

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R P.311-15
(07/2015)

**Acquisition, présentation et analyse des
données dans les études relatives
à la propagation des ondes radioélectriques**

Série P
Propagation des ondes radioélectriques



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.311-15

Acquisition, présentation et analyse des données dans les études relatives à la propagation des ondes radioélectriques

(1953-1956-1959-1970-1974-1978-1982-1990-1992-1994-1997-1999-2001-2003-2005-2009-2013-2015)

Mots clés

Données expérimentales, propagation des ondes radioélectriques, acquisition et présentation des données

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il est nécessaire de disposer de modèles de prévision de la propagation de validité globale pour la conception des systèmes de télécommunication;
- b) que les données relatives à la propagation et à la radiométéorologie sont d'une importance fondamentale pour l'établissement et les tests de ces modèles de prévision;
- c) que, pour faciliter la comparaison des données et des résultats, il est souhaitable d'uniformiser l'acquisition et la présentation des données relatives à la propagation et à la radiométéorologie,

recommande

1 que toutes les données sur la propagation des ondes radioélectriques soumises à la Commission d'études 3 des radiocommunications soient conformes aux principes et formats présentés dans l'Annexe 1.

Annexe 1**Banques de données permettant l'évaluation des méthodes de prévision**

- 1 Introduction
- 2 Responsabilités et mises à jour
- 3 Critères d'acceptation
- 4 Critères d'essai pour la comparaison de méthodes de prévision
 - 4.1 Considérations générales
 - 4.2 Variable d'essai pour la comparaison de prévisions de l'affaiblissement dû à la pluie
 - 4.3 Méthode d'essai pour la comparaison des prévisions de la durée d'évanouissement
 - 4.4 Méthode d'essai pour la comparaison des prévisions de la pente d'évanouissement
- 5 Liste des banques de données de la Commission d'études 3 des radiocommunications concernant la propagation troposphérique

- 5.1 Partie I: Données relatives aux trajets de Terre en visibilité directe
- 5.2 Partie II: Données relatives aux trajets Terre-espace
- 5.3 Partie III: Données relatives aux trajets transhorizon de Terre et à la diffusion par la pluie
- 5.4 Partie IV: Données relatives à la radiométéorologie
- 5.5 Partie V: Données relatives au service mobile terrestre de Terre
- 5.6 Partie VI: Données relatives aux systèmes de Terre point-zone
- 5.7 Partie VII: Données relatives aux services mobiles par satellite
- 5.8 Partie VIII: Données relatives à la végétation et aux bâtiments
- 5.9 Partie IX: Bruit
- 5.10 Partie X: Données relatives à la propagation transionosphérique

1 Introduction

Pour disposer de méthodes fiables de prévision des effets de la propagation des ondes radioélectriques, il est absolument essentiel de créer des banques de données adéquates. Ces banques de données doivent:

- contenir toutes les données disponibles de qualité adéquate;
- être largement acceptées en tant que source d'information servant à mener à bien les essais;
- être d'accès facile.

Par principe, les banques de données ne contiennent que des données en vue:

- du test des méthodes de prévision recommandées par la Commission d'études 3 des radiocommunications (et, bien entendu, d'autres méthodes); et
- de la création et de la mise à jour de cartes météorologiques relatives à la prévision des effets de la propagation des ondes radioélectriques.

Dans des cas particuliers d'études sur la propagation troposphérique où la Commission d'études 3 des radiocommunications n'a pas adopté de méthodes de prévision, les données tabulées restent disponibles dans l'Annexe à la Recommandation correspondante afin de renseigner le lecteur sur la disponibilité des plus satisfaisantes données mesurées.

Les banques de données actuellement disponibles concernent:

- l'évaluation des méthodes de prévision de la propagation de terre en visibilité directe;
- l'évaluation des méthodes de prévision de la propagation Terre-espace;
- l'évaluation des méthodes de prévision des brouillages ou de la fiabilité sur des trajets transhorizon;
- les données radiométéorologiques;
- l'évaluation des méthodes de prévision pour le service mobile terrestre de Terre;
- l'évaluation des méthodes de prévision pour la radiodiffusion de Terre;
- l'évaluation des méthodes de prévision pour les services mobiles par satellite;
- les données relatives à la végétation et aux bâtiments;
- le bruit radioélectrique;
- les données relatives à la propagation transionosphérique.

Les administrations sont priées de soumettre leurs données à la Commission d'études 3 des radiocommunications et/ou aux Groupes de travail (GT) compétents conformément aux exigences énoncées dans la présente Annexe. Le § 2 souligne les aspects les plus administratifs concernant les banques de données et les procédures d'entrée de nouvelles données pour leur introduction dans les banques de données. Le § 3 donne les critères auxquels les données concernées doivent répondre avant d'être acceptées. Le § 4 décrit les critères d'essai pour la comparaison de méthodes de prévision. Le § 5 fournit la liste des tableaux repris dans les banques de données.

On consultera la partie du site web de l'UIT-R consacrée à la Commission d'études 3 des radiocommunications pour se procurer gratuitement des formulaires vierges des données indiquant en détail la nature et le format des données requises/disponibles. De plus, la totalité des banques de données est disponible sous forme de tableur sur le même site web. On pourra en outre se procurer, sur demande, auprès du Bureau des radiocommunications (BR), des copies papier et sur disquettes des feuilles de présentation ainsi que des copies, sous forme de disquettes, de l'ensemble de la banque de données.

Le Tableau III-1a est actuellement disponible en tant que base de données distincte. Il comprend actuellement près de 100 000 mesures effectuées sur 1 326 trajets. La durée des mesures a été comprise entre 10 min et 1 h. On peut consulter la base de données sur le site web de la Commission d'études 3 des radiocommunications.

2 Responsabilités et mises à jour

La responsabilité des banques de données incombe à la Commission d'études 3 des radiocommunications, en tirant pleinement parti des avantages qu'offrent les activités des GT pour ce qui est des apports techniques et de la gestion, ainsi que les services du BR pour ce qui est de la publication et de la diffusion. La responsabilité pour ce qui est de la précision et de la validité des données appartient aux auteurs cités dans les références et/ou aux administrations qui ont soumis les données. Cependant, afin de faciliter la transformation des données fournies en données informatiques et s'assurer de la qualité des banques de données, les données doivent d'abord être examinées par le GT concerné et répondre à un ensemble de critères développés au § 3. Des données non conformes peuvent toujours être acceptées après renseignements complémentaires et/ou explications adéquates fournies par les administrations concernées.

Il sera nécessaire de suivre en permanence les procédures adéquates de mise à jour technique et de création des banques de données. Il est proposé de confier l'examen de chaque tableau à un GT et que les GT compétents désignent, pour chacun des tableaux dont ils sont chargés, un responsable de la coordination des mises à jour.

3 Critères d'acceptation

Les données fournies pour introduction dans les banques de données seront examinées en ce qui concerne leur conformité aux critères ci-après:

- Pour fournir les informations sur les données pour l'évaluation, on utilisera le gabarit décrit dans les documents contenant les formulaires vierges (tableaux formatés pour les banques de données de la CE 3).
- Toutes les données seront fournies dans des fichiers informatiques établis dans le format indiqué par la Commission d'études 3.
- Conformité des renseignements fournis avec les formats décrits sur le formulaire vierge. En particulier, les unités de mesures données dans les descriptions des tableaux sont d'application stricte. A quelques exceptions près, elles sont fondées sur le système international d'unités (système SI). Pour les définitions des termes, voir la

Recommandation UIT-R P.310. On recommande de fournir les données sur des copies des tableaux donnés sur le formulaire et de donner les informations complémentaires importantes sous la rubrique «Commentaires».

- Pour les Tableaux I-1 et II-1, «Statistiques cumulatives de l'intensité de pluie de l'affaiblissement dû à la pluie et de l'affaiblissement total», des données strictement simultanées sont nécessaires. Par données strictement simultanées, on entend le fait que l'analyse statistique des données relatives à l'intensité de pluie et à l'affaiblissement dû à la pluie ne doit comporter que des données de mesure recueillies pendant des périodes de temps identiques. En outre, si des périodes de collecte de données relatives à l'affaiblissement dû à la pluie ou à l'affaiblissement total manquent ou sont signalées comme non valables en raison d'une panne ou d'un dysfonctionnement du système, ces périodes de collecte de données sur l'intensité de pluie doivent être exclues de l'analyse statistique pour les Tableaux I-1 et II-1. On applique le même processus aux données relatives à l'affaiblissement dû à la pluie ou à l'affaiblissement total dans les cas de périodes de mesure de l'intensité de pluie non valables. Dans tous les cas, les statistiques complètes des données valables de mesure de l'intensité de la pluie doivent être fournies dans le Tableau IV-1.
- Pour des statistiques cumulatives à long terme et annuelles, la période d'observation sera un multiple entier de 12 mois et la durée de fonctionnement de l'équipement devra être au moins égale à 90% du temps total étudié.
- Les statistiques cumulatives correspondant au mois le plus défavorable et les statistiques cumulatives mensuelles (voir la Recommandation UIT-R P.581) devront avoir été obtenues à partir de toutes les statistiques mensuelles de l'année concernée. La durée de fonctionnement de l'équipement doit être au moins de 75% de chaque mois.
- Précision de l'interpolation: lors de la conversion des statistiques cumulatives au format demandé (pour plusieurs pourcentages du temps), il peut être nécessaire de procéder à une interpolation. A cet effet, le nombre de niveaux de référence doit être suffisamment grand, c'est-à-dire tel que le rapport de probabilité entre deux niveaux de référence successifs soit compris entre 0,8 et 1,25. On ne fournira pas de valeurs extrapolées.
- En ce qui concerne les données relatives à la propagation terrestre à large bande, la dynamique du récepteur sera d'au moins 18 dB afin de fournir un rapport crête à bruit de 15 dB au moins.
- Pour les statistiques du taux de précipitation, il est préférable d'utiliser un temps d'intégration d'une minute afin d'assurer la cohérence avec les méthodes de prévision de la Commission d'études 3 des radiocommunications.

Les réviseurs chargés d'examiner les données soumises appliqueront ces critères. Toutefois, dans des cas particuliers, certains des critères pourront être assouplis (par exemple, il est connu que, dans les phénomènes de trajets multiples, la queue de la distribution des évanouissements est rectiligne lorsque cette distribution est tracée sur papier semi-logarithmique, de telle sorte que le problème de l'interpolation ne soit pas critique). Il convient également d'appliquer des critères d'acceptation moins stricts lorsque les données statistiques sont relatives à une région pour laquelle la base de données est pauvre. Des données qui ont été acceptées et bien qu'elles ne satisfassent pas aux critères d'acceptation (du fait des raisons données ci-dessus) feront l'objet d'un marquage particulier par l'examineur et pourront être retirées de la base de données lorsqu'un nombre suffisant de données conformes aux critères d'acceptation y auront été rentrées.

4 Critères d'essai pour la comparaison de méthodes de prévision

4.1 Considérations générales

Il est nécessaire de définir un ensemble de critères objectifs pour l'évaluation de la qualité des méthodes de prévision. En règle générale, les données utilisées pour la comparaison de méthodes doivent être choisies en fonction de l'application considérée (voir les critères d'acceptation au § 3). Alors que la base de données comprend en général toutes les données relatives à au moins un type d'essai, certaines de ces données peuvent ne pas convenir pour certaines comparaisons et doivent dès lors être exclues de tels essais. (Exemple: certaines des données du Tableau III-1 ne conviennent pas pour évaluer la fiabilité de liaisons transhorizon; c'est pourquoi elles sont marquées dans le champ du drapeau.) Il est également important d'exclure des données dépendantes entre elles (c'est-à-dire pour lesquelles un jeu de données est un sous-ensemble d'un autre). Cependant, des données extraites de mesures effectuées par une même station pendant une même période mais relatives à des angles d'élévation ou à des polarisations différents peuvent être considérées comme indépendantes.

En outre, dans certains cas, on peut pondérer les mesures par leur durée (exprimée en années). (On notera que la durée est définie comme le nombre de jours correspondant au jeu de données complètes et valides, et est normalement inférieure à la différence entre les dates de fin et de début; la différence est le «temps perdu» de l'expérience.)

Les exigences relatives aux modèles sont les suivantes, dans l'ordre décroissant d'importance:

4.1.1 Meilleure performance du point de vue de la variable d'essai

Cette variable d'essai (c'est-à-dire la moyenne minimale de la différence entre valeurs mesurée et prédite, ou l'écart type minimal de cette différence) doit faire l'objet d'un accord du GT concerné. On notera que l'essai doit être effectué sur l'ensemble des données s'appliquant et sur les sous-ensembles de données convenus.

4.1.2 «Base physique» de la méthode adoptée

La plupart des méthodes de prévision des conditions de propagation utilisées sont, par nature, semi-empiriques, parce que les détails des phénomènes physiques intervenant sont mal connus, ou parce que le nombre de paramètres pris en compte a dû être réduit pour rendre le problème traitable. La possibilité d'étendre un modèle à un contexte mal exploré (nouvelles fréquences, nouvelles zones climatiques, etc.) dépend fortement d'une bonne représentation, dans ce modèle, des principes physiques intervenant. Une approche purement empirique, consistant en ajustement de courbes à des données expérimentales, ne convient normalement pas pour l'extension en dehors du domaine de validité des mesures et devrait être évitée.

4.1.3 «Simplicité»

Ce critère, qui, à certains égards, peut apparaître contradictoire avec l'exigence d'une bonne «base physique», devrait conduire à minimiser le nombre de paramètres d'entrée nécessaires et à s'assurer que la description de l'algorithme se prête à l'écriture d'un programme d'ordinateur exempt d'ambiguïté. Les méthodes graphiques peuvent être très utiles en tant que représentations simplifiées d'une méthode de prévision, mais ne peuvent être acceptées en tant que telles.

4.2 Variable d'essai pour la comparaison de prévisions de l'affaiblissement dû à la pluie

Les prévisions d'affaiblissement sont généralement effectuées pour un certain nombre de trajets et pour un ensemble de niveaux de probabilité. Les données pour la comparaison des méthodes de prévision doivent être tabulées pour un ensemble de niveaux de probabilité fixés, par exemple 0,001%, 0,01% et 0,1% de l'année. Le rapport entre les affaiblissements calculé et mesuré est

calculé pour chaque trajet. Le logarithme népérien de ce rapport est utilisé comme variable d'essai. Afin de compenser les effets des contributions de sources d'affaiblissement autres que la pluie ainsi que les effets des imprécisions de mesure, qui affectent surtout les valeurs faibles d'affaiblissement, le logarithme doit être multiplié par un facteur d'échelle pour les mesures d'affaiblissement inférieures à 10 B. Ce facteur d'échelle est une fonction puissance de l'affaiblissement mesuré. La variable d'essai ainsi modifiée suit fidèlement une distribution normale. La moyenne et l'écart type de la variable d'essai (modifiée) sont alors calculés et utilisés pour la comparaison des méthodes de prévision.

4.2.1 Procédure

- Pour chaque pourcentage de temps et chaque trajet radioélectrique, calculer le rapport de l'affaiblissement prévu, A_p (dB) à l'affaiblissement mesuré, A_m (dB):

$$S_i = A_{p,i} / A_{m,i} \quad (1)$$

où S_i est ce rapport calculé pour le i ème trajet radioélectrique.

- Calculer la variable d'essai:

$$\begin{aligned} V_i &= \ln S_i (A_{m,i} / 10)^{0,2} && \text{pour } A_{m,i} < 10 \text{ dB} \\ &= \ln S_i && \text{pour } A_{m,i} \geq 10 \text{ dB} \end{aligned} \quad (2)$$

- Répéter la procédure pour chaque pourcentage de temps.
- Calculer la moyenne μ_V , l'écart type σ_V et la valeur quadratique moyenne ρ_V des valeurs V_i pour chaque pourcentage de temps:

$$\rho_V = (\mu_V^2 + \sigma_V^2)^{0,5} \quad (3)$$

NOTE 1 – (Fonction de pondération). Si certaines distributions mesurées correspondent à des données portant sur plusieurs années (n années), calculer alors la moyenne μ_V , l'écart type σ_V et la valeur quadratique moyenne ρ_V des valeurs n V_i par exemple si l'on établit la moyenne annuelle pour trois ans d'observation, prendre trois fois la même valeur V_i pour chaque pourcentage de temps).

NOTE 2 – (Evaluation sur des dizaines de niveaux de probabilité). Pour évaluer les méthodes de prévision sur des dizaines de niveaux de probabilité (par exemple, des pourcentages de temps allant de 0,001 à 0,1), calculer les valeurs de la variable d'essai V_i pour chaque pourcentage de temps (les valeurs préférées sont 0,001, 0,002, 0,003, 0,005, 0,01, 0,02, 0,03, 0,05 et 0,1), tenir compte d'une fonction de pondération et calculer la moyenne $\bar{\mu}_V$, l'écart type $\bar{\sigma}_V$ et la valeur quadratique moyenne $\bar{\rho}_V$ de toutes ces valeurs V_i sur les dizaines de niveaux de probabilité requises.

Dans le processus de comparaison, la meilleure méthode de prévision est celle qui produit la plus petite valeur des paramètres statistiques. Il est à noter que les paramètres logarithmiques peuvent ensuite être convertis en paramètres de pourcentage équivalent. L'écart type, par exemple, conduit à des déviations de pourcentages équivalents supérieur et inférieur:

$$D_{u,\ell} = [\exp(\pm\sigma_V)^{-1}] \times 100$$

qui forment une mesure de la dispersion des valeurs calculées par rapport aux valeurs mesurées, normalisées pour un affaiblissement de 10 dB.

La procédure ne constitue pas seulement un outil pour évaluer la performance des méthodes de prévision; elle donne aussi des indications pour leur amélioration. L'observation des diagrammes de dispersion de A_p et A_m donne aussi une information utile sur les mérites relatifs des résultats expérimentaux et des méthodes de prévision.

En outre, ces paramètres statistiques fournissent des indications sur la dispersion probable des valeurs réelles de l'affaiblissement autour de la valeur calculée. A cet effet, la procédure décrite ci-dessus peut être appliquée en sens inverse, c'est-à-dire que l'écart type normalisé pour un affaiblissement de 10 dB fournit l'écart type attendu pour une autre valeur d'affaiblissement, A_p (dB), en pondérant par le facteur $(10/A_p)^{0,2}$.

On peut noter que la limite ultime de précision d'une méthode de prévision quelconque est déterminée par la précision avec laquelle on peut considérer qu'une distribution cumulative d'intensité de pluie, mesurée en un point, caractérise les conditions climatiques et pluviométriques relatives à un endroit.

4.3 Méthode d'essai pour la comparaison des prévisions de la durée d'évanouissement

4.3.1 Principe de la méthode

Deux fonctions de distribution cumulative différentes permettent de décrire la durée d'évanouissement:

- 1) $P(d > D|a > A)$, probabilité d'occurrence d'évanouissements de durée d supérieure à D , lorsque l'affaiblissement a est supérieur à A (dB).
- 2) $F(d > D|a > A)$, probabilité cumulative de dépassement, ou encore fraction du temps total d'évanouissement (0-1) résultant d'évanouissements de durée d supérieure à D , lorsque l'affaiblissement a est supérieur à A (dB).

Les données pour la comparaison des méthodes de prévision de la durée d'évanouissement sont tabulées pour une durée d'évanouissement D fixée (6 s, 180 s ou 3 600 s par exemple) et pour un seuil d'affaiblissement A fixé (3 dB, 10 dB ou 25 dB par exemple). Le rapport entre les fractions de temps calculées et mesurées est calculé pour chaque liaison radioélectrique. Le logarithme de ce rapport est utilisé comme variable d'essai. La moyenne et l'écart type de la variable d'essai sont alors calculés pour obtenir les statistiques de comparaison des méthodes de prévision.

4.3.2 Procédure

Etape 1a: Pour les méthodes de prévision de la probabilité d'occurrence de P , calculer la variable d'essai comme étant le logarithme népérien du rapport de la probabilité calculée $P_p(d > D|a > A)$ à la probabilité mesurée $P_m(d > D|a > A)$, pour chaque seuil d'affaiblissement A et chaque durée d'évanouissement D définis dans les Tableaux I-8b et II-3b, et pour chaque liaison radioélectrique:

$$\varepsilon_{P,i}(D,A) = \ln \left(\frac{P_p(D|A)}{P_m(D|A)} \right) \quad (4)$$

où:

$\varepsilon_{P,i}$ variable d'essai calculée pour la i ème liaison radioélectrique.

Etape 1b: Pour les méthodes de prévision du pourcentage de temps d'évanouissement F , soustraire à la fois la fraction de temps calculée $F_p(d > D|a > A)$ et la fraction de temps mesurée $F_m(d > D|a > A)$ de 1. Calculer la variable d'essai comme étant le logarithme népérien du rapport de ces différences, pour chaque seuil d'affaiblissement A et pour chaque durée d'évanouissement D définis dans les Tableaux I-8c et II-3c, et pour chaque liaison radioélectrique:

$$\varepsilon_{N,i}(D,A) = \ln \left(\frac{1-F_p(D|A)}{1-F_m(D|A)} \right) \quad (5)$$

où:

$\varepsilon_{N,i}$ variable d'essai calculée pour la i ème liaison radioélectrique.

Etape 2: Pour chaque méthode de prévision, calculer la moyenne, l'écart type et la valeur quadratique moyenne de l'erreur ε_P ou ε_N pour chaque durée d'évanouissement et pour chaque seuil d'affaiblissement figurant dans les Tableaux I-8 et II-3.

Si certaines distributions mesurées correspondent à des données portant sur plusieurs années (n années), calculer la moyenne, l'écart type et la valeur quadratique moyenne pour des valeurs n $\varepsilon_{P,i}$ ou $\varepsilon_{N,i}$ (par exemple, si l'on établit la moyenne annuelle pour trois ans d'observation, prendre trois fois la même valeur $\varepsilon_{P,i}$ ou $\varepsilon_{N,i}$ pour chaque durée d'évanouissement et affaiblissement).

Dans le processus de comparaison, la meilleure méthode de prévision est celle qui produit la plus petite valeur des paramètres statistiques.

4.4 Méthode d'essai pour la comparaison des prévisions de la pente d'évanouissement

4.4.1 Principe de la méthode

La distribution prévisionnelle de la pente d'évanouissement utilisée dans cette méthode d'essai est la distribution cumulative d'une pente d'évanouissement qui doit être dépassée pour un seuil d'affaiblissement donné. Elle dépend du niveau d'affaiblissement $A(t)$, de la longueur de l'intervalle de temps Δt et de la fréquence de coupure à 3 dB du filtre passe-bas utilisé pour éliminer du signal les effets des scintillations troposphériques et des variations rapides de l'affaiblissement dû à la pluie.

Les données pour la comparaison des méthodes de prévision de la pente d'évanouissement sont tabulées pour un pourcentage de temps P fixé (compris entre 0,001% et 50%) et un seuil d'affaiblissement A fixé (3 dB, 10 dB ou 25 dB par exemple). Le rapport entre les pentes d'évanouissement calculées et mesurées est calculé pour chaque liaison radioélectrique. Le logarithme de ce rapport est utilisé comme variable d'essai. La moyenne et l'écart type de la variable d'essai sont alors calculés pour obtenir les statistiques de comparaison des méthodes de prévision.

4.4.2 Procédure

Etape 1: Pour chaque seuil d'affaiblissement A et chaque valeur de la pente d'évanouissement définis dans le Tableau II-8b, calculer la variable d'essai à partir de la probabilité de dépassement calculée $P_p(\zeta|A)$ et de la probabilité de dépassement mesurée $P_m(\zeta|A)$ pour chaque liaison radioélectrique:

$$\varepsilon_i(\zeta, A) = 2 \cdot \frac{P_p(\zeta|A) - P_m(\zeta|A)}{P_p(\zeta|A) + P_m(\zeta|A)} \quad (6)$$

où:

ε_i : variable d'essai calculée pour la i ème liaison radioélectrique.

Etape 2: Calculer la moyenne, l'écart type et la valeur quadratique moyenne de l'erreur ε pour l'ensemble des expériences et pour chaque pente d'évanouissement et chaque seuil d'affaiblissement figurant dans le Tableau II-8b.

Si certaines distributions mesurées correspondent à des données portant sur plusieurs années (n années), calculer la moyenne, l'écart type et la valeur quadratique moyenne pour des valeurs n ε_i (par exemple, si l'on établit la moyenne annuelle pour trois ans d'observation, prendre trois fois la même valeur ε_i pour chaque pente d'évanouissement et affaiblissement).

Dans le processus de comparaison, la meilleure méthode de prévision est celle qui produit la plus petite valeur des paramètres statistiques.

5 Liste des banques de données de la Commission d'études 3 des radiocommunications concernant la propagation troposphérique

5.1 Partie I: Données relatives aux trajets de Terre en visibilité directe

- Tableau I-1: Statistiques d'affaiblissement dû à la pluie sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-2: Distribution moyenne des évanouissements et des surchamps à bande étroite dus à la propagation par trajets multiples, pour le mois le plus défavorable, sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-3: Données de diversité sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-4: Statistiques de la XPD et du CPA par ciel clair sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-5: Statistiques de la XPD et du CPA dus aux précipitations sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-6: Caractéristiques des canaux de propagation à trajets multiples et temps de coupure pour le mois le plus défavorable sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-7: Evanouissement et surchamp dus à la propagation par trajets multiples, pour le mois le plus défavorable, sur des trajets en visibilité directe (configuration à plusieurs bonds)
- Tableau I-8: Nombre de cas d'évanouissements sur des trajets en visibilité directe et statistiques de durée d'évanouissement sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-9: Statistiques annuelles de l'affaiblissement aux longueurs d'onde optiques sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-10: Statistiques d'affaiblissement aux longueurs d'onde optiques pour le mois le plus défavorable sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-11: Statistiques annuelles de la diversité de fréquence pour les liaisons en ondes millimétriques et les liaisons optiques sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-12: Statistiques de diversité de fréquence pour les liaisons en ondes millimétriques et les liaisons optiques, pour le mois le plus défavorable, sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-13: Statistiques de diversité du temps sur des trajets en visibilité directe
- Tableau I-14: Statistiques d'affaiblissement dû à la pluie conjoint et différentiel sur des trajets en visibilité directe

5.2 Partie II: Données relatives aux trajets Terre-espace

- Tableau II-1: Statistiques annuelles et mensuelles de l'affaiblissement total, de l'affaiblissement dû à la pluie et des intensités de pluie sur des trajets obliques
- Tableau II-2: Statistiques d'affaiblissement dû à la pluie pour le mois le plus défavorable sur des trajets obliques
- Tableau II-3: Statistiques de durée des évanouissements sur des trajets obliques
- Tableau II-4: Statistiques de diversité d'emplacement sur des trajets obliques
- Tableau II-5a: Statistiques annuelles de la XPD sur des trajets obliques
- Tableau II-5b: Statistiques annuelles de la XPD conditionnellement au CPA sur des trajets obliques

- Tableau II-6: Statistiques annuelles et mensuelles des scintillations d'amplitude sur des trajets obliques
- Tableau II-7: Ecart types des scintillations sur des trajets obliques
- Tableau II-8: Statistiques de la pente d'évanouissement sur des trajets obliques
- Tableau II-9: Statistiques de diversité du temps sur des trajets obliques
- Tableau II-10: Statistiques de similitude en fréquence instantanée sur des trajets obliques
- Tableau II-11: Ecart types de la longueur de trajet différentielle sur des trajets obliques

5.3 Partie III: Données relatives aux trajets transhorizon de Terre et à la diffusion par la pluie

- Tableau III-1: Statistiques d'affaiblissement de propagation sur des trajets transhorizon par temps clair
- Tableau III-1a: Données de mesures ponctuelles par temps clair. (Ce Tableau est une banque de données particulière (voir le § 1))
- Tableau III-2: Diffusion par la pluie sur les trajets de Terre
- Tableau III-3: Distributions de probabilité conjointes du niveau du signal

5.4 Partie IV: Données relatives à la radiométéorologie

- Tableau IV-1: Statistiques annuelles et mensuelles des intensités de pluie
- Tableau IV-2: Facteur de conversion du temps d'intégration pour la pluie
- Tableau IV-3: Statistiques annuelles et mensuelles de la température de bruit du ciel
- Tableau IV-4: Statistiques du coïndice au voisinage du sol
- Tableau IV-5: Statistiques relatives à la durée des précipitations
- Tableau IV-6: Statistiques relatives aux conduits d'évaporation
- Tableau IV-7: Statistiques relatives à la couverture nuageuse
- Tableau IV-8: Dépendance de l'intensité de pluie en fonction de statistiques spatiales
- Tableau IV-9: Statistiques annuelles et mensuelles du contenu total d'une colonne d'air en vapeur d'eau
- Tableau IV-10: Statistiques annuelles et mensuelles du contenu total d'une colonne en eau liquide de nuage
- Tableau IV-11: Statistiques relatives aux paramètres caractéristiques des cellules de pluie
- Tableau IV-12: Statistiques relatives à la distribution des dimensions des gouttes de pluie
- Tableau IV-13: Statistiques annuelles et mensuelles de la différence de longueur de trajet due aux effets troposphériques

5.5 Partie V: Données relatives au service mobile terrestre de Terre

- Tableau V-1: Statistiques à large bande pour le service mobile terrestre de Terre
- Tableau V-2: Statistiques à bande étroite pour le service mobile terrestre de Terre

5.6 Partie VI: Données relatives à la propagation point à zone pour les services de Terre

Tableau VI-1: Données relatives à la propagation point à zone pour les services de Terre

5.7 Partie VII: Données relatives aux services mobiles par satellite

Tableau VII-1: Statistiques à large bande pour les liaisons du service mobile par satellite

Tableau VII-2: Statistiques à bande étroite pour les liaisons du service mobile maritime par satellite

Tableau VII-3: Statistiques à bande étroite pour les liaisons du service mobile terrestre par satellite

Tableau VII-4: Statistiques à bande étroite pour les liaisons du service mobile aéronautique par satellite

Tableau VII-5: Statistiques à bande étroite relatives aux évanouissements en radiodiffusion par satellite et à leur durée

5.8 Partie VIII: Données relatives à la végétation et aux bâtiments

Tableau VIII-1: Affaiblissement dû à la végétation

Tableau VIII-2: Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments

Tableau VIII-3: Caractéristiques de l'affaiblissement des matériaux

5.9 Partie IX: Bruit

Tableau IX-1: Bruit blanc gaussien radioélectrique

5.10 Partie X: Données relatives à la propagation transionosphérique

Tableau X-1: Indice de scintillation transionosphérique le long d'un trajet oblique

Tableau X-2: Contenu électronique total le long d'un trajet oblique
