



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.826**

(12/2002)

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

Réseaux numériques – Objectifs de qualité et de  
disponibilité

---

**Paramètres et objectifs relatifs aux  
caractéristiques d'erreur de bout en bout pour  
les connexions et conduits numériques  
internationaux à débit constant**

Recommandation UIT-T G.826

---

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G  
**SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES**

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
Objectifs de conception pour les réseaux numériques	G.810–G.819
<b>Objectifs de qualité et de disponibilité</b>	<b>G.820–G.829</b>
Fonctions et capacités du réseau	G.830–G.839
Caractéristiques des réseaux à hiérarchie numérique synchrone	G.840–G.849
Gestion du réseau de transport	G.850–G.859
Intégration des systèmes satellitaires et hertziens à hiérarchie numérique synchrone	G.860–G.869
Réseaux de transport optiques	G.870–G.879
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.7000–G.7999
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

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

## **Recommandation UIT-T G.826**

### **Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur de bout en bout pour les connexions et conduits numériques internationaux à débit constant**

#### **Résumé**

La présente Recommandation spécifie les paramètres et les objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur de bout en bout pour des conduits numériques internationaux fonctionnant à des débits égaux ou supérieurs au débit primaire et pour des connexions numériques internationales fonctionnant à un débit inférieur au débit primaire de la hiérarchie numérique. Les objectifs indiqués sont indépendants du réseau physique assurant le support du conduit ou de la connexion.

S'agissant des conduits numériques fonctionnant à un débit égal ou supérieur au débit primaire, la présente Recommandation repose sur un principe de mesure basé sur la notion de bloc utilisant des codes de détection d'erreur intrinsèques au conduit sous test. Ce principe permet la réalisation de mesures en service.

S'agissant des connexions numériques fonctionnant à un débit inférieur au débit primaire de la hiérarchie numérique, la présente Recommandation repose sur des mesures des erreurs sur les bits et des taux d'erreur sur les bits. Cette méthode ne permet pas la réalisation de mesures en service.

L'Annexe A porte sur la définition de la disponibilité du conduit ou de la connexion. Les Annexes B, C et D donnent des informations spécifiques concernant les conduits de transmission en mode PDH, SDH et cellulaire.

Il n'est pas nécessaire d'appliquer la présente Recommandation aux connexions fonctionnant à un débit inférieur au débit primaire qui utilise l'équipement conçu avant l'adoption de la présente Recommandation en décembre 2002.

La présente Recommandation traite de la performance des conduits PDH et de ceux des conduits SDH qui utilisent des équipements conçus avant l'adoption de la Rec. UIT-T G.828 en mars 2000. La Rec. UIT-T G.828 traite de la performance des conduits SDH utilisant des équipements conçus à partir de l'adoption de la Rec. UIT-T G.828 en mars 2000 ou après cette date. La nouvelle Rec. UIT-T G.8201 traite de la performance des conduits ODUk du réseau OTN.

#### **Source**

La Recommandation G.826 de l'UIT-T, révisée par la Commission d'études 13 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 14 décembre 2002 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

#### **Mots clés**

Bloc erroné résiduel, caractéristiques d'erreur cibles, codes de détection d'erreur, conduit numérique, connexion numérique, erreur sur les bits, mesures en service, notion de bloc, paramètres de caractéristiques d'erreur, seconde erronée, seconde gravement erronée, taux résiduel de blocs erronés, taux d'erreur sur les bits.

## 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.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), 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 l'AMNT.

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 2003

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application .....	1
1.1	Portée de la Recommandation .....	1
1.2	Couches de réseau de transport .....	2
1.2.1	Réseaux de transport des hiérarchies PDH et SDH.....	2
1.2.2	Connexions ATM .....	2
1.3	Allocation des objectifs de bout en bout .....	3
2	Références normatives.....	3
3	Abréviations.....	5
4	Termes et définitions .....	6
4.5	Événements relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les conduits .....	7
4.6	Événements relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les connexions.....	7
4.7	Paramètres relatifs aux caractéristiques d'erreur .....	8
5	Mesure du bloc .....	8
5.1	Contrôle en service des blocs .....	8
5.2	Mesures hors service des blocs.....	8
6	Évaluation des caractéristiques d'erreur .....	8
6.1	Conséquences sur les dispositifs de mesure des caractéristiques d'erreur.....	8
6.2	Contrôle des caractéristiques d'erreur aux extrémités locales et distantes d'un conduit .....	9
7	Caractéristiques d'erreur cibles .....	9
7.1	Objectifs de bout en bout.....	9
7.2	Répartition des objectifs de bout en bout .....	11
7.2.1	Allocation à la portion nationale du conduit ou de la connexion de bout en bout .....	11
7.2.2	Allocation à la portion internationale du conduit ou de la connexion de bout en bout .....	12
Annexe A – Critères d'entrée et sortie de l'état d'indisponibilité .....		13
A.1	Critères applicables à un sens.....	13
A.2	Critère applicable à un conduit ou à une connexion bidirectionnel .....	13
A.3	Critère applicable à un conduit ou à une connexion unidirectionnel .....	13
A.4	Conséquences sur les mesures des caractéristiques d'erreur .....	13
Annexe B – Relation entre le contrôle des caractéristiques d'erreur d'un conduit utilisant la hiérarchie PDH et les paramètres basés sur la notion de bloc .....		14
B.1	Généralités .....	14
B.1.1	Taille de bloc pour le contrôle des caractéristiques d'erreur des conduits de la hiérarchie PDH .....	14

	<b>Page</b>
B.1.2 Anomalies.....	14
B.1.3 Défauts.....	14
B.2 Types de conduits .....	15
B.3 Evaluation des paramètres de caractéristiques d'erreur .....	16
B.4 Moyens de contrôle en service et critères de déclaration des événements liés aux caractéristiques d'erreur.....	16
B.5 Evaluation des événements liés aux caractéristiques d'erreur à l'extrémité distante d'un conduit.....	17
B.6 Différences entre la présente Recommandation et la Rec. UIT-T M.2100 concernant les caractéristiques d'erreur des conduits .....	17
B.6.1 Généralités.....	17
B.6.2 Méthode d'allocation .....	17
<b>Annexe C – Relation entre le contrôle des caractéristiques d'erreur d'un conduit utilisant la hiérarchie SDH et les paramètres basés sur la notion de bloc .....</b>	<b>18</b>
C.1 Généralités.....	18
C.1.1 Conversion des mesures de parité BIP en blocs erronés .....	18
C.1.2 Taille de bloc pour le contrôle des caractéristiques d'erreur des conduits de la hiérarchie SDH .....	18
C.1.3 Anomalies.....	19
C.1.4 Défauts.....	19
C.1.5 Mesure des événements liés aux caractéristiques d'erreur par totalisation des erreurs de parité.....	20
C.2 Evaluation des paramètres de caractéristiques d'erreur.....	20
C.3 Evaluation des événements liés aux caractéristiques d'erreur à l'extrémité distante d'un conduit.....	21
<b>Annexe D – Relation entre le contrôle des caractéristiques d'erreur dans un réseau de transport de cellules et les paramètres basés sur la notion de bloc .....</b>	<b>21</b>
D.1 Généralités.....	21
D.1.1 Longueurs de bloc pour la surveillance des conduits cellulaires .....	21
D.1.2 Anomalies.....	22
D.1.3 Défauts.....	22
D.2 Types de conduits .....	23
D.3 Evaluation des paramètres de caractéristiques d'erreur .....	23
D.4 Evaluation des événements liés aux caractéristiques d'erreur à l'extrémité distante du conduit.....	23
<b>Appendice I – Diagramme illustrant pour les conduits numériques la reconnaissance des anomalies, défauts, blocs erronés, secondes erronées (ES) et secondes gravement erronées (SES) .....</b>	<b>24</b>
<b>Appendice II – Bits erronés et blocs erronés, avantages et limites.....</b>	<b>25</b>
<b>Appendice III – Applicabilité de la présente Recommandation aux réseaux non publics.....</b>	<b>26</b>

## Recommandation UIT-T G.826

### Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur de bout en bout pour les connexions et conduits numériques internationaux à débit constant

#### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie des événements, paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur de bout en bout pour

- 1) les conduits numériques fonctionnant à des débits égaux ou supérieurs au débit primaire;
- 2) une connexion numérique à commutation de circuits  $N \times 64$  kbit/s ( $1 \leq N \leq 24$  ou 31, respectivement).

La présente Recommandation spécifie aussi l'allocation des objectifs de bout en bout.

#### 1.1 Portée de la Recommandation

La présente Recommandation est applicable aux conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire et aux connexions numériques internationales  $N \times 64$  kbit/s ( $1 \leq N \leq 24$  ou 31, respectivement).

NOTE – Il n'est pas nécessaire d'appliquer la présente Recommandation aux connexions fonctionnant à un débit inférieur au débit primaire qui utilisent des équipements conçus avant l'adoption de la présente Recommandation en décembre 2002. Les événements et les objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les connexions utilisant des équipements conçus avant cette date sont indiqués dans la Rec. UIT-T G.821 [14].

Les conduits numériques à débit binaire constant peuvent emprunter un réseau fondé sur la hiérarchie numérique plésiochrone (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*), la hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*) ou d'une autre nature, comme les réseaux de transport de cellules. La présente Recommandation est générique en ce sens qu'elle définit les paramètres et les objectifs pour les conduits et les connexions indépendamment du réseau de transport physique. La conformité aux spécifications des caractéristiques des conduits de la présente Recommandation assurera aussi, dans la plupart des cas, qu'une connexion client à 64 kbit/s en respectera les spécifications. La présente Recommandation ainsi que la Rec. UIT-T G.828 [24] sont donc actuellement les seules Recommandations à appliquer pour établir les caractéristiques d'erreur dans les conduits numériques fonctionnant à un débit égal ou supérieur au débit primaire<sup>1</sup>. D'après la définition d'un conduit numérique, les extrémités de conduit peuvent se situer dans les locaux de l'utilisateur.

Les conduits sont utilisés pour prendre en charge notamment des services de commutation de circuits, de commutation de paquets et de circuits loués. La qualité de ces services, ainsi que la performance des éléments de réseau de la couche service, n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation.

Les caractéristiques cibles sont applicables à un seul sens de transmission du conduit ou de la connexion. Les valeurs indiquées concernent un conduit fictif ou une connexion fictive de référence de 27 500 km de bout en bout (voir Figure 3) pouvant comporter des systèmes de transmission par

---

<sup>1</sup> La présente Recommandation traite de la performance des conduits PDH et de ceux des conduits SDH qui utilisent des équipements conçus avant l'adoption de la Rec. UIT-T G.828 en mars 2000. La Rec. UIT-T G.828 traite de la performance des conduits SDH utilisant des équipements conçus à partir de l'adoption de la Rec. UIT-T G.828 en mars 2000 ou après cette date. La nouvelle Rec. UIT-T G.8201 traite de la performance des conduits ODUk du réseau OTN.

fibres optiques, par faisceaux hertziens numériques, par câbles métalliques et par satellite. En revanche, ces valeurs ne s'appliquent pas aux fonctions de multiplexage et de brassage utilisant des techniques ATM.

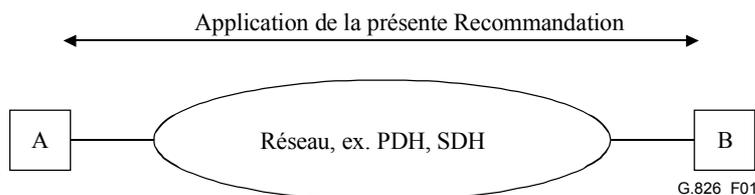
Les définitions de paramètres pour les conduits numériques fonctionnant à des débits égaux ou supérieurs au débit primaire sont fondées sur une notion de bloc, ce qui est adapté aux mesures en service. Dans certains cas, les composants du réseau ne fournissent pas les événements de base nécessaires au calcul des paramètres de caractéristiques d'erreur. Dans ces cas, la conformité avec la présente Recommandation peut être établie par des mesures hors service ou évaluée par des mesures donnant des résultats équivalents, comme celles qui sont spécifiées dans les Annexes B, C et D. Les définitions de paramètres pour les connexions numériques fonctionnant à des débits inférieurs au débit primaire de la hiérarchie numérique ne sont pas fondées sur une notion de bloc; elles utilisent plutôt les mesures de l'erreur sur les bits et du taux d'erreur sur les bits.

## 1.2 Couches de réseau de transport

Pour les conduits, la présente Recommandation spécifie les caractéristiques d'erreur dans une couche de réseau de transport donnée. Deux cas doivent être considérés:

### 1.2.1 Réseaux de transport des hiérarchies PDH et SDH

La Figure 1 illustre le domaine d'application de la présente Recommandation quand le conduit de bout en bout n'utilise pas le mode ATM. On notera que la supervision de bout en bout des caractéristiques d'erreur n'est possible que si les blocs surveillés et leurs préfixes sont transmis de façon transparente entre les extrémités du conduit.

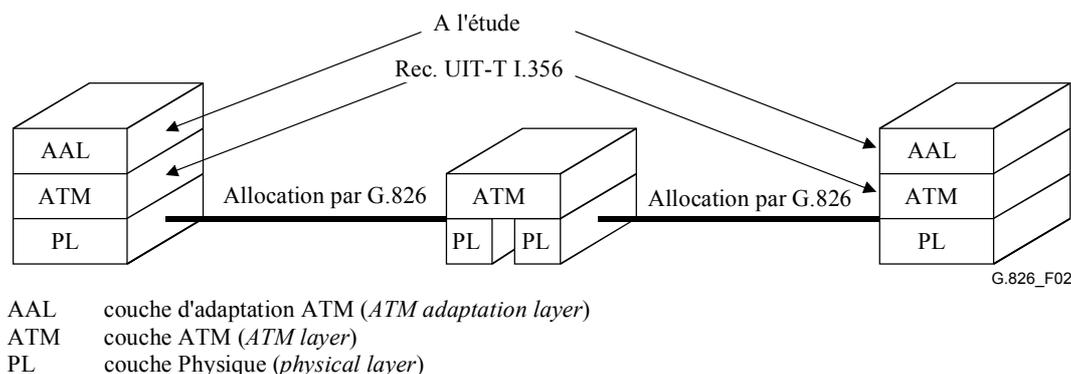


NOTE – Les points A et B sont les extrémités du conduit situées aux interfaces physiques, par exemple, celles décrites dans la Rec. UIT-T G.703 [1].

**Figure 1/G.826 – Application de la présente Recommandation pour un conduit de transmission de bout en bout n'utilisant pas le mode ATM**

### 1.2.2 Connexions ATM

Dans le cas où le conduit constitue la partie physique d'une connexion ATM (voir Figure 2), les caractéristiques d'erreur de bout en bout de cette connexion sont définies dans la Rec. UIT-T I.356 [16]. Dans ce cas, la présente Recommandation peut être appliquée – avec une allocation appropriée – aux caractéristiques d'erreur entre les extrémités du conduit, points où la couche Physique du modèle de référence du protocole ATM (voir la Rec. UIT-T I.321 [15]) se termine par des brasseurs ou des commutateurs ATM. Dans la couche Physique, les conduits de transmission ATM correspondent à un flux de cellules transportées sous cette forme ou placées dans des structures de trames des hiérarchies SDH ou PDH.



**Figure 2/G.826 – Relation entre l'architecture de la présente Recommandation et de la Rec. UIT-T I.356 [16]**

### 1.3 Allocation des objectifs de bout en bout

L'allocation des objectifs de bout en bout aux conduits et aux connexions à débit constant est établie en utilisant les règles décrites au § 7.2 qui sont basées sur la longueur et la complexité. Les allocations détaillées aux différents éléments (lignes, sections, multiplexeurs, brasseurs, etc.) ne font pas l'objet de la présente Recommandation, mais quand cette répartition est effectuée, elle doit respecter les allocations données au § 7.2 pour les portions nationales et internationales.

## 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. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document en tant que tel le statut de Recommandation.

- [1] Recommandation UIT-T G.703 (2001), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions numériques hiérarchiques*.
- [2] Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s*.
- [3] Recommandation UIT-T G.707/Y.1322 (2000), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone*, plus Corrigendum 1 (2001), Corrigendum 2 (2001) et Amendement 1 (2001).
- [4] Recommandation UIT-T G.732 (1988), *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 2048 kbit/s*.
- [5] Recommandation UIT-T G.733 (1988), *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 1544 kbit/s*.
- [6] Recommandation UIT-T G.734 (1988), *Caractéristiques d'un équipement de multiplexage numérique synchrone fonctionnant à 1544 kbit/s*.
- [7] Recommandation UIT-T G.742 (1988), *Équipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive*.
- [8] Recommandation UIT-T G.743 (1988), *Équipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 6312 kbit/s avec justification positive*.

- [9] Recommandation UIT-T 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.*
- [10] Recommandation UIT-T G.752 (1988), *Caractéristiques des équipements de multiplexage numériques fondés sur un débit binaire du deuxième ordre (6312 kbit/s) utilisant une justification positive.*
- [11] Recommandation UIT-T G.755 (1988), *Équipement de multiplexage numérique fonctionnant à 139 264 kbit/s et multiplexant trois affluents à 44 736 kbit/s.*
- [12] Recommandation UIT-T G.775 (1998), *Critères de détection et d'annulation des défauts de perte de signal, de signal d'indication d'alarme et d'indication de défaut distant en hiérarchie numérique plésiochrone.*
- [13] Recommandation UIT-T G.783 (2000), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique synchrone*, plus Corrigendum 1 (2001).
- [14] Recommandation UIT-T G.821 (2002), *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.*
- [15] Recommandation UIT-T I.321 (1991), *Modèle de référence pour le protocole du RNIS large bande et son application.*
- [16] Recommandation UIT-T I.356 (2000), *Caractéristiques du transfert de cellules de la couche ATM du RNIS-LB.*
- [17] Recommandation UIT-T I.362<sup>2</sup>, *Description fonctionnelle de la couche adaptation du mode de transfert asynchrone du RNIS à large bande.*
- [18] Recommandations UIT-T de la série I.432.x, *Interface usager-réseau du RNIS à large bande – Spécification de la couche Physique.*
- [19] Recommandation UIT-T I.610 (1999), *Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance du RNIS à large bande*, plus Corrigendum 1 (2000).
- [20] Recommandation UIT-T M.60 (1993), *Termes et définitions relatifs à la maintenance.*
- [21] 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.*
- [22] 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.*
- [23] Recommandation UIT-T M.2101.1 (1997), *Limites de qualité de fonctionnement pour la mise en service et la maintenance des conduits et des sections multiplex SDH internationaux.*
- [24] Recommandation UIT-T G.828 (2000), *Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les conduits numériques synchrones internationaux à débit constant.*
- [25] Recommandation UIT-T I.325 (1993), *Configurations de référence pour les types de connexion du RNIS.*
- [26] Recommandation UIT-T I.340 (1998), *Types de connexion de RNIS.*
- [27] Recommandation UIT-T G.801 (1988), *Modèles de transmission numérique.*

---

<sup>2</sup> Supprimée en juin 1997.

### 3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AAL	couche d'adaptation ATM ( <i>ATM adaptation layer</i> )
AIS	signal d'indication d'alarme ( <i>alarm indication signal</i> )
ATM	mode de transfert asynchrone ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
AU	unité administrative ( <i>administrative unit</i> )
BBE	bloc erroné résiduel ( <i>background block error</i> )
BBER	taux de blocs erronés résiduels ( <i>background block error ratio</i> )
BIP	parité à entrelacement de bits ( <i>bit interleaved parity</i> )
CBR	débit constant ( <i>constant bit rate</i> )
CEC	contrôle d'erreur de cellule ( <i>cell error control</i> )
CRC	contrôle de redondance cyclique ( <i>cyclic redundancy check</i> )
EB	bloc erroné ( <i>errored block</i> )
EDC	code de détection d'erreur ( <i>error detection code</i> )
ES	seconde erronée ( <i>errored second</i> )
ESR	taux de secondes erronées ( <i>errored second ratio</i> )
FAS	signal de verrouillage de trames ( <i>frame alignment signal</i> )
HEC	contrôle d'erreur d'en-tête ( <i>header error check</i> )
HP	conduit d'ordre supérieur ( <i>higher order path</i> )
HRP	conduit fictif de référence ( <i>hypothetical reference path</i> )
HRX	connexion fictive de référence ( <i>hypothetical reference connection</i> )
IG	passerelle internationale ( <i>international gateway</i> )
ISM	contrôle en service ( <i>in-service monitoring</i> )
LOF	perte de verrouillage de trames ( <i>loss of frame alignment</i> )
LOM	perte de verrouillage de multitrames ( <i>loss of multiframe alignment</i> )
LOP	perte de pointeur ( <i>loss of pointer</i> )
LOS	perte du signal ( <i>loss of signal</i> )
LP	conduit d'ordre inférieur ( <i>lower order path</i> )
MS	section multiplex ( <i>multiplex section</i> )
NTE	équipement terminal de réseau ( <i>network terminal equipment</i> )
OAM	exploitation et maintenance ( <i>operation and maintenance</i> )
ODUk	unité k de données de canal optique ( <i>optical channel data unit-k</i> )
OOS	hors service ( <i>out-of-service</i> )
OTN	réseau de transport optique ( <i>optical transport network</i> )
PDH	hiérarchie numérique plésiochrone ( <i>plesiochronous digital hierarchy</i> )
PEP	extrémité du conduit ( <i>path end point</i> )
PL	couche Physique ( <i>physical layer</i> )

RDI	indication de défaut distant ( <i>remote defect indication</i> )
REI	indication d'erreur distante ( <i>remote error indication</i> )
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RNIS-BE	RNIS à bande étroite
RNIS-LB	RNIS à large bande
SDH	hiérarchie numérique synchrone ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SES	seconde gravement erronée ( <i>severely errored second</i> )
SESR	taux de secondes gravement erronées ( <i>severely errored second ratio</i> )
STM	module de transport synchrone ( <i>synchronous transport module</i> )
TE	équipement terminal ( <i>terminal equipment</i> )
TIM	discordance d'identificateur de trace ( <i>trace identifier mismatch</i> )
TP	conduit de transmission ( <i>transmission path</i> )
TU	unité d'affluents ( <i>tributary unit</i> )
UAS	seconde indisponible ( <i>unavailable second</i> )
UNEQ	non équipé (défaut) [ <i>unequipped (defect)</i> ]
VC	conteneur virtuel ( <i>virtual container</i> )

#### 4 Termes et définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

**4.1 conduit fictif de référence (HRP, *hypothetical reference path*):** ensemble des moyens de transmission numérique d'un signal numérique de débit spécifié y compris le surdébit de conduit (s'il existe) entre les équipements d'origine et de destination de ce signal. Un conduit fictif de référence de bout en bout couvre une distance de 27 500 km.

**4.2 conduits numériques:** un conduit numérique peut être à sens unique ou à double sens. Il peut comporter aussi bien des portions appartenant à un client que des portions appartenant à un opérateur de réseau.

**4.2.1 conduits numériques PDH:** la définition de la Rec. UIT-T M.60 [20] s'applique aux conduits numériques PDH.

**4.2.2 conduits numériques SDH:** chemin transportant la capacité utile SDH et le surdébit associé dans le réseau de transport stratifié entre les équipements terminaux.

**4.2.3 Conduits numériques cellulaires:** à l'étude.

**4.3 Connexions numériques:** les caractéristiques cibles applicables aux connexions numériques sont indiquées pour chaque sens d'une connexion à commutation de circuits  $N \times 64$  kbit/s ( $1 \leq N \leq 24$  ou  $\leq 31$ , respectivement).

La Rec. UIT-T I.325 [25] indique des configurations de référence pour les types de connexion du RNIS énumérés dans la Rec. UIT-T I.340 [26]. Dans le contexte des paramètres relatifs aux caractéristiques d'erreur des types de connexion à commutation de circuits à 64 kbit/s et de l'allocation des objectifs aux éléments de la connexion, une configuration fictive de référence entièrement numérique (HRX) est représentée à la Figure 3. Elle couvre une longueur totale de 27 500 km et provient de la configuration fictive de référence normalisée indiquée à la Figure 1/G.801 [27] et de la configuration de référence indiquée à la Figure 3/I.325.

**4.4 Définition générique du bloc:** la présente Recommandation est basée sur des mesures de caractéristiques d'erreur effectuées sur des blocs. Le présent paragraphe propose pour le terme "bloc" la définition générique suivante<sup>3</sup>:

un bloc est un ensemble de bits consécutifs associés au conduit, chaque bit appartenant à un bloc et un seul. Des bits consécutifs peuvent ne pas être contigus dans le temps.

Le Tableau 1 spécifie les tailles de blocs recommandées (exprimées en nombres de bits par bloc) pour les différentes gammes de débit. Les Annexes B, C et D contiennent des informations sur les tailles de blocs utilisées dans les modèles de systèmes existants.

#### **4.5 Événements relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les conduits<sup>4</sup>**

**4.5.1 bloc erroné (EB, *errored block*):** bloc dont un ou plusieurs bits sont erronés.

**4.5.2 seconde erronée (ES, *errored second*):** période d'une seconde comportant un ou plusieurs blocs erronés ou au moins un défaut.

**4.5.3 seconde gravement erronée (SES, *severely errored second*):** période d'une seconde comportant un taux de blocs erronés égal ou supérieur à 30% ou au moins un défaut. L'ensemble des secondes gravement erronées est un sous-ensemble des secondes erronées.

Des secondes gravement erronées consécutives peuvent conduire à des périodes d'indisponibilité, en particulier lorsqu'aucune procédure de restauration/protection n'est utilisée. Des périodes de T secondes gravement erronées consécutives  $2 \leq T < 10$  (certains opérateurs de réseau désignent ces événements comme des "pannes") peuvent affecter gravement le service; elles peuvent, par exemple, entraîner la déconnexion des services commutés. La présente Recommandation ne limite la fréquence de ces événements qu'en imposant une limite au taux SESR. (Voir les Notes 1 et 2.)

NOTE 1 – Les défauts et les critères relatifs aux caractéristiques d'erreur correspondants sont énumérés dans les Annexes appropriées (B, C ou D) pour les différents types de réseaux: PDH, SDH et transport de cellules.

NOTE 2 – Pour simplifier les processus de mesure, la seconde SES est définie en tenant compte des défauts au lieu d'être définie directement en termes de graves erreurs affectant le conduit. Concernant la simplification de la mesure des secondes SES, on notera que certains motifs d'erreurs graves peuvent ne pas entraîner de défaut comme cela est défini dans les Annexes B, C et D. Par conséquent, ces motifs ne sont pas considérés comme des secondes SES selon cette définition. Si de tels événements graves affectant l'utilisateur étaient trouvés dans le futur, il faudrait étudier à nouveau cette définition.

**4.5.4 bloc erroné résiduel (BBE, *background block error*):** bloc erroné survenant en dehors d'une seconde gravement erronée.

#### **4.6 Événements relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les connexions**

**4.6.1 seconde erronée (ES):** période d'une seconde dans laquelle un ou plusieurs bits sont erronés ou pendant laquelle une perte du signal (LOS) ou un signal d'indication d'alarme (AIS) est détecté.

**4.6.2 seconde gravement erronée (SES):** période d'une seconde comportant un taux d'erreur sur les bits  $\geq 1 \cdot 10^{-3}$  ou pendant laquelle une perte du signal (LOS) ou un signal d'indication d'alarme (AIS) est détecté.

---

<sup>3</sup> L'Appendice II contient des informations sur les blocs erronés en fonction des mesures de bits erronés.

<sup>4</sup> Voir l'Appendice I qui contient un diagramme illustrant la reconnaissance des anomalies, des défauts, des blocs erronés, des secondes ES et SES pour les conduits numériques.

## 4.7 Paramètres relatifs aux caractéristiques d'erreur

Les caractéristiques d'erreur ne doivent être évaluées que lorsque le conduit est en état de disponibilité. Pour la définition des critères d'entrée/sortie de l'état d'indisponibilité, voir l'Annexe A.

**4.7.1 taux de secondes erronées (ESR, *errored second ratio*):** rapport entre le nombre de ES et le nombre total de secondes comptées pendant le temps de disponibilité du conduit au cours d'une période de mesure donnée. Ce paramètre s'applique à la fois aux conduits et aux connexions.

**4.7.2 taux de secondes gravement erronées (SESR, *severely errored second ratio*):** rapport entre le nombre de SES et le nombre total de secondes comptées pendant le temps de disponibilité du conduit au cours d'une période de mesure donnée. Ce paramètre s'applique à la fois aux conduits et aux connexions.

**4.7.3 taux de blocs erronés résiduels (BBER, *background block error ratio*):** rapport entre le nombre de blocs erronés résiduels et le nombre total de blocs pendant le temps de disponibilité au cours d'une période de mesure donnée. Le compte du total des blocs exclut tous les blocs faisant partie de SES. Ce paramètre s'applique uniquement aux conduits.

## 5 Mesure du bloc

Le § 5 s'applique uniquement aux conduits.

### 5.1 Contrôle en service des blocs

Chaque bloc est contrôlé au moyen d'un code de détection d'erreur (EDC, *error detection code*) intrinsèque, par exemple le contrôle de parité à entrelacement de bits (BIP, *bit interleaved parity*) ou le contrôle de redondance cyclique (CRC, *cyclic redundancy check*). Les bits du code EDC sont physiquement séparés du bloc supervisé. Il n'est normalement pas possible de déterminer si un bloc ou les bits de son code EDC de contrôle sont erronés. S'il y a une discordance entre le code EDC et son bloc contrôlé, on suppose alors dans tous les cas que le bloc contrôlé est erroné.

Il n'est pas spécifié de code EDC particulier dans cette définition générique, mais, pour les besoins du contrôle en service, il est recommandé que les futurs modèles d'équipements soient dotés d'un code EDC d'une capacité telle que la probabilité de détection d'une erreur soit supérieure ou égale à 90% dans l'hypothèse d'une distribution de Poisson des erreurs. Le CRC-4 et le BIP-8 sont des exemples de codes EDC couramment utilisés qui remplissent cette condition.

L'évaluation en service du nombre de blocs erronés dépend de la nature du réseau et du type de code EDC disponible. Les Annexes B, C et D donnent des indications sur la façon d'obtenir des estimations en service des blocs erronés à partir des dispositifs ISM des équipements des différents réseaux: PDH, SDH et transport de cellules respectivement.

### 5.2 Mesures hors service des blocs

Les mesures hors service seront aussi basées sur la notion de bloc. Il est attendu une capacité de détection d'erreur hors service meilleure que celle qui est décrite au § 5.1 pour les contrôles en service.

## 6 Evaluation des caractéristiques d'erreur

### 6.1 Conséquences sur les dispositifs de mesure des caractéristiques d'erreur

Un grand nombre de moyens ont été mis au point (équipements d'essai, systèmes de transmission, dispositifs de collecte, systèmes d'exploitation, applications logicielles) pour évaluer les paramètres de la connexion ESR et SESR pour des débits allant jusqu'au quatrième niveau de la hiérarchie PDH. Pour de tels dispositifs, une valeur approchée des paramètres du conduit ESR et

SESR peut être obtenue en utilisant les critères applicables aux connexions, mais l'approximation du taux BBER n'est pas possible à partir de mesures basées sur les événements et les paramètres de la connexion. Du fait que le concept de bloc et le paramètre BBER ne sont pas définis pour les connexions, la modification de ces dispositifs pour mesurer les paramètres du conduit de la présente Recommandation n'est pas requise.

La maintenance de certains systèmes et conduits de transport peut nécessiter d'autres paramètres. Ces paramètres et leurs valeurs sont définis dans les Recommandations UIT-T de la série M. Voir par exemple les Recommandations UIT-T M.2100 [21] et M.2101 [22].

## 6.2 Contrôle des caractéristiques d'erreur aux extrémités locales et distantes d'un conduit

En surveillant les événements SES des deux sens de transmission à une seule extrémité du conduit, un fournisseur de réseau peut déterminer l'état d'indisponibilité de celui-ci (voir l'Annexe A). Dans certains cas, il est aussi possible de contrôler l'ensemble complet des paramètres de caractéristiques d'erreur dans les deux sens depuis une extrémité du conduit. Des informations particulières accessibles en service et permettant d'établir les caractéristiques d'erreur à l'extrémité distante d'un conduit sont indiquées dans les Annexes B, C et D.

## 7 Caractéristiques d'erreur cibles

### 7.1 Objectifs de bout en bout

Le Tableau 1 indique, au moyen des paramètres définis au § 4.7, les objectifs de bout en bout pour une connexion fictive de référence HRX ou pour un conduit fictif de référence (HRP, *hypothetical reference path*) de 27 500 km. Les objectifs pratiquement applicables à un conduit ou à une connexion réel sont extraits du Tableau 1 au moyen des principes de répartition indiqués au § 7.2. Chaque sens du conduit ou de la connexion doit satisfaire simultanément aux objectifs attribués pour tous les paramètres pertinents. En d'autres termes, un conduit ou une connexion n'atteint pas les objectifs de la présente Recommandation si l'un quelconque des paramètres pertinents dépasse l'objectif attribué dans un sens ou dans l'autre à la fin de la période d'évaluation indiquée. La période d'évaluation proposée est d'un mois.

NOTE 1 – Pour les besoins de la présente Recommandation, un mois est considéré comme étant toute période de 28 à 31 intervalles consécutifs de 24 heures. Pour qu'il soit possible de comparer des résultats de mesure relevés par différentes parties sur le même conduit, l'instant de début et la durée de la période d'évaluation nécessitent la conclusion d'un accord entre les parties concernées.

**Tableau 1/G.826 – Caractéristiques d'erreur cibles (de bout en bout)  
pour une HRX ou un HRP numérique international de 27 500 km**

Débit	Connexions	Conduits				
	64 kbit/s au débit primaire (Note 4)	1,5 à 5 Mbit/s	> 5 à 15 Mbit/s	> 15 à 55 Mbit/s	> 55 à 160 Mbit/s	> 160 à 3500 Mbit/s
Nombre de bits par bloc	Non applicable	800-5000	2000-8000	4000-20 000	6000-20 000	15 000-30 000 (Note 2)
ESR	0,04	0,04	0,05	0,075	0,16	(Note 3)
SESR	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
BBER	Non applicable	$2 \times 10^{-4}$ (Note 1)	$2 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$10^{-4}$

**Tableau 1/G.826 – Caractéristiques d'erreur cibles (de bout en bout)  
pour une HRX ou un HRP numérique international de 27 500 km**

Débit	Connexions	Conduits				
	64 kbit/s au débit primaire (Note 4)	1,5 à 5 Mbit/s	> 5 à 15 Mbit/s	> 15 à 55 Mbit/s	> 55 à 160 Mbit/s	> 160 à 3500 Mbit/s

NOTE 1 – Pour les systèmes conçus avant 1996, l'objectif de taux BBER est de  $3 \times 10^{-4}$ .

NOTE 2 – Tel qu'actuellement défini, le conduit VC-4-4c (voir la Rec. UIT-T G.707/Y.1322 [3]) est un conduit à 601 Mbit/s avec une taille de bloc de 75 168 bits/bloc. Du fait que cette valeur se trouve hors de la gamme recommandée pour un conduit de 160 à 3500 Mbit/s, les caractéristiques d'erreur des conduits VC-4-4c évaluées en service ne doivent pas être déduites de ce tableau. L'objectif de taux BBER des conduits VC-4-4c utilisant une taille de bloc de 75 168 bits est de  $4 \times 10^{-4}$ .

Les sections numériques sont définies à des débits supérieurs et les caractéristiques d'erreur de ces sections peuvent être évaluées à l'aide des indications données au § 7.1 et dans une Recommandation traitant les caractéristiques d'erreur des sections de multiplexage.

NOTE 3 – Les objectifs de taux ESR ont tendance à perdre leur signification pour les applications à débit élevé: ils ne sont donc pas spécifiés pour les conduits fonctionnant à des débits supérieurs à 160 Mbit/s. Il est toutefois reconnu que les caractéristiques des conduits SDH sont pratiquement exemptes d'erreur pendant de longues périodes, même aux débits de l'ordre du gigabit par seconde. Un taux ESR important indique un système de transmission dégradé. Aux fins de la maintenance, il y a donc lieu de mettre en œuvre la surveillance des secondes erronées, à l'intérieur de tout appareil de mesure des caractéristiques d'erreur fonctionnant à ces débits.

NOTE 4 – Il n'est pas nécessaire d'appliquer la présente Recommandation aux connexions fonctionnant à un débit inférieur au débit primaire qui utilisent des équipements conçus avant l'adoption de la présente Recommandation en décembre 2002. Les événements et les objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les connexions utilisant des équipements conçus avant cette date sont indiqués dans la Rec. UIT-T G.821 [14].

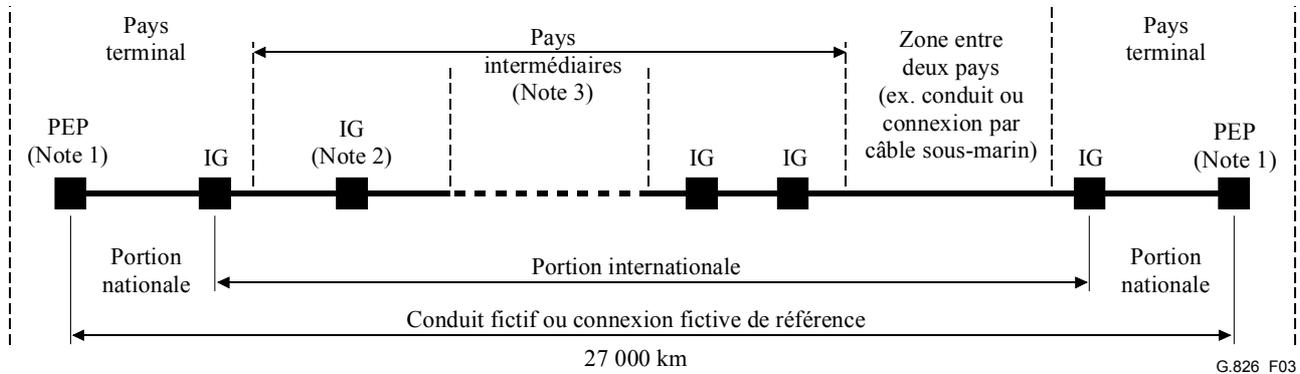
Il convient de noter que les événements SES peuvent se produire groupés, et non pas toujours comme événements isolés. Une séquence de "n" SES consécutives peut avoir une conséquence sur les caractéristiques d'erreur très différente de celle de "n" SES isolées.

Les conduits et les connexions numériques fonctionnant aux débits prévus dans la présente Recommandation utilisent des systèmes de transmission (les sections numériques) fonctionnant à des débits égaux ou supérieurs. Ces systèmes doivent respecter les objectifs indiqués pour les conduits ou les connexions du plus haut débit qu'il est prévu de porter. Par exemple, en hiérarchie SDH, une section STM-1 peut porter un conduit VC-11/VC-12; cette section sera donc conçue de façon à assurer que les objectifs spécifiés dans la présente Recommandation pour le débit correspondant au conduit VC-11/VC-12 sont respectés. Dans l'hypothèse d'une distribution d'erreur aléatoire, le respect des objectifs alloués dans le Tableau 1 pour le débit le plus élevé devrait suffire à assurer que tous les conduits ou toutes les connexions du système respectent leurs objectifs.

NOTE 2 – Dans la présente Recommandation, les objectifs sont alloués aux portions nationales et internationales d'un conduit ou d'une connexion. Dans l'exemple ci-dessus, si la section STM-1 ne constitue pas une portion nationale ou internationale complète, l'allocation nationale/internationale correspondante doit être subdivisée pour déterminer l'allocation appropriée à chaque section numérique. Ce point ne fait pas l'objet de la présente Recommandation mais est traité dans une autre Recommandation.

## 7.2 Répartition des objectifs de bout en bout

La méthode de répartition décrite ci-dessous spécifie les caractéristiques d'erreur cibles pour les portions nationales et internationales d'une connexion fictive de référence ou d'un conduit fictif de référence. Subdiviser davantage ces objectifs n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation. (Voir Figure 3.)



NOTE 1 – Si un conduit se termine à la passerelle internationale, seule l'allocation due à la portion internationale est attribuée.

NOTE 2 – Une ou deux passerelles internationales (entrée ou sortie) peuvent être définies par pays intermédiaire.

NOTE 3 – Quatre pays intermédiaires sont pris en compte.

**Figure 3/G.826 – Conduit fictif ou connexion fictive de référence**

La présente Recommandation définit la limite entre les portions nationales et internationales comme étant située au niveau d'une passerelle internationale, ce qui correspond généralement à un brasseur, un multiplexeur d'ordre supérieur ou un commutateur (RNIS à bande étroite ou RNIS à large bande). Les passerelles internationales sont toujours des équipements terrestres situés dans un pays terminal (ou intermédiaire). Des conduits d'ordre supérieur (par rapport au conduit fictif ou à la connexion fictive de référence considéré) peuvent être utilisés entre les passerelles internationales. De tels conduits reçoivent seulement l'allocation correspondant à la portion internationale. Dans les pays intermédiaires, les passerelles internationales sont seulement présentes dans le but de calculer la longueur totale de la portion internationale du conduit afin de calculer l'allocation globale.

La méthode permettant de calculer l'allocation s'applique à chaque paramètre défini au § 4.7 et prend en compte à la fois la longueur et la complexité d'un conduit international. Tous les conduits doivent être conçus de façon à respecter les objectifs qui leur sont alloués suivant la méthode décrite aux 7.2.1 et 7.2.2. Si l'allocation globale dépasse 100%, le conduit peut ne pas respecter les objectifs du Tableau 1. Les exploitants de réseau noteront que si les caractéristiques d'erreur peuvent être améliorées dans les implémentations pratiques pour être meilleures que les objectifs calculés, le nombre de conduits dépassant les objectifs du Tableau 1 peut être réduit.

### 7.2.1 Allocation à la portion nationale du conduit ou de la connexion de bout en bout

Il est attribué à chaque portion nationale une allocation de 17,5% de l'objectif de bout en bout. De plus, une allocation dépendant de la distance est ajoutée à cette allocation fixe. La longueur réelle du trajet entre l'extrémité PEP et l'accès international doit être d'abord calculée si possible. La distance à vol d'oiseau entre l'extrémité PEP et la passerelle internationale sera aussi déterminée et multipliée par un facteur de route approprié. Ce facteur est spécifié comme suit:

- si la distance à vol d'oiseau est  $<$  à 1000 km, le facteur de route vaut 1,5;
- si la distance à vol d'oiseau est  $\geq$  à 1000 et  $<$  à 1200 km, la longueur calculée est supposée être égale à 1500 km;
- si la distance à vol d'oiseau est  $\geq$  à 1200 km, le facteur de route vaut 1,25.

Quand les deux longueurs de trajet, réelle et calculée, sont connues, on retient la plus petite valeur. Cette distance sera ensuite arrondie par valeur supérieure au plus proche multiple de 500 km (en d'autres termes, deux sections nationales correspondront au moins à 500 km chacune). Il est attribué une allocation de 0,2% par tranche de 100 km de la distance résultante.

Lorsqu'une portion nationale comprend un bond par satellite, cette portion nationale reçoit une allocation totale de 42% des objectifs de bout en bout indiqués dans le Tableau 1. Cette allocation de 42% remplace l'allocation dépendant de la distance ainsi que l'allocation de 17,5% qui sont allouées aux portions nationales.

NOTE – Si un conduit ou une connexion comporte des portions qui sont en propriété privée (dans ce contexte, le terme "privé" signifie que la portion de réseau appartient à un client et n'est pas ouverte au public), les objectifs de performance de bout en bout s'appliquent à la portion située entre les deux équipements de terminaison du réseau (NTE, *network terminal equipment*). Aucune prescription particulière ne s'applique entre les équipements NTE et l'équipement terminal (TE, *terminal equipment*). Il convient toutefois de prêter une attention spéciale à cette portion étant donné que la performance globale en dépend. L'Appendice III contient des détails pour le cas des circuits loués.

### **7.2.2 Allocation à la portion internationale du conduit ou de la connexion de bout en bout**

Il est attribué à chaque portion internationale une allocation de 2% par pays intermédiaire plus 1% pour chaque pays terminal. De plus, une allocation dépendant de la distance est ajoutée à cette allocation. Comme le conduit ou la connexion internationale peut traverser des pays intermédiaires, la longueur réelle du trajet entre les passerelles internationales consécutives (un ou deux par pays intermédiaire) doit être ajoutée pour calculer la longueur totale de la portion internationale. La distance à vol d'oiseau entre les passerelles internationales consécutives sera aussi déterminée et multipliée par un facteur de route approprié. Ce facteur est spécifié comme suit pour chaque élément entre passerelles internationales:

- si la distance à vol d'oiseau entre deux passerelles internationales est < à 1000 km, le facteur de route vaut 1,5;
- si la distance à vol d'oiseau est  $\geq$  à 1000 et < à 1200 km, la longueur calculée est supposée être égale à 1500 km;
- si la distance à vol d'oiseau entre deux passerelles internationales est  $\geq$  à 1200 km, le facteur de route vaut 1,25.

Quand les deux longueurs de trajet, réelle et calculée, sont connues, on retient pour le calcul de la longueur totale de la portion internationale la plus petite valeur pour chaque élément entre les passerelles internationales. Cette distance sera ensuite arrondie par valeur supérieure au plus proche multiple de 500 km mais n'excédant pas 26 500 km chacune. Il est attribué une allocation de 0,2% par tranche de 100 km de la distance résultante.

Si l'allocation à la portion internationale est inférieure à 6%, on alloue alors 6%.

Indépendamment de la distance couverte, chaque bond par satellite dans la portion internationale reçoit une allocation de 35% des objectifs indiqués dans le Tableau 1. Cette allocation de 35% remplace toutes les allocations fixes et dépendant de la distance qui seraient allouées aux parties de la portion internationale couvertes par le bond par satellite.

## Annexe A

### Critères d'entrée et sortie de l'état d'indisponibilité

#### A.1 Critères applicables à un sens

Une période d'indisponibilité commence au début de dix secondes gravement erronées consécutives. Ces dix secondes font partie du temps d'indisponibilité. Une nouvelle période de disponibilité commence au début de dix secondes consécutives ne comportant pas de seconde gravement erronée. Ces dix secondes font partie du temps de disponibilité. La Figure A.1 illustre cette définition.

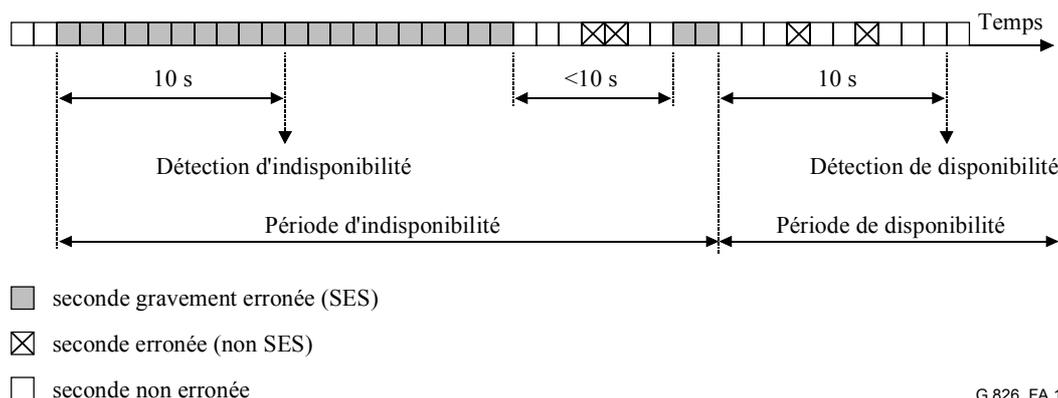


Figure A.1/G.826 – Exemple de détermination d'indisponibilité

#### A.2 Critère applicable à un conduit ou à une connexion bidirectionnel

Un conduit ou une connexion bidirectionnel est en état d'indisponibilité si un sens ou les deux sont en état d'indisponibilité. Ceci est illustré sur la Figure A.2.

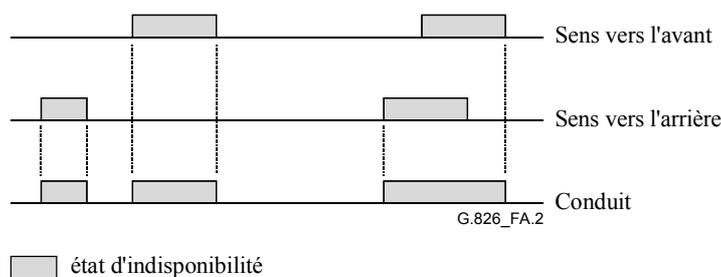


Figure A.2/G.826 – Exemple d'état d'indisponibilité d'un conduit ou d'une connexion

#### A.3 Critère applicable à un conduit ou à une connexion unidirectionnel

Le critère pour un conduit ou une connexion unidirectionnel est défini au § A.1 ci-dessus.

#### A.4 Conséquences sur les mesures des caractéristiques d'erreur

Quand un conduit ou une connexion bidirectionnel est dans l'état d'indisponibilité, le comptage des événements ES, SES et BBE peut être effectué dans les deux sens et peut être utile pour l'analyse de la perturbation. Toutefois, il est recommandé de ne pas inclure ces comptes de ES, SES et BBE dans les estimations des paramètres ESR, SESR et BBER (voir § 4.5).

Certains systèmes existants ne peuvent pas exclure les comptes de ES, SES et BBE. Pour ces systèmes, une valeur approchée des caractéristiques d'erreur d'un conduit bidirectionnel peut être

obtenue à partir de l'évaluation des paramètres dans chaque sens, indépendamment de l'état de disponibilité de l'autre sens. On notera qu'il est possible que cette méthode d'approximation conduise à une moins bonne estimation des caractéristiques d'erreur dans le cas où seul un sens de conduit bidirectionnel entre dans l'état d'indisponibilité.

NOTE – Cela ne concerne pas les conduits ou les connexions unidirectionnels.

## Annexe B

### Relation entre le contrôle des caractéristiques d'erreur d'un conduit utilisant la hiérarchie PDH et les paramètres basés sur la notion de bloc

#### B.1 Généralités

##### B.1.1 Taille de bloc pour le contrôle des caractéristiques d'erreur des conduits de la hiérarchie PDH

Les tailles de bloc pour le contrôle en service des caractéristiques d'erreur des conduits de la hiérarchie PDH sont données dans le Tableau B.1.

**Tableau B.1/G.826 – Tailles de bloc pour le contrôle des caractéristiques d'erreur des conduits de la hiérarchie PDH**

Débit du conduit PDH	Taille de bloc conformément au Tableau 1	Taille de bloc PDH utilisée dans la présente Recommandation	EDC	Référence
1 544 kbit/s	800-5000 bits	4632 bits	CRC-6	2.1/G.704 [2]
2 048 kbit/s	800-5000 bits	2048 bits	CRC-4	2.3/G.704
6 312 kbit/s	2000-8000 bits	3156 bits	CRC-5	2.2/G.704
44 736 kbit/s	4000-20 000 bits	4760 bits	Contrôle de parité à un seul bit (Note)	1.3/G.752 [10]

NOTE – On notera que le contrôle de parité à un seul bit ne répond pas à la condition suivante: probabilité de détection des erreurs  $\geq 90\%$ .

##### B.1.2 Anomalies

Les conditions d'anomalies observées en service sont utilisées pour déterminer les caractéristiques d'erreur d'un conduit de la hiérarchie PDH quand il n'est pas dans un état de défaut. Les deux catégories suivantes d'anomalies relatives au signal entrant sont définies:

- a<sub>1</sub> signal de verrouillage de trames erroné;
- a<sub>2</sub> bloc erroné signalé par un code EDC.

##### B.1.3 Défauts

Les conditions de défaut observées en service sont utilisées dans les Recommandations UIT-T des séries G.730 à G.750 traitant des équipements de multiplexage de la hiérarchie PDH pour déterminer le changement d'état des caractéristiques d'erreur qui peut se produire sur un conduit. Les trois catégories suivantes de défaut relatives au signal entrant sont définies:

- d<sub>1</sub> perte du signal (LOS, *loss of signal*);
- d<sub>2</sub> signal d'indication d'alarme (AIS, *alarm indication signal*);

$d_3$  perte de verrouillage de trames (LOF, *loss of frame alignment*).

Pour la hiérarchie à 2 Mbit/s, la définition du défaut LOF est donnée dans les Recommandations UIT-T des séries G.730 à G.750.

Pour certains formats de la hiérarchie à 1,5 Mbit/s, la définition du défaut LOF nécessite un complément d'étude.

Pour les deux hiérarchies, les critères de détection des défauts LOS et AIS sont donnés dans la Rec. UIT-T G.775 [12].

## **B.2 Types de conduits**

Selon le type de dispositif ISM associé au conduit PDH considéré, il peut ne pas être possible d'obtenir l'ensemble complet des paramètres de caractéristiques d'erreur. Quatre types de conduits sont identifiés:

### **Type 1: conduits structurés en trames et blocs**

L'ensemble complet des indications de défaut  $d_1$  à  $d_3$  et des indications d'anomalie  $a_1$  et  $a_2$  est fourni par les dispositifs ISM. On peut citer comme exemples de ce type de conduit:

- les conduits au débit primaire et du second ordre avec CRC (4 à 6) définis dans la Rec. UIT-T G.704 [2];
- les conduits du quatrième ordre avec un bit de parité par trame définis dans la Rec. UIT-T G.755 [11].

### **Type 2: conduits structurés en trames**

L'ensemble complet des indications de défaut  $d_1$  à  $d_3$  et d'indication d'anomalie  $a_1$  est fourni par les dispositifs ISM. On peut citer comme exemples de ce type de conduit:

- les conduits des quatre premiers ordres de la hiérarchie à 2 Mbit/s définis dans les Recommandations UIT-T G.732 [4], G.742 [7] et G.751 [9];
- les conduits au débit primaire de la hiérarchie à 1,5 Mbit/s définis dans les Recommandations UIT-T G.733 [5] et G.734 [6].

### **Type 3: autres conduits structurés en trames**

Un ensemble limité d'indications de défaut  $d_1$  et  $d_2$  et d'indication d'anomalie  $a_1$  est fourni par les dispositifs ISM. En outre, on dispose du nombre de verrouillages de trames erronés consécutifs par seconde. On peut citer comme exemple de ce type de conduit:

- les conduits du deuxième au quatrième ordre de la hiérarchie à 1,5 Mbit/s définis dans les Recommandations UIT-T G.743 [8] et G.752 [10].

### **Type 4: conduits non structurés en trames**

Un ensemble limité d'indications de défaut  $d_1$  et  $d_2$  est fourni par les dispositifs ISM, ce qui exclut tout contrôle d'erreur. Aucun contrôle de verrouillage de trames n'est possible. On peut citer comme exemple de ce type de conduit:

- un conduit de bout en bout (par exemple destiné à un circuit loué) porté par plusieurs conduits d'ordre supérieur placés en cascade.

### B.3 Evaluation des paramètres de caractéristiques d'erreur

Le Tableau B.2 indique l'ensemble de paramètres à évaluer et les critères de mesure qui s'y rapportent selon le type de conduit considéré.

**Tableau B.2/G.826 – Ensemble de paramètres et de critères de mesure**

Type	Ensemble de paramètres	Critères de mesure
1	ESR	Il y a ES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins une anomalie $a_1$ ou $a_2$ , ou un défaut $d_1$ à $d_3$ .
	SESR	Il y a SES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins "x" anomalies $a_1$ ou $a_2$ , ou un défaut $d_1$ à $d_3$ (Note 1 et 2).
	BBER	Il y a BBE quand il se produit une anomalie $a_1$ ou $a_2$ dans un bloc ne faisant pas partie d'une SES.
2	ESR	Il y a ES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins une anomalie $a_1$ ou un défaut $d_1$ à $d_3$ .
	SESR	Il y a SES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins "x" anomalies $a_1$ ou un défaut $d_1$ à $d_3$ (Note 2).
3	ESR	Il y a ES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins une anomalie $a_1$ ou un défaut $d_1$ à $d_2$ .
	SESR	Il y a SES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins "x" anomalies $a_1$ ou un défaut $d_1$ à $d_2$ (Note 2).
4	SESR	Il y a SES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins un défaut $d_1$ à $d_2$ (Note 3).
NOTE 1 – Si plus d'une anomalie $a_1$ ou $a_2$ se produit dans un même bloc, on ne doit en compter qu'une. NOTE 2 – Des valeurs de "x" sont indiquées au § B.4. NOTE 3 – Les estimations des paramètres ESR et SESR seront identiques puisque l'événement SES est aussi un événement ES.		

### B.4 Moyens de contrôle en service et critères de déclaration des événements liés aux caractéristiques d'erreur

Le Tableau B.3 fournit des indications concernant les critères de déclaration d'un événement SES sur les conduits de la hiérarchie PDH.

Les moyens de détection des anomalies et défauts pour les différents formats de signaux de la hiérarchie PDH sont décrits dans les Tableaux B.2/M.2100 à B.6/M.2100 [21]. Ces tableaux indiquent aussi les critères pour déclarer l'apparition d'un événement ES ou SES conformément aux critères de la Rec. UIT-T G.821 [14].

Bien qu'il soit recommandé que les dispositifs ISM des futurs systèmes soient conçus pour permettre des mesures de caractéristiques d'erreur conformes à la présente Recommandation, on reconnaît qu'il peut ne pas être pratique de modifier les équipements déjà installés et conçus conformément à la Rec. UIT-T G.821 [14] ou à la version 1996 de la présente Recommandation.

Le Tableau B.3 donne des exemples des valeurs de x, critère de déclaration de SES, utilisées avant l'adoption de la présente Recommandation, ceci dans le cas de signaux structurés disposant d'un code de détection d'erreur.

**Tableau B.3/G.826 – Critères de déclaration d'un événement SES  
sur les conduits de la hiérarchie PDH**

<b>Débit (kbit/s)</b>	<b>1544</b>	<b>2048</b>	<b>44 736</b>
Recommandation	G.704 [2]	G.704 [2]	G.752 [10]
Type de code EDC	CRC-6	CRC-4	Contrôle de parité à un seul bit
Blocs/seconde	333	1000	9398
Bits/bloc	4632	2048	4760
Seuil de SES utilisé dans les équipements conçus avant l'approbation de la présente Recommandation	x = 320 (Note 2)	x = 805 (Note 2)	x = 45 ou x = 2444 comme indiqué dans la Rec. UIT-T M.2100 [21]
Seuil de SES d'après la définition de G.826 (30% de blocs erronés)	x = 100 (Note 3)	x = 300 (Note 3)	x = 2 444 (Note 4)
NOTE 1 – Il existe des discordances entre les valeurs ci-dessus et celles données dans le Tableau B.1. Ceci nécessite un complément d'étude.			
NOTE 2 – Applicable aux installations conformes à la Rec. UIT-T G.821 [14] ou à la version 1996 de la présente Recommandation ainsi que lorsque la compatibilité avec ces installations est prescrite.			
NOTE 3 – Option préférée pour les nouvelles installations.			
NOTE 4 – Cette valeur tient compte du fait que, si 30% des blocs contiennent des erreurs, le code EDC en détectera une valeur inférieure du fait de l'incapacité d'un simple code de parité à détecter les nombres pairs d'erreurs dans un bloc. Il convient de noter qu'un code EDC aussi sommaire n'est pas conforme à l'esprit de la présente Recommandation.			
NOTE 5 – L'ajout dans ce tableau d'autres débits est à l'étude.			

### **B.5 Evaluation des événements liés aux caractéristiques d'erreur à l'extrémité distante d'un conduit**

Les indications distantes disponibles, mesurées en service, telles que l'indication RDI ou, si elle est fournie, l'indication REI sont utilisées à l'extrémité proche pour évaluer le nombre de SES se produisant à l'extrémité distante.

### **B.6 Différences entre la présente Recommandation et la Rec. UIT-T M.2100 concernant les caractéristiques d'erreur des conduits**

#### **B.6.1 Généralités**

Lorsqu'on examine les différences existant entre la présente Recommandation et la Rec. UIT-T M.2100 [21], il faut tenir compte du fait que les deux Recommandations ont des objectifs différents et qu'elles ne peuvent donc pas être compatibles à tous les points de vue. La Rec. UIT-T M.2100 [21] porte sur la maintenance et permet aussi des mesures à court terme. Elle peut être utilisée pour indiquer si les prescriptions à long terme de la présente Recommandation sont respectées.

#### **B.6.2 Méthode d'allocation**

La méthode d'allocation utilisée dans la présente Recommandation est différente des méthodes appliquées dans la Rec. UIT-T M.2100 [21]. Des différences existent, mais dans la plupart des cas, les prescriptions de la présente Recommandation sont satisfaites si les objectifs de la Rec. UIT-T M.2100 [21] le sont.

En ce qui concerne les passerelles internationales intermédiaires décrites sur la Figure 3, on notera qu'elles sont nécessaires pour le calcul de la longueur du trajet.

## Annexe C

### Relation entre le contrôle des caractéristiques d'erreur d'un conduit utilisant la hiérarchie SDH et les paramètres basés sur la notion de bloc

#### C.1 Généralités

##### C.1.1 Conversion des mesures de parité BIP en blocs erronés

Le paragraphe 4.4 décrit les événements liés aux caractéristiques d'erreur utilisés dans la définition des paramètres de caractéristiques d'erreur. La méthode de conversion des mesures de parité BIP en blocs erronés est décrite ci-dessous.

La présente Recommandation définissant un bloc comme des bits consécutifs associés à un conduit, chaque parité de bits avec entrelacement d'ordre  $n$  (BIP- $n$ , *bit interleaved parity, order "n"*) du préfixe de conduit de la hiérarchie SDH se rapporte à un seul bloc, au sens défini dans la présente Recommandation. Dans le cadre de la présente annexe, une parité BIP- $n$  correspond à un bloc G.826. Le contrôle de la parité BIP- $n$  "n'est pas" assimilé à un contrôle de  $n$  blocs distincts entrelacés avec simple contrôle de parité par bloc. Si l'un quelconque des  $n$  contrôles de parité échoue, le bloc est présumé erroné.

NOTE – On notera que le contrôle de la parité BIP-2 ne satisfait pas à la condition de probabilité de détection des erreurs supérieure ou égale à 90%.

##### C.1.2 Taille de bloc pour le contrôle des caractéristiques d'erreur des conduits de la hiérarchie SDH

Les tailles de bloc pour le contrôle en service des caractéristiques d'erreur des conduits de la hiérarchie SDH spécifiés dans la Rec. UIT-T G.707/Y.1322 [3] sont données dans le Tableau C.1.

**Tableau C.1/G.826 – Tailles de bloc pour le contrôle des caractéristiques d'erreur des conduits de la hiérarchie SDH**

Débit du conduit SDH	Type de conduit	Taille de bloc conformément au Tableau 1	Taille de bloc SDH utilisée dans la présente Recommandation	EDC
1664 kbit/s	VC-11	800-5000 bits	832 bits	BIP-2
2240 kbit/s	VC-12	800-5000 bits	1120 bits	BIP-2
6848 kbit/s	VC-2	2000-8000 bits	3424 bits	BIP-2
48 960 kbit/s	VC-3	4000-20 000 bits	6120 bits	BIP-8
150 336 kbit/s	VC-4	6000-20 000 bits	18 792 bits	BIP-8
$m \times 6848$ kbit/s	VC-2-mc (Note 1)		3424 bits	$m \times$ BIP-2
34 240 kbit/s	VC-2-5c (Note 2)	6000-20 000 bits	17 120 bits	BIP-2
601 344 kbit/s	VC-4-4c	15 000-30 000 bits	75 168 bits	BIP-8

NOTE 1 – Applicable à une concaténation virtuelle.  
NOTE 2 – Applicable à une concaténation contiguë.

### C.1.3 Anomalies

Les conditions d'anomalies observées en service sont utilisées pour déterminer les caractéristiques d'erreur d'un conduit de la hiérarchie SDH quand il n'est pas dans un état de défaut. L'anomalie suivante est définie:

a<sub>1</sub> bloc erroné signalé par un code EDC (voir § C.1.1).

### C.1.4 Défauts

Les conditions de défaut observées en service sont utilisées dans les Recommandations UIT-T G.707/Y.1322 [3] et G.783 [13] traitant des équipements de la hiérarchie SDH pour déterminer le changement d'état des caractéristiques d'erreur qui peut se produire sur un conduit. Les Tableaux C.2 et C.3 indiquent les défauts utilisés dans la présente Recommandation.

**Tableau C.2/G.826 – Défauts aboutissant à une seconde gravement erronée (SES) à l'extrémité proche**

Défaut à l'extrémité proche	Type de conduit
LP UNEQ	Applicable aux conduits d'ordre inférieur
LP TIM	
TU LOP	
TU AIS	
HP LOM (Note 1)	
HP PLM	
HP UNEQ	Applicable aux conduits d'ordre supérieur
HP TIM	
AU LOP	
AU AIS	

NOTE 1 – Ce défaut n'a pas de relation avec le conteneur VC-3.

NOTE 2 – Le défaut VC AIS n'est pas inclus ci-dessus car il ne s'applique que pour un segment d'un conduit.

NOTE 3 – Les défauts ci-dessus sont uniquement des défauts de segments. Les défauts de section tels que MS AIS, RS TIM, STM LOF et STM LOS donnent lieu à l'activation d'un défaut AIS dans les couches conduit.

NOTE 4 – Lorsqu'une SES à l'extrémité proche est causée par un défaut à l'extrémité proche comme défini ci-dessus, les compteurs d'événements de performance à l'extrémité distante ne sont pas incrémentés, c'est-à-dire qu'on part du principe d'une période exempte d'erreur. Lorsqu'une SES à l'extrémité proche résulte d'un taux de blocs erronés supérieur ou égal à 30%, l'évaluation des caractéristiques d'erreur à l'extrémité distante se poursuit pendant cette SES à l'extrémité proche.

Cette approche ne permet pas une évaluation fiable des données d'extrémité distante si la SES à l'extrémité proche est due à un défaut. Il convient en particulier de noter que l'évaluation des événements à l'extrémité distante (comme une SES ou une indisponibilité) peut être imprécise lorsque des SES distantes se produisent en même temps que des SES proches à cause d'un défaut. De telles imprécisions ne peuvent pas être évitées mais sont négligeables en pratique en raison de la faible probabilité de tels phénomènes.

**Tableau C.3/G.826 – Défauts aboutissant à une seconde gravement erronée (SES) à l'extrémité distante**

Défaut à l'extrémité distante	Type de conduit
LP RDI	Applicable aux conduits d'ordre inférieur
HP RDI	Applicable aux conduits d'ordre supérieur

**C.1.5 Mesure des événements liés aux caractéristiques d'erreur par totalisation des erreurs de parité**

Le présent paragraphe concerne les équipements qui font la somme des violations de bits de parité entrelacés pendant la seconde entière au lieu d'utiliser le bloc de parité BIP-n pour détecter et comptabiliser les blocs erronés comme prévu au § C.1.1. Le texte ci-après ne doit pas être interprété comme une base pour la conception de futurs équipements.

La totalisation des violations de bits de parité entrelacés (BIP, *bit interleaved parity*) peut être utilisée pour évaluer le nombre de blocs erronés G.826. Comme hypothèse simplificatrice, on peut supposer que la totalisation de ces violations en une seconde est sensiblement équivalente au nombre de blocs erronés G.826 pendant cette seconde. La relation ci-après est recommandée pour les parités BIP-2 et BIP-8, même si elle tend à surestimer les blocs erronés dans le cas de la parité BIP-8:

$$E \approx P$$

où:

E est le nombre de blocs erronés pendant la période de mesure

P est le nombre de violations de bits de parité pendant la période de mesure

**C.2 Evaluation des paramètres de caractéristiques d'erreur**

Pour les conduits de transmission de la hiérarchie SDH, l'ensemble complet des paramètres de caractéristiques d'erreur sera évalué à l'aide des événements suivants:

ES: il y a ES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins une anomalie  $a_1$ , ou un défaut conformément aux Tableaux C.2 et C.3. Pour l'événement ES, le compte réel des blocs erronés n'a pas de signification, seul le fait qu'un bloc erroné se soit produit a une importance.

SES: il y a SES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins 30% de blocs erronés – par suite de l'anomalie  $a_1$  – ou un défaut conformément aux Tableaux C.2 et C.3 (voir la Note).

BBE: il y a BBE quand il se produit une anomalie  $a_1$  dans un bloc ne faisant pas partie d'une SES.

NOTE – Le seuil de blocs erronés pour la déclaration d'une SES est indiqué dans le Tableau C.4 pour chaque type de conduit de la hiérarchie SDH.

**Tableau C.4/G.826 – Seuil de déclaration d'une seconde gravement erronée**

Type de conduit	Seuil de déclaration d'une SES (nombre de blocs erronés par seconde)
VC-11	600
VC-12	600
VC-2	600
VC-3	2400
VC-4	2400
VC-2-5c	600
VC-4-4c	2400
NOTE – Il existe des discordances entre les valeurs ci-dessus et celles qui sont données dans le Tableau B.3. Cela nécessite un complément d'étude.	

### **C.3 Evaluation des événements liés aux caractéristiques d'erreur à l'extrémité distante d'un conduit**

Les indications suivantes, disponibles à l'extrémité locale, sont utilisées pour évaluer les événements liés aux caractéristiques d'erreur (survenant à l'extrémité distante) affectant le sens réception de la transmission:

RDI et REI sur les conduits d'ordre inférieur et supérieur (Rec. UIT-T G.707/Y.1322 [3]).

Les indications REI sur les conduits d'ordre inférieur ou supérieur sont des anomalies qui sont utilisées pour déterminer l'existence de ES, SES et BBE à l'extrémité distante.

Les indications RDI sur les conduits d'ordre inférieur ou supérieur sont des défauts qui permettent d'évaluer l'apparition des SES à l'extrémité distante.

## **Annexe D**

### **Relation entre le contrôle des caractéristiques d'erreur dans un réseau de transport de cellules et les paramètres basés sur la notion de bloc**

#### **D.1 Généralités**

##### **D.1.1 Longueurs de bloc pour la surveillance des conduits cellulaires**

Les longueurs de bloc pour la surveillance des performances en service de conduits cellulaires sont indiquées dans le Tableau D.1.

**Tableau D.1/G.826 – Longueurs de bloc pour la surveillance des performances d'un conduit cellulaire**

Débit du conduit cellulaire	Longueur de bloc selon le Tableau 1	Nombre de cellules par bloc (conformément à la Rec. UIT-T I.432) [18]	Longueur de bloc cellulaire utilisée dans la présente Recommandation
51 Mbit/s	4 000-20 000	15	6 360 bits
155 Mbit/s	6 000-20 000	27	11 448 bits
622 Mbit/s	15 000-30 000	54	22 896 bits

La fonction d'exploitation et de maintenance au niveau du conduit de transmission est assurée par le flux F3 défini dans la Rec. UIT-T I.610 [19] qui traite des principes généraux d'OAM pour le RNIS à large bande.

Le flux de maintenance F3 correspond aux dispositifs ISM et est défini dans la Rec. UIT-T I.432 [18]. Pour le conduit cellulaire à 51 Mbit/s, chaque cellule OAM F3 surveille 15 cellules. Pour les conduits cellulaires à 155 Mbit/s et à 622 Mbit/s, chaque cellule OAM F3 surveille 8 blocs de 27 (ou 54) cellules contiguës. Le bloc, tel qu'il est défini dans la présente Recommandation, correspond à un ensemble de cellules consécutives contrôlées par un code EDC de type BIP-8. Dans le cadre de la présente Recommandation, le code BIP-8 n'est pas interprété comme un contrôle de 8 blocs entrelacés avec simple contrôle de parité. Un contrôle de parité BIP-8 ne peut pas donner lieu à plus d'un bloc erroné. Au cours du contrôle de la parité BIP-8, si l'un quelconque des 8 contrôles de parité échoue, le bloc entier est présumé erroné.

### D.1.2 Anomalies

Les catégories ci-après d'anomalies, liées au signal entrant sur un conduit de transmission ATM, sont définies:

- a<sub>1</sub> capacité utile erronée d'une cellule vide ou ATM (détectée par un code EDC dans la cellule OAM F3) (voir la Note 1);
- a<sub>2</sub> en-tête erroné ou corrigé d'une cellule vide ou ATM;
- a<sub>3</sub> en-tête corrigé d'une cellule F3;
- a<sub>4</sub> perte d'une cellule F3 unique (Note 2) ou erreur détectée par la commande d'erreur de cellule d'une cellule F3 valide.

NOTE 1 – Une cellule ATM est fournie par la couche ATM.

NOTE 2 – La perte d'une seule cellule F3 est déclarée lorsque aucune cellule OAM F3 valide n'est reçue après réception de x cellules depuis la dernière cellule OAM F3 valide. La valeur de x est indiqué ci-dessous.

Débit applicable	Valeur de x
51,840 Mbit/s	14
155,520 Mbit/s	215
622,080 Mbit/s	431

Quand il se produit au moins une anomalie a<sub>1</sub> à a<sub>3</sub>, un bloc erroné doit être compté. Si plus d'une anomalie apparaît dans un bloc donné, un seul bloc erroné est compté. Lorsqu'une anomalie a<sub>4</sub> se produit, tous les blocs surveillés par la cellule OAM F3 sont erronés (respectivement 1 bloc pour 51 Mbit/s et 8 blocs pour les débits de 155 et 622 Mbit/s).

### D.1.3 Défauts

Les catégories suivantes de défaut liées au signal entrant sur un conduit de transmission ATM sont définies:

- d<sub>1</sub> perte de deux cellules OAM consécutives, conformément à la Rec. UIT-T I.432 [18];
- d<sub>2</sub> signal d'indication d'alarme sur le conduit de transmission (TP-AIS, *transmission path alarm indication signal*);
- d<sub>3</sub> perte de cadrage de la cellule;
- d<sub>4</sub> perte du signal.

## **D.2 Types de conduits**

Deux types de conduits de transmission ATM sont identifiés:

- Type 1: conduits correspondant à un flux de cellules mappées sous cette forme.
- Type 2: conduits correspondant à un flux de cellules mappées dans des structures de trame des hiérarchies PDH ou SDH.

L'ensemble complet de paramètres de caractéristiques d'erreur de la présente Recommandation et les objectifs correspondants sont utilisables pour les conduits de transmission ATM du type 1.

Les paramètres de caractéristiques d'erreur et les objectifs correspondants sont appliqués aux conduits sous-jacents des hiérarchies SDH ou PDH qui supportent les conduits de transmission ATM du type 2.

Avant d'appliquer les paramètres de caractéristiques d'erreur aux conduits de transmission ATM de type 2, un complément d'étude est nécessaire.

## **D.3 Evaluation des paramètres de caractéristiques d'erreur**

Pour les conduits de transmission ATM de type 1, l'ensemble complet des paramètres de caractéristiques d'erreur de la présente Recommandation doit être évalué à l'aide des événements suivants:

- ES: il y a ES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins une anomalie  $a_1$  à  $a_4$ , ou un défaut  $d_1$  à  $d_4$ .
- SES: il y a SES quand, au cours d'une seconde, il se produit au moins 30% de blocs erronés – par suite des anomalies  $a_1$  à  $a_4$  – ou un défaut  $d_1$  à  $d_4$ .
- BBE: il y a BBE quand il se produit une anomalie  $a_1$  à  $a_4$  dans un bloc ne faisant pas partie d'une SES.

## **D.4 Evaluation des événements liés aux caractéristiques d'erreur à l'extrémité distante du conduit**

Le défaut TP-RDI (voir la Rec. UIT-T I.432 [18]) et les indications REI sont utilisés à l'extrémité locale pour évaluer les événements liés aux caractéristiques d'erreur survenant à l'extrémité distante.

Les anomalies REI sont utilisées pour déterminer l'existence de ES, SES et BBE à l'extrémité distante du conduit.

Les défauts TP-RDI signalent l'apparition de SES à l'extrémité distante du conduit.

## Appendice I

### Diagramme illustrant pour les conduits numériques la reconnaissance des anomalies, défauts, blocs erronés, secondes erronées (ES) et secondes gravement erronées (SES)

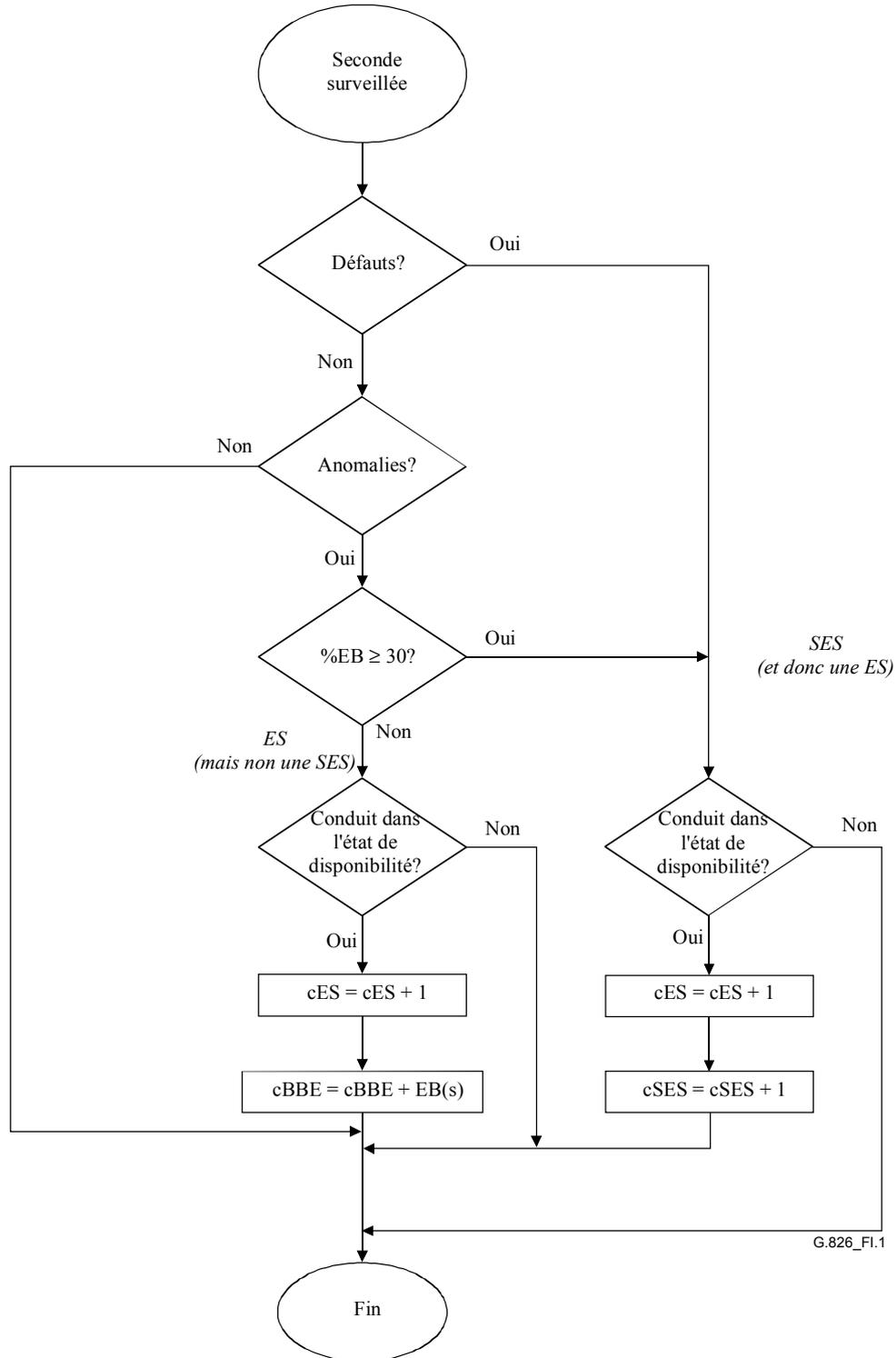


Figure I.1/G.826 – Diagramme illustrant la reconnaissance des anomalies, défauts, blocs erronés, secondes erronées, secondes gravement erronées et blocs erronés résiduels

## Notes relatives à la Figure I.1

NOTE 1 – La détermination de la durée d'indisponibilité introduit un retard de dix secondes qui doit être pris en considération lors du comptage des BBE, ES et SES.

NOTE 2 – Les décomptes d'ES, SES et BBE sont respectivement représentés par cES, cSES et cBBE. Ces décomptes sont réinitialisés au début d'une période de mesure.

NOTE 3 – EB est le décompte de blocs erronés dans une ES, alors que %EB représente la proportion de blocs erronés dans une ES, par rapport au nombre de blocs par seconde.

NOTE 4 – Les paramètres de la présente Recommandation peuvent être évalués comme suit au cours ou à la fin d'une période de mesure P, compte tenu des secondes d'indisponibilité (UAS, *unavailable second*):

$$\text{BBER} = \text{cBBE} / [(\text{P} - \text{UAS} - \text{cSES}) \times \text{blocs par seconde}]$$

$$\text{ESR} = \text{cES} / (\text{P} - \text{UAS})$$

$$\text{SESR} = \text{cSES} / (\text{P} - \text{UAS})$$

NOTE 5 – Dans le diagramme simplifié, aucune mesure n'est prise si le conduit est dans l'état d'indisponibilité. En effet, le diagramme ne tient pas compte de la transition entre les états de disponibilité lorsque, en fait, les compteurs d'événements doivent être modifiés rétrospectivement. En pratique, le statut d'une seconde (c'est-à-dire exempte d'erreur, erronée ou gravement erronée) doit toujours être déterminé avant qu'un essai soit effectué au sujet du statut de disponibilité du conduit. En d'autres termes, les événements d'erreur sont toujours détectés, que le conduit soit disponible ou non. Seul le *comptage* des événements est désactivé au cours des périodes d'indisponibilité, en vue de la surveillance des caractéristiques d'erreur à long terme. Ce processus se reflète dans l'organigramme, bien que ce ne soit pas le cas des mesures prises en conséquence de changement d'état de disponibilité.

## Appendice II

### Bits erronés et blocs erronés, avantages et limites

En transmission numérique, tout bit erroné reçu peut détériorer la qualité de transmission. Il est clair que plus le nombre de bits erronés sera grand, moins la qualité sera bonne. Le rapport entre le nombre de bits erronés et le nombre total de bits transmis pendant un intervalle de temps donné est donc une quantité qui peut servir à décrire la qualité de la transmission numérique.

Cette quantité qui est appelée taux d'erreurs sur les bits (BER, *bit-error ratio*) est un paramètre de caractéristiques d'erreur bien connu (voir la définition dans le Tome I.3 du *Livre Bleu* du CCITT).

Le taux d'erreurs sur les bits ne peut être mesuré que si la structure binaire de la séquence évaluée est connue. C'est pourquoi les mesures de taux d'erreurs sur les bits sont la plupart du temps effectuées à l'aide de séquences binaires pseudo-aléatoires (PRBS, *pseudo-random bit sequence*). En pratique, la séquence PRBS remplace les informations envoyées en service. Cela signifie que le taux BER ne peut être mesuré correctement que hors service car la structure binaire d'un message donné n'est généralement pas connue.

L'un des premiers objectifs de la présente Recommandation était de définir tous les paramètres de caractéristiques d'erreur pour les conduits numériques de telle sorte qu'une estimation en service soit possible. Les définitions de paramètres pour les conduits numériques basées sur les taux d'erreurs sur les bits ne pouvaient donc pas être choisies, malgré leurs avantages.

En transmission numérique, la détection en service des erreurs est néanmoins possible avec des mécanismes de détection d'erreur particuliers (code de détection d'erreur, EDC) qui sont intrinsèques à certains systèmes de transmission.

Parmi ces mécanismes EDC intrinsèques, citons: le contrôle de redondance cyclique (CRC, *cyclic redundancy check*), le contrôle de parité et l'observation de la parité à entrelacement de bits (BIP).

Les mécanismes EDC sont capables de détecter si une ou plusieurs erreurs se sont produites dans une séquence binaire donnée – le bloc. Il n'est généralement pas possible de déterminer le nombre exact de bits erronés dans le bloc.

Les blocs erronés sont traités de façon similaire aux bits erronés, c'est-à-dire que le "taux de blocs erronés" est défini comme étant le rapport entre le nombre de blocs erronés et le nombre total de blocs transmis dans un intervalle de temps donné.

Un des principes de base de la présente Recommandation est la mesure des blocs erronés pour les conduits numériques, ce qui rend possible une estimation d'erreur en service pour les conduits.

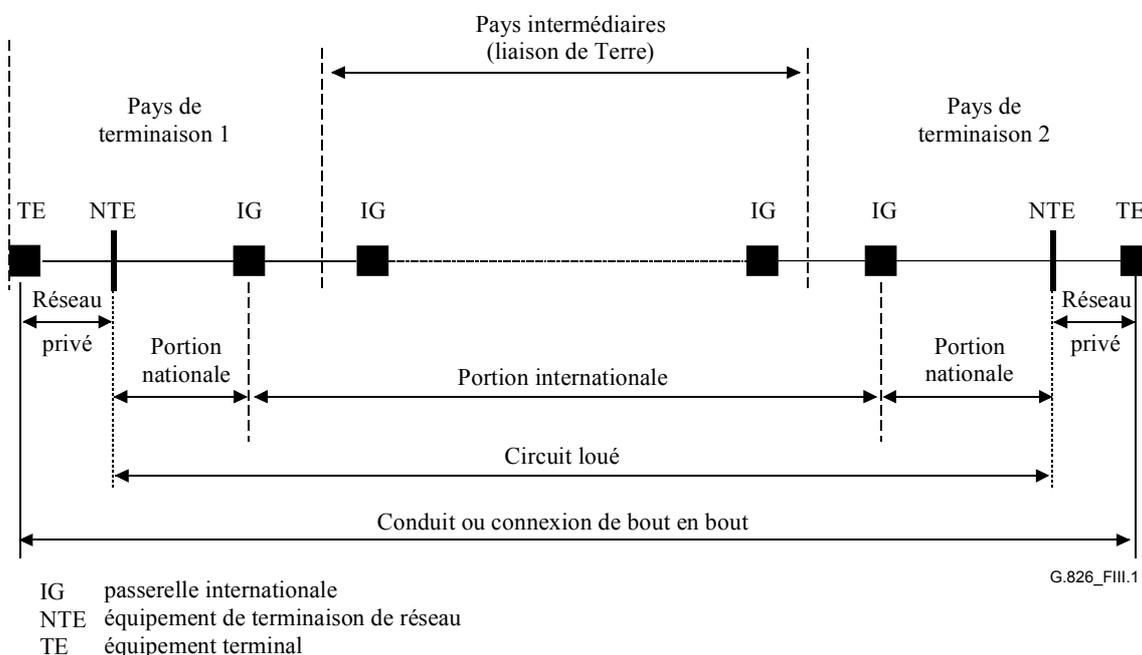
On notera que la mesure du taux d'erreurs sur les bits et du taux de blocs erronés, conduit à des résultats comparables pour les faibles taux d'erreurs sur les bits.

On notera aussi que, pour certains modèles d'erreurs, il est possible de calculer le taux d'erreurs sur les bits à partir d'un taux de blocs erronés. L'inconvénient de cette procédure réside dans le fait que les modèles d'erreurs décrivent une situation qu'on ne trouve que de façon imparfaite en pratique et que ces modèles peuvent dépendre fortement du support. Le résultat d'un tel calcul n'est donc pas très fiable.

### Appendice III

#### Applicabilité de la présente Recommandation aux réseaux non publics

La Figure III.1 décrit une situation typique de circuit loué où un conduit se compose de trois réseaux indépendants: deux réseaux privés aux deux extrémités du conduit et un réseau public les interconnectant.



**Figure III.1/G.826 – Conduit ou connexion numérique composé de deux réseaux privés et d'un circuit loué qui est fourni par un opérateur de réseau public**

Le réseau public fournit un circuit loué afin de connecter les deux réseaux privés. Le problème n'est cependant pas limité au cas représenté sur la Figure III.1 car il est de nature plus générale. Par exemple, des considérations analogues sont applicables si un seul côté du conduit ou de la connexion aboutit à un réseau privé.

Compte tenu du fait qu'un opérateur public ne peut contrôler le réseau public qu'entre équipements de terminaison de réseau (NTE, *network terminal equipment*), aucun objectif de caractéristiques d'erreur ne peut être indiqué pour la portion entre NTE et TE.

Il se peut également que l'opérateur du réseau public fournisse la connexion par d'autres moyens qu'un circuit loué.





## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
<b>Série G</b>	<b>Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques</b>
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et 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, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie 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 généraux logiciels des systèmes de télécommunication

