



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

O.1

(02/2000)

SÉRIE O: SPÉCIFICATIONS DES APPAREILS DE
MESURE

Généralités

**Portée et application des spécifications
relatives aux appareils de mesure couverts
par les Recommandations de la série O**

Recommandation UIT-T O.1

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE O
SPÉCIFICATIONS DES APPAREILS DE MESURE

Généralités	O.1–O.9
Accès pour la maintenance	O.10–O.19
Systemes de mesure automatiques et semi-automatiques	O.20–O.39
Appareils de mesure des paramètres analogiques	O.40–O.129
Appareils de mesure des paramètres numériques et analogiques/numériques	O.130–O.199

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

Recommandation UIT-T O.1

Portée et application des spécifications relatives aux appareils de mesure couverts par les Recommandations de la série O

Résumé

La présente Recommandation UIT-T présente un sommaire de toutes les Recommandations de la série O. Elle énumère les titres de ces Recommandations, avec des informations sur leur portée et leur domaine d'application.

Une liste des termes métrologiques utilisés dans les Recommandations de la série O est également donnée afin d'aider le lecteur à sélectionner la Recommandation qui convient à son application.

L'Appendice I donne des renseignements sur un testeur diaphométrique pour réseaux de transmission à courants porteurs et sur un signal d'essai à plusieurs tonalités pour la mesure rapide de variations d'amplitude et de phase sur des circuits de type téléphonique.

Source

La Recommandation O.1 de l'UIT-T, révisée par la Commission d'études 4 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 4 février 2000 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de la CMNT.

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'étude 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

		Page
1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Abréviations	2
4	Mode d'emploi de la présente Recommandation	4
5	Contenu des Recommandations de la série O	4
5.1	Recommandations d'ordre général	4
5.1.1	Recommandation O.3 – Conditions climatiques et essais correspondants applicables aux appareils de mesure	4
5.1.2	Recommandation O.6 – Fréquence d'essai de référence de 1020 Hz	4
5.1.3	Recommandation O.9 – Montages pour la mesure du degré de dissymétrie par rapport à la terre	5
5.2	Accès pour la maintenance	5
5.2.1	Recommandation O.11 – Lignes d'accès pour la maintenance	5
5.3	Systèmes de mesure automatiques et semi-automatiques	5
5.3.1	Recommandation O.22 – Appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation n° 2 du CCITT	5
5.3.2	Recommandation O.27 – Appareil d'essai d'annuleurs d'écho en station	6
5.3.3	Recommandation O.33 – Appareil de mesure automatique pour la mesure rapide des circuits, liaisons et communications radiophoniques monophoniques et stéréophoniques	6
5.4	Appareils de mesure pour paramètres analogiques	6
5.4.1	Recommandation O.41 – Psophomètre utilisé sur des circuits de type téléphonique	6
5.4.2	Recommandation O.42 – Appareil de mesure de la distorsion non linéaire utilisant la méthode d'intermodulation à quatre tonalités	6
5.4.3	Recommandation O.61 – Appareil simple pour le comptage des interruptions sur des circuits de type téléphonique	6
5.4.4	Recommandation O.62 – Appareil perfectionné pour le comptage d'interruptions sur des circuits de type téléphonique	7
5.4.5	Recommandation O.71 – Appareil de mesure du bruit impulsif sur les circuits de type téléphonique	7
5.4.6	Recommandation O.72 – Caractéristiques d'un appareil de mesure du bruit impulsif pour la transmission de données à large bande	7
5.4.7	Recommandation O.81 – Appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour circuits de type téléphonique	7
5.4.8	Recommandation O.82 – Appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour la gamme de 5 à 600 kHz	8
5.4.9	Recommandation O.91 – Appareil de mesure de la gigue de phase sur des circuits de type téléphonique	8

	Page	
5.4.10	Recommandation O.95 – Appareil de comptage des variations brusques de phase et d'amplitude sur des circuits de type téléphonique.....	9
5.4.11	Recommandation O.111 – Appareil pour la mesure de l'écart de fréquence sur voies à courants porteurs.....	9
5.5	Appareils pour la mesure de paramètres numériques et analogiques/numériques.....	9
5.5.1	Recommandation O.131 – Appareil pour la mesure de la distorsion de quantification utilisant un bruit pseudo-aléatoire comme signal d'essai	9
5.5.2	Recommandation O.132 – Appareil de mesure de la distorsion de quantification utilisant un signal d'essai sinusoïdal	10
5.5.3	Recommandation O.133 – Appareils destinés à mesurer la qualité de fonctionnement de codeurs et décodeurs de modulation par impulsions et codage	10
5.5.4	Recommandation O.150 – Prescriptions générales relatives aux appareils de mesure des caractéristiques de fonctionnement des équipements de transmission numérique	11
5.5.5	Recommandation O.151 – Appareil pour la mesure du taux d'erreur fonctionnant au débit primaire et au-dessus	11
5.5.6	Recommandation O.152 – Appareil de mesure du taux d'erreur pour les débits de 64 kbit/s et $N \times 64$ kbit/s	11
5.5.7	Recommandation O.153 – Paramètres fondamentaux pour la mesure de la qualité de fonctionnement en termes d'erreur aux débits inférieurs au débit primaire.....	11
5.5.8	Recommandation O.161 – Appareil destiné à la surveillance en service des violations du code pour les systèmes numériques.....	11
5.5.9	Recommandation O.162 – Appareil de surveillance en service de signaux à 2048, 8448, 34 368 et 139 264 kbit/s.....	12
5.5.10	Recommandation O.163 – Appareil de surveillance en service sur signaux de 1544 kbit/s.....	12
5.5.11	Recommandation O.171 – Appareil de mesure de la gigue et du dérapage de rythme dans les systèmes numériques à hiérarchie numérique plésiochrone.....	12
5.5.12	Recommandation O.172 – Appareil de mesure de la gigue et du dérapage dans les systèmes numériques à hiérarchie numérique synchrone	13
5.5.13	Recommandation O.181 – Appareils utilisés pour l'évaluation des caractéristiques d'erreur sur les interfaces STM-N	13
5.5.14	Recommandation O.191 – Equipement d'évaluation des caractéristiques de transfert de cellules de la couche ATM	14
Annexe A – Index alphabétique des termes de métrologie traités par les Recommandations de la série O		15
Appendice I – Appareil de mesure de la diaphonie pour les systèmes de transmission à courants porteurs sur paires coaxiales.....		22
I.1	Introduction.....	22
I.2	Mode opératoire.....	22

	Page
I.3 Paramètres techniques de base d'un appareil destiné aux systèmes de transmission fonctionnant sur des fréquences inférieures à 18 MHz.....	24
I.3.1 Caractéristiques de base.....	24
I.3.2 Autres caractéristiques techniques.....	24

Introduction

La présente Recommandation est destinée à aider le personnel de maintenance et les autres personnes intéressées à sélectionner pour chaque tâche métrologique l'équipement d'essai approprié spécifié dans les Recommandations de la série O.

A cette fin, la présente Recommandation énumère les titres de toutes les Recommandations de la série O et renseigne sur leur portée et leur domaine d'application. Un index alphabétique des termes métrologiques intervenant dans les Recommandations de la série-O est donné en Annexe A.

La présente Recommandation ne fournit aucune spécification relative à des équipements de test.

Contexte

Dans le cadre du Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT, la Commission d'études 4 est chargée de la maintenance des réseaux. Une de ses tâches consiste à définir les appareils de mesure nécessaires pour évaluer la qualité d'un réseau. Différents types de Recommandations sur les appareils de mesure sont à prendre en considération, à savoir:

- a) celles qui traitent d'essais de conformité pour équipements de télécommunication;
- b) celles qui traitent de l'exploitation, par exemple des procédures pour mettre des circuits en service et les contrôles périodiques de la performance.

Ces deux catégories de Recommandations traitent d'essais de vérification de la conformité fondamentalement différents, ce qui conduit souvent à choisir des équipements d'essai différents.

Les essais de la catégorie a) seront normalement plus généraux. Leur objet (souvent fondé sur des mesures d'échantillons ou de prototypes d'équipements) consiste à certifier la conformité avec des objectifs de conception. Ces essais pourront donc servir de préalables nécessaires à la recette d'un équipement avant son installation dans un réseau. De tels essais ne sont pas appelés à être effectués de manière périodique.

Les essais de la catégorie b) sont en revanche utilisés systématiquement et périodiquement. Leur domaine d'application étendu peut nécessiter de faire appel à des aspects complémentaires, en particulier pour ce qui suit:

- 1) nécessité de résultats conformes lorsque des essais peuvent être effectués au moyen d'appareils fournis par plusieurs constructeurs;
- 2) nécessité d'une technique de mesurage commune pour assurer la compatibilité lorsqu'un essai exige un certain équipement de mesure aux deux extrémités d'un dispositif en essai.

C'est essentiellement pour ces raisons que l'UIT-T fait paraître les Recommandations de la série O.

Les remarques qui précèdent s'appliquent autant aux techniques analogiques qu'aux techniques numériques.

Recommandation UIT-T O.1

Portée et application des spécifications relatives aux appareils de mesure couverts par les Recommandations de la série O

1 Domaine d'application

La présente Recommandation UIT-T est destinée à aider le personnel de maintenance et les autres personnes intéressées à sélectionner pour chaque tâche métrologique l'équipement d'essai approprié spécifié dans les Recommandations de la série O.

A cette fin, la présente Recommandation énumère les titres de toutes les Recommandations de la série O et renseigne sur leur portée et leur domaine d'application. Un index alphabétique des termes métrologiques intervenant dans les Recommandations de la série O est donné en Annexe A.

La présente Recommandation ne fournit aucune spécification relative à des équipements de test.

2 Références normatives

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 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.

- [1] Recommandation UIT-T G.117 (1996), *Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission.*
- [2] Recommandation UIT-T G.165 (1993), *Annuleurs d'écho.*
- [3] Recommandation UIT-T G.712 (1996), *Caractéristiques de qualité de transmission des canaux MIC.*
- [4] Recommandations UIT-T de la série Q.550, *Caractéristiques de transmission.*
- [5] Recommandation UIT-T G.821 (1996), *Caractéristiques d'erreur d'une connexion numérique internationale fonctionnant à un débit inférieur au débit primaire et faisant partie d'un réseau numérique à intégration de services.*
- [6] Recommandation UIT-T G.826 (1999), *Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire.*
- [7] Recommandation UIT-T M.2100 (1995), *Limites de performance pour la mise en service et la maintenance des conduits, des sections et des systèmes de transmission numériques internationaux à hiérarchie numérique plésiochrone.*
- [8] Recommandation UIT-T G.707 (1996), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone.*
- [9] Recommandation UIT-T G.783 (1997), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique synchrone.*
- [10] Recommandation UIT-T G.784 (1999), *Gestion de la hiérarchie numérique synchrone.*
- [11] Recommandation UIT-T M.2101 (2000), *Limites de qualité et objectifs de fonctionnement pour la mise en service et la maintenance des conduits et des sections multiplex SDH internationaux.*

- [12] Recommandation UIT-T I.356 (2000), *Caractéristiques du transfert de cellules de la couche ATM du RNIS-LB.*
- [13] Recommandation UIT-T I.357 (1996), *Disponibilité des connexions semi-permanentes du RNIS-LB.*
- [14] Recommandation UIT-T I.361 (1999), *Spécifications de la couche mode RNIS à large bande.*
- [15] Recommandation UIT-T I.610 (1999), *Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance du RNIS à large bande.*
- [16] Recommandation UIT-T G.823 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s.*
- [17] Recommandation UIT-T G.824 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s.*
- [18] Recommandation UIT-T G.825 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques à hiérarchie numérique synchrone.*
- [19] Recommandation CCITT G.793 (1988), *Caractéristiques des équipements de transmultiplexage à 60 voies.*
- [20] Recommandation CCITT G.794 (1988), *Caractéristiques des équipements de transmultiplexage à 24 voies.*
- [21] Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s.*
- [22] Recommandation CCITT G.751 (1988), *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.*

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

A-A	sens analogique-analogique (<i>analogue to analogue</i>)
A-D	sens analogique-numérique (<i>analogue to digital</i>)
AIS	signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
AMI	code bipolaire alternant (<i>alternate mark inversion</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATME	appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation (<i>automatic transmission measuring and signalling testing equipment</i>)
AU-AIS	signal d'indication d'alarme pour une unité administrative (<i>administrative unit alarm indication signal</i>)
AU-LOP	perte du pointeur sur une unité administrative (<i>administrative unit loss of pointer</i>)
CDV	variation du temps de propagation cellulaire (<i>cell delay variation</i>)
CER	taux d'erreur de cellules (<i>cell error ratio</i>)
CLR	taux de perte de cellules (<i>cell loss ratio</i>)
CMR	taux de mauvaise insertion de cellules (<i>cell misinsertion rate</i>)
CMR	taux de réjection en mode commun (<i>common mode rejection</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy check</i>)

CTD	temps de transfert de cellules (<i>cell transfer delay</i>)
D-A	sens numérique-analogique (<i>digital to analogue</i>)
D-D	sens numérique-numérique (<i>digital to digital</i>)
HDB 3	code haute densité bipolaire d'ordre 3 (<i>suppression des quatrièmes zéros</i>) (<i>high density bipolar with 4-zero suppression</i>)
HP-RDI	indication de dérangement distant dans un conduit de niveau supérieur (<i>higher-order path remote defect indication</i>)
HP-REI	indication d'erreur distante dans un conduit de niveau supérieur (<i>higher-order path remote error indication</i>)
HP-TIM	discordance entre identificateurs de repérage pour un conduit de niveau supérieur (<i>higher-order path trace identifier mismatch</i>)
ILIL	affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée (<i>input longitudinal interference loss</i>)
ISET	appareil d'essai d'annuleurs d'écho en station (<i>in-station echo canceller test equipment</i>)
LCL	affaiblissement de conversion longitudinale (<i>longitudinal conversion loss</i>)
LCTL	affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (<i>longitudinal conversion transfer loss</i>)
LOF	perte de verrouillage de trames (<i>loss of frame alignment</i>)
LOS	perte de signal (<i>loss of signal</i>)
LP-RDI	indication de dérangement distant dans un conduit de niveau inférieur (<i>lower-order path remote defect indication</i>)
LP-REI	indication d'erreur distante dans un conduit de niveau inférieur (<i>lower-order path remote error indication</i>)
LP-TIM	discordance entre identificateurs de repérage pour un conduit de niveau inférieur (<i>lower-order path trace identifier mismatch</i>)
MS-AIS	signal d'indication d'alarme pour une section multiplex (<i>multiplex section alarm indication signal</i>)
MS-RDI	indication de dérangement distant pour une section multiplex (<i>multiplex section remote defect indication</i>)
OOF	non-alignement de trame (<i>out of frame alignment</i>)
OSB	symétrie du signal de sortie (<i>output signal balance</i>)
PDH	hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
TCL	affaiblissement de conversion transversale (<i>transverse conversion loss</i>)
TCTL	affaiblissement de transfert de conversion transversale (<i>transverse conversion transfer loss</i>)
TU-AIS	signal d'indication d'alarme pour une unité d'affluent (<i>tributary unit alarm indication signal</i>)

TU-LOM	perte de verrouillage de multitrames pour une unité d'affluent (<i>tributary unit loss of multiframe alignment</i>)
TU-LOP	perte du pointeur sur une unité d'affluent (<i>tributary unit loss of pointer</i>)

4 Mode d'emploi de la présente Recommandation

Le paragraphe 5 énumère les titres des Recommandations de la série O et en donne chaque fois un bref résumé. Ces titres et résumés sont dans la plupart des cas suffisamment explicites pour permettre de choisir dans la série O la Recommandation correspondant à la tâche métrologique qui intéresse le lecteur.

L'Annexe A fournit en outre un index des termes et abréviations métrologiques développés dans les Recommandations de la série O. Le cas échéant, certaines entrées de l'index sont présentées deux fois: d'abord au titre d'un mot clé générique (comme codeur/décodeur MIC, distorsion de quantification), puis au titre d'une tâche spécifique (comme distorsion de quantification). L'utilisation de cet index est le moyen le plus facile pour trouver dans la série O la Recommandation applicable.

5 Contenu des Recommandations de la série O

Le présent paragraphe est présenté pour aider à choisir et à appliquer l'instrumentation de mesure spécifiée dans les Recommandations de la série O. Il donne un aperçu général des titres et du contenu de ces Recommandations, que l'on peut ranger en cinq catégories, comme suit:

- Recommandations d'ordre général;
- Recommandations traitant des lignes d'accès pour la maintenance;
- systèmes automatiques et semi-automatiques de mesure;
- appareils pour la mesure des paramètres analogiques;
- appareils pour la mesure des paramètres numériques et analogiques/numériques.

5.1 Recommandations d'ordre général

5.1.1 Recommandation O.3 – Conditions climatiques et essais correspondants applicables aux appareils de mesure

Les Recommandations de la série O spécifient des appareils de mesure pour une large gamme d'applications. La fiabilité de ces appareils est un important préalable à la maintenance des équipements et des réseaux de télécommunication. Cette fiabilité peut être affectée par les conditions ambiantes auxquelles les appareils sont exposés en cours d'utilisation.

La Recommandation O.3 définit une gamme de conditions climatiques pour le fonctionnement intérieur des appareils de mesure spécifiés dans les Recommandations de la série O. Elle définit en outre les conditions climatiques de transport et de stockage de ces appareils.

Afin de pouvoir démontrer que les appareils respectent les prescriptions de la Recommandation O.3, celle-ci spécifie des conditions de test simulant les divers paramètres environnementaux.

5.1.2 Recommandation O.6 – Fréquence d'essai de référence de 1020 Hz

La Recommandation O.6 a pour objet de spécifier une valeur nominale unique de 1020 Hz comme fréquence de référence pour les constructeurs et exploitants de réseau aux fins de conception et d'exploitation des équipements et systèmes. En plus de la fréquence nominale de référence, la Recommandation O.6 définit un niveau nominal de référence de -10 dBm0.

La Recommandation O.6 tient compte des difficultés propres aux essais de circuits établis sur des systèmes MIC.

5.1.3 Recommandation O.9 – Montages pour la mesure du degré de dissymétrie par rapport à la terre

La Recommandation O.9 décrit les montages permettant de mesurer les paramètres suivants:

- affaiblissement de conversion longitudinale (LCL, *longitudinal conversion loss*);
- affaiblissement de conversion transversale (TCL, *transverse conversion loss*);
- affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (LCTL, *longitudinal conversion transfer loss*);
- affaiblissement de transfert de conversion transversale (TCTL, *transverse conversion transfer loss*);
- affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée (ILIL, *input longitudinal interference loss*);
- taux de réjection en mode commun (CMR, *common mode rejection*);
- symétrie du signal de sortie (OSB, *output signal balance*).

Il s'agit là en pratique des sept paramètres les plus importants en matière de dissymétrie. La Recommandation indique également les valeurs limites, les considérations particulières s'appliquant aux terminaisons d'essai ainsi que les fréquences de mesure à utiliser.

La Recommandation O.9 est basée sur la Recommandation G.117 [1], qui contient des renseignements supplémentaires sur les mesures de dissymétrie.

5.2 Accès pour la maintenance

5.2.1 Recommandation O.11 – Lignes d'accès pour la maintenance

Afin d'assurer plus efficacement la maintenance manuelle et automatique des circuits internationaux sur les réseaux téléphoniques automatiques, la Recommandation O.11 donne les spécifications de base pour la maintenance des lignes d'accès.

Ces spécifications comprennent des prescriptions applicables aux lignes d'accès lors des essais d'annuleurs d'écho (voir la Recommandation O.27) et lors de l'utilisation de l'appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation – ATME n° 2 (voir la Recommandation O.22).

5.3 Systèmes de mesure automatiques et semi-automatiques

5.3.1 Recommandation O.22 – Appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation n° 2 du CCITT

L'appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation (ATME n° 2) est destiné à effectuer des mesures de transmission, des essais d'annuleurs d'écho et des essais fonctionnels du système de signalisation sur toutes les catégories de circuits internationaux aboutissant à des commutateurs quatre fils.

La Recommandation O.22 décrit:

- les types de mesures et d'essais;
- les équipements nécessaires aux mesures de transmission et au traitement des résultats obtenus;
- les méthodes d'accès;

- les principes de fonctionnement;
- les essais du système de signalisation et les procédures de mesure de la transmission;
- les essais sur lignes numériques bouclées.

5.3.2 Recommandation O.27 – Appareil d'essai d'annuleurs d'écho en station

L'appareil d'essai des annuleurs d'écho en station (ISET) est conçu pour l'essai des annuleurs d'écho des types C et D, y compris le neutralisateur par tonalité qui est spécifié dans la Recommandation G.165 [2]. Deux modes d'essai (routine et diagnostic) sont décrits.

5.3.3 Recommandation O.33 – Appareil de mesure automatique pour la mesure rapide des circuits, liaisons et communications radiophoniques monophoniques et stéréophoniques

L'appareil de mesure automatique pour circuits radiophoniques est capable de mesurer rapidement tous les paramètres nécessaires à la vérification de la qualité de tels circuits, à savoir:

- distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence;
- linéarité du compresseur-extenseur;
- distorsion harmonique (non linéaire);
- diaphonie entre voies et transposition de circuits;
- différence de gain et déphasage entre voies;
- bruit modulé par le programme et bruit étendu;
- niveau à la réception (gain d'insertion);
- rapport signal/bruit (pondéré et non pondéré).

5.4 Appareils de mesure pour paramètres analogiques

5.4.1 Recommandation O.41 – Psophomètre utilisé sur des circuits de type téléphonique

La Recommandation O.41 donne les caractéristiques de base des psophomètres à utiliser pour mesurer le bruit et autres signaux brouilleurs sur les circuits téléphoniques internationaux et les sections de circuit. Des filtres sont spécifiés pour les mesures de bruit pondéré et non pondéré. Deux annexes traitent, l'une des différences entre le psophomètre de l'UIT-T et l'appareil à pondération de l'Amérique du Nord, l'autre des interfaces à impédances complexes.

5.4.2 Recommandation O.42 – Appareil de mesure de la distorsion non linéaire utilisant la méthode d'intermodulation à quatre tonalités

La Recommandation O.42 décrit une méthode d'intermodulation permettant d'évaluer la distorsion de non-linéarité au moyen d'un signal d'essai à 4 tonalités. Pour ce qui est de la précision de mesure, cette méthode est supérieure aux simples mesures des harmoniques contenus dans un signal d'essai sinusoïdal. Les quatre tonalités du signal d'essai sont choisies de manière à donner lieu à des produits d'intermodulation du deuxième et du troisième ordre dans la bande passante d'un circuit de type téléphonique. Ces produits peuvent être facilement isolés du signal d'essai appliqué.

5.4.3 Recommandation O.61 – Appareil simple pour le comptage des interruptions sur des circuits de type téléphonique

La Recommandation O.61 spécifie un compteur simple des interruptions sur circuits de type téléphonique. Cet appareil est capable de mesurer des interruptions supérieures à 3,5 ms au moyen d'une tonalité d'essai de 2 kHz.

5.4.4 Recommandation O.62 – Appareil perfectionné pour le comptage d'interruptions sur des circuits de type téléphonique

La Recommandation O.62 spécifie un compteur perfectionné des interruptions sur circuits de type téléphonique. Cet appareil est capable de mesurer des interruptions supérieures à 0,5 ms au moyen d'une tonalité d'essai de 2 kHz.

5.4.5 Recommandation O.71 – Appareil de mesure du bruit impulsif sur les circuits de type téléphonique

La Recommandation O.71 spécifie un appareil capable d'évaluer la performance en termes de bruit impulsif des circuits de type téléphonique. Cet appareil enregistre le nombre de fois que la tension instantanée du signal d'entrée dépasse un seuil prédéterminé. Le rythme maximal de comptage est de 8 dépassements par seconde.

5.4.6 Recommandation O.72 – Caractéristiques d'un appareil de mesure du bruit impulsif pour la transmission de données à large bande

La Recommandation O.72 spécifie un appareil capable d'évaluer la performance en termes de bruit impulsif des circuits de transmission de données à large bande. Cet appareil enregistre le nombre de fois que la tension instantanée du signal d'entrée dépasse un seuil prédéterminé. Les conditions de mesure sont données pour les bandes suivantes:

- bande de base (largeur d'environ 48 kHz pour la mesure);
- bande des groupes primaires (largeur d'environ 40 kHz pour la mesure);
- bande des groupes secondaires (largeur d'environ 238 kHz pour la mesure).

NOTE – Le texte de la Recommandation O.72 est identique à celui de la Recommandation H.16 et Figure sous ce dernier numéro dans le *Livre rouge* du CCITT, Fascicule III.4, adopté en 1984. Par rapport aux techniques modernes, il s'agit d'une spécification assez ancienne.

5.4.7 Recommandation O.81 – Appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour circuits de type téléphonique

La Recommandation O.81 spécifie un appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour circuits de type téléphonique. Le principe de la mesure est fondé sur la méthode dite de Nyquist, qui fait appel à une tonalité d'essai modulée en amplitude. Pour résoudre le problème de la transmission de la phase de référence requise à l'extrémité distante du circuit sous test, le signal de mesure est périodiquement remplacé par un signal de référence de fréquence fixe égale à 1,8 kHz. Les différences de phase et d'amplitude en fonction de la fréquence entre l'enveloppe du signal de mesure et celle du signal de référence reflètent le temps de propagation de groupe et la distorsion d'amplitude.

La Figure 1 montre la structure du signal d'essai.

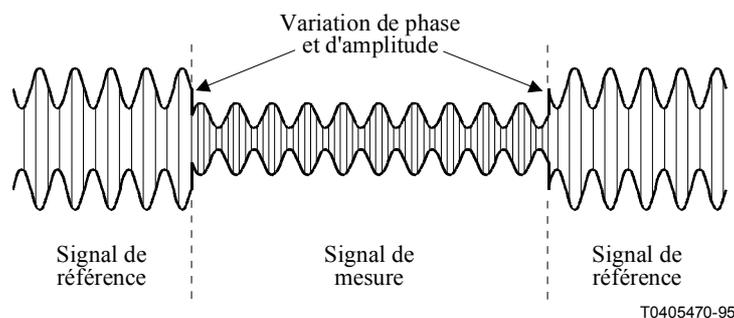


Figure 1/O.1 – Signal d'essai pour la mesure du temps de propagation de groupe et de la distorsion d'amplitude

Cet appareil mesure les variations (affaiblissements) du temps de propagation de groupe et du gain dans la gamme de fréquences de 200 Hz à 20 kHz. Il peut être appliqué pour mesurer et égaliser des circuits utilisés pour la transmission de données.

L'UIT-T O.81 dans son Appendice I fournit des informations sur le signal de mesure (signal d'essai à plusieurs tonalités) pour la mesure rapide de variations d'amplitude et de phase sur des circuits de type téléphonique. Ce signal d'essai n'est pas compatible avec le signal décrit ci-dessus.

5.4.8 Recommandation O.82 – Appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour la gamme de 5 à 600 kHz

La Recommandation O.82 spécifie un appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour circuits à largeur de bande pour faisceau de groupe. Le principe de la mesure est fondé sur la méthode dite de Nyquist, qui fait appel à une tonalité d'essai modulée en amplitude. Pour résoudre le problème de la transmission de la phase de référence requise à l'extrémité distante du circuit sous test, le signal de mesure est périodiquement remplacé par un signal de référence aux fréquences fixes de 25 kHz, 84 kHz et 432 kHz. Les différences de phase et d'amplitude en fonction de la fréquence entre l'enveloppe du signal de mesure et celle du signal de référence reflètent le temps de propagation de groupe et la distorsion d'amplitude. La Figure 1 montre la structure du signal d'essai.

Cet appareil mesure les variations (affaiblissements) du temps de propagation de groupe et du gain dans la gamme de fréquences de 5 kHz à 600 kHz. Il peut être appliqué pour mesurer et égaliser des circuits utilisés pour la transmission de données.

Il y a lieu de noter que la Recommandation O.82 n'a pas fait l'objet d'une application étendue car les circuits analogiques à large bande ont été remplacés par des circuits numériques.

5.4.9 Recommandation O.91 – Appareil de mesure de la gigue de phase sur des circuits de type téléphonique

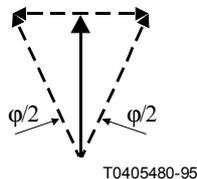


Figure 2/O.1 – Modulation de phase représentant une gigue analogique

Trois Recommandations de la série O traitent des mesures de gigue, à savoir les Recommandations O.91, O.171 et O.172, qui visent deux objectifs différents. La Recommandation O.91 spécifie un appareil destiné à la mesure de la gigue de phase sur des voies téléphoniques analogiques, tandis que les Recommandations O.171 et O.172 décrivent un appareil de mesure de la gigue "de rythme" de signaux numériques à divers débits.

La gigue en analogique peut dégrader la performance en termes de transmission de données par modem. La gigue de rythme peut dégrader la performance en termes d'erreur dans les systèmes numériques de transmission.

La Recommandation O.91 fait appel à un signal d'essai dont la fréquence est de 1020 Hz et dont la modulation de phase (gigue de phase ϕ – voir Figure 2) peut être choisie dans trois bandes (latérales) de 4 à 20 Hz, de 4 à 300 Hz et de 20 à 300 Hz. Les bandes de 3 à 300 Hz et de 3 à 20 Hz sont également couvertes.

5.4.10 Recommandation O.95 – Appareil de comptage des variations brusques de phase et d'amplitude sur des circuits de type téléphonique

Les sauts de phase ou d'amplitude sont définis comme des modifications soudaines, en phase ou en amplitude, d'un signal d'essai observé, avec dépassement d'un seuil spécifié et persistance au-delà d'une durée spécifiée. Les sauts de phase et d'amplitude peuvent affecter la performance en termes de transmission de données par modems.

La Recommandation O.95 indique les prescriptions applicables à un appareil destiné à compter les sauts de phase et d'amplitude sur des circuits de type téléphonique, les deux événements étant comptés indépendamment l'un de l'autre sur une durée déterminée.

5.4.11 Recommandation O.111 – Appareil pour la mesure de l'écart de fréquence sur voies à courants porteurs

La Recommandation O.111 décrit une méthode de mesure de l'écart de fréquence introduit par des voies à courants porteurs. Cette méthode utilise deux tonalités d'essai à 1020 et 2040 Hz. Ces deux fréquences sont en rapport harmonique exact. A l'extrémité de réception de la voie sous test, les deux fréquences peuvent subir un même écart fréquentiel Δ Hz et ne sont alors plus en rapport harmonique. Ceci permet d'extraire et de mesurer l'écart fréquentiel, Δ Hz.

Il convient de noter que la Recommandation O.111 a été publiée en 1972. Les appareils de mesure (compteurs) modernes offrent d'autres moyens pour mesurer les écarts de fréquence.

5.5 Appareils pour la mesure de paramètres numériques et analogiques/numériques

Trois catégories d'appareil de mesure sont traitées dans les sous-paragraphes suivants:

- 1) Les Recommandations O.131 à O.133 traitent de mesures de performance sur des dispositifs faisant appel à la technique de modulation par impulsions et codage (MIC) et contenant des convertisseurs analogiques-numériques ou numériques-analogiques. Les principales spécifications des équipements de transmission correspondants sont contenues dans les Recommandations G.712 [3] et dans celles de la série Q.550 [4].
- 2) Les Recommandations O.151 à O.163 spécifient les appareils permettant d'évaluer la performance en termes d'erreur sur réseaux à hiérarchie PDH essentiellement. En dehors de la série O, les prescriptions applicables se trouvent dans des Recommandations telles que G.821 [5], G.826 [6] et M.2100 [7]. Les Recommandations O.181 et O.191 traitent aussi des mesures de performance en termes d'erreur mais se rapportent aux techniques modernes de hiérarchie SDH et de mode ATM. On pourra trouver des renseignements de base concernant la hiérarchie SDH, dans les Recommandations G.707 [8], G.783 [9], G.784 [10] et M.2101 [11] et, concernant les systèmes en mode ATM, dans les Recommandations I.356 [12], I.361 [14] et I.610 [15].
- 3) Finalement, les Recommandations O.171 et O.172 spécifient l'instrumentation permettant d'évaluer la gigue de rythme. Dans cette catégorie, les sources les plus importantes sont les Recommandations G.823 [16], G.824 [17] et G.825 [18].

5.5.1 Recommandation O.131 – Appareil pour la mesure de la distorsion de quantification utilisant un bruit pseudo-aléatoire comme signal d'essai

La Recommandation O.131 spécifie l'instrumentation qui utilise un bruit pseudo-aléatoire comme excitation pour mesurer la distorsion de quantification sur des dispositifs employant la technique de modulation par impulsions et codage (MIC). Le signal de bruit a une densité de probabilité en amplitude proche d'une distribution gaussienne, avec une fréquence comprise entre 350 et 550 Hz.

Du côté réception, le stimulus de bruit est supprimé et la distorsion de quantification (distorsion totale) est mesurée dans une bande comprise entre 800 Hz et 3,4 kHz.

La méthode décrite dans la Recommandation O.131 était autrefois prescrite par la Recommandation G.712. Ce n'est plus le cas et la description de la méthode a été transférée dans un appendice de la Recommandation G.712 [3].

5.5.2 Recommandation O.132 – Appareil de mesure de la distorsion de quantification utilisant un signal d'essai sinusoïdal

La Recommandation O.132 spécifie l'instrumentation qui utilise un signal d'excitation sinusoïdal pour mesurer la distorsion de quantification sur des dispositifs employant la technique de modulation par impulsions et codage (MIC). Le signal d'essai a une fréquence de 850 ou de 1020 Hz.

Côté réception, le signal d'excitation est supprimé et la distorsion de quantification (distorsion totale) est mesurée avec une pondération psophométrique conformément à la Recommandation O.41.

La méthode de mesure est conforme aux prescriptions de la Recommandation G.712 [3] et à celles des Recommandations de la série Q.550.

5.5.3 Recommandation O.133 – Appareils destinés à mesurer la qualité de fonctionnement de codeurs et décodeurs de modulation par impulsions et codage

La Recommandation O.133 spécifie des appareils permettant de mesurer la qualité de transmission des:

- multiplexeurs MIC (voir Recommandation G.712 [3]);
- commutateurs numériques (voir Recommandations de la série Q.550 [4]);
- transmultiplexeurs (voir Recommandations G.793 [19] et G.794 [20]).

En plus des mesures entre interfaces analogiques (mesures A-A), l'instrumentation permet de mesurer séparément la performance dans le sens analogique-numérique (A-D) et dans le sens numérique-analogique (D-A) des équipements soumis à l'essai. Des mesures dans le sens numérique-numérique (D-D) sont également possibles. L'instrumentation est capable de mesurer les paramètres suivants au moyen s'il y a lieu de signaux d'excitation sinusoïdaux ou pseudo-aléatoires:

- distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence;
- diaphonie;
- protection contre les signaux hors bande à l'entrée de la voie;
- fréquence du signal de mesure;
- mesures de gain;
- brouillage dû à la signalisation;
- mesures de niveau;
- affaiblissement de conversion longitudinale;
- détection du code de crête;
- niveaux relatifs;
- affaiblissement d'adaptation (aux bornes à fréquences vocales);
- bruit à fréquence unique;
- signaux intempestifs hors bande à la sortie de la voie;
- distorsion totale (y compris la distorsion de quantification);
- variation du gain avec le niveau d'entrée;
- variation du gain dans le temps;
- bruit pondéré.

Les bits de signalisation et les alarmes peuvent être surveillés et évalués.

5.5.4 Recommandation O.150 – Prescriptions générales relatives aux appareils de mesure des caractéristiques de fonctionnement des équipements de transmission numérique

La Recommandation O.150 spécifie les caractéristiques générales des séquences numériques d'essai pour les mesures de performance sur équipements numériques de transmission. Ces séquences d'essai sont utilisées dans plusieurs Recommandations de la série O.

En plus de la définition de séquences binaires pseudo-aléatoires, la Recommandation décrit des séquences d'essai dites tramées.

Pour tenir compte des prescriptions de la Recommandation G.826 [6] (mesures de performance en termes d'erreur sur les blocs), les longueurs de blocs sont indiquées selon divers débits.

La Recommandation O.150 contient également des renseignements sur la détection des événements de type perte de signal (LOS, *loss of signal*) et signal d'indication d'alarme (AIS, *alarm indication signal*).

5.5.5 Recommandation O.151 – Appareil pour la mesure du taux d'erreur fonctionnant au débit primaire et au-dessus

L'instrumentation spécifiée dans la Recommandation O.151 est conçue pour mesurer la qualité en termes d'erreur dans les systèmes numériques par comparaison directe d'une séquence de référence produite localement avec une séquence d'essai identique mais reçue.

De plus, cette Recommandation prévoit la possibilité de mesurer les créneaux temporels erronés.

Elle indique les conditions d'essai pour des débits compris entre 1544 kbit/s et 139 264 kbit/s.

5.5.6 Recommandation O.152 – Appareil de mesure du taux d'erreur pour les débits de 64 kbit/s et $N \times 64$ kbit/s

L'équipement spécifié dans la Recommandation O.152 est conçu pour mesurer la qualité en termes d'erreur sur les bits sur des conduits numériques fonctionnant à 64 kbit/s et à $N \times 64$ kbit/s, par comparaison directe avec une séquence d'essai pseudo-aléatoire reçue avec une séquence de référence générée localement identique à la séquence émise.

5.5.7 Recommandation O.153 – Paramètres fondamentaux pour la mesure de la qualité de fonctionnement en termes d'erreur aux débits inférieurs au débit primaire

L'équipement spécifié dans la Recommandation O.153 est conçu pour mesurer la qualité en termes d'erreur sur des circuits fonctionnant à des débits compris entre 50 bit/s et 168 kbit/s. La mesure se fonde sur la comparaison directe d'une séquence d'essai pseudo-aléatoire reçue avec une séquence de référence générée localement identique à la séquence émise. Le fonctionnement peut être synchrone ou asynchrone.

5.5.8 Recommandation O.161 – Appareil destiné à la surveillance en service des violations du code pour les systèmes numériques

La Recommandation O.161 spécifie un appareil de surveillance en service des violations du code pour le premier et le deuxième niveau de la hiérarchie numérique.

Les codes pseudo-ternaires à surveiller sont le code bipolaire alternant (AMI, *alternate mark inversion*), le code HDB 3 (code bipolaire à haute densité d'ordre 3) avec un maximum de 3 zéros consécutifs, le code B6ZS (bipolaire avec substitution des 6 zéros) et le code B8ZS (bipolaire avec substitution des 8 zéros).

5.5.9 Recommandation O.162 – Appareil de surveillance en service de signaux à 2048, 8448, 34 368 et 139 264 kbit/s

La Recommandation O.162 définit les caractéristiques d'un appareil de surveillance en service de signaux numériques à des débits de 2048, 8448, 34 368 et 139 264 kbit/s utilisant le signal de verrouillage de trame. Cet appareil permet d'évaluer des structures de trame conformes aux Recommandations G.704 [21] et G.751 [22].

Cet appareil mesure également la performance en termes d'erreur au moyen de procédures de contrôle de redondance cyclique (CRC, *cyclic redundancy check*) et reconnaît les alarmes distantes.

5.5.10 Recommandation O.163 – Appareil de surveillance en service sur signaux de 1544 kbit/s

La Recommandation O.163 décrit un appareil de surveillance du signal de verrouillage de trames pour structures de trame à 1544 kbit/s. Cet appareil est destiné à surveiller des multitrames de 12 trames (format de supertrame) ou de 24 trames (format de supertrame étendu) utilisant les codes de ligne AMI ou B8ZS.

Cet appareil mesure également la performance en termes d'erreur dans les signaux multitrames (à 24 trames) au moyen de procédures de contrôle de redondance cyclique (CRC-6) et reconnaît les alarmes distantes.

5.5.11 Recommandation O.171 – Appareil de mesure de la gigue et du dérapage de rythme dans les systèmes numériques à hiérarchie numérique plésiochrone

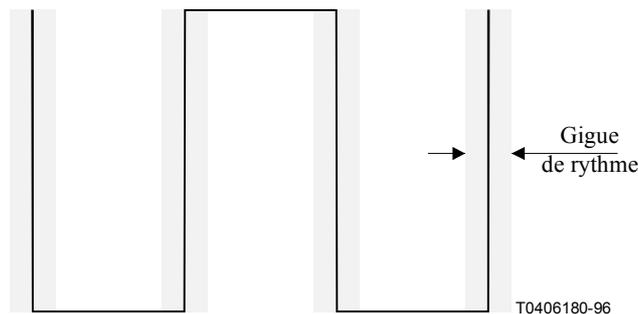


Figure 3/O.1 – Variation des dépassements de zéro représentant la gigue de rythme

Trois Recommandations de la série O traitent des mesures de gigue, à savoir les Recommandations O.91, O.171 et O.172, qui visent des objectifs différents. La Recommandation O.91 spécifie un appareil destiné à la mesure de la gigue de phase sur voies téléphoniques analogiques, tandis que la Recommandation O.171 décrit un appareil de mesure de la "gigue de rythme" des signaux numériques à divers débits.

La gigue en analogique peut dégrader la performance en termes de transmission de données par modem. La gigue de rythme peut dégrader la performance en termes d'erreur dans les systèmes numériques de transmission.

La Recommandation O.171 spécifie un mesureur de gigue de rythme (voir Figure 3) et de dérapage à des débits compris entre 64 kbit/s et 139 264 kbit/s. Elle couvre également les débits de la hiérarchie SDH. L'amplitude et la largeur de bande mesurées sur la gigue sont conformes aux Recommandations applicables de la série G: G.823 [16], G.824 [17] et G.825 [18].

Voir la Recommandation O.172 pour les mesures de la gigue et du dérapage sur des appareils à hiérarchie SDH.

5.5.12 Recommandation O.172 – Appareil de mesure de la gigue et du dérapage dans les systèmes numériques à hiérarchie numérique synchrone

Cette Recommandation spécifie l'instrumentation utilisée pour produire et mesurer la gigue et le dérapage dans des systèmes numériques fondés sur la hiérarchie SDH. La présente Recommandation traite les prescriptions de mesure pour les interfaces de ligne à hiérarchie SDH et les interfaces d'affluent à hiérarchie SDH fonctionnant à des débit de la hiérarchie numérique plésiochrone.

L'amplitude et la largeur de bande mesurées sur la gigue sont conformes aux Recommandations applicables de la série G: G.823 [16], G.824 [17] et G.825 [18].

Voir la Recommandation O.171 pour les mesures de la gigue et du dérapage sur des appareils à hiérarchie PDH.

5.5.13 Recommandation O.181 – Appareils utilisés pour l'évaluation des caractéristiques d'erreur sur les interfaces STM-N

La Recommandation O.181 décrit les fonctions d'un équipement capable d'évaluer la performance en termes d'erreur aux interfaces STM-N. Les anomalies et événements ci-après sont surveillés afin d'estimer la performance en termes d'erreur:

Anomalies dans le réseau

- non-alignement de trame (OOF, *out of frame alignment*);
- erreur B1;
- erreur B2;
- erreur B3;
- indication d'erreur distante dans un conduit de niveau supérieur (HP-REI);
- indication d'erreur distante dans un conduit de niveau inférieur (LP-REI);
- erreur BIP-2.

Dérangements dans le réseau

- perte de signal (LOS);
- perte de verrouillage de trames (LOF, *loss of frame alignment*);
- signal d'indication d'alarme pour une section multiplex (MS-AIS, *multiplex section alarm indication signal*);
- indication de dérangement distant pour une section multiplex (MS-RDI, *multiplex section remote defect indication*);
- perte du pointeur sur une unité administrative (AU-LOP, *administrative unit loss of pointer*);
- signal d'indication d'alarme pour une unité administrative (AU-AIS, *administrative unit alarm indication signal*);
- indication de dérangement dans un conduit de niveau supérieur (HP-RDI, *higher-order path remote defect indication*);
- perte de verrouillage de multitrames pour une unité d'affluent (TU-LOM, *tributary unit loss of multiframe alignment*);
- perte du pointeur sur une unité d'affluent (TU-LOP, *tributary unit loss of pointer*);
- signal d'indication d'alarme pour une unité d'affluent (TU-AIS, *tributary unit alarm indication signal*);

- indication de dérangement distant dans un conduit de niveau inférieur (LP-RDI, *lower-order path remote defect indication*);
- discordance entre identificateurs de repérage pour un conduit de niveau supérieur (HP-TIM, *higher-order path trace identifier mismatch*);
- discordance entre identificateurs de repérage pour un conduit de niveau inférieur (LP-TIM, *lower-order path trace identifier mismatch*).

NOTE – Voir la Recommandation G.826 [6] pour de plus amples détails.

5.5.14 Recommandation O.191 – Equipement d'évaluation des caractéristiques de transfert de cellules de la couche ATM

La Recommandation O.191 décrit les algorithmes et les processus d'estimation hors service de la performance du transfert de cellules de la couche ATM au moyen de paramètres de fonctionnement du réseau définis dans les Recommandations I.356 [12] et I.357 [13]. D'autres informations sont fournies sur les mesures en service et les mesures des caractéristiques de fonctionnement des fonctions UPC/NPC.

La version de l'an 2000 de la Recommandation O.191 est une combinaison de la Recommandation telle qu'elle a été approuvée en avril 1997, de son Addendum 1, détaillant la mesure des paramètres liés aux erreurs et liés à la disponibilité, tel qu'il a été approuvé en octobre 1997 et de texte nouveau traitant la mesure de paramètres liés au temps et le fonctionnement des commandes UPC/NPC.

L'équipement de mesure défini dans la Recommandation O.191 permet d'évaluer les paramètres de performance suivants, dont la plupart sont extraits de la Recommandation I.356 [12]:

- 1) *Paramètres de performance du réseau associés aux erreurs*
 - taux d'erreur de cellules (CER, *cell error ratio*);
 - taux de perte de cellules (CLR);
 - taux de blocs de cellules gravement erronés (SECBR, *severely errored cell block ratio*);
 - taux de mauvaise insertion de cellules (CMR, *cell misinsertion rate*).
- 2) *Paramètres de performance en termes de délai*
 - temps de transfert de cellules (CTD, *cell transfer delay*);
 - variation du temps de propagation cellulaire (CDV, *cell delay variation*).
- 3) *Paramètres de qualité de fonctionnement du réseau liés à la disponibilité*
 - taux de disponibilité (AR, *availability ratio*);
 - temps moyen entre deux interruptions (MTBO, *mean time between outages*).

NOTE – Voir UIT-T I. 356 [12] et UIT-T I.610 [15] pour de plus amples détails.

ANNEXE A

Index alphabétique des termes de métrologie traités par les Recommandations de la série O

Terme	Référence
A	
Essais A-A.....	3
Convertisseurs A-D.....	5.5
Essais A-D.....	3
Signal d'indication d'alarme pour une unité administrative (AU-AIS)	5.5.13
Perte du pointeur sur une unité administrative (AU-LOP)	5.5.13
AIS	3; 5.5.4
Signal d'indication d'alarme (AIS), détection du.....	5.5.4
Surveillance d'alarme	5.5.3
AMI	3
Violations du code AMI.....	5.5.8
Compteur de variations brusques d'amplitude	5.4.10
Mesures analogiques-analogiques (A-A).....	5.5.3
Mesures analogiques-numériques (A-D)	5.5.3
Disponibilité asymptotique	5.5.14
ATM	3; 5.5
Paramètres de performance dans la couche ATM	
disponibilité asymptotique.....	5.5.14
variation du temps de propagation cellulaire	5.5.14
taux d'erreur de cellules	5.5.14
taux de perte de cellules.....	5.5.14
taux de mauvaise insertion de cellules.....	5.5.14
temps de transfert de cellules.....	5.5.14
taux de blocs de cellules gravement erronées.....	5.5.14
ATME n° 2	3; 5.2.1
Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence.....	5.5.3
AU-AIS	3
AU-LOP	3
Appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation, ATME n° 2.....	5.3.1
B	
Erreur B1	5.5.13
Erreur B2.....	5.5.13

Violations de code B6ZS	5.5.8
Violations de code B8ZS	5.5.8
Erreur BIP-2	5.5.13
Mesures d'erreur sur les bits.....	5.5.5; 5.5.6; 5.5.7
C	
CDV	3
Variation du temps de propagation cellulaire	5.5.14
Taux d'erreur de cellules	5.5.14
Taux de perte de cellules.....	5.5.14
Taux de mauvaise insertion de cellules.....	5.5.14
Temps de transfert de cellules.....	5.5.14
CER	3
Climats	
conditions climatiques d'essai à l'intérieur des bâtiments.....	5.1.1
Conditions climatiques pour appareil de mesure	5.1.1
Conditions climatiques pour transport et stockage d'appareils de mesure.....	5.1.1
CLR	3
CMR	3; 5.1.4
Violation de code	
appareil de surveillance en service.....	5.5.8
surveillance des codes AMI, HDB3, B6ZS et B8ZS	5.5.8
surveillance des codes pseudo-ternaires	5.5.8
Affaiblissement dans le mode commun (CMR).....	5.1.4
Diaphonie	5.5.3
CTD	3
Contrôle de redondance cyclique	3; 5.5.9; 5.5.10
D	
Convertisseurs D-A.....	5.5
Essais D-A.....	3
Qualité de transmission des données	
affectée par une variation du temps de propagation de groupe ou du gain...	5.4.7
affectée par la gigue de phase	5.5.12; 5.5.11; 5.4.9
affectée par des variations brusques de phase ou d'amplitude.....	5.4.10
Essais D-D.....	3
Commutateurs numériques, essais des.....	5.5.3
Mesures analogiques-numériques (D-A)	5.5.3

Mesures numériques-numériques (D-D).....	5.5.3
Protection contre les signaux hors bande à l'entrée de la voie	5.5.3
E	
Essais sur annuleurs d'écho	5.3.2
essai de diagnostic.....	5.3.2
lignes d'accès pour la maintenance	5.2.1
essais périodiques	5.3.2
essais avec ATME n° 2	5.3.1
Variation du temps de propagation de groupe	5.4.7; 5.4.8
Conditions ambiantes	5.1.1
Mesures de performance en termes d'erreur.....	5.5
Mesures de performance en termes d'erreur	
à 64 kbit/s et à $N \times 64$ kbit/s	5.5.6
au débit primaire et au-dessus.....	5.5.5
entre 50 bit/s et 168 kbit/s.....	5.5.7
taux d'erreur sur les bits	5.5.5; 5.5.6; 5.5.7
contrôle de redondance cyclique.....	5.5.9; 5.5.10
surveillance en service à des débits compris entre 2 et 140 Mbit/s	5.5.9
surveillance en service au débit 1544 kbit/s	5.5.10
séquences d'essai pseudo-aléatoires.....	5.5.6; 5.5.5; 5.5.6; 5.5.7
fonctionnement synchrone et fonctionnement asynchrone	5.7.7
utilisation du signal de verrouillage de trame	5.5.9; 5.5.10
F	
Surveillance du signal de verrouillage de trame	5.5.9; 5.5.10
Déplacement de fréquence dû aux voies porteuses.....	5.4.11
G	
Variation de gain (d'affaiblissement), mesure de.....	5.4.7; 5.4.8
Variation du temps de propagation de groupe, mesure de	5.4.7; 5.4.8
H	
HDB 3	3
Violations du code HDB 3	5.5.8
Indication d'erreur distante dans un conduit de niveau supérieur (HP-REI).....	3; 5.5.13
Discordance entre identificateurs de repérage dans un conduit de niveau supérieur (HP-TIM)	5.5.13; 3
HP-RDI	3

I

ILIL	3; 5.1.3
Appareil de mesure du bruit impulsif pour circuits de type téléphonique	5.4.5
Appareil de mesure du bruit impulsif pour transmission de données à large bande ..	5.4.6
Affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée (ILIL).....	5.1.3
Brouillage dû à la signalisation	5.5.3
Mesures des produits d'intermodulation	
méthode des quatre tonalités.....	5.4.2
Comptage des interruptions, appareil simple pour le.....	5.4.3
Comptage des interruptions, appareil perfectionné pour le	5.4.4
ISET	3; 5.3.2

J

Gigue

gigue analogique	5.4.9; 5.5.11; 5.5.12
Gigue.....	5.5.11; 5.5.12
amplitude de gigue.....	5.5.12; 5.5.11
largeur de bande de gigue	5.4.9; 5.5.11; 5.5.12
gigue de rythme.....	5.5.11; 5.5.12

L

LCL	3; 5.1.3
LCTL	3; 5.1.3
Mesures de niveau.....	5.5.3
Affaiblissement de conversion longitudinale (LCL).....	5.1.3; 5.5.3
Affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (LCTL)	5.1.3
LOS	3; 5.5.4
Perte du verrouillage de trame (LOF)	5.5.13
Perte du signal (LOS).....	5.5.13
détection de	5.5.4
Indication de dérangement distant dans un conduit de niveau inférieur (LP-RDI)....	5.5.13
Indication d'erreur distante dans un conduit de niveau inférieur (LP-REI).....	5.5.13
Discordance entre identificateurs de repérage dans un conduit de niveau inférieur .	5.5.13
LP-RDI	3; 5.5.13
LP-REI	3
LP-TIM.....	3; 5.5.13

M

Lignes d'accès pour la maintenance	5.2.1
MS-AIS	3; 5.5.13

MS-RDI.....	3
Signal d'indication d'alarme pour une section de multiplexage (MS-AIS)	5.5.13
Indication de dérangement distant dans une section de multiplexage (MS-RDI)	5.5.13
Signal d'essai à plusieurs tonalités	5.4.7
N	
Anomalies dans le réseau.....	5.5.13
Fréquence de référence nominale.....	5.1.2
Niveau de référence nominal.....	5.1.2
O	
OOF	3
OSB	3; 5.1.3
Intensité d'interruption	5.5.14
Déverrouillage de trames (OOF).....	5.5.13
Symétrie du signal de sortie (OSB).....	5.1.3
P	
Codeurs/décodeurs MIC, essais des	
surveillance d'alarme.....	5.5.3
mesures analogiques-analogiques (A-A)	5.5.3
mesures analogiques-numériques (A-D).....	5.5.3
distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence	5.5.3
diaphonie.....	5.5.3
mesures numériques-analogiques (D-A).....	5.5.3
mesures numériques-numériques (D-D)	5.5.3
protection contre les signaux hors bande à l'entrée de la voie	5.5.3
fréquence du signal de mesure	5.5.3
mesures de gain.....	5.5.3
brouillage dû à la signalisation	5.5.3
mesures de niveau.....	5.5.3
affaiblissement de conversion longitudinale.....	5.5.3
détection du code de crête.....	5.5.3
signal d'essai pseudo-aléatoire	5.5.3
distorsion de quantification.....	5.5.3
niveau relatif	5.5.3
affaiblissement d'adaptation (aux bornes à fréquences vocales).....	5.5.3
surveillance des bits de signalisation	5.5.3
bruit à fréquence unique.....	5.5.3
signaux parasites hors bande à la sortie de la voie.....	5.5.3

distorsion totale (y compris la distorsion de quantification).....	5.5.3
variation du gain avec le niveau d'entrée	5.5.3
variation du gain avec le temps.....	5.5.3
bruit pondéré	5.5.3
Multiplexeurs MIC, essais des	5.5.3
Mesures de qualité des canaux MIC	5.5
PDH	3; 5.5.11
Systemes en hiérarchie PDH	5.5
Détection du code de crête	5.5.3
Mesures de performance sur équipements numériques de transmission	
longueur des blocs pour les mesures de performance en termes d'erreur sur les blocs.....	5.5.4
séquence d'essai tramée.....	5.5.4
prescriptions générales.....	5.5.4
séquence d'essai pseudo-aléatoires	5.5.4
Compteur des variations brusques de phase.....	5.4.10
Séquences d'essai pseudo-aléatoires	5.5.5; 5.5.6; 5.5.7
Signal d'essai pseudo-aléatoire.....	5.5.3
Psophomètre	
filtres pour mesures de bruit pondéré et non pondéré.....	5.4.1
mesure du brouillage.....	5.4.1
mesures aux interfaces avec impédances complexes.....	5.4.1
mesure du bruit	5.4.1
pondération de l'Amérique du Nord.....	5.4.1
bruit pondéré	5.4.1
Q	
Distorsion de quantification, mesure de.....	5.5.1; 5.5.3
au moyen d'un signal d'essai pseudo-aléatoire.....	5.5.1
au moyen d'un signal d'essai sinusoïdal	5.5.2
R	
Affaiblissement d'adaptation (aux bornes à fréquences vocales).....	5.5.3
S	
SDH	3; 5.5; 5.5.12
Evénements de réseau en hiérarchie SDH	
signal d'indication d'alarme pour une unité administrative (AU-AIS).....	5.5.13
perte du pointeur sur une unité administrative (AU-LOP)	5.5.13
erreur B1	5.5.13
erreur B2	5.5.13

erreur BIP-2.....	5.5.13
indication d'erreur distante dans un conduit de niveau supérieur (HP-REI).	5.5.13
discordance entre identificateurs de repérage dans un conduit de niveau supérieur (HP-TIM).....	5.5.13
perte du verrouillage de trame (LOF).....	5.5.13
perte du signal (LOS).....	5.5.13
indication de dérangement distant dans un conduit de niveau inférieur (LP-RDI).....	5.5.13
indication d'erreur distante dans un conduit de niveau inférieur (LP-REI) ..	5.5.13
discordance entre identificateurs de repérage dans un conduit de niveau inférieur	5.5.13
signal d'indication d'alarme pour une section de multiplexage (MS-AIS)....	5.5.13
indication de dérangement distant dans une section de multiplexage (MS-RDI).....	5.5.13
déverrouillage de trame (OOF).....	5.5.13
signal d'indication d'alarme pour une unité d'affluent (TU-AIS).....	5.5.13
perte de verrouillage de multitrame pour une unité d'affluent (TU-LOM)...	5.5.13
perte du pointeur sur une unité d'affluent (TU-LOP).....	5.5.13
Taux de blocs de cellules gravement erronées.....	5.5.14
Surveillance des bits de signalisation.....	5.5.3
Essais fonctionnels du système de signalisation	5.3.1
Essais du système de signalisation et méthodes de mesure de la transmission.....	5.3.1
Bruit à fréquence unique	5.5.3
Circuits radiophoniques, essais des	
distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence	5.3.3
linéarité du compresseur-expandeur.....	5.3.3
distorsion harmonique (non-linéaire).....	5.3.3
diaphonie entre voies et transposition de circuits	5.3.3
différence de gain et de phase entre voies.....	5.3.3
bruit modulé par le programme et bruit étendu	5.3.3
niveau à la réception (gain d'insertion).....	5.3.3
rapport signal sur bruit (pondéré et non pondéré).....	5.3.3
Signaux parasites hors bande à la sortie de la voie	5.5.3
T	
TCL	3; 5.1.3
TCTL	3; 5.1.3
Essais utilisant des lignes numériques en boucle.....	5.3.1
Gigue de rythme	5.5; 5.5.11; 5.5.12
Distorsion totale, mesure de.....	5.5.1; 5.5.2; 5.5.3
Mesures de transmission	5.3.1

Transmultiplexeurs, essais de	5.5.3
Affaiblissement de conversion transversale (TCL).....	5.1.3
Affaiblissement de transfert de conversion transversale (TCTL)	5.1.3
Signal d'indication d'alarme pour une unité d'affluent (TU-AIS)	5.5.13
Perte de verrouillage de multitrame pour une unité d'affluent (TU-LOM).....	5.5.13
Perte du pointeur sur une unité d'affluent (TU-LOP).....	3; 5.5.13
TU-AIS	3
TU-LOM	3
U	
Mesure de dissymétrie.....	5.1.3
Fonctionnement des commandes UPC/NPC.....	5.5.14
V	
Variation du gain avec le niveau d'entrée.....	5.5.3
Variation du gain avec le temps	5.5.3
W	
Dérapage	5.5.12
Mesures de dérapage	5.5.11; 5.5.12
Bruit pondéré.....	5.5.3

APPENDICE I

Appareil de mesure de la diaphonie pour les systèmes de transmission à courants porteurs sur paires coaxiales

(Renseignements fournis par l'ancienne Administration des télécommunications de l'URSS)

I.1 Introduction

On trouvera dans le présent appendice la description d'une méthode ainsi que les caractéristiques techniques de base d'un appareil pour la mesure de l'écart diaphonique. Cet appareil est conçu pour localiser à distance les répéteurs ayant un faible écart paradiaphonique intelligible dans des systèmes de transmission à courants porteurs sur paires coaxiales.

I.2 Mode opératoire

L'appareil mesure le temps de propagation de signaux paradiaphoniques provenant de plusieurs répéteurs. En mesurant le temps de propagation du signal d'essai pour déterminer la distance d'un répéteur et l'amplitude du signal reçu, on peut déterminer quel est le répéteur mis en cause et l'écart paradiaphonique de celui-ci.

Un filtrage temporel (traitement de corrélation) permet d'extraire le signal de mesure du bruit et de l'ensemble des signaux provenant d'autres répéteurs. Il est préférable d'utiliser comme signal de mesure un signal spécial ayant une fonction de corrélation suffisamment étroite. On se sert dans l'appareil d'un signal de mesure sinusoïdal modulé en phase par une séquence pseudo-aléatoire (PRS, *pseudo-random sequence*) (signal modulé en phase).

Un schéma de principe simplifié et un diagramme de fréquence de cet appareil sont donnés dans les Figures I.1 et I.2.

La modulation de phase d'un signal sinusoïdal f_1 provenant d'un oscillateur G1 par un signal provenant d'un oscillateur PRS (G2) s'effectue dans un modulateur M1; le spectre du signal ainsi formé n'a pas de composante f_1 (affaibli de plus de 54 dB). Les signaux de modulation et de mesure sont représentés dans la Figure I.3, et le spectre du signal de modulation dans la Figure I.4. Un signal de mesure modulé en phase, dans la bande de f_{2m} à f_{km} , est formé dans un modulateur M3. On utilise comme porteuse un signal fourni par un oscillateur à quartz, sur une des fréquences de la bande f_2 à f_k , choisies dans la bande passante des systèmes de transmission sous test. Le signal de test $f_{km} \pm f_{1m}$ comme le signal f_{1m} ne contient pas de composante spectrale centrale. Le signal f_{km} est appliqué à l'entrée d'une liaison perturbatrice.

Un signal diaphonique provenant de la sortie du trajet de retour (trajet soumis à la perturbation) est appliqué à l'entrée de l'appareil, puis reconverti dans un modulateur M4. Le signal f_{1m} est ensuite appliqué à une entrée d'un détecteur de phase M2. Le signal PRS en provenance de G2, décalé d'un intervalle de temps Δt par rapport au signal de modulation dans un circuit à retard D1, est appliqué à l'autre entrée du détecteur de phase M2. Si l'intervalle de temps pré réglé coïncide avec le temps de propagation du signal diaphonique dans une ligne soumise à la mesure, par rapport au signal de mesure à la sortie de l'appareil, on obtient à la sortie de M2 un signal sinusoïdal à une seule fréquence, f_1 , le niveau de ce signal étant mesuré par un appareil de mesure de niveau sélectif (SLM, *selective level meter*). Si la valeur pré réglée de Δt ne coïncide pas avec le temps de propagation du signal diaphonique en provenance de la ligne, on obtient à l'entrée et à la sortie du détecteur de phase M2 un signal dont le spectre ne contient pas la fréquence f_1 . En faisant varier la valeur du retard dans D1, c'est-à-dire en effectuant l'accord sur un signal diaphonique provenant de répéteurs différents sur la section soumise à la mesure, on mesure à distance la diaphonie de tous les répéteurs.

Il est préférable de choisir les paramètres du signal de mesure à l'aide de la fonction de corrélation $R(t)$ du signal choisi (voir la Figure I.5). A cette fin, on fait l'estimation de $R(t)$ à deux niveaux: $R(t) \leq 0,1$ qui correspond à la zone de faible corrélation et $R(t) = 0,607$ qui limite la zone de forte corrélation.

La résolution entre deux signaux adjacents est pratiquement possible si le décalage temporel entre eux est extérieur à la zone de forte corrélation. Pour cette raison, le choix de la durée d'une impulsion PRS élémentaire dépend du décalage minimal Δt_{min} d'un signal diaphonique par rapport aux répéteurs adjacents, soit:

$$\tau \leq \Delta t_{min} = \frac{2l_{RS}}{V}$$

où:

l_{RS} est la distance minimale entre les répéteurs adjacents;

V est la vitesse de propagation de l'onde électrique dans le câble.

La durée de l'impulsion, t , dans l'appareil dépend de la fréquence de l'oscillateur étalonné et peut être réglée pour plusieurs types de câble ayant des vitesses de propagation différentes. Pour faire ce réglage, on modifie la fréquence de cet oscillateur.

Grâce à la période de répétition d'une séquence pseudo-aléatoire, il n'y a pas d'ambiguïté dans les mesures: le temps s'écoulant entre deux maximums consécutifs de la fonction d'autocorrélation doit être supérieur au temps de propagation du signal sur la section l_{ST} soumise à la mesure dans les deux sens de transmission:

$$T \geq \frac{2l_{ST}}{V}$$

Pour déterminer le pas minimal du circuit à retard D1, on tient compte de l'erreur admissible de réglage sur le maximum de la fonction d'autocorrélation; ce pas peut être égal à $0,1 \tau$ (erreur au plus égale à 5%). La valeur maximale du retard dans D1 dépend de la longueur de la section de ligne l_{ST} soumise à la mesure, c'est-à-dire du temps de propagation du signal sur la ligne dans les deux sens de transmission:

$$t_{D1} \geq \frac{2l_{ST}}{V}$$

Pour pouvoir mesurer les niveaux des signaux diaphoniques correspondant non seulement à un petit affaiblissement diaphonique des répéteurs mais aussi à un affaiblissement normal, il faut que la bande passante de l'appareil de mesure de niveau soit suffisamment étroite (0,1 à 0,3 Hz) pour qu'un signal de mesure puisse être extrait du bruit. On peut réaliser une telle bande passante au moyen d'un filtre de phase synchrone.

I.3 Paramètres techniques de base d'un appareil destiné aux systèmes de transmission fonctionnant sur des fréquences inférieures à 18 MHz

I.3.1 Caractéristiques de base

1)	Longueur maximale d'une section soumise à la mesure	400 km
2)	Distance minimale entre des répéteurs soumis à la mesure	1,0 km
3)	Pas minimal de réglage de la distance du répéteur soumis à la mesure	0,1 km
4)	Fréquences porteuses nominales d'un signal de mesure	0,37; 1,1; 4,4; 7,9; 17,25 MHz
5)	Niveau de mesure minimal	-120 dB
6)	Durée pour la localisation d'un répéteur défectueux (avec un maximum de 70 répéteurs sur la section soumise à la mesure)	20 min

I.3.2 Autres caractéristiques techniques

1)	Nombre d'impulsions élémentaires dans une séquence pseudo-aléatoire (PRS) pour la modulation de phase du signal de mesure	$2^9 - 1 = 511$
2)	Période de répétition des PRS	4,2 ms
3)	Gamme de niveaux du signal de mesure	-59 dB à 0 dB
4)	Fréquence de l'oscillateur étalonné	2,4 à 2,5 MHz
5)	Intervalle de mesure des niveaux	-120 à -50 dB
6)	Bande passante du récepteur (à 3 dB)	0,3; 3 Hz
7)	Pas de réglage du retard	83,3 ms (10 km) 8,3 ms (1 km) 0,8 ms (0,1 km)
8)	Diminution de la valeur lue sur l'indicateur du récepteur par rapport à une valeur correspondant au maximum quand la PRS est décalée de 24,9 ms (3 km)	plus de 40 dB
9)	Erreur de mesure dans la gamme "-100 dB" pour la lecture 0 dB	moins de ± 1 dB

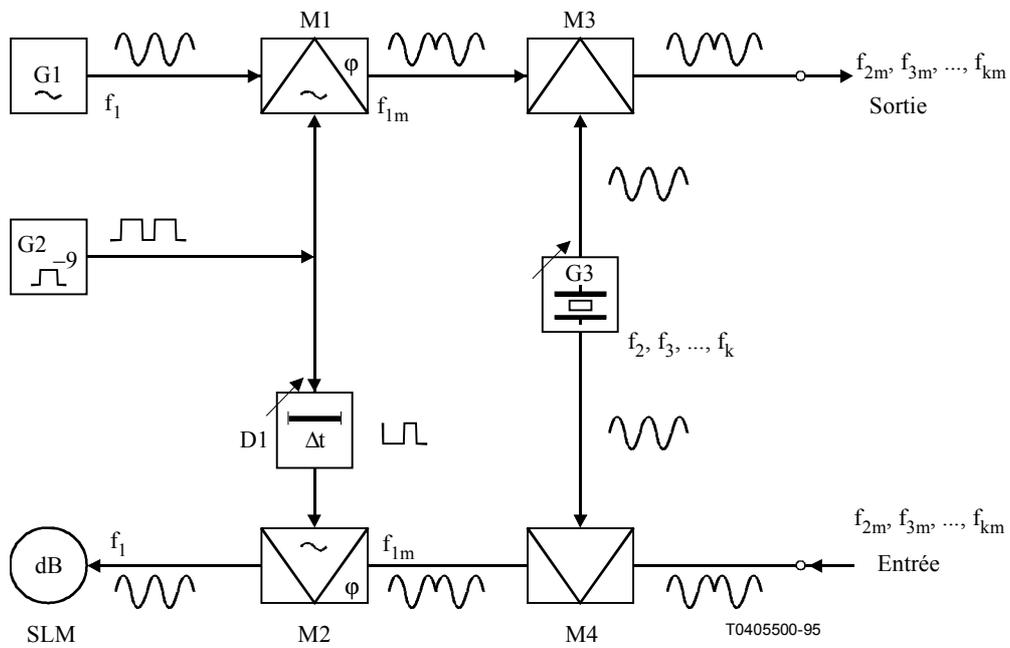


Figure I.1/O.1 – Schéma de principe simplifié de l'appareil de mesure de la diaphonie

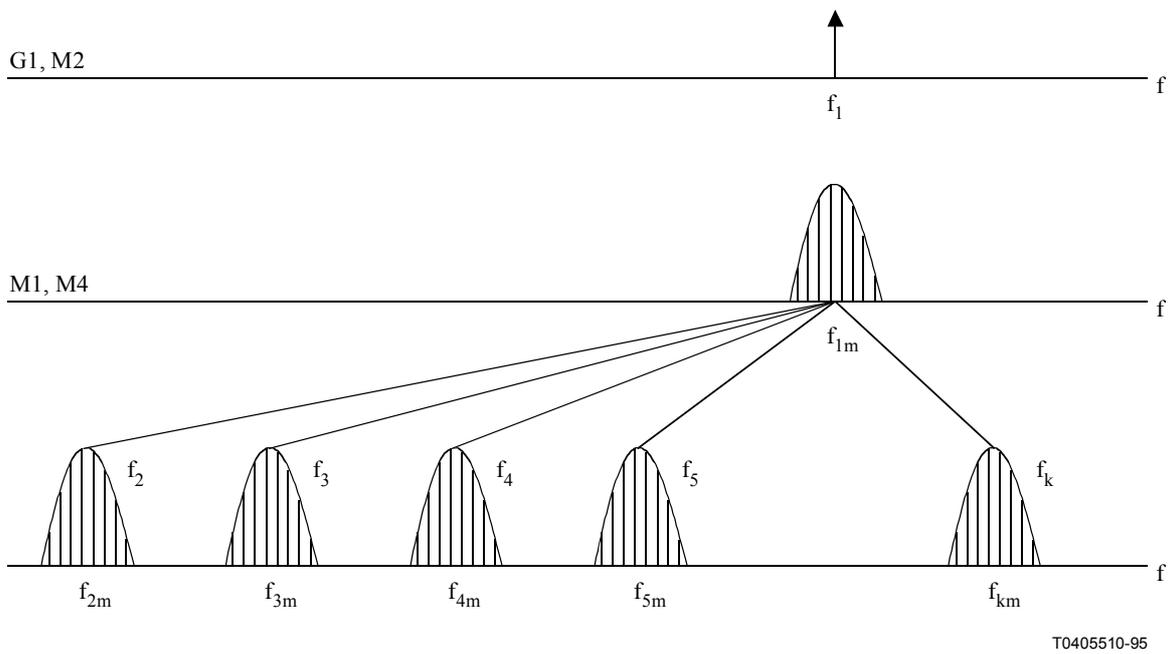


Figure I.2/O.1 – Diagramme de fréquences de l'appareil de mesure de la diaphonie

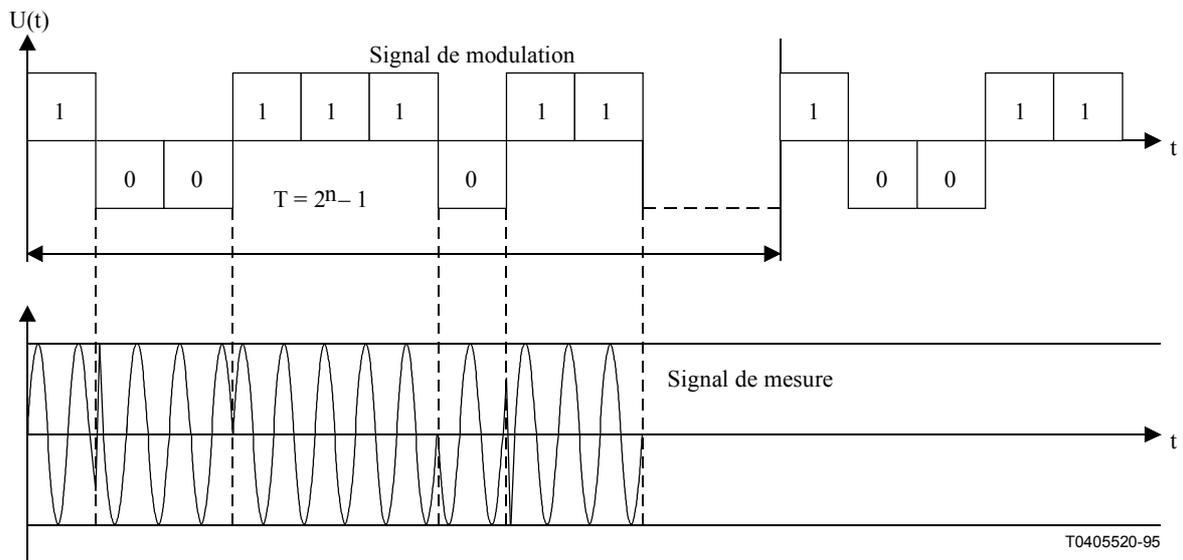


Figure I.3/O.1 – Signaux de modulation et de mesure

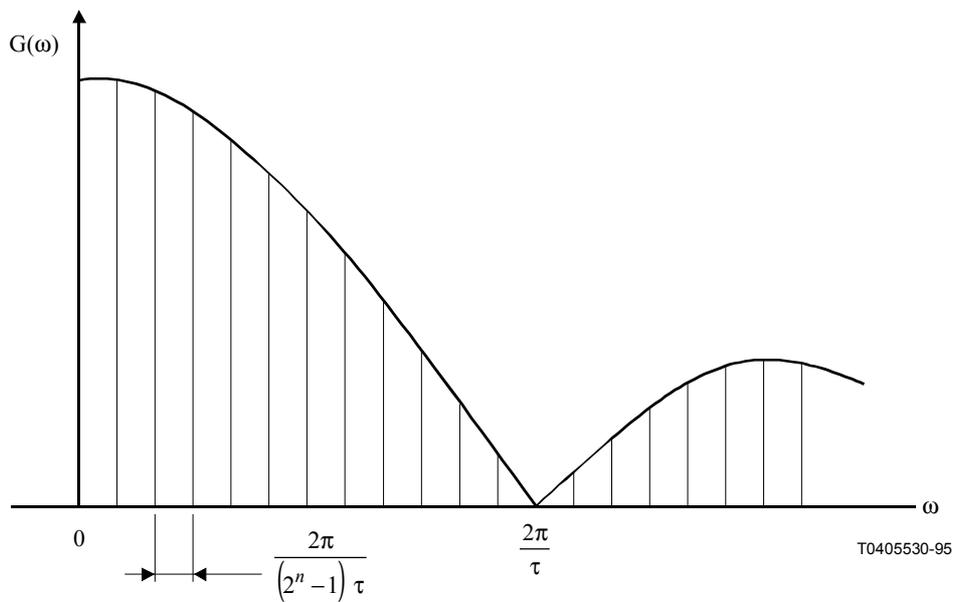


Figure I.4/O.1 – Spectre du signal de modulation

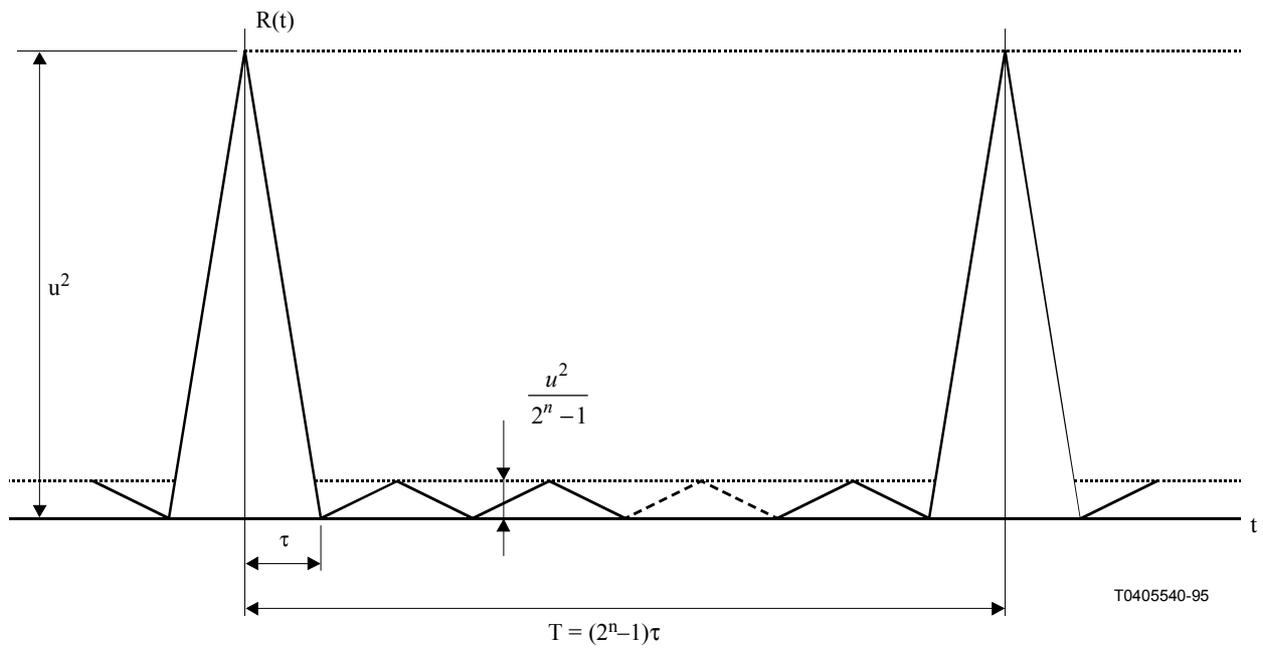


Figure I.5/O.1 – Fonction de corrélation du signal de mesure

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