



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.8201

(09/2003)

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

Réseaux numériques – Objectifs de qualité et de
disponibilité

**Paramètres et objectifs de qualité de
transmission en termes de taux d'erreur pour
les conduits internationaux multiopérateurs
dans les réseaux de transport optiques**

Recommandation UIT-T G.8201

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 RADIODÉLÉPHONIE 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
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	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
Généralités	G.8000–G.8099
Objectifs de conception pour les réseaux numériques	G.8100–G.8199
Objectifs de qualité et de disponibilité	G.8200–G.8299
Fonctions et capacités du réseau	G.8300–G.8399
Caractéristiques des réseaux à hiérarchie numérique synchrone	G.8400–G.8499
Gestion du réseau de transport	G.8500–G.8599
Intégration des systèmes satellitaires et hertziens à hiérarchie numérique synchrone	G.8600–G.8699
Réseaux de transport optiques	G.8700–G.8799

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

Recommandation UIT-T G.8201

Paramètres et objectifs de qualité de transmission en termes de taux d'erreur pour les conduits internationaux multiopérateurs dans les réseaux de transport optiques

Résumé

La présente Recommandation définit des paramètres et des objectifs de qualité de transmission en termes de taux d'erreur applicables aux conduits ODUk internationaux établis sur les réseaux de transport optiques (OTN) définis dans la Rec. UIT-T G.709/Y.1331. Si celle-ci traite en particulier des objectifs applicables aux conduits ODUk internationaux, les principes d'attribution sont applicables à la conception de la qualité de transmission en termes de taux d'erreur dans les conduits ODUk nationaux et privés. La présente Recommandation repose sur un concept de mesurage fondé sur des blocs utilisant le code de détection d'erreur (code EDC, *error detection code*) utilisé de manière propre au conduit soumis à l'essai; la fréquence de répétition des blocs est conforme à la technique des réseaux OTN définie dans la Rec. UIT-T G.709/Y.1331, ce qui simplifie les mesurages. Les événements, les paramètres et les objectifs sont définis en conséquence. La surveillance de la connexion en cascade est traitée en plus de l'évaluation de la qualité de transmission du conduit.

Source

La Recommandation G.8201 de l'UIT-T a été approuvée par la Commission d'études 13 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8 le 13 septembre 2003.

Mots clés

Blocs erronés résiduels (BBE, *background block error*), code de détection d'erreur (code EDC, *error detection code*), concept fondé sur les blocs, conduit d'unité de données de canal optique d'ordre k (ODUk, *optical channel data Unit-k*), conduit optique fictif de référence (HROP, *hypothetical reference optical path*), contrôles en service (ISM, *in-service monitoring*), objectifs de qualité de transmission en termes de taux d'erreur, paramètres de taux d'erreur, seconde gravement erronée (SES, *severely errored second*), surveillance de connexions en cascade (TCM, *tandem connection monitoring*), utilisation du code EDC.

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.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

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 2004

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	Application de la présente Recommandation	1
1.2	Couches de réseau de transport	2
1.3	Répartition de la qualité de transmission de bout en bout.....	2
2	Références normatives.....	3
3	Abréviations.....	3
4	Termes et définitions	4
5	Mesurage des blocs.....	6
5.1	Surveillance en service	6
5.2	Mesurages hors service.....	6
6	Surveillance de la qualité de transmission aux extrémités proche et distante d'un conduit	6
7	Relation entre la surveillance de la qualité de transmission du conduit et les paramètres fondés sur les blocs	6
7.1	Généralités.....	6
7.2	Estimation des paramètres de qualité de transmission	8
7.3	Estimation des événements de qualité de transmission à l'extrémité distante d'un conduit.....	8
8	Objectifs de qualité de transmission en termes de taux d'erreur.....	8
8.1	Objectifs de bout en bout.....	8
8.2	Conduit optique fictif de référence.....	9
8.3	Attribution des objectifs de qualité de transmission de bout en bout.....	10
Annexe A	– Critères pour entrer dans l'état d'indisponibilité et pour en sortir.....	10
A.1	Critères dans un seul sens.....	10
A.2	Critère pour un conduit dans les deux sens	11
A.3	Critère pour un conduit dans un seul sens	11
A.4	Conséquences sur les mesurages de qualité de transmission en termes de taux d'erreur.....	11
Appendice I	– Organigramme de confirmation des anomalies, des défauts, des blocs erronés et des secondes SES	12
Appendice II	– Exemple de chemins de réseaux de couche OTN	13

Recommandation UIT-T G.8201

Paramètres et objectifs de qualité de transmission en termes de taux d'erreur pour les conduits internationaux multiopérateurs dans les réseaux de transport optiques

1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie les événements, les paramètres et les objectifs de qualité de transmission en termes de taux d'erreur pour les conduits¹ ODUk des réseaux de transport optiques (OTN, *optical transport network*) spécifiés dans la Rec. UIT-T G.709/Y.1331. Des précisions sont données dans les paragraphes 1.1 à 1.3.

1.1 Application de la présente Recommandation

La présente Recommandation est applicable aux conduits internationaux des réseaux de transport optiques définis dans la Rec. UIT-T G.709/Y.1331. Ces conduits sont au niveau de la couche ODUk du réseau OTN; il s'agit de conduits numériques (voir la Rec. UIT-T G.709/Y.1331 au sujet de la description de la couche ODUk). Bien que la présente Recommandation traite spécifiquement des objectifs applicables aux conduits ODUk internationaux, les principes d'attribution peuvent être appliqués à la détermination des taux d'erreur de conduits nationaux et privés.

La qualité des services fournis au client et la qualité de transmission des éléments de réseau relevant de la couche de service sont hors du domaine de la présente Recommandation. Toutefois, les conduits de type G.8201 peuvent acheminer divers clients (tels que SDH, ATM, GFP (soit IP, Ethernet, etc., encapsulés dans des trames GFP), etc.; voir la Rec. UIT-T G.709/Y.1331)). Les conduits ODUk répondant aux objectifs de la présente Recommandation permettront au trafic de la couche client d'être conforme à ses divers objectifs de qualité de transmission.

Les objectifs de qualité de transmission en termes de taux d'erreur sont applicables indépendamment à chaque sens du conduit ODUk. Les valeurs s'appliquent de bout en bout à un conduit fictif de référence de 27 500 km (voir la Figure 3). La qualité de transmission des fonctions de multiplex et de brassage des couches client du réseau OTN (c'est-à-dire des couches supérieures à l'unité OPUk, telles que SDH, ATM, etc.; voir dans la Rec. UIT-T G.709/Y.1331 une description de l'unité OPUk) n'est pas incluse dans ces valeurs.

Les définitions des paramètres sont fondées sur des blocs dont la fréquence de répétition est conforme à la technique OTN, ce qui facilite le contrôle en service. En outre on peut déterminer la conformité à la présente Recommandation au moyen de contrôles hors service ou l'évaluer au moyen de mesurages compatibles avec les présentes dispositions, comme ceux du paragraphe 7.

Les objectifs annoncés dans la présente Recommandation sont des objectifs à long terme devant être atteints pendant une période d'évaluation qui est généralement de 30 jours consécutifs (un mois). Les périodes de mesurage plus courtes utilisées pour la maintenance et la mise en service sont traitées dans le projet de la Rec. UIT-T M.24otn.

¹ Dans la présente Recommandation, et sauf indication contraire, le terme *conduit* signifie *conduit ODUk* (k = 1, 2 ou 3). Les débits ODUk nominaux sont d'environ 2,5 Gbit/s pour l'ODU1, 10 Gbit/s pour l'ODU2 et 40 Gbit/s pour l'ODU3.

1.2 Couches de réseau de transport

La présente Recommandation spécifie le taux d'erreur des conduits ODUk dans une couche Réseau de transport donnée. Dans le contexte de la présente Recommandation, un conduit numérique ODUk est un chemin de transmission sur lequel est acheminée une charge utile OPUk ainsi que les préfixes OPUk et ODUk associés par le réseau de transport stratifié entre les équipements terminaux du conduit (voir la Figure 1).

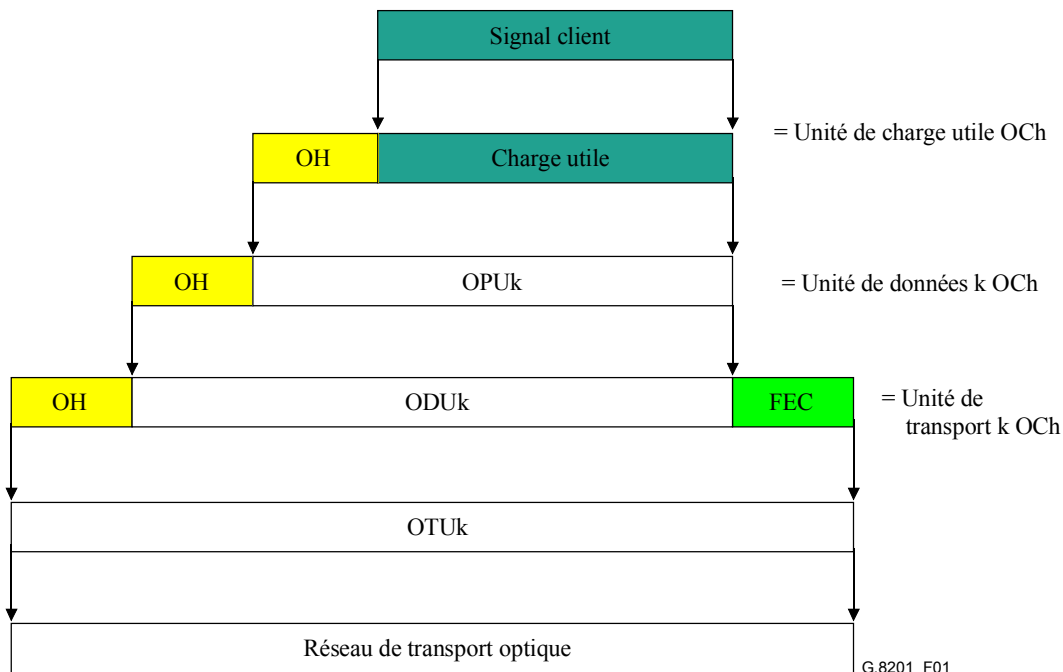
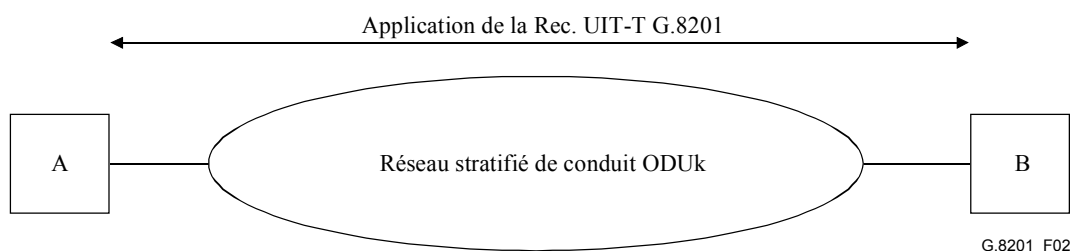


Figure 1/G.8201 – Structure du signal OTN

Le domaine d'application de la présente Recommandation s'étend d'une extrémité à l'autre du conduit comme le montre la Figure 2.



NOTE – A et B sont des extrémités de conduit situées aux terminaisons de conduit comme défini dans la Rec. UIT-T G.798 [2].

Figure 2/G.8201 – Application de la Rec. UIT-T G.8201 à un conduit ODUk de bout en bout

1.3 Répartition de la qualité de transmission de bout en bout

La répartition de la qualité de transmission de bout en bout des conduits ODUk s'obtient au moyen des règles énoncées au § 8.3, qui sont fonction de la longueur et de la complexité. La répartition détaillée de la qualité de transmission G.8201 aux composants individuels (sections, multiplexeurs, brasseurs, etc.) est hors du domaine de la présente Recommandation, mais lorsqu'une telle répartition doit être faite, il convient de respecter les conditions énoncées au § 8.3.

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 d'une Recommandation.

- [1] Recommandation UIT-T G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces pour le réseau de transport optique.*
- [2] Recommandation UIT-T G.798 (2002), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements à hiérarchie numérique du réseau de transport optique.*
- [3] Recommandation UIT-T G.874 (2001), *Aspects gestion de l'élément de réseau optique de transport.*
- [4] Recommandation UIT-T G.872 (2001), *Architecture des réseaux de transport optiques.*
- [5] Recommandation UIT-T G.826 (2002), *Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur de bout en bout pour les connexions et conduits numériques internationaux à débit constant.*
- [6] Recommandation UIT-T G.827 (2003), *Paramètres et objectifs de disponibilité pour les conduits numériques internationaux de bout en bout à débit constant.*
- [7] Recommandation UIT-T I.356 (2000), *Caractéristiques du transfert de cellules de la couche ATM du RNIS-LB.*
- [8] Recommandation UIT-T G.828 (2000), *Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les conduits numériques synchrones internationaux à débit constant.*

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AIS	signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BBE	bloc erroné résiduel (<i>background block error</i>)
BBER	taux de blocs erronés résiduels (<i>background block error ratio</i>)
BDI	indication de défaut vers l'arrière (<i>backward defect indication</i>)
BEI	indication d'erreur vers l'arrière (<i>backward error indication</i>)
BIP	parité à entrelacement de bits (<i>bit interleaved parity</i>)
BIS	mise en service (<i>bringing into service</i>)
BOD	domaine de l'opérateur du réseau dorsal (<i>backbone operator domain</i>)
CBR	débit binaire constant (<i>constant bit rate</i>)
CSES	secondes gravement erronées consécutives (<i>consecutive severely errored seconds</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>)

FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)
GFP	procédure générique de verrouillage de trames (<i>generic framing procedure</i>)
HROP	conduit optique fictif de référence (<i>hypothetical reference optical path</i>)
IAE	erreur de verrouillage de trame entrante (<i>incoming alignment error</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
ISM	surveillance en service (<i>in-service monitoring</i>)
LCK	défaut bloqué (<i>locked defect</i>)
LOD	domaine de l'opérateur local (<i>local operator domain</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>)
LOS	perte de signal (<i>loss of signal</i>)
LTC	perte de connexion en cascade (<i>loss of tandem connection</i>)
OCI	indication de connexion ouverte (<i>open connection indication</i>)
ODUk	unité de données de canal optique d'ordre k (<i>optical channel data unit-k</i>)
OG	passerelle d'opérateur (<i>operator gateway</i>)
OOS	hors service (<i>out-of-service</i>)
OPUk	unité de charge utile de canal optique d'ordre k (<i>optical channel payload unit-k</i>)
OTN	réseau de transport optique (<i>optical transport network</i>)
PEP	point d'extrémité de conduit (<i>path end point</i>)
PLM	non-concordance d'étiquette de charge utile (<i>payload label mismatch</i>)
ROD	domaine de l'opérateur régional (<i>regional operator domain</i>)
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>)
TC	connexion en cascade (<i>tandem connection</i>)
TCM	surveillance de connexion en cascade (<i>tandem connection monitoring</i>)
TIM	discordance d'identificateur de trace (<i>trace identifier mismatch</i>)

4 Termes et définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

4.1 Conduit optique fictif de référence (HROP, *hypothetical reference optical path*): ensemble des moyens de transmission numérique d'un signal numérique ODUk (ayant un débit donné dans la Rec. UIT-T G.709/Y.1331), y compris le préfixe, entre des équipements de départ et d'arrivée du signal. Un conduit optique fictif de référence s'étend sur une distance de 27 500 km.

4.2 Conduit ODUk: chemin sur lequel est acheminée une charge utile OPUk avec les préfixes OPUk et ODUk associés, passant par le réseau de transport optique stratifié entre les équipements terminaux de ce conduit ODUk. Un conduit ODUk peut avoir un ou deux sens et peut comprendre des portions détenues par le client aussi bien que des portions détenues par l'opérateur.

4.3 Définition générique du bloc: la présente Recommandation est fondée sur un concept de mesurage de la qualité de transmission en termes d'erreur de blocs en conformité avec une trame hiérarchique de réseau OTN. Le présent paragraphe donne la définition générique suivante du terme "bloc":

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

4.4 Evènements de qualité de transmission en termes d'erreur: dans les définitions qui suivent, la présente Recommandation ne suppose ni ne requiert l'utilisation de la correction d'erreur directe (FEC) (voir la Rec. UIT-T G.709/Y.1331). Toutefois, en cas d'utilisation de la correction FEC, tous les paramètres et évènements de qualité de transmission sont définis après cette correction FEC (c'est-à-dire qu'ils sont postérieurs à la correction FEC). Autrement dit, la détection des évènements de qualité de transmission (tels que BBE et SES) a lieu après toute correction d'erreur.

- **Bloc erroné (EB, errored block):** bloc dont un ou plusieurs bits sont erronés.
- **Seconde gravement erronée (SES, severely errored second):** période de 1 seconde qui contient $\geq 15\%$ de blocs erronés ou au moins un défaut (voir les Notes 1 et 2).

NOTE 1 – Les défauts et critères de qualité de transmission associés sont énumérés dans le § 7.

NOTE 2 – Pour simplifier le processus de mesurage, on utilise le défaut dans la définition de la seconde SES au lieu de définir celle-ci directement en termes d'erreurs graves affectant le conduit. Bien que cette méthode simplifie le mesurage des secondes SES, il faut noter qu'il existe des configurations d'erreurs de forte intensité qui ne produisent pas nécessairement un défaut tel que défini dans le § 7 et qui ne seront donc pas considérées comme étant des secondes SES. Si de tels évènements affectant gravement l'utilisateur devaient être constatés à l'avenir, il conviendrait de réexaminer cette définition.

- **Bloc erroné résiduel (BBE, background block error):** bloc erroné ne survenant pas dans le cadre d'une seconde SES.

4.5 Paramètres de qualité de transmission en termes d'erreur: la qualité de transmission en termes de taux d'erreur ne devrait être évaluée que sur un conduit à l'état disponible. On trouvera une définition des critères d'entrée/de sortie pour l'état indisponible dans la Rec. UIT-T G.827 [7] et dans l'Annexe A.

Dans les définitions qui suivent, la présente Recommandation ne part pas de l'hypothèse de l'utilisation de la correction d'erreur directe (FEC) ni de la nécessité de l'appliquer (voir la Rec. UIT-T G.709/Y.1331). Toutefois, si la correction FEC est utilisée, tous les paramètres et évènements de qualité de transmission sont définis après cette correction FEC (c'est-à-dire qu'ils sont postérieurs à la correction FEC). Autrement dit, la détection des évènements de qualité de transmission (tels que BBE et SES) a lieu après toute correction d'erreur.

- **Taux de secondes gravement erronées (SESR, severely errored second ratio):** rapport des secondes SES au total des secondes du temps disponible pendant un intervalle de mesurage fixe.
- **Taux de blocs erronés résiduels (BBER, background block error ratio):** rapport des blocs BBE au total des blocs du temps disponible pendant un intervalle de mesurage fixe. Les blocs survenant au cours des secondes SES ne sont pas pris en compte dans le nombre total.

5 Mesurage des blocs

5.1 Surveillance en service

Chaque bloc est surveillé au moyen d'un code de détection d'erreur (code EDC) inhérent (parité à entrelacement de bits) avec une utilisation spécifiée du code EDC. Les bits du code EDC sont physiquement séparés du bloc auquel ils s'appliquent. Il est normalement impossible de déterminer si l'erreur concerne un bloc ou les bits de commande de son code EDC. S'il y a discordance entre le code EDC et le bloc qu'il gère, on part toujours de l'hypothèse que c'est le bloc géré qui est erroné.

Le code EDC pour le conduit ODUk et les connexions ODUk de la couche TC est BIP-8. La longueur du bloc pour le conduit ODUk et les connexions ODUk de couche TC est indiquée dans le Tableau 8-1; elle est égale au nombre de bits contenus dans la trame ODUk (charge utile plus préfixe). Il faut noter que le code EDC à parité BIP-8 est calculé sur la charge utile d'unité OPUk plus les bits de préfixe OPUk, et non sur les bits du préfixe ODUk. L'utilisation du code EDC est $1 \times \text{BIP-8}$.

5.2 Mesurages hors service

Les mesurages hors service sont également fondés sur les blocs. Il est prévu que la capacité de détection d'erreur hors service soit supérieure à la capacité de détection en service décrite au § 5.1.

6 Surveillance de la qualité de transmission aux extrémités proche et distante d'un conduit

Lorsqu'il surveille des événements SES dans les deux sens à l'une des extrémités d'un conduit, un fournisseur de réseau est en mesure de déterminer l'état d'indisponibilité de ce conduit (voir Annexe A). Dans certains cas, il peut aussi surveiller l'ensemble des paramètres de qualité de transmission en termes d'erreur dans les deux sens à partir d'une extrémité du conduit. Des indicateurs en service spécifiques, permettant de déterminer la qualité de transmission à l'extrémité distante, sont énumérés dans le § 7.

7 Relation entre la surveillance de la qualité de transmission du conduit et les paramètres fondés sur les blocs

7.1 Généralités

En plus de la surveillance de la qualité de transmission du conduit, le présent paragraphe traite de la surveillance des connexions en cascade (TCM, *tandem connection monitoring*) comme indiqué dans les Tableaux 7-1 à 7-3. Les chemins des conduits ODUk et des connexions ODUk en cascade sont équivalents sous l'angle de la qualité de transmission. Les règles établies pour les conduits s'appliquent aussi aux connexions ODUk de couche TC. D'autres précisions sont données dans les Recommandations UIT-T G.709/Y.1331, G.798 et G.872 [1], [2], [4].

7.1.1 Anomalies

On utilise les conditions d'anomalie en service pour établir la qualité de transmission en termes d'erreur d'un conduit ODUk lorsque celui-ci n'est pas en état de défaut. L'anomalie suivante est définie:

- a1 un bloc EB tel qu'indiqué par un code EDC avec utilisation du code EDC respectif (voir § 5.1).

7.1.2 Défaits

On utilise les conditions de défaut en service définies dans la Rec. UIT-T G.798 [2] pour déterminer le changement d'état de qualité de transmission qui peut survenir sur un conduit. Les Tableaux 7-1 et 7-2 énumèrent les défauts utilisés dans la présente Recommandation.

Tableau 7-1/G.8201 – Défaits se traduisant par une seconde gravement erronée à l'extrémité proche

Défauts à l'extrémité proche (Notes 2, 3, 4)		
Terminaison de conduit	Surveillance non intrusive	Connexion en cascade
OCI (Note 1)		OCI (Note 1)
AIS		AIS
		IAE
LCK		LCK
		LTC
PLM		
TIM		TIM
<p>NOTE 1 – Les conduits qui ne sont pas entièrement constitués, par exemple pendant leur établissement, contiennent le signal ODUK-OCI (indication de connexion ouverte).</p> <p>NOTE 2 – Les défauts ci-dessus sont uniquement des défauts de conduit. Les défauts de section tels que LOS de canal OCh, LOF d'unité OTUk, AIS d'unité OTUk, TIM d'unité OTUk et LOS de module OTM produisent un défaut de signal AIS dans les couches du conduit.</p> <p>NOTE 3 – Lorsqu'une seconde SES proche est causée par un défaut proche tel que défini ci-dessus, les compteurs d'événements de qualité de transmission ne sont pas incrémentés: autrement dit, on suppose qu'il s'agit d'une période exempte d'erreur. Lorsqu'une seconde SES proche résulte de $\geq 15\%$ blocs erronés, l'évaluation de la qualité de transmission distante se poursuit pendant cette seconde SES proche. Cette méthode ne permet pas une évaluation fiable des données de l'extrémité distante si la seconde SES d'extrémité proche est causée par un défaut. Il faut noter en particulier que l'évaluation d'événements d'extrémité distante (tels que SES et indisponibilité) peut être imprécise lorsque les secondes SES d'extrémité distante coïncident avec des secondes SES d'extrémité proche causées par un défaut. On ne peut éviter de telles imprécisions, mais elles sont négligeables en pratique étant donné la faible probabilité qu'elles ont de se produire.</p> <p>NOTE 4 – Voir la Rec. UIT-T G.798 au sujet des défauts contribuant à la surveillance de la qualité de transmission dans chaque fonction collectrice de terminaison de chemin.</p>		

Tableau 7-2/G.8201 – Défaits produisant une seconde gravement erronée à l'extrémité distante

Défauts à l'extrémité distante		
Terminaison de conduit	Surveillance non intrusive	Connexion en cascade
BDI	BDI	BDI

7.2 Estimation des paramètres de qualité de transmission

Dans le cas des conduits de transmission d'unités ODUk, l'ensemble complet des paramètres de qualité de transmission doit être évalué au moyen des événements suivants:

SES On observe une seconde SES lorsque, pendant 1 s, se produisent au moins 15 % de blocs EB résultant de l'anomalie a1, ou un des défauts des Tableaux 7-1 et 7-2 (voir Tableau 7-3).

BBE On observe une erreur BBE quand une anomalie a1 se produit dans un bloc qui ne fait pas partie d'une seconde SES.

NOTE – Le seuil de blocs erronés entraînant une seconde SES est indiqué dans le Tableau 7-3 pour chaque type de conduit ODUk.

Tableau 7-3/G.8201 – Seuil de déclaration d'une seconde gravement erronée

Débit (kbit/s)	Type de conduit	Seuil de seconde SES (nombre de blocs erronés en 1 s)
2 498 775	ODU1	3 064
10 037 273	ODU2	12 304
40 319 218	ODU3	49 424

7.3 Estimation des événements de qualité de transmission à l'extrémité distante d'un conduit

On utilise les indications suivantes, qui sont disponibles à l'extrémité proche ou à un point intermédiaire le long du conduit/de la connexion en cascade, pour évaluer les événements de qualité de transmission (survenant à l'extrémité distante) dans le sens inverse:

- indications BDI et BEI de conduit ODUk/connexion en cascade (Rec. UIT-T G.709/Y.1331 [1]);
- les indications BEI de conduit ODUk/connexion en cascade sont des anomalies utilisées pour déterminer les occurrences d'erreur BBE et de seconde SES à l'extrémité distante;
- les indications BDI de conduit ODUk/connexion en cascade sont des défauts pour déterminer les occurrences de seconde SES à l'extrémité distante.

8 Objectifs de qualité de transmission en termes de taux d'erreur

8.1 Objectifs de bout en bout

Le Tableau 8-1 spécifie les objectifs de bout en bout pour un conduit HROP de 27 500 km en termes de paramètres définis au § 4.5. Les objectifs de taux SESR et BBER supposent l'utilisation de la correction FEC de la Rec. UIT-T G.709/Y.1331. Les objectifs pratiquement applicables à un conduit réel sont tirés du Tableau 8-1 au moyen des principes d'attribution expliqués en détail au § 8.3. Chaque sens du conduit répondra indépendamment aux objectifs attribués à tous les paramètres. Autrement dit, un conduit ne satisfait pas à la présente Recommandation si l'un quelconque de ses paramètres excède l'objectif attribué dans un sens ou dans l'autre à la fin d'une période d'évaluation donnée. Les objectifs indiqués dans la présente Recommandation doivent être considérés comme étant des objectifs à long terme qui doivent être satisfaits sur une période d'évaluation qui est généralement de 30 jours consécutifs (1 mois).

Tableau 8-1/G.8201 – Objectifs de qualité de transmission en termes de taux d'erreur de bout en bout dans un conduit international HROP d'unités ODU_k de 27 500 km

Débit nominal (kbit/s)	Type de conduit (Notes 1 et 2)	Blocs/s (Note 3)	SESR	BBER
239/238 × 2 488 320	ODU1	20 421	0,002	4 × 10 ⁻⁵
239/237 × 9 953 280	ODU2	82 026	0,002	10 ⁻⁵
239/236 × 39 813 120	ODU3	329 492	0,002	2,5 × 10 ⁻⁶

Toutes les valeurs sont provisoires et il n'y a pas lieu de s'y conformer tant qu'elles n'auront pas été révisées (vers le haut ou vers le bas) compte tenu de l'expérience pratique.

NOTE 1 – La longueur de bloc pour unité ODU_k, k = 1, 2, 3 correspond à la longueur de la trame ODU_k, qui est de 4 × 3 824 × 8 = 122 368 bits.

NOTE 2 – Le code EDC est BIP-8; il est calculé en fonction de la charge utile d'unité OPU_k (4 × 3 808 × 8 bits) plus le préfixe OPU_k (4 × 2 × 8 bits), soit un total de 4 × 3 810 × 8 = 121 920 bits. L'utilisation du code EDC est 1 × BIP-8.

NOTE 3 – Ces valeurs sont arrondies à l'entier supérieur.

8.2 Conduit optique fictif de référence

Le modèle de référence de la présente Recommandation utilise la notion de domaines d'opérateur et non celle de parties nationale et internationale. On distingue trois types de domaine: celui de l'opérateur local (LOD, *local operator domain*), celui de l'opérateur régional (ROD, *regional operator domain*) et celui de l'opérateur dorsal (BOD, *backbone operator domain*). Les frontières entre ces domaines sont appelées passerelles d'opérateur (OG, *operator gateway*). Afin d'assurer la correspondance avec les Recommandations UIT-T G.826 et G.828, les domaines LOD et ROD sont associés à la partie nationale, alors que les domaines BOD correspondent à la partie internationale. Toujours par souci de cohérence avec les Recommandations UIT-T G.826 et G.828, on utilise quatre domaines BOD (un par pays de transit) et deux paires de domaines LOD-ROD pour un total de huit (8) domaines d'opérateur. C'est pourquoi le circuit HROP a son origine et sa terminaison dans le domaine d'un opérateur local et traverse les domaines des opérateurs régionaux et dorsaux.

Le conduit optique fictif de référence a une longueur de 27 500 km et s'étend sur un total de 8 domaines, comme le montre la Figure 3.

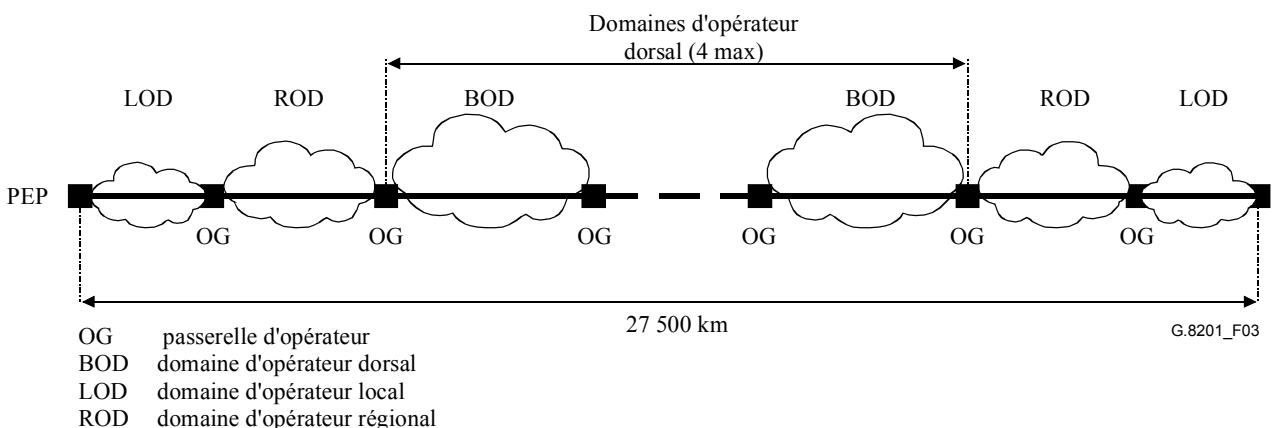


Figure 3/G.8201 – Conduit optique fictif de référence

8.3 Attribution des objectifs de qualité de transmission de bout en bout

Les attributions de blocs suivantes s'appliquent aux trois types de domaine d'opérateur:

- une attribution de blocs à 5% par domaine d'opérateur dorsal;
- une attribution de blocs de 5% par opérateur de domaine régional;
- une attribution de blocs de 7,5% par domaine d'opérateur local.

Une valeur additionnelle fondée sur la distance est également attribuée à chaque domaine d'opérateur. Elle est de 0,2% par 100 km de distance et est calculée en multipliant la distance par liaison aérienne par un facteur de routage. L'attribution fondée sur la distance est ajoutée à l'attribution de blocs pour former l'attribution totale à un domaine d'opérateur.

Le facteur de routage est spécifié de la manière suivante pour chaque domaine d'opérateur (entre passerelles OG):

- si la distance par liaison aérienne entre deux passerelles OG est supérieure à 1000 km, le facteur de routage est de 1,5;
- si cette distance est supérieure ou égale à 1000 km et inférieure à 1200 km, la longueur utilisée pour le calcul est de 1500 km;
- si cette distance est supérieure ou égale à 1 200 km, le facteur de routage est de 1,25.

NOTE – Un seul opérateur peut s'étendre sur plusieurs domaines, par exemple un domaine LOD, un domaine ROD et un domaine BOD. Dans ce cas, son attribution est la somme des diverses attributions de domaine.

Annexe A

Critères pour entrer dans l'état d'indisponibilité et pour en sortir

A.1 Critères dans un seul sens

Une période d'indisponibilité commence dès l'apparition de dix événements SES consécutifs. On considère que ces 10 secondes font partie du temps d'indisponibilité. Une nouvelle période de disponibilité commence dès l'apparition de dix événements non SES consécutifs. On considère que ces 10 secondes font partie du temps de disponibilité. La Figure A.1 présente la définition des critères pour la transition vers/depuis l'état d'indisponibilité.

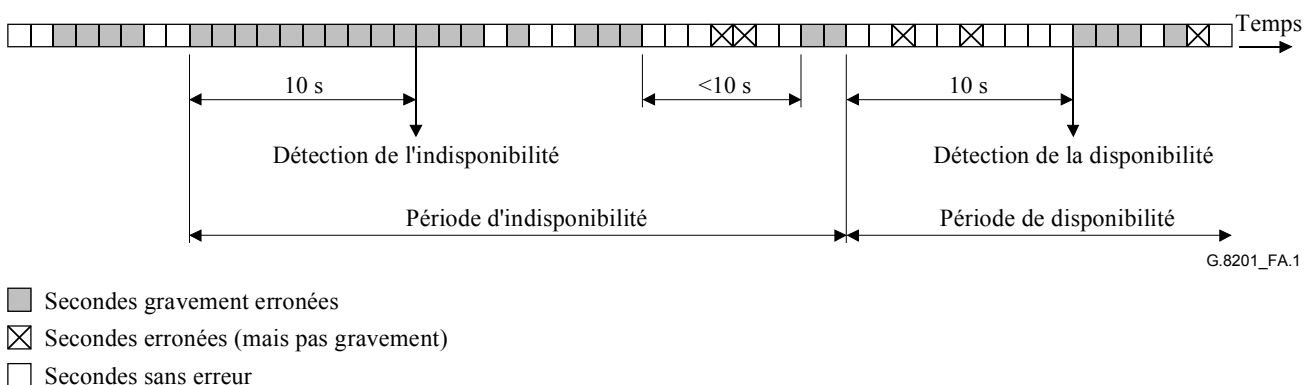


Figure A.1/G.8201 – Exemple de détermination de l'indisponibilité

NOTE – Dans le contexte de la présente annexe, le terme *seconde erronée* (ES) s'utilise pour désigner, non pas un évènement de qualité de transmission, mais un intervalle de 1 seconde avec au moins un bloc erroné.

A.2 Critère pour un conduit dans les deux sens

Un conduit dans les deux sens est en état d'indisponibilité si l'un des deux sens, ou les deux, est en état d'indisponibilité, ce qui est représenté dans la Figure A.2.

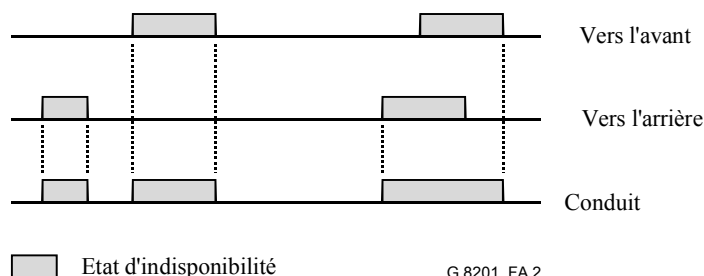


Figure A.2/G.8201 – Exemple d'état d'indisponibilité d'un conduit

A.3 Critère pour un conduit dans un seul sens

Le critère qui s'applique à un conduit dans un seul sens est défini en A.1.

A.4 Conséquences sur les mesurages de qualité de transmission en termes de taux d'erreur

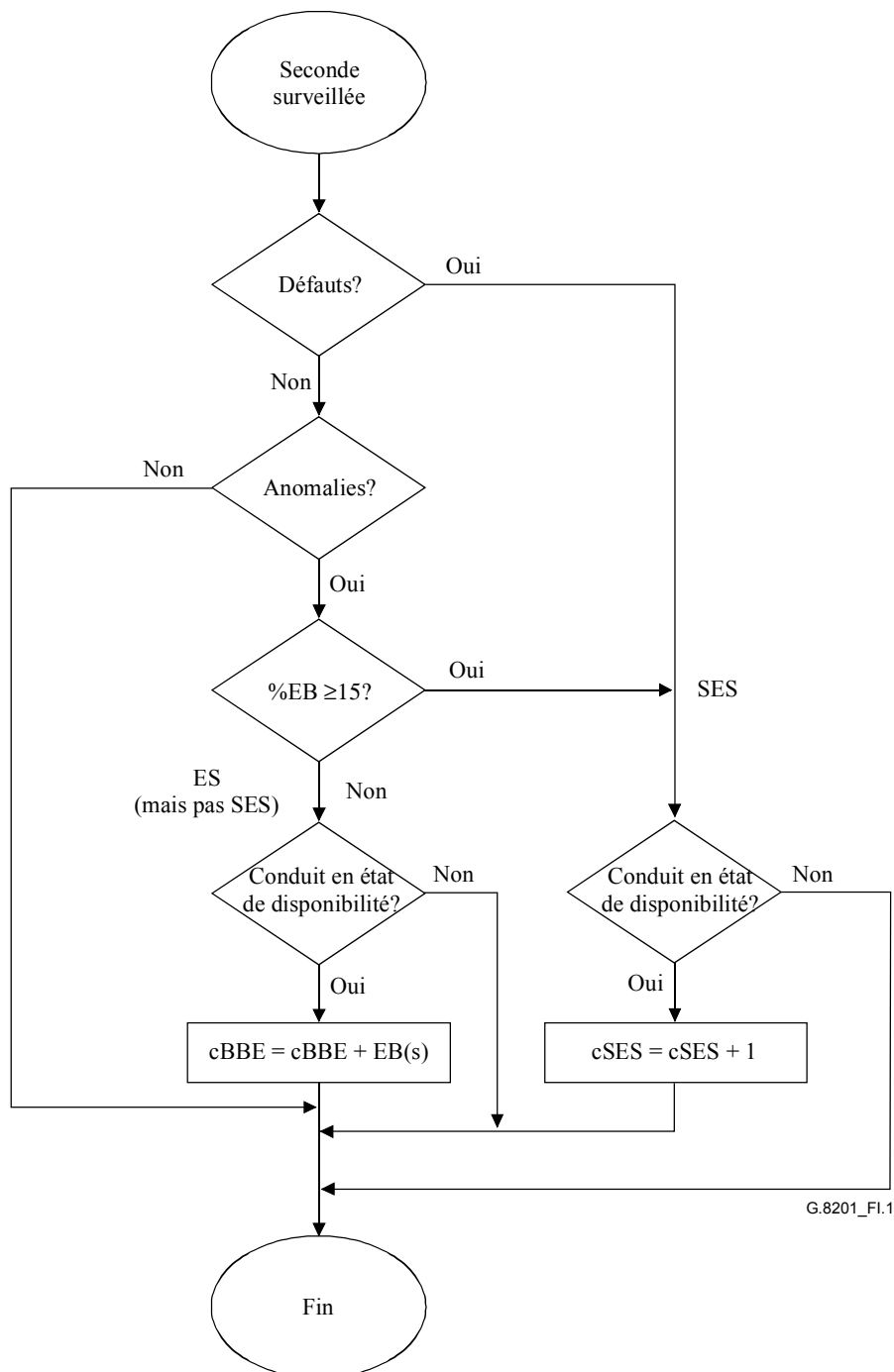
Lorsqu'un conduit dans les deux sens est en état d'indisponibilité, les nombres de secondes SES et d'erreurs BBE peuvent être établis dans les deux sens et s'avérer utiles dans l'analyse du problème. Toutefois, il est recommandé de ne pas inclure ces totaux de SES et de BBE dans les estimations de qualité de transmission en termes de taux SESR et BBER.

Quelques systèmes actuels ne prennent pas nécessairement en charge la prescription ci-dessus. Dans ce cas, on peut évaluer approximativement la qualité de transmission d'un conduit dans les deux sens par estimation des paramètres dans un seul sens de transmission, indépendamment de l'état de disponibilité de l'autre. Il faut noter que cette méthode d'approximation peut donner lieu à une estimation moins favorable si un des deux sens d'un conduit devient indisponible.

NOTE – Cette considération ne concerne pas les conduits dans un seul sens.

Appendice I

Organigramme de confirmation des anomalies, des défauts, des blocs erronés et des secondes SES



(Voir Notes)

Figure I.1/G.8201 – Organigramme de détection des anomalies, des défauts, des blocs erronés, des secondes SES et des erreurs BBE

Notes de la Figure I.1:

NOTE 1 – Dans le contexte du présent appendice, on utilise le terme *seconde erronée* (ES) afin de désigner non pas un évènement de qualité de transmission mais un intervalle de 1 seconde comportant au moins 1 bloc erroné.

NOTE 2 – La détermination du temps d'indisponibilité introduit un délai de 10 secondes qui doit être pris en compte dans les erreurs BBE et les secondes SES.

NOTE 3 – Les comptes cSES et cBBE représentent respectivement les totaux de secondes SES et d'erreurs BBE. Ces comptes sont réinitialisés au début de la période de mesurage.

NOTE 4 – EB est le nombre de blocs erronés dans une seconde ES, tandis que %EB représente la proportion de blocs erronés dans une seconde ES par rapport au nombre de blocs par seconde.

NOTE 5 – On peut évaluer les paramètres de la présente Recommandation pendant ou à la fin d'une période de mesurage P de la manière suivante et en tenant compte des secondes indisponibles (UAS, *unavailable second*):

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

$$SESR = cSES / (P - UAS)$$

NOTE 6 – Dans les diagrammes simplifiés, aucune action n'est entreprise si le conduit est en état d'indisponibilité, car ces diagrammes ne tiennent pas compte de la transition entre les états de disponibilité alors qu'en fait il faut agir sur les compteurs. En pratique, il faut toujours déterminer le statut d'une seconde (non SES ou SES) avant de faire un test de situation de la disponibilité du conduit. Autrement dit, les évènements d'erreur sont toujours détectés indépendamment du fait que le conduit soit disponible ou non, seul le comptage des évènements étant neutralisé durant les périodes d'indisponibilité pour les besoins de la surveillance de la qualité de transmission à long terme. Ce processus apparaît dans l'organigramme mais pas les actions sur les changements d'état de disponibilité qui en résultent.

Appendice II

Exemple de chemins de réseaux de couche OTN

La Figure II.1 qui suit permet de mieux comprendre le rôle du réseau OTN dans l'acheminement de divers clients de couche supérieure tels que le module STM-N, ainsi que le rôle d'appui des protocoles de couche inférieure tels que OTUk, OTSn, etc.

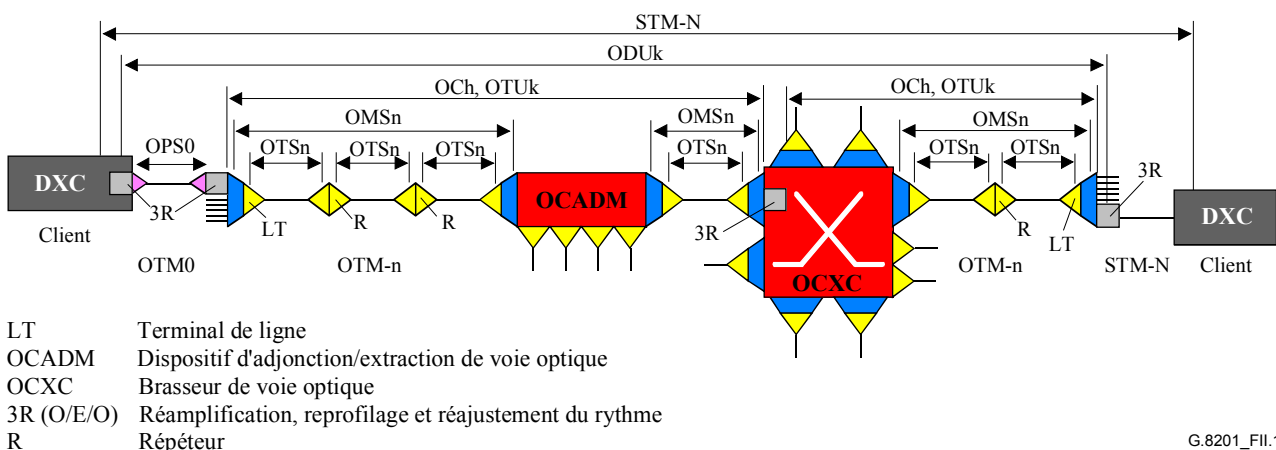


Figure II.1/G.8201 – Exemple de transport d'un signal STM-N dans le réseau OTN

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	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, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication