

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R P.678-3
(07/2015)

**Caractérisation de la variabilité des
phénomènes de propagation et
estimation du risque associé
à la marge de propagation**

Série P
Propagation des ondes radioélectriques



Union
internationale des
télécommunications

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, 2016

© UIT 2016

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 P.678-3

Caractérisation de la variabilité des phénomènes de propagation et estimation du risque associé à la marge de propagation

(1990-1992-2013-2015)

Domaine d'application

La présente Recommandation décrit trois méthodes permettant de prévoir:

- la variation escomptée, d'une année à l'autre, de la fraction du temps de dépassement pendant le mois le plus défavorable;
- la variabilité, d'une année à l'autre, des statistiques d'intensité de pluie et d'affaiblissement dû à la pluie;
- les paramètres de risque associés à la variation des statistiques d'affaiblissement dû à la pluie.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il faut connaître la variabilité des phénomènes de propagation pour pouvoir parvenir à des compromis satisfaisants entre le coût et la qualité de fonctionnement lors de l'analyse de la fiabilité, de la disponibilité et de la qualité des systèmes;
- b) qu'une procédure de prévision permettant d'estimer les paramètres de risque associés à la variation des statistiques de propagation est nécessaire pour la formulation des critères de qualité de fonctionnement des systèmes de radiocommunication;
- c) qu'il existe une procédure de prévision permettant d'estimer les statistiques des variations, d'une année à l'autre, de la fraction du temps de dépassement pendant le mois le plus défavorable de l'année, définie dans la Recommandation UIT-R P.581,

recommande

- 1** que la Fig. 1 de l'Annexe 1 soit utilisée pour l'estimation de la variation escomptée, d'une année à l'autre, de la fraction du temps de dépassement pendant le mois le plus défavorable de l'année;
- 2** que la variation escomptée autour d'une valeur moyenne prédite à long terme soit indiquée en fonction de la période de récurrence;
- 3** que l'Annexe 2 soit utilisée pour le calcul de la variabilité, d'une année à l'autre, des statistiques d'intensité de pluie et d'affaiblissement dû à la pluie autour des statistiques moyennes à long terme;
- 4** que l'Annexe 3 soit utilisée pour le calcul des paramètres de risque associés à la variation des statistiques de propagation.

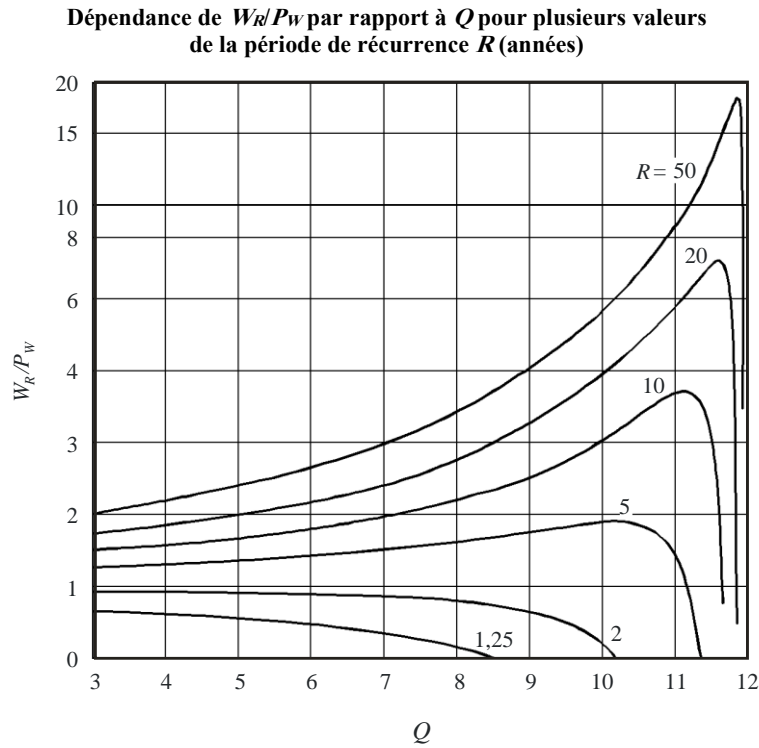
NOTE 1 – La période de récurrence est l'intervalle de temps moyen entre deux apparitions consécutives d'un événement stochastique défini. Dans le cas d'une longue série d'observations, la valeur de la période de récurrence est $1/P$ (multipliée par l'intervalle moyen entre toutes les paires d'événements consécutifs), P étant la probabilité d'apparition de l'événement. Par exemple, la valeur médiane d'une longue série de valeurs de fraction du temps de dépassement pendant le mois le plus défavorable de l'année aurait une période de récurrence de deux ans.

NOTE 2 – Le risque est défini comme étant la probabilité que la garantie de disponibilité annuelle ne soit pas respectée.

Annexe 1

Estimation de la variation escomptée, d'une année à l'autre, de la fraction du temps de dépassement pendant le mois le plus défavorable de l'année

FIGURE 1



P_W : fraction moyenne de temps du dépassement pendant le mois le plus défavorable de l'année

W_R : fraction de temps du dépassement pendant le mois le plus défavorable de l'année associée à une période de récurrence de R années

Q : quotient du mois le plus défavorable, facteur climatique de propagation (voir la Recommandation UIT-R P.841)

P.0678-01

Note 1 – P_W , W_R et Q devraient se rapporter à la même valeur de seuil, choisie à l'avance.

Annexe 2

Variabilité, d'une année à l'autre, des statistiques d'intensité de pluie et d'affaiblissement dû à la pluie

Pour un emplacement donné, les fluctuations, d'une année à l'autre, des statistiques d'intensité de pluie et d'affaiblissement dû à la pluie autour de la fonction de distribution cumulative complémentaire à long terme (CCDF) p suivent une distribution normale de moyenne p et de variance annuelle σ^2 donnée par:

$$\sigma^2(p) = \sigma_C^2(p) + \sigma_E^2(p) \quad (1)$$

où:

σ_E^2 : est la variance de l'estimation

σ_C^2 : est la variance climatique d'une année à l'autre.

La méthode de prévision ci-après donne les différentes étapes de la procédure à suivre pour calculer $\sigma^2(p)$ associée à la probabilité de dépassement p .

Les paramètres suivants sont nécessaires:

p : probabilité de dépassement ($(0 \leq p \leq 1)$)

r_c : coefficient climatique

Les valeurs du coefficient climatique r_c font partie intégrante de la présente Recommandation; elles sont fournies sous la forme de cartes numériques dans le fichier [Rec. P.678-3 Supplement.zip](#).

Ces cartes ont été établies à partir des données du Centre mondial de climatologie des précipitations (GPCC) recueillies sur 50 ans sur des surfaces terrestres et des données du Projet mondial de climatologie des précipitations (GPCP) recueillies sur 34 ans au-dessus des océans.

Etape 1: Pour la probabilité de dépassement p considérée, calculer:

$$C = \sum_{i=-N+1}^{N-1} c_U(i\Delta t, p) \quad (2)$$

où

$$N = 525960$$

$$\Delta t = 60 \quad (3)$$

$$c_U(i\Delta t, p) = \exp(-a \cdot |i\Delta t|^b)$$

avec

$$b = b_1 \cdot \ln(p) + b_2$$

$$a = 0,0265 \quad s^{-1}$$

$$b_1 = -0,0396$$

$$b_2 = 0,286$$

(4)

Etape 2: La variance de l'estimation σ_E^2 est calculée comme suit:

$$\sigma_E^2(p) = \frac{p(1-p)}{N} \cdot C \quad (5)$$

Etape 3: Extraire la variable r_c pour les quatre points les plus proches en latitude (*Lat*) et en longitude (*Lon*) des coordonnées géographiques de l'emplacement considéré.

Etape 4: A partir des valeurs de r_c aux quatre points de la grille, obtenir la valeur $r_c(Lat, Lon)$ à l'emplacement considéré en effectuant une interpolation bilinéaire, comme décrit dans la Recommandation UIT-R P.1144.

Etape 5: La variance climatique d'une année à l'autre σ_C^2 est calculée comme suit:

$$\sigma_C^2(p) = (r_c(Lat, Lon) \cdot p)^2 \quad (6)$$

Si on utilise une fonction CCDF prédite, et non expérimentale, la fonction CCDF prédite ne correspondra pas exactement à l'intensité de pluie réelle ou à l'affaiblissement dû à la pluie réel (par exemple la fonction CCDF mesurée de l'affaiblissement dû à la pluie ne correspondra pas exactement à la fonction CCDF de l'affaiblissement dû à la pluie prédite par la Recommandation UIT-R P.618).

Dans ce cas, une erreur supplémentaire, $\sigma_M^2(p)$, doit être prise en compte et la formule (1) devient:

$$\sigma^2(p) = \sigma_C^2(p) + \sigma_E^2(p) + \sigma_M^2(p) \quad (7)$$

où $\sigma_M^2(p)$ est l'erreur concernant la fonction CCDF prédite. Pour évaluer l'incidence de la variance $\sigma^2(p)$, il convient d'utiliser l'intervalle de confiance à 68% $[p - \sigma(p), p + \sigma(p)]$, qui correspond à plus ou moins un écart type autour de la probabilité pour une grandeur à distribution normale.

La procédure s'applique pour les pourcentages de temps de dépassement compris entre 0,01% et 2% (i.e. $0.0001 \leq p \leq 0.02$) et pour la gamme de fréquences comprises entre 12 et 50 GHz.

Annexe 3

Estimation du risqué associé à la marge de propagation

Etant donné une probabilité p ($0 \leq p \leq 1$) de dépassement d'un affaiblissement dû à la pluie fixe A_r telle que $P(A > A_r) = p$, le risque \mathfrak{R} (à savoir la probabilité) que la probabilité annuelle $p_{\mathfrak{R}}$ ($0 \leq p_{\mathfrak{R}} \leq 1$) soit dépassée est donné par:

$$\mathfrak{R} = Q\left(\frac{p_{\mathfrak{R}} - p}{\sigma(p)}\right) \quad (8)$$

ce qui équivaut à:

$$p_{\mathfrak{R}} = \sigma(p)Q^{-1}(\mathfrak{R}) + p = \sqrt{2}\sigma(p)\operatorname{erfc}^{-1}(2\mathfrak{R}) + p \quad (9)$$

où $\sigma(p)$ peut être calculé conformément à l'Annexe 2 et où (voir la Recommandation UIT-R P.1057):

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Il est important de noter que si $p_{\mathfrak{R}} = p$ dans la formule (8), on obtient, comme prévu, $\mathfrak{R} = 0,5$.
