

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R F.2113-0
(01/2018)

**Caractéristiques et objectifs de qualité en
matière d'erreur et de disponibilité
des liaisons radioélectriques
point à point réelles
en mode paquet**

Série F
Service fixe



Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

| Séries | Titre |
|------------|--|
| BO | Diffusion par satellite |
| BR | Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision |
| BS | Service de radiodiffusion sonore |
| BT | Service de radiodiffusion télévisuelle |
| F | Service fixe |
| M | Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés |
| P | Propagation des ondes radioélectriques |
| RA | Radio astronomie |
| RS | Systèmes de télédétection |
| S | Service fixe par satellite |
| SA | Applications spatiales et météorologie |
| SF | Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe |
| SM | Gestion du spectre |
| SNG | Reportage d'actualités par satellite |
| TF | Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires |
| V | Vocabulaire et sujets associés |

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2018

© UIT 2018

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R F.2113-0

Caractéristiques et objectifs de qualité en matière d'erreur et de disponibilité des liaisons radioélectriques point à point réelles en mode paquet

(Question UIT-R 255/5)

(2018)

Résumé

La présente Recommandation décrit les événements et les paramètres liés à la qualité en matière d'erreur et à la disponibilité des équipements et des liaisons relevant d'un service hertzien fixe en mode paquet; elle fournit une formule pour déterminer les objectifs des liaisons; elle présente les relations entre les systèmes en mode paquet et les autres systèmes, et donne des exemples d'applications à des cas réels.

Domaine d'application

La présente Recommandation fournit une méthode pour déterminer les objectifs de qualité en matière d'erreur et de disponibilité afin de concevoir de manière appropriée des liaisons radioélectriques point à point réelles en mode paquet, en s'intéressant plus particulièrement aux liaisons radioélectriques Ethernet.

Mots clés

Service fixe, point à point, disponibilité, qualité en matière d'erreur, mode paquet, Ethernet

Abréviations/Glossaire

| | |
|--------------------|--|
| BER | taux d'erreurs sur les bits (<i>bit error rate</i>) |
| FWS | service hertzien fixe (<i>fixed wireless service</i>) |
| FER | taux d'erreurs sur les trames Ethernet (<i>ethernet frame error ratio</i>) |
| FLR | taux de perte de trames Ethernet (<i>ethernet frame loss ratio</i>) |
| PEA | pourcentage de disponibilité du service Ethernet (<i>percent ethernet service availability</i>) |
| PEU | pourcentage d'indisponibilité du service Ethernet (<i>percent ethernet service unavailability</i>) |
| SES _{ETH} | seconde avec beaucoup d'erreurs (<i>severe errored second</i>) |

Recommandations de l'UIT connexes

Recommandation UIT-R F.1668 – Objectifs de qualité en matière d'erreur applicables aux liaisons hertziennes fixes numériques réelles utilisées dans des conduits et des connexions fictifs de référence de 27 500 km

Recommandation UIT-R F.1703 – Objectifs de disponibilité applicables à des liaisons hertziennes fixes numériques réelles utilisées dans des conduits et des connexions fictifs de référence de 27 500 km

Recommandation UIT-T Y.1563 – Transfert de trames Ethernet – Qualité de fonctionnement et disponibilité

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

a) que, parallèlement à l'augmentation considérable des besoins de largeur de bande, la technologie des hyperfréquences a également évolué et permet, grâce au passage d'une faible capacité à une grande capacité, d'assurer une transmission de données à un débit beaucoup plus élevé;

- b) que les applications en mode paquet sont majoritaires dans les réseaux existants de transport et d'accès, et que leur nombre devrait fortement augmenter dans un avenir proche;
- c) qu'il est nécessaire de fixer des objectifs de qualité en matière d'erreur et de disponibilité afin de faciliter la conception des liaisons et le développement des réseaux en mode paquet;
- d) qu'aucune longueur de référence n'est donnée pour les réseaux Ethernet de bout en bout et qu'aucun modèle national n'est disponible,

reconnaissant

- a) que la Recommandation UIT-T Y.1563 définit des paramètres qui peuvent être utilisés pour spécifier et évaluer la performance en termes de vitesse, de précision, de constance et de disponibilité du transfert de trames Ethernet d'un service de communication Ethernet;
- b) que la Recommandation UIT-T Y.1563 définit un réseau Ethernet de bout en bout comme un ensemble de liaisons de commutateur (EL) et de sections de réseau (NS), assurant le transport de trames Ethernet émises par un serveur d'origine (SRC) vers un serveur de destination (DST). Les points de mesure qui délimitent le réseau Ethernet de bout en bout sont ceux situés au niveau des serveurs SRC et DST;
- c) la méthode de calcul adoptée dans les Recommandations UIT-R F.1668 et UIT-R F.1703, afin de déterminer les critères relatifs à la qualité en matière d'erreur et à la disponibilité des liaisons hertziennes fixes réelles (trafic SDH et PDH), fondée sur les Recommandations UIT-T G.826 et UIT-T G.827,

recommande

- 1 que les événements et les paramètres à utiliser dans le cadre de besoins liés à la qualité en matière d'erreur et à la disponibilité, notamment la conception de liaisons réelles, soient choisis parmi ceux décrits dans l'Annexe 1;
- 2 que les objectifs de qualité en matière d'erreur et de disponibilité des liaisons hertziennes fixes numériques réelles acheminant un trafic en mode paquet soit fixés conformément aux procédures décrites dans l'Annexe 2.

Annexe 1

Événements et paramètres

La présente Annexe porte uniquement sur les applications Ethernet en mode paquet.

1 Événements

Les définitions ci-après relatives à la qualité en matière d'erreur et à la disponibilité sont conformes à la Recommandation UIT-T Y.1563.

Seconde avec beaucoup d'erreurs (SES_{ETH})

On parle d'une seconde avec beaucoup d'erreurs (SES_{ETH}) lorsque, pour un bloc de trames observé pendant un intervalle d'une seconde au point d'entrée MP0, le taux FLR correspondant (c'est-à-dire le rapport entre le nombre de trames perdues et le nombre de trames total du bloc) au point de sortie

MPI dépasse s_1 . Une valeur provisoire pour s_1 de 0,5 est proposée par l'UIT-T. Des valeurs différentes peuvent aussi être choisies, suivant la classe de service (CoS) considérée.

Disponibilité

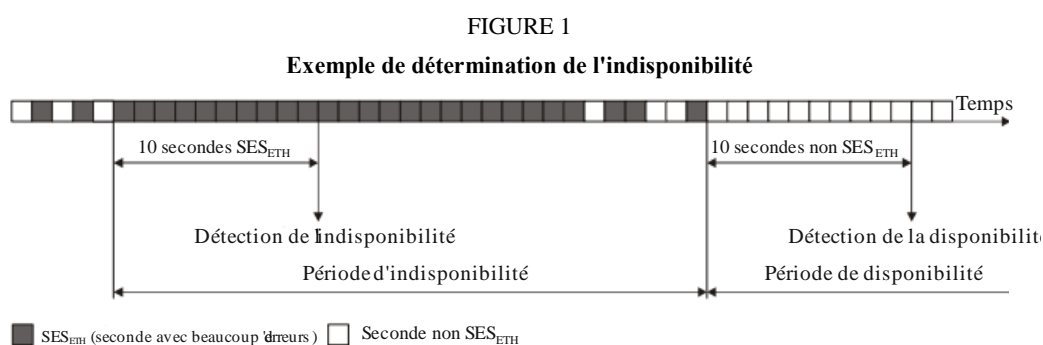
La disponibilité d'un réseau Ethernet est décrite en termes d'état de disponibilité et d'état d'indisponibilité.

Une période d'indisponibilité commence au début d'une série de 10 secondes SES_{ETH} consécutives et prend fin au début d'une série de 10 secondes non SES_{ETH} consécutives. Au cours d'une période de disponibilité, le réseau Ethernet se trouve dans l'état de disponibilité.

La Figure 1 illustre la définition du critère de transition vers/depuis l'état d'indisponibilité.

Cette définition de la disponibilité a été choisie pour permettre la comparaison avec d'autres techniques de couche de liaison.

En raison du caractère bidirectionnel d'un service Ethernet, un réseau Ethernet se trouve dans l'état d'indisponibilité dès lors qu'au moins un des sens est dans l'état d'indisponibilité. La disponibilité unidirectionnelle peut être évaluée au moyen du critère défini plus haut.



F.2006-0

2 Paramètres

Pourcentage d'indisponibilité du service Ethernet (PEU)

Pourcentage du temps au cours duquel le réseau Ethernet est dans l'état d'indisponibilité par rapport au temps de service total prévu (pourcentage d'intervalles d'une seconde).

Pourcentage de disponibilité du service Ethernet (PEA)

Pourcentage du temps au cours duquel le réseau Ethernet est dans l'état de disponibilité par rapport au temps de service total prévu (pourcentage d'intervalles d'une seconde), vérifiant la relation suivante: $PEU = 100 - PEA$.

Taux d'erreurs sur les trames Ethernet (FER)

Le taux d'erreurs sur les trames Ethernet est le rapport entre le nombre total de trames Ethernet contenant des erreurs et la somme du nombre total de trames Ethernet transmises avec succès et du nombre de trames Ethernet contenant des erreurs dans la population considérée.

Taux de perte de trames Ethernet (FLR)

Rapport entre le nombre total de trames Ethernet perdues et le nombre total de trames Ethernet transmises dans la population considérée. Dans les configurations point à multipoint, il peut aussi être utile de comparer le nombre de trames transmises avec succès vers les différentes destinations en prenant comme référence la destination présentant le plus grand nombre de trames transmises avec succès.

Annexe 2

Objectifs

La présente Annexe porte uniquement sur les applications Ethernet en mode paquet.

1 Répartition des objectifs

Les objectifs de qualité en matière d'erreur et de disponibilité des liaisons point à point réelles acheminant du trafic PDH/SDH sont fixés par les Recommandations UIT-R F.1668 et UIT-R F.1703, conformément au critère de répartition indépendant du support défini par l'UIT-T, en se fondant sur l'existence d'une valeur de référence établie pour une connexion de bout en bout fictive de 27 500 km de long (Recommandation UIT-T G.826).

En raison de l'évolution de la technologie et de la nature particulière du protocole Ethernet, aucun objectif de bout en bout n'a été jugé nécessaire par l'UIT-T et aucun critère de répartition n'est disponible. Néanmoins, des liaisons radioélectriques Ethernet continuent d'être déployées dans les mêmes conditions géographiques et logistiques que lorsque les signaux en paquets n'étaient pas encore utilisés (mêmes régions, mêmes tours, même propagation, etc.). Il est nécessaire de disposer d'objectifs afin de concevoir ces liaisons de manière appropriée.

Les objectifs de qualité en matière d'erreur et de disponibilité pour toute liaison Ethernet point à point réelle sont donnés dans la présente Annexe, conformément à la vision traditionnelle de l'UIT qui consiste à considérer deux types de contextes d'application principaux, associés à deux niveaux de qualité escomptés différents:

- Les liaisons faisant partie d'une section de connexion "très performante" (pays de transit ou section internationale d'un pays de destination, sections à longue distance).
- Les liaisons faisant partie de sections du trajet "moins performantes" (tronçon national d'un pays de destination, courte distance et accès).

Des règles d'attribution différentes sont appliquées suivant si le pays en question s'inscrit dans le cadre d'un transit international ou s'il représente la destination du trajet.

2 Exigences temporelles pour l'évaluation des objectifs

Évaluation des événements: 1 seconde.

Objectifs de disponibilité: 1 an.

Objectifs de qualité en matière d'erreur: 1 mois.

3 Objectifs

Pourcentage PEA

Les objectifs en matière de pourcentage PEA applicables à chaque sens d'une liaison hertzienne fixe de longueur L_{link} peuvent être calculés à partir des valeurs indiquées dans les Tableaux 1 et 2 au moyen de l'équation (1):

$$PEA = \left(1 - \left(B_j \frac{L_{link}}{L_R} + C_j\right)\right) * 100 \tag{1}$$

où:

la valeur de j est: pour un tronçon international:

- 1 pour $L_{min} < L_{link} \leq 250$ km
- 2 pour 250 km $< L_{link} \leq 2\ 500$ km
- 3 pour $2\ 500$ km $< L_{link} \leq 7\ 500$ km
- 4 pour $L_{link} > 7\ 500$ km

pour une section d'un tronçon national:

- 5 pour un réseau d'accès
- 6 pour une courte distance
- 7 pour une longue distance

L_R : longueur de référence = 250 km.

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

TABLEAU 1

Paramètres applicables aux objectifs de pourcentage PEA pour les liaisons faisant partie d'un tronçon international de conduit numérique à débit constant

| Longueur (km) | $L_{min} \leq L_{link} \leq 250$ | | $250 < L_{link} \leq 2\ 500$ | | $2\ 500 < L_{link} \leq 7\ 500$ | | $L_{link} \geq 7\ 500$ | |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------------|-------|---------------------------------|-------|------------------------|-------|
| | B_1 | C_1 | B_2 | C_2 | B_3 | C_3 | B_4 | C_4 |
| Tronçon international | $1,9 \times 10^{-4}$ | $1,1 \times 10^{-4}$ | 3×10^{-4} | 0 | 3×10^{-4} | 0 | 3×10^{-4} | 0 |

TABLEAU 2

Paramètres applicables aux objectifs de pourcentage PEA pour les liaisons faisant partie d'un tronçon national d'élément de conduit numérique à débit constant

| Tronçon d'accès | | Tronçon à courte distance | | Tronçon à grande distance | | | |
|-----------------|--------------------|---------------------------|--------------------|--|--|--|--|
| B_5 | C_5 | B_6 | C_6 | B_7 | | C_7 | |
| 0 | 5×10^{-4} | 0 | 4×10^{-4} | 3×10^{-4} pour 250 km $\leq L_{link} < 2\ 500$ km | | 0 pour 250 km $\leq L_{link} < 2\ 500$ km | |
| | | | | $1,9 \times 10^{-4}$ pour $L_{min} \leq L_{link} < 250$ km | | $1,1 \times 10^{-4}$ pour $L_{min} \leq L_{link} < 250$ km | |

Taux FER

Aucun objectif n'est recommandé.

Taux FLR

Aucun objectif n'est recommandé.

4 Calcul des 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.

Dans les calculs qui suivent, on suppose qu'une année correspond à 525 960 min.

4.1 Tronçon international**Cas 1: longueur de 30 km**

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

$$PEA = \left(1 - \left(B_1 \frac{L_{link}}{L_R} + C_1\right)\right) * 100 = \left(1 - \left(1.9 \times 10^{-4} \frac{50}{250} + 1.1 \times 10^{-4}\right)\right) * 100 = 99.985$$

Ces valeurs correspondent à une indisponibilité de 78 min/an.

Cas 2: longueur de 80 km

La longueur est comprise entre 50 km et 250 km, de sorte que:

$$PEA = \left(1 - \left(B_1 \frac{L_{link}}{L_R} + C_1\right)\right) = 1 - \left(1.9 \times 10^{-4} \frac{80}{250} + 1.1 \times 10^{-4}\right) * 100 = 99.983$$

Ces valeurs correspondent à une disponibilité de 99,983% (soit une indisponibilité de 90 min/an).

4.2 Tronçon national**Cas 1: longueur de 30 km dans un tronçon d'accès**

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

$$PEA = \left(1 - \left(B_5 \frac{L_{link}}{L_R} + C_5\right)\right) = 1 - \left(0 \frac{50}{250} + 5 \times 10^{-4}\right) * 100 = 99.95$$

Ces valeurs correspondent à une disponibilité de 99,95% (soit une indisponibilité de 263 min/an).

Annexe 3

Relation entre les paramètres des systèmes en mode paquet et ceux des autres systèmes

Considérations générales

Afin de pouvoir planifier la liaison de manière appropriée, il est nécessaire de connaître la marge de protection contre les évanouissements ou le niveau absolu pour lequel la condition relative au seuil est remplie.

Dans le cas des hiérarchies PDH et SDH, il existe des bases de données de mesures très complètes, mais les seuils pour les signaux en paquets ne sont pas aussi largement documentés.

Les Tableaux 3, 4 et 5 donnent des exemples de mesures permettant de comparer les paramètres des systèmes PDH et ceux des systèmes Ethernet, pour différentes modulations et différentes longueurs des paquets Ethernet.

Dans le cas du système de référence (voir le Tableau 3), toutes les mesures sont indiquées; pour les autres modulations, les mesures ne présentant pas de variation significative ne sont pas indiquées.

- Les essais ont été effectués au moyen d'un équipement moderne à 18 GHz, en utilisant une liaison simulée en laboratoire.
- L'équipement permet la transmission d'un signal hybride (PDH + Ethernet) pour lequel, au cours de chaque essai, la modulation a été choisie manuellement parmi les différents états possibles.
- Flux de référence: (2 150 Mbit/s en Ethernet + 2 Mbit/s en PDH avec modulation MAQ-256) dans un canal de 56 MHz.

La variation du niveau PRx est inférieure ou égale à 0,6 dB pour un taux BER compris entre $1,7 \times 10^{-7}$ et $1,0 \times 10^{-3}$.

TABLEAU 3
Paramètres PDH / Ethernet – MAQ-256

| PDH | | | | Ethernet | | | |
|----------------------|------|----------------|------------------|----------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| BER | ESR | SES | Indisp. | ESR | FLR (=FER ⁽¹⁾) | SES _{ETH} | Longueur des paquets (octets) |
| $1,7 \times 10^{-7}$ | 20% | 0 | - | 35% | $1,7 \times 10^{-5}$ | 0 | 64 |
| 2×10^{-7} | 23% | 0 | - | 40% | 3×10^{-5} | 0 | 256 |
| $1,7 \times 10^{-7}$ | 14% | 0 | - | 34% | $2,7 \times 10^{-5}$ | 0 | 1 024 |
| $1,7 \times 10^{-7}$ | 17% | 0 | - | 34% | $3,6 \times 10^{-5}$ | 0 | 1 522 |
| $1,0 \times 10^{-6}$ | 80% | 0 | - | 94% | $1,3 \times 10^{-4}$ | 0 | 64 |
| $1,0 \times 10^{-6}$ | 80% | 0 | - | 94% | $1,6 \times 10^{-4}$ | 0 | 256 |
| $1,0 \times 10^{-6}$ | 80% | 0 | - | 94% | $2,2 \times 10^{-4}$ | 0 | 1 024 |
| $1,0 \times 10^{-6}$ | 80% | 0 | - | 94% | $2,4 \times 10^{-4}$ | 0 | 1 522 |
| $1,0 \times 10^{-5}$ | 100% | 0 | - | 100% | $1,1 \times 10^{-3}$ | 0 | 64 |
| $1,0 \times 10^{-5}$ | 100% | 0 | - | 100% | $1,6 \times 10^{-3}$ | 0 | 256 |
| $1,0 \times 10^{-5}$ | 100% | 0 | - | 100% | 2×10^{-3} | 0 | 1 024 |
| $1,0 \times 10^{-5}$ | 100% | 0 | - | 100% | $2,2 \times 10^{-3}$ | 0 | 1 522 |
| $1,0 \times 10^{-4}$ | 100% | $\approx 15\%$ | - | 100% | $1,2 \times 10^{-2}$ | 0 | 64 |
| $1,0 \times 10^{-4}$ | 100% | $\approx 15\%$ | - | 100% | $1,2 \times 10^{-2}$ | 0 | 256 |
| $1,0 \times 10^{-4}$ | 100% | $\approx 15\%$ | - | 100% | 2×10^{-2} | 0 | 1 024 |
| $1,0 \times 10^{-4}$ | 100% | $\approx 15\%$ | - | 100% | $2,5 \times 10^{-2}$ | 0 | 1 522 |
| $1,0 \times 10^{-3}$ | 100% | 100% | X ⁽²⁾ | 100% | $1,1 \times 10^{-1}$ | 0 | 64 |
| $1,0 \times 10^{-3}$ | 100% | 100% | X ⁽²⁾ | 100% | $1,3 \times 10^{-1}$ | 0 | 256 |
| $1,0 \times 10^{-3}$ | 100% | 100% | X ⁽²⁾ | 100% | $1,7 \times 10^{-1}$ | 0 | 1 024 |
| $1,0 \times 10^{-3}$ | 100% | 100% | X ⁽²⁾ | 100% | 2×10^{-1} | 0 | 1 522 |

⁽¹⁾ Chaque erreur dans un trame entraîne le rejet de la cellule.

⁽²⁾ Si la situation persiste pendant plus de 10 secondes, la mesure du taux ESR et du nombre de secondes SES est alors dénuée de sens, étant donné que le système entre alors dans l'état d'indisponibilité.

TABLEAU 4
Paramètres PDH / Ethernet – MAQ-16

| PDH | | | | Ethernet | | | |
|----------------------|------|-------|------------------|----------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| BER | ESR | SES | Indisp. | ESR | FLR (=FER ⁽¹⁾) | SES _{ETH} | Longueur des paquets (octets) |
| $2,0 \times 10^{-6}$ | 90% | 0 | - | 98% | $1,4 \times 10^{-4}$ | 0 | 64 |
| $2,0 \times 10^{-6}$ | 90% | 0 | - | 98% | $2,3 \times 10^{-4}$ | 0 | 1 522 |
| $1,0 \times 10^{-4}$ | 100% | 0 | - | 100% | 9×10^{-3} | 0 | 64 |
| $1,0 \times 10^{-4}$ | 100% | 0 | - | 100% | 2×10^{-2} | 0 | 1 522 |
| $4,0 \times 10^{-4}$ | 100% | ≈ 15% | - | 100% | $1,1 \times 10^{-1}$ | 0 | 64 |
| $4,0 \times 10^{-4}$ | 100% | ≈ 15% | - | 100% | $1,6 \times 10^{-1}$ | 0 | 1 522 |
| $1,0 \times 10^{-3}$ | 100% | 100% | X ⁽²⁾ | 100% | $1,1 \times 10^{-1}$ | 0 | 64 |
| $1,0 \times 10^{-3}$ | 100% | 100% | X ⁽²⁾ | 100% | $2,5 \times 10^{-1}$ | 0 | 1 522 |

⁽¹⁾ Chaque erreur dans un trame entraîne le rejet de la cellule.

⁽²⁾ Si la situation persiste pendant plus de 10 secondes, la mesure du taux ESR et du nombre de secondes SES est alors dénuée de sens, étant donné que le système entre alors dans l'état d'indisponibilité.

TABLEAU 5
Paramètres PDH / Ethernet – MAQ-1024

| PDH | | | | Ethernet | | | |
|----------------------|------|------|------------------|----------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| BER | ESR | SES | Indisp. | ESR | FLR (=FER ⁽¹⁾) | SES _{ETH} | Longueur des paquets (octets) |
| $1,0 \times 10^{-6}$ | 90% | 0 | - | 100% | 2×10^{-4} | 0 | 64 |
| $1,0 \times 10^{-6}$ | 90% | 0 | - | 100% | 4×10^{-4} | 0 | 1 522 |
| $1,0 \times 10^{-4}$ | 100% | 0 | - | 100% | 9×10^{-3} | 0 | 64 |
| $1,0 \times 10^{-4}$ | 100% | 0 | - | 100% | 2×10^{-2} | 0 | 1 522 |
| $8,0 \times 10^{-4}$ | 100% | 15% | - | | $1,6 \times 10^{-1}$ | 0 | 64 |
| $8,0 \times 10^{-4}$ | 100% | 15% | - | | 3×10^{-1} | 0 | 1 522 |
| $1,0 \times 10^{-3}$ | 100% | 100% | X ⁽²⁾ | 100% | $1,1 \times 10^{-1}$ | 0 | 64 |
| $1,0 \times 10^{-3}$ | 100% | 100% | X ⁽²⁾ | 100% | $2,3 \times 10^{-1}$ | 0 | 1 522 |

⁽¹⁾ Chaque erreur dans un trame entraîne le rejet de la cellule.

⁽²⁾ Si la situation persiste pendant plus de 10 secondes, la mesure du taux ESR et du nombre de secondes SES est alors dénuée de sens, étant donné que le système entre alors dans l'état d'indisponibilité.

Conclusion

Les mesures montrent que, quelle que soit la modulation de la longueur de trame choisie, dans le cas des systèmes en mode paquet, les secondes SES_{ETH} surviennent pour un niveau de réception légèrement inférieur (une fraction de dB) au niveau pour lequel les secondes SES sont détectées dans le cas d'un autre système.

En raison de la forte pente de la courbe du taux BER des équipements actuels et compte tenu du fait que certains équipements présentent une perte de verrouillage avant ce niveau (lorsque le taux BER est de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-6}), les différences pratiques entre les cas d'utilisation des seuils des systèmes réels en mode paquet et ceux des niveaux de seuil utilisés par les autres systèmes se révèlent être négligeables.
