

## RECOMMANDATION UIT-R F.1705

**Analyse et optimisation des caractéristiques d'erreur des systèmes hertziens fixes numériques aux fins de mise en service et de maintenance**

(Question UIT-R 235/9)

(2005)

**Domaine de compétence**

La présente Recommandation fournit une analyse en vue de l'optimisation des caractéristiques d'erreur des systèmes hertziens fixes (FWS) numériques aux fins de maintenance pratique avant la mise en service. L'Annexe 1 présente l'orientation à suivre et les méthodes systématiques à appliquer en vue de la maintenance des systèmes point à point et point multipoint (P-MP).

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que de nombreux facteurs, notamment l'évanouissement dû à des effets de trajets multiples, peuvent déformer et atténuer les signaux reçus sur les trajets en ligne directe, et donc nuire à la qualité de fonctionnement des systèmes hertziens fixes (FWS);
- b) qu'il existe des contre-mesures telles que la réception en diversité et l'égalisation adaptative pour réduire les effets de l'évanouissement dus à des trajets multiples sur la qualité de fonctionnement des systèmes;
- c) que pour la mise en service (BIS) et/ou la maintenance des systèmes FWS et pour la mise au point d'équipements radioélectriques, il faut disposer de méthodes d'analyse et de suppression de la dégradation des caractéristiques d'erreur causées par de nombreux facteurs aux systèmes FWS numériques;
- d) que les limites de qualité de fonctionnement et les spécifications techniques relatives à la BIS ou à la maintenance des systèmes FWS sont spécifiées respectivement dans les Recommandations UIT-R F.1330 (Limites de qualité de fonctionnement pour la mise en service des parties de conduits et sections à hiérarchie numérique plésiochrone et à hiérarchie numérique synchrone internationaux mis en oeuvre par des faisceaux hertziens numériques) et UIT-R F.1566 (Limites de qualité de fonctionnement pour la maintenance de systèmes hertziens fixes numériques fonctionnant dans des conduits et sections internationaux fondés sur les hiérarchies numériques plésiochrone ou synchrone);
- e) qu'il est souvent nécessaire d'optimiser la qualité de fonctionnement des systèmes FWS après qu'ils ont été installés, en particulier pendant les opérations de maintenance avant la BIS,

*recommande*

- 1 d'appliquer les orientations et la méthode systématique en vue de l'analyse et de l'optimisation des caractéristiques d'erreur des systèmes FWS numériques, présentées à l'Annexe 1, dans les cas où la qualité de fonctionnement est inférieure à la qualité optimale.

## Annexe 1

### **Analyse et optimisation des caractéristiques d'erreur des systèmes FWS numériques aux fins de mise en service et de maintenance**

#### **1 Introduction**

La présente Annexe fait le point sur la disponibilité de méthodes d'analyse des pannes et d'optimisation de la qualité de fonctionnement des systèmes FWS numériques. Les aspects de propagation au niveau de la conception des systèmes FWS sont examinés en détail dans la Recommandation UIT-R P.530 (Données de propagation et méthodes de prévision nécessaires pour la conception de faisceaux hertziens à visibilité directe de Terre).

Les Recommandations UIT-R relatives aux caractéristiques d'erreur (par exemple la 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 fictives de référence de 27 500 km) définissent des exigences de conception et d'exploitation auxquelles doivent satisfaire les systèmes FWS pour atteindre les objectifs de qualité de fonctionnement qui y sont fixés. Compte tenu de ces exigences, la présente Recommandation se propose de fixer des orientations en vue de la BIS et de l'exploitation de systèmes FWS là où les caractéristiques d'erreur sont mauvaises par suite de difficultés. Les limites de qualité de fonctionnement à observer pour mettre en service les systèmes sont fixées dans la Recommandation UIT-R F.1330, laquelle peut également servir à établir des points de déclenchement de la maintenance pour les systèmes opérationnels. On remarquera par ailleurs qu'une évaluation des causes d'erreur peut en principe être déclenchée par les limites de qualité de fonctionnement établies dans la Recommandation UIT-R F.1566.

Un gros travail d'élaboration a été fait au niveau des systèmes et des techniques pour obtenir des systèmes FWS de grande qualité. Il existe maintenant des techniques et des logiciels de mesure qui permettent l'analyse en laboratoire et en exploitation des systèmes FWS numériques.

Compte tenu de cette évolution, il est recommandé d'utiliser des instruments et logiciels de mesure lorsqu'une analyse du système s'impose en vue de réparer une panne ou d'en optimiser les caractéristiques afin de réaliser les objectifs de qualité de fonctionnement fixés.

Pour une information générale plus détaillée concernant le fonctionnement des systèmes FWS, on se reportera au Manuel – Systèmes de faisceaux hertziens numériques, de l'UIT-R.

#### **2 Analyse des liaisons**

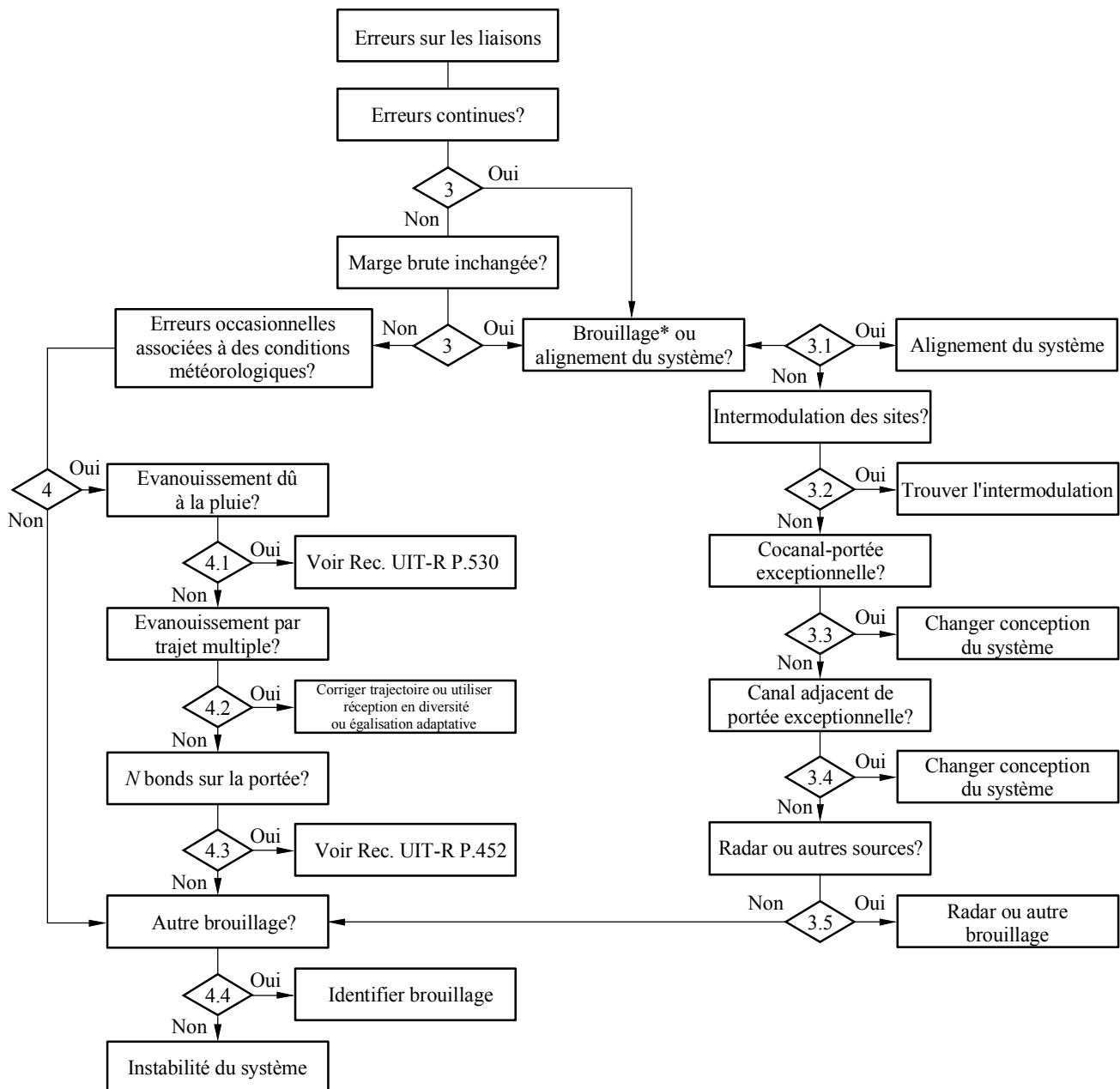
Les erreurs qui affectent les systèmes FWS pouvant avoir plusieurs causes, leur analyse est donc complexe et peut prendre beaucoup de temps. Pour la rendre plus facile et pour optimiser les systèmes, il convient d'adopter une approche systématique afin de comprendre la nature des erreurs ainsi que leur relation à l'environnement dans lequel tel ou tel système fonctionne.

En effet, faute d'approche systématique, l'opérateur système sera tenté d'imputer toutes les erreurs à un phénomène «d'évanouissement» et donc de ne rien faire pour résoudre le problème. Notre propos est de simplifier le processus d'analyse et d'optimisation en fixant des orientations qui aident à améliorer la qualité de fonctionnement du système. Il existe des outils de mesure et d'analyse qui sont d'une grande aide même quand le problème semble être grave.

Le diagramme présenté à la Fig. 1 permet d'évaluer les causes possibles d'erreur, dont l'existence est constatée dans des systèmes FWS point à point avec connexion à plusieurs bonds. Il comprend de nombreuses ramifications, chacune exigeant une connaissance particulière du système et de son environnement; pour ce faire, il convient à chaque ramifications de la Fig. 1 de procéder à des mesures ou analyses spécifiques, à la suite desquelles il conviendra de recourir à un logiciel d'application pour aider à évaluer les résultats des mesures et à en déduire une solution optimale.

FIGURE 1

**Diagramme permettant d'évaluer les causes des erreurs de liaison constatées dans des systèmes FWS point à point avec connexion à plusieurs bonds**

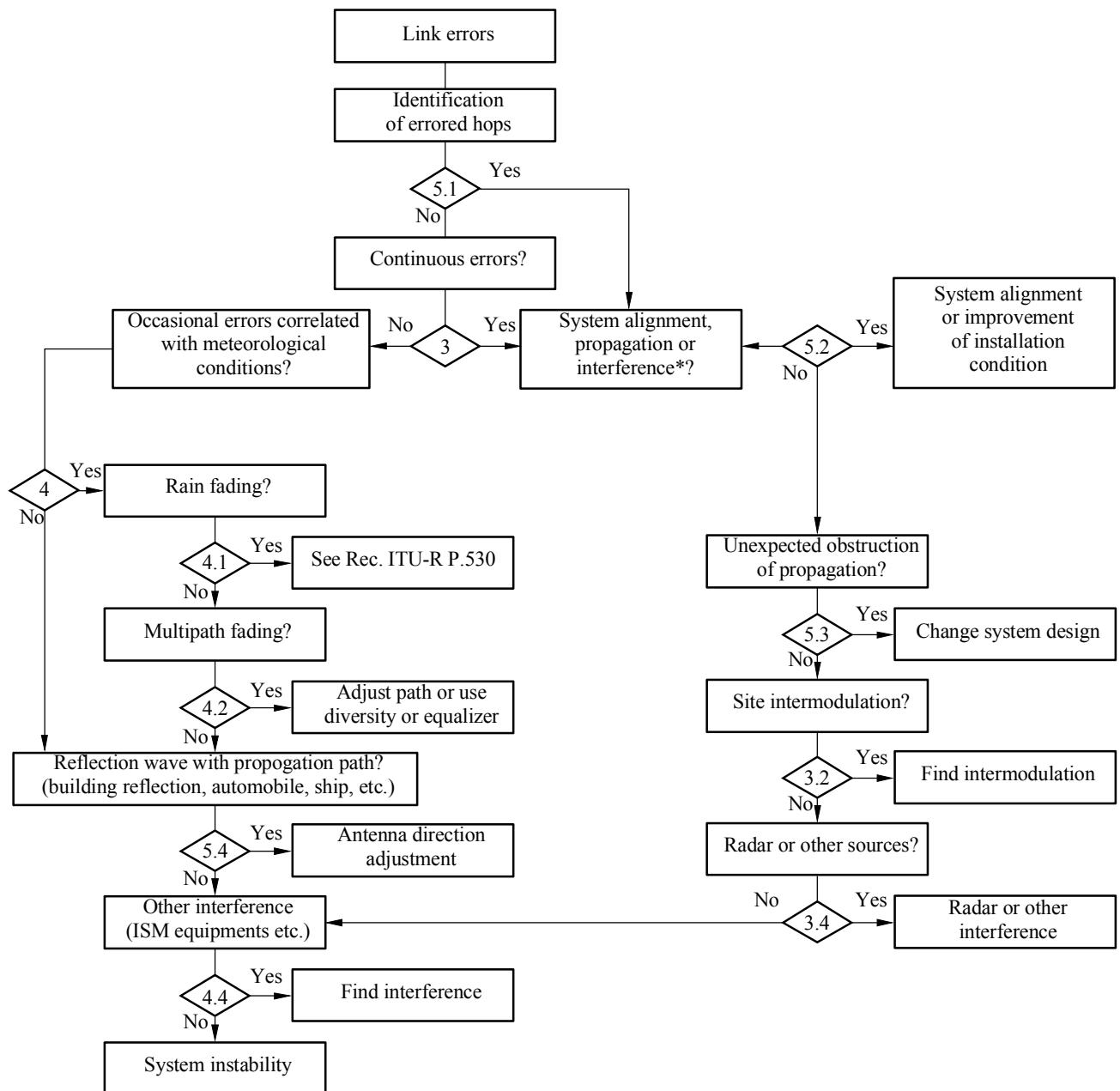


\* Les brouillages peuvent être causés par des services utilisant en partage la même bande ou provenir d'émissions non désirées venant d'autres bandes.

Pour les systèmes FWS utilisés dans la portion accès, en particulier pour les systèmes point à multipoint (P-MP) exploités dans des environnements de propagation différents, on peut utiliser le diagramme de la Fig. 2.

Les paragraphes ci-dessous indiquent ce qu'il convient de faire pas à pas pour chaque décision, le numéro de chaque section correspondant à une décision indiquée dans les diagrammes des Fig. 1 et 2.

FIGURE 2

**Flow chart for assessing the causes of link errors observed in the P-MP FWS**

\* Interference may come from services sharing the same band as well as unwanted emissions from other bands.

### 3 Analyse des erreurs sur liaison pour des systèmes FWS point à point avec connexion à plusieurs bonds

La première opération consiste à déterminer la fréquence des erreurs. En effet, la fréquence des erreurs peut être faible, mais les erreurs sont toujours là; par exemple, un système peut compter plus de 100 secondes erronées (ES) chaque mois, erreurs alors appelées «continues», alors que s'il en compte moins de 50 par exemple la plupart des mois, même en comptant des secondes avec beaucoup d'erreurs (SES), on parlera alors d'«erreurs occasionnelles».

Même en cas d'erreurs occasionnelles, il se peut que ces erreurs soient dues à une certaine réduction de la marge brute par suite d'un mauvais fonctionnement de l'équipement ou du système d'alimentation. Si la marge brute du système est réduite de plusieurs dB, il se peut qu'un petit effet d'évanouissement par trajet multiple, qui normalement ne devrait produire aucune erreur sur les bits, se traduise par l'apparition d'«erreurs occasionnelles». De sorte qu'en inspectant la marge brute on peut constater que la cause de ces erreurs occasionnelles réside dans l'alignement du système ou dans un problème d'intermodulation des sites, etc., facteur généralement considéré comme produisant des erreurs continues.

#### 3.1 Brouillage ou alignement du système

Pour trancher, il faut déterminer si les erreurs sont causées par des brouillages, arrivant via l'antenne, ou bien s'il s'agit d'un dysfonctionnement du système. Pour ce faire, un moyen efficace consiste à brancher un analyseur de spectre à la sortie du filtre d'aiguillage RF, en direction du récepteur, et d'examiner de près le spectre; cette méthode est bien adaptée aux brouilleurs de haut niveau, mais moins bien aux brouilleurs large bande de faible niveau qui sont inférieurs à la valeur plancher de bruit de l'analyseur (voir le paragraphe suivant pour une autre méthode). Pour que la mesure en question soit la plus efficace possible, il convient d'éteindre l'émetteur d'extrémité. Si la présence d'un brouillage n'est pas évidente, alors les erreurs sont certainement dues à un mauvais alignement du système, ce qui suppose que les erreurs sont continues et que la présence du brouillage coupable sera révélée par une mesure du spectre reçu.

Ce dernier peut également être mesuré à la sortie de l'amplificateur FI du récepteur étant donné que celui-ci présente un gain suffisant et une valeur de bruit excellente qui garantissent la mise en évidence d'un quelconque brouillage. Dans ce cas il n'est pas nécessaire de recourir à des outils d'analyse du spectre des micro-ondes et on a une plus grande sensibilité pour mesurer des brouillages de bas niveau.

En règle générale, on devrait pouvoir prévenir les brouillages par une planification judicieuse des fréquences. Dans la pratique, des sources inconnues peuvent provoquer des brouillages, lesquels peuvent par ailleurs être aggravés par des conditions de propagation anormales, auquel cas ils ne devraient pas être écartés comme source d'erreurs sans des vérifications appropriées au niveau du système.

Les questions d'alignement du système sont complexes et diverses, les principales concernant l'alignement de l'antenne, la marge brute, l'atténuation au niveau du guide d'ondes et du filtre d'aiguillage, la distorsion du temps de propagation de groupe et en amplitude, l'égalisation en diversité, la fréquence du canal en question, la qualité du câblage et des connecteurs et, bien sûr, toute panne ordinaire de l'équipement. Il faut vérifier en détail chaque élément pour être sûr que le système est correctement aligné et que les sources possibles d'erreur ont été réduites au minimum.

### 3.2 Intermodulation des sites

Des produits d'intermodulation sur place peuvent naître des produits de mélange des émetteurs partageant un même canal, produits de mélange pouvant résulter de mauvaises connexions mécaniques; par exemple, les éléments d'une antenne-tour peuvent agir comme un «cristal» mélangeur (diode) non linéaire pour créer des produits de brouillage dans la bande.

La solution possible est de modifier la fréquence de l'émetteur brouilleur ou de corriger après l'avoir localisée la structure mécanique/électrique qui produit le mélange. L'analyse du spectre du signal reçu devrait être réalisée une fois que l'émetteur d'extrémité aura été éteint. Cette analyse peut être énormément facilitée à la sortie de l'amplificateur FI du récepteur, et les produits de mélange peuvent être évalués par calcul.

### 3.3 Brouillage de portée exceptionnelle dans un même canal

Dans des conditions de propagation normales, des brouillages de portée exceptionnelle dans un même canal se propageront normalement en trois bonds, ou deux bonds de plus que le signal désiré, pour des configurations de fréquence standards. En principe, ce comportement normal permet de faire en sorte que les trajets soient correctement décalés si bien que l'antenne pourra, grâce à sa capacité de discrimination, réduire au minimum le brouillage de portée exceptionnelle. Si on soupçonne l'existence d'un brouillage de portée exceptionnelle, il est possible de le détecter en analysant le spectre du signal reçu, l'émetteur du signal désiré étant éteint. Il est également possible que la cause du brouillage dans le même canal soit le signal du bond suivant par rapport au récepteur affecté; ce cas peut se produire si le rapport avant-arrière de l'antenne du bond suivant est mauvais ou si l'angle du bond suivant est tel qu'un lobe latéral de l'antenne pour le trajet suivant dirige dans le même canal un signal suffisant pour causer un brouillage (voir les Recommandations UIT-R F.1096 (Méthodes de calcul du brouillage en visibilité directe des faisceaux hertziens compte tenu de la diffusion par le terrain) et UIT-R F.1095 (Procédure de détermination de la zone de coordination entre des stations hertziennes du service fixe)).

### 3.4 Brouillage de portée exceptionnelle dans les canaux adjacents

La présence de brouillage de portée exceptionnelle dans les canaux adjacents soulève des questions analogues à celles mentionnées à propos de la présence de brouillage dans un même canal. Pour déterminer la quantité de brouillage (voir les Recommandations UIT-R F.1191 (Largeurs de bande et rayonnements non désirés des systèmes numériques du service fixe) et UIT-R SM.328 (Spectres et largeurs de bande des émissions)), il faut procéder à une analyse du spectre RF ou FI, la source des signaux désirés étant éteinte.

### 3.5 Radar ou autre brouillage

Les brouillages de type impulsion peuvent provenir de diverses sources telles que radar, arcs électriques ou systèmes d'allumage de véhicules à moteur. On peut normalement déterminer la signature d'un radar en analysant les salves d'erreurs. A titre d'estimation qualitative, on peut dire qu'un radar qui cause un brouillage continu se situera généralement dans la ligne de visée du récepteur affecté, mais il peut être également proche du point de visée de l'antenne, sauf dans le cas où il est trop près (voir les Recommandations UIT-R F.1097 (Possibilités d'atténuation des brouillages pour améliorer la compatibilité entre les systèmes radars et les faisceaux hertziens numériques) et UIT-R F.1190 (Critères de protection applicables aux faisceaux hertziens numériques propres à assurer la compatibilité électromagnétique avec les systèmes radars du service de radiorepérage) pour de plus amples détails sur les brouillages causés par les radars). Les brouillages de type impulsion peuvent provenir d'autres sources situées à proximité du récepteur affecté, mais pour en évaluer les effets, il faut disposer d'outils d'analyse globale des erreurs.

On trouvera de plus amples renseignements sur les brouillages causés par d'autres services utilisant en partage les mêmes bandes de fréquences dans plusieurs Recommandations de la série F et dans le *Manuel sur les systèmes de faisceaux hertziens numériques* de l'UIT-R.

## 4 Erreurs occasionnelles liées à des conditions météorologiques

Les conditions météorologiques peuvent jouer un rôle important dans les erreurs causées aux systèmes FWS. Souvent, les erreurs peuvent être corrélées à une zone d'air stable dans un système de haute pression avec fronts froid et chaud, voire du vent. Pour déterminer quelles conditions météorologiques sont associées à un taux d'erreur élevé, il faut se livrer à un patient travail d'observation. Après avoir déterminé les erreurs qui sont associées à telle ou telle condition météorologique particulière, il faut encore s'efforcer d'isoler le problème particulier qui a été constaté. En effet, si les erreurs occasionnelles ne sont pas liées à des conditions météorologiques, elles pourraient alors être dues à d'autres sources de brouillage (voir le § 4.4.).

### 4.1 Atténuation par la pluie

L'affaiblissement du signal par la pluie est à l'évidence associé à de fortes précipitations, bien qu'avec des systèmes de mauvaise conception le signal puisse être affaibli par de petites pluies. Dans pareil cas on consultera la Recommandation UIT-R P.530 pour déterminer la marge par rapport à la pluie du système et la comparer à la marge théorique. Si la marge est faible, la cause peut être une puissance d'émission insuffisante, un mauvais alignement de l'antenne ou un mauvais choix d'antenne et de fréquence par rapport à la longueur du trajet donnée.

### 4.2 Évanouissement par trajet multiple

Un évanouissement par trajet multiple peut être dû aux conditions météorologiques, mais aussi à un phénomène de réflexion sur des objets et des surfaces, ou à une combinaison des deux (voir la Recommandation UIT-R P.530). Pour déterminer si cet évanouissement est à l'origine des erreurs affectant le système, il faut procéder à une mesure détaillée de plusieurs paramètres. On obtient les meilleurs résultats en associant le niveau du signal, la dispersion en amplitude et les caractéristiques d'erreur telles que mesurées pendant l'évanouissement. Pour les systèmes en diversité, la mesure corrélée du niveau du signal et de la dispersion en amplitude à l'entrée du combinateur peut fournir des informations suffisantes pour permettre l'optimisation du fonctionnement en diversité.

L'analyse ultérieure des mesures à l'aide de logiciel et/ou la simulation des effets mesurés peut aider à déterminer la nature de l'évanouissement. Une fois cette dernière comprise, il est possible de procéder à des ajustements sur tel ou tel système pour en améliorer les caractéristiques d'erreur.

Si l'évanouissement par trajet multiple n'est pas la cause des erreurs, les mesures corrélées du niveau du signal, de dispersion en amplitude et des erreurs elles-mêmes se situeront à des niveaux de signaux normaux, sans évanouissement et, dans ce cas, il faut exclure l'évanouissement par trajet multiple.

Le renforcement du signal par suite de trajet multiple peut entraîner une importante augmentation du niveau du signal reçu. Dans ces conditions, il peut se produire une surcharge du récepteur qui elle-même peut donner lieu à des erreurs.

Les mécanismes qui produisent l'évanouissement par trajet multiple et les solutions qui peuvent être apportées sur chaque trajet sont complexes, mais raisonnablement bien compris. Si on juge que l'évanouissement par trajet multiple est la cause des erreurs, il faudrait alors revoir la conception même des liaisons. Un moyen efficace de lutter contre ce phénomène d'évanouissement par trajet multiple est de mettre en oeuvre un égaliseur adaptatif dans le récepteur. Il existe aujourd'hui de nombreux égaliseurs qui sont conformes aux dispositions du Manuel de l'UIT-R sur les systèmes de

faisceaux hertziens numériques ou à celles de la Recommandation UIT-R F.1101 (Caractéristiques des systèmes hertziens fixes numériques fonctionnant à des fréquences inférieures à 17 GHz environ). Un autre moyen est d'optimiser le trajet de propagation radioélectrique. Avant de pouvoir tirer une quelconque conclusion objective à propos des solutions possibles, il faudra peut-être procéder à une analyse détaillée de chaque trajet par mesure et simulation interposées. Quoi qu'il en soit, il n'est pas du tout recommandé en l'absence d'analyse d'apporter une quelconque modification au niveau des trajets eux-mêmes, par exemple en changeant la position de l'antenne, en déplaçant des mâts, en segmentant tel ou tel trajet ou encore en touchant à la végétation sur un trajet.

#### **4.3 Brouillages de portée exceptionnelle à $N$ bonds**

Outre les erreurs continues (voir les § 3.3 et 3.4) produites par des brouillages de portée exceptionnelle dans le même canal ou dans des canaux adjacents, il peut se faire parfois que ces brouillages ait une portée véritablement exceptionnelle dans des conditions atmosphériques stables, liées en particulier à des systèmes de haute pression: dans ce cas les brouillages peuvent se propager sur des centaines et des centaines de kilomètres. Ils sont dus en général à l'alignement d'antennes éloignées les unes des autres. De plus, ces brouillages peuvent ne pas être arrêtés par une enfilade de collines, obstacle qui normalement bloque la plupart des brouillages. On peut calculer la quantité de brouillages pouvant être causés par toutes les sources autorisées possibles à l'aide du modèle applicable au service fixe décrit dans la Recommandation UIT-R P.452 (Méthode de prévision pour évaluer les brouillages hyperfréquences entre stations situées à la surface de la Terre à des fréquences supérieures à 0,7 GHz environ).

Les conditions qui produisent des brouillages de portée véritablement exceptionnelle peuvent également produire un phénomène d'évanouissement par trajet multiple tel que décrit au § 4.2, de sorte qu'il peut être parfois très difficile de distinguer les différents effets les uns des autres. Pour ce faire, il suffit de procéder à des mesures de corrélation du niveau des signaux, de la dispersion en amplitude et des caractéristiques d'erreur; il est également possible de recourir à l'analyse du spectre des fréquences intermédiaires des signaux reçus pendant les périodes où le taux d'erreur est élevé.

#### **4.4 Autres brouillages**

Des brouillages longue distance peuvent provenir de diverses sources dans des conditions de propagation anormale; ils sont normalement liés à une situation stable de haute pression. L'évanouissement du signal qui peut se produire en même temps peut de son côté entraîner des erreurs. Dans ce cas, il faut procéder à une corrélation du niveau du signal, de la dispersion et des caractéristiques d'erreur pour déterminer si les brouillages sont venus à bout de la résistance du système.

Occasionnellement, des brouillages peuvent être causés par des installations provisoires, voire par des émetteurs haute puissance en cours d'essai. Ce type de brouillage ne sera pas nécessairement lié à telle ou telle condition météorologique particulière, et les brouillages provenant d'installations provisoires peuvent être très difficiles à localiser. Quoi qu'il en soit, le meilleur moyen est de procéder à l'analyse détaillée des erreurs à l'aide de systèmes de mesure du niveau du signal et/ou des erreurs à taux d'échantillonnage élevé (voir au § 3.5 les références à propos du brouillage radar).

Il est également très difficile de localiser les erreurs occasionnelles pouvant provenir de brouillages aléatoires. Dans ce cas, il est recommandé de procéder à des mesures du niveau des signaux, de dispersion et de caractéristiques d'erreur pour aider à éliminer d'autres causes d'erreur possibles. Ce type de brouillage peut provenir de toute une gamme d'harmoniques d'émetteurs mobiles ou fixes, ou être dû à un phénomène de conduction électrique.

Ce caractère aléatoire ou l'instabilité d'un système peuvent être dus au mauvais état de connecteurs, à une mauvaise mise à la terre, à une rupture ou à la corrosion de câbles, à des vibrations ou au bruit électrique produit par le contact d'interrupteurs. Là encore, ces effets sont très difficiles à isoler et il faut commencer par éliminer toutes les autres causes de brouillages possibles par une analyse systématique.

Des brouillages peuvent également provenir d'autres sources telles que les faisceaux hertziens transhorizon ou des systèmes mobiles (voir les Recommandations UIT-R F.302 (Limitation des brouillages dus aux faisceaux hertziens transhorizon) et UIT-R F.1334 (Critères de protection des systèmes du service fixe utilisant en partage avec le service terrestre mobile les mêmes bandes de fréquences dans la gamme des 1 à 3 GHz)).

L'instabilité d'un système peut être provoquée par les conditions météorologiques, comme le vent, des températures basses ou élevées, voire la pluie, pouvant se traduire par un blocage des oscillateurs, l'instabilité d'éléments extérieurs comme les mâts, les antennes ou les guides d'ondes, et même par des brouillages électriques provenant des climatiseurs en période de forte chaleur.

## **5 Analyse des erreurs sur les liaisons pour des systèmes FWS utilisés dans des réseaux d'accès**

Les recommandations techniques et opérationnelles données aux § 3 et 4 pourraient s'appliquer de façon générale à l'analyse des erreurs sur les liaisons même dans le cas de systèmes FWS utilisés dans la portion d'accès ou sur les liaisons de retour au réseau principal. Il convient de noter que dans ce type de système FWS, le nombre de bonds est souvent très limité, quand il n'y en a pas qu'un seul; aussi est-il possible d'exclure de l'analyse les brouillages de portée exceptionnelle visés aux § 3.3, 3.4 et 4.3. Toutefois, ces systèmes posent plusieurs problèmes comme on le verra ci-après.

### **5.1 Identification de la station ou du bond à l'origine des erreurs sur la liaison**

Il faut en premier lieu voir quel bond ou quelle station est à l'origine des erreurs sur la liaison. Si on constate la présence d'erreurs dans toutes les liaisons hertziennes à destination des stations d'utilisateur fonctionnant en mode P-MP, il est probable que le problème se situe au niveau de l'équipement radioélectrique de la station pivot. Sinon, un bond radioélectrique précis ou l'équipement terminal correspondant chez l'utilisateur peuvent être affectés par une certaine cause d'erreur, par exemple le mauvais alignement du système, ou des conditions de propagation défavorable, ou encore un brouillage.

### **5.2 Etat des installations**

Entre un certain nombre de stations d'utilisateur, il peut se faire, surtout dans le cas d'un bond très bref, que l'antenne ne soit pas pointée exactement en direction de la station pivot. Ce mauvais alignement peut exposer l'antenne réceptrice à des ondes réfléchies non désirées ou à d'autres sources de brouillage. Il est par ailleurs important pour des raisons d'étanchéité de vérifier toutes les connexions physiques de l'équipement radioélectrique ou de protéger la face de l'antenne pour qu'elle ne soit pas aveuglée par de la neige.

Pendant l'opération d'analyse des erreurs, il convient de vérifier avec soin les différents points ci-dessus qui contribuent à l'alignement du système.

### **5.3 Obstacle inattendu à la propagation**

Dans le cas de liaisons FWS mises en oeuvre en zones urbaines, l'équipement radio (antenne plus dispositifs d'émission et de réception) est en général installé sur le toit d'un immeuble. Dans ces conditions, il arrive souvent que le trajet de propagation soit obstrué par des obstacles inattendus,

par exemple un nouveau bâtiment ou des arbres, apparus après l'installation. D'où une certaine réduction de la marge de protection contre les évanouissements, associée à une fluctuation de la puissance de réception, ce qui permet d'observer plus fréquemment la présence d'erreurs continues. Pour résoudre ce problème, il suffit parfois de surélever l'antenne. Mais si concrètement cette solution n'est pas possible, il faut alors changer de site.

#### 5.4 Ondes de réflexion le long du trajet de propagation

Dans le cas de liaisons d'accès hertziennes fixes, les conditions de propagation, à l'origine d'erreurs occasionnelles, peuvent fluctuer non seulement à cause d'un évanouissement par trajet multiple ou dû à la pluie, mais aussi du fait d'autres facteurs, par exemple la circulation routière, des trains ou des navires. Il est en général difficile de déterminer et de trouver la cause de ce type d'erreurs occasionnelles et, pour résoudre le problème, il faut éventuellement revoir l'emplacement de l'antenne affectée.

### 6 Résumé

L'utilisation continue des systèmes FWS et l'essor qu'ils connaissent, combinés à l'incessante amélioration de leur qualité de fonctionnement, sont autant d'exigences qui influent considérablement sur leur conception et leur exploitation, qui visent alors à faire en sorte que ces systèmes présentent une qualité de service en permanence élevée. Parmi les causes d'erreurs constatées dans ces systèmes, on a mentionné des problèmes de propagation, de brouillage, de conception des équipements et des liaisons, d'installation et de maintenance. Pour parvenir à résoudre les problèmes de mauvais fonctionnement, il faut s'attacher à procéder à des mesures des niveaux des signaux et des paramètres des caractéristiques d'erreur.

L'analyse et l'optimisation des caractéristiques d'erreur des systèmes FWS numériques préconisées dans la présente Recommandation exigent une démarche systématique, tenant compte des limites fixées dans d'autres Recommandations (c'est-à-dire pour la maintenance dans la Recommandation UIT-R F.1566 et pour la BIS dans la Recommandation UIT-R F.1330) tout en nécessitant une connaissance approfondie de la structure du système en question. La présente Recommandation fixe donc l'orientation à suivre pour que les systèmes FWS continuent d'être développés et déployés conformément aux prescriptions établies par l'UIT-R pour leur qualité de fonctionnement.

---