

## RECOMMANDATION UIT-R F.1566-1

**Limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance de systèmes hertziens fixes numériques fonctionnant dans des conduits et sections internationaux fondés sur les hiérarchies numériques plésiochrone ou synchrone**

(Question UIT-R 161/9)

(2002-2007)

**Domaine de compétence**

La présente Recommandation donne les limites de qualité de fonctionnement applicables aux conduits et sections de hiérarchie numérique plésiochrone (PDH) et de hiérarchie numérique synchrone (SDH) internationaux mis en œuvre au moyen de systèmes hertziens fixes. L'approche retenue est alignée sur l'approche «maintenance» que l'UIT-T a adoptée, mais des aspects propres au support de transmission ont été ajoutés pour les systèmes hertziens fixes numériques. L'annexe donne des précisions sur l'application des limites de qualité de fonctionnement pour la mise en service.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que des systèmes hertziens fixes (FWS, *fixed wireless systems*) numériques destinés à être utilisés dans les conduits numériques à débit binaire constant égal ou supérieur au débit primaire dans le tronçon international d'un conduit fictif de référence (CFR) long de 27 500 km sont actuellement mis au point ou exploités ou encore entretenus;
- b) que les objectifs de qualité de fonctionnement pour la planification des FWS sont spécifiés dans la pratique pour des conduits numériques réels;
- c) qu'il est nécessaire de spécifier des limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance des FWS numériques;
- d) que l'UIT-T a établi des limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance et la mise en service des conduits et des connexions à hiérarchie numérique plésiochrone (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*) internationaux multiopérateurs dans la Recommandation UIT-T M.2100 ainsi que des conduits et des sections de multiplexage à hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*) internationaux multiopérateurs dans la Recommandation UIT-T M.2101, basés respectivement sur les Recommandations UIT-T G.826 et G.828;
- e) qu'on trouve dans la Recommandation UIT-T M.2120 les procédures de détection et de localisation des dérangements, avec ou sans surveillance en service, pour les conduits, sections et systèmes de transmission numériques internationaux multiopérateurs;
- f) que l'UIT-R a élaboré la Recommandation UIT-R F.1668 relative aux objectifs de qualité en matière d'erreur applicables aux liaisons FWS réelles utilisées dans des conduits et des connexions fictifs de référence de 27 500 km;
- g) que la question de l'incidence des conditions de propagation sur les procédures de détection et de localisation des dérangements qui servent à déterminer l'opportunité des interventions de maintenance pour les FWS numériques est actuellement à l'étude à l'UIT-R;

h) que l'on doit définir des limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance, et des procédures de mesure associées pour les FWS numériques PDH et SDH acheminant des signaux PDH et/ou SDH;

j) qu'il convient d'étudier les valeurs des limites de qualité de fonctionnement, afin de définir les limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance des FWS numériques PDH et SDH et pour déterminer l'opportunité d'éventuelles interventions de maintenance. Les Recommandations UIT-T M.2100 et M.2101 définissent les limites de qualité de fonctionnement pour les cas suivants: qualité de fonctionnement dégradée, qualité de fonctionnement inacceptable et aussi qualité de fonctionnement après intervention (réparation);

k) que les limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance peuvent être différentes des limites applicables à la mise en service définies dans la Recommandation UIT-R F.1330-2;

l) qu'il convient de tenir dûment compte des périodes d'évanouissements importants lorsque l'on procède à des mesures relatives aux limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance,

*reconnaissant*

a) que, aux fins de la répartition des objectifs de qualité de fonctionnement pour le tronçon international d'un conduit à débit binaire constant, égal ou supérieur au débit primaire, un conduit numérique international a été fractionné du point de vue géographique; les sections correspondantes ont été intitulées éléments essentiels de conduit (PCE, *path core element*). Deux types de PCE internationaux sont utilisés:

- un élément essentiel de conduit international (IPCE, *international path core element*), situé entre une passerelle internationale et une station frontière dans un pays de destination ou entre des stations frontières dans un pays de transit<sup>1</sup>;
- un élément essentiel de conduit entre pays (ICPCE, *inter-country path core element*), situé entre les stations frontières adjacentes des deux pays concernés. L'ICPCE correspond au conduit numérique d'ordre le plus élevé établi sur un système de transmission numérique reliant les deux pays,

*recommande*

**1** que les limites relatives à la maintenance soient établies sur la base d'objectifs de qualité de fonctionnement de référence (RPO, *reference performance objective*) de bout en bout, applicables à chaque sens d'une liaison FWS numérique réelle quelconque de longueur  $d$ , et qu'elles soient déterminées au moyen des valeurs des Tableaux 1a et 1b ainsi qu'en utilisant les valeurs d'attribution figurant dans le Tableau 2;

---

<sup>1</sup> On trouvera la définition des termes de passerelle internationale et de station frontière dans la Recommandation UIT-T M.2101.

TABLEAU 1a (voir la Note 1)

**RPO pour conduits numériques internationaux de bout en bout**

<b>PDH</b>	<b>Primaire</b> (voir la Note 3)	<b>Secondaire</b>	<b>Tertiaire</b>	<b>Quatenaire</b>	
SDH (Mbit/s)	1,5 à 5	> 5 à 15	> 15 à 55	> 55 à 160	> 160 à 3 500
Paramètre	RPO de bout en bout				
ESR pour conduits conçus conformément à la Recommandation UIT-T G.826	0,02	0,025	0,0375	0,08	S/O
ESR pour conduits conçus conformément à la Recommandation UIT-T G.828	0,005	0,005	0,01	0,02	S/O
BBER pour conduits SDH conçus conformément à la Recommandation UIT-T G.828	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$
SESR	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

ESR: taux de secondes avec erreur

S/O: sans objet

BBER: taux d'erreurs résiduelles sur les blocs

SESR: taux de secondes avec beaucoup d'erreurs

TABLEAU 1b (voir la Note 1)

**RPO pour sections de multiplexage SDH internationales de bout en bout**

<b>Débit</b>	<b>STM-0</b>	<b>STM-1</b>	<b>STM-4</b>
Blocs/s	64 000	192 000	768 000
ESR (conformément à la Recommandation UIT-T G.826)	0,0375	0,08	S/O
ESR (conformément à la Recommandation UIT-T G.828)	0,01	0,02	S/O
SESR	0,001	0,001	0,001
BBER (conformément à la Recommandation UIT-T G.826)	S/O	S/O	S/O
BBER (conformément à la Recommandation UIT-T G.828)	$2,5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$

TABLEAU 2  
Attribution ( $a_n$ )

Classification PCE (km)	Attribution (% du RPO de bout en bout)
<b>IPCE</b>	
<b>Réseaux nationaux terminaux/de transit:</b>	
$d \leq 100$	1,2
$100 < d \leq 200$	1,4
$200 < d \leq 300$	1,6
$300 < d \leq 400$	1,8
$400 < d \leq 500$	2
$500 < d \leq 1000$	3
$1000 < d \leq 2500$	4
$2500 < d \leq 5000$	6
$5000 < d \leq 7500$	8
$d > 7500$	10
<b>ICPCE<sup>(1)</sup></b>	
$d < 300$	0,3
<b>Section de multiplexage internationale</b>	0,2

<sup>(1)</sup> Les attributions ICPCE doivent être réalisées quel que soit le nombre de sections de multiplexage comprises dans l'ICPCE.

2 que l'objectif de qualité de fonctionnement alloué (APO, *allocated performance objective*) et la limite correspondante de qualité de fonctionnement pour la maintenance (MPL, *maintenance performance limit*) d'un conduit ou d'une section multiplex soient calculés de la manière suivante:

pour un conduit:

$$APO_{es} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ en taux)}$$

$$APO_{ses} = A\% \times RPO_{ses} \times TP \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ en taux)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 2\,000 \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ en taux – VC-1 et 2)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 8\,000 \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ en taux – VC-3 et 4 et VC-4-Xc)}$$

pour une section de multiplexage:

$$APO_{es} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ en taux)}$$

$$APO_{ses} = A\% \times RPO_{ses} \times TP \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ en taux)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 64\,000 \div 100 \text{ (convertir à } A\% \text{ en taux – STM-0)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 192\,000 \div 100 \text{ (convertir à } A\% \text{ en taux – STM-1)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 768\,000 \div 100 \text{ (convertir à } A\% \text{ en taux – STM-4)}$$

où:

$$A\% = \sum_1^N a_n\% \text{ pour un conduit,}$$

c'est-à-dire  $A\% = a_1\% + a_2\% + \dots + a_N\%$

$a_n$ : attribution pour chaque IPCE et ICPCE constituant le conduit

$A\% = a\%$  pour une section de multiplexage,

$TP$ : période(s) d'essai

–  $MPL = APO \times PLF$

où:

$PLF$ : facteur associé au niveau de la qualité de fonctionnement (*performance level factor*);

3 que l'on spécifie les PLF ci-après pour la définition des diverses MPL (voir le Tableau 3);

TABLEAU 3  
PLF et limites associées<sup>(\*)</sup>

Sections de multiplexage SDH Systèmes de transmission PDH		Conduits SDH Conduits et sections PDH	
Limite (par rapport à l'objectif APO)	Gamme de niveaux de qualité de fonctionnement	Limite (par rapport à l'objectif APO)	Gamme de niveaux de qualité de fonctionnement
Qualité de fonctionnement après réparation: ESR et BBER = 0,1 SESR = 0,5	Acceptable (< 0,5 APO)	Qualité de fonctionnement après réparation = 0,5	Acceptable (< 0,75 APO)
Objectif de qualité de fonctionnement = 1	Dégradé (> 0,5 à < 10 APO)	Objectif de qualité de fonctionnement = 1	Dégradé (> 0,75 à < 10 APO)
	Inacceptable (> 10 APO)		Inacceptable (> 10 APO)

<sup>(\*)</sup> Dans le cas de conditions de propagation défavorables, ces valeurs peuvent être multipliées par deux.

4 que l'on spécifie comme suit les TP de surveillance de la qualité de fonctionnement des FWS numériques:

- pour la détection d'une qualité de fonctionnement dégradée, on choisira une période d'essai de maintenance (TPDP, *test period related to degraded performance*) plus courte de 24 h; dans le cas de conditions de propagation défavorables, une période d'essai plus longue de sept (7) jours est préconisée;
- pour détecter une qualité de fonctionnement inacceptable en conditions de propagation normales, une période d'essai courte (TPUP, *test period related to unacceptable performance*) de 15 min peut être retenue;
- dans le cas d'une remise en service de conduits et sections radioélectriques après une intervention de maintenance, il est recommandé de choisir une période d'essai de remise en service après intervention de maintenance (TPMI, *test period related to return after*

*maintenance intervention*) plus longue de sept jours; en cas de conditions de propagation normales, on peut opter pour une période d'essai plus courte de 24 h.

Les durées des périodes d'essai actuellement associées aux diverses limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance sont fixées à titre provisoire;

5 de prendre en compte l'Annexe 1, qui contient des directives et des révisions complémentaires relatives aux limites de qualité de fonctionnement, aux durées de surveillance, aux procédures d'essai et à la méthode de calcul des MPL.

NOTE 1 – Il incombe à chaque pays de concevoir son réseau en conformité avec l'attribution qui lui est faite pour le conduit international.

NOTE 2 – Les longueurs  $d$  indiquées dans le Tableau 2 correspondent à la plus petite des deux longueurs suivantes: longueur de la ligne réelle ou distance à vol d'oiseau multipliée par un facteur de routage,  $R_f$ , approprié; pour les sections de multiplexage, la longueur  $d$  désigne toujours la distance réelle (voir la Recommandation UIT-T M.2100).

TABLEAU 4

**Longueur de PCE le long du grand cercle en fonction du facteur de routage**

Longueur de PCE le long du grand cercle (km)	Facteur de routage ( $R_f$ )	Longueur calculée de PCE (km)
$d < 1\ 000$	1,5	$1,5 \times d$
$1\ 000 \leq d < 1\ 200$	$1\ 500/d$	1 500
$d \geq 1\ 200$	1,25	$1,25 \times d$

NOTE 3 – Les objectifs RPO pour le débit primaire PDH pourraient être utilisés dans le cas des connexions internationales multiopérateurs faisant appel à des équipements conçus conformément à la Recommandation UIT-T G.826 révisée.

NOTE 4 – Les périodes correspondant à des conditions de propagation normales ou à des conditions de propagation défavorables peuvent varier d'un pays à l'autre. Il incombe par conséquent aux parties intéressées de se mettre d'accord sur cette question.

## Annexe 1

### MPL et méthode de calcul associée

#### 1 Procédures d'essais associées à la maintenance

Les procédures d'essais relatives à la détection et à la localisation de dérangements avec ou sans surveillance en service des conduits et sections PDH/SDH (y compris la marche à suivre en cas d'indisponibilité durant l'essai) sont définies dans la Recommandation UIT-T M.2120. Ces procédures sont applicables aux conduits, sections et systèmes de transmission FWS numériques lorsque les évanouissements sont limités. Les procédures d'essai correspondant à des évanouissements importants et/ou très importants sont à l'étude.

## 2 Méthode de calcul des MPL

Il convient de suivre les étapes suivantes pour déterminer les limites de qualité de fonctionnement du conduit ou de la section PDH/SDH considérée:

*Etape 1:* Identifier le débit binaire du conduit ou de la section considéré.

*Etape 2:* Lire les valeurs d'objectifs RPO associées à ce débit dans les Tableaux 1a, 1b ou 1c pour les paramètres ESR, SESR et BBER.

*Etape 3:* Identifier tous les éléments PCE pour l'ensemble du conduit ou de la section, et poser:  $N$  = nombre total de PCE.

*Etape 4:* Identifier la longueur  $d$  de chaque  $PCE \times n$  ( $n = 1$  à  $N$ ). Cette longueur est la longueur réelle du conduit, ou peut être établie par estimation (longueur le long du grand cercle joignant ses points extrêmes, multipliée par le facteur de routage,  $R_f$ , approprié (voir la Note 2 du *recommande*)).

*Etape 5:* Lire dans le Tableau 2 la valeur d'attribution  $a_n\%$ , (pourcentage de l'objectif RPO de bout en bout) pour  $PCE \times n$  ( $n = 1$  à  $N$ ). Noter que les attributions figurant dans le Tableau 2 correspondent à des valeurs maximales; des valeurs plus contraignantes pourront être utilisées par accord bilatéral ou multilatéral.

*Etape 6:* Calculer  $A\%$ , attribution du conduit, à partir de l'expression suivante:

$$A\% = \sum_1^N a_n\%$$

*Etape 7:* Déterminer la TP requise conformément au point 5 du *recommande* (15 min, 24 h ou 7 jours). Exprimer TP en secondes (par exemple,  $TP = 86\,400$  s pour une TP de 24 h, ou  $TP = 604\,800$  s pour une TP de 7 jours).

*Etape 8:* Calculer les valeurs APO pour les paramètres ES, SES et BBE requis:

$$APO = A\% \times RPO \times TP/100$$

*Etape 9:* Calculer la MPL du conduit ou de la section pour les paramètres ES et SES déterminés:

$$MPL = APO \times PLF$$

où MPL correspond à l'un des trois cas suivants:

limite de qualité de fonctionnement dégradée, $MPL_{DP}$	} voir le point 3 du <i>recommande</i>
limite de qualité de fonctionnement inacceptable, $MPL_{UP}$	
limite de qualité de fonctionnement après réparation, $MPL_{PAR}$	

NOTE 1 – Si on modifie un PCE quelconque dans le conduit il faut recommencer le calcul dans son intégralité.

## 3 Niveaux et limites de qualité de fonctionnement

Il est indiqué dans la Recommandation UIT-T M.20 qu'une entité peut se trouver dans un nombre limité de conditions prédéfinies, suivant sa qualité de fonctionnement. Ces conditions correspondent aux niveaux de qualité de fonctionnement suivants: niveau de qualité de fonctionnement inacceptable, dégradé ou acceptable. Les limites de qualité de fonctionnement correspondent aux valeurs séparant ces trois niveaux. On définit en outre dans la Recommandation UIT-T M.35 une limite particulière nommée qualité de fonctionnement après réparation.

Chacune de ces limites de qualité de fonctionnement dépend de l'APO et figure dans le Tableau 3.

#### 4 Seuils de qualité de fonctionnement et durées de surveillance

Lorsqu'une limite de qualité de fonctionnement est donnée en termes d'ES, de SES et/ou de BBE, il est nécessaire de disposer pour chaque type de limite d'une durée de mesure appropriée. Ces concepts de seuils de qualité de fonctionnement et de durées de mesure sont exposés en détail dans les Recommandations UIT-T M.2100 (PDH) et UIT-T M.2101 (SDH).

Il est indiqué dans les Recommandations UIT-T M.2100 et M.2101 que la stratégie générale d'utilisation de l'information de surveillance de qualité de fonctionnement et des seuils fait l'objet des Recommandations UIT-T M.20 et M.34. Ces valeurs de seuil et ces informations seront transmises aux systèmes d'exploitation via le réseau de gestion des télécommunications pour des analyses en temps réel et des analyses à long terme. Lorsque des seuils de qualité inacceptable ou dégradée sont atteints, des mesures de maintenance doivent être prises, indépendamment du niveau de qualité de fonctionnement observé. D'autres valeurs de seuils peuvent être utilisées pour la maintenance et une analyse de qualité à long terme. Les systèmes d'exploitation utiliseront le traitement en temps réel pour attribuer des priorités de maintenance en ce qui concerne ces dépassements de seuil et ces informations, en utilisant le processus de surveillance de qualité de fonctionnement décrit dans la Recommandation UIT-T M.20.

Concernant la stratégie générale de surveillance des MPL de FWS numériques, on considère trois types de durée de surveillances seuil (T1, T2 et T3).

##### *Durée de surveillance seuil T1*

La durée de surveillance T1 est fixée à 15 min, période au cours de laquelle on compte les événements ES, SES et BBE. L'objectif au cours de cette période T1 est de détecter les transitions vers ou depuis le niveau de qualité de fonctionnement inacceptable en conditions de propagation normales.

Un rapport de seuil est émis lorsqu'un seuil ES, SES ou BBE est dépassé. Le rapport de seuil de réinitialisation (caractéristique optionnelle) est émis lorsque le nombre d'événements ES, BBE et SES est inférieur ou égal au seuil de réinitialisation. Ces principes sont développés dans la Recommandation UIT-T M.2120.

##### *Durée de surveillance seuil T2*

La durée de surveillance T2 est fixée à 24 h, période au cours de laquelle on compte les événements ES, SES et BBE.

L'objectif est de permettre de détecter les transitions vers ou depuis le niveau de qualité de fonctionnement inacceptable. Le rapport de seuil est émis lorsqu'un seuil ES, SES ou BBE est dépassé au cours de la période T2.

On choisira également une période de durée T2 dans le cas d'une remise en service de conduit ou de section consécutive à une intervention de maintenance en conditions de propagation normales. Cette période doit être considérée comme une période d'essai initiale permettant de confirmer que le conduit ou la section satisfait à la limite de qualité de fonctionnement,  $MPL_{PAR}$ , associée à la remise en service de conduit/section après réparation. Lorsque la période de surveillance de durée T2 s'est déroulée de façon concluante, la surveillance du conduit ou de la section considérée devra se poursuivre pendant au moins sept jours (période T3) pour confirmer la réussite de l'intervention de maintenance (voir la Recommandation UIT-T M.2120, § 5).

##### *Durée de surveillance seuil T3*

La durée de surveillance T3 est fixée à 7 jours, période au cours de laquelle on compte les événements ES, BBE et SES. L'objectif est de permettre de détecter les transitions vers ou depuis le



niveau de qualité de fonctionnement dégradée. Un rapport de seuil est émis lorsqu'un seuil ES, BBE ou SES est dépassé au cours de la période T3.

#### *Surveillance et mesure de la qualité à long terme*

Le système de gestion doit conserver pendant au moins un an (durée suggérée) l'historique de la surveillance de la qualité de fonctionnement.

### **5 Disponibilité et indisponibilité**

Les critères d'entrée/sortie relatifs à l'état d'indisponibilité sont définis dans les Recommandations UIT-T M.2100 (§ 8) et M.2101 (§ 12). Les critères permettant d'évaluer les événements d'indisponibilité survenant lors des mesures de limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance figurent dans la Recommandation UIT-T M.2120.

Pour l'heure, les limites d'indisponibilité sont laissées à la libre négociation entre parties intéressées; cette question fait l'objet d'un examen par l'UIT-T.

### **6 Evaluation des paramètres de qualité en matière d'erreur**

La procédure d'estimation en service et hors service des paramètres de qualité en matière d'erreur pour les entités PDH et SDH fait l'objet d'un examen détaillé dans les Recommandations UIT-T M.2100 et M.2101.

Il convient de tenir dûment compte des effets de propagation pour évaluer les paramètres de qualité de fonctionnement en matière d'erreur associés à la maintenance des FWS numériques en conditions de propagation défavorables.

---