



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.827**

(03/2000)

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

Réseaux numériques – Objectifs de qualité et de  
disponibilité

---

**Paramètres et objectifs de disponibilité pour les  
éléments de conduits numériques  
internationaux à débit constant égal ou  
supérieur au débit primaire**

Recommandation UIT-T G.827

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

---

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        |
| Généralités   | G.800–G.809        |
| 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        |

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

**Paramètres et objectifs de disponibilité pour les éléments de conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire**

**Résumé**

La présente Recommandation définit des paramètres de performance de réseau, des objectifs et des méthodes de mesure permettant de décrire la performance en matière de disponibilité des conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire. Les objectifs de performance sont spécifiés pour des éléments donnés du conduit international. Les éléments de conduit sont classés selon leur position dans le réseau et leur longueur. L'Annexe A fournit des indications sur la façon de calculer la performance de bout en bout qui dépend de la topologie effective des conduits. Des méthodes de mesure permettant d'évaluer la performance des éléments de conduit au moyen de techniques d'échantillonnage sont également fournies.

**Source**

La Recommandation G.827 de l'UIT-T, révisée par la Commission d'études 13 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 10 mars 2000 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de la CMNT.

**Mots clés**

Disponibilité, durée moyenne entre interruptions de conduit numérique, élément de conduit, fréquence d'interruption, objectifs de disponibilité, performance en matière de disponibilité, taux de disponibilité, taux d'indisponibilité.

## 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.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), 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 la CMNT.

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 2001

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

|          | <b>Page</b>  |
|----------|--|
| 1        | Introduction..... 1  |
| 1.1      | Objet..... 1   |
| 1.2      | Domaine d'application ..... 1  |
| 2        | Références normatives ..... 2  |
| 3        | Abréviations..... 2  |
| 4        | Définition des conduits, éléments de conduit et catégories d'éléments de conduit.... 3                               |
| 4.1      | conduit ..... 3  |
| 4.2      | élément de conduit ..... 3   |
| 4.3      | catégories d'éléments de conduit..... 3  |
| 4.3.1    | position dans le réseau ..... 3  |
| 4.3.2    | longueur ..... 6   |
| 4.3.3    | niveau de performance..... 6   |
| 5        | Définition des paramètres ..... 6  |
| 5.1      | Généralités ..... 6  |
| 5.2      | Taux de disponibilité ..... 7  |
| 5.3      | Durée moyenne entre interruptions de conduit numérique ..... 7   |
| 6        | Objectifs de performance en matière de disponibilité ..... 8   |
| 6.1      | Éléments de conduits fonctionnant au débit primaire..... 9   |
| 6.1.1    | Taux de disponibilité ..... 9  |
| 6.1.2    | Durée moyenne entre interruptions de conduit numérique..... 10   |
| 6.2      | Éléments de conduits fonctionnant à des débits supérieurs au débit primaire..... 11                                  |
| Annexe A | – Exemples de topologies de conduit et de calculs de performance en matière de disponibilité de bout en bout..... 11 |
| A.1      | Objet..... 11  |
| A.2      | Topologies de conduit..... 12  |
| A.3      | Indisponibilité de bout en bout ..... 13   |
| A.3.1    | Topologie linéaire..... 13   |
| A.3.2    | Topologie redondante ..... 14  |
| A.4      | Fréquence d'interruption de bout en bout..... 14   |
| A.4.1    | Topologie linéaire..... 14   |
| A.4.2    | Topologie redondante ..... 14  |
| A.5      | Exemples numériques ..... 15   |

|   |    |
|---|----|
| Annexe B – Méthodes de mesure de la performance en matière de disponibilité des éléments de conduit ..... | 15 |
| B.1 Objet.....  | 15 |
| B.2 Méthodes de mesure .....  | 15 |
| B.3 Procédure d'évaluation par échantillonnage.....   | 16 |

## Recommandation UIT-T G.827

### Paramètres et objectifs de disponibilité pour les éléments de conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire

## 1 Introduction

### 1.1 Objet

La présente Recommandation vise à spécifier des paramètres et objectifs de disponibilité pour les éléments de conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire. Elle doit être utilisée par:

- les planificateurs de réseau de transmission pour déterminer les mesures et actions requises à l'intérieur du réseau (par exemple fiabilité du système, organisation de la maintenance, techniques de protection de réseau);
- l'organisme responsable de la fourniture d'un conduit pour déterminer les actions de bout en bout supplémentaires (comme la commutation de protection de bout en bout) qui sont nécessaires pour satisfaire aux objectifs de qualité de service;
- les opérateurs de réseau fournissant des éléments centraux de conduit qui forment un conduit numérique international afin de garantir que les prescriptions de disponibilité sont respectées.

### 1.2 Domaine d'application

La présente Recommandation s'applique aux éléments de conduits des conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire. Ces conduits peuvent être basés sur la hiérarchie numérique plésiochrone (PDH), la hiérarchie numérique synchrone (SDH) ou sur d'autres modes de transport comme le mode cellulaire. La présente Recommandation est générique dans le sens où elle définit des paramètres et objectifs qui sont indépendants du réseau de transport physique fournissant les conduits.

Deux types de conduit sont considérés: les conduits entre centres de commutation internationaux (CCI) qui ne sont constitués que d'une portion internationale (conduits de type "a") et les conduits qui s'étendent au-delà des centres CCI et qui sont constitués de deux portions nationales et d'une portion internationale (conduits de type "b") (voir Figures 1 et 2). La présente Recommandation spécifie des objectifs concernant la performance en matière de disponibilité pour chacune de ces portions.

Les portions nationales comme les portions internationales sont constituées d'éléments de conduits. Pour chaque portion nationale des conduits de type "b", la présente Recommandation spécifie des paramètres et prescriptions de disponibilité pour la portion dans son ensemble – il appartient à l'opérateur de réseau de subdiviser les prescriptions entre les différents éléments de conduits formant la portion nationale. Pour la portion internationale des conduits des deux types, la présente Recommandation spécifie des paramètres et prescriptions de disponibilité pour les éléments de conduits formant la portion internationale. A noter que le point de mesure international est situé du côté international du centre CCI.

La performance en matière de disponibilité de bout en bout d'un conduit numérique international peut être calculée à partir de la disposition des éléments qui constituent le conduit et de leurs objectifs associés. L'Annexe A donne des indications pour évaluer les objectifs de disponibilité de bout en bout. A noter que spécifier la performance de bout en bout requise, par rapport à laquelle la

performance de bout en bout calculée peut être jugée satisfaisante ou non, sort du cadre de la présente Recommandation. Cette spécification peut résulter d'un accord avec les utilisateurs du conduit ou peut faire l'objet d'une Recommandation distincte.

Dans certains pays, il est possible que le réseau soit subdivisé en plusieurs parties qui sont sous la responsabilité de différents opérateurs de réseau. La répartition des objectifs entre ces diverses parties sort du cadre de la présente Recommandation.

Les objectifs de bout en bout en matière de disponibilité des conduits font l'objet d'une autre Recommandation qui est actuellement en cours d'élaboration.

## 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.

- [1] UIT-T G.826 (1999), *Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire.*
- [2] UIT-T M.20 (1992), *Philosophie de maintenance pour les réseaux de télécommunication.*
- [3] UIT-T M.1010 (1988), *Constitution et nomenclature des circuits internationaux loués.*

## 3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

|       |  |
|-------|--|
| AR    | taux de disponibilité ( <i>availability ratio</i> )  |
| CCI   | centre de commutation international  |
| CP    | locaux du client ( <i>customer premises</i> )  |
| FS    | station frontière ( <i>frontier station</i> )  |
| IB    | frontière internationale ( <i>international border</i> )   |
| ICPCE | élément central de conduit entre deux pays ( <i>inter-country path core element</i> )                    |
| IG    | passerelle internationale ( <i>international gateway</i> )   |
| IPCE  | élément central de conduit international ( <i>international path core element</i> )                      |
| Mo    | durée moyenne entre interruptions de conduit numérique ( <i>mean time between digital path outages</i> ) |
| NPCE  | élément central de conduit national ( <i>national path core element</i> )                                |
| NPE   | élément de conduit national ( <i>national path element</i> )   |
| OI    | fréquence d'interruption ( <i>outage intensity</i> )   |
| PAE   | élément d'accès au conduit ( <i>path access element</i> )  |
| PDH   | hiérarchie numérique plésiochrone ( <i>plesiochronous digital hierarchy</i> )                            |
| PE    | élément de conduit ( <i>path element</i> )   |
| PEP   | point d'extrémité de conduit ( <i>path end point</i> )   |
| PSE   | élément de commutation de circuits ( <i>path switching element</i> )                                     |



|     |   |
|-----|---|
| SDH | hiérarchie numérique synchrone ( <i>synchronous digital hierarchy</i> ) |
| SES | seconde gravement erronée ( <i>severely errored second</i> )            |
| SIE | événement de courte interruption ( <i>short interruption event</i> )    |
| TIC | centre international terminal ( <i>terminal international centre</i> )  |
| UR  | taux d'indisponibilité ( <i>unavailability ratio</i> )                  |

## **4 Définition des conduits, éléments de conduit et catégories d'éléments de conduit**

### **4.1 conduit**

Un conduit est une entité de transport responsable de l'intégrité du transfert des informations réseau du client.

Les conduits sont terminés par deux extrémités de conduit (PEP). Pour les conduits de type "a", les extrémités PEP sont situées du côté international des centres CCI mais leur emplacement exact nécessite un complément d'étude. Pour les conduits de type "b", les extrémités PEP sont situées dans les locaux du client (CP).

### **4.2 élément de conduit**

Un élément de conduit est une portion de conduit résultant d'une subdivision faite à des fins de gestion de la disponibilité.

NOTE – Dans la présente Recommandation, les conduits sont subdivisés sur la base de considérations géographiques et non architecturales. Les éléments de conduit sont donc considérés comme des éléments logiques dont les frontières ne sont pas nécessairement situées au niveau réseau (c'est-à-dire fonction du débit) du conduit en question. Par exemple, sur un conduit à 2 Mbit/s, il se pourrait qu'une frontière internationale n'existe physiquement qu'à 140 Mbit/s. En pareil cas, le signal à 2 Mbit/s constitutif au niveau de la frontière internationale ne peut être observé qu'au moyen d'un équipement supplémentaire qui analyse passivement la structure imbriquée du signal. Toutefois, il est toujours possible de surveiller la performance en matière de disponibilité à l'aide de mécanismes au niveau de la couche du conduit support.

La topologie et la réalisation physique des éléments de conduit relèvent de la responsabilité de chaque opérateur de réseau.

### **4.3 catégories d'éléments de conduit**

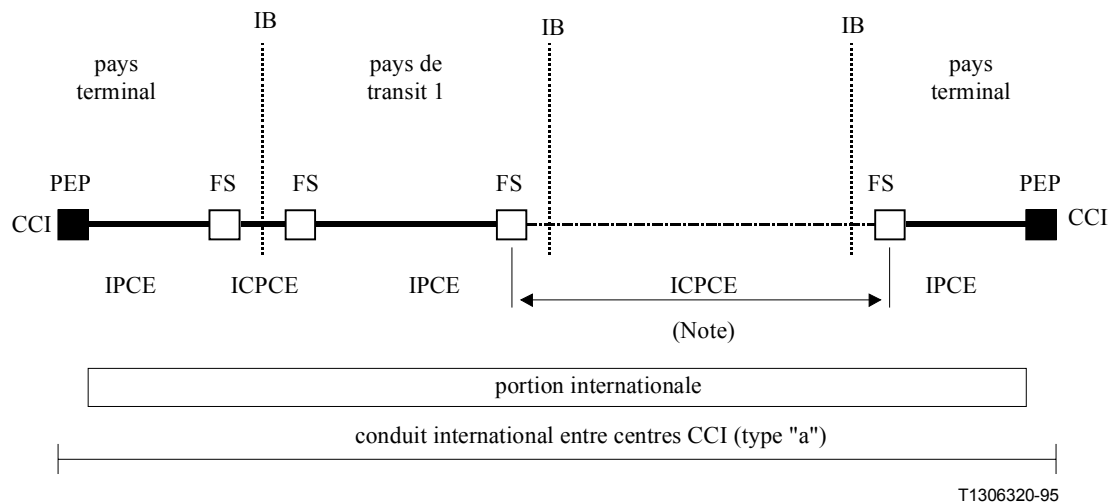
Les éléments de conduit sont classés selon leur position dans le réseau et leur longueur. Leur dimensionnement sur la base du niveau de performance en matière de disponibilité nécessite un complément d'étude.

#### **4.3.1 position dans le réseau**

Les conduits peuvent traverser diverses portions de réseau ayant des caractéristiques de performance en matière de disponibilité très différentes. Dans la présente Recommandation, on distingue trois types de portion:

- élément central de conduit entre deux pays (ICPCE);
- élément central de conduit international (IPCE);
- élément de conduit national (NPE).

Les Figures 1 et 2 montrent la configuration conceptuelle de ces éléments de conduit. A noter que l'élément NPE qui constitue la portion nationale ne s'applique qu'aux conduits de type "b". La portion internationale est constituée d'une combinaison d'éléments ICPCE et IPCE.

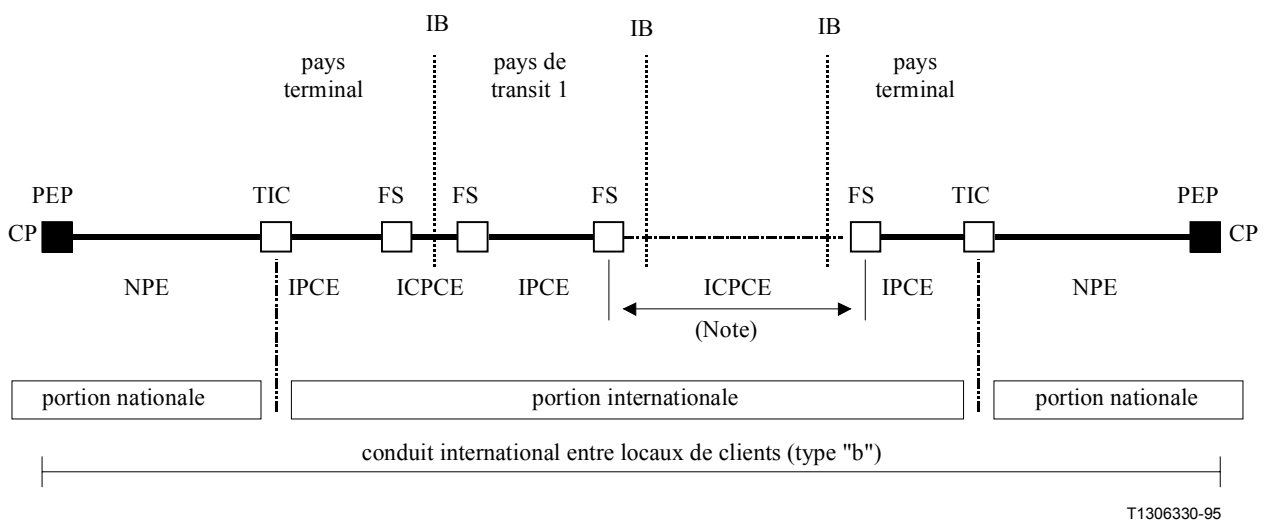


T1306320-95

|     |                                     |       |  |
|-----|-------------------------------------|-------|--|
| CCI | centre de commutation international | ICPCE | élément central de conduit entre deux pays |
| FS  | station frontière                   | IPCE  | élément central de conduit international   |
| IB  | frontière internationale            | PEP   | extrémité de conduit                       |

NOTE – Cet élément ICPCE qui franchit deux frontières internationales a généralement pour support un système de transmission par satellite ou sous-marin.

**Figure 1/G.827 – Configuration conceptuelle des éléments d'un conduit international entre centres CCI**



T1306330-95

|       |  |      |  |
|-------|--|------|--|
| CP    | locaux du client                           | IPCE | élément central de conduit international |
| FS    | station frontière                          | NPE  | élément de conduit national              |
| IB    | frontière internationale                   | PEP  | extrémité de conduit                     |
| ICPCE | élément central de conduit entre deux pays | TIC  | centre international terminal            |

NOTE – Cet élément ICPCE qui franchit deux frontières internationales a généralement pour support un système de transmission par satellite ou sous-marin.

**Figure 2/G.827 – Configuration conceptuelle des éléments d'un conduit international entre locaux de clients**

### 4.3.1.1 élément central de conduit entre deux pays

L'élément ICPCE est l'élément de conduit ayant pour support le conduit numérique d'ordre le plus élevé de part et d'autre la frontière géographique entre deux pays. L'élément ICPCE constitue la liaison entre des réseaux situés dans différents pays, considérés comme des sous-réseaux.

Cet élément est limité par des stations frontières lorsque le conduit entre deux pays d'ordre le plus élevé a pour extrémités ces stations frontières. Lorsqu'une extrémité de ce conduit n'est pas située dans une station frontière, l'élément ICPCE est limité par le point d'accès à la section entre deux pays support. Un exemple d'élément ICPCE est donné sur la Figure 3.

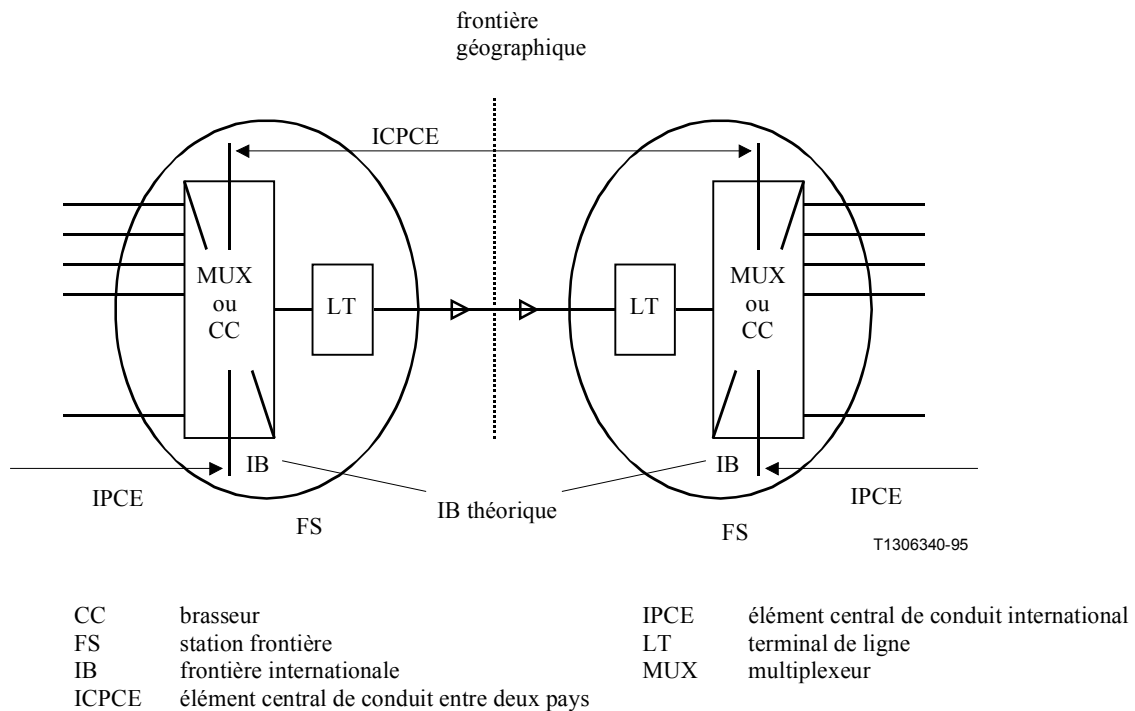


Figure 3/G.827 – Exemple d'élément central de conduit entre deux pays (ICPCE)

Un élément ICPCE peut avoir comme support un système de transmission par câble sous-marin, terrestre ou par satellite. Dans le cas d'un système de transmission par satellite, on considère que la station frontière est située dans la station terrestre.

### 4.3.1.2 élément central de conduit international

L'élément IPCE est l'élément de conduit utilisé dans le réseau central d'un opérateur.

Les frontières de cet élément dépendent de son application. Pour un pays de transit, cet élément est limité par deux stations frontières. Pour un pays terminal, cet élément est limité par une passerelle internationale et une station frontière. En particulier:

- dans un conduit de type "a", cet élément est délimité par un centre CCI et une station frontière;
- dans un conduit de type "b", cet élément est délimité par un centre international terminal (TIC) qui correspond à l'extrémité de la portion internationale et une station frontière. Le centre TIC est défini dans UIT-T M.1010. (A noter que le centre CCI et le centre TIC peuvent être situés au même endroit.)

### 4.3.1.3 élément de conduit national

L'élément NPE est un élément de conduit utilisé dans un pays terminal pour relier la portion internationale à l'extrémité PEP pour les conduits de type "b" uniquement. L'élément NPE comprend à la fois l'élément d'accès au conduit (PAE) et l'élément central de conduit national (NPCE), mais la présente Recommandation ne fournit qu'un objectif national applicable à l'élément NPE. La subdivision de cette prescription entre les éléments PAE et NPCE sort du cadre de la présente Recommandation.

### 4.3.2 longueur

Les catégories de longueur d'élément de conduit sont définies par les règles suivantes:

- $500 \cdot (i - 1) \leq L < 500 \cdot i$  où  $i = 1, 2, \dots, 20$  (4-1)

- $L \geq 10\,000$  km (4-2)

La formule (4-1) spécifie 20 catégories de longueur, par intervalles de 500 km, entre 0 et 10 000 km. Chaque catégorie est représentée par la variable "i"; les formules (6-1) et (6-2) utilisent cette variable pour déterminer les objectifs de performance en matière de disponibilité d'un élément de conduit de longueur L. Les éléments de conduit de longueur supérieure ou égale à 10 000 km sont spécifiés par la formule (4-2) et les objectifs de performance en matière de disponibilité correspondant à ces éléments sont aussi déterminés par les formules (6-1) et (6-2).

A l'exception des éléments de conduit dont les supports sont des câbles sous-marins, la longueur L correspond à la plus petite des deux longueurs suivantes: la longueur effective du trajet, la distance à vol d'oiseau multipliée par un facteur de route. Pour les éléments de conduit dont les supports sont des câbles sous-marins, c'est la longueur effective du trajet qui est utilisée.

Le facteur de route est spécifié comme suit:

- si la distance à vol d'oiseau est inférieure à 1 000 km, le facteur de route vaut 1,5;
- si la distance à vol d'oiseau est comprise entre 1 000 et 1 200 km, la longueur calculée est supposée être égale à 1 500 km;
- si la distance à vol d'oiseau est supérieure à 1 200 km, le facteur de route vaut 1,25.

### 4.3.3 niveau de performance

La spécification du niveau de performance nécessite un complément d'étude.

## 5 Définition des paramètres

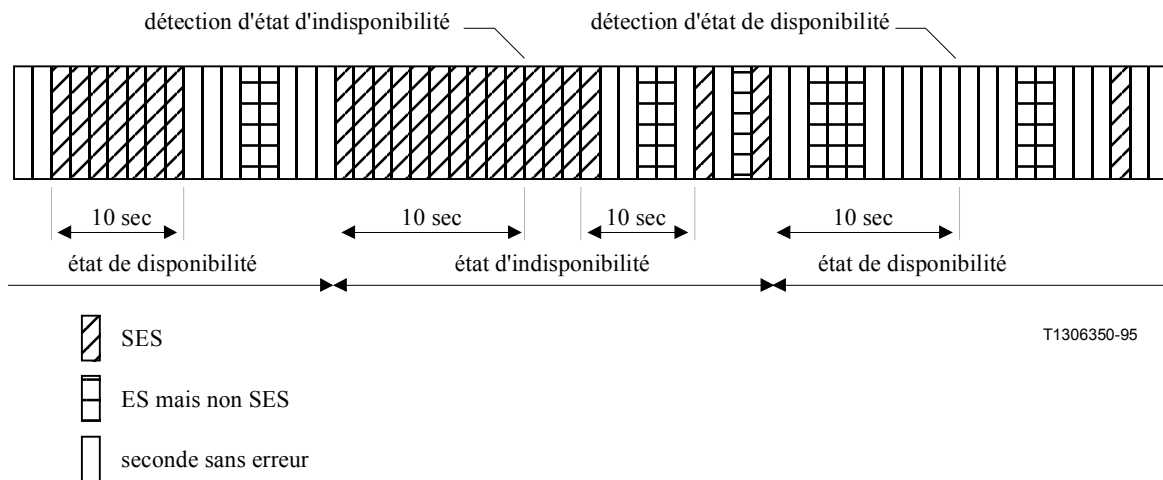
### 5.1 Généralités

Chaque sens d'un conduit peut se trouver dans l'un des deux états suivants: état de disponibilité ou état d'indisponibilité. Les critères permettant de déterminer la transition entre les deux états sont les suivants.

Une période d'indisponibilité commence avec l'apparition de 10 événements consécutifs de secondes avec erreur grave (SES). On considère que ces 10 secondes font partie de la période d'indisponibilité. Une nouvelle période de disponibilité commence avec l'apparition de 10 secondes non SES consécutives (une seconde non SES est une seconde soit sans erreur, ou avec erreur mais non gravement erronée). On considère que ces 10 secondes font partie de la période de disponibilité. Pour la définition des secondes SES, se reporter à UIT-T G.826. La Figure 4 illustre les transitions entre les états de disponibilité et d'indisponibilité.

Un conduit est disponible si, et seulement si, il est disponible dans les deux sens.

NOTE – Pour qu'un conduit passe à l'état d'indisponibilité, il faut qu'il soit indisponible dans un sens. Ainsi, si des événements de secondes SES consécutives se chevauchant se produisent dans les deux sens et sont tels qu'aucun des sens ne passe à l'état d'indisponibilité et que la période totale au niveau du conduit est supérieure à 10 secondes, le conduit reste à l'état de disponibilité.



**Figure 4/G.827 – Transition entre les états de disponibilité et d'indisponibilité**

Les objectifs de performance sont donnés dans la présente Recommandation pour les deux paramètres de performance en matière de disponibilité suivants: le taux de disponibilité (AR) et la durée moyenne entre interruptions de conduit numérique (Mo). Ils s'appliquent à toutes les catégories d'éléments de conduit.

## 5.2 Taux de disponibilité

Le taux de disponibilité (AR) est défini comme étant le pourcentage de temps pendant lequel un élément de conduit est à l'état de disponibilité pendant une période d'observation. Le calcul de ce taux se fait en divisant le temps de disponibilité total pendant la période d'observation par la durée de la période d'observation.

Le complément à 1 du taux AR, le taux d'indisponibilité (UR) est défini comme étant le pourcentage de temps pendant lequel un élément de conduit est à l'état d'indisponibilité pendant une période d'observation. Le calcul de ce taux se fait en divisant le temps d'indisponibilité total pendant la période d'observation par la durée de la période d'observation.

L'un ou l'autre taux peut être utilisé pour les applications de conception, de mesure et de maintenance. Les deux taux sont reliés par la formule suivante:

$$AR + UR = 1 \quad (5-1)$$

## 5.3 Durée moyenne entre interruptions de conduit numérique

Pour une portion de conduit numérique, la durée moyenne entre interruptions de conduit numérique (Mo) est égale à la durée moyenne des intervalles continus pendant lesquels la portion est disponible. Les intervalles consécutifs de période de disponibilité prévue sont concaténés.

Le paramètre Mo, ou l'inverse de Mo défini comme étant la fréquence d'interruption (OI), peuvent être utilisés pour les applications de conception, de mesure et de maintenance. Les deux paramètres sont reliés par la formule suivante:

$$Mo = 1/OI \quad (5-2)$$

NOTE – D'une manière générale, les événements d'indisponibilité peuvent être classés comme passagers ou durables. Les interruptions dues à des événements passagers ne durent généralement que quelques minutes et concernent en principe la majorité des interruptions tandis que les interruptions dues à des événements durables sont plus longs. Pour l'analyse des interruptions à des fins de maintenance conformément aux principes UIT-T M.20, il sera utile de classer les événements dans ces catégories.

## 6 Objectifs de performance en matière de disponibilité

Le présent paragraphe présente les objectifs de performance en matière de disponibilité des éléments de conduit des diverses catégories. Le calcul de ces objectifs utilise une allocation fixe plus une allocation dépendant de la distance. On peut calculer la performance de bout en bout d'un conduit international à partir de ces objectifs en utilisant les indications données dans l'Annexe A. Pour faciliter le calcul de la performance de bout en bout, les équations de l'Annexe A utilisent les paramètres UR et OI.

Deux types d'objectifs sont spécifiés:

- des valeurs moyennes, c'est-à-dire les moyennes d'ensemble de tous les éléments de conduit d'une catégorie donnée dans un pays;
- des valeurs correspondant au cas le plus défavorable, c'est-à-dire les valeurs minimales acceptables pour chaque élément de conduit.

Les objectifs s'appliquent à des périodes d'observation d'une année (365 jours consécutifs), les mesures étant réalisées à l'aide d'une fenêtre glissante avec un pas de 24 heures. L'Annexe B donne des indications sur la façon de mesurer la performance des éléments de conduit.

Les objectifs sont utiles pour ce qui suit:

- *Conception/planification de réseau*  
Les objectifs de valeurs moyennes et de valeurs correspondant au cas le plus défavorable sont utiles aux fins de conception/planification de réseau;
- *Objectifs opérationnels*  
Les objectifs de valeurs correspondant au cas le plus défavorable sont utiles à des fins opérationnelles et s'appliquent à chaque élément de conduit. Parvenir à la conformité avec ces objectifs et tester cette conformité relèvent de la responsabilité de chaque opérateur de réseau. A noter que l'établissement de la responsabilité pour le test de conformité des éléments de conduit qui couvrent plusieurs réseaux d'opérateurs nécessite un complément d'étude.  
L'applicabilité des objectifs de valeurs moyennes à des fins opérationnelles nécessite un complément d'étude.

Pour respecter ces prescriptions, il peut être nécessaire d'utiliser des valeurs plus strictes pour la conception.

Les conduits numériques fonctionnant aux débits prévus dans la présente Recommandation ont pour support des systèmes de transmission (sections numériques) fonctionnant à des débits égaux ou supérieurs. Ces systèmes doivent respecter les objectifs qui leur sont alloués pour les conduits de débit le plus élevé dont ils devront assurer le support. Respecter les objectifs alloués pour le conduit de débit le plus élevé devrait assurer que tous les conduits utilisant le système satisfont à leurs objectifs. Par exemple, en hiérarchie SDH, une section STM-1 peut assurer le support d'un conduit VC-4; cette section sera donc conçue de façon à assurer que les objectifs spécifiés dans la présente Recommandation pour le débit correspondant au conduit VC-4 sont respectés.

NOTE – Dans la présente Recommandation, les objectifs sont alloués aux éléments de conduits internationaux. Dans l'exemple ci-dessus, si la section STM-1 ne constitue pas un élément de conduit complet, l'allocation correspondante pour l'élément de conduit doit être subdivisée pour déterminer l'allocation appropriée à chaque section numérique. Cela sort du cadre de la présente Recommandation.

## 6.1 Éléments de conduits fonctionnant au débit primaire

### 6.1.1 Taux de disponibilité

L'objectif de taux AR est déterminé par les formules suivantes:

$$AR_j = \begin{cases} 1 - (b_{jn} + i \cdot x_{jn}) & \text{pour } L < 2\,500 \text{ km} \\ 1 - (b_{jn} + (i-5) \cdot x_{jn}) & \text{pour } 2\,500 \text{ km} \leq L < 7\,500 \text{ km} \\ 1 - (b_{jn} + (i-15) \cdot x_{jn}) & \text{pour } 7\,500 \text{ km} \leq L < 10\,000 \text{ km} \\ 1 - (b_{jn} + 21 \cdot x_{jn}) & \text{pour } L \geq 10\,000 \text{ km} \end{cases} \quad (6-1)$$

avec:

$j = \{NPE, IPCE, ICPCE\}$

$b_{jn}$  = tolérance fixe pour des éléments de conduit de type  $j$ , de classe de longueur  $n$

$i$  = catégorie de longueur (voir formule 4-1)

$x_{jn}$  = tolérance basée sur la distance pour des éléments de conduit de type  $j$ , de classe de longueur  $n$

Des valeurs de  $b_{jn}$  et  $x_{jn}$  sont données dans les Tableaux 1 et 2.

**Tableau 1/G.827 – Valeurs des calculs de taux de disponibilité ( $\times 10^{-4}$ ), valeurs moyennes**

| Type d'élément de conduit | L < 2 500 km |          | 2 500 km ≤ L < 7 500 km |                  | L ≥ 7 500 km     |                  |
|---------------------------|--------------|----------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                           | $b_{j1}$     | $x_{j1}$ | $b_{j2}$                | $x_{j2}$         | $b_{j3}$         | $x_{j3}$         |
| NPE                       | 0            | 20       | 100                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |
| IPCE                      | 0            | 15       | 75                      | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |
| ICPCE                     | 0            | 20       | 100                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |

NOTE 1 – Il est possible d'utiliser des liaisons par satellite pour mettre en œuvre chaque élément de conduit ou une combinaison d'éléments de conduit. L'objectif de taux AR moyen pour les liaisons par satellite nécessite un complément d'étude.

NOTE 2 – L'objectif pour les éléments de conduit de longueur supérieure à 10 000 km est limité par la formule (6-1).

**Tableau 2/G.827 – Valeurs des calculs de taux de disponibilité( $\times 10^{-4}$ ),  
valeurs correspondant au cas le plus défavorable**

| Type d'élément de conduit | L < 2 500 km    |                 | 2 500 km ≤ L < 7 500 km |                  | L ≥ 7 500 km     |                  |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                           | b <sub>j1</sub> | X <sub>j1</sub> | b <sub>j2</sub>         | x <sub>j2</sub>  | b <sub>j3</sub>  | x <sub>j3</sub>  |
| NPE                       | 52              | 47              | 287                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |
| IPCE                      | 40              | 35              | 215                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |
| ICPCE                     | 52              | 47              | 287                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |

NOTE 1 – Il est possible d'utiliser des liaisons par satellite pour mettre en œuvre chaque élément de conduit ou une combinaison d'éléments de conduit. L'objectif de taux AR correspondant au cas le plus défavorable pour les liaisons par satellite nécessite un complément d'étude.

NOTE 2 – L'objectif pour les éléments de conduit de longueur supérieure à 10 000 km est limité par la formule (6-1).

### 6.1.2 Durée moyenne entre interruptions de conduit numérique

L'objectif de durée Mo est déterminé par les formules suivantes:

$$Mo_j = \begin{cases} 1/(b_{jn} + i \cdot x_{jn}) & \text{pour } L < 2\,500 \text{ km} \\ 1/(b_{jn} + (i-5) \cdot x_{jn}) & \text{pour } 2\,500 \text{ km} \leq L < 7\,500 \text{ km} \\ 1/(b_{jn} + (i-15) \cdot x_{jn}) & \text{pour } 7\,500 \text{ km} \leq L < 10\,000 \text{ km} \\ 1/(b_{jn} + 21 \cdot x_{jn}) & \text{pour } L \geq 10\,000 \text{ km} \end{cases} \quad (6-2)$$

avec:

- j = {NPE, IPCE, ICPCE}
- b<sub>jn</sub> = tolérance fixe pour des éléments de conduit de type j, de classe de longueur n
- i = catégorie de longueur (voir formule 4-1)
- x<sub>jn</sub> = tolérance basée sur la distance pour des éléments de conduit de type j, de classe de longueur n

Des valeurs de b<sub>jn</sub> et x<sub>jn</sub> sont données dans les Tableaux 3 et 4.



**Tableau 3/G.827 – Valeurs des calculs de durée moyenne entre interruptions de conduit numérique, valeurs moyennes**

|                           | L < 2 500 km    |                 | 2 500 km ≤ L < 7 500 km |                  | L ≥ 7 500 km     |                  |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Type d'élément de conduit | b <sub>j1</sub> | x <sub>j1</sub> | b <sub>j2</sub>         | x <sub>j2</sub>  | b <sub>j3</sub>  | x <sub>j3</sub>  |
| NPE                       | 57              | 42              | 267                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |
| IPCE                      | 30              | 20              | 130                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |
| ICPCE                     | 18              | 13              | 83                      | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |

NOTE 1 – Il est possible d'utiliser des liaisons par satellite pour mettre en œuvre chaque élément de conduit ou une combinaison d'éléments de conduit. L'objectif de durée Mo moyenne pour les liaisons par satellite nécessite un complément d'étude.

NOTE 2 – L'objectif pour les éléments de conduit de longueur supérieure à 10 000 km est limité par la formule (6-2).

**Tableau 4/G.827 – Paramètres des objectifs de durée moyenne entre interruptions de conduit numérique, valeurs correspondant au cas le plus défavorable**

|                           | L < 2 500 km    |                 | 2 500 km ≤ L < 7 500 km |                  | L ≥ 7 500 km     |                  |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Type d'élément de conduit | b <sub>j1</sub> | x <sub>j1</sub> | b <sub>j2</sub>         | x <sub>j2</sub>  | b <sub>j3</sub>  | x <sub>j3</sub>  |
| NPE                       | 443             | 58              | 733                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |
| IPCE                      | 222             | 27              | 357                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |
| ICPCE                     | 130             | 20              | 230                     | étude ultérieure | étude ultérieure | étude ultérieure |

NOTE 1 – Il est possible d'utiliser des liaisons par satellite pour mettre en œuvre chaque élément de conduit ou une combinaison d'éléments de conduit. L'objectif de durée Mo correspondant au cas le plus défavorable pour les liaisons par satellite nécessite un complément d'étude.

NOTE 2 – L'objectif pour les éléments de conduit de longueur supérieure à 10 000 km est limité par la formule (6-2).

## 6.2 Éléments de conduits fonctionnant à des débits supérieurs au débit primaire

Pour étude ultérieure.

### ANNEXE A

#### Exemples de topologies de conduit et de calculs de performance en matière de disponibilité de bout en bout

##### A.1 Objet

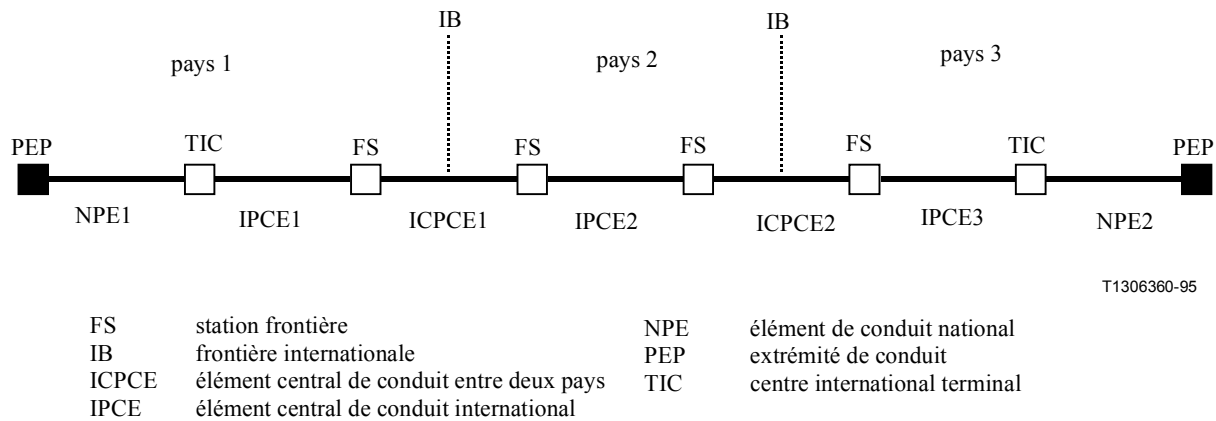
La présente annexe vise à fournir des indications pour calculer la performance de bout en bout d'un conduit en fonction des performances des éléments de conduit; ces indications s'appuient sur des exemples de topologies de base (linéaire et redondante).

Dans certains cas, des négociations entre opérateurs pourront aboutir à des topologies plus complexes mais les principes de calcul donnés ici continueront à s'appliquer.

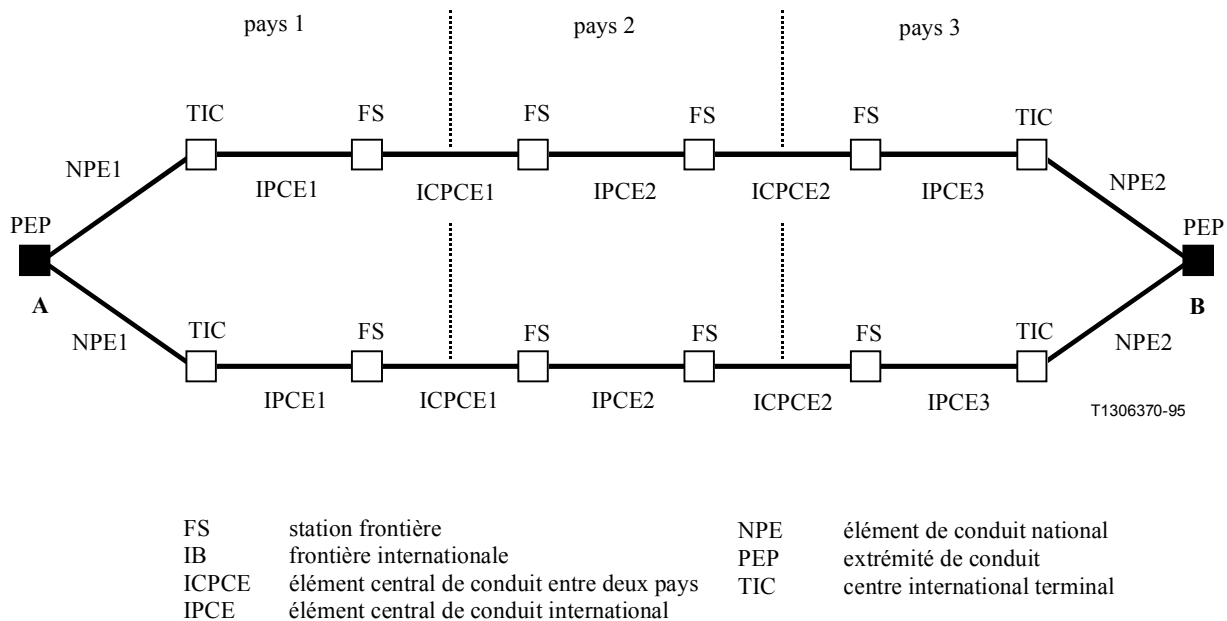
Actuellement, aucun objectif n'est spécifié pour la performance de bout en bout. Ces objectifs sont à l'étude et seront insérés dans une nouvelle version révisée de la Recommandation.

## A.2 Topologies de conduit

Les Figures A.1 et A.2 représentent les topologies de base de conduit qui peuvent être élaborées à partir des éléments de conduit définis dans la présente Recommandation.



**Figure A.1/G.827 – Exemple de conduit avec topologie linéaire**

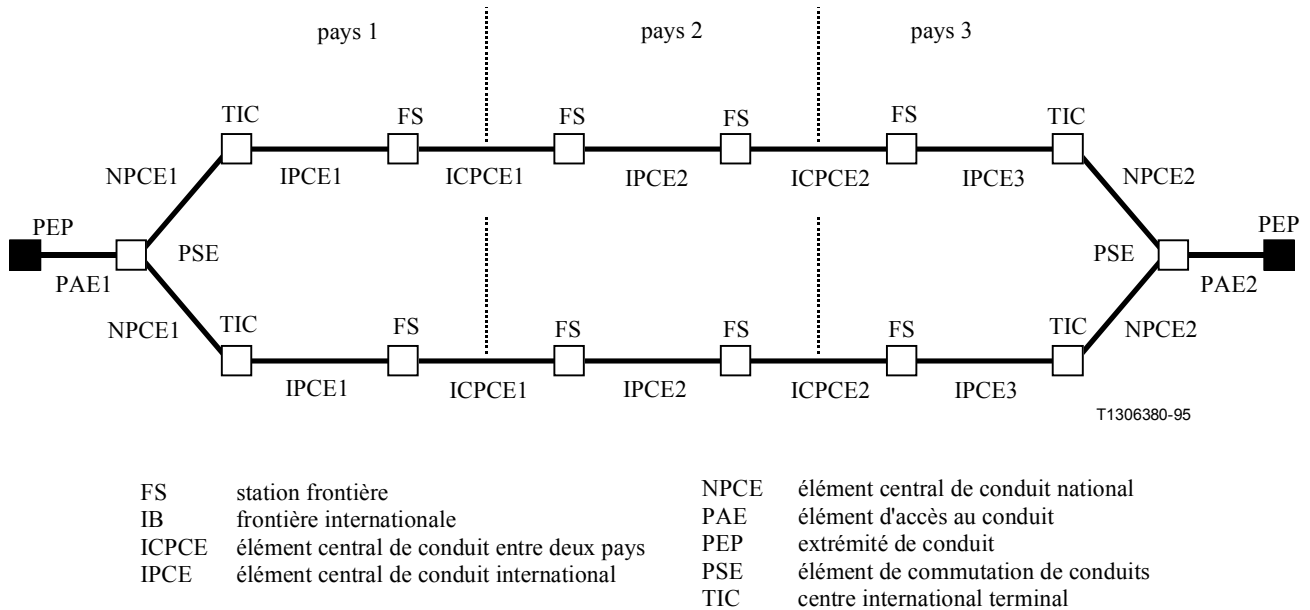


**Figure A.2/G.827 – Exemple de conduit avec topologie redondante**

Un conduit peut être élaboré selon une topologie linéaire d'un point de vue extérieur à chaque pays de transit et terminal. Ce type de conduit est représenté sur la Figure A.1. La Figure A.2 représente le cas de deux liaisons indépendantes de bout en bout traversant tous les pays de transit et terminaux.

La redondance de sécurité est supposée être une configuration de 1 pour 1 avec un dispositif de commutation du côté récepteur.

Des combinaisons de configurations de base conduiront à des configurations plus complexes. Un exemple est donné sur la Figure A.3.



**Figure A.3/G.827 – Exemple de conduit comportant à la fois une topologie linéaire et une topologie redondante**

### A.3 Indisponibilité de bout en bout

Pour le calcul de bout en bout, il est plus pratique d'utiliser le taux d'indisponibilité.

Les notations ci-après sont utilisées dans le présent paragraphe:

$ur_{im}$ :    taux d'indisponibilité moyen d'un élément de conduit.

$ur_{iw}$ :    taux d'indisponibilité d'un élément de conduit correspondant au cas le plus défavorable.

$UR_M$ :    taux d'indisponibilité moyen d'un conduit.

$UR_W$ :    taux d'indisponibilité d'un conduit correspondant au cas le plus défavorable.

#### A.3.1 Topologie linéaire

Si un conduit est constitué de N éléments de conduit en série (voir Figure A.1), les approximations ci-après peuvent être faites pour les faibles valeurs de taux d'indisponibilité:

$$UR_M = \sum_i (ur_{im}) \tag{A-1}$$

$$UR_W = UR_M + \left\{ \sum_i (ur_{iw} - ur_{im})^2 \right\}^{1/2} \tag{A-2}$$

Dans la formule (A-2), on suppose que les distributions des taux d'indisponibilité des différents éléments de conduit sont normales.

### A.3.2 Topologie redondante

En configuration redondante avec deux conduits parallèles et un commutateur de protection à une extrémité (pour chaque sens de transmission), le taux d'indisponibilité du conduit protégé entre les points A et B de la Figure A.2 vaut:

$$UR_{AB} \approx UR_1 \times UR_2 + UR_S \quad (A-3)$$

où  $UR_1$ ,  $UR_2$  sont les taux d'indisponibilité des conduits parallèles et  $UR_S$  est le taux d'indisponibilité du commutateur de protection (dans un sens).

#### A.3.2.1 Valeurs moyennes

Si on remplace  $UR_1$  et  $UR_2$  dans la formule (A-3) par leurs valeurs moyennes, calculées à partir de la formule (A-1), on obtient la valeur moyenne de  $UR_{AB}$  suivante:

$$UR_{M(AB)} = UR_{1M} \times UR_{2M} + UR_S \quad (A-4)$$

#### A.3.2.2 Valeurs correspondant au cas le plus défavorable

Si on remplace  $UR_1$  et  $UR_2$  dans la formule (A-3) par leurs valeurs correspondant au cas le plus défavorable, calculées à partir de la formule (A-2), on obtient la valeur maximale de  $UR_{AB}$  correspondant au cas le plus défavorable suivante:

$$UR_{W(AB)} \leq UR_{1W} \times UR_{2W} + UR_S \quad (A-5)$$

## A.4 Fréquence d'interruption de bout en bout

Pour le calcul de bout en bout, il est plus pratique d'utiliser la fréquence d'interruption.

Les notations ci-après sont utilisées dans le présent paragraphe pour la fréquence d'interruption:

$i_{jm}$ : fréquence d'interruption moyenne d'un élément de conduit.

$i_{jw}$ : fréquence d'interruption d'un élément de conduit correspondant au cas le plus défavorable.

$I_M$ : fréquence d'interruption moyenne d'un conduit.

$I_W$ : fréquence d'interruption d'un conduit correspondant au cas le plus défavorable.

### A.4.1 Topologie linéaire

Si un conduit est constitué de N éléments de conduit en série (voir la Figure A.1), on peut utiliser les formules ci-après pour déterminer la valeur moyenne et la valeur correspondant au cas le plus défavorable de la fréquence d'interruption d'un conduit de bout en bout:

$$I_M = \sum_j (i_{jm}) \quad (A-6)$$

$$I_W = I_M + \left\{ \sum_j (i_{jw} - i_{jm})^2 \right\}^{1/2} \quad (A-7)$$

Dans la formule (A-7), on suppose que les distributions des fréquences d'interruption des différents éléments de conduit sont normales.

### A.4.2 Topologie redondante

En configuration redondante avec deux conduits parallèles et un commutateur de protection à une extrémité (pour chaque sens de transmission), la fréquence d'interruption du conduit protégé entre les points A et B de la Figure A.2 vaut:

$$I_{AB} \approx I_i \times UR_2 + I_2 \times UR_1 + I_S \quad (A-8)$$

où  $I_1$ ,  $I_2$  sont les fréquences d'interruption des conduits parallèles et  $I_S$  est la fréquence d'interruption du commutateur.

Pour calculer la valeur moyenne de  $I_{AB}$ , il faut calculer les valeurs moyennes de  $I_1$  et  $I_2$  à l'aide de la formule (A-6).

Pour calculer la valeur de  $I_{AB}$  correspondant au cas le plus défavorable, il faut calculer les valeurs correspondant au cas le plus défavorable de  $I_1$  et  $I_2$  à l'aide de la formule (A-7). Si on remplace  $I_1$  et  $I_2$  par ces valeurs dans la formule (A-8), on obtient la valeur maximale de  $I_{AB}$  correspondant au cas le plus défavorable.

## **A.5 Exemples numériques**

Pour étude ultérieure.

## **ANNEXE B**

### **Méthodes de mesure de la performance en matière de disponibilité des éléments de conduit**

#### **B.1 Objet**

La présente annexe donne des indications sur la façon de mesurer la performance en matière de disponibilité d'un élément de conduit. Pour les méthodes spécifiées dans la présente annexe, on considère:

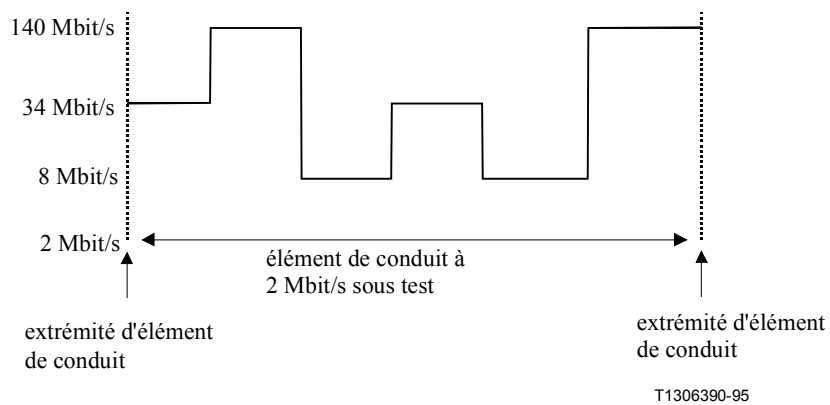
- qu'un élément de conduit est un élément logique;
- que l'élément de conduit sous test peut avoir comme support un conduit ou des sections numériques fonctionnant à des débits plus élevés;
- qu'il peut y avoir plusieurs sections numériques fonctionnant à différents débits et assurant le support d'un seul élément de conduit.

#### **B.2 Méthodes de mesure**

Pour tester la conformité d'un élément de conduit aux prescriptions de la présente Recommandation, trois méthodes sont indiquées ci-dessous. Il appartient à chaque opérateur de réseau de choisir la méthode de mesure qu'il utilisera effectivement.

- mesure au niveau des extrémités de l'élément de conduit sous test, au débit du conduit sous test;
- mesure au niveau des extrémités de l'élément de conduit sous test, à un niveau d'ordre supérieur, à condition de pouvoir établir une correspondance exacte entre les événements d'indisponibilité (pour le conduit à 2 Mbit/s sous test de la Figure B.1, le conduit d'ordre supérieur est à 8 Mbit/s);
- il est possible aussi de mesurer la performance d'un élément de conduit en considérant le trajet effectif de cet élément et en calculant la performance à partir des mesures de performance des portions constituantes, à condition de pouvoir établir une correspondance exacte entre les événements d'indisponibilité.

niveau hiérarchique pour la  
mesure de l'élément de  
conduit sous test



**Figure B.1/G.827 – Exemple d'élément de conduit ayant comme support des sections numériques d'ordre supérieur**

### B.3 Procédure d'évaluation par échantillonnage

Une procédure permettant d'évaluer la performance en matière de disponibilité des éléments de conduit et utilisant des techniques d'échantillonnage nécessite un complément d'étude.



## 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        | 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, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques 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 informatiques généraux des systèmes de télécommunication  |