

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R P.2145-0
(08/2022)

**Cartes numériques relatives au calcul de
l'affaiblissement dû aux gaz
et effets associés**

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 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 œuvre 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

(Également 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	Émissions 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, 2023

© UIT 2023

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.2145-0

**Cartes numériques relatives au calcul de l'affaiblissement dû
aux gaz et effets associés**

(Question UIT-R 201-7/3)

(2022)

Domaine d'application

La présente Recommandation décrit des méthodes permettant de prévoir la pression totale (barométrique) à la surface, la température à la surface, la densité de vapeur d'eau en surface et la densité de vapeur d'eau intégrée¹ nécessaires pour le calcul de l'affaiblissement dû aux gaz et effets sur les trajets de Terre ou les trajets Terre vers espace.

Mots clés

Pression totale (barométrique) à la surface, température à la surface, densité de vapeur d'eau en surface, densité de vapeur d'eau intégrée, distribution de probabilité de Weibull, forme de Weibull, échelle de Weibull, trajets Terre vers espace

Acronymes/Abréviations

ASCII code américain normalisé pour l'échange d'informations (*american standard code for information interchange*)

CCDF fonction de distribution cumulative complémentaire (*complementary cumulative distribution function*)

CEPMET Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme

Recommandations et manuels de l'UIT-R connexes

Recommandation UIT-R P.528

Recommandation UIT-R P.530

Recommandation UIT-R P.618

Recommandation UIT-R P.619

Recommandation UIT-R P.676

Recommandation UIT-R P.836

Recommandation UIT-R P.1144

Recommandation UIT-R P.1510

Recommandation UIT-R P.1511

Recommandation UIT-R P.1853

Recommandation UIT-R P.2001

¹ La densité de vapeur d'eau intégrée désigne la quantité totale de vapeur d'eau dans une colonne verticale qui s'étend de la surface de la Terre jusqu'à la couche supérieure de l'atmosphère. Les termes de densité de vapeur d'eau intégrée, teneur totale en vapeur d'eau, colonne de vapeur d'eau totale, total d'une colonne d'air en vapeur d'eau intégrée et contenu total d'une colonne d'air en vapeur d'eau sont synonymes.

Recommandation UIT-R P.2041

Manuel de radiométéorologie

NOTE – Il convient d'utiliser la dernière révision/édition de la Recommandation/du Manuel.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que, pour calculer l'affaiblissement dû aux gaz et les effets connexes, il est nécessaire de disposer de statistiques relatives à la pression totale (barométrique) à la surface, à la température à la surface, à la densité de vapeur d'eau en surface et à la densité de vapeur d'eau intégrée;
- b) que des données portant sur 30 années issues de la cinquième génération de réanalyse mondiale effectuée par le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) sont disponibles en ce qui concerne la pression totale (barométrique) à la surface, la température à la surface, la densité de vapeur d'eau en surface et la densité de vapeur d'eau intégrée; et
- c) que des données portant sur 30 années issues de la réanalyse mondiale ont été traitées *a posteriori* pour fournir des statistiques annuelles et mensuelles concernant la pression totale (barométrique) à la surface, la température à la surface, la densité de vapeur d'eau en surface et la densité de vapeur d'eau intégrée,

recommande

que les renseignements figurant dans l'Annexe soient utilisés pour le calcul de l'affaiblissement dû aux gaz et des effets associés sur les trajets terrestres et Terre vers espace, lorsqu'aucune statistique plus précise concernant la pression totale (barométrique) à la surface, la température à la surface, la densité de vapeur d'eau en surface ou la densité de vapeur d'eau intégrée n'est disponible.

Annexe

Liste des symboles

\bar{P}_S	pression totale (barométrique) moyenne à la surface
σ_{P_S}	écart type de pression à la surface
$P_S(p)$	pression totale (barométrique) à la surface en fonction de la probabilité de dépassement
\bar{T}_S	température moyenne à la surface
σ_{T_S}	écart type de température à la surface
$T_S(p)$	température à la surface en fonction de la probabilité de dépassement
$\overline{\rho_{w_S}}$	densité de vapeur d'eau en surface moyenne
$\sigma_{\rho_{w_S}}$	écart type de densité de vapeur d'eau en surface
$\rho_{w_S}(p)$	densité de vapeur d'eau en surface en fonction de la probabilité de dépassement
\bar{V}_S	densité de vapeur d'eau intégrée moyenne

σ_{V_s}	écart type de densité de vapeur d'eau intégrée
$V_s(p)$	densité de vapeur d'eau intégrée en fonction de la probabilité de dépassement
$psch$	hauteur d'échelle de la pression
$tsch$	hauteur d'échelle de la température
$vsch$	hauteur d'échelle de la vapeur d'eau
Z_{ground}	hauteur de la surface au-dessus du niveau de la mer
k_{V_s}	paramètre de forme de Weibull de la densité de vapeur d'eau intégrée
λ_{V_s}	paramètre d'échelle de Weibull de la densité de vapeur d'eau intégrée
p	probabilité de dépassement (CCDF)
p_{above}	probabilité de dépassement supérieure à la probabilité de dépassement souhaitée
p_{below}	probabilité de dépassement inférieure à la probabilité de dépassement souhaitée
X_i	valeur non mise à l'échelle du paramètre d'intérêt au $i^{ème}$ point de la grille
X_i'	valeur du paramètre d'intérêt au $i^{ème}$ point de la grille à la hauteur souhaitée
X	valeur du paramètre d'intérêt à l'emplacement considéré et à la hauteur souhaitée

1 Paramètres statistiques de météorologie annuels et mensuels

Les cartes numériques illustrant les statistiques annuelles et mensuelles mondiales concernant la pression totale (barométrique) à la surface, P_s , en hPa, la température à la surface, T_s , en K, et la densité de vapeur d'eau en surface, ρ_{w_s} , en g/m^3 , font partie intégrante de la présente Recommandation et leurs caractéristiques figurent dans les Tableaux 1, 2 et 3².

Les cartes numériques illustrant les statistiques annuelles et mensuelles mondiales concernant la densité de vapeur d'eau intégrée, V_s , en kg/m^2 , ou équivalent en mm, font partie intégrante de la présente Recommandation et leurs caractéristiques figurent dans les Tableaux 1 et 4.

Les cartes numériques illustrant les statistiques annuelles mondiales concernant la densité de vapeur d'eau intégrée, V_s , dont on obtient une approximation par une distribution de Weibull, font partie intégrante de la présente Recommandation et leurs caractéristiques figurent dans les Tableaux 1 et 5.

En particulier:

- on trouvera dans les fichiers de cartes dont le nom contient un «P» les valeurs de la pression totale (barométrique) moyenne à la surface, \bar{P}_s , de l'écart type de pression (barométrique) à la surface, σ_{P_s} , et de la pression totale (barométrique) à la surface pressure en fonction de la probabilité de dépassement, $P_s(p)$;
- on trouvera dans les fichiers de cartes dont le nom contient un «T» les valeurs de la température moyenne à la surface, \bar{T}_s , de l'écart type de la température à la surface, σ_{T_s} , et de la température à la surface en fonction de la probabilité de dépassement, $T_s(p)$;

² La température à la surface est définie comme la température de l'air à 2 m au-dessus de la surface de la Terre. La densité de vapeur d'eau en surface est calculée à partir de: a) la température du point de rosée, qui est définie comme la température jusqu'à laquelle l'air, à 2 m au-dessus de la surface de la Terre, doit se refroidir pour que la saturation survienne, b) la pression totale à la surface et c) la température à la surface.

- on trouvera dans les fichiers de cartes dont le nom contient «RHO» les valeurs de la densité de vapeur d'eau en surface moyenne, $\overline{\rho_{w_s}}$, de l'écart type de la densité de vapeur d'eau en surface, $\sigma_{\rho_{w_s}}$, et de la densité de vapeur d'eau en surface en fonction de la probabilité de dépassement, $\rho_{w_s}(p)$;
- on trouvera dans les fichiers de cartes dont le nom contient un «V» les valeurs de la densité de vapeur d'eau intégrée moyenne, $\overline{V_s}$, de l'écart type de la densité de vapeur d'eau intégrée, σ_{V_s} , et de la densité de vapeur d'eau intégrée en fonction de la probabilité de dépassement, $V_s(p)$;
- on trouvera dans les fichiers de cartes dont le nom contient «PSCH» les valeurs de la hauteur d'échelle de pression totale (barométrique) à la surface, $psch$;
- on trouvera dans les fichiers de cartes dont le nom contient «TSCH» les valeurs de la hauteur d'échelle de température à la surface, $tsch$;
- on trouvera dans les fichiers de cartes dont le titre contient «VSCH» les valeurs de la densité de vapeur d'eau en surface et de la hauteur d'échelle de densité de vapeur d'eau intégrée, $vsch$;
- on trouvera dans le fichier de carte Z_ground.TXT les valeurs de hauteur de surface au-dessus du niveau moyen de la mer, Z_{ground} ;
- on trouvera dans le fichier de carte dont le titre contient «kV» les valeurs du paramètre de forme, k_{V_s} , de la distribution de probabilité de Weibull de la densité de vapeur d'eau intégrée; et
- on trouvera dans le fichier de carte dont le titre contient «lambdaV» les valeurs du paramètre d'échelle, λ_{V_s} , de la distribution de probabilité de Weibull de la densité de vapeur d'eau intégrée.

TABLEAU 1

Caractéristiques des fichiers de cartes

Paramètre	Valeur
Format	ASCII
Latitude du coin supérieur gauche	-90° N
Incrément de latitude	+0,25°
Longitude du coin supérieur gauche	-180° E
Incrément de longitude	+0,25°
Nombre de lignes	721
Nombre de colonnes	1 441
Séparateur de colonnes	Espace
Séparateur de lignes	Windows (CR LF)

TABLEAU 2

Cartes relatives à la pression totale (barométrique) à la surface, la température à la surface et la densité de valeur d'eau en surface annuelles

Paramètres		Pression annuelle (hPa)	Température annuelle (K)	Densité de vapeur en surface annuelle (g/m ³)
Valeur moyenne		P_mean.TXT	T_mean.TXT	RHO_mean.TXT
Écart type		P_std.TXT	T_std.TXT	RHO_std.TXT
Probabilité de dépassement (CCDF) ³	0,01%	P_001.TXT	T_001.TXT	RHO_001.TXT
	0,02%	P_002.TXT	T_002.TXT	RHO_002.TXT
	0,03%	P_003.TXT	T_003.TXT	RHO_003.TXT
	0,05%	P_005.TXT	T_005.TXT	RHO_005.TXT
	0,1%	P_01.TXT	T_01.TXT	RHO_01.TXT
	0,2%	P_02.TXT	T_02.TXT	RHO_02.TXT
	0,3%	P_03.TXT	T_03.TXT	RHO_03.TXT
	0,5%	P_05.TXT	T_05.TXT	RHO_05.TXT
	1%	P_1.TXT	T_1.TXT	RHO_1.TXT
	2%	P_2.TXT	T_2.TXT	RHO_2.TXT
	3%	P_3.TXT	T_3.TXT	RHO_3.TXT
	5%	P_5.TXT	T_5.TXT	RHO_5.TXT
	10%	P_10.TXT	T_10.TXT	RHO_10.TXT
	20%	P_20.TXT	T_20.TXT	RHO_20.TXT
	30%	P_30.TXT	T_30.TXT	RHO_30.TXT
	50%	P_50.TXT	T_50.TXT	RHO_50.TXT
	60%	P_60.TXT	T_60.TXT	RHO_60.TXT
	70%	P_70.TXT	T_70.TXT	RHO_70.TXT
	80%	P_80.TXT	T_80.TXT	RHO_80.TXT
90%	P_90.TXT	T_90.TXT	RHO_90.TXT	
95%	P_95.TXT	T_95.TXT	RHO_95.TXT	
99%	P_99.TXT	T_99.TXT	RHO_99.TXT	
Hauteur d'échelle		PSCH.TXT	TSCH.TXT	VSCH.TXT
Hauteur de la surface		Z_ground.TXT		
Nom du fichier		P_Annual.zip	T_Annual.zip	RHO_Annual.zip
Nom du fichier de produit intégral		Annuel: <u>Partie 1</u>		

³ Les termes «probabilité de dépassement» et «fonction de distribution cumulative complémentaire (CCDF)» sont synonymes.

TABLEAU 3

Cartes relatives à la pression totale (barométrique) à la surface, la température à la surface et la densité de vapeur d'eau en surface mensuelles
(XX: janvier = 01; février = 02; ...; novembre = 11; décembre = 12)

Paramètre	Pression mensuelle (hPa)	Température mensuelle (K)	Densité de vapeur d'eau mensuelle (g/m ³)	
Valeur moyenne	P_mean.TXT	T_mean.TXT	RHO_mean.TXT	
Écart type	P_std.TXT	T_std.TXT	RHO_std.TXT	
Probabilité de dépassement (CCDF)	0,1%	P_01.TXT	RHO_01.TXT	
	0,2%	P_02.TXT	RHO_02.TXT	
	0,3%	P_03.TXT	RHO_03.TXT	
	0,5%	P_05.TXT	RHO_05.TXT	
	1%	P_1.TXT	T_1.TXT	RHO_1.TXT
	2%	P_2.TXT	T_2.TXT	RHO_2.TXT
	3%	P_3.TXT	T_3.TXT	RHO_3.TXT
	5%	P_5.TXT	T_5.TXT	RHO_5.TXT
	10%	P_10.TXT	T_10.TXT	RHO_10.TXT
	20%	P_20.TXT	T_20.TXT	RHO_20.TXT
	30%	P_30.TXT	T_30.TXT	RHO_30.TXT
	50%	P_50.TXT	T_50.TXT	RHO_50.TXT
	60%	P_60.TXT	T_60.TXT	RHO_60.TXT
	70%	P_70.TXT	T_70.TXT	RHO_70.TXT
	80%	P_80.TXT	T_80.TXT	RHO_80.TXT
	90%	P_90.TXT	T_90.TXT	RHO_90.TXT
	95%	P_95.TXT	T_95.TXT	RHO_95.TXT
99%	P_99.TXT	T_99.TXT	RHO_99.TXT	
Hauteur d'échelle	PSCH.TXT	TSCH.TXT	VSCH.TXT	
Hauteur de la surface	Z_ground.TXT			
Nom du fichier	P_MoisXX.zip	T_MoisXX.zip	RHO_MoisXX.zip	
Nom du fichier de produit intégral	Mois01: Partie 2 Mois02: Partie 3 Mois03: Partie 4 Mois04: Partie 5 Mois05: Partie 6 Mois06: Partie 7 Mois07: Partie 8 Mois08: Partie 9 Mois09: Partie 10 Mois10: Partie 11 Mois11: Partie 12 Mois12: Partie 13			

TABLEAU 4

Cartes relatives à la densité de vapeur d'eau intégrée annuelle et mensuelle
(XX: janvier = 01; février = 02; ...; novembre = 11; décembre = 12)

Paramètre	Densité de vapeur d'eau intégrée annuelle (kg/m ² ou mm)	Densité de vapeur d'eau intégrée mensuelle (kg/m ² ou mm)	
Valeur moyenne	V_mean.TXT	V_mean.TXT	
Écart type	V_std.TXT	V_std.TXT	
Probabilité de dépassement (CCDF)	0,01%	V_001.TXT	
	0,02%	V_002.TXT	
	0,03%	V_003.TXT	
	0,05%	V_005.TXT	
	0,1%	V_01.TXT	V_01.TXT
	0,2%	V_02.TXT	V_02.TXT
	0,3%	V_03.TXT	V_03.TXT
	0,5%	V_05.TXT	V_05.TXT
	1%	V_1.TXT	V_1.TXT
	2%	V_2.TXT	V_2.TXT
	3%	V_3.TXT	V_3.TXT
	5%	V_5.TXT	V_5.TXT
	10%	V_10.TXT	V_10.TXT
	20%	V_20.TXT	V_20.TXT
	30%	V_30.TXT	V_30.TXT
	50%	V_50.TXT	V_50.TXT
	60%	V_60.TXT	V_60.TXT
	70%	V_70.TXT	V_70.TXT
	80%	V_80.TXT	V_80.TXT
90%	V_90.TXT	V_90.TXT	
95%	V_95.TXT	V_95.TXT	
99%	V_99.TXT	V_99.TXT	
Hauteur d'échelle	VSCH.TXT	VSCH.TXT	
Hauteur de la surface	Z_ground.TXT		
Nom du fichier	V_Annual.zip	V_MoisXX.zip	
Nom du fichier de produit intégral	Annuel: <u>Partie 1</u>	Mois01: <u>Partie 2</u> Mois02: <u>Partie 3</u> Mois03: <u>Partie 4</u> Mois04: <u>Partie 5</u> Mois05: <u>Partie 6</u> Mois06: <u>Partie 7</u> Mois07: <u>Partie 8</u> Mois08: <u>Partie 9</u> Mois09: <u>Partie 10</u> Mois10: <u>Partie 11</u> Mois11: <u>Partie 12</u> Mois12: <u>Partie 13</u>	

TABLEAU 5

**Statistiques annuelles relatives à la densité de vapeur d'eau intégrée dont
une approximation est obtenue par une distribution de Weibull**

Paramètre	Approximation annuelle obtenue par distribution de Weibull
Échelle de Weibull	lambdaV.TXT
Forme de Weibull	kV.TXT
Hauteur d'échelle	VSCH.TXT
Hauteur de la surface	Z_ground.TXT
Nom du fichier	Weibull_Annual.zip
Nom du fichier de produit intégral	<u>Partie 14</u>

2 Interpolation

On trouvera dans le paragraphe 2.1 une méthode d'interpolation statistique et spatiale permettant de calculer les valeurs annuelles et mensuelles de la pression, la température, la densité de vapeur d'eau et la densité de vapeur d'eau intégrée en fonction de la probabilité de dépassement (CCDF) en un emplacement souhaité quelconque à la surface de la Terre.

On trouvera dans le paragraphe 2.2 une méthode d'interpolation statistique et spatiale permettant de calculer les valeurs moyennes et les valeurs de l'écart type annuelles et mensuelles de la pression, la température, la densité de vapeur d'eau, la densité de vapeur d'eau intégrée, ainsi que les paramètres de forme et d'échelle de la densité de vapeur d'eau intégrée de la distribution de Weibull en un emplacement souhaité quelconque à la surface de la Terre.

2.1 Interpolation spatiale et statistique (CCDF)

Les statistiques annuelles et mensuelles relatives à la pression totale (barométrique) à la surface, $P_s(p)$, à la température à la surface, $T_s(p)$, à la densité de la vapeur d'eau en surface, $\rho_s(p)$, ou à la densité de vapeur d'eau intégrée, $V_s(p)$, en un emplacement souhaité quelconque à la surface de la Terre et la probabilité de dépassement (CCDF), p , à l'intérieur de la plage de probabilité de dépassement des cartes numériques intégrales, peuvent être calculées à l'aide de la méthode d'interpolation suivante:

- déterminer l'altitude au-dessus du niveau moyen de la mer de l'emplacement souhaité, alt , à partir des données locales ou, si l'on ne dispose pas de données locales, à partir de la Recommandation UIT-R P.1511;
- déterminer les deux probabilités p_{above} et p_{below} , supérieure et inférieure à la probabilité de dépassement considérée, p , à partir de la série 0,01, 0,02, 0,03, 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,5, 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 95 et 99% pour les statistiques annuelles et à partir de la série 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 95 et 99% pour les statistiques mensuelles;
- pour chacun des quatre points de grille environnants, $i = 1, 2, 3$ et 4 , et pour les deux probabilités de dépassement, p_{above} et p_{below} , déterminer le paramètre d'intérêt souhaité, X_i' , à partir de la carte annuelle ou mensuelle appropriée relative à $P_s(p)$, $T_s(p)$, $\rho_{ws}(p)$, ou $V_s(p)$;

- d) pour chacun des quatre points de grille environnants, $i = 1, 2, 3$ et 4 , déterminer la hauteur d'échelle applicable, $psch_i$, $tsch_i$ ou $vsch_i$, à partir de la carte relative à la hauteur d'échelle de la pression, de la température ou de la densité de vapeur d'eau annuelle ou mensuelle appropriée;
- e) pour chacun des quatre points de grille environnants, $i = 1, 2, 3$ et 4 , déterminer la hauteur topographique, alt_i , en tant que valeur de Z_{ground} au niveau de chaque point de grille à partir de la carte Z_{ground} ;
- f) pour chacun des quatre points de grille environnants, $i = 1, 2, 3$ et 4 , et pour les deux probabilités de dépassement, p_{above} et p_{below} , déterminer X_i , à la hauteur souhaitée, alt , en mettant à l'échelle X_i' , à l'aide de la relation applicable:

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{psch_i}} \quad \text{pour la pression totale (barométrique) à la surface, } P_s(p);$$

$$X_i = X_i' + tsch_i (alt - alt_i) \quad \text{pour la température à la surface, } T_s(p);$$

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vsch_i}} \quad \text{pour la densité de vapeur d'eau en surface, } \rho_{ws}(p);$$

ou

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vsch_i}} \quad \text{pour la densité de vapeur d'eau intégrée, } V_s(p);$$

- g) déterminer X_{above} et X_{below} à l'emplacement souhaité et les deux probabilités p_{above} et p_{below} en réalisant une interpolation bilinéaire de X_i , $i = 1, 2, 3$ et 4 au niveau des quatre points de grille environnants à l'aide de la méthode d'interpolation bilinéaire spécifiée dans l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R P.1144;
- h) déterminer le paramètre d'intérêt, X , à l'emplacement souhaité et la probabilité de dépassement, p , en interpolant X_{above} et X_{below} en fonction de p_{above} et p_{below} jusqu'à p sur une échelle linéaire X en fonction de $\log_{10} p$, où $X = P_s(p)$, $T_s(p)$, $\rho_{ws}(p)$, ou $V_s(p)$.

2.2 Interpolation spatiale et statistique (moyenne et écart type)

Les valeurs annuelles ou mensuelles de la moyenne ou de l'écart type de la pression totale (barométrique) à la surface, \bar{P}_s ou σ_{P_s} , de la moyenne ou l'écart type de la température à la surface, \bar{T}_s ou σ_{T_s} , de la moyenne ou l'écart type de la densité de vapeur d'eau en surface, $\bar{\rho}_{ws}$ ou $\sigma_{\rho_{ws}}$, de la moyenne ou l'écart type de la densité de vapeur d'eau intégrée, \bar{V}_s ou σ_{V_s} , ou du paramètre de forme ou d'échelle de Weibull de la densité de vapeur d'eau intégrée, k_{V_s} ou λ_{V_s} , à un emplacement souhaité quelconque à la surface de la Terre, peuvent être calculées à l'aide de la méthode d'interpolation suivante:

- a) déterminer la hauteur au-dessus du niveau moyen de la mer de l'emplacement souhaité, alt , à partir des données locales ou, s'il n'y a pas de données locales disponibles, à partir de la Recommandation UIT-R P.1511;
- b) pour chacun des quatre points de grille environnants, $i = 1, 2, 3$ et 4 , déterminer le paramètre d'intérêt souhaité, X_i' , à partir de la carte annuelle ou mensuelle appropriée;
- c) pour chacun des quatre points de grille environnants, $i = 1, 2, 3$ et 4 , déterminer la hauteur d'échelle applicable, $psch_i$, $tsch_i$, ou $vsch_i$, à partir de la carte relative à la hauteur d'échelle de la pression, de la température ou de la densité de vapeur d'eau annuelle ou mensuelle appropriée;
- d) pour chacun des autres points de grille environnants, $i = 1, 2, 3$ et 4 , déterminer la hauteur topographique, alt_i , en tant que valeur de Z_{ground} au niveau de chaque point de grille de la carte Z_{ground} ;

- e) pour chacun des quatre points de grille environnants, $i = 1, 2, 3$ et 4 , déterminer X_i , à la hauteur souhaitée, alt , en mettant à l'échelle X_i' , à l'aide de la relation applicable:

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{psch_i}} \quad \text{pour la pression totale (barométrique) à la surface, } \bar{P}_s \text{ or } \sigma_{P_s};$$

$$X_i = X_i' + tsch_i (alt - alt_i) \quad \text{pour la température à la surface, } \bar{T}_s;$$

$$X_i = X_i' \quad \text{pour la température à la surface, } \sigma_{T_s};$$

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vsch_i}} \quad \text{pour la densité de vapeur d'eau en surface, } \overline{\rho_{w_s}} \text{ ou } \sigma_{\rho_{w_s}};$$

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vsch_i}} \quad \text{pour la densité de vapeur d'eau intégrée, } \bar{V}_s \text{ or } \sigma_{V_s};$$

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vsch_i}} \quad \text{pour le paramètre d'échelle, } \lambda_{V_s}, \text{ de la distribution de probabilité de Weibull de la densité de vapeur d'eau intégrée; ou}$$

$$X_i = X_i' \quad \text{pour le paramètre de forme, } k_{V_s}, \text{ de la probabilité de distribution de Weibull de la densité de vapeur d'eau intégrée;}$$

- f) déterminer le paramètre d'intérêt, X , à l'emplacement souhaité en effectuant une interpolation bilinéaire de X_i , $i = 1, 2, 3$, et 4 au niveau des quatre points de grille environnants à l'aide de la méthode d'interpolation linéaire décrite dans l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R P.1144, où $X = \bar{P}_s$ ou σ_{P_s} , \bar{T}_s ou σ_{T_s} , $\overline{\rho_{w_s}}$ ou $\sigma_{\rho_{w_s}}$, \bar{V}_s ou σ_{V_s} , λ_{V_s} , ou k_{V_s} à l'emplacement souhaité.
-