

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R P.835-6
(12/2017)

**Atmosphère de référence pour
l'affaiblissement dû aux gaz**

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, 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.835-6*

Atmosphère de référence pour l'affaiblissement dû aux gaz

(Question UIT-R 201/3)

(1992-1994-1997-1999-2005-2012-2017)

Domaine d'application

La Recommandation UIT-R P.835 donne les formules et les données pour les atmosphères de référence qui sont nécessaires pour calculer l'affaiblissement dû aux gaz sur les trajets Terre vers espace.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

a) qu'il est nécessaire de disposer d'une atmosphère de référence pour calculer l'affaiblissement dû aux gaz sur un trajet Terre vers espace,

recommande

1 que l'on utilise les atmosphères de référence définies dans l'Annexe 1 pour déterminer la température, la pression et la pression partielle de vapeur d'eau en fonction de l'altitude, dans le calcul de l'affaiblissement dû aux gaz, quand des données locales plus fiables ne sont pas disponibles;

2 que l'on utilise les données expérimentales fournies dans les Annexes 2 et 3 pour les points considérés quand on a besoin de connaître les variations saisonnières ou mensuelles.

Annexe 1**1 Atmosphère de référence moyenne annuelle pour le monde entier**

L'atmosphère de référence moyenne annuelle pour le monde entier définie ci-après correspond aux profils moyens annuels de température et de pression en fonction de l'altitude, la moyenne étant faite sur tout le globe.

1.1 Température et pression

L'atmosphère de référence moyenne annuelle pour le monde entier est proche de l'atmosphère normalisée des Etats-Unis de 1976, avec une erreur relative non significative. Les profils de température et de pression atmosphériques sont définis selon deux types d'altitude¹: 1) l'altitude géopotentielle, comprise entre 0 km' et 84,852 km' et 2) l'altitude géométrique, comprise entre 86 km et 100 km. Les conversions entre l'altitude géopotentielle h' (km) et l'altitude géométrique h (km) sont les suivantes:

* La Commission d'études 3 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2020 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

¹ L'altitude géopotentielle est exprimée en km' et l'altitude géométrique est exprimée en km.

$$h' = \frac{6356,766h}{6356,766+h} \quad (1a)$$

et

$$h = \frac{6356,766h'}{6356,766-h'} \quad (1b)$$

où une altitude géopotentielle de 84,852 km' correspond à une altitude géométrique de 86 km. Etant donné que diverses Recommandations UIT-R de la série P (par exemple, la Recommandation UIT-R P.676, Annexe 1) utilisent l'altitude géométrique, il est possible de calculer la température et la pression à une altitude géométrique $h \leq 86$ km en convertissant l'altitude géométrique h pour obtenir l'altitude géopotentielle h' correspondante et en calculant la température et la pression à l'altitude géopotentielle h' correspondante.

Selon le premier type d'altitude, la température T (K) à l'altitude géopotentielle h' (km') est:

$$T(h') = 288,15 - 6,5 h' \quad \text{pour } 0 \leq h' \leq 11 \quad (2a)$$

$$T(h') = 216,65 \quad \text{pour } 11 < h' \leq 20 \quad (2b)$$

$$T(h') = 216,65 + (h'-20) \quad \text{pour } 20 < h' \leq 32 \quad (2c)$$

$$T(h') = 228,65 + 2,8 (h'-32) \quad \text{pour } 32 < h' \leq 47 \quad (2d)$$

$$T(h') = 270,65 \quad \text{pour } 47 < h' \leq 51 \quad (2e)$$

$$T(h') = 270,65 - 2,8 (h'-51) \quad \text{pour } 51 < h' \leq 71 \quad (2f)$$

$$T(h') = 214,65 - 2,0 (h'-71) \quad \text{pour } 71 < h' \leq 84,852 \quad (2g)$$

et la pression P (hPa) à l'altitude géopotentielle h' (km') est:

$$P(h') = 1013,25 \left[\frac{288,15}{288,15 - 6,5 h'} \right]^{-34,1632/6,5} \quad \text{pour } 0 \leq h' \leq 11 \quad (3a)$$

$$P(h') = 226,3226 \exp[-34,1632 (h' - 11)/216,65] \quad \text{pour } 11 < h' \leq 20 \quad (3b)$$

$$P(h') = 54,74980 \left[\frac{216,65}{216,65 + (h'-20)} \right]^{34,1632} \quad \text{pour } 20 < h' \leq 32 \quad (3c)$$

$$P(h') = 8,680422 \left[\frac{228,65}{228,65 + 2,8 (h'-32)} \right]^{34,1632/2,8} \quad \text{pour } 32 < h' \leq 47 \quad (3d)$$

$$P(h') = 1,109106 \exp[-34,1632 (h' - 47)/270,65] \quad \text{pour } 47 < h' \leq 51 \quad (3e)$$

$$P(h') = 0,6694167 \left[\frac{270,65}{270,65 - 2,8 (h'-51)} \right]^{-34,1632/2,8} \quad \text{pour } 51 < h' \leq 71 \quad (3f)$$

$$P(h') = 0,03956649 \left[\frac{214,65}{214,65 - 2,0 (h'-71)} \right]^{-34,1632/2,0} \quad \text{pour } 71 < h' \leq 84,852 \quad (3g)$$

Selon le deuxième type d'altitude, la température T (K) à l'altitude géopotentielle h (km) est:

$$T(h) = 186,8673 \quad \text{pour } 86 \leq h \leq 91 \quad (4a)$$

$$T(h) = 263,1905 - 76,3232 \left[1 - \left(\frac{h-91}{19,9429} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{pour } 91 < h \leq 100 \quad (4b)$$

et la pression P (hPa) à l'altitude géométrique h (km) est:

$$P(h) = \exp(a_0 + a_1 h + a_2 h^2 + a_3 h^3 + a_4 h^4) \quad \text{pour } 86 \leq h \leq 100 \quad (5)$$

où

$$a_0 = 95,571899$$

$$a_1 = -4,011801$$

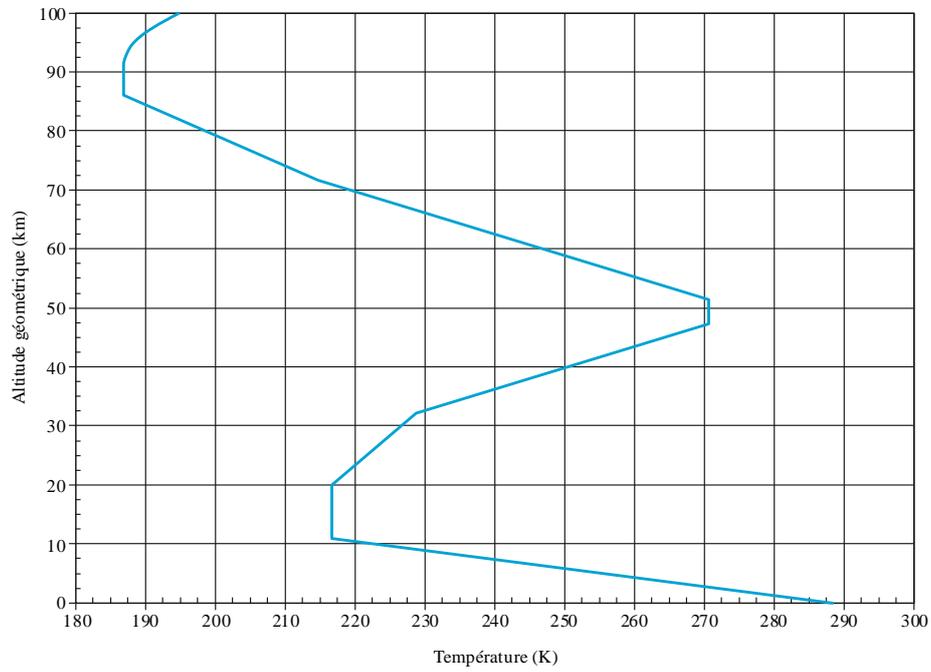
$$a_2 = 6,424731 \times 10^{-2}$$

$$a_3 = -4,789660 \times 10^{-4}$$

$$a_4 = 1,340543 \times 10^{-6}$$

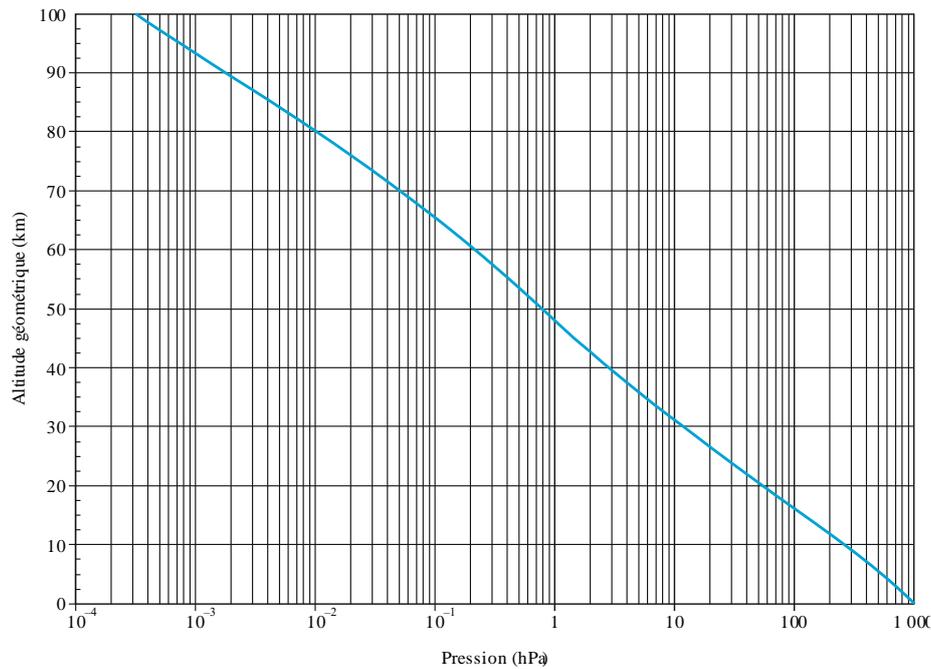
A toutes fins utiles, la température et la pression en fonction de l'altitude géométrique sont présentées dans les Fig. 1 et 2 respectivement.

FIGURE 1
Température en fonction de l'altitude géométrique



P.0835-01

FIGURE 2
Pression en fonction de l'altitude géométrique



P.0835-02

1.2 Pression partielle de vapeur d'eau

La distribution de la vapeur d'eau dans l'atmosphère est en général extrêmement variable, mais elle peut être approximativement calculée par l'équation:

$$\rho(h) = \rho_0 \exp(-h / h_0) \quad \text{g/m}^3 \quad (6)$$

où la hauteur d'échelle $h_0 = 2$ km et la densité de référence de vapeur d'eau au niveau du sol est:

$$\rho_0 = 7,5 \quad \text{g/m}^3 \quad (7)$$

On obtient la pression de vapeur d'eau à partir de sa densité par l'équation (voir la Recommandation UIT-R P.453):

$$e(h) = \frac{\rho(h) T(h)}{216,7} \quad \text{hPa} \quad (8)$$

La densité de vapeur d'eau décroît exponentiellement lorsque l'altitude augmente, jusqu'à l'altitude où le rapport de mélange $e(h)/P(h) = 2 \times 10^{-6}$. Aux altitudes plus élevées, on suppose que le rapport de mélange est constant.

1.3 Atmosphère sèche pour les calculs de l'affaiblissement

Le profil de densité des gaz atmosphériques autres que la vapeur d'eau («atmosphère sèche») peut être déduit des profils de température et de pression du § 1.1.

Pour les calculs de l'affaiblissement, ce profil de densité est pratiquement exponentiel, conformément à l'équation (6) pour:

$$h_0 = 6 \text{ km} \quad (9)$$

2 Atmosphère de référence annuelle pour les latitudes basses

Pour les latitudes basses (inférieures à 22°), les variations saisonnières ne sont pas très importantes et on peut utiliser un seul profil pour toute l'année.

La température T (K) à l'altitude h (km) est donnée par:

$T(h) = 300,4222 - 6,3533 h + 0,005886 h^2$	pour	$0 \leq h < 17$
$T(h) = 194 + (h - 17) 2,533$	pour	$17 \leq h < 47$
$T(h) = 270$	pour	$47 \leq h < 52$
$T(h) = 270 - (h - 52) 3,0714$	pour	$52 \leq h < 80$
$T(h) = 184$	pour	$80 \leq h \leq 100$

et la pression P (hPa) est donnée par:

$P(h) = 1012,0306 - 109,0338 h + 3,6316 h^2$	pour	$0 \leq h \leq 10$
$P(h) = P_{10} \exp[-0,147 (h - 10)]$	pour	$10 < h \leq 72$
$P(h) = P_{72} \exp[-0,165 (h - 72)]$	pour	$72 < h \leq 100$

où P_{10} et P_{72} sont les pressions à 10 et 72 km respectivement.

La densité de vapeur d'eau (g/m^3) est donnée par:

$\rho(h) = 19,6542 \exp[-0,2313 h - 0,1122 h^2 + 0,01351 h^3 - 0,0005923 h^4]$	pour	$0 \leq h \leq 15$
$\rho(h) = 0$	pour	$h > 15$

3 Atmosphère de référence pour les latitudes moyennes

Pour les latitudes moyennes (entre 22° et 45°), on peut utiliser les profils ci-après en été et en hiver.

3.1 Profil pour les latitudes moyennes en été

La température T (K) à l'altitude h (km) est donnée par:

$$\begin{aligned} T(h) &= 294,9838 - 5,2159 h - 0,07109 h^2 && \text{pour } 0 \leq h < 13 \\ T(h) &= 215,5 && \text{pour } 13 \leq h < 17 \\ T(h) &= 215,5 \exp [(h - 17) 0,008128] && \text{pour } 17 \leq h < 47 \\ T(h) &= 275 && \text{pour } 47 \leq h < 53 \\ T(h) &= 275 + \{ 1 - \exp [(h - 53) 0,06] \} 20 && \text{pour } 53 \leq h < 80 \\ T(h) &= 175 && \text{pour } 80 \leq h \leq 100 \end{aligned}$$

et la pression P (hPa) est donnée par:

$$\begin{aligned} P(h) &= 1012,8186 - 111,5569 h + 3,8646 h^2 && \text{pour } 0 \leq h \leq 10 \\ P(h) &= P_{10} \exp [-0,147 (h - 10)] && \text{pour } 10 < h \leq 72 \\ P(h) &= P_{72} \exp [-0,165 (h - 72)] && \text{pour } 72 < h \leq 100 \end{aligned}$$

où P_{10} et P_{72} sont les pressions à 10 et 72 km respectivement.

La densité de vapeur d'eau (g/m^3) est donnée par:

$$\begin{aligned} \rho(h) &= 14,3542 \exp [-0,4174 h - 0,02290 h^2 + 0,001007 h^3] && \text{pour } 0 \leq h \leq 15 \\ \rho(h) &= 0 && \text{pour } h > 15 \end{aligned}$$

3.2 Profil pour les latitudes moyennes en hiver

La température T (K) à l'altitude h (km) est donnée par:

$$\begin{aligned} T(h) &= 272,7241 - 3,6217 h - 0,1759 h^2 && \text{pour } 0 \leq h < 10 \\ T(h) &= 218 && \text{pour } 10 \leq h < 33 \\ T(h) &= 218 + (h - 33) 3,3571 && \text{pour } 33 \leq h < 47 \\ T(h) &= 265 && \text{pour } 47 \leq h < 53 \\ T(h) &= 265 - (h - 53) 2,0370 && \text{pour } 53 \leq h < 80 \\ T(h) &= 210 && \text{pour } 80 \leq h \leq 100 \end{aligned}$$

et la pression P (hPa) est donnée par:

$$\begin{aligned} P(h) &= 1018,8627 - 124,2954 h + 4,8307 h^2 && \text{pour } 0 \leq h \leq 10 \\ P(h) &= P_{10} \exp [-0,147 (h - 10)] && \text{pour } 10 < h \leq 72 \\ P(h) &= P_{72} \exp [-0,155 (h - 72)] && \text{pour } 72 < h \leq 100 \end{aligned}$$

où P_{10} et P_{72} sont les pressions à 10 et 72 km respectivement.

La densité de vapeur d'eau (g/m^3) est donnée par:

$$\begin{aligned} \rho(h) &= 3,4742 \exp [-0,2697 h - 0,03604 h^2 + 0,0004489 h^3] && \text{pour } 0 \leq h \leq 10 \\ \rho(h) &= 0 && \text{pour } h > 10 \end{aligned}$$

4 Atmosphère de référence pour les latitudes élevées

Pour les latitudes élevées (supérieures à 45°), on peut utiliser les profils ci-après en été et en hiver.

4.1 Profil pour les latitudes élevées en été

La température T (K) à l'altitude h (km) est donnée par:

$$\begin{aligned} T(h) &= 286,8374 - 4,7805 h - 0,1402 h^2 && \text{pour } 0 \leq h < 10 \\ T(h) &= 225 && \text{pour } 10 \leq h < 23 \\ T(h) &= 225 \exp [(h - 23) 0,008317] && \text{pour } 23 \leq h < 48 \\ T(h) &= 277 && \text{pour } 48 \leq h < 53 \\ T(h) &= 277 - (h - 53) 4,0769 && \text{pour } 53 \leq h < 79 \\ T(h) &= 171 && \text{pour } 79 \leq h \leq 100 \end{aligned}$$

et la pression P (hPa) est donnée par:

$$\begin{aligned} P(h) &= 1008,0278 - 113,2494 h + 3,9408 h^2 && \text{pour } 0 \leq h \leq 10 \\ P(h) &= P_{10} \exp [-0,140 (h - 10)] && \text{pour } 10 < h \leq 72 \\ P(h) &= P_{72} \exp [-0,165 (h - 72)] && \text{pour } 72 < h \leq 100 \end{aligned}$$

où P_{10} et P_{72} sont les pressions à 10 et 72 km respectivement.

La concentration en vapeur d'eau (g/m^3) est donnée par:

$$\begin{aligned} \rho(h) &= 8,988 \exp [-0,3614 h - 0,005402 h^2 - 0,001955 h^3] && \text{pour } 0 \leq h \leq 15 \\ \rho(h) &= 0 && \text{pour } h > 15 \end{aligned}$$

4.2 Profil pour les latitudes élevées en hiver

La température T (K) à l'altitude h (km) est donnée par:

$$\begin{aligned} T(h) &= 257,4345 + 2,3474 h - 1,5479 h^2 + 0,08473 h^3 && \text{pour } 0 \leq h < 8,5 \\ T(h) &= 217,5 && \text{pour } 8,5 \leq h < 30 \\ T(h) &= 217,5 + (h - 30) 2,125 && \text{pour } 30 \leq h < 50 \\ T(h) &= 260 && \text{pour } 50 \leq h < 54 \\ T(h) &= 260 - (h - 54) 1,667 && \text{pour } 54 \leq h \leq 100 \end{aligned}$$

et la pression P (hPa) est donnée par:

$$\begin{aligned} P(h) &= 1010,8828 - 122,2411 h + 4,554 h^2 && \text{pour } 0 \leq h \leq 10 \\ P(h) &= P_{10} \exp [-0,147 (h - 10)] && \text{pour } 10 < h \leq 72 \\ P(h) &= P_{72} \exp [-0,150 (h - 72)] && \text{pour } 72 < h \leq 100 \end{aligned}$$

où P_{10} et P_{72} sont les pressions à 10 et 72 km respectivement.

La densité de vapeur d'eau (g/m^3) est donnée par:

$$\begin{aligned} \rho(h) &= 1,2319 \exp [0,07481 h - 0,0981 h^2 + 0,00281 h^3] && \text{pour } 0 \leq h \leq 10 \\ \rho(h) &= 0 && \text{pour } h > 10 \end{aligned}$$

Annexe 2

1 Données expérimentales des profils atmosphériques verticaux

Les moyennes mensuelles des profils verticaux de la température, de la pression et de l'humidité relative ont été calculées pour 353 points répartis dans le monde entier sur la base d'observations réalisées par radiosonde sur 10 années (1980-1989). Cet ensemble de données (DST.STD) est disponible auprès du Bureau des radiocommunications (BR) de l'UIT et contient les profils verticaux moyens mensuels, pour 00.00 UTC et 12.00 UTC, de la pression, de la température et de l'humidité relative. Ces profils, calculés en l'absence de pluie, portent sur des altitudes allant de 0 à 16 km par pas de 500 m. Les profils mensuels moyens sont contenus dans des fichiers ASCII appelés *<WMO_code>.dat* où *WMO_code* est le nom de code du site selon l'Organisation mondiale de la météorologie (par exemple, 03496.dat, 03496 est le code de station OMM pour Hemsby-in-Norfolk). Un exemple de profil est donné dans le Tableau 2. La liste des points se trouve dans un fichier ASCII (en utilisant le format de fichier CSV avec valeurs séparées par des virgules) appelé *dst_std_lst.csv*. Chaque enregistrement de ce fichier contient le champ suivant: WMO_CODE, nom de station, pays, latitude, longitude, altitude au-dessus du niveau de la mer. Voir un exemple dans le Tableau 3.

Au-dessus de l'altitude maximale, une extrapolation peut être effectuée en utilisant les profils de référence fournis dans l'Annexe 1. Pour convertir l'humidité relative en valeurs absolues de densité de vapeur d'eau, il convient d'utiliser les formules contenues dans la Recommandation UIT-R P.453.

TABLEAU 2

Format de données DST.STD – Exemple de profil moyen mensuel
(station 10410)

YYMMDDHH NL			
99 199 0 33			
Press (hPa)	Z (km)	Temp (K)	RH (%/100)
1 016,905	0,00	273,62	0,864E+00
956,686	0,50	273,33	0,830E+00
898,555	1,00	271,74	0,754E+00
844,014	1,50	269,59	0,665E+00
791,860	2,00	267,15	0,591E+00
742,661	2,50	264,56	0,518E+00
696,285	3,00	261,89	0,470E+00
651,977	3,50	258,94	0,458E+00
610,086	4,00	255,88	0,448E+00
570,467	4,50	252,69	0,445E+00
533,076	5,00	249,33	0,451E+00
497,767	5,50	245,90	0,453E+00
464,123	6,00	242,32	0,450E+00
432,441	6,50	238,75	0,450E+00
402,414	7,00	235,16	0,443E+00

TABLEAU 2 (*fin*)

YYMMDDHH NL			
99 199 0 33			
Press (hPa)	Z (km)	Temp (K)	RH (%/100)
374,177	7,50	231,59	0,437E+00
347,236	8,00	228,12	0,433E+00
322,281	8,50	224,88	0,427E+00
298,474	9,00	221,89	0,421E+00
276,492	9,50	219,27	0,416E+00
255,527	10,00	217,08	0,411E+00
236,297	10,50	215,62	0,402E+00
218,415	11,00	214,79	0,393E+00
201,366	11,50	214,14	0,348E+00
186,214	12,00	214,02	0,205E+00
172,093	12,50	214,24	0,104E+00
158,709	13,00	214,66	0,368E-01
146,492	13,50	214,94	0,351E-02
135,813	14,00	214,88	0,120E-02
125,690	14,50	214,50	0,117E-02
116,027	15,00	214,01	0,113E-02
106,798	15,50	213,56	0,110E-02
98,291	16,00	213,26	0,107E-02

Légende relative au Tableau 2:

YY: Année (99 pour les profils moyens mensuels)

MM: Mois (1 = janvier, 2 = février ...)

DD: Jour du mois (99 pour les profils moyens mensuels)

HH: Heure du jour (UTC)

NL: Nombre de niveaux verticaux (NL = 33 pour STD.DST)

Press (hPa): Pression atmosphérique totale

Z (km): Altitude au-dessus de la surface terrestre

Temp (K): Température de l'air

RH (%/100): Humidité relative (en pourcentage)

NOTE 1 – Les valeurs de Temp et Press peuvent être mises à zéro si elles n'ont pas été enregistrées.

TABLEAU 3

**Fichier d'information sur la station DST_STD_LST.CSV –
Exemple de structure d'enregistrement**

Code WMO	Nom de station	Pays	Latitude (degrés)	Longitude (degrés)	Altitude au-dessus du niveau de la mer (m)
10 410	ESSEN	DL	51,4	6,967	153

NOTE – Les valeurs de latitude et de longitude sont exprimées en degrés (c'est-à-dire 51,4 = 51° 24').

Annexe 3

1 Données de prévision météorologique numérique pour les profils verticaux atmosphériques

On a calculé des moyennes mensuelles, en fonction de l'heure de la journée, de profils verticaux de température, de pression et de densité de vapeur d'eau en utilisant l'ensemble de données ECMWF sur 15 ans tiré du projet de réanalyse ERA15. Cet ensemble de données contient les profils verticaux mensuels moyens à 0000, 0600, 1200 et 1800 UTC de la pression de l'air totale, de la température de l'air et de la densité de vapeur d'eau pour 32 niveaux d'altitude allant d'une altitude de référence située autour de la surface terrestre locale jusqu'à une trentaine de km au-dessus de la surface terrestre. Les données vont de 0° à 360° en longitude et de +90° à -90° en latitude, avec une résolution de 1,5° en latitude et en longitude. Toutes les données sont stockées dans des fichiers utilisant la norme précision simple à virgule flottante de l'IEEE (4 octets, 32 bits) au format «big-endian».

L'ensemble de données et les fichiers Matlab associés permettant d'accéder aux données font partie intégrante de la présente Recommandation et sont disponibles dans le fichier R-REC-P.835-6-201712-I!!ZIP-E. Les profils moyens mensuels de chaque paramètre météorologique se trouvent dans des fichiers binaires nommés *<param>_<hh>.bin*, où *param* est le nom du paramètre météorologique (**pres** = pression de l'air totale (hPa), **temp** = température de l'air (K), **vapd** = densité de vapeur d'eau (g/m^3) et *hh* est l'heure de la journée (c'est-à-dire 0000, 0600, 1200 et 1800 UTC)). Les altitudes associées aux niveaux de profil sont contenues dans le fichier binaire **hght.bin**. On trouvera au Tableau 4 un exemple de profil pour Latitude = 45° N, Longitude = 9° E, juillet et 1200 UTC.

TABLEAU 4
Exemple de profil

Z (m)	Press (hPa)	Temp (K)	Vapd (g/m^3)
665,488	939,255	298,373	9,823
698,823	935,673	298,125	9,617
816,585	923,092	296,598	9,302
1 026,379	900,957	294,292	8,811
1 309,298	871,693	291,459	8,099
1 650,689	837,298	288,287	6,992
2 039,463	799,373	285,107	5,706
2 467,391	759,191	282,116	4,555
2 928,467	717,723	279,045	3,641
3 418,375	675,691	275,934	2,692
3 934,342	633,633	272,913	1,855
4 474,659	591,936	269,707	1,286
5 038,169	550,876	266,183	0,911
5 624,303	510,656	262,354	0,636
6 232,944	471,427	258,213	0,428
6 864,291	433,307	253,687	0,277
7 518,708	396,390	248,780	0,173
8 196,752	360,767	243,521	0,103
8 898,985	326,527	237,971	0,058
9 626,211	293,764	232,319	0,034
10 380,050	262,580	226,984	0,019
11 164,590	233,064	222,845	0,009
11 988,097	205,263	220,483	0,003
12 861,558	179,195	219,279	0,001
13 796,578	154,827	218,154	0,001
14 809,705	132,043	217,057	0,001
15 931,961	110,604	216,026	0,000

TABLEAU 4 (*fin*)

Z (m)	Press (hPa)	Temp (K)	Vapd (g/m³)
17 225,900	90,110	215,674	0,000
18 818,316	70,037	216,262	0,000
20 961,771	50,038	219,300	0,000
24 267,900	30,039	223,166	0,000
31 427,936	10,320	232,854	0,000

Légende relative au Tableau 4:

Z (m): Altitude par rapport au niveau de la mer

Press (hPa): Pression atmosphérique totale

Temp (K): Température de l'air

Vapd (g/m³): Densité de vapeur d'eau
