

## RECOMMANDATION UIT-R F.1493\*

**OBJECTIFS DE DISPONIBILITÉ APPLICABLES À DES LIAISONS HERTZIENNES NUMÉRIQUES RÉELLES FAISANT PARTIE D'UN TRONÇON NATIONAL DE CONDUIT NUMÉRIQUE À DÉBIT CONSTANT ÉGAL OU SUPÉRIEUR AU DÉBIT PRIMAIRE**

(Questions UIT-R 102/9)

(2000)

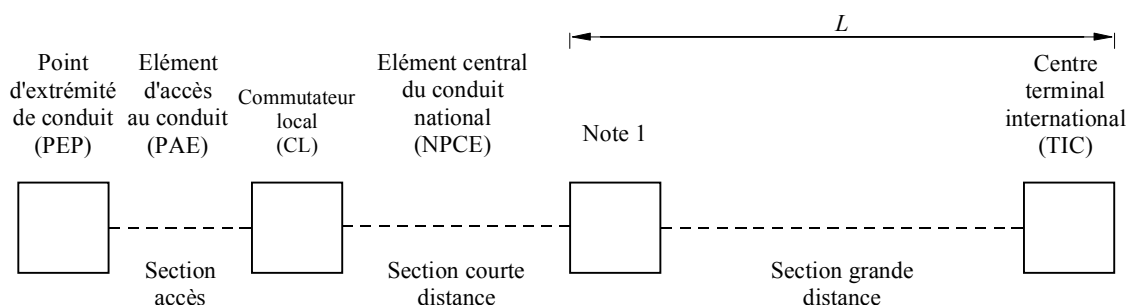
L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que l'UIT-T a spécifié les paramètres et les objectifs de disponibilité pour les éléments de conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire (voir la Recommandation UIT-T G.827);
- b) que les faisceaux hertziens numériques jouent un rôle important dans les conduits internationaux;
- c) qu'il est nécessaire que la disponibilité des faisceaux hertziens soit conforme aux objectifs de disponibilité des éléments de conduit spécifiés dans la Recommandation UIT-T G.827;
- d) que les faisceaux hertziens numériques peuvent être utilisés dans les tronçons nationaux d'un conduit international;
- e) qu'aux fins de la présente Recommandation, chaque tronçon national d'un conduit international peut être identifié par l'élément de conduit national, (NPE, *national path element*) défini dans la Recommandation UIT-T G.827;
- f) qu'aux fins de la présente Recommandation, un tronçon national peut être subdivisé en trois sections de base (voir la Fig. 1);

FIGURE 1

**Sections de base d'un tronçon national du circuit fictif de référence**



*Note 1* - Selon l'architecture du réseau national, ce centre peut coïncider avec un centre primaire (CP), un centre secondaire (CS) ou un centre tertiaire (CTR) (voir la Recommandation UIT-T G.801).

*Accès*: Section de réseau d'accès, comprenant les connexions entre le PEP et le centre de commutation/sous-répartiteur d'accès local correspondant CL. Il correspond à l'élément PAE.

*Courte distance*: Section de réseau courte distance, comprenant les connexions entre un centre de commutation/sous-répartiteur d'accès local, LE et un CP, un CS ou un CTR (selon l'architecture du réseau).

*Grande distance*: Section de réseau grande distance, comprenant les connexions entre un CP, un CS ou un CTI (selon l'architecture du réseau) et le centre tête de ligne international correspondant.

*Note 2* - Le TIC, le PAE et l'élément NPCE sont définis dans la Recommandation UIT-T M.1010.

1493-01

\* La présente Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 13 de Normalisation des télécommunications.

- g) que, pour chaque NPE d'un conduit numérique à débit constant égal ou supérieur au débit primaire, la Recommandation UIT-T G.827 spécifie, en ce qui concerne les objectifs de disponibilité, une allocation par bloc fixe plus des allocations en fonction de la distance;
- h) que l'indisponibilité des faisceaux hertziens peut notamment être due aux effets de la propagation, à des pannes d'équipements, à des interventions humaines, à des brouillages ou à d'autres facteurs;
- j) que les paramètres de disponibilité, à savoir le taux de disponibilité (AR) et la durée moyenne entre interruptions (Mo) ou le paramètre inverse, la fréquence d'interruption (OI, *outage intensity*), sont nécessaires à des fins de conception,

*recommande*

- 1 que les objectifs de disponibilité applicables à n'importe quelle liaison hertzienne numérique réelle faisant partie de la section de réseau grande distance d'un tronçon national de conduit numérique international à débit constant égal ou supérieur au débit primaire soient alloués par bloc fixe et en fonction de la distance;
- 2 que les objectifs de disponibilité applicables à n'importe quelle liaison hertzienne numérique réelle faisant partie des sections des réseaux d'accès et courte distance d'un tronçon national de conduit numérique international à débit constant égal ou supérieur au débit primaire soient alloués par bloc fixe (c'est-à-dire indépendamment de la longueur);
- 3 que les objectifs de disponibilité applicables à chaque sens d'une liaison hertzienne de longueur,  $L_{link}$ , faisant partie d'un tronçon national à un débit égal ou supérieur au débit primaire soient calculés à partir des valeurs indiquées dans les Tableaux 1 et 2 au moyen des formules (1) et (2) respectivement pour les objectifs de taux (AR) et de (Mo) ou (OI), l'inverse de Mo;

$$AR = 1 - \left( B_j \frac{L_{link}}{L_R} + C_j \right) \quad (1)$$

$$Mo = 1/OI = \frac{1}{D_j \frac{L_{link}}{L_R} + E_j} \quad (2)$$

où:

$j$ : section de tronçon national,  $j = \{1 = \text{réseau d'accès}, 2 = \text{courte distance}, 3 = \text{grande distance}\}$

les valeurs de  $B_j$ ,  $C_j$ ,  $D_j$  et  $E_j$  sont indiquées dans les Tableaux 1 et 2

$L_R$ : longueur de référence  $L_R = 2\,500$  km.

La limite inférieure de  $L_{link}$ ,  $L_{min}$  utilisée pour fixer les objectifs est égale à 50 km.

Le paramètre OI correspond au nombre annuel d'événements d'indisponibilité, de sorte que le paramètre inverse, Mo, doit être multiplié par le nombre de secondes d'une année pour représenter la durée moyenne effective en secondes entre les événements d'indisponibilité qui se sont produits pendant une année;

4 que les objectifs de disponibilité soient répartis afin de tenir compte des événements d'indisponibilité dus à la propagation, à des pannes d'équipement, à des interventions humaines et à d'autres facteurs. La répartition des objectifs en fonction des différentes causes d'indisponibilité n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation et relève de la responsabilité des administrations et/ou des opérateurs de réseau;

5 que, si la liaison est composée de plusieurs bonds, les objectifs soient applicables à l'ensemble de la liaison. L'adaptation des objectifs à chaque bond relève de la responsabilité des administrations et/ou des opérateurs de réseau (voir l'Annexe 1 pour plus d'informations);

6 que, dans tous les cas, les objectifs globaux applicables à un tronçon national (c'est-à-dire obtenus par addition des objectifs associés au réseau d'accès, au réseau courte distance et au réseau grande distance) correspondant à des faisceaux hertziens ne devraient pas être supérieurs aux objectifs définis dans la Recommandation UIT-T G.827 en ce qui concerne l'élément de conduit national (voir la Note 1).

NOTE 1 – L'élément NPE est un élément de conduit (PE) utilisé dans un pays terminal pour relier le tronçon international et le point PEP. L'élément NPE comprend PAE et le NPCE.

NOTE 2 – Dans le cadre de la présente Recommandation, le tronçon national correspond à l'élément NPE.

NOTE 3 – Le TIC, l'élément PAE et l'élément NPCE sont définis dans la Recommandation UIT-T M.1010. (Il est à noter que le centre de commutation international (CCI) et le centre TIC peuvent se trouver au même endroit.)

NOTE 4 – Les critères d'entrée et de sortie de l'état d'indisponibilité sont définis dans l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-T G.826.

NOTE 5 – On part de l'hypothèse que les objectifs applicables à la section accès du réseau sont indépendants de la longueur, étant donné que ces liaisons ont en général une longueur inférieure à 50 km.

NOTE 6 – Les objectifs applicables à la section accès et à la section courte distance sont définis pour une longueur maximale  $L_{max} = 250$  km.

NOTE 7 – Les objectifs associés à la section courte distance pour des longueurs supérieures à 2 500 km ne sont pas applicables.

NOTE 8 – Les objectifs de valeur moyenne pour les PE ne sont pas pris en compte étant donné qu'ils résultent de moyennes mathématiques sur les PE des mêmes catégories pour des systèmes de transmission soit par câble soit hertziens. A des fins de conception, on ne devrait donc tenir compte pour les liaisons hertziennes que des objectifs de valeur correspondant au cas le plus défavorable.

NOTE 9 – Les objectifs globaux pour une liaison hertzienne ne devraient pas être supérieurs aux objectifs pour le cas le plus défavorable définis dans la Recommandation UIT-T G.827 pour l'élément NPE en ce qui concerne les catégories de longueur correspondantes.

NOTE 10 – Selon les configurations des réseaux nationaux, les administrations et/ou les opérateurs de réseau peuvent réattribuer les allocations d'objectif entre les éléments d'un tronçon national de conduit hertzien.

NOTE 11 – L'architecture des réseaux d'accès diffère fortement selon les pays. Si le conduit hertzien se compose de plusieurs bonds et/ou fait partie uniquement de la section de réseau d'accès, c'est aux administrations et/ou aux opérateurs de réseau qu'il revient de répartir les objectifs indiqués dans les Tableaux 1 et 2.

NOTE 12 – Il est nécessaire d'entreprendre un complément d'étude pour déterminer si les objectifs de taux AR et de OI peuvent être améliorés et, dans l'affirmative, dans quelle mesure ils peuvent l'être.

TABLEAU 1

**Paramètres applicables aux objectifs de taux AR pour les liaisons faisant partie d'un tronçon national de conduit numérique à débit constant égal ou supérieur au débit primaire**

| Section accès |                    | Section courte distance |                    | Section grande distance                                                                                                                          |                                                                                                                                 |
|---------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $B_1$         | $C_1$              | $B_2$                   | $C_2$              | $B_3$                                                                                                                                            | $C_3$                                                                                                                           |
| 0             | $5 \times 10^{-4}$ | 0                       | $4 \times 10^{-4}$ | $3 \times 10^{-3}$ pour $250 \text{ km} \leq L_{link} < 2\,500 \text{ km}$<br>$1,9 \times 10^{-3}$ pour $L_{min} \leq L_{link} < 250 \text{ km}$ | 0 pour $250 \text{ km} \leq L_{link} < 2\,500 \text{ km}$<br>$1,1 \times 10^{-4}$ pour $L_{min} \leq L_{link} < 250 \text{ km}$ |

TABLEAU 2

**Paramètres applicables aux objectifs de OI pour les liaisons faisant partie d'un tronçon national de conduit numérique à débit constant égal ou supérieur au débit primaire**

| Section accès |       | Section courte distance |       | Section grande distance                                                                                          |                                                                                                                |
|---------------|-------|-------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $D_1$         | $E_1$ | $D_2$                   | $E_2$ | $D_3$                                                                                                            | $E_3$                                                                                                          |
| 0             | 100   | 0                       | 120   | 100 pour $250 \text{ km} \leq L_{link} < 2\,500 \text{ km}$<br>150 pour $L_{min} \leq L_{link} < 250 \text{ km}$ | 55 pour $250 \text{ km} \leq L_{link} < 2\,500 \text{ km}$<br>50 pour $L_{min} \leq L_{link} < 250 \text{ km}$ |

## Terminologie et exemples d'évaluation des objectifs pour des liaisons réelles

### 1 Introduction

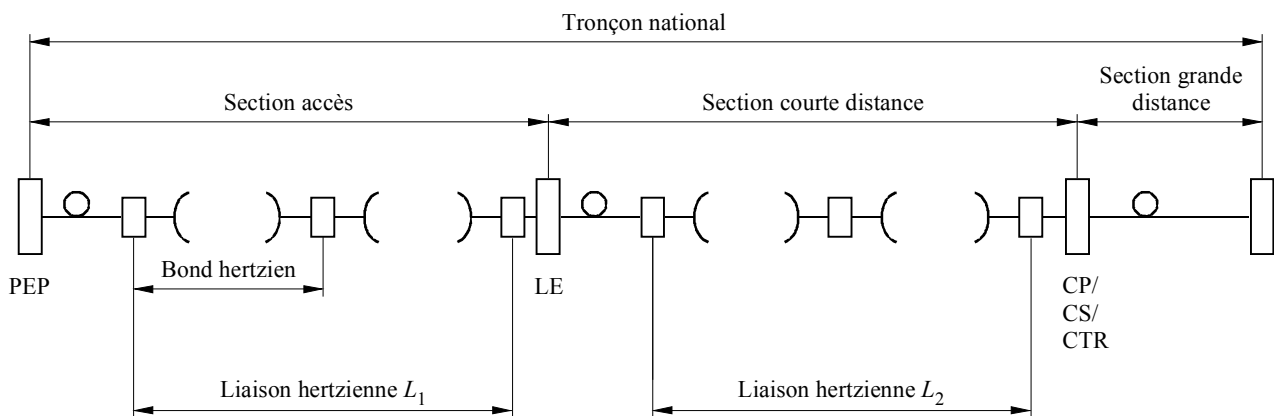
La présente Annexe contient des informations supplémentaires sur la signification de termes relatifs à la connexion, sur la relation entre les objectifs indiqués dans la Recommandation UIT-T G.827 et ceux définis dans la présente Recommandation, ainsi que quelques exemples d'évaluation des objectifs pour des liaisons hertziennes réelles.

### 2 Définition et terminologie

La présente Recommandation vise à définir les objectifs de disponibilité pour des liaisons hertziennes réelles faisant partie de l'élément NPE défini dans la Recommandation UIT-T G.827. Une liaison hertzienne peut être identifiée par un tronçon du conduit et elle peut appartenir à n'importe quelle section du réseau, comme illustré à la Fig. 2.

FIGURE 2

Exemple de liaisons hertziennes utilisées dans la section accès et dans la section courte distance d'un élément NPE



1493-02

À l'origine, la terminologie employée dans la Recommandation UIT-T G.827 est celle utilisée pour la maintenance des conduits internationaux, étant donné que la disponibilité est l'un des principaux facteurs influant sur le comportement d'un conduit hertzien. En fait, dans le passé, les caractéristiques de performance en termes d'erreur étaient un facteur négligeable, de sorte qu'elles n'étaient pas prises en considération. Aujourd'hui, du point de vue de la maintenance, la performance en termes d'erreur a la même importance que la disponibilité. En outre, les caractéristiques de performance et de disponibilité sont les éléments incontournables de la conception des liaisons.

Par ailleurs, les objectifs de performance en termes d'erreur, définis dans les Recommandations UIT-R F.1092, UIT-R F.1189, UIT-R F.1397 et dans les Recommandations UIT-T G.826, UIT-T G.828 et UIT-T G.829 pour les conduits en hiérarchie numérique plésiochrone (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*), en hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*), et pour les conduits en mode de transfert de cellules, sont fondés sur différents éléments d'un conduit. Plus particulièrement, les éléments qui composent un conduit SDH sont les sections de multiplexage (section MS) et les sections de régénération (section RS), sur lesquelles se fondent les définitions de performance. Afin de préciser la relation entre les objectifs de performance en termes d'erreur et les objectifs de disponibilité, il convient d'expliquer la relation existant entre les sections SDH et les éléments de conduit.

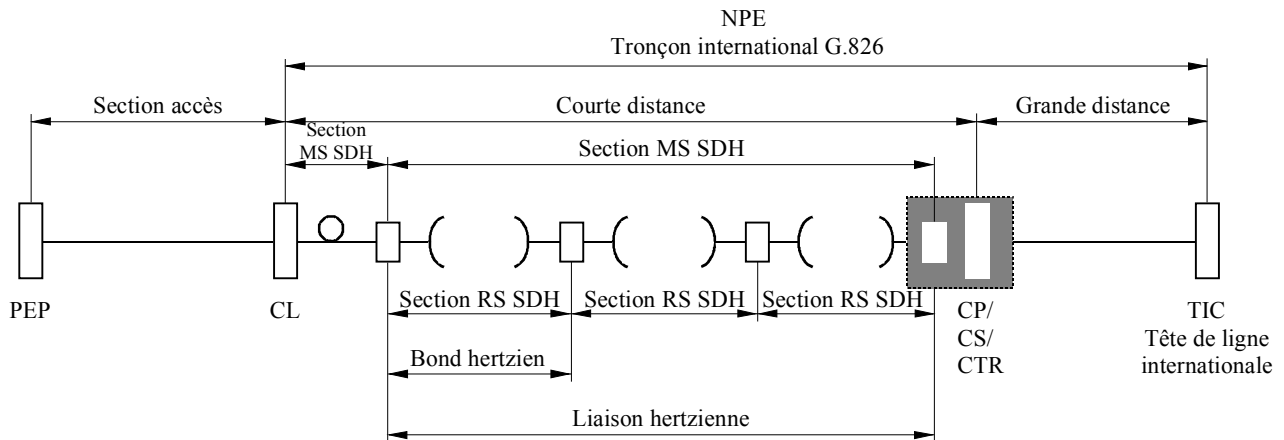
La Fig. 3 représente une liaison hertzienne utilisée dans une partie de section courte distance et composée de sections MS et RS SDH. Les objectifs de la présente Recommandation sont applicables à la liaison hertzienne, alors que les objectifs de performance en termes d'erreur de la Recommandation UIT-R F.1491 sont applicables aux seules sections MS et RS SDH correspondant à la liaison hertzienne. La répartition des objectifs de disponibilité et de performance en termes d'erreur entre chaque bond n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation ni dans celui de la Recommandation UIT-R F.1491.

En ce qui concerne la conception d'une liaison hertzienne, outre les objectifs, il convient de porter une attention particulière aux effets de la propagation, étant donné que la relation entre la disponibilité et la performance est définie par des phénomènes de propagation. En fait, en règle générale, plus un phénomène de propagation influe sur la performance, moins il influe sur la disponibilité, ou vice versa.

L'objectif de disponibilité d'une liaison hertzienne, tel qu'il est défini dans la présente Recommandation, doit être conforme aux objectifs définis dans la Recommandation UIT-T G.827 pour l'élément NPE.

FIGURE 3

## Exemple de liaison hertzienne utilisée dans une section de l'élément NPE



1493-03

### 3 Relation entre les objectifs indiqués dans la Recommandation UIT-T G.827 et ceux de la présente Recommandation

Dans le présent paragraphe, on établit une comparaison entre les objectifs de la Recommandation UIT-T G.827 et ceux de la présente Recommandation; cette comparaison est illustrée sur les Fig. 4 et 5.

La Recommandation UIT-T G.827 définit deux types d'objectif, la «valeur moyenne» et la «valeur correspondant au cas le plus défavorable». Les objectifs de valeur moyenne pour les éléments de conduit sont définis aux fins de conception des réseaux; en fait, on devrait calculer la valeur en utilisant la moyenne mathématique sur les éléments de conduit des mêmes catégories pour un système de transmission situé dans un environnement indépendant des supports. Etant donné que la présente Recommandation vise à définir les objectifs à des fins de conception, seules les valeurs correspondant au cas le plus défavorable doivent être mentionnées.

A la Fig. 4, on trouvera une comparaison des objectifs de taux d'indisponibilité (UR) ( $UR = 1 - AR$ ). Les objectifs spécifiés dans la présente Recommandation sont alignés sur les valeurs existantes définies dans les Recommandations UIT-R F.696 et UIT-R F.697.

### 4 Calcul d'objectifs de disponibilité

On trouvera ci-dessous des exemples d'application de la présente Recommandation à des liaisons réelles en vue du calcul des objectifs.

#### 4.1 Cas 1: Longueur de la section accès: 30 km

Cette longueur est inférieure à  $L_{min} = 50$  km, de sorte que l'on a utilisé la valeur  $L_{link} = 50$  km.

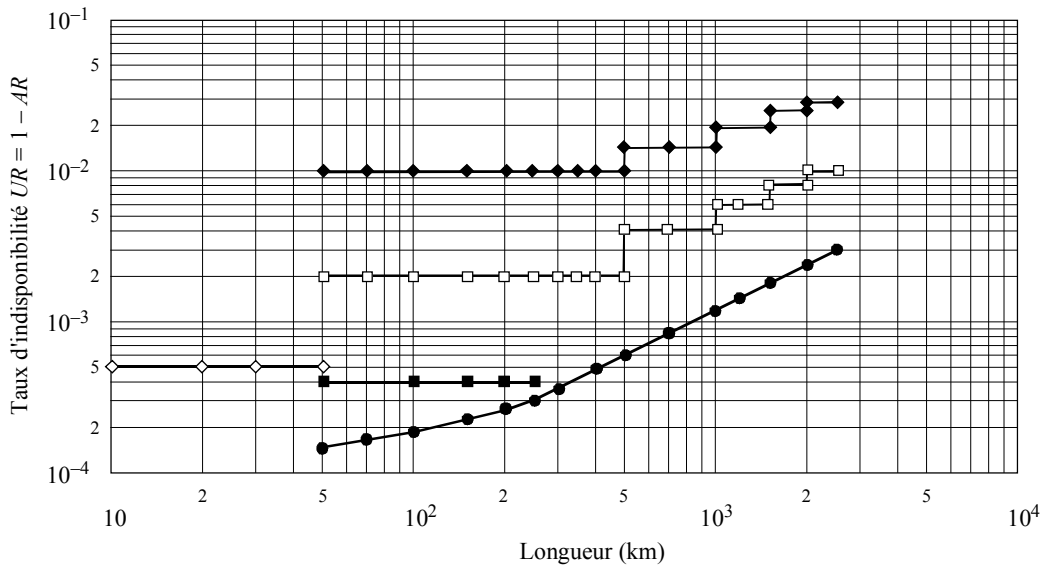
$$AR = 1 - \left( B_1 \frac{L_{link}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left( 0 \frac{50}{2500} + 5 \times 10^{-4} \right) = 0,9995$$

$$Mo = \frac{1}{D_1 \frac{L_{link}}{L_R} + E_1} = \frac{1}{0 \frac{50}{2500} + 100} = 1 \times 10^{-2}$$

Ces valeurs correspondent à un taux AR de 99,95% (indisponibilité de 263 min/an), à un nombre annuel d'événements de OI = 100 et à une durée moyenne entre événements consécutifs d'indisponibilité,  $Mo = 5\,256$  min.

FIGURE 4

Relation entre les objectifs de taux AR définis dans la Recommandation UIT-T G.827 et ceux de la présente Recommandation

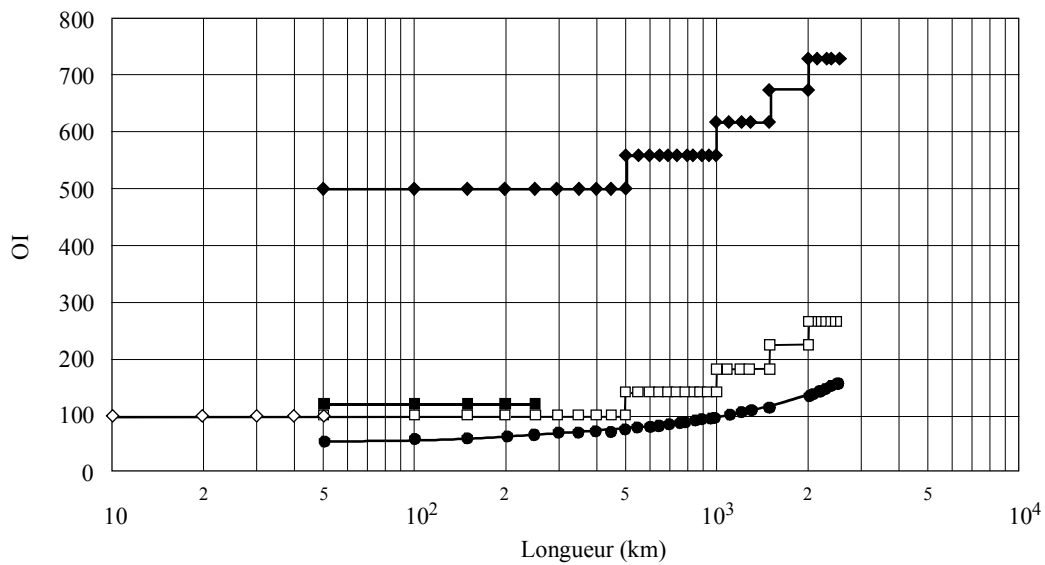


- Valeur moyenne pour le NPE (Recommandation UIT-T G.827)
- Grande distance (présente Recommandation)
- ◇— Accès (présente Recommandation)
- ◆— Valeur correspondant au cas le plus défavorable pour le NPE (Recommandation UIT-T G.827)
- Courte distance (présente Recommandation)

1493-04

FIGURE 5

Relation entre les objectifs de OI définis dans la Recommandation UIT-T G.827 et ceux de présente Recommandation



- Valeur moyenne pour le NPE (Recommandation UIT-T G.827)
- Grande distance (présente Recommandation)
- ◇— Accès (présente Recommandation)
- ◆— Valeur correspondant au cas le plus défavorable pour le NPE (Recommandation UIT-T G.827)
- Courte distance (présente Recommandation)

1493-05

#### 4.2 Cas 2: Longueur de la section courte distance: 105 km

Cette longueur est comprise dans la fourchette 50-250 km, de sorte que:

$$AR = 1 - \left( B_1 \frac{L_{link}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left( 0 \frac{105}{2500} + 4 \times 10^{-4} \right) = 0,9996$$

$$Mo = \frac{1}{D_1 \frac{L_{link}}{L_R} + E_1} = \frac{1}{0 \frac{105}{2500} + 120} = 8,34 \times 10^{-3}$$

Ces valeurs correspondent à un taux AR de 99,96% (indisponibilité de 210 min/an), à un nombre annuel de OI = 120 et à une durée moyenne entre événements consécutifs d'indisponibilité Mo = 4 380 min.

#### 4.3 Cas 3: Longueur de la section grande distance: 960 km

La longueur est comprise dans la fourchette 250-2 500 km, de sorte que:

$$AR = 1 - \left( B_1 \frac{L_{link}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left( 3 \times 10^{-3} \times \frac{960}{2500} + 0 \right) = 0,9988$$

$$Mo = \frac{1}{D_1 \frac{L_{link}}{L_R} + E_1} = \frac{1}{100 \frac{960}{2500} + 55} = 1,071 \times 10^{-2}$$

Ces valeurs correspondent à un taux AR de 99,88% (indisponibilité de 606 min/an), à un nombre annuel d'événements d'indisponibilité OI = 93 et à une durée moyenne entre événements consécutifs d'indisponibilité Mo = 5 627 min.

#### 4.4 Cas 4: Objectifs globaux pour une liaison de 1 095 km composée d'une section accès de 30 km, d'une section courte distance de 105 km et d'une section grande distance de 960 km

Les objectifs de taux AR de cette liaison sont donnés par la somme des objectifs d'indisponibilité correspondant à la partie de la liaison appartenant à chaque section de réseau:

$$AR = 1 - UR = 1 - (UR_{AN} + UR_{SH} + UR_{LH}) = 1 - (5 \times 10^{-4} + 4 \times 10^{-4} + 1,15 \times 10^{-3}) = 0,9979$$

où:

$UR$ : taux d'indisponibilité total

$UR_{AN}$ : objectif de taux d'indisponibilité pour la section accès

$UR_{SH}$ : objectif de taux d'indisponibilité pour la section courte distance

$UR_{LH}$ : objectif de taux d'indisponibilité pour la section grande distance (voir les exemples ci-dessus).

L'objectif de Mo est l'inverse de la somme des objectifs de OI correspondant à la partie de la liaison appartenant à chaque section de réseau:

$$Mo = \frac{1}{OI_{AN} + OI_{SH} + OI_{LH}} = \frac{1}{100 + 120 + 93} = 3,19 \times 10^{-3}$$

où:

$Mo$ : durée moyenne entre interruptions pour toute la liaison

$OI_{AN}$ : objectif de fréquence d'interruption pour la section accès

$OI_{SH}$ : objectif de fréquence d'interruption pour la section courte distance

$OI_{LH}$ : objectif de fréquence d'interruption pour la section grande distance (voir les exemples ci-dessus).

Ces valeurs correspondent à un taux AR de 99,795% (indisponibilité de 1 077min/an), à un nombre annuel de OI = 313 et à une durée moyenne entre événements consécutifs d'indisponibilité, Mo = 1 674 min.

Conformément à la Recommandation UIT-T G.827, les objectifs pour un élément NPE de 1 095 km sont les suivants:

- valeur moyenne de AR = 0,994
- valeur de AR correspondant au cas le plus défavorable = 0,98083
- valeur moyenne de OI = 183
- valeur de OI correspondant au cas le plus défavorable = 614.

Dans cet exemple, les objectifs globaux sont conformes à ceux de la Recommandation UIT-T G.827.

---