



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**CCITT**

COMITÉ CONSULTATIF  
INTERNATIONAL  
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

**O.151**

(11/1988)

SÉRIE O: SPÉCIFICATIONS DES APPAREILS DE  
MESURE

Appareils pour la mesure de paramètres numériques et  
analogiques/numériques

---

**APPAREIL POUR LA MESURE DE LA QUALITÉ  
EN TERME D'ERREURS DANS LES SYSTÈMES  
NUMÉRIQUES AUX DÉBITS PRIMAIRES ET  
AU-DESSUS**

Réédition de la Recommandation O.151 du CCITT publiée  
dans le Livre Bleu, Fascicule IV.4 (1988)

---

## NOTES

1 La Recommandation O.151 du CCITT a été publiée dans le Fascicule IV.4 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 O.151

### APPAREIL POUR LA MESURE DE LA QUALITÉ EN TERME D'ERREURS DANS LES SYSTÈMES NUMÉRIQUES AUX DÉBITS PRIMAIRES ET AU-DESSUS<sup>1</sup>

(Genève, 1976; modifiée à Genève, 1980;  
Malaga-Torremolinos, 1984 et Melbourne, 1988)

Si l'on veut assurer la compatibilité entre des appareils répondant aux normes du CCITT, mais fabriqués par des constructeurs différents, il est nécessaire de respecter les conditions énoncées ci-après relatives aux caractéristiques d'un appareil pour la mesure de la qualité en terme d'erreurs sur les bits.

#### 1 Considérations générales

Les appareils sont conçus pour mesurer la qualité en terme d'erreurs sur les bits dans des systèmes de transmission numérique par la comparaison directe d'une séquence d'essai pseudo-aléatoire avec une séquence d'essai identique, produite localement. De plus, les appareils devront avoir la possibilité de mesurer des intervalles de temps erronés.

#### 2 Séquences d'essai

##### 2.1 Séquence pseudo-aléatoire pour des systèmes utilisant une longueur de séquence de $2^{15} - 1$ bits

Cette séquence est à produire au moyen d'un registre à décalage comportant une réinjection appropriée (voir la figure 1/O.151 et le tableau 1/O.151):

Nombre d'étages du registre .....	15
Longueur de la séquence .....	$2^{15} - 1 = 32\ 767$ bits
Réinjection.....	à l'entrée du 1 <sup>er</sup> étage du résultat obtenu à partir des 14 <sup>e</sup> et 15 <sup>e</sup> étages au moyen d'un OU exclusif
Séquence de zéros la plus longue .....	15 (signal inversé)

##### 2.2 Séquence pseudo-aléatoire pour des systèmes utilisant une longueur de séquence de $2^{23} - 1$ bits

Cette séquence est à produire au moyen d'un registre à décalage comportant une réinjection appropriée (voir la figure 2/O.151):

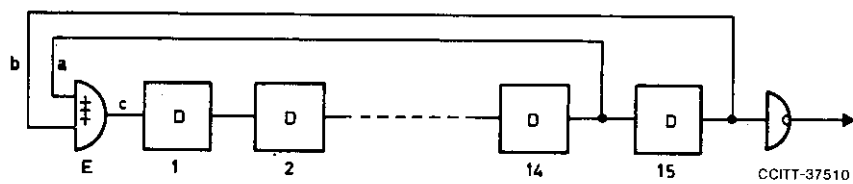
Nombre d'étages du registre .....	23
Longueur de la séquence .....	$2^{23} - 1 = 8\ 388\ 607$ bits
Réinjection.....	à l'entrée du 1 <sup>er</sup> étage du résultat obtenu à partir des 18 <sup>e</sup> et 23 <sup>e</sup> étages au moyen d'un OU exclusif
Séquence de zéros la plus longue .....	23 (signal inversé)

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

TABLEAU 1/O.151

Etat des étages du registre à décalage pendant la transmission des 47 premiers bits

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
⋮																⋮
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
⋮																⋮
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
⋮																⋮
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
44	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
46	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
47	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1



Remarque - Le point d'injection des impulsions de rythme n'est pas représenté.

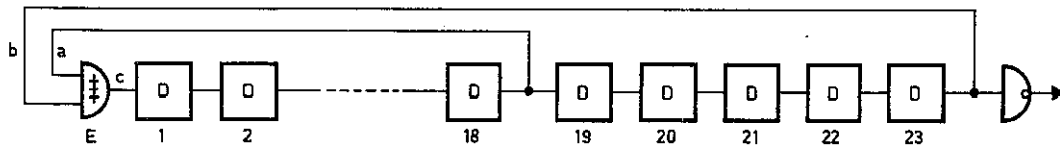
a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Table de vérité applicable au bloc OU exclusif (E):

a et b: entrées  
c: sorties

FIGURE 1/O.151

Exemple de circuit pour un registre à décalage à 15 étages avec des bascules D et un bloc OU exclusif



Remarque – Le point d'injection des impulsions de rythme n'est pas représenté.

CCITT-39300

a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Table de vérité applicable au bloc OU exclusif (E):

a et b: entrées  
c: sorties

FIGURE 2/O.151

**Exemple de circuit pour un registre à décalage à 23 étages avec des bascules D et un bloc OU exclusif**

2.3 Séquence pseudo-aléatoire pour des systèmes utilisant une longueur de séquence de  $2^{20} - 1$  bits

Cette séquence peut être produite au moyen d'un registre à décalage à 20 étages avec réinjection à partir des 17<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> étages. Le signal de sortie provient du 20<sup>e</sup> étage et un bit de sortie est obligé d'être un «un» chaque fois que les 14 bits suivants sont tous des «zéros».

La séquence quasi aléatoire satisfait aux conditions suivantes:

$$Q_{n+1}(k + 1) = Q_n(k), n = 1, 2, \dots, 19,$$

$$Q_1(k + 1) = Q_{17}(k) \oplus Q_{20}(k), \text{ et}$$

$$RD(k) = Q_{20}(k) + \overline{Q_6(k) + \dots + Q_{19}(k)}$$

où:

$Q_n(k)$  = Etat présent pour l'étage de rang  $n$

$Q_n(k + 1)$  = Etat suivant pour l'étage de rang  $n$

$RD(k)$  = Valeur actuelle de la sortie

+

$\oplus$  = Une opération logique OU EXCLUSIF

$\overline{(\quad)}$  = Une opération logique NÉGATION.

2.4 Séquences fixes (facultatives)

On peut prévoir des séquences fixes composées entièrement de uns ou alternativement de uns et de zéros.

3 Débit binaire

Débit binaire conforme aux dispositions des Recommandations comme indiqué au tableau 2/O.151:

TABLEAU 2/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
1 554	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 Jonctions**

Les caractéristiques des jonctions (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 Domaine de la 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  $10^{-10}$ , ceci peut être réalisé en fournissant 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'émission 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 dans la Recommandation G.821 [20] et d'en déduire la qualité en terme d'erreurs à 64 kbit/s

conformément à l'annexe D de la Recommandation G.821 [20]<sup>2</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'égal 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 du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 1544 kbit/s*, tome III, Rec. G.733.
- [2] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 2048 kbit/s*, tome III, Rec. G.732.
- [3] Recommandation du CCITT *Équipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 6312 kbit/s avec justification positive*, tome III, Rec. G.743.
- [4] Recommandation du CCITT *Équipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive*, tome III, Rec. G.742.
- [5] Recommandation du CCITT *Équipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive/nulle/négative*, tome III, Rec. G.745.
- [6] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage numériques fondés sur un débit binaire du deuxième ordre (6312 kbit/s) utilisant une justification positive*, tome III, Rec. G.752.
- [7] Recommandation du CCITT *Équipements 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*, tome III, Rec. G.751.
- [8] Recommandation du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 1544 kbit/s*, Livre rouge, tome III, Rec. G.911, UIT, Genève, 1984.
- [9] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s sur câbles à paires symétriques*, tome III, Rec. G.951.
- [10] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s, sur câbles à fibres optiques*, tome III, Rec. G.955.
- [11] Recommandation du CCITT *Sections numériques fondées sur la hiérarchie à 2048 kbit/s*, tome III, Rec. G.921.
- [12] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s sur câbles à paires symétriques*, tome III, Rec. G.952.
- [13] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s sur câbles à fibres optiques*, tome III, Rec. G.956.
- [14] Recommandation du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 6312 kbit/s*, Livre rouge, tome III, Rec. G.912, UIT, Genève, 1984.
- [15] Recommandation du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 32 064 kbit/s*, Livre rouge, tome III, Rec. G.913, UIT, Genève, 1984.
- [16] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s sur câbles à paires coaxiales*, tome III, Rec. G.953.
- [17] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s sur câbles à paires coaxiales*, tome III, Rec. G.954.

---

<sup>2</sup> L'évaluation de la qualité en terme d'erreurs à d'autres débits que 64 kbit/s est à l'étude.

- [18] Recommandation du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 44 736 kbit/s*, Livre rouge, tome III, Rec. G.914, UIT, Genève, 1984.
- [19] Recommandation du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*, tome III, Rec. G.703.
- [20] Recommandation du CCITT *Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services*, tome III, Rec. G.821.





## 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
<b>Série O</b>	<b>Spécifications des appareils de mesure</b>
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