

RECOMMANDATION UIT-R F.557-4

**OBJECTIF DE DISPONIBILITÉ D'UN CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE
ET D'UN CONDUIT NUMÉRIQUE FICTIF DE RÉFÉRENCE POUR
LES FAISCEAUX HERTZIENS**

(Question UIT-R 102/9)

(1978-1986-1990-1991-1997)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que le circuit fictif de référence et le conduit numérique fictif de référence (CNFR) sont destinés à servir de guide à ceux qui conçoivent et réalisent les systèmes;
- b) que la disponibilité d'un faisceau hertzien dépend de nombreux facteurs et en particulier de l'organisation de la maintenance (qui conditionne le temps de rétablissement), de la fiabilité des installations, de la conception du système et des conditions de propagation; l'importance relative de ces différents facteurs peut varier de façon très considérable, parfois sans qu'il y ait possibilité de contrôle, d'une région à une autre;
- c) qu'il est souhaitable d'appliquer des objectifs de disponibilité communs aux systèmes en câbles et aux systèmes à faisceaux hertziens,

recommande

- 1 que la disponibilité d'un circuit fictif de référence d'une longueur de 2 500 km pour faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence (Recommandation UIT-R F.392) et d'un CNFR d'une longueur de 2 500 km pour les faisceaux hertziens numériques (Recommandation UIT-R F.556) soit de 99,7% du temps, ce pourcentage se rapportant à une période de temps suffisamment longue pour être valable du point de vue statistique, période qui est probablement supérieure à une année; la période de temps est en cours d'étude (Notes 2, 3 et 4);
 - 2 qu'un circuit analogique fictif de référence soit considéré comme indisponible quand, dans un sens de transmission au moins, l'une des conditions suivantes ou les deux à la fois se produisent pendant au moins 10 s consécutives (Note 9);
 - 2.1 le niveau en bande de base se trouve ramené à 10 dB au moins au-dessous du niveau de référence;
 - 2.2 pour une voie téléphonique quelconque, la puissance du bruit non pondéré, avec un temps d'intégration de 5 ms, est supérieure à 10^6 pW0 (Note 10);
 - 3 que l'indisponibilité d'un CNFR soit définie comme suit:
 - 3.1 la période de temps d'indisponibilité commence au début de 10 secondes avec beaucoup d'erreurs, consécutives, dans un sens de transmission au moins (Notes 1 et 9). Ces 10 s font partie du temps d'indisponibilité. Pour la définition des secondes avec beaucoup d'erreurs, il convient de se reporter aux Recommandations UIT-T G.821 et UIT-T G.826 sur le sujet;
 - 3.2 une nouvelle période de disponibilité commence au début de 10 s consécutives ne comportant pas de seconde avec beaucoup d'erreurs pour les deux sens de transmission. Ces 10 s font partie du temps de disponibilité. Pour la définition des secondes avec beaucoup d'erreurs, il convient de se reporter aux Recommandations UIT-T G.821 et UIT-T G.826 sur le sujet;
 - 4 que, dans l'évaluation de l'indisponibilité, l'on tienne compte de tous les facteurs qui sont à la fois prévisibles du point de vue statistique et involontaires et qui résultent de l'équipement radioélectrique*, des dispositifs d'alimentation, de la propagation, des brouillages, des équipements auxiliaires et de l'activité humaine; l'évaluation de l'indisponibilité tient compte de la moyenne du temps de rétablissement (Notes 6 et 7);
- * Cela inclut, pour les faisceaux hertziens analogiques, tous les équipements compris entre les points R et R' définis dans la Recommandation 380 (Volume IX, Partie 1 (Düsseldorf, 1990)) et, pour les faisceaux hertziens numériques, tous les équipements compris dans une section radioélectrique numérique.
- 5 d'utiliser les indications de l'Annexe 1 en matière de disponibilité et de fiabilité des faisceaux hertziens;

6 que les Notes suivantes soient considérées comme faisant partie de la Recommandation.

NOTE 1 – On définit la disponibilité globale A au moyen de la formule suivante:

$$A = 100 [1 - \{(T_1 + T_2 - T_b)/T_e\}]$$

dans laquelle:

A : disponibilité exprimée en pourcentage

T_1 : durée d'indisponibilité totale dans un sens de transmission

T_2 : durée d'indisponibilité totale dans l'autre sens de transmission

T_b : durée d'indisponibilité bilatérale

T_e : période de temps nécessaire à l'évaluation.

Pour une transmission unilatérale $T_2 = 0$; $T_b = 0$.

NOTE 2 – La valeur de 99,7% est une valeur provisoire et l'on admet que, dans la pratique, les objectifs choisis peuvent être compris entre 99,5% et 99,9%. Le choix d'une valeur spécifique comprise dans cette gamme dépend du partage optimal de la durée d'interruption entre les diverses causes d'indisponibilité, qui peuvent ne pas avoir les mêmes importances relatives lorsque les conditions locales sont prises en considération (c'est-à-dire la propagation, les facteurs géographiques, la distribution de la population et l'organisation de la maintenance).

En outre, la disponibilité des faisceaux hertziens n'est qu'un des nombreux aspects qui assurent une qualité de service acceptable du trafic téléphonique; à cet égard, le choix d'une valeur optimale ne peut être réalisé que compte tenu de tous les systèmes de transmission, existants ou projetés, dans le réseau à l'étude.

Pour toutes ces raisons, les administrations pourront choisir différentes valeurs pour l'objectif de disponibilité qu'elles utiliseront dans la planification, lesdites valeurs étant comprises dans la gamme indiquée ci-dessus.

NOTE 3 – La disponibilité des équipements de multiplexage n'est pas prise en considération dans ce qui précède. On prévoit que l'UIT-T fixera des objectifs de disponibilité pour ces équipements.

NOTE 4 – La présente Recommandation se rapporte au circuit fictif de référence et au CNFR. Elle a pour but de fixer une valeur de disponibilité qui servira d'objectif de planification pour les nouveaux faisceaux hertziens.

Elle n'est pas destinée à être citée dans les spécifications des systèmes réels, ni appliquée dans les essais de recette ou les accords d'exploitation. Les Recommandations traitant de la disponibilité des circuits réels restent à établir.

Les données mesurées des valeurs de disponibilité dans les circuits réels font apparaître une large distribution; une valeur fiable de disponibilité effective ne peut être obtenue qu'à partir de la moyenne d'une grande quantité de données recueillies sur de nombreuses liaisons de faisceaux hertziens pendant une période suffisamment longue.

NOTE 5 – La subdivision de l'objectif de disponibilité dans la partie à qualité élevée des connexions qui devront être établies pour des liaisons réelles est indiquée dans la Recommandation UIT-R F.695. Les objectifs de disponibilité pour les liaisons réelles dans les parties à qualité moyenne et locale d'une connexion d'un réseau numérique à intégration de services sont à l'étude.

NOTE 6 – Les services chargés de l'établissement des projets doivent indiquer leurs propres hypothèses concernant la moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF), la moyenne des temps de rétablissement (MTTR), les précautions prises contre les interruptions et les évanouissements (en particulier l'utilisation de canaux de réserve et le nombre de bonds par section de commutation) et la répartition des évanouissements d'une durée supérieure à 10 s.

NOTE 7 – Le temps de rétablissement, qui correspond au temps s'écoulant entre une interruption du trafic et son rétablissement, comprend le temps de reconnaissance, de déplacement et de réparation. On constate que le temps de rétablissement diffère d'une administration à l'autre, en raison de plusieurs facteurs tels que la facilité d'accès, les conditions atmosphériques, les méthodes de maintenance et d'autres considérations d'ordre économique.

NOTE 8 – La présente Recommandation ne tient pas compte des améliorations que l'on pourrait obtenir en réacheminant le trafic sur d'autres systèmes (par exemple, câbles ou autres faisceaux hertziens).

NOTE 9 – Pour des interruptions d'une durée inférieure à 10 s, un complément d'étude est nécessaire, en tenant compte également des interruptions intermittentes.

NOTE 10 – La Recommandation UIT-R F.393 tient compte des périodes d'une durée inférieure à 10 s pendant lesquelles la puissance de bruit dans une voie téléphonique d'un système à multiplexage par répartition en fréquence est supérieure à 10^6 pW0.

NOTE 11 – La Recommandation UIT-R F.594 tient compte des périodes d'une durée inférieure à 10 s pendant lesquelles le taux d'erreur est supérieur à 1×10^{-3} .

ANNEXE 1

Disponibilité et fiabilité des faisceaux hertziens**1 Introduction**

La présente Annexe donne des indications utiles pour l'interprétation de la présente Recommandation. Toutefois, il convient de noter que les valeurs et les caractéristiques indiquées ne sont données qu'à titre d'exemple.

Dans la présente Annexe, les termes fiabilité et disponibilité répondent aux définitions adoptées par l'UIT-R et la Commission électrotechnique internationale (CEI).

2 Causes d'indisponibilité

Les définitions d'indisponibilité dans le cas des faisceaux hertziens analogiques et dans le cas des faisceaux hertziens numériques sont établies respectivement aux § 2 et 3 du *recommande*. Les services chargés de la planification devront tenir compte de toutes les causes d'interruption ou de dégradation de la qualité qui ont une influence sur l'indisponibilité du faisceau hertzien.

Les caractéristiques importantes des principales causes d'indisponibilité des faisceaux hertziens sont décrites ci-dessous.

2.1 Equipement

- défaillance ou dégradation de l'équipement radioélectrique, notamment les modulateurs et les démodulateurs,
- défaillance des équipements auxiliaires (équipements de commutation par exemple),
- défaillance du matériel d'alimentation en énergie électrique du réseau radioélectrique,
- défaillance de l'antenne ou de la ligne d'alimentation.

Avec les faisceaux hertziens les plus récents, conçus pour avoir une haute fiabilité, la MTBF s'est considérablement allongée. L'indisponibilité est également fonction de la MTTR comme cela est indiqué dans la Note 6.

Dans une section de commutation type, l'indisponibilité imputable à des défaillances de l'équipement peut être de l'ordre de 0,01% (voir la Recommandation UIT-R F.695). Ce taux d'indisponibilité est représentatif d'un équipement type présentant une MTBF de l'ordre de quelque 10^4 heures et une MTTR de quelques heures. Toutefois, un circuit fictif de référence ou un CNFR comporte un grand nombre de sections de commutation. Bien évidemment la probabilité d'une défaillance simultanée dans chaque section de commutation est faible, à tel point que l'on n'observe parfois qu'un seul cas de défaillance sur une période de plusieurs années. Il est donc raisonnable de retenir une longue période d'intégration – une année, par exemple – pour mesurer l'indisponibilité.

2.2 Propagation

Les interruptions de faisceau hertzien causées par un évanouissement dû à la propagation par trajets multiples ont souvent une durée inférieure à 10 s, pourtant elles peuvent quelquefois se produire pendant plus de 10 s, ce qui provoque une indisponibilité.

Un affaiblissement dû à des précipitations anormales (forte chute de pluie ou de neige) dure assez longtemps pour provoquer une indisponibilité dans l'exploitation des faisceaux hertziens fonctionnant dans les bandes de fréquences supérieures à 10 GHz. On peut déduire des statistiques prévisionnelles sur les effets de propagation en appliquant les formules ou les méthodes préconisées dans les Recommandations UIT-R, Série P. En outre, étant donné qu'il y a généralement une faible probabilité de voir se produire de fortes précipitations, la durée d'indisponibilité peut différer d'une année à l'autre. Pour évaluer la durée d'indisponibilité, on pourra appliquer les mêmes dispositions que celles qui figurent au § 2.1.

2.3 Autres causes

Des salves de bruits impulsifs imprévisibles causées par un brouillage provenant principalement de sources extérieures au système brouillé peuvent provoquer une indisponibilité lorsque la puissance du bruit dépasse un certain seuil. Ce type d'interruption comprend le brouillage provenant des systèmes spatiaux ou des systèmes de radar combiné avec une propagation anormale.

Les catastrophes comme les tremblements de terre peuvent conduire à l'écroulement des pylônes ou des bâtiments et aboutir à une indisponibilité des faisceaux hertziens.

Une intervention humaine au cours de la maintenance peut également provoquer une indisponibilité. La contribution de ces facteurs est généralement difficile à prévoir au moyen d'une analyse mathématique. Cependant on devra en tenir compte lors de la conception de faisceaux hertziens.

3 Commutation normal/secours

La commutation normal/secours est souvent efficace pour améliorer la disponibilité des faisceaux hertziens. Dans les faisceaux hertziens, la méthode dite de commutation de canal est généralement employée. Dans cette méthode, on prépare une ou $P(P > 1)$ voies radioélectriques de secours pour N voies en fonctionnement. Lorsqu'une des N voies en fonctionnement est interrompue, le signal sur la voie interrompue sera immédiatement récupéré par une des voies de secours sur m bonds radioélectriques. Dans ce cas, l'indisponibilité U de chacune des voies radioélectriques à double sens causée uniquement par une défaillance de l'équipement, en admettant que le taux de défaillance du matériel de secours est suffisamment petit pour être négligé, peut s'exprimer par la formule suivante:

$$U = \frac{2}{N} \left[\binom{N+P}{P+1} \right] (mq)^{P+1} \quad (1)$$

dans laquelle:

m : nombre de bonds radioélectriques contenus dans chaque section de commutation

q : probabilité d'interruption de chaque bond (pour autant qu'il s'agisse d'une défaillance de l'équipement, $q = \text{MTTR}/\text{MTBF}$)

$$\binom{N+P}{P+1} = \frac{(N+P)!}{(P+1)!(N-1)!}$$

Dans de nombreux cas, la voie de secours est unique ($P = 1$) et la formule (1) devient:

$$U = \frac{2}{N} \left[\binom{N+1}{2} \right] (mq)^2$$

La commutation sur secours est efficace non seulement en cas de défaillance de l'équipement mais également dans le cas d'évanouissement dû à la propagation par trajets multiples lorsqu'on emploie la diversité de fréquence; des renseignements sur la diversité de fréquence sont donnés dans la Recommandation UIT-R F.752.