



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

M.2100

(10/92)

**MAINTENANCE: RÉSEAU DE TRANSPORT
INTERNATIONAL**

**LIMITES DE PERFORMANCE POUR
LA MISE EN SERVICE ET LA MAINTENANCE
DES CONDUITS, DES SECTIONS
ET DES SYSTÈMES DE TRANSMISSION
NUMÉRIQUES INTERNATIONAUX**



Recommandation M.2100

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 M.2100, 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 M.2100

LIMITES DE PERFORMANCE POUR LA MISE EN SERVICE ET LA MAINTENANCE DES CONDUITS, DES SECTIONS ET DES SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES INTERNATIONAUX

(Rec. M.555, Melbourne, 1988; révisée et renumérotée en 1992)

Résumé

La présente Recommandation indique les limites applicables pour la mise en service et la maintenance des conduits, des sections et des systèmes de transmission numériques internationaux à chacun des niveaux de la hiérarchie numérique plésiochrone à partir de 64 kbit/s. La performance en termes d'erreur, de rythme et de disponibilité est spécifiée. Une méthode permettant de calculer les secondes erronées (ES) (*errored seconds*) et les secondes gravement erronées (SES) (*severely errored seconds*) à partir de mesures faites en service est indiquée pour tous les niveaux hiérarchiques.

Mots-clés

limite de mise en service;
limite de maintenance;
seconde erronée;
seconde gravement erronée;
objectif de performance;
répartition de la performance;
paramètre de performance pour l'erreur;
disponibilité;
indisponibilité;
section numérique;
conduit numérique;
système de transmission numérique.

Abréviations

AIS	Signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
BER	Taux d'erreur sur les bits (<i>bit error ratio</i>)
BIS	Mise en service (<i>bringing-into-service</i>)
CRC	Contrôle cyclique de redondance (<i>cyclic redundancy check</i>)
ES	Seconde erronée (<i>errored second</i>)
FAS	Signal de verrouillage de trame (<i>frame alignment signal</i>)
ICPCE	Élément essentiel de conduit entre pays (<i>inter-country path core element</i>)
IDCT	Centre international de transmission numérique (<i>international digital transmission center</i>)
IPCE	Élément essentiel de conduit international (<i>international path core element</i>)
ISDN	RNIS (Réseau numérique avec intégration des services) (<i>integrated services digital network</i>)
LOF	Perte de trame (<i>loss of frame</i>)
LOS	Perte du signal (<i>loss of signal</i>)
PCE	Élément essentiel de conduit (<i>path core element</i>)
PDH	Hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesichronous digital hierarchy</i>)
PEP	Point de terminaison de conduit (<i>path end point</i>)
PRBS	Séquence de bits pseudo-aléatoire (<i>pseudo-random bit sequence</i>)

PRPEP	Point de terminaison de conduit au débit primaire (<i>primary rate path end point</i>)
RGT	Réseau de gestion des télécommunications (<i>telecommunications management network</i>)
RPO	Objectif de performance en termes d'erreurs de référence (<i>reference performance objective</i>)
SDH	Hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SES	Seconde gravement erronée (<i>severely errored second</i>).

1 Considérations générales

L'objet de la présente Recommandation est de fournir des limites de performance pour la mise en service et la maintenance des conduits, des sections et des systèmes de transmission numériques afin d'atteindre les objectifs de performance fixés pour un environnement multiservice. Ces objectifs comprennent la performance en terme d'erreurs (Recommandation G.821 [1]), la qualité du rythme (Recommandation G.822 [2]) et la disponibilité. La présente Recommandation définit les paramètres et leurs objectifs associés de manière à obéir aux principes énoncés dans les Recommandations M.20 [37], M.32 [38] et M.34 [39].

Les méthodes et procédures d'application de ces limites sont décrites dans la Recommandation M.2110 [42] pour les procédures de mise en service et dans la Recommandation M.2120 [41] pour les procédures de maintenance.

La présente Recommandation met en œuvre certains principes qui forment la base de la maintenance d'un réseau numérique:

- il est souhaitable de faire des mesures continues en service. Dans certains cas (pour la mise en service par exemple), il peut être nécessaire de faire des mesures hors service;
- il est indispensable d'utiliser une seule série de paramètres pour la maintenance de chaque niveau de la hiérarchie (le même principe n'est pas applicable dans le cas des valeurs limites);
- les limites de performance en termes d'erreurs des systèmes de transmission dépendent du support utilisé; mais en raison des nombreuses structures de réseau possibles, les limites de performance en termes d'erreurs sur les conduits sont indépendantes du support.

Etant donné que les limites de performance sont censées répondre aux besoins du réseau numérique en évolution, il faut reconnaître qu'elles ne sont pas faciles à atteindre avec l'ensemble des équipements et systèmes numériques actuels.

Dans l'avenir, la présente Recommandation ou des Recommandations associées porteront sur tous les conduits, sections et systèmes de transmission numériques fonctionnant à 64 kbit/s et à tout niveau plus élevé dans la hiérarchie – y compris l'accès d'abonné RNIS décrit dans la Recommandation I.412 [3] – de la hiérarchie numérique aussi bien plésiochrone (décrite dans la Recommandation G.702 [4]) que synchrone (décrite dans les Recommandations G.707 [5], G.708 [6] et G.709 [7]).

Actuellement, la présente Recommandation traite des limites de performance en termes d'erreurs attribuées à la couche à débit primaire du réseau en hiérarchie numérique plésiochrone et des critères d'évaluation en service des paramètres jusqu'à la couche quaternaire.

1.1 Convention

Aux fins de la présente Recommandation, les termes «conduit», «section» et «système de transmission» doivent être compris comme conduits, sections ou systèmes de transmission «numériques». De même, l'abréviation RPO est l'objectif de performance de référence pour les ES et les SES, sauf indication contraire spécifique.

2 Performance en termes d'erreurs au débit de 64 kbit/s et au débit primaire de la hiérarchie numérique plésiochrone

2.1 Modèles de référence

La figure 1/M.2100 illustre la relation physique entre les conduits internationaux de la couche réseau au débit primaire et les conduits de la couche réseau à 64 kbit/s.

Une extension de ce modèle montrant un conduit au débit primaire (tel que W, X, Y ou Z sur la figure 1/M.2100) en termes de PCE (voir § 2.1.2) est illustrée sur la figure 2/M.2100.

2.1.1 Modèle hypothétique de référence pour la performance pour les conduits au débit primaire et les conduits au débit de 64 kbit/s

Les éléments clés à noter dans la figure 1/M.2100 sont les suivants:

- i) les conduits de la couche réseau au débit primaire peuvent desservir:
 - soit des clients de couche homologue, par exemple un canal H_{12} dans le cas de conduits à 2048 kbit/s; ou
 - des clients de couche inférieure, par exemple une section de conduit à 64 kbit/s dans la couche réseau à 64 kbit/s;
- ii) la partie internationale du conduit à 64 kbit/s reçoit 40% du RPO (voir § 2.2 et tableau 1/M.2100) en termes d'erreur de bout en bout;
- iii) l'annexe A donne quelques exemples de conduits internationaux au débit primaire. Ces exemples montrent aussi la subdivision du conduit international au débit primaire en PCE; le tableau 2/M.2100 présente les RPO des PCE;
- iv) pour déterminer le RPO de bout en bout (c'est-à-dire entre PEP), on suppose la simple sommation des RPO des PCE. Par ailleurs, pour déterminer le RPO offert à la section de couche réseau à 64 kbit/s, on suppose une simple sommation des RPO attribués aux conduits internationaux au débit primaire interconnectés en cascade;
- v) une planification rationnelle de la transmission est requise pour veiller à ce que les conduits internationaux au débit primaire interconnectés en cascade respectent l'attribution de 40%.

2.1.2 Éléments essentiels d'un conduit

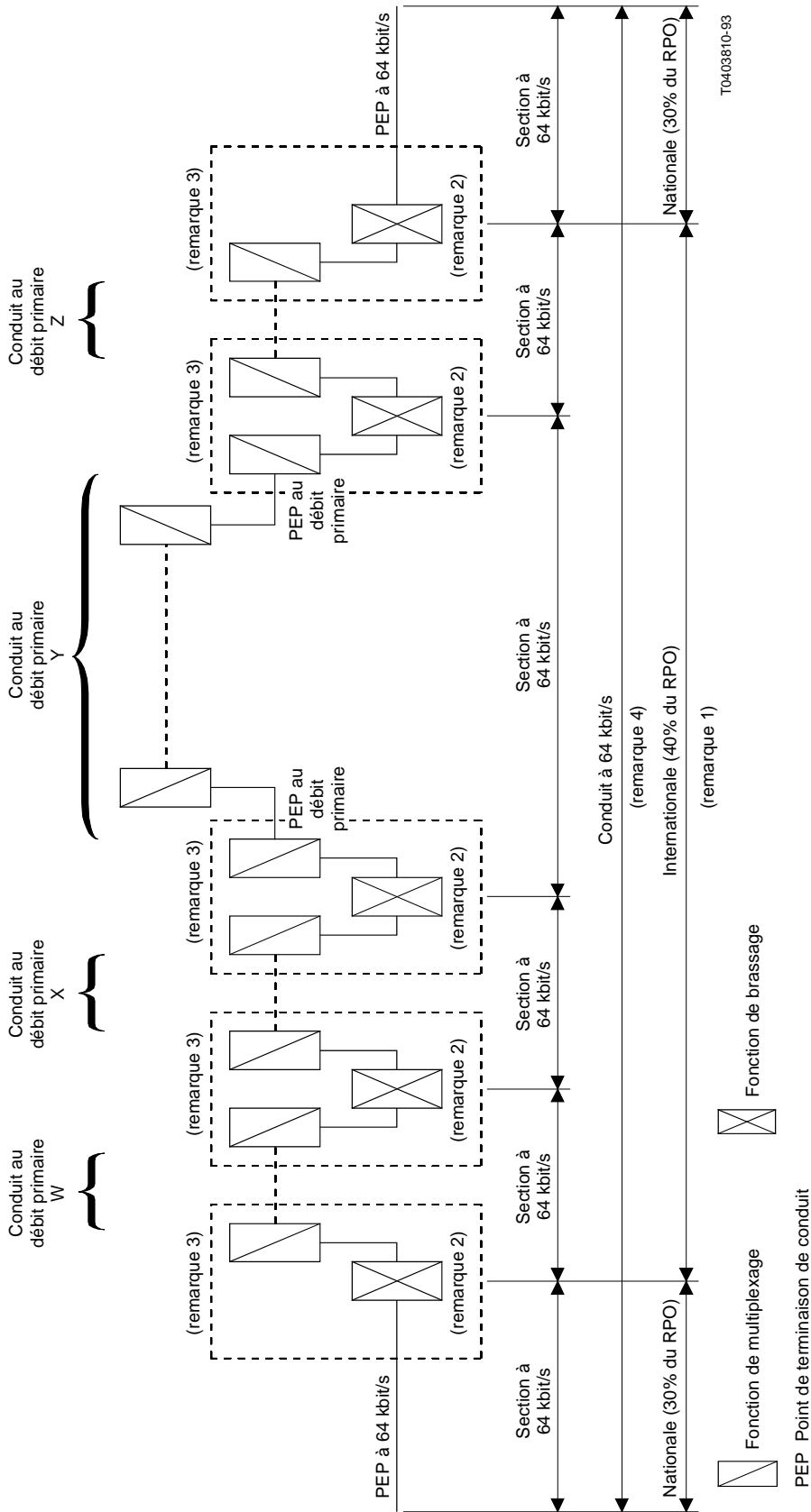
Un conduit numérique international a été fractionné du point de vue géographique pour la répartition du RPO. Les sections correspondantes ont été intitulées «éléments essentiels de conduit» (PCE) (*path core elements*).

Deux types de PCE internationaux sont utilisés:

- un IPCE est situé entre un point de terminaison de conduit (PEP) (*path termination point*) international et une station frontière dans un pays de destination ou entre des stations frontières dans un pays de transit;
- un élément essentiel de conduit entre pays (ICPCE) (*inter-country path core element*) est situé entre les stations frontières adjacentes des deux pays concernés. L'ICPCE correspond au conduit numérique d'ordre le plus élevé établi sur un système de transmission numérique reliant les deux pays. Un ICPCE peut être établi sur un système de transmission de Terre, par satellite ou en câble sous-marin.

2.2 Objectifs de performance

Le RPO pour les secondes erronées utilisé dans la présente Recommandation est fondé sur 40% d'un RPO de bout en bout de 4% proposé dans la Recommandation M.1300 [40]. Ce RPO intégrera également l'objectif de bout en bout de 8% pour les services fondés sur la Recommandation G.821 [1]. Ce RPO est fondé sur la constatation empirique d'une performance de conduit au débit primaire facile à obtenir.



Remarque 1 – La partie internationale du conduit à 64 kbit/s peut être constituée d'au plus 4 conduits au débit primaire W, X, Y et Z, interconnectés en cascade, où $W + X + Y + Z \leq 40\%$ de l'objectif total de performance en termes d'erreurs de référence.

Remarque 2 – Pour une connexion commutée à 64 kbit/s, ce point est traditionnellement désigné par le terme de centre de commutation international. Pour d'autres couches du réseau, le noeud de réseau est censé être situé (par exemple les répartiteurs numériques) dans un centre international de transmission numérique.

Remarque 3 – Le PEP au débit primaire marque logiquement l'extrémité de la couche de transmission au débit primaire. Physiquement, ce point peut toutefois se trouver dans un noeud à 64 kbit/s, par exemple dans un centre de communication international pour un conduit RNIS international commuté à 64 kbit/s.

Remarque 4 – Dans le cas d'un conduit RNIS à 64 kbit/s, la figure 1/G.821 [1] donne des informations complémentaires sur la répartition des classes de qualité des éléments de connexion du conduit (par exemple, circuits de qualité locale, de qualité moyenne et de qualité élevée).

FIGURE 1/M.2100

Modèle hypothétique de référence pour la performance pour les conduits internationaux à 64 kbit/s et au débit primaire

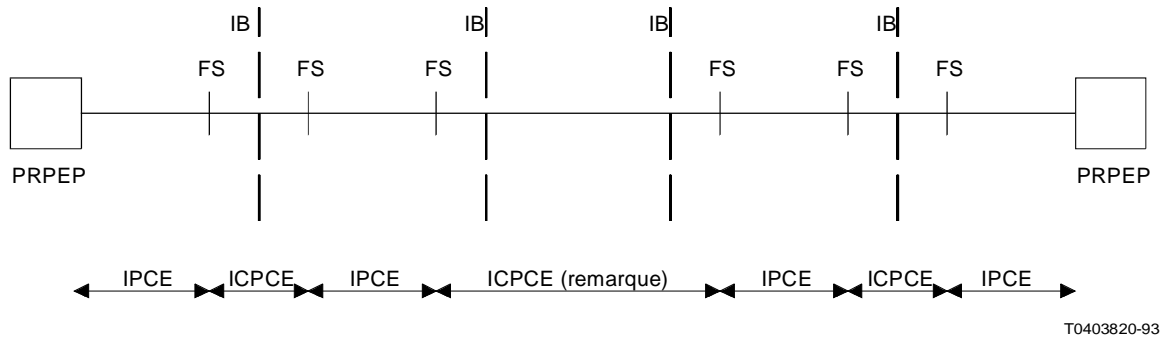
Le RPO pour les secondes gravement erronées est fondé sur 40% d'un RPO de bout en bout de 0,1% tiré directement de la Recommandation G.821. Cependant, étant donné que les périodes utilisées pour la mise en service et la maintenance sont brèves comparées à la période d'évaluation de 1 mois suggérée dans la Recommandation G.821, il n'a pas été tenu compte de la tolérance complémentaire de la Recommandation G.821 pour les systèmes radioélectriques ou à satellites.

TABLEAU 1/M.2100

Objectifs de performance de bout en bout en termes d'erreurs de référence

Paramètre (remarque)	RPO de bout en bout (% de temps maximal)
Secondes erronées (ES)	4,0
Secondes gravement erronées (SES)	0,1

Remarque – Les paramètres ES et SES sont définis aux § 2.5.3.4 et 2.5.4.4.



PRPEP point terminal d'un conduit au débit primaire (primary rate path end point)

FS station frontière (voir la Recommandation M.2110 [42], § 2)

| Frontière internationale

Remarque – Cet ICPCE traverse deux frontières internationales et est généralement établi sur un système de transmission par satellite ou en câble sous-marin.

FIGURE 2/M.2100

Exemple de l'extension d'un conduit au débit primaire (tel que W, X, Y ou Z sur la figure 1/M.2100) pour représenter les PCE

2.3 Principes de répartition

Le présent paragraphe spécifie la répartition des objectifs de performance en termes d'erreurs au débit primaire pour la partie internationale de la figure 1/M.2100 du point de vue des PCE, comme indiqué sur la figure 2/M.2100.

La partie internationale est fondée sur le modèle de 4 conduits internationaux au débit primaire en cascade comme indiqué sur la figure 1/M.2100. Le pourcentage total attribué à tous les conduits de la partie internationale d'une connexion ne doit pas dépasser 40% du RPO de bout en bout indiqué dans le tableau 1/M.2100.

Il appartient à chaque pays de concevoir son réseau de manière à ne pas dépasser le pourcentage qui lui est attribué dans le conduit international. La répartition de l'objectif selon chaque partie du conduit international peut être déterminée d'après les valeurs indiquées dans le tableau 2/M.2100.

TABLEAU 2/M.2100

Répartition du RPO entre les éléments essentiels du conduit entre pays

Classification PCE (remarques 1, 3)	Repartition (% du RPO de bout en bout) (remarque 6)
IPCE	
Réseaux nationaux terminaux/de transit:	
$d \leq 500$ km	2,0
$500 \text{ km} < d \leq 1000$ km	3,0
$1000 \text{ km} < d \leq 2500$ km	4,0
$2500 \text{ km} < d \leq 5000$ km	6,0
$d > 5000$ km	8,0
ICPCE	
Câble sous-marin métallique:	
$d \leq 500$ km	2,0
$500 \text{ km} < d \leq 1000$ km	3,0
$1000 \text{ km} < d \leq 2500$ km	4,0
$2500 \text{ km} < d \leq 5000$ km	6,0
$d > 5000$ km	8,0
Câble sous-marin à fibres optiques:	
$d \leq 500$ km	1,0
$d > 500$ km	2,5
Satellite:	
Exploitation normale	20,0
En mode de rétablissement de câble à large bande	(remarque 2)
Système de Terre:	
$d < 300$ km (remarques 4 et 5)	0,5

Remarque 1 – La distance d se rapporte à la longueur d'acheminement convenue lors des négociations initiales.

Remarque 2 – Le pourcentage du RPO attribué à l'ICPCE par satellite entre pays sera le même que celui du câble particulier rétabli, avec une valeur minimale de 2,5 %. Ce niveau de performance en termes d'erreurs, qui est meilleur que celui assuré par les parties habituelles par satellite de connexions RNIS, peut être obtenu par une conception soignée des porteuses spécialisées de la bande C à grande capacité et à large bande qui utilisent des installations réservées.

Remarque 3 – Des exemples d'attribution de PCE à l'aide du tableau 2/M.2100 sont donnés dans l'annexe A.

Remarque 4 – L'ICPCE de Terre entre pays n'est destiné à être utilisé que dans le calcul des applications de fixation de seuils pour la mise en service et maintenance de conduits de bout en bout. Il n'est pas prévu de l'utiliser comme base pour fixer des seuils de maintenance pour l'IPCE de Terre entre pays proprement dit. La valeur de RPO de 0,5% est la valeur maximale admissible; elle peut être réduite par accord bilatéral.

Remarque 5 – Il est admis par principe que cette longueur sera inférieure à 300 km. Dans le cas d'un ICPCE de Terre inhabituellement long, le pays pourra transférer une partie de l'attribution de son ICPE adjacent pour compléter l'attribution de 0,5%.

Remarque 6 – Les attributions de ce tableau sont des valeurs maximales qui peuvent être réduites par accord bilatéral ou multilatéral.

Comme indiqué sur la figure 3/M.2100, il est possible que l'accès au train de bits pour un conduit donné ne coïncide pas avec l'extrémité d'un PCE. Dans ce cas, ou si un pays de transit a d'autres points d'accès dans son réseau, il peut être nécessaire d'effectuer une sous-attribution pour les besoins de la maintenance, par exemple la localisation des dérangements comme indiqué dans la Recommandation M.2120 [41]. De telles sous-attributions relèvent de l'exploitant (ou des exploitants) du réseau national du pays considéré, avec les contraintes suivantes:

- la somme des sous-attributions ne peut pas dépasser l'attribution du tableau 2/M.2100 pour le PCE en question;
- les valeurs des sous-attributions doivent être communiquées à tous les centres de maintenance intéressés avant la mise en service du conduit et après tout réaménagement modifiant les valeurs.

2.4 *Limites de qualité de transmission*

(Voir tableau 3/M.2100.)

2.4.1 *Relation entre limites et objectifs de performance*

Les limites indiquées dans la présente Recommandation doivent être utilisées pour indiquer la nécessité d'accomplir certaines actions pendant la maintenance et pendant la mise en service. Ces procédures devraient permettre d'atteindre les objectifs de performance réseau énoncés dans les Recommandations pertinentes de la série G.

Les paramètres particuliers mesurés, la durée des mesures et les limites utilisées pour la procédure n'ont pas à être identiques à ceux qui sont utilisés pour spécifier les objectifs de performance, pour autant qu'ils donnent une performance réseau qui réponde à ces objectifs. Par exemple, les objectifs de performance en termes d'erreurs se rapportent à de longues périodes, un mois par exemple. Il faut toutefois, pour des raisons d'ordre pratique, que les limites applicables à la maintenance et à la mise en service soient fondées sur des intervalles de mesure plus courts.

L'occurrence d'anomalies étant sujette à des variations statistiques dans le temps, l'on ne peut être certain que les objectifs à long terme seront atteints. Les limites imposées quant au nombre d'événements et à la durée des mesures visent à garantir qu'on pourra détecter les systèmes ou les conduits dont la performance n'est pas acceptable ou est dégradée. La seule façon de s'assurer qu'un système ou un conduit répond aux objectifs de performance réseau consiste à effectuer des mesures continues pendant une longue période (sur plusieurs mois).

2.4.2 *Caractéristique de transfert des paramètres de performance en termes d'erreurs*

Dans la présente Recommandation, il est admis que la caractéristique de transfert des paramètres de performance en termes d'erreurs, aux débits compris entre 64 kbit/s et le débit primaire, est de 1 à 1. Le même tableau de paramètres de performance est donc applicable aux deux niveaux de débit.

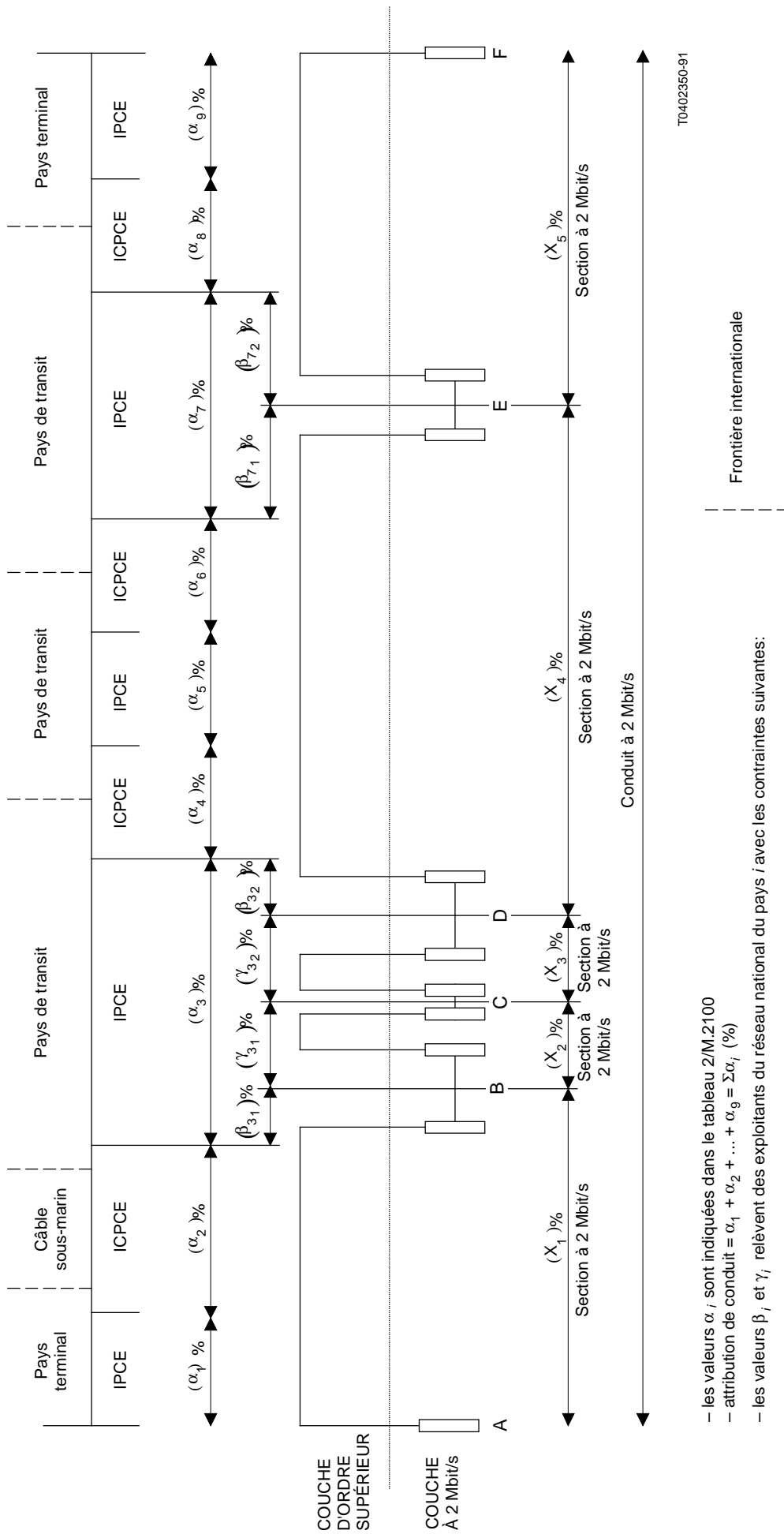
2.4.3 *Types de limites*

Des limites sont nécessaires pour plusieurs fonctions de maintenance comme défini dans la Recommandation M.20 [37]. La présente Recommandation donne des limites pour trois de ces fonctions:

- mise en service;
- maintien en exploitation du réseau (maintenance);
- rétablissement du système.

Les limites concernant l'installation et les essais de recette des systèmes de transmission ne sont fixées dans aucune Recommandation du CCITT.

Les essais de mise en service sont effectués rigoureusement en mesurant à l'aide d'une séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS) (*pseudo-random bit sequence*) entre points de terminaison numériques. Ces mesures devraient être à long terme pour les acheminements comportant des équipements nouveaux. Toutefois, pour des raisons pratiques (nouveau conduit sur un acheminement comptant de nombreux conduits déjà en service, réorganisation du réseau, etc.), les mesures entre PEP peuvent être ramenées à une mesure rapide et l'évaluation peut être assurée par un équipement de surveillance des performances.



T0402350-91

- les valeurs α_i sont indiquées dans le tableau 2/M.2100
- attribution de conduit = $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_9 = \sum \alpha_i$ (%)
- les valeurs β_j et γ_j relèvent des exploitants du réseau national du pays i avec les contraintes suivantes:
 - $\beta_{j1} + \sum \gamma_j + \beta_{j1} \leq \alpha_i$ pour chaque PCE i ;
 - les valeurs β_j doivent être communiquées à chaque station directrice.

FIGURE 3/M.2100

Exemple de répartition pour un conduit international au débit primaire

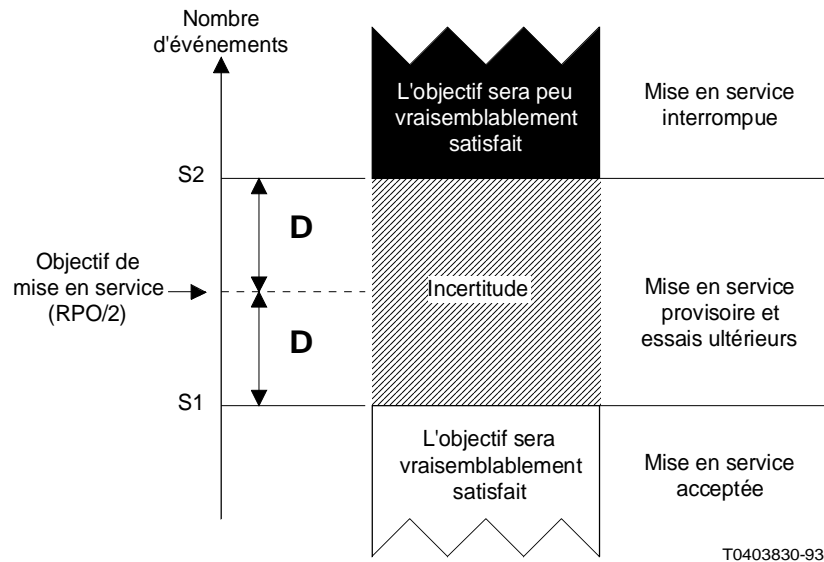
Une fois les entités mises en service, la surveillance du réseau exige des limites supplémentaires, décrites dans la Recommandation M.20 [37]. Cette surveillance se fait en service à l'aide d'équipements de surveillance des performances. Le processus de surveillance comporte l'analyse des anomalies et des fautes décelées par des entités de maintenance pour déterminer si le niveau de performance est normal, dégradé ou inacceptable. Il faut donc des limites de performance dégradée et de performance inacceptable. En outre, une limite de performance après intervention (réparation) est également nécessaire. Elle peut être différente de la limite de mise en service.

2.4.3.1 Limites de mise en service

La méthode d'essai de mise en service est définie au § 4.2 de la Recommandation M.2110 [42]. Le calcul des limites est fonction d'une répartition donnée et de la mesure de la durée: il est fondé sur une règle pragmatique. Ces limites dépendent des paramètres et des objectifs spécifiés dans la Recommandation G.821 [1] et sont indiquées dans le tableau 1/M.2100.

La différence entre les RPO et les limites de mise en service est appelée marge de vieillissement. Cette marge devrait être aussi grande que possible afin de réduire au minimum les interventions de maintenance.

Deux limites S1 et S2 sont prévues pour être utilisées lors d'essais de mise en service, comme indiqué sur la figure 4/M.2100.



Remarque – Pour le calcul de D, voir § 2.6.1.

FIGURE 4 /M.2100
Limites et conditions de mise en service

Si la qualité est supérieure à la limite S1, l'entité peut être mise en service avec un certain degré de confiance. Si la qualité se situe entre les deux limites, de nouveaux essais sont nécessaires et l'entité peut seulement être provisoirement acceptée. Des mesures correctives sont nécessaires si la qualité est inférieure à la seconde limite S2.

La marge de vieillissement des systèmes de transmission dépend des procédures des diverses Administrations. Il convient d'appliquer une limite rigoureuse (0,1 fois le RPO) si des essais de recette n'ont pas été effectués. Si des essais de recette ont eu lieu, l'essai de mise en service hors service peut être plus court et ne nécessite pas des limites aussi rigoureuses.

La marge de vieillissement des conduits et sections est égale à 0,5 fois le RPO. Les essais ne doivent certainement pas dépasser quelques jours.

Une surveillance continue en service est indispensable pour donner assez de confiance dans la performance à long terme.

2.4.3.2 *Limites de maintenance*

2.4.3.2.1 *Limites de performance inacceptable*

Un niveau de performance inacceptable est défini dans la Recommandation M.20 [37].

La limite de performance inacceptable pour une entité donnée est dérivée d'un objectif d'au moins 10 fois le RPO.

2.4.3.2.2 *Limites de performance dégradée*

Un niveau de performance dégradée est défini dans la Recommandation M.20 [37].

La limite de performance dégradée pour une entité donnée est dérivée d'un objectif de l'ordre de 0,5 fois le RPO pour les systèmes de transmission et de 0,75 fois le RPO pour les conduits et sections. La surveillance peut se faire sur une durée fixe qui dépend du niveau dans la hiérarchie numérique.

2.4.3.2.3 *Limites de performance après intervention (réparation)*

Cette limite de performance est dérivée d'un objectif de l'ordre de 0,125 fois le RPO pour les systèmes de transmission et elle est identique à la limite de mise en service pour les conduits et sections (voir les Recommandations M.35 [43] et M.2110 [42]).

2.4.4 *Limites et seuils de performance*

Les limites de performance sont définies pour les paramètres ES et SES. Chaque limite de performance aura son propre seuil et exigera sa propre durée de mesure. Des exemples des principes et des objectifs ci-dessus permettant de calculer les limites sont représentés dans le tableau 3/M.2100.

2.4.5 *Utilisation de seuils*

La stratégie générale pour l'utilisation des seuils et informations de surveillance de la performance est décrite dans les Recommandations M.20 [37] et M.34 [39]. Ces seuils et informations seront transmis aux systèmes d'exploitation via le RGT pour l'analyse en temps réel et pour l'analyse à plus long terme. Lorsque des seuils de niveaux de performance inacceptable ou dégradée sont atteints, des actions de maintenance devraient être déclenchées indépendamment de la mesure de performance. D'autres seuils peuvent être utilisés pour la maintenance et pour l'analyse de performance à plus long terme. Les systèmes d'exploitation utiliseront le traitement en temps réel pour assigner les priorités de maintenance à ces seuils et informations en utilisant le processus de surveillance de la performance décrit dans la Recommandation M.20 [37].

2.5 *Evaluation des paramètres de performance en termes d'erreurs*

2.5.1 *Portée*

Le présent paragraphe traite de l'évaluation des paramètres de performance en terme de secondes erronées et de secondes gravement erronées transmis par des signaux normalisés et faisant appel aux concepts d'anomalie et de défaut. Les concepts d'anomalie et de défaut sont définis dans la Recommandation M.20 [37].

TABLEAU 3/M.2100

**Limites de performance par rapport au RPO dans une perspective
à long terme (voir la remarque)**

Systèmes de transmission		Conduits et sections					
Limite (Nombre relatif de dégradations)		Performance pour le personnel		Limite (Nombre relatif de dégradations)		Performance pour le personnel	
Mise en service	0,1	Acceptable	Mise en service } Performance après réparation }	0,5	Acceptable		
Performance après réparation	0,125						
Dégradée	0,5		Dégradée	0,75			
Objectif de performance de référence	1	Dégradée	Objectif de performance de référence	1	Dégradée		
Inacceptable	> 10	Inacceptable	Inacceptable	> 10	Inacceptable		
		Inacceptable			Inacceptable		

Remarque – Les valeurs indiquées dans ce tableau ne doivent être comprises que dans une perspective à long terme (supérieure à un mois).

L'évaluation en service fait l'objet du § 2.5.3 et l'évaluation hors service celui du § 2.5.4.

Remarque – Seuls les signaux normalisés du conduit sont pris en considération pour l'évaluation en service. Les systèmes de transmission avec résidu particulier ne sont pas examinés. Pour l'évaluation hors service, on pourra cependant prendre en compte aussi bien les conduits que les systèmes.

Aux fins de l'évaluation de la performance en termes d'erreurs, il convient de n'évaluer les paramètres ES et SES que pendant l'état de disponibilité (voir § 5).

2.5.2 Identification du paramètre Niveau du réseau

Il convient de faire appel à un indice inférieur d'identification du niveau de réseau lors de la notation de mesures par ES et SES au-dessus du niveau de réseau 64 kbit/s. Une ES au niveau de réseau 1,544 Mbit/s devra par exemple être notée sous la forme ES_{1,5M}.

2.5.3 *Evaluation des paramètres ES/SES d'après des mesures en service*

2.5.3.1 *Considération générale*

Les paramètres ES et SES sont tous deux évalués d'après l'incidence des anomalies en service (voir le § 2.5.3.2) et des défauts en service (voir le § 2.5.3.3) relevés à l'équipement de terminaison du conduit, au niveau de débit de réseau et sur une période d'intégration d'une seconde.

2.5.3.2 *Informations d'anomalie en service*

Une anomalie en service se produit dans un conduit lorsque son résidu subit un changement d'éléments par rapport à sa valeur normale, sans changement d'état du signal total du conduit par rapport à sa valeur normale, c'est-à-dire sans détection d'un défaut en service.

Exemples d'anomalies en service:

- violation du signal de verrouillage de trame (FAS) (*frame alignment signal*) – Il y a lieu de noter que, pour un FAS concentré, une violation du FAS se produit si une ou plusieurs erreurs binaires sont présentes dans une même séquence du FAS;
- violation des mots de code du contrôle cyclique de redondance (ou de son équivalent en retour, par exemple les bits E au débit de 2048 Mbit/s);
- violation du bit de parité;
- violation du code de jonction (comme indiqué dans la Recommandation G.703 [8]). Il convient de noter que cette anomalie en service est une redondance supplémentaire qui ne fait pas partie du résidu de la structure de signalisation du conduit numérique; il est toutefois nécessaire d'adapter la structure de signalisation du conduit numérique de manière à lui donner une forme mieux adaptée au support de transmission utilisé;
- glissement commandé – La Recommandation G.822 [2] indique les objectifs de performance attribués aux glissements commandés sur des conduits au débit primaire qui aboutissent aux frontières internationales des signaux de rythme (voir également le § 4).

2.5.3.3 *Informations de défaut en service*

Un défaut en service se produit sur un conduit lorsque le signal total du conduit change d'état par rapport à son état normal. Un défaut en service donné est évalué d'après la persistance (c'est-à-dire la période d'intégration) de l'anomalie en service correspondante; les Recommandations relatives à la fonction de terminaison de conduit donnent des détails plus précis (y compris toutes actions à prendre en la matière) pour chaque défaut en service considéré.

Exemples de défaut en service:

- perte du verrouillage de trame (LOF) (*loss of frame alignment*) – La Recommandation G.706 [9] donne les critères de LOF pour les structures des trames de base (y compris au débit primaire) définies dans la Recommandation G.704 [10];
- perte du signal (LOS) (*loss of signal*) – La Recommandation O.162 [11] indique le critère d'intégration pour le comptage des violations du code de jonction HDB3 selon la Recommandation G.703 [8]. Le critère d'intégration pour d'autres codes de jonction est à l'étude;
- signal d'indication d'alarme (AIS) (*alarm indication signal*) – La Recommandation O.162 [11] indique le critère d'intégration pour des signaux de conduit à 2048 Mbit/s, de structure conforme aux Recommandations G.704 [10]/G.706 [9]. Les critères d'intégration pour d'autres signaux de conduit numérique sont à l'étude.

Remarque – Un AIS peut être considéré comme provoquant, pendant sa durée, un taux d'erreur sur les bits (BER) (*bit error ratio*) de 0,5. Si l'AIS est de durée suffisante pour provoquer un événement de LOF au débit du conduit, il convient de le considérer comme un défaut par LOF lors de l'évaluation du paramètre ES/SES (voir le § 2.5.3.4). Il y a toutefois lieu de ne pas confondre avec un AIS un signal dont tous les bits sont positionnés à 1, à l'exception du signal de verrouillage de trame.

2.5.3.4 Informations en retour de défaut en service

La majorité des signaux de conduit ont un dispositif tel que la détection, par un équipement de terminaison de conduit, d'un événement de défaut par perte du verrouillage de trame en service provoque le positionnement d'un bit d'indication d'alarme distante (RAD) (*remote alarm indication*) dans le résidu de conduit en retour. Afin de procurer un certain degré de protection contre les erreurs de transmission entraînant une décision incorrecte concernant l'état du bit d'indication d'alarme distante, il convient d'évaluer cet état avec une période d'intégration proportionnelle à la période minimale d'établissement d'état dans l'équipement de terminaison de conduit ayant initialement détecté cet événement de défaut par perte du verrouillage de trame en service.

2.5.3.5 Evaluation des paramètres ES et SES d'après les informations d'anomalie ou de défaut en service recueillies dans les équipements de terminaison de conduit

Il convient que l'équipement de terminaison de conduit évalue les paramètres ES et SES en utilisant les critères indiqués dans les tableaux 4/M.2100 à 9/M.2100 pour les anomalies et défauts par seconde de service. Chacun de ces tableaux donne les formes les plus courantes du signal de conduit normalisé, depuis le niveau de référence de la couche réseau (64 kbit/s) jusqu'au niveau quaternaire de la couche réseau (139 264 kbit/s).

Lorsque cela est applicable, les informations d'anomalie ou de défaut en service renvoyées par un équipement distant de terminaison de conduit sont reprises dans les tableaux. Cela offre, le cas échéant, une possibilité de surveillance dans les deux sens de transmission à partir d'une seule extrémité.

TABLEAU 4/M.2100

Critères d'évaluation en service des paramètres ES et SES pour le niveau sous-primaire

Niveau du conduit (kbit/s)	Résidu de conduit disponible pour déterminer l'information d'anomalies/défauts	Critères de mesure des paramètres ES/SES (anomalies/défauts en 1 s)			Observations
		Anomalies/défauts en 1 s	Interprétation pour le sens réception	Interprétation pour le sens émission	
64 (sans algorithme.)	Aucun	–	–	–	La Recommandation G.821 [1] indique l'objectif de référence
64 H.221 [12]	CRC4 Bits E FAS Bit RAI	A l'étude	A l'étude	A l'étude	Voir la Recommandation H.221 [22] pour les détails. Les critères d'évaluation des paramètres sont à l'étude.

2.5.4 Evaluation des paramètres ES/SES d'après des mesures hors service

Remarque – Ce paragraphe est pour le moment limité aux niveaux de réseau 64 kbit/s et débit primaire. Les niveaux de réseau supérieurs sont à l'étude.

2.5.4.1 Considération générale

Les paramètres ES et SES sont évalués d'après les anomalies en service (voir le § 2.5.4.2) et défauts en service (voir le § 2.5.4.3) détectés par l'équipement d'essai au niveau de réseau considéré, dans la période d'intégration applicable.

TABLEAU 5/M.2100

**Critères d'évaluation en service des paramètres ES et SES pour les structures de trames synchrones
utilisées dans les signaux de conduit au niveau primaire**

Niveau du conduit (kbit/s)	Résidu de conduit disponible pour déterminer l'information d'anomalies/défauts	Critères de mesure des paramètres ES/SES (anomalies/défauts en 1 s)			Observations
		Anomalies/défauts en 1 s	Interprétation pour le sens réception	Interprétation pour le sens émission	
1544 (sans CRC6)	FAS Bit S	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné ≥ 8 erreurs sur les bits de trame	ES + SES ES + SES ES ES + SES	– – – –	Résolution des ES à l'émission limitée à une partie de l'effectif des SES.
1544 (avec CRC6)	CRC6 FAS LOF	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 erreur sur les blocs CRC6 ≥ 320 erreurs sur les blocs CRC6 ≥ 1 séquence de LOF	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	Résolution des ES à l'émission limitée à une partie de l'effectif des SES (en temps réel). Il serait possible d'obtenir la totalité des données de ES à l'émission contenues dans un enregistrement à une extrémité distante, au moyen d'une liaison de données à 4 kbit/s (méthode non exposée en détail).
2048 (sans CRC4)	FAS Bit A	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné $\geq c$ erreurs sur les bits de trame; <i>(c est à l'étude; suggestion: c = 28)</i> $\geq d$ bits A (<i>d est à l'étude</i>)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	Résolution des SE à l'émission limitée à une partie de l'effectif des SES (en temps réel).
2048 (avec CRC4)	CRC4 Bits E FAS Bit A	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 erreur sur les blocs CRC4 ≥ 805 erreurs sur les blocs CRC4 ≥ 1 bit E ≥ 805 bits E $\geq e$ bits A (<i>e est à l'étude</i>)	ES + SES ES + SES ES ES + SES – – –	– – – – ES ES + SES ES + SES	Les résolutions des ES et des SES à l'émission peuvent être obtenues en temps réel à partir d'une même extrémité.

TABLEAU 6/M.2100

Critères d'évaluation en service des paramètres ES et SES pour les équipements travaillant au niveau primaire

Niveau du conduit (kbit/s) et Recommandation	Résidu de conduit disponible pour déterminer l'information d'anomalies/défauts	Critères de mesure des paramètres ES/SES (anomalies/défauts en 1 s)			Observations
		Anomalies/défauts en 1 s	Interprétation pour le sens réception	Interprétation pour le sens émission	
G.724 [13] G.733 [14] G.762 [15] G.794 [16] 1544					Application des Recommandations G.704 [10] et G.706 [9] – voir l'entrée correspondante dans le tableau 5/M.2100.
G.734 [17] 1544	FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné ≥ 8 erreurs sur les bits de trame $\geq g$ bit RAI (g est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	
G.732 [18] G.735 [19] G.736 [20] G.737 [21] G.738 [22] G.739 [23] G.761 [24] G.793 [25] 2048					Application des Recommandations G.704 [10] et G.706 [9] – voir l'entrée correspondante dans le tableau 5/M.2100.

TABLEAU 7/M.2100

**Critères d'évaluation en service des paramètres ES et SES pour
les équipements travaillant au niveau secondaire**

Niveau du conduit (kbit/s) et Recommandation	Résidu de conduit disponible pour déterminer l'information d'anomalies/défauts	Critères de mesure des paramètres ES/SES (anomalies/défauts en 1 s)			Observations
		Anomalies/défauts en 1 s	Interprétation pour le sens réception	Interprétation pour le sens émission	
G.743 [26] 6312	FAS Bit RAI (si équipé)	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné $\geq h$ erreurs sur les bits de trame (h est à l'étude; suggestion: $h = 43$) $\geq i$ bits RAI (i est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES + SES -	- - - - ES + SES	La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES (si équipé RAI).
G.747 [27] 6312	Bit de parité FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 erreur de parité ou ≥ 1 FAS erroné $\geq j$ erreurs de parité, ou $\geq k$ erreurs sur les bits de trame (j et k sont à l'étude; suggestion: $j = 3056$ ou $k = 67$) $\geq l$ bits de RAI (l est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES ES + SES ES + SES -	- - - - - - ES + SES	La méthode consistant à utiliser l'erreur de parité ou de FAS pour l'évaluation des ES et des SES à la réception est à l'étude. La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.
G.742 [28] 8448	FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné $\geq m$ erreurs sur les bits de trame (m est à l'étude; suggestion: $m = 99$) $\geq n$ bits RAI (n est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES + SES -	- - - - ES + SES	La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.
G.745 [29] 8448	FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné $\geq o$ erreurs sur les bits de trame (o est à l'étude; suggestion: $o = 64$) $\geq p$ bits RAI (p est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES + SES -	- - - - ES + SES	La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.

TABLEAU 8/M.2100

**Critères d'évaluation en service des paramètres ES et SES pour
les équipements travaillant au niveau tertiaire**

Niveau du conduit (kbit/s) et Recommandation	Résidu de conduit disponible pour déterminer l'information d'anomalies/défauts	Critères de mesure des paramètres ES/SES (anomalies/défauts en 1 s)			Observations
		Anomalies/défauts en 1 s	Interprétation pour le sens réception	Interprétation pour le sens émission	
G.752 [30] 32064	FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné $\geq q$ erreurs sur les bits de trame (q est à l'étude; suggestion: $q = 166$) $\geq r$ bits RAI (r est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.
G.751 [31] 34368	FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné $\geq s$ erreurs sur les bits de trame (s est à l'étude; suggestion: $s = 223$) $\geq t$ bits RAI (t est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.
G.753 [32] 34368	FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné $\geq u$ erreurs sur les bits de trame (u est à l'étude; suggestion: $u = 191$) $\geq v$ bits RAI (v est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.
G.752 [30] 44736	Bits de parité FAS Bit RAI (si équipé)	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 erreur de parité, ou ≥ 1 FAS erroné $\geq w$ erreurs de parité, ou $\geq x$ erreurs sur les bits de trame (w et x sont à l'étude; suggestion: $w = 4698$ ou $x = 263$) $\geq y$ bits RAI (y est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES ES + SES ES + SES –	– – – – – – ES + SES	La méthode consistant à utiliser l'erreur de parité ou de FAS pour l'évaluation des ES et des SES à la réception est à l'étude. La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES (si équipé RAI).

TABLEAU 9/M.2100

Critères d'évaluation en service des paramètres ES et SES pour les équipements travaillant au niveau quaternaire

Niveau du conduit (kbit/s) et Recommandation	Résidu de conduit disponible pour déterminer l'information d'anomalies/défauts	Critères de mesure des paramètres ES/SES (anomalies/défauts en 1 s)			Observations
		Anomalies/défauts en 1 s	Interprétation pour le sens réception	Interprétation pour le sens émission	
G.752 [30] 97728	Bit de parité FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 erreur de parité ou ≥ 1 FAS erroné $\geq z$ erreurs de parité ou $\geq aa$ erreurs sur le bit de trame (z et aa sont à l'étude; suggestion: $z = 38\ 171$ ou $aa = 508$) $\geq bb$ bits RAI (bb est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES ES + SES ES + SES -	- - - - - - - - ES + SES	La méthode consistant à utiliser l'erreur de parité ou de FAS pour l'évaluation des ES et des SES à la réception est à l'étude. La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.
G.751 [31] 139 264	FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné $\geq cc$ erreurs sur les bits de trame (cc est à l'étude; suggestion: $cc = 568$) $\geq dd$ bits RAI (dd est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES + SES -	- - - - ES + SES	La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.
G.754 [33] 139 264	FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS erroné $\geq ee$ erreurs sur les bits de trame (ee est à l'étude; suggestion: $ee = 637$) $\geq ff$ bits RAI (ff est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES + SES -	- - - - ES + SES	La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.
G.755 [34] 139 264	Bit de parité FAS Bit RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 erreur de parité ou ≥ 1 FAS erroné $\geq gg$ erreurs de parité, ou $\geq hh$ erreurs sur les bits de trame (gg et hh sont à l'étude); suggestion: $gg = 62\ 151$ ou $hh = 1742$) $\geq ii$ bits RAI (ii est à l'étude)	ES + SES ES + SES ES ES ES + SES ES + SES -	- - - - - - - - ES + SES	La méthode consistant à utiliser l'erreur de parité ou de FAS pour l'évaluation des ES et des SES à la réception est à l'étude. La résolution des ES à l'émission est limitée à une partie de l'effectif des SES.

2.5.4.2 Informations d'anomalie hors service

Une anomalie hors service se produit lorsque le signal d'essai subit un changement d'éléments par rapport à sa valeur normale sans modification d'état du signal total d'essai par rapport à son état normal; c'est-à-dire en l'absence de tout défaut.

Les mesures hors service font habituellement appel à une séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS) (*pseudo-random bit sequence*); elles permettent donc une résolution jusqu'au niveau des éléments binaires. L'erreur sur les bits est donc l'anomalie la plus fondamentale que l'on puisse mesurer hors service. Comme toutefois certains équipements d'essai hors service utilisent des PRBS implantées dans des signaux normalisés du conduit, il est également possible d'évaluer des anomalies en service (voir le § 2.5.3.2).

2.5.4.3 Informations de défaut hors service

Un défaut hors service se produit lorsque le signal d'essai subit un changement d'état par rapport à son état normal. Etant donné que certains équipements d'essai hors service utilisent des PRBS implantées dans des signaux normalisés du conduit, il est également possible d'évaluer des défauts en service (voir le § 2.5.3.3).

Remarque – Certains équipements d'essai utilisant une PRBS non implantée dans un signal normalisé de conduit peuvent rencontrer un problème appelé «perte de synchronisation de séquence».

Une perte de synchronisation de séquence peut se produire à la suite

- d'une salve d'erreurs intense de longue durée;
- d'un AIS de longue durée;
- d'un glissement de bit non commandé;
- d'une perte de signal.

Le critère pour déclarer la perte de synchronisation de séquence est particulier à chaque fabricant et peut varier considérablement d'un fabricant à l'autre. Un critère normalisé pour la perte de synchronisation de séquence dans l'équipement de mesure est spécifié dans les Recommandations de la série O.

2.5.4.4 Evaluation des paramètres ES et SES d'après les informations d'anomalie ou de défaut hors service recueillies dans les équipements d'essai

Etant donné que la résolution ira généralement jusqu'à l'élément binaire, les principaux critères d'évaluation des paramètres ES et SES seront les suivants:

ES – une période de 1 s avec ≥ 1 erreur(s) sur les bits;

SES – une période de 1 s avec un BER intégré $> 10^{-3}$.

Si en outre l'équipement de mesure utilise une PRBS implantée dans un signal normalisé de conduit, les autres critères d'évaluation de ES/SES, indiqués au § 2.5.3.5 pour les informations d'anomalie ou de défaut en service, peuvent également être utilisés. Si toutefois l'équipement de mesure utilise une PRBS qui n'est pas implantée dans un signal normalisé de conduit, les seules informations supplémentaires d'anomalie ou de défaut qui peuvent être prises en compte sont les suivantes:

Anomalie – violations du code de jonction (selon la Recommandation G.703 [8]);

Défaut – AIS, LOS.

Une période de 1 s avec une LOS ≥ 1 est en particulier à considérer comme donnant lieu à une SES (et à une ES).

Remarque – Un AIS peut être considéré comme provoquant, pendant sa durée, un taux d'erreur sur les bits (BER) de 0,5. Si l'AIS est de durée suffisante pour provoquer un BER $\geq 10^{-3}$, il convient de le considérer comme un événement du paramètre SES (+ES). Il y a toutefois lieu de ne pas confondre avec un AIS un signal dont tous les bits sont positionnés à 1, à l'exception du FAS.

2.5.5 *Evaluation des paramètres ES et SES pour l'information d'anomalie et de défaut en service dans le cas de signaux de normalisés du conduit*

La présente section précise les indicateurs d'anomalie et de défaut disponibles aux divers niveaux du réseau et de quelle manière ils peuvent être traités dans les paramètres ES et SES. Elle se présente sous la forme d'un texte explicatif et de tableaux. Le texte explicatif est divisé en 6 paragraphes renvoyant aux colonnes pertinentes. Ces tableaux ont tous la même présentation et correspondent chacun à un niveau:

- Tableau 4/M.2100: niveau inférieur au niveau primaire (64 kbit/s);
- Tableau 5/M.2100: trame du niveau primaire (1544, 2048 kbit/s);
- Tableau 6/M.2100: équipement du niveau primaire (1544, 2048 kbit/s);
- Tableau 7/M.2100: équipement du niveau secondaire (6312, 8448 kbit/s);
- Tableau 8/M.2100: équipement du niveau tertiaire (32 064, 34 368, 44 736 kbit/s);
- Tableau 9/M.2100: équipement du niveau quaternaire (97 728, 139 264 kbit/s).

Chacun de ces tableaux contient des directives pour traduire la grande diversité des résidus de conduit et des indicateurs d'anomalies et de défauts du signal en paramètres normalisés ES et SES. Un tableau a été établi pour chaque niveau du réseau du débit inférieur au débit primaire de 64 kbit/s au débit quaternaire (97 728/139 264 kbit/s). Chaque tableau se compose de six colonnes.

2.5.5.1 *Colonne 1: Recommandation relative à l'équipement et niveau du conduit (kbit/s)*

La colonne de gauche indique le débit du conduit en kbit/s ainsi que toute information qualificatrice pertinente pour l'équipement en cause et une référence à toute Recommandation relative aux équipements pertinents.

2.5.5.2 *Colonne 2: Résidu de conduit disponible pour établir l'information d'anomalie et de défaut*

La deuxième colonne indique le résidu de conduit disponible dans la structure de trame donnée et qui est approprié pour la détermination des anomalies et des défauts. Les fonctions suivantes de résidu de conduit peuvent être disponibles:

- Indication de bloc CRC-4/6 erroné;
- Événements relatifs aux bits-E – Bit 1 des trames 13 et 15 d'une multitrame – indication d'erreur CRC-4;
- Événements relatifs aux FAS (erreurs sur les bits dans le mot de verrouillage de trame);
- Événements d'indication d'alarme distante;
- Bits-A – Indication d'alarme distante – Bit 3 dans la Recommandation G.704 [10];
- Bits de parité;
- Bits-S – Signal de verrouillage de (multi)trame pour signaux à 1544 kbit/s.

2.5.5.3 *Colonne 3: Anomalies et défauts pendant 1 seconde*

La troisième colonne donne la liste des critères d'anomalies et de défauts sur une durée d'une seconde. Les techniques suivantes peuvent être appliquées:

- Perte du verrouillage de trame;
- LOS – dépend de l'équipement;
- FAS erroné – Erreurs sur les bits dans les bits/mots FAS sur une durée d'une seconde;

- Erreurs sur les bits d'une trame – Si l'équipement peut détecter les erreurs sur les bits dans le mot FAS, une SES peut être détectée à partir de la valeur suggérée. Si l'équipement ne peut détecter que les violations du mot FAS, le même nombre de mots FAS violés indiquera les SES;
- Bits-A – Indication d'alarme distante – Bit 3 – Recommandation G.704 [10];
- Bits d'indication d'alarme distante (RAI);
- Erreurs de parité;
- Bits E – Renvoi des bits de l'indicateur de bloc erroné CRC-4.

Des valeurs sont suggérées dans plusieurs rangées si des valeurs recommandées ne sont pas disponibles.

Un glissement commandé, qui peut être introduit aux points terminaux du conduit au débit primaire s'il s'agit en même temps de frontières internationales pour le rythme (voir la Recommandation G.822 [2], est une dégradation déterministe qui supprime ou répète réellement une trame isolée de charge utile au point terminal du conduit au débit primaire. Il est classé comme anomalie (voir le § 2.5.3.2) et devrait être interprété comme provoquant une ES (mais non une SES).

2.5.5.4 *Colonne 4: Interprétation pour le sens réception*

La colonne 4 montre comment il convient d'interpréter les anomalies et défauts détectés au moyen des critères spécifiés dans la colonne 3 (dans la colonne 2 pour le résidu de conduit). Les anomalies aboutissent à des ES; les défauts donnent lieu à des SES et à des ES.

2.5.5.5 *Colonne 5: Interprétation pour le sens émission*

La colonne 5 montre comment il convient d'interpréter les anomalies et défauts détectés au moyen des techniques spécifiées dans la colonne 3. Les anomalies aboutissent à des ES; les défauts donnent lieu à des SES.

2.5.5.6 *Colonne 6: Observations*

Cette colonne donne d'autres explications.

2.6 *Limites de performance pour la mise en service de conduits au débit de 64 kbit/s et au débit primaire*

La présente section définit la méthode de calcul des limites de performance mise en service pour les conduits internationaux au débit primaire et les valeurs correspondantes.

La procédure d'essai de mise en service, y compris la manière de traiter toute période d'indisponibilité pendant l'essai, est définie dans la Recommandation M.2110 [42], § 4.2.

2.6.1 *Calcul des limites BIS sur 24 heures*

Les limites BIS sur 24 heures, S1 et S2, pour chaque paramètre (ES et SES) sont calculées sur la base de l'objectif BIS qui est fixé à un niveau deux fois meilleur que le RPO.

On détermine le RPO en additionnant la répartition en pourcentage pour toutes les sections du conduit (voir l'annexe A). Lorsqu'une ou plusieurs sections sont modifiées, la nouvelle répartition doit être additionnée en pourcentage pour obtenir le RPO global du conduit.

L'objectif BIS, les valeurs S1 et S2 sont ensuite obtenus à partir du RPO global. Il ne faut pas additionner les valeurs de l'objectif BIS, de S1 et de S2 des différentes sections pour déterminer les limites de bout en bout, afin d'éviter l'introduction d'erreurs dues:

- à la non-linéarité inhérente aux valeurs S1 et S2; et,
- aux erreurs d'arrondi enmulées sur l'objectif BIS, S1 et S2.

L'objectif BIS, S1 et S2 sont calculés comme suit:

Objectif BIS = RPO/2

S1 = RPO/2 – D

S2 = RPO/2 + D

où

$$RPO = A \times 86\,400 \times PO$$

et où D est dérivé d'une règle pragmatique et décrit par la formule:

$$2 \times \sqrt{\text{objectif BIS}}$$

A est l'attribution du conduit (voir le § 2.3/M.2100),

86 400 est le nombre de secondes en 24 heures,

PO est l'objectif de performance: 4% pour ES, 0,1% pour SES (voir le tableau 1/M.2100).

2.6.2 *Limites BIS pour des trajets au débit de 64 kbit/s et au débit primaire*

Les limites de qualité pour la mise en service sont indiquées dans le tableau 10/M.2100 où les valeurs de S1 et S2 sont calculées conformément à l'attribution du conduit et à la durée de l'essai. Les limites S1 et S2 sont arrondies à la valeur entière la plus proche.

2.6.3 *Calcul des limites BIS sur 7 jours*

Dans certains cas, décrits dans la Recommandation M.2110 [42], un essai supplémentaire sur 7 jours est nécessaire et la performance doit être conforme à l'objectif BIS sur 7 jours pour chaque paramètre (ES et SES). On obtient cet objectif BIS en multipliant l'objectif BIS sur 1 jour par la valeur 7.

Le tableau 10/M.2100 indique les valeurs relatives à l'objectif BIS sur 7 jours pour diverses attributions de conduit.

2.7 *Limites de performance pour la maintenance*

Une fois que les entités ont été mises en service, la supervision du réseau exige des limites supplémentaires telles que celles décrites dans la Recommandation M.20 [37]. Le processus de supervision comporte l'analyse des anomalies et des défauts décelés par les entités de maintenance pour déterminer le niveau de performance.

Les procédures de maintenance sont définies dans la Recommandation M.2120 [41], l'utilisation des seuils étant décrite au § 2.4.5.

2.7.1 *Types de seuil*

Il existe deux types de seuil selon la durée de surveillance T1 ou T2.

2.7.1.1 *Seuils fondés sur une période d'évaluation T1*

La durée de surveillance T1 est fixée à une valeur de 15 mn, les ES et SES étant décomptées pendant cette période.

Les valeurs pour les limites de maintenance de 15 mn sont des valeurs pragmatiques.

Un rapport de seuil est transmis lorsqu'un seuil ES ou SES est dépassé. La réinitialisation du rapport de seuil, qui est un élément facultatif, se produit lorsque le nombre d'ES et de SES est inférieur ou égal au seuil de réinitialisation. Ces principes sont expliqués dans la Recommandation M.2120 [41], § 2.3.

TABLEAU 10/M.2100

Valeurs des limites pour la mise en service de conduits numériques internationaux

Attrib. de conduit (%)	ES (4%) 1 jour				ES 7 jours	SES (0,1%) 1 jour				SES 7 jours
	RPO	Objectif BIS	S1	S2	Objectif BIS	RPO	Objectif BIS	S1	S2	Objectif BIS
0,5	17	9	3	15	60	0	0	0	1	2
1,0	35	17	9	26	121	1	0	0	2	3
1,5	52	26	16	36	181	1	1	0	2	5
2,0	69	35	23	46	242	2	1	0	3	6
2,5	86	43	30	56	302	2	1	0	3	8
3,0	104	52	37	66	363	3	1	0	4	9
3,5	121	60	45	76	423	3	2	0	4	11
4,0	138	69	52	86	484	3	2	0	4	12
4,5	156	78	60	95	544	4	2	0	5	14
5,0	173	88	68	105	605	4	2	0	5	15
5,5	190	95	76	115	665	5	2	0	5	17
6,0	207	104	83	124	726	5	3	0	6	18
6,5	225	112	91	134	786	6	3	0	6	20
7,0	242	121	99	143	847	6	3	0	7	21
7,5	259	130	107	152	907	6	3	0	7	23
8,0	276	138	115	162	968	7	3	0	7	24
8,5	294	147	123	171	1028	7	4	0	8	26
9,0	311	156	131	180	1089	8	4	0	8	27
9,5	328	164	139	190	1149	8	4	0	8	29
10,0	346	173	147	199	1210	9	4	0	8	30
10,5	363	181	155	208	1270	9	5	0	9	32
11,0	380	190	163	218	1331	10	5	0	9	33
11,5	397	199	171	227	1391	10	5	1	9	35
12,0	415	207	179	236	1452	10	5	1	10	36
12,5	432	216	187	245	1512	11	5	1	10	38
13,0	449	225	195	255	1572	11	6	1	10	39
13,5	467	233	203	264	1633	12	6	1	11	41
14,0	484	242	211	273	1693	12	6	1	11	42
14,5	501	251	219	282	1754	13	6	1	11	44
15,0	518	259	227	291	1814	13	6	1	12	45
15,5	536	268	235	301	1875	13	7	2	12	47
16,0	553	276	243	310	1935	14	7	2	12	48
16,5	570	285	251	319	1996	14	7	2	12	50
17,0	588	294	259	328	2056	15	7	2	13	51
17,5	605	302	268	337	2117	15	8	2	13	53
18,0	622	311	276	346	2177	16	8	2	13	54
18,5	639	320	284	355	2238	16	8	2	14	56
19,0	657	328	292	365	2298	16	8	2	14	57
19,5	674	337	300	374	2359	17	8	3	14	59
20,0	691	346	308	383	2419	17	9	3	15	60
20,5	708	354	317	392	2480	18	9	3	15	62
21,0	726	363	325	401	2540	18	9	3	15	64
	743	372	333	410	2601	19	9	3	15	65
21,5	760	380	341	419	2661	19	10	3	16	67
22,0	778	389	349	428	2722	19	10	3	16	68
22,5	795	397	358	437	2782	20	10	4	16	70
23,0	812	406	366	446	2843	20	10	4	17	71
23,5										

TABLEAU 10/M.2100 (suite.)

Valeurs des limites pour la mise en service de conduits numériques internationaux

Attrib. de conduit (%)	ES (4%) 1 jour				ES 7 jours	SES (0,1%) 1 jour				SES 7 jours
	RPO	Objectif BIS	S1	S2	Objectif BIS	RPO	Objectif BIS	S1	S2	Objectif BIS
24,0	829	415	374	455	2903	21	10	4	17	73
24,5	847	423	382	465	2964	21	11	4	17	74
25,0	864	432	390	474	3024	22	11	4	17	76
25,5	881	441	399	483	3084	22	11	4	18	77
26,0	899	449	407	492	3145	22	11	5	18	79
26,5	916	458	415	501	3205	23	11	5	18	80
27,0	933	467	423	510	3266	23	12	5	18	82
27,5	950	475	432	519	3326	24	12	5	19	83
28,0	968	484	440	528	3387	24	12	5	19	85
28,5	985	492	448	537	3447	25	12	5	19	86
29,0	1002	501	456	546	3508	25	13	5	20	88
29,5	1020	510	465	555	3568	25	13	6	20	89
30,0	1037	518	473	564	3629	26	13	6	20	91
30,5	1054	527	481	573	3689	26	13	6	20	92
31,0	1071	536	489	582	3750	27	13	6	21	94
31,5	1089	544	498	591	3810	27	14	6	21	95
32,0	1106	553	506	600	3871	28	14	6		97
32,5	1123	562	514	609	3931	28	14	7	21	98
33,0	1140	570	522	618	3992	29	14	7	22	100
33,5	1158	579	531	627	4052	29	14	7	22	101
34,0	1175	588	539	636	4113	29	15	7	22	103
34,5	1192	596	547	645	4173	30	15	7	22	104
35,0	1210		556	654	4234	30	15	7	23	106
35,5	1227	605	564	663	4294	31	15	8	23	107
36,0	1244	613	572	672	4355	31	16	8	23	109
36,5	1261	622	580	681	4415	32	16	8	23	110
37,0	1279	631	589	690	4476	32	16	8	24	112
37,5	1296	639	597	699	4536	32	16	8	24	113
38,0	1313	648	605	708	4596	33	16	8	24	115
38,5	1331	657	614	717	4657	33	17	8	25	116
39,0	1348	665	622	726	4717	34	17	9	25	118
39,5	1365	674	630	735	4778	34	17	9	25	119
40,0	1382	683	639	744	4838	35	17	9	25	121
		691							26	

Remarque – Voir aux § 2.6.1, 2.6.2 et 2.6.3 les directives concernant l'utilisation de ce tableau.

2.7.1.2 Seuils fondés sur une période d'évaluation T2

La durée de surveillance T2 est fixée à une valeur de 24 heures.

Un rapport de seuil est transmis lorsqu'un seuil ES ou SES est dépassé pendant la période de temps T2 comme l'explique la Recommandation M.2120 [41].

2.7.2 Valeurs de seuil

Le seuil doit être programmable (pour les ES et SES) afin de répondre aux besoins spécifiques de l'exploitation. En particulier, il est probable qu'il faudra (en fonction de l'expérience d'exploitation) fixer une base de temps itérative pour le déclenchement du seuil.

Les seuils par défaut pour la fenêtre de 15 mn d'un conduit international sont indiqués dans le tableau 11/M.2100 pour diverses attributions. Les seuils correspondant à la fenêtre de 24 heures sont à l'étude.

TABLEAU 11/M.2100

Valeurs des limites de maintenance pour les conduits numériques internationaux au débit primaire

Attribution de conduit (%)	Seuil de 15 mn		Seuil de réinitialisation de 15 mn (facultatif)	
	ES	SES	ES	SES
0,5 → 2,5	120	15	0	0
3 → 4,0	120	15	1	0
4,5 → 7,0	120	15	2	0
7,5 → 10,0	120	15	3	0
10,5 → 11,0	120	15	4	0
11,5 → 13,0	150	15	4	0
13,5 → 15,5	150	15	5	0
16,0 → 18,5	150	15	6	0
19,0 → 20,0	150	15	7	0
20,5 → 21,5	180	15	7	0
22,0 → 24,5	180	15	8	0
25,0 → 27,0	180	15	9	0
27,5 → 30,0	180	15	10	0
30,5 → 33,0	180	15	11	0
33,5 → 36,0	180	15	12	0
36,5 → 40,0	180	15	13	0

2.8 Surveillance/mesure de la performance à long terme

Les données relatives à la surveillance de la performance devraient être conservées pendant une durée minimale d'un an (valeur provisoire).

3 Performance en termes d'erreurs pour le n^{ième} débit de la hiérarchie numérique plésiochrone

A l'étude.

4 Performance en terme de rythme

Les deux types suivants de dégradation du rythme peuvent avoir une incidence sur la performance du réseau:

- le premier, dit par glissements commandés, est provoqué par le déphasage à long terme de deux signaux de rythme dans l'équipement de terminaison du conduit au débit primaire. Il est indispensable que le nombre de glissements commandés – produisant la perte ou la répétition d'un octet au niveau de 64 kbit/s – réponde aux conditions de la Recommandation G.822 [2];
- le second, dit par gigue et dérapage, se rapporte aux fluctuations du signal de rythme. Les Recommandations G.823 [35] et G.824 [36] définissent les limites de la gigue et du dérapage. Ces limites sont fixées de telle manière qu'un niveau donné de gigue puisse être appliqué à l'entrée d'un équipement de réseau sans produire, à sa sortie, d'erreurs ou de gigue excessives.

Aux fins de la maintenance, les exigences de performance en termes d'erreurs sont donc suffisantes pour traiter ces dégradations du rythme.

5 Disponibilité dans la couche à 64 kbit/s et aux débits binaires supérieurs

5.1 Définitions des états de disponibilité/indisponibilité

5.1.1 64 kbit/s

Lorsque le conduit est dans l'état de disponibilité, une transition à l'état d'indisponibilité est déclarée si dix secondes gravement erronées consécutives sont observées; ces dix secondes sont considérées comme faisant partie de la durée d'indisponibilité.

Lorsque le conduit est dans l'état d'indisponibilité, une transition à l'état de disponibilité est déclarée si dix secondes non gravement erronées consécutives sont observées; ces dix secondes sont considérées comme faisant partie de la durée de disponibilité.

5.1.2 Débit primaire

La seconde de conduit indisponible correspond à un décompte d'intervalles d'une seconde pendant lesquels le conduit est indisponible. Le conduit est dit indisponible à la suite de P SES consécutives (ou d'un état de défaillance pour la hiérarchie à 1,5 Mbit/s). Une fois indisponible, le conduit devient disponible à la suite de Q secondes consécutives sans SES. Dans le calcul du paramètre seconde de conduit indisponible, la période de transition initiale de P secondes est incluse alors que la période de transition finale de Q secondes ne l'est pas.

L'inclusion des conditions de dérangement AIS et LOF dans le paramètre seconde de conduit indisponible est obtenue par un OR (OV) logique de ces conditions avec les SES consécutives notées ci-dessus. Dans le calcul du paramètre seconde de conduit indisponible résultant, la durée initiale (secondes) pour détecter la dérangement est incluse alors que la durée finale (secondes) pour relever le dérangement ne l'est pas.

Les valeurs de P et de Q devraient être inférieures ou égales à 10 s.

5.1.3 Débits binaires supérieurs

A l'étude.

5.2 Inhibition de la surveillance de la performance pendant la durée d'indisponibilité (et des conditions de dérangement)

La figure 5/M.2100 illustre les règles applicables pour déterminer le paramètre seconde de conduit indisponible et pour inhiber les autres décomptes de paramètres. Lorsqu'on lit de haut en bas et de gauche à droite, la première rangée représente la condition de signal et représente un état momentané ou persistant. La seconde rangée indique s'il existe une condition d'erreur (O) ou non (N). Les conditions d'erreur comprennent: les anomalies, les défauts ou les dérangements comme indiqué. La troisième rangée indique si le conduit est défaillant (O ou N). En

procédant de même, on peut lire, de haut en bas puis latéralement, les secondes de conduit indisponible de conduit réelles et ajustées ainsi que les décomptes de paramètres (par exemple, ES et SES). Les lignes de temps pleines pour chacune de ces trois rangées restantes indiquent la procédure de calcul des secondes de conduit indisponible, les décomptes de paramètres en temps réel et en temps réel ajusté lorsqu'on les rapporte aux lignes verticales pointillées dans la condition de signal initiale.

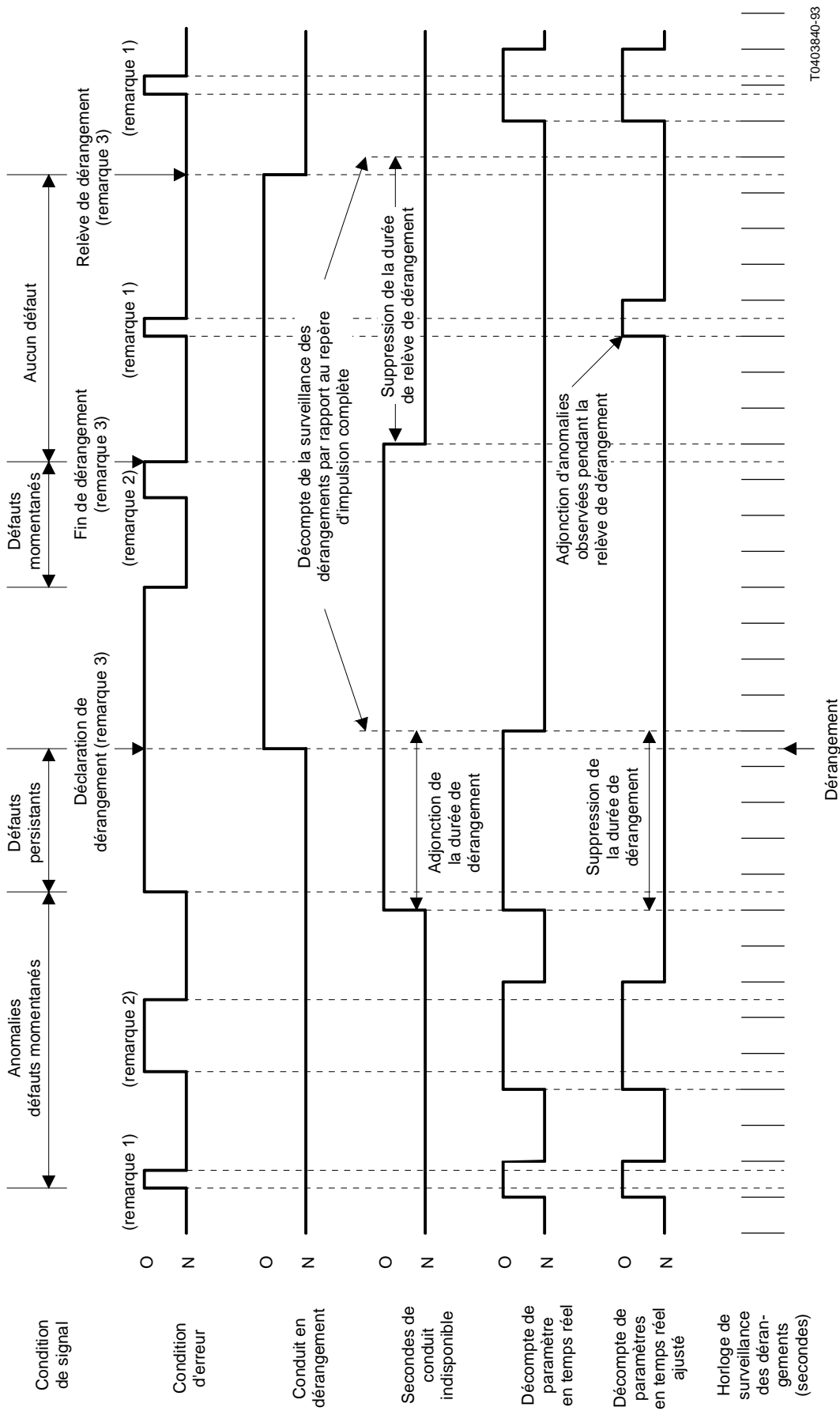
Trois événements, à savoir la déclaration d'un dérangement, la fin d'un dérangement et la relève d'un dérangement sont enregistrés dans le temps pour indiquer:

- l'instant de la déclaration, de la fin et de la relève d'un dérangement;
- l'occurrence persistante d'événements de défaut conduisant au dérangement et l'absence d'événements de défaut pendant la période de relève du dérangement;
- la correction du compteur de secondes de conduit indisponible;
- les règles pour supprimer et ajouter des incréments de temps dans le compteur de secondes de conduit indisponible, à savoir respectivement le temps mis pour relever le dérangement et le temps ajouté au compteur de secondes de conduit indisponible qui représente la partie de la condition d'erreur persistante conduisant à la déclaration de dérangement;
- le décompte d'anomalies pendant l'intervalle de temps de relève du dérangement.

A noter que la transition de condition de signal ou l'instant de déclaration sont indépendants des limites d'une seconde de l'horloge de surveillance de la qualité. Cela apparaît clairement si l'on observe la position de ces instants (lignes verticales pointillées) par rapport aux repères d'impulsion d'une seconde.

5.3 *Limites d'indisponibilité*

Pour le moment, la détermination des limites d'indisponibilité reste matière à négociation. Cette question est à l'étude.



TO403840-93

Remarque 1 – Anomalie (ou anomalies).

Remarque 2 – Défaut (ou défauts).

Remarque 3 – La déclaration d'événements de dérangement est indépendante des limites d'une seconde de l'horloge de surveillance des dérangements.

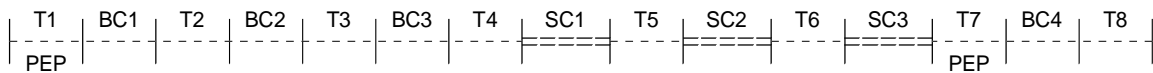
FIGURE 5/M.2100

Illustration de l'inhibition de la surveillance de la qualité (PM) pendant les conditions d'indisponibilité et de dérangement

(à la Recommandation M.2100)

Exemples d'applications du tableau de répartition du RPO (tableau 2/M.2100)

La présente annexe donne deux exemples d'application du tableau de répartition du RPO, décrit dans le § 2.3. Le premier exemple est celui d'un très long conduit au débit primaire, ne permettant donc pas de prolonger le conduit à 64 kbit/s par interconnexion en cascade de conduits supplémentaires. Le deuxième exemple est celui d'un réseau complexe dans lequel un trajet de transmission à 64 kbit/s est acheminé par trois conduits au débit primaire, interconnectés en cascade. Ces exemples ont pour but de montrer clairement que l'étude de conduits particuliers au débit primaire peut se traduire par une grande dispersion des limites de performance. Il est donc indispensable d'y prêter attention lors de la conception d'un trajet de transmission à 64 kbit/s, de façon à ne pas dépasser l'attribution de l'objectif de 40% aux circuits internationaux de qualité élevée.

Exemple 1

T0402380-91

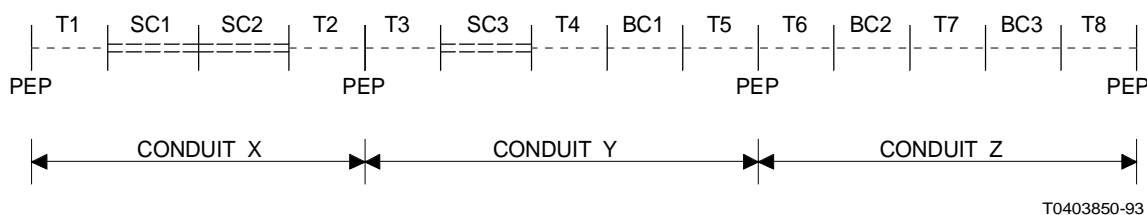
T	IPCE terminal ou de transit (<i>terminating or transit IPCE</i>)		
BC	ICPCE traversant une frontière (<i>border crossing ICPCE</i>)		
SC	ICPCE en câble sous-marin (<i>submarine cable ICPCE</i>)		
T1 à T8	IPCE (terminal)	1000 km-2500 km	2 × 4,0% = 8,0%
T2 à T5	IPCE (de transit)	500 km-1000 km	4 × 3,0% = 12,0%
T6	IPCE (de transit)	< 500 km	1 × 2,0% = 2,0%
T7	IPCE (de transit)	> 5000 km	1 × 8,0% = 8,0%
SC1 à SC3	ICPCE (en câble sous-marin à fibres optiques)	> 500 km	3 × 2,5% = 7,5%
BC1 à BC4	ICPCE (de terre)		4 × 0,5% = 2,0%
Objectif total attribué au conduit à débit primaire =			39,5%

Ce conduit convient pour des trajets de transmission à 64 kbit/s n'exigeant pas de connexion internationale au débit primaire supplémentaire, par exemple pour permettre de commuter le trafic de messagerie vers une autre destination internationale.

Attribution à la partie internationale du trajet à 64 kbit/s: 16,0% + 10,0% + 10,0% = 36,0%

L'objectif total attribué à un trajet international de qualité élevée à 64 kbit/s entre les pays terminaux T1 et T8 est de 36,0%, ce qui s'inscrit dans l'objectif de 40%. Etant donné que la plus faible limite pouvant être attribuée à un conduit au débit primaire est de 4,5% (2 IPCE de destination à moins de 500 km et 1 ICPCE de Terre), le fait d'ajouter un quatrième conduit au débit primaire (W) entraînerait un dépassement de l'objectif de 40%.

Exemple 2



T0403850-93

T IPCE terminal ou de transit
 BC ICPCE passage de frontière
 SC ICPCE en câble sous-marin

CONDUIT X

T1	IPCE (terminal)	500 km-1000 km	1 × 3,0% = 3,0%
T2	IPCE (terminal)	> 5000 km	1 × 8,0% = 8,0%
SC1-SC2	ICPCE (câble sous-marin à fibres optiques)	> 500 km	2 × 2,5% = 5,0%
Objectif total attribué au conduit à débit primaire = 16,0%			

CONDUIT Y

T3, T5	IPCE (terminal)	> 500 km	2 × 2,0% = 4,0%
T4	IPCE (de transit)	500 km-1000 km	1 × 3,0% = 3,0%
SC3	ICPCE (câble sous-marin à fibres optiques)	> 500 km	1 × 2,5% = 2,5%
BC1	ICPCE (de terre)		1 × 0,5% = 0,5%
Objectif total attribué au conduit à débit primaire = 10,0%			

CONDUIT Z

T6	IPCE (terminal)	500-1000 km	1 × 3,0% = 3,0%
T7	IPCE (de transit)	1000-2500 km	1 × 4,0% = 4,0%
T8	IPCE (terminal)	< 500 km	1 × 2,0% = 2,0%
BC2, BC3	ICPCE (de terre)		2 × 0,5% = 1,0%
Objectif total attribué au conduit à débit primaire = 10,0%			

Attribution à la partie internationale du trajet à 64 kbit/s: 16,0% + 10,0% + 10,0% = 36,0%

Références

- [1] Recommandation G.821 du CCITT *Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services.*
- [2] Recommandation G.822 du CCITT *Objectifs de limitation du taux de glissement commandé dans une communication numérique internationale.*
- [3] Recommandation I.412 du CCITT *Interfaces usager-réseau RNIS – Structures d'interface et possibilités d'accès.*
- [4] Recommandation G.702 du CCITT *Débits binaires de la hiérarchie numérique.*
- [5] Recommandation G.707 du CCITT *Débits binaires de la hiérarchie numérique synchrone.*
- [6] Recommandation G.708 du CCITT *Interface de noeud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone.*
- [7] Recommandation G.709 du CCITT *Structure de multiplexage synchrone.*
- [8] Recommandation G.703 du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions.*
- [9] Recommandation G.706 du CCITT *Verrouillage de trame et procédures de contrôle de redondance cyclique (CRC) concernant les structures de trame de pose définies dans la Recommandation G.704.*

- [10] Recommandation G.704 du CCITT *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques primaire et secondaire.*
- [11] Recommandation O.162 du CCITT *Appareil de surveillance en service de signaux à 2048, 8448, 34 368 et 139 264 kbit/s.*
- [12] Recommandation H.221 du CCITT *Structure de trame d'un canal à 64 kbit/s dans les téléservices audiovisuels.*
- [13] Recommandation G.724 du CCITT *Caractéristiques d'un équipement de multiplexage primaire avec codage à débit réduit à 48 voies fonctionnant à 1544 kbit/s.*
- [14] Recommandation G.733 du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 1544 kbit/s.*
- [15] Recommandation G.762 du CCITT *Caractéristiques générales d'un équipement de transcodage de 48 voies.*
- [16] Recommandation G.794 du CCITT *Caractéristiques des équipements de transmultiplexage à 24 voies.*
- [17] Recommandation G.734 du CCITT *Caractéristiques d'un équipement de multiplexage numérique synchrone fonctionnant à 1544 kbit/s.*
- [18] Recommandation G.732 du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 2048 kbit/s.*
- [19] Recommandation G.735 du CCITT *Caractéristiques d'un équipement de multiplexage MIC primaire fonctionnant à 2048 kbit/s et permettant l'accès numérique synchrone à 384 kbit/s et/ou à 64 kbit/s.*
- [20] Recommandation G.736 du CCITT *Caractéristiques d'un équipement de multiplexage numérique synchrone fonctionnant à 2048 kbit/s.*
- [21] Recommandation G.737 du CCITT *Caractéristiques d'un équipement avec accès externe fonctionnant à 2048 kbit/s et permettant l'accès numérique synchrone à 384 kbit/s et/ou à 64 kbit/s.*
- [22] Recommandation G.738 du CCITT *Caractéristiques d'un équipement de multiplexage MIC primaire fonctionnant à 2048 kbit/s et permettant l'accès numérique synchrone à 320 kbit/s et/ou à 64 kbit/s.*
- [23] Recommandation G.739 du CCITT *Caractéristiques d'un équipement avec accès externe fonctionnant à 2048 kbit/s et permettant l'accès numérique synchrone à 320 kbit/s et/ou à 64 kbit/s.*
- [24] Recommandation G.761 du CCITT *Caractéristiques générales d'un équipement de transcodage à 60 voies.*
- [25] Recommandation G.793 du CCITT *Caractéristiques des équipements de transmultiplexage à 60 voies.*
- [26] Recommandation G.743 du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 6312 kbit/s avec justification positive.*
- [27] Recommandation G.747 du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 6312 kbit/s et multiplexant trois affluents à 2048 kbit/s.*
- [28] Recommandation G.742 du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive.*
- [29] Recommandation G.745 du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive/nulle/négative.*
- [30] 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.*
- [31] Recommandation G.751 du CCITT *Equipement de multiplexage MIC primaire pour fréquences vocales du troisième ordre à 34 368 kbit/s et du quatrième ordre à 139 264 kbit/s utilisant la justification positive.*

- [32] Recommandation G.753 du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du troisième ordre à 34 368 kbit/s utilisant la justification positive/nulle/négative.*
- [33] Recommandation G.754 du CCITT *Multiplex numérique du quatrième ordre à 139 264 kbit/s utilisant la justification positive/nulle/négative.*
- [34] Recommandation G.755 du CCITT *Equipement de multiplexage numérique fonctionnant à 139 264 kbit/s et multiplexant trois affluents à 44 736 kbit/s.*
- [35] Recommandation G.823 du CCITT *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s.*
- [36] Recommandation G.824 du CCITT *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s.*
- [37] Recommandation M.20 du CCITT *Philosophie de maintenance pour les réseaux de télécommunication.*
- [38] Recommandation M.32 du CCITT *Principes d'utilisation de l'information d'alarme pour la maintenance des systèmes et équipement de transmission internationaux.*
- [39] Recommandation M.34 du CCITT *Surveillance de la qualité de systèmes et équipement de transmission internationaux.*
- [40] Recommandation M.1300 du CCITT *Systèmes internationaux de transmission de données exploités à des débits compris entre 2,4 kbit/s et 2048 kbit/s.*
- [41] Recommandation M.2120 du CCITT *Procédures de détection et de localisation des dérangements sur les conduits, les sections et les sections de ligne numériques.*
- [42] Recommandation M.2110 du CCITT *Mise en service de conduits, de sections et de systèmes de transmission numériques internationaux.*
- [43] Recommandation M.35 du CCITT *Principes concernant les limites de mise en service et de maintenance.*

