



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

X.137

(11/1988)

SÉRIE X: RÉSEAUX DE COMMUNICATIONS DE
DONNÉES: TRANSMISSION, SIGNALISATION ET
COMMUTATION, RÉSEAU, MAINTENANCE ET
DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES

Réseaux de communications de données – Aspects
des réseaux

**PERFORMANCES DE DISPONIBILITÉ
APPLICABLES AUX RÉSEAUX PUBLICS POUR
DONNÉES ASSURANT DES SERVICES
INTERNATIONAUX DE TRANSMISSION DE
DONNÉES À COMMUTATION
PAR PAQUETS**

Réédition de la Recommandation du CCITT X.137 publiée
dans le Livre Bleu, Fascicule VIII.3 (1988)

NOTES

- 1 La Recommandation X.137 du CCITT a été publiée dans le fascicule VIII.3 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).
- 2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

Recommandation X.137

PERFORMANCES DE DISPONIBILITÉ APPLICABLES AUX RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES ASSURANT DES SERVICES INTERNATIONAUX DE TRANSMISSION DE DONNÉES À COMMUTATION PAR PAQUETS

(Melbourne, 1988)

Le CCITT,

considérant

- (a) que la Recommandation X.1 spécifie les catégories d'utilisateurs du service international des réseaux publics pour données;
- (b) que la Recommandation X.2 spécifie les services internationaux de transmission de données et les services complémentaires facultatifs offerts aux utilisateurs dans les réseaux publics pour données;
- (c) que la Recommandation X.25 spécifie l'interface ETTD/ETCD pour les terminaux fonctionnant en mode paquet raccordés aux réseaux publics pour données par liaison spécialisée;
- (d) que la Recommandation X.75 spécifie le système de signalisation à commutation par paquets entre réseaux assurant des services de transmission de données;
- (e) que la Recommandation X.323 spécifie les arrangements généraux d'interfonctionnement de réseaux publics pour données à commutation par paquets;
- (f) que la Recommandation X.96 spécifie les signaux de progression de l'appel dans les réseaux publics pour données;
- (g) que la Recommandation X.110 spécifie les principes d'acheminement international et le plan d'acheminement pour les réseaux publics pour données;
- (h) que la Recommandation X.213 définit le service de la couche réseau du modèle OSI;
- (i) que la Recommandation X.140 définit les paramètres généraux de qualité de service pour la communication au moyen de réseaux publics pour données;
- (j) que la Recommandation X.134 spécifie les limites de répartition et les événements de référence de la couche paquets en vue de définir les paramètres de performance de la commutation par paquets;
- (k) que la Recommandation X.135 spécifie les performances de rapidité de service pour les réseaux publics pour données assurant des services internationaux de transmission de données à commutation par paquets;
- (l) que la Recommandation X.136 spécifie les performances de précision et de sécurité de fonctionnement (y compris le blocage) pour les réseaux publics pour données assurant des services internationaux de transmission de données à commutation par paquets;

recommande à l'unanimité

- (1) que les paramètres de disponibilité définis dans la présente Recommandation soient utilisés dans la planification et l'exploitation des services internationaux de transmission de données avec commutation par paquets assurés conformément aux Recommandations X.25 et X.75;
- (2) que, dans ces services, les performances spécifiées par la présente Recommandation soient considérées comme étant les limites des cas les plus défavorables, dans les conditions que spécifie ce texte.

1 Introduction

1.1 La présente Recommandation est la quatrième d'une série de quatre Recommandations du CCITT (X.134 à X.137) qui définissent les performances (paramètres et valeurs) des services internationaux de communication de données à commutation par paquets. La figure 1/X.137 illustre le domaine d'application de ces quatre Recommandations et les relations qui existent entre elles.

1.2 La Recommandation X.134 scinde une connexion virtuelle en sections de base dont les limites sont associées aux interfaces X.25 et X.75; elle définit également des groupes particuliers de sections de base, qui portent le nom de portions de connexion virtuelle, et pour lesquelles des performances seront établies; elle définit, enfin, un ensemble d'événements de référence de la couche paquets (PE) qui sert de fondement à la définition des paramètres de performance. Les sections de base sont constituées de sections de réseau et de sections de circuit. Elles sont délimitées, dans chaque cas, par des équipements terminaux de traitement de données (ETTD) ou par des interfaces de centres de commutation de données (CCD), physiques. Deux types de parties de connexion virtuelle sont identifiées, les parties nationales et les parties internationales. On dit qu'il y a PE chaque fois qu'un paquet modifie l'état de l'interface dans la couche paquets en traversant une limite de section.

1.3 Aux fins de comparaison et dans un souci d'exhaustivité, la performance du réseau à commutation par paquets est analysée dans le contexte de la matrice de performance 3×3 , définie dans la Recommandation X.140. Trois fonctions de communication de données indépendantes du protocole sont identifiées dans cette matrice: accès, transfert de l'information d'utilisateur et retrait. Ces fonctions générales correspondent à l'établissement d'une communication, au transfert (et à l'interruption) de données et à la libération d'une communication dans les services de communication virtuelle à commutation par paquets conformes aux Recommandations X.25 et X.75. Chaque fonction est examinée selon trois facteurs généraux de performance (ou «critères» de performance): rapidité, précision et sécurité de fonctionnement. Ces critères expriment respectivement le délai ou la rapidité, le degré d'exactitude et le degré de certitude avec lesquels une fonction est exécutée.

1.4 La Recommandation X.135 définit les paramètres de rapidité de service propres aux protocoles ainsi que leurs valeurs associées à chacune des trois fonctions de communications de données. La Recommandation X.136 définit les paramètres relatifs à la précision et à la sécurité de fonctionnement qui dépendent du protocole ainsi que les valeurs associées à chaque fonction. Les paramètres définis dans les Recommandations X.135 et X.136 sont appelés «paramètres primaires» pour souligner leur dépendance directe vis-à-vis des événements de la couche paquets.

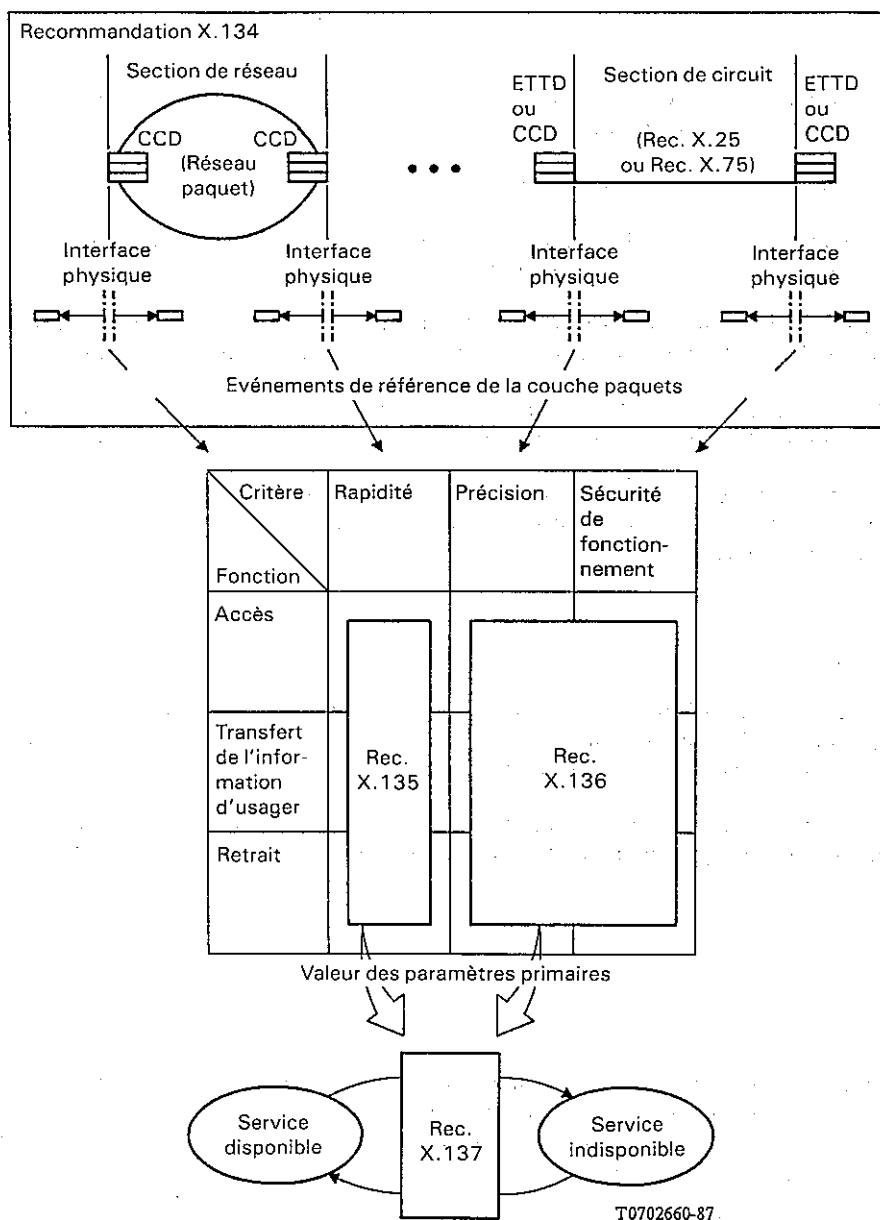


FIGURE 1/X.137

Description structurée de performance du service à commutation par paquets

1.5 Un modèle à deux états associé fournit une base de description de la disponibilité complète du service. Une fonction spécifiée de disponibilité compare les valeurs d'un sous-ensemble de paramètres primaires à des seuils d'incapacité correspondants pour classer le service comme «disponible» (pas d'interruption du service) ou comme «indisponible» (interruption du service) pendant la période de fonctionnement prévue. La Recommandation X.137 définit la fonction de disponibilité et les paramètres de disponibilité ainsi que leurs valeurs qui caractérisent le processus aléatoire binaire résultant.

1.6 Deux paramètres de disponibilité sont définis dans la présente Recommandation: la disponibilité du service et le temps moyen entre les interruptions du service. Chaque paramètre peut être appliqué à toute section de base ou partie d'une connexion virtuelle. Cette généralisation de la portée des paramètres rend ceux-ci très utiles dans l'attribution des performances et dans leur enchaînement.

1.7 La présente Recommandation spécifie des valeurs de disponibilité pour les parties nationales et internationales de deux types (tableau 1/X.137). Les performances fixées pour les équipements terminaux de données ne sont pas spécifiées mais les paramètres définis dans cette Recommandation peuvent être employés pour de telles spécifications, afin d'aider les usagers à établir des relations quantitatives entre performance du réseau et qualité du service (voir la Recommandation X.140).

TABLEAU 1/X.137

Types de partie de connexion virtuelle pour lesquels les performances sont spécifiées ^{a)}

Types de partie	Caractéristiques types
Nationale A	Connexion du système de Terre au moyen d'une section de réseau d'accès
Nationale B	Connexion au moyen d'une section du réseau d'accès avec un circuit par satellite; ou au moyen d'une section de réseau d'accès et d'une ou de plusieurs sections de réseau de transit
Internationale A	Connexion au moyen d'une section de circuit international de Terre direct
Internationale B	Connexion au moyen de deux circuits par satellite et d'une section de réseau de transit, ou au moyen d'un circuit par satellite et de deux sections de réseau de transit ou plus

^{a)} Les valeurs spécifiées pour les parties du type B s'appliquent aussi aux parties de connexion virtuelle qui ne sont pas explicitement identifiées comme étant du type A ou du type B.

1.8 Les valeurs correspondant au cas le plus défavorable, fixées pour pour chacun des deux paramètres de disponibilité sont spécifiées ci-dessous pour chaque type de partie de connexion virtuelle défini dans le tableau 1/X.137. L'expression «cas le plus défavorable» signifie qu'il faut respecter ces valeurs pendant l'heure chargée normale dans la partie de connexion virtuelle la plus dégradée assurant le service international à commutation par paquets. La performance d'une partie de connexion virtuelle peut être meilleure que les valeurs correspondant au cas le plus défavorable spécifiées dans la présente Recommandation. Les objectifs nominaux tenant compte d'applications d'utilisateur et de performances de réseau plus exigeantes ainsi que des améliorations de la connexité feront l'objet d'études ultérieures.

La présente Recommandation fournit également des méthodes numériques permettant de combiner les performances de parties distinctes afin d'évaluer la performance de bout en bout. Les valeurs ETTD à ETTD pour deux connexions fictives particulières sont déterminées à l'aide de ces méthodes dans l'annexe B.

2 Fonction de disponibilité

Huit paramètres de performance, empruntés aux Recommandations X.135 et X.136, sont utilisés pour le calcul de la disponibilité d'une connexion virtuelle: la capacité de débit (X.135), la probabilité d'échec dans l'établissement d'une communication (X.136), la probabilité d'erreur dans l'établissement d'une communication (X.136), le taux d'erreurs résiduelles (X.136), la probabilité de réinitialisation (X.136), la probabilité de signal de réinitialisation (X.136), la probabilité de déconnexion prématurée (X.136) et la probabilité de signal de déconnexion prématurée (X.136). Cinq combinaisons linéaires particulières de ces paramètres sont appelées **paramètres de décision de disponibilité**. Chaque paramètre de décision est associé à un seuil d'incapacité. Ces paramètres de décision et leurs seuils d'incapacité sont énumérés au tableau 2/X.137.

TABLEAU 2/X.137

Critères d'interruption du service pour les paramètres de décision de disponibilité

Paramètres de décision de disponibilité	Critères d'interruption du service
Probabilité d'échec dans l'établissement d'une communication (cfp) Probabilité d'erreur dans l'établissement d'une communication (cep)	$(cfp + cep) > 0,9$
Capacité de débit (tc)	$tc < 80 \text{ bit/s}$
Taux d'erreurs résiduelles (rer)	$rer > 10^{-3}$
Probabilité de réinitialisation (rp) Probabilité de signal de réinitialisation (rsp ₁ , rsp ₂)	$(rsp_1 + rp + rsp_2) > 0,015$
Probabilité de déconnexion prématurée (pdp) Probabilité de signal de déconnexion prématuré (pdsp ₁ , pdsp ₂)	$(pdsp_1 + pdp + pdsp_2) > 0,01$

Remarque -- Ces critères d'interruption du service sont provisoires.

La performance est considérée indépendamment de chaque paramètre de décision de disponibilité. Si la valeur du paramètre est égale ou supérieure au seuil d'incapacité retenu, la performance par rapport à ce paramètre est tenue pour acceptable. Si la valeur du paramètre est inférieure au seuil, la performance par rapport à ce paramètre est tenue pour non acceptable.

Les événements de référence de la couche paquets qui servent à définir les paramètres de décision n'ont pas lieu si une couche de liaison de données ne peut être obtenue à une limite de section. Au cours d'un intervalle de temps ininterrompu, la couche de liaison de données d'une section de circuit est dite disponible pour le service de la couche paquets si, et seulement si:

- 1) la liaison se trouve dans la phase de transfert des informations pendant au moins 99% du temps;
- 2) toutes les périodes continues pendant lesquelles la liaison n'est pas dans la phase de transfert d'information, sont inférieures à une seconde;
- 3) tous les états d'occupation continus (contrôle de flux) durent moins de 10 secondes.

Dans le cas contraire, on considère que la couche de liaison de données est indisponible pour assurer le service de la couche paquets.

La couche de liaison de données d'une section de circuit peut être indisponible pour les raisons suivantes:

- 1) circuit physique non fonctionnel;
- 2) contrôleur de la couche de liaison de données dans l'incapacité d'établir la phase de transfert d'information, ou se refusant à le faire;
- 3) contrôleur de la couche de liaison de données dans l'incapacité de libérer un état d'occupation ou se refusant à le faire.

Une section de connexion virtuelle est dite **disponible** (ou dans l'état de disponibilité) si:

- 1) le fonctionnement est acceptable au regard de tous les paramètres de décision;
- 2) les deux couches de liaison de données sont disponibles aux limites de la section.

Une section de connexion virtuelle est dite **indisponible** (ou dans l'état d'indisponibilité) si:

- 1) le fonctionnement d'un ou de plusieurs des cinq paramètres de décision est inacceptable;

- 2) une ou les deux couches de liaison de données ne peuvent être obtenues aux limites de la section pour des raisons internes à la section. (L'impossibilité d'obtenir la couche de liaison de données pour des raisons extérieures à la section - c'est-à-dire les défaillances des contrôleurs de liaison de données ou des circuits physiques extérieurs à la section en question - est exclue.)

Les intervalles au cours desquels une section de connexion virtuelle ne peut pas être obtenue sont identifiés en superposant les périodes de fonctionnement inacceptable, comme cela est illustré par la figure 2/X.137.

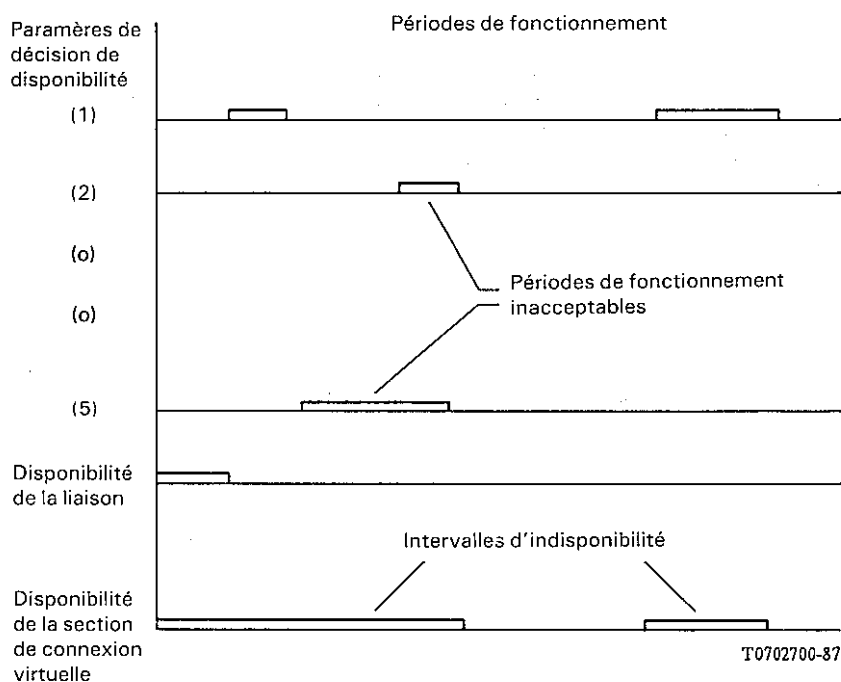


FIGURE 2/X.137

Détermination des états de disponibilité

Pour éviter que des interférences transitoires ne soient considérées comme périodes de non-disponibilité, un examen isolé de l'état de disponibilité doit durer plus de cinq minutes. Pour réduire la probabilité de modifications d'état au cours d'un examen de l'état actuel de disponibilité, cet examen devra durer moins de 20 minutes. Un essai minimal, conforme à ces restrictions, est défini dans l'annexe B.

3 Paramètres de disponibilité

Ce paragraphe précise les valeurs relatives à deux paramètres de disponibilité, dans le cas le plus défavorable: la disponibilité du service et le temps moyen entre les interruptions du service.

3.1 Définition de la disponibilité du service

La disponibilité du service concerne à la fois les services de communications virtuelles et les services de circuits virtuels permanents. La **disponibilité du service** pour une partie de connexion virtuelle est, au cours d'une longue période, le pourcentage de l'horaire de service prévu au cours duquel cette section est disponible.

L'**horaire de service prévu pour une section de connexion virtuelle** est le temps pendant lequel l'entité responsable du réseau a accepté de mettre la section à la disposition du service. L'objectif normal serait de 24 heures par jour, 7 jours par semaine¹⁾. Une procédure permettant d'évaluer la disponibilité est décrite dans l'annexe A.

¹⁾ D'autres horaires de service prévu peuvent être spécifiés sur certains réseaux.

3.2 Définition du temps moyen entre les interruptions du service

Le temps moyen entre les interruptions du service (*MTBSO*) concerne à la fois les communications virtuelles et les services de connexion virtuelle permanents. Le **temps moyen entre les interruptions du service** pour une section de connexion virtuelle est la durée moyenne de tout intervalle continu au cours duquel la section de connexion virtuelle est disponible. Les intervalles consécutifs de l'horaire de service prévu s'enchaînent. L'annexe A décrit une procédure permettant d'évaluer le temps moyen entre les interruptions du service sur une section.

Le temps moyen entre les interruptions du service, tel que le définit la présente Recommandation, est étroitement apparenté à la moyenne des temps de bon fonctionnement.

3.3 Valeurs

La contribution de chaque partie du réseau à la disponibilité globale du service et au temps moyen entre les interruptions du service, dans les conditions que décrit la présente Recommandation, ne devra pas être pire que les valeurs spécifiées au tableau 3/X.137. Le temps moyen entre les interruptions du service pour les parties nationales élimine jusqu'à 5% des connexions virtuelles pour tenir compte des conditions limites d'ordre géographique et climatique.

TABLEAU 3/X.137

Valeurs de la disponibilité du service et du temps moyen entre les interruptions du service, dans le cas le plus défavorable, pour les parties de connexion virtuelle

Statistiques	Type de partie de connexion virtuelle			
	Nationale		Internationale	
	A	B	A	B
Disponibilité du service (en pourcentage)	99,5	99	99,5	99
Temps moyen entre les interruptions du service (en heures)	1200	800	1600	800
Temps moyen de rétablissement du service (MTTSR) ^{a)} (en heures)	(6)	(8)	(8)	(8)

^{a)} Les valeurs figurant entre parenthèses représentent le temps moyen de rétablissement du service qui résulterait de la disponibilité du service et du temps moyen entre les interruptions du service indiquées dans le même tableau. Toute amélioration du temps moyen entre les interruptions du service doit servir à améliorer la disponibilité du service et non à dégrader le MTTSR.

Remarque — Toutes les valeurs spécifiées sont provisoires.

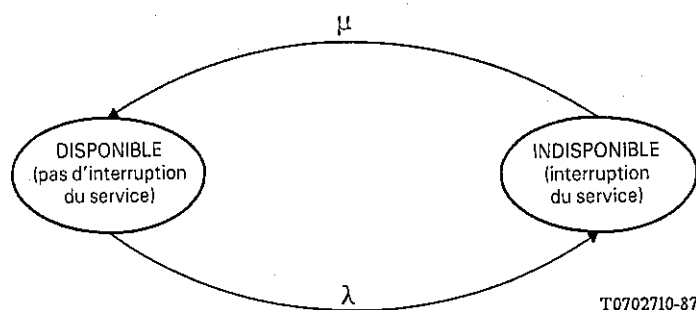
3.4 Paramètres annexes

Quatre autres paramètres sont communément utilisés pour décrire la performance de disponibilité. Ils sont généralement définis de la manière suivante:

- le **temps moyen de rétablissement du service (MTTSR)** est la durée moyenne des intervalles au cours desquels le service est indisponible;
- le **taux d'échec (λ)** est le nombre moyen de passages de l'état de disponibilité à l'état d'indisponibilité par période de disponibilité;
- le **taux de rétablissement (μ)** est le nombre moyen de passages de l'état d'indisponibilité à l'état de disponibilité, par période d'indisponibilité;

- **l'indisponibilité (U)** est le rapport, sur une période longue, entre le temps d'indisponibilité du service et l'horaire de service prévu, exprimé en pourcentage.

En supposant que les défaillances et les rétablissements obéissent à une distribution exponentielle, les valeurs mathématiques de ces différents paramètres peuvent être évaluées à partir des valeurs de la disponibilité du service (A) et des temps moyens entre les interruptions de service, comme le résume la figure 3/X.137.



a) Diagramme d'état

$$MTBSO = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTSR = \frac{1}{\mu}$$

$$A = 100 \left(\frac{MTBSO}{MTBSO + MTTSR} \right) = 100 \left(\frac{\mu}{\lambda + \mu} \right)$$

$$U = 100 - A = 100 \left(\frac{MTTSR}{MTBSO + MTTSR} \right) = 100 \left(\frac{\lambda}{\lambda + \mu} \right)$$

b) Relation entre les paramètres

FIGURE 3/X.137

Modèle et paramètres de base pour le calcul de la disponibilité

ANNEXE A

(à la Recommandation X.137)

Evaluation par échantillonnage des paramètres de disponibilité

A.1 Un essai minimal de disponibilité

La définition de la disponibilité exige que, pour l'ensemble des cinq paramètres de décision, les performances observées soient comparées aux seuils d'interruption du service. On considère qu'un seul succès de l'essai suivant suffit pour que la section de connexion virtuelle soit déclarée disponible. L'incapacité d'une seule section à se conformer à l'un des six critères de décision est considérée comme suffisante pour que la section virtuelle soit déclarée indisponible. Cet

essai et ses critères de décision sont considérés comme critères minimaux permettant de vérifier la disponibilité de la section.

L'essai minimal de disponibilité peut être entrepris dans l'une ou l'autre direction, de part et d'autre de la section, par des équipements et des composantes qui lui sont extérieurs. Il est divisé en deux phases: l'accès et le transfert d'informations d'utilisateur. L'accès n'est utilisé qu'en relation avec les communications virtuelles avec commutation.

Phase I: Tenter $N^{2)}$ appels consécutifs aboutissant à travers A.

Phase II: (Si l'essai n'a pas échoué pendant la phase I) Pour que le test de disponibilité n'échoue pas en raison d'une entrée insuffisante de données, tenter de maintenir une connexion virtuelle à travers A pendant 5 minutes. Tenter de conserver un débit moyen sensiblement supérieur à 80 bit/s (par exemple, un débit d'au moins 150 bit/s) pendant cet intervalle de temps.

Six critères permettent d'établir le succès ou l'échec de l'essai:

- 1) l'essai échoue à la phase I si les quatre tentatives aboutissent toutes soit à une erreur dans l'établissement de la communication, soit à un échec dans l'établissement de la communication (ne concerne que les appels virtuels avec commutation);
- 2) l'essai échoue à la phase II si l'ensemble des événements de réinitialisation et des signaux de réinitialisation est égal ou supérieur à cinq;
- 3) l'essai échoue à la phase II si le débit est inférieur à 80 bit/s;
- 4) l'essai échoue à la phase II si le taux d'erreurs résiduelles est supérieur à 10^{-3} ;
- 5) l'essai échoue à la phase II si l'appel et les rétablissements consécutifs de cet appel sont libérés deux fois ou plus en raison de déconnexions prématurées et/ou de signaux de déconnexion prématurée (ne concerne que les communications virtuelles avec commutation);
- 6) l'essai échoue à la phase I ou à la phase II si une couche de liaison de données est indisponible à une limite de section au cours d'un laps de temps de 5 minutes pour des raisons internes à A.

Si l'essai satisfait à l'ensemble des six critères de décision, il est réussi et la section de connexion virtuelle A est tenue pour disponible au cours de l'examen. Si l'essai ne répond pas à l'un des critères de décision, on considère que la section de connexion virtuelle A était indisponible au cours de l'examen.

Comme il faut tenir compte simultanément de nombreux paramètres de performance pour pouvoir considérer que A est disponible, au cours d'une exploitation normale (sans procédure semblable à celle qui a été décrite ci-dessus), il n'est pas possible de prouver que la section est disponible (par exemple, il peut ne pas être possible d'observer simultanément l'accès et le transfert d'information d'utilisateur). Dans ces conditions, au cours d'une exploitation normale, si la section exécute correctement la fonction qui lui est demandée, on considère qu'elle est disponible.

Il est possible d'évaluer, sur la base de cet essai minimal (échantillons de performances de disponibilité), la disponibilité du service et le temps moyen entre les interruptions du service. Cette évaluation est plus pratique qu'une mesure fondée sur une observation continue du service.

A.2 *Procédures d'évaluation de la disponibilité du service*

Il est possible de calculer, avec un degré suffisant de précision, le pourcentage de disponibilité du service de la manière suivante. En se fondant sur une évaluation *a priori* de la disponibilité du service, choisir un échantillon «s» de dimension supérieure ou égale à 300. Choisir les moments d'examen de «s» au cours des temps de service prévu, et les répartir au cours d'une période de mesure qui soit longue (par exemple, 6 mois). En raison de la durée prévue des interruptions de service, ne jamais choisir deux moments de mesure séparés de moins de 7 heures (ceci permet d'éviter les corrélations entre les observations). Les mesures devront être réparties de manière uniforme dans le temps de service prévu. A chaque moment prédéterminé, procéder à l'essai de disponibilité décrit ci-dessus. Si le résultat est négatif, on déclare que la section n'est pas disponible dans le cadre de cet échantillon. Dans le cas contraire, la section est déclarée disponible. L'évaluation du pourcentage de disponibilité du service correspond au nombre de fois où la section a été déclarée disponible multiplié par 100 et divisé par le nombre total d'échantillons.

A.3 *Procédures d'évaluation du temps moyen entre les interruptions du service*

Il est possible de calculer, avec suffisamment de précision, le paramètre de temps moyen entre les interruptions du service en réalisant des échantillons consécutifs de disponibilité et en comptant les observations des modifications de l'état de disponibilité à l'état d'indisponibilité.

²⁾ Le nombre N de tentatives d'appel consécutives dépend des valeurs du paramètre de décision d'interruption. Il est provisoirement fixé à 4 et les études se poursuivent.

Avant d'effectuer tout essai, choisir k intervalles de temps non consécutifs, d'une durée comprise entre 30 minutes et 3 heures. Le total des intervalles k devrait être supérieur à trois fois l'évaluation *a priori* du temps moyen entre les interruptions du service. Pendant la durée de chaque intervalle préalablement défini, réaliser des échantillonnages consécutifs des performances de disponibilité. Le temps total observé en état disponible sera additionné en une somme appelée «A». Toutes les observations de transitions entre l'état de disponibilité et l'état d'indisponibilité seront comptabilisées en une somme appelée «F»³⁾.

Pour chaque intervalle préalablement défini, si:

- tous les échantillons consécutifs de disponibilité donnent un résultat positif, il conviendra d'additionner la durée totale de l'intervalle à A. Ne pas modifier la valeur cumulée de F;
- le premier échantillon donne un résultat positif et si l'un quelconque des échantillons successifs de cet intervalle donne un résultat négatif, ajouter une unité à F. Ajouter à A la durée totale de tous les échantillons de disponibilité qui précédaient le premier échec. On pourra laisser de côté le temps restant de l'intervalle qui suit le premier échantillon de disponibilité négatif, sans procéder à l'examen de sa disponibilité;
- le premier échantillon de disponibilité donne un résultat négatif, considérer que la transition d'un état à l'autre a eu lieu avant le début de l'intervalle. Ne rien ajouter à la somme A des temps de disponibilité observés. Ne rien ajouter à la somme F des modifications d'état observées. On pourra laisser de côté le temps restant de l'intervalle sans procéder à l'examen de sa disponibilité.

Une fois que les résultats relatifs à chacun des intervalles préalablement déterminés ont été comptabilisés, on obtient un rapport A/F correspondant à l'évaluation du temps moyen entre les interruptions de service. On pourra obtenir une évaluation plus précise, du point de vue statistique, en augmentant le nombre des intervalles observés, k .

Dans l'évaluation du temps moyen entre les interruptions du service on suppose que, si une interruption débute pendant un échantillon de performance de disponibilité, cet échantillon ou l'échantillon suivant détermineront l'indisponibilité de la section. C'est une hypothèse raisonnable dans la mesure où les interruptions du service, à la différence des dérangements transitoires, dureront plus de 5 minutes.

Il est possible de justifier, pour des raisons pratiques et statistiques, le fait de laisser de côté l'intervalle qui suit un échantillon de disponibilité qui a donné un résultat négatif. La section de connexion virtuelle doit retrouver l'état de disponibilité avant qu'on ne puisse à nouveau comptabiliser les temps de disponibilité et observer des transitions vers l'état de disponibilité. En premier lieu, le temps prévu pour rétablir le service pourra être long, par rapport au reste de l'intervalle. Il peut être inopportun et contre-indiqué de poursuivre les essais sur une section de réseau sur laquelle un échec a été constaté, ou qui est encombrée. En deuxième lieu, si les transitions vers l'état d'indisponibilité sont statistiquement indépendantes, le fait de négliger l'intervalle restant, susceptible de comprendre un temps de disponibilité et un nombre proportionnel de transitions vers l'état d'indisponibilité, n'altérera pas les résultats⁴⁾. L'interruption de l'essai n'aura pour résultat que la perte du temps d'essai. Pour réduire au minimum cette perte de temps, les intervalles de temps devraient être courts par rapport à la durée totale prévue entre des interruptions du service. Dans ces conditions, aucun essai ne devra excéder trois heures.

La procédure d'évaluation qui vient d'être décrite présente deux sources d'erreurs. En premier lieu, si une interruption commence au cours du dernier échantillon de disponibilité de l'intervalle, cette transition peut entraîner ou non l'échec de l'échantillon. Si l'échantillon ne donne pas un résultat négatif, la transition d'état peut passer inaperçue et le temps moyen entre les interruptions de service pourra en être surestimé. En deuxième lieu, un état de transition constaté dans le premier échantillon de disponibilité de l'intervalle peut entraîner ou non l'échec de l'échantillon. D'après la procédure d'évaluation, si l'échantillon donne un résultat négatif, l'intervalle sera négligé la transition d'état passera inaperçue et le temps moyen entre les interruptions de service sera surestimé. On peut minimiser ces effets marginaux en augmentant la durée de chaque intervalle, donc en augmentant le nombre des échantillons de disponibilité et en diminuant, par la même occasion, l'effet du résultat du premier et du dernier échantillon, en proportion de l'ensemble des résultats des échantillons. La durée minimale recommandée pour les intervalles est de 30 minutes, dans lesquels seront pris 6 échantillons de 5 minutes.

³⁾ Chaque compteur est, au départ, mis à zéro.

⁴⁾ Si les interruptions tendent à être regroupées, l'interruption d'un essai à la suite d'une transition vers l'état d'indisponibilité aura pour résultat une surestimation du temps moyen entre les interruptions du service. Si les interruptions ont tendance à être non regroupées, l'interruption d'un essai à la suite d'une transition vers l'état d'indisponibilité aura pour résultat une sous-estimation du temps moyen entre les interruptions du service.

Il est également possible de corriger les deux inconvénients en remplaçant la première instruction donnée ci-dessus par la suivante:

- si tous les échantillons consécutifs de disponibilité donnent un résultat positif, ajouter toute la durée de l'intervalle à A. Prendre un dernier échantillon de disponibilité immédiatement à la suite de l'intervalle. Si cet échantillon donne un résultat négatif, augmenter F d'une unité. Si l'échantillon donne un résultat positif, ne pas modifier F. La longueur de l'échantillon additionnel n'a pas d'effet sur A.

Cette modification identifie toute transition d'état qui aurait eu lieu pendant le dernier échantillon et élimine la première source d'erreur. Elle tient également compte de certaines transitions qui auraient eu lieu à l'extérieur de l'intervalle. Ces transitions sont comptées avec la même probabilité que celle avec laquelle la deuxième source d'erreur élimine de manière inappropriée des transitions. Dans ces conditions, la procédure modifiée corrige l'une et l'autre source d'erreur. En utilisant cette modification, on évalue avec plus de précision le temps moyen entre les interruptions du service.

ANNEXE B

(à la Recommandation X.137)

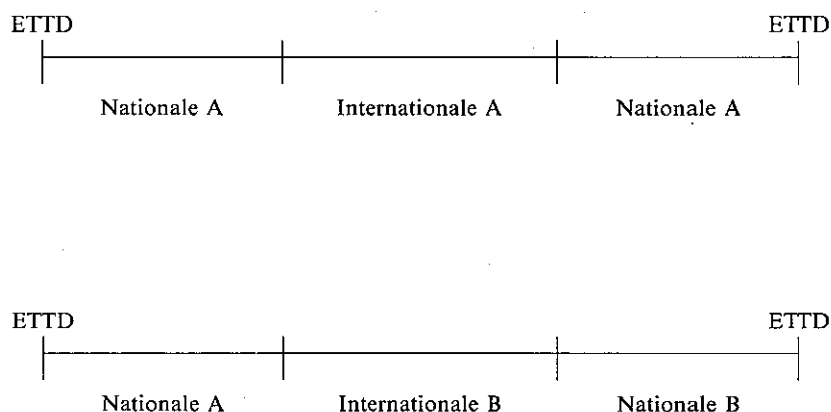
Performance représentative de la disponibilité de bout en bout

Cette annexe contient deux exemples qui montrent comment la performance en matière de disponibilité de bout en bout (ETTD à ETDD) peut être évaluée à partir des performances individuelles de tronçons de connexion virtuelle spécifiés dans la Recommandation X.137. Deux exemples de concaténation de parties de connexion virtuelle de type A et de type B, sont définis. La disponibilité de service et le temps moyen entre les interruptions du service sont calculés de bout en bout pour chaque exemple. Bien que d'autres modèles de réseaux et d'autres hypothèses statistiques soient possibles, les méthodes présentées dans cette annexe individuelle constituent un moyen pratique d'évaluer la performance de bout en bout à partir de la performance des parties du réseau.

B.1 Définition des exemples de connexions de bout en bout

Les deux exemples de connexions de bout en bout (c'est-à-dire d'ETTD à ETDD) présentés dans cette annexe seront appelés, pour des raisons de commodité, configuration du «type 1» et configuration du «type 2». Ces configurations théoriques, mais significatives, utilisent les limites de répartition et les événements de référence de la couche paquets décrits dans la Recommandation X.134. Le tableau 1/X.137 définit les types de parties de connexion virtuelle.

La configuration du type 1 est définie comme suit:



B.2 Performance en matière de disponibilité de bout en bout pour les exemples de configurations du type 1 et du type 2

Les performances en matière de disponibilité de bout en bout ont été calculées pour les configurations des exemples de connexion du type 1 et du type 2 (voir les tableaux B-1/X.137 et B-2/X.137 ci-dessous). Dans ces calculs, on a appliqué les méthodes décrites ci-dessous aux diverses parties de réseau qui, pour faciliter la définition de ces exemples, sont caractérisées par des valeurs de précision et de sécurité de fonctionnement spécifiées dans la Recommandation X.137 pour le cas le plus défavorable.

En supposant que les caractéristiques de disponibilité du service correspondant aux diverses parties de réseau sont indépendantes d'un point de vue statistique, on peut alors calculer les performances de bout en bout en multipliant le pourcentage de temps pendant lequel chacune des parties du réseau est disponible.

Exemple: Pour calculer la disponibilité du service de bout en bout pour la configuration du type 1, il convient de se référer au tableau 3/X.137 qui donne les caractéristiques de disponibilité des diverses parties (Nationale A: 99,5%, Internationale A: 99,5%). La disponibilité de bout en bout exprimée en pourcentage est alors:

$$99,5 \cdot 99,5 \cdot 99,5 = 98,5$$

On peut évaluer la performance de bout en bout pour le temps moyen entre les interruptions du service en supposant que les valeurs du temps moyen entre les interruptions du service pour chaque partie du réseau sont indépendantes et caractérisées par une distribution exponentielle. Il en résulte que l'on peut calculer l'objectif de performance, T , pour le temps moyen de bout en bout entre les interruptions du service, à l'aide de la formule suivante:

$$T = [T_1^{-1} + T_2^{-1} + \dots + T_i^{-1} + \dots + T_N^{-1}]^{-1}$$

où T sera exprimé en heures si le temps moyen entre les interruptions du service pour chacune des N parties du réseau, T_i ($i = 1, 2, \dots, N$), est exprimé en heures.

Exemple: Pour la configuration du type 1, le temps moyen entre les interruptions du service dans la partie nationale A est de 1200 heures; dans la partie internationale A, ce temps s'établit à 1600 heures (voir le tableau 3/X.137). L'objectif de performance de bout en bout est donc:

$$[1200^{-1} + 1600^{-1} + 1200^{-1}]^{-1} = 436 \text{ heures}$$

TABLEAU B-1/X.137

**Performance de disponibilité et de temps moyen de bout en bout
entre les interruptions du service pour la configuration du type 1**

Configuration du type 1	
Statistiques	Valeur de bout en bout
Disponibilité du service (en pourcentage)	98,5
Temps moyen entre les interruptions du service (en heures)	436

TABLEAU B-2/X.137

**Performance de disponibilité et de temps moyen de bout en bout
entre les interruptions du service pour la configuration du type 2**

Configuration du type 2	
Statistiques	Valeur de bout en bout
Disponibilité du service (en pourcentage)	97,5
Temps moyen entre les interruptions du service (en heures)	300

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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