

## RECOMMANDATION UIT-R S.1523

**Méthode à appliquer dans les études d'évaluation paramétrique relatives à la sensibilité aux brouillages de systèmes\* géostationnaires du service fixe par satellite utilisant en partage des fréquences au-dessus de 10 GHz**

(Question UIT-R 236/4)

(2001)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que les systèmes géostationnaires (OSG) du service fixe par satellite (SFS) peuvent être exploités, et que plusieurs stations terriennes OSG du SFS sont situées dans des zones urbaines;
- b) que les systèmes OSG du SFS partagent le spectre avec d'autres systèmes OSG du SFS, non OSG du SFS et systèmes du service fixe;
- c) qu'il est nécessaire de protéger de façon appropriée les systèmes OSG existants du SFS, et de permettre l'élaboration de nouvelles techniques OSG tant dans les bandes non planifiées que dans les bandes pour lesquelles il existe des plans;
- d) que la qualité de fonctionnement à court terme des liaisons fonctionnant dans des bandes au-dessus de 10 GHz dépend principalement des évanouissements dus à la pluie et des brouillages;
- e) que la qualité de fonctionnement des systèmes OSG du SFS exploités au-dessus de 10 GHz dépend de l'emplacement de la station terrienne (altitude, intensité de pluie et angle d'élévation dans la direction du satellite), de la température du système de réception, de la disponibilité de liaison et de l'excédent de marge de liaison;
- f) que pour garantir un examen approfondi des effets subis par les systèmes OSG du SFS, il est nécessaire de tenir compte des différences;
- g) que les études paramétriques peuvent être utiles pour évaluer l'incidence des brouillages sur diverses liaisons OSG qui sont ou qui pourraient être localisées dans des zones de la Terre en vue des orbites OSG;
- h) que souvent, la modélisation des brouillages par un bruit thermique affectant les liaisons OSG constitue une approximation acceptable,

*recommande*

- 1** de modéliser, pour les études paramétriques des bilans de liaison OSG du SFS, les brouillages par un bruit thermique additif, et d'utiliser des paramètres génériques conformément aux indications de l'Annexe 1;
- 2** de fonder l'élaboration d'une étude paramétrique des bilans de liaison OSG du SFS sur les liaisons aboutissant aux centres urbains (voir l'Annexe 2);
- 3** que les études relatives à l'évaluation des sources de brouillages variables dans le temps sur les systèmes OSG du SFS tiennent compte de l'effet des évanouissements dus à la pluie en utilisant

---

\* Un tel système est constitué de plusieurs satellites OSG, qui fournissent ensemble un service et qui peuvent ou non être connectés via des liaisons intersatellites. Cependant, la méthode décrite ici peut également être utilisée pour des calculs relatifs à un réseau ne comprenant qu'un seul satellite OSG.

les méthodes décrites dans la Recommandation UIT-R S.1323. (La présente Recommandation n'a pas pour objet de remplacer la coordination de fréquences réseau à réseau);

4 de calculer les objectifs de qualité de fonctionnement des liaisons OSG du SFS avec et sans brouillages afin de déterminer la modification en pourcentage de l'indisponibilité due aux brouillages;

5 qu'afin d'évaluer l'incidence des limites de brouillage sur toutes les liaisons possibles OSG du SFS, l'analyse examine les effets dans chaque région de pluie.

## ANNEXE 1

### **Méthode à appliquer dans les études paramétriques relatives à l'incidence des brouillages non stationnaires sur les réseaux OSG du SFS**

#### **Introduction**

Dans de nombreuses études de l'UIT, on peut modéliser les brouillages par un bruit thermique additif. Il est alors possible d'utiliser un nombre réduit de paramètres, conformément au point 1 du *recommande*, pour modéliser la liaison OSG du SFS.

La description de la liaison conduit naturellement à une étude paramétrique, car elle ne nécessite qu'un nombre réduit de paramètres d'entrée, qui sont:

- l'altitude et la latitude de la station terrienne, l'intensité de pluie, l'angle par rapport au satellite OSG, la polarisation de l'antenne de réception (circulaire, verticale ou horizontale), la température du système de réception, la fréquence de réception et le diamètre de l'antenne de réception;
- l'objectif de qualité de fonctionnement à court terme pour la liaison;
- les marges de liaison nécessaires pour satisfaire l'objectif de qualité de fonctionnement à court terme de la liaison.

On peut procéder à une analyse de sensibilité séparément sur chaque entrée, avant d'opérer une synthèse des résultats pour établir un échantillon représentatif de la distribution des liaisons OSG. Ce type d'analyse permet une description complète de toutes les incidences possibles des brouillages sur les équipements OSG du SFS.

On appelle température du système la température totale du système: elle inclut toutes les contributions de bruit et de brouillage sur l'ensemble du bilan de liaison. Pour le calcul des brouillages subis par le satellite OSG sur la liaison montante, la station terrienne constitue l'émetteur tandis que le récepteur se trouve sur le satellite. Pour le calcul des brouillages sur la liaison descendante, le récepteur est placé au niveau de la station terrienne. Les liaisons satellite montante et descendante peuvent être analysées séparément lors du traitement. Dans le cas de systèmes à satellites transparents, la température du système sur la liaison descendante comprend la contribution sur la liaison montante.

Plus précisément, les formules ci-après permettent de calculer la température de bruit totale du satellite (sur la liaison montante),  $T_{sat}$  (K), et la température de bruit totale de la station terrienne,  $T_{e/s}$  (K):

$$T_{sat} = \frac{\left[ \begin{array}{l} 10^{0,1 \left( C_{\uparrow} - \left( \frac{C}{IM} \right)_{\uparrow} \right)} + 10^{0,1 \left( C_{\uparrow} - \left( \frac{C}{TxXpol} \right)_{\uparrow} \right)} + 10^{0,1N_{\uparrow}} + 10^{0,1 \left( C_{\uparrow} - \left( \frac{C}{RxXpol} \right)_{\uparrow} \right)} + \\ 10^{0,1 \left( C_{\uparrow} - \left( \frac{C}{ASI} \right)_{\uparrow} \right)} + 10^{0,1 \left( C_{\uparrow} - \left( \frac{C}{FS} \right)_{\uparrow} \right)} + 10^{0,1 \left( C_{\uparrow} - \left( \frac{C}{FR} \right)_{\uparrow} \right)} \end{array} \right]}{k \cdot B} \quad \text{K} \quad (1)$$

$$T_{e/s} = \frac{\left[ \begin{array}{l} 10^{0,1 \left( C_{\downarrow} - \left( \frac{C}{IM} \right)_{\downarrow} \right)} + 10^{0,1 \left( C_{\downarrow} - \left( \frac{C}{TxXpol} \right)_{\downarrow} \right)} + 10^{0,1N_{\downarrow}} + 10^{0,1 \left( C_{\downarrow} - \left( \frac{C}{RxXpol} \right)_{\downarrow} \right)} + \\ 10^{0,1 \left( C_{\downarrow} - \left( \frac{C}{ASI} \right)_{\downarrow} \right)} + 10^{0,1 \left( C_{\downarrow} - \left( \frac{C}{FS} \right)_{\downarrow} \right)} + 10^{0,1 \left( C_{\downarrow} - \left( \frac{C}{FR} \right)_{\downarrow} \right)} + 10^{0,1 \left( C_{\downarrow} - \left( \frac{C}{AdjTr} \right)_{\downarrow} \right)} \end{array} \right]}{k \cdot B} \quad \text{K} \quad (2)$$

avec:

- $C_{\uparrow}$ : la puissance reçue au niveau du satellite (dBW)
- $(C/IM)_{\uparrow}$ : rapport porteuse/produit d'intermodulation, sur la liaison montante, à l'émission (dB)
- $(C/TxXpol)_{\uparrow}$ : rapport porteuse émise/découplage de polarisations croisées, sur la liaison montante, à l'émission (dB)
- $N_{\uparrow}$ : bruit thermique sur la liaison montante (dBW)
- $(C/RxXpol)_{\uparrow}$ : rapport porteuse/découplage de polarisations croisées à la réception, sur la liaison montante (dB)
- $(C/ASI)_{\uparrow}$ : rapport porteuse/brouillage causé par le satellite adjacent sur la liaison montante (dB)
- $(C/FS)_{\uparrow}$ : rapport porteuse/brouillage causé par le service fixe sur la liaison montante (dB)
- $(C/FR)_{\uparrow}$ : rapport porteuse/découplage de réutilisation de fréquence sur la liaison montante (dB)
- $C_{\downarrow}$ : puissance reçue au niveau de la station terrienne (dBW)
- $(C/IM)_{\downarrow}$ : rapport porteuse/produit d'intermodulation, sur la liaison descendante, à l'émission (dB)
- $(C/TxXpol)_{\downarrow}$ : rapport porteuse émise/découplage de polarisations croisées, sur la liaison descendante, à l'émission (dB)
- $N_{\downarrow}$ : bruit thermique sur la liaison descendante (dBW)

- $(C/RxXpol)_\downarrow$ : rapport porteuse/découplage de polarisations croisées à la réception, sur la liaison descendante (dB)
- $(C/ASI)_\downarrow$ : rapport porteuse/brouillage causé par le satellite adjacent sur la liaison descendante (dB)
- $(C/FS)_\downarrow$ : rapport porteuse/brouillage causé par le service fixe sur la liaison descendante (dB)
- $(C/FR)_\downarrow$ : rapport porteuse/découplage de réutilisation de fréquence sur la liaison descendante (dB)
- $(C/AdjTr)_\downarrow$ : rapport porteuse/découplage du répéteur adjacent sur la liaison descendante (dB)
- $k$ : constante de Boltzman (W/(Hz · K))
- $B$ : largeur de bande de la porteuse (Hz).

On a supposé dans les équations ci-dessus que les brouillages causés par le satellite adjacent et le service fixe ne subissent pas d'évanouissements dus à la pluie. Il s'agit là du cas le plus défavorable qui surestime la température du système de réception.

Dans le cas des satellites transparents, la température de bruit de liaison totale du système,  $T_{sys}$ , (K) au niveau de la station terrienne de réception, y compris la contribution sur la liaison montante, est donnée par:

$$T_{sys} = T_{e/s} + \gamma \cdot T_{sat} \quad (3)$$

où  $\gamma$  est le gain d'émission, égal à la fraction  $C_\uparrow/C_\downarrow$ .

Au-dessus de 10 GHz, il faudra tenir compte dans l'analyse des brouillages des effets simultanés dus aux évanouissements et aux brouillages. La Recommandation UIT-R S.1323 comporte diverses méthodes combinant les évanouissements dus à la pluie et les brouillages. On peut présenter les résultats des analyses de brouillage de diverses manières:

- calculer la modification de disponibilité due aux brouillages en fonction de l'intensité de pluie;
- fixer les limites de brouillage ou évaluer les incidences régionales en se fondant sur le pourcentage des liaisons présentant des brouillages inacceptables, en fonction de l'intensité de pluie;
- faire varier la marge de liaison ou le diamètre de l'antenne, afin de déterminer les coûts relatifs au système OSG et nécessaires à la réduction des brouillages;
- calculer l'incidence des brouillages en fonction de la population dans les centres urbains.

L'Annexe 2 donne un exemple d'une distribution des intensités de pluie, à utiliser pour mener des études paramétriques.

## ANNEXE 2

### Exemple d'une distribution des intensités de pluie dans les zones urbaines, à utiliser pour mener des études paramétriques

Les liaisons les plus sensibles aux brouillages causés par des systèmes non OSG s'appuient en général sur des stations terriennes présentant les caractéristiques suivantes:

- elles se trouvent dans des régions connaissant de faibles intensités de pluie et/ou situées à des altitudes élevées;

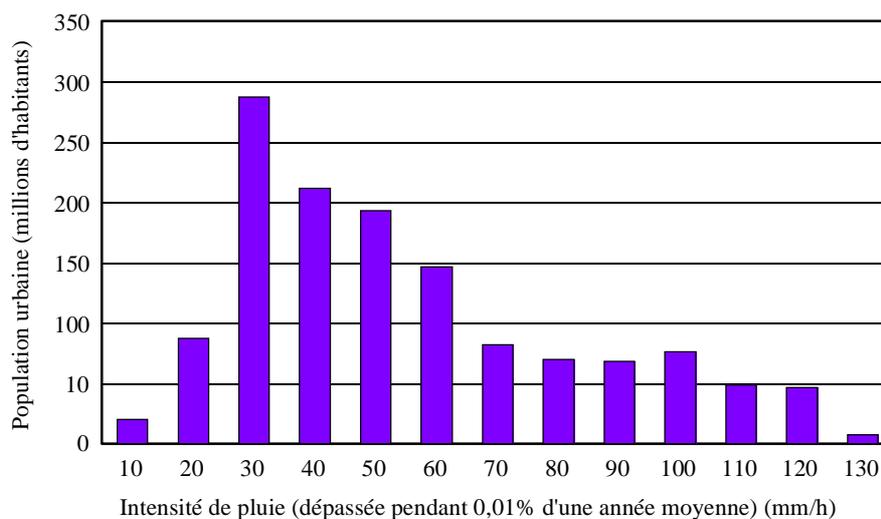
- elles présentent de faibles températures de bruit du système de réception; et
- elles sont susceptibles de satisfaire à leur exigence de qualité de fonctionnement lorsqu'elles disposent des marges minimales de propagation par ciel clair.

Afin de déterminer les endroits à travers le monde où pourraient se situer les liaisons sensibles, une base de données internationale des zones de population urbaine (caractérisées par leur latitude, longitude, intensité de pluie et altitude moyenne) a été créée. Les informations relatives à la population urbaine utilisées pour la création de ce fichier proviennent de données fournies par la Division de la Population du Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies. Les informations relatives à l'altitude moyenne sont issues de données topographiques disponibles auprès du «National Oceanic and Atmospheric Administration» des Etats-Unis d'Amérique.

Le fichier résultant donne des informations relatives à la population, à la localisation, à l'intensité de pluie et à l'altitude pour plus de 2700 centres de population urbaine. La population minimale retenue pour une classification en centre urbain est de 75 000 personnes (exception faite de quelques îles à la population moindre). La population totale des centres urbains répertoriés dans le fichier représente environ 40% de la population mondiale.

La Fig. 1 indique la répartition de la population des centres urbains en fonction de l'intensité de pluie, la Fig. 2 donnant le nombre de centres urbains en fonction de l'intensité de pluie. A titre de référence, on trouvera dans le Tableau 1 la variation d'altitude des centres urbains en fonction de l'intensité de pluie. Il ressort de ces données qu'un nombre significatif de villes de plus de 75 000 habitants connaissent de faibles intensités de pluie. On peut supposer que les exigences relatives aux communications par satellite dans ces zones urbaines seront analogues à celles des autres zones à travers le monde.

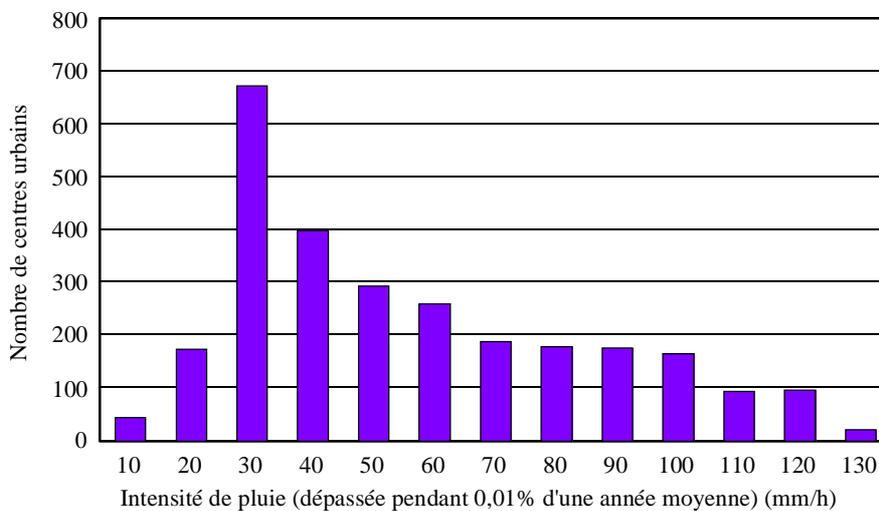
FIGURE 1  
Population urbaine en fonction de l'intensité de pluie



1523-01

FIGURE 2

## Nombre de centres urbains en fonction de l'intensité de pluie



1523-02

TABLEAU 1

## Moyennes des altitudes des centres urbains pour chaque intensité de pluie

Intensité de pluie (mm/h)	Moyenne (m)
10	648
20	16
30	25
40	35
50	45
60	55
70	65
80	75
90	85
100	95
110	104
120	4
130	124