

Union internationale des télécommunications

**UIT-R**

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

**Recommandation UIT-R P.837-7**  
(06/2017)

**Caractéristiques des précipitations pour  
la modélisation de la 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
<b>BO</b>	Diffusion par satellite
<b>BR</b>	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
<b>BS</b>	Service de radiodiffusion sonore
<b>BT</b>	Service de radiodiffusion télévisuelle
<b>F</b>	Service fixe
<b>M</b>	Services mobile, de radiopéréage et d'amateur y compris les services par satellite associés
<b>P</b>	<b>Propagation des ondes radioélectriques</b>
<b>RA</b>	Radio astronomie
<b>RS</b>	Systèmes de télédétection
<b>S</b>	Service fixe par satellite
<b>SA</b>	Applications spatiales et météorologie
<b>SF</b>	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
<b>SM</b>	Gestion du spectre
<b>SNG</b>	Reportage d'actualités par satellite
<b>TF</b>	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
<b>V</b>	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, 2018

© UIT 2018

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.837-7

**Caractéristiques des précipitations pour  
la modélisation de la propagation**

(Question UIT-R 201/3)

(1992-1994-1999-2001-2003-2007-2012-2017)

**Domaine d'application**

Des statistiques relatives à l'intensité de pluie avec un temps d'intégration de 1 min sont nécessaires pour la prévision de l'affaiblissement dû à la pluie sur les liaisons de Terre (par exemple, Recommandation UIT-R P.530) et sur les liaisons Terre vers espace (par exemple, Recommandation UIT-R P.618).

Lorsque des données locales à long terme de l'intensité de pluie fiables ne sont pas disponibles, l'Annexe 1 de la présente Recommandation fournit une méthode de prévision de l'intensité de pluie permettant de prévoir les statistiques relatives à l'intensité de pluie pour un temps d'intégration de 1 min. Cette méthode de prévision est fondée sur: a) les données totales mensuelles relatives à la pluie provenant de la base de données de climatologie du GPCC (V 2015) pour les zones terrestres et de la base de données de réanalyse ERA Interim du Centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) pour les étendues d'eau; et b) les données sur la température mensuelle moyenne de surface contenues dans la Recommandation UIT-R P.1510.

Lorsque des données locales à long terme de l'intensité de pluie fiables sont disponibles pour des temps d'intégration supérieurs à 1 min, l'Annexe 2 de la présente Recommandation fournit une méthode permettant de convertir les statistiques d'intensité de pluie établies pour un temps d'intégration supérieur à 1 min en statistiques d'intensité de pluie pour un temps d'intégration de 1 min.

**Mots clés**

Intensité de pluie, statistiques annuelles, méthode de conversion, GPCC, ERA Interim

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que des statistiques annuelles relatives aux paramètres des précipitations sont nécessaires pour prévoir l'affaiblissement et la diffusion causés par les précipitations;
- b) que ces informations sont nécessaires pour tous les emplacements à la surface de la Terre et pour toute une série de probabilités;
- c) que des statistiques relatives à l'intensité de pluie établies pour un temps d'intégration de 1 min sont nécessaires pour prévoir l'affaiblissement et la diffusion dus à la pluie sur les liaisons de Terre et par satellite;
- d) que des données de mesures à long terme de l'intensité de pluie peuvent être obtenues auprès de sources locales pour un temps d'intégration de 1 min et aussi pour des temps d'intégration plus longs;
- e) que l'utilisation d'un modèle pour convertir les mesures locales d'intensité de pluie pour des temps d'intégration allant jusqu'à une heure en mesures pour un temps d'intégration d'une minute peut permettre d'obtenir une meilleure précision que l'Annexe 1 de la présente Recommandation,

*recommande*

- 1 d'utiliser, si elles sont disponibles, les mesures locales à long terme de l'intensité de pluie annuelle pour un temps d'intégration d'une minute;
- 2 de faire en sorte que les mesures locales, si elles sont utilisées, soient recueillies sur une période de temps suffisamment longue (en règle générale, plus de dix ans) pour obtenir des statistiques stables;
- 3 d'utiliser, si elles sont disponibles, les mesures à long terme de l'intensité de pluie annuelle pour un temps d'intégration supérieur à une minute et d'employer la méthode de conversion de l'Annexe 2 pour convertir ces mesures en des intensités de pluie annuelles pour un temps d'intégration d'une minute;
- 4 d'utiliser la méthode de prévision par étapes décrite dans l'Annexe 1, en l'absence de données locales d'intensité de pluie fiables, pour calculer l'intensité de pluie,  $R_p$ , correspondant à la probabilité de dépassement annuelle considérée,  $p$ , pour un emplacement quelconque à la surface de la Terre et pour un temps d'intégration d'une minute.

**Annexe 1****Méthode de prévision permettant de calculer l'intensité de pluie correspondant à une probabilité de dépassement annuelle moyenne et un emplacement donnés**

La méthode de prévision décrite ici permet de calculer l'intensité de pluie correspondant à une probabilité de dépassement annuelle moyenne et un emplacement à la surface de la Terre donnés au moyen de cartes numériques représentant la quantité de pluie totale mensuelle et la température mensuelle moyenne de surface. Les cartes de la quantité moyenne de pluie totale mensuelle ont été établies à partir de données sur 50 ans (1951-2000) provenant de la base de données de climatologie du GPCP (V 2015) pour les zones terrestres et à partir de données sur 36 ans (1979-2014) provenant de la base de données ERA Interim du Centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) pour les étendues d'eau.

Les données moyennes d'intensité de pluie totale mensuelle,  $MT_{ii}$  (en mm), avec  $ii = \{01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11 \text{ et } 12\}$ , font partie intégrante de la présente Recommandation et sont disponibles sous forme de cartes numériques. La grille des données va de  $-90,125^\circ$  N à  $+90,125^\circ$  N par pas de  $0,25^\circ$  pour la latitude et de  $-180,125^\circ$  E à  $+180,125^\circ$  E par pas de  $0,25^\circ$  pour la longitude.

Les données de l'intensité de pluie annuelle dépassée pendant 0,01% de l'année en moyenne,  $R_{0,01}$  (en mm/h), font aussi partie intégrante de la présente Recommandation et sont disponibles sous forme de cartes numériques. La grille des données va de  $-90^\circ$  N à  $+90^\circ$  N par pas de  $0,125^\circ$  pour la latitude et de  $-180^\circ$  E à  $+180^\circ$  E par pas de  $0,125^\circ$  pour la longitude.

Ces cartes numériques sont disponibles dans le Supplément R-REC-P.837-7-Maps.zip.

*Paramètres d'entrée:*

- p*: Probabilité annuelle de dépassement considérée (%)
- Lat*: Latitude de l'emplacement considéré (degrés, N)
- Lon*: Longitude de l'emplacement considéré (degrés, E)

Paramètre de sortie:

$R_p$ : Intensité de pluie correspondant à la probabilité de dépassement considérée (mm/h).

**Etape 1:** Pour chaque mois de l'année, définir le numéro,  $ii$ , et le nombre de jours,  $N_{ii}$ , comme suit:

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
$ii$	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
$N_{ii}$	31	28,25	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

**Etape 2:** Pour chaque numéro de mois,  $ii$ , avec  $ii = \{01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11 \text{ et } 12\}$ , déterminer la température mensuelle moyenne de surface,  $T_{ii}$  (en K), à l'emplacement considéré, ( $Lat$ ,  $Lon$ ), à partir de données locales à long terme fiables.

Si des données locales à long terme fiables ne sont pas disponibles, les températures mensuelles moyennes de surface,  $T_{ii}$  (en K), à l'emplacement considéré, ( $Lat$ ,  $Lon$ ), peuvent être obtenues à partir des cartes numériques de température mensuelle moyenne de surface disponibles dans la Recommandation UIT-R P.1510.

**Etape 3:** Pour chaque numéro de mois,  $ii$ , avec  $ii = \{01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11 \text{ et } 12\}$ , déterminer la quantité moyenne de pluie totale mensuelle,  $MT_{ii}$  (en mm), à l'emplacement considéré, ( $Lat$ ,  $Lon$ ), à partir de données locales à long terme fiables.

Si des données locales à long terme fiables ne sont pas disponibles, la quantité moyenne de pluie totale mensuelle à l'emplacement considéré, ( $Lat$ ,  $Lon$ ), peut être obtenue à partir des cartes numériques de quantité moyenne de pluie totale mensuelle,  $MT_{ii}$  (en mm), faisant partie intégrante de la présente Recommandation, comme suit:

- déterminer les quatre points de la grille ( $Lat_1, Lon_1$ ), ( $Lat_2, Lon_2$ ), ( $Lat_3, Lon_3$ ) et ( $Lat_4, Lon_4$ ) autour de l'emplacement considéré, ( $Lat$ ,  $Lon$ );
- déterminer les quantités moyennes de pluie totales mensuelles,  $MT_{ii,1}$ ,  $MT_{ii,2}$ ,  $MT_{ii,3}$  et  $MT_{ii,4}$ , correspondant à ces quatre points, à partir des cartes fournies avec la présente Recommandation;
- déterminer  $MT_{ii}$  à l'emplacement considéré, ( $Lat$ ,  $Lon$ ), par interpolation bilinéaire à partir des quatre points de la grille environnants, selon la méthode décrite dans le paragraphe 1b de l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R P.1144.

**Etape 4:** Pour chaque numéro de mois, convertir  $T_{ii}$  (en K) en  $t_{ii}$  (en °C).

**Etape 5:** Pour chaque numéro de mois,  $ii$ , calculer  $r_{ii}$  comme suit:

$$\begin{aligned} r_{ii} &= 0,5874e^{0,0883 \times t_{ii}} \text{ pour } t_{ii} \geq 0^\circ\text{C} \\ r_{ii} &= 0,5874 \text{ pour } t_{ii} < 0^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (\text{mm/h}) \quad (1)$$

**Etape 6a:** Pour chaque numéro de mois,  $ii$ , calculer la probabilité mensuelle de pluie comme suit:

$$P_{0ii} = 100 \frac{MT_{ii}}{24 \times N_{ii} \times r_{ii}} (\%) \quad (2)$$

**Etape 6b:** Pour chaque numéro de mois,  $ii$ , si  $P_{0ii} > 70$ , prendre  $P_{0ii} = 70$  et  $r_{ii} = \frac{100}{70} \times \frac{MT_{ii}}{24N_{ii}}$ .

**Etape 7:** Calculer la probabilité annuelle de pluie,  $P_{0\text{annual}} = P(R > 0)$  comme suit:

$$P_{0_{annual}} = \frac{\sum_{ii=1}^{12} N_{ii} \times P_{0_{ii}}}{365,25} \quad (\%) \quad (3)$$

**Etape 8:** Si la probabilité de dépassement considérée de l'intensité de pluie,  $p$ , est supérieure à  $P_{0_{annual}}$ , alors l'intensité de pluie correspondant à la probabilité de dépassement considérée,  $R_p$ , est de 0 mm/h.

Si la probabilité de dépassement considérée de l'intensité de pluie,  $p$ , est inférieure ou égale à  $P_{0_{annual}}$ , ajuster l'intensité de pluie,  $R_{ref}$ , de sorte que la valeur absolue de l'erreur relative entre la probabilité de dépassement annuelle de l'intensité de pluie,  $P(R > R_{ref})$ , et la probabilité de dépassement considérée de l'intensité de pluie,  $p$ , soit inférieure à 0,001% (c'est-à-dire jusqu'à ce que  $100 \left| \frac{P(R > R_{ref})}{p} - 1 \right| < 0,001$ ), avec:

$$P(R > R_{ref}) = \frac{\sum_{ii=1}^{12} N_{ii} P_{ii}(R > R_{ref})}{365,25} \quad (\%) \quad (4)$$

$$P_{ii}(R > R_{ref}) = P_{0_{ii}} Q \left( \frac{\ln(R_{ref}) + 0,7938 - \ln(r_{ii})}{1,26} \right) \quad (\%) \quad (5)$$

et

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (6)$$

Suite à cet ajustement, prendre  $R_p = R_{ref}$ .

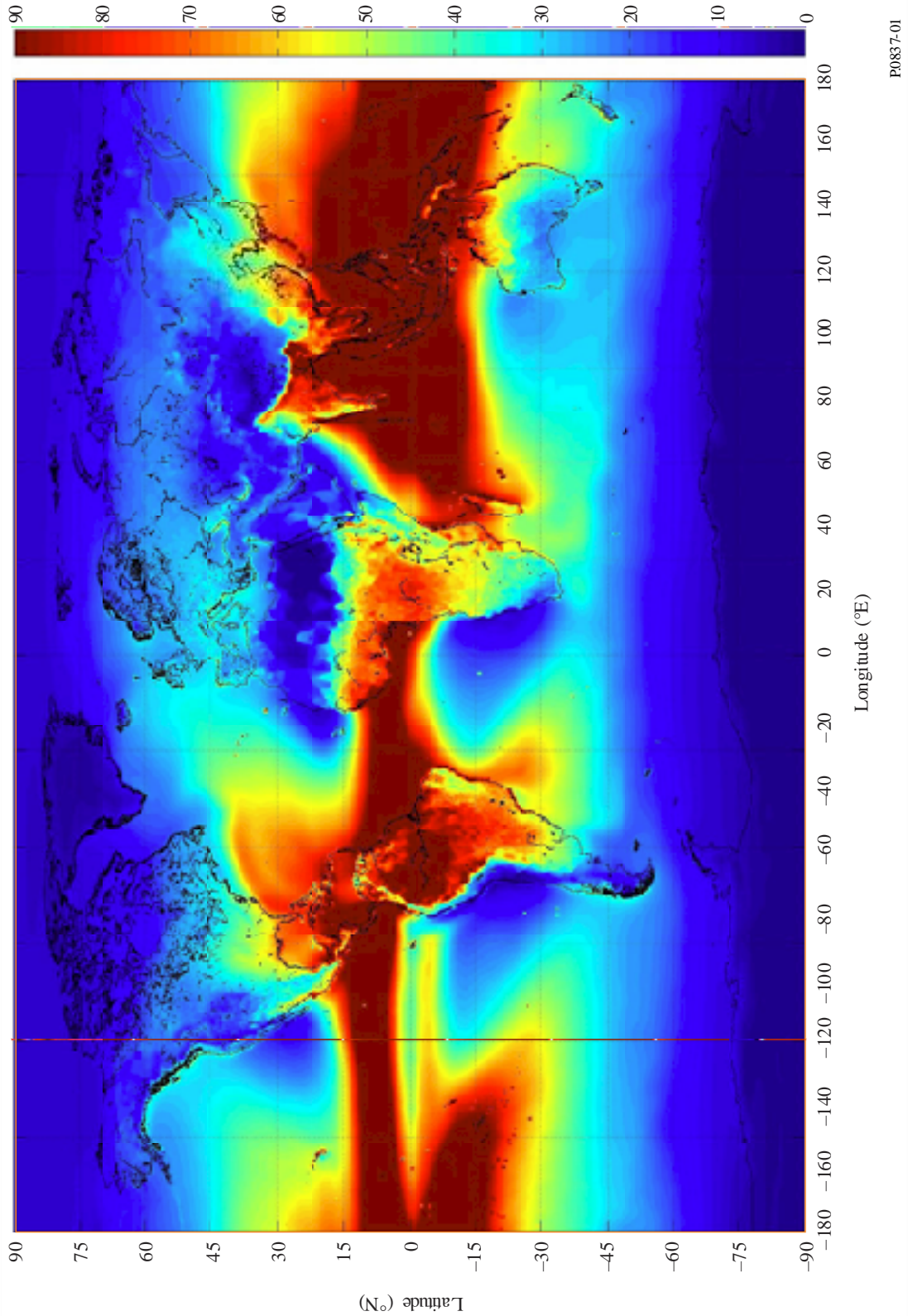
NOTE 1 – Lorsque la probabilité annuelle de dépassement moyenne requise est de 0,01% et que la mémoire nécessaire et la complexité des calculs sont des paramètres devant être pris en compte, la carte de  $R_{0,01}$  préétablie peut être utilisée sans perte significative de précision. Dans ce cas, l'intensité de pluie correspondant à une probabilité annuelle de dépassement moyenne de 0,01% pour tout emplacement considéré à la surface de la Terre peut être calculée au moyen d'une interpolation bilinéaire selon la méthode décrite dans le paragraphe 1b de l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R P.1144. La valeur absolue de la différence entre la méthode complète de prévision de l'intensité de pluie et la carte de  $R_{0,01}$  préétablie est inférieure à 0,3 mm/h pour plus de 99,9% de la surface de la Terre, et la valeur absolue de la différence entre la méthode complète de prévision de l'intensité de pluie et la carte de  $R_{0,01}$  est inférieure à 1 mm/h pour plus de 99,99% de la surface de la Terre.

NOTE 2 – Lorsqu'une probabilité annuelle de dépassement moyenne de 0,01% est requise en utilisant la méthode complète de prévision de l'intensité de pluie, l'intensité de pluie pour une probabilité de dépassement de 0,01% fournie par la carte de  $R_{0,01}$  préétablie peut servir de point de départ pour  $R_{ref}$  dans la procédure itérative de l'étape 8.

Une carte de  $R_{0,01}$ , représentant l'intensité de pluie dépassée pendant 0,01% de l'année en moyenne, est fournie à titre de référence dans la Fig. 1.



FIGURE 1  
Intensité de pluie dépassée pendant 0,01% de l'année en moyenne



## Annexe 2

- 1 La distribution cumulative de l'intensité de pluie pour un temps d'intégration de 1 min peut être obtenue en convertissant les distributions cumulatives locales mesurées pour des temps d'intégration compris entre 5 et 60 minutes.
  - 2 Dans la méthode recommandée, les données d'entrée nécessaires sont la distribution cumulative, le temps d'intégration des statistiques source d'intensité de pluie et les coordonnées géographiques du site considéré.
  - 3 La méthode est fondée sur le mouvement simulé de cellules de pluie synthétiques dont les paramètres sont calculés à partir des données d'entrée locales et des produits du CEPMMT.
  - 4 La méthode recommandée est intégrée dans un programme informatique disponible en tant que Supplément. Le nom du progiciel mettant en oeuvre cette partie de la Recommandation est R-REC-P.837-7-Convrrstat.zip.
-