l'appareil a la possibilité de compter des erreurs cumulatives.

## 6 Mode de fonctionnement

Le mode de fonctionnement doit être prévu de telle sorte que le signal soumis aux essais soit d'abord converti en un signal (binaire) unipolaire dans l'appareil de mesure des erreurs et que la comparaison des bits soit ensuite faite également à l'aide d'un signal de référence sous forme binaire.

Facultativement, on peut prévoir des moyens qui permettent de comparer le signal de ligne (par exemple, en code AMI ou HDB3) avec des signaux de référence en un code correspondant. Si l'on procède à des mesures de ce genre, il convient que les polarités soient distinguées l'une de l'autre, ce qui permet de compter séparément les erreurs causées par l'injection ou l'omission d'impulsions positives ou négatives.

## 7 Mesure des intervalles de temps erronés

L'appareil doit être capable de détecter les secondes erronées et tout autre intervalle de temps avec ou sans erreurs tel que défini au § 1.4 de la Recommandation G.821 [20] et d'en déduire les caractéristiques de taux d'erreur à 64 kbit/s conformément à l'annexe D de la Recommandation G.821 [20]<sup>3)</sup>. Le nombre d'intervalles de temps avec ou sans erreurs doit être compté et affiché pour des périodes de temps que l'on peut sélectionner de 1 minute à 24 heures, ou de façon continue.

Pour cette mesure, les circuits de détection d'erreur de l'appareil doivent être commandés par une minuterie interne qui fixe des intervalles de temps d'égale durée et dont le fonctionnement est indépendant de l'occurrence des erreurs.

## 8 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

### Références

- [1] Recommandation G.733 du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 1544 kbit/s.*
- [2] Recommandation G.732 du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 2048 kbit/s.*
- [3] Recommandation G.743 du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 6312 kbit/s avec justification positive.*
- [4] Recommandation G.742 du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive.*
- [5] Recommandation G.745 du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive/nulle/négative.*
- [6] Recommandation G.752 du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage numériques fondés sur un débit binaire du deuxième ordre (6312 kbit/s) utilisant une justification positive.*
- [7] Recommandation G.751 du CCITT *Equipements de multiplexage numériques fonctionnant au débit binaire du troisième ordre de 34 368 kbit/s et au débit binaire du quatrième ordre de 139 264 kbit/s et utilisant la justification positive.*

---

<sup>3)</sup> L'évaluation de la qualité de fonctionnement en terme d'erreurs à d'autres débits que 64 kbit/s est à l'étude.

- [8] Recommandation G.911 du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 1544 kbit/s.*
- [9] Recommandation G.951 du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s sur câbles à paires symétriques.*
- [10] Recommandation G.955 du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s, sur câbles à fibres optiques.*
- [11] Recommandation G.921 du CCITT *Sections numériques fondées sur la hiérarchie à 2048 kbit/s.*
- [12] Recommandation G.952 du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s sur câbles à paires symétriques.*
- [13] Recommandation G.956 du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s sur câbles à fibres optiques.*
- [14] Recommandation G.912 du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 6312 kbit/s.*
- [15] Recommandation G.913 du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 32 064 kbit/s.*
- [16] Recommandation G.953 du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s sur câbles à paires coaxiales.*
- [17] Recommandation G.954 du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s sur câbles à paires coaxiales.*
- [18] Recommandation G.914 du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 44 736 kbit/s.*
- [19] Recommandation G.703 du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions.*
- [20] Recommandation G.821 du CCITT *Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services.*
- [21] Recommandation O.150 du CCITT *Séquences d'essais numériques pour mesurer la qualité de fonctionnement des équipements de transmission numériques.*