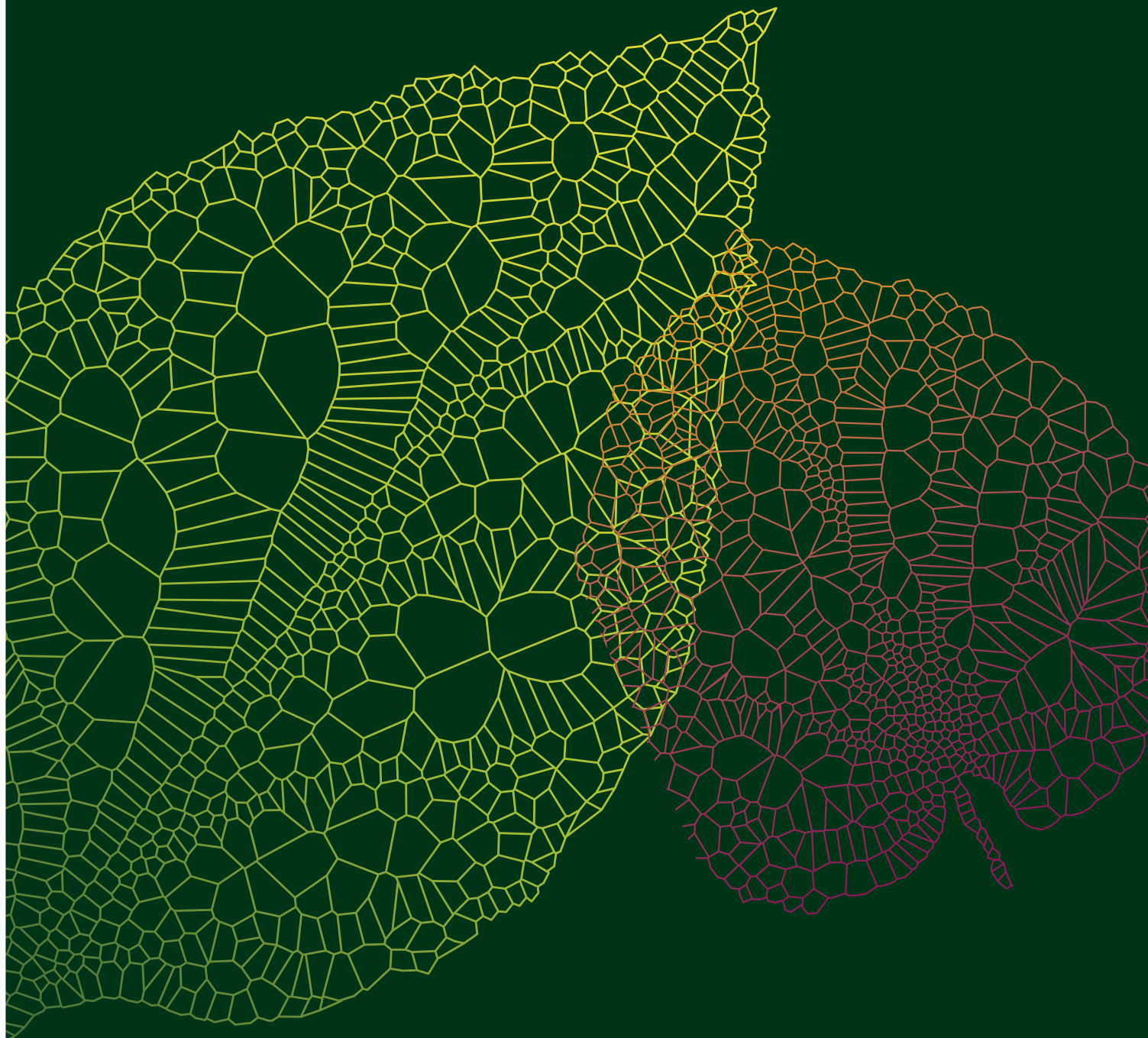


L'ENVIRONNEMENT

en Principauté de Monaco



Recueil de Données 2013



Gouvernement Princier
PRINCIPAUTÉ DE MONACO

MÉTÉOROLOGIE / CLIMAT

La Principauté de Monaco est située au Nord de la méditerranée occidentale, dans le secteur Ouest de la mer Ligure, elle bénéficie d'un climat tempéré de type méditerranéen, qui se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.

En bordure de littoral et au sein d'un bassin versant côtier de très petite taille (11 Km²), Monaco est sous l'influence directe de la mer. Cette situation rend les températures particulièrement tempérées avec une moyenne de 16,5°C et une amplitude inférieure à 15°C.

La pluviométrie annuelle est en moyenne de 735.4 mm. Sa répartition annuelle est caractéristique du climat méditerranéen avec les précipitations les plus importantes en automne. Une de ses particularités est la forte intensité pluviométrique qui est observée. En effet, si la fréquence des jours pluies est assez faible, inférieure à 63 jours par an, le cumul annuel reste important.

Ce chapitre propose un bilan climatique et météorologique à partir des données relevées par des stations météorologiques présentes sur le territoire de la Principauté. Il s'agit de la station météorologique du Musée Océanographique, station automatisée depuis 1993, et de la station manuelle du Jardin Exotique qui présente une série climatique de température et de pluviométrie mensuelle ininterrompue depuis 1969.

Position géographique des stations météorologiques de la Principauté

	Musée Océanographique de Monaco	Jardin Exotique
Latitude Nord	43°43'50.86"	43°43'52.93"
Longitude Est	7°25'32.09"	7°24'41.01"
Altitude (m)	85	141

1. NORMALES CLIMATIQUES

Le climatogramme ci-après a été établi à partir des normales mensuelles de température et de pluviométrie relevées par la station météorologique du Jardin Exotique sur une période de trente ans (1981-2010).

Un diagramme ombrothermique possède une gradation de l'échelle des précipitations qui correspond à deux gradations de l'échelle des températures ($P = 2T$). Il permet de mettre en évidence les périodes de sécheresse lorsque la courbe de température est au-dessus de celle des précipitations.

La période de sécheresse est, en Principauté, mise en évidence pour les mois de juin, juillet et août.

Figure 3.1

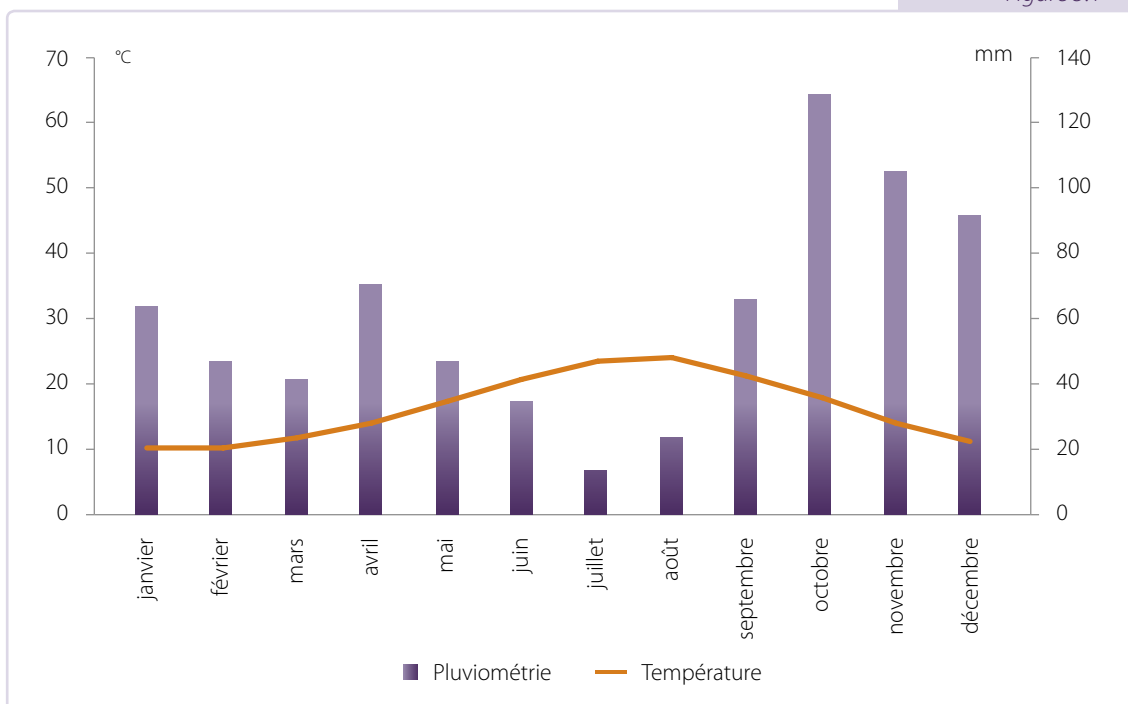


Diagramme ombrothermique des normales climatiques, sur la période 1981-2010

Tableau 3.1

	Températures moyennes (en °C)	Pluviométries mensuelles (en mm)	Nombres de jours de pluie (> 1 mm)
janvier	10,3	64,3	6
février	10,3	47,4	4
mars	12,0	41,9	4
avril	13,9	70,3	7
mai	17,5	46,8	5
juin	20,9	34,6	4
juillet	23,8	13,5	2
août	24,3	23,6	2
septembre	21,4	66,5	6
octobre	18,1	129,1	8
novembre	14,0	105,4	8
décembre	11,3	92,1	7
Années	16,5	735,4	63

Tableau des normales climatiques, sur la période 1981-2010

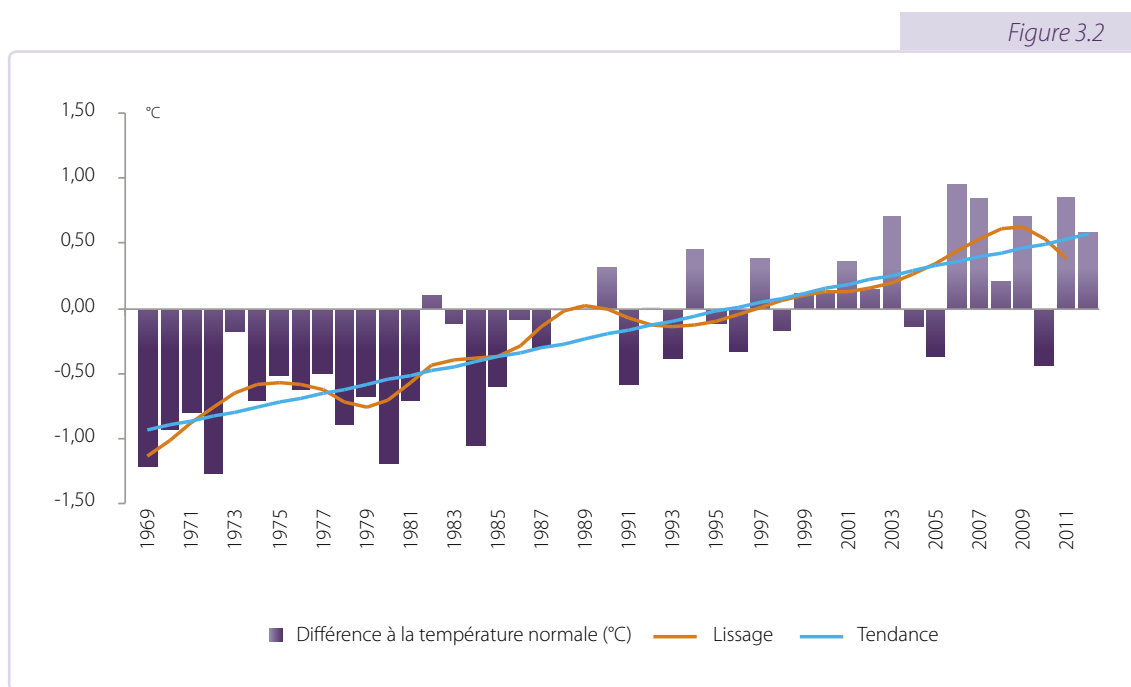
2. TEMPÉRATURE

2.1 TENDANCE D'ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES 1969-2012

Si l'on compare les moyennes annuelles observées depuis 1969 à la normale, sur la période 1981-2010, on remarque que la majorité des années les plus chaudes est observée après 2000, l'année la plus chaude ayant été 2006.

Les années 2011 et 2012 font partie des années les plus chaudes observées depuis 1969, respectivement 2^e et 6^e place. En 2011, il a été enregistré la moyenne des minimales la plus chaude depuis 1969 avec 14,8°C.

La tendance montre également un réchauffement progressif de l'ordre de 1,5°C des températures moyennes qui s'est opéré depuis 1969, date du début des mesures sur la station du jardin exotique.



Différences aux normales climatiques (1981-2010) des moyennes des températures annuelles 1969-2012

2.2 BILANS DÉCENNAUX D'ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES 1969-2012

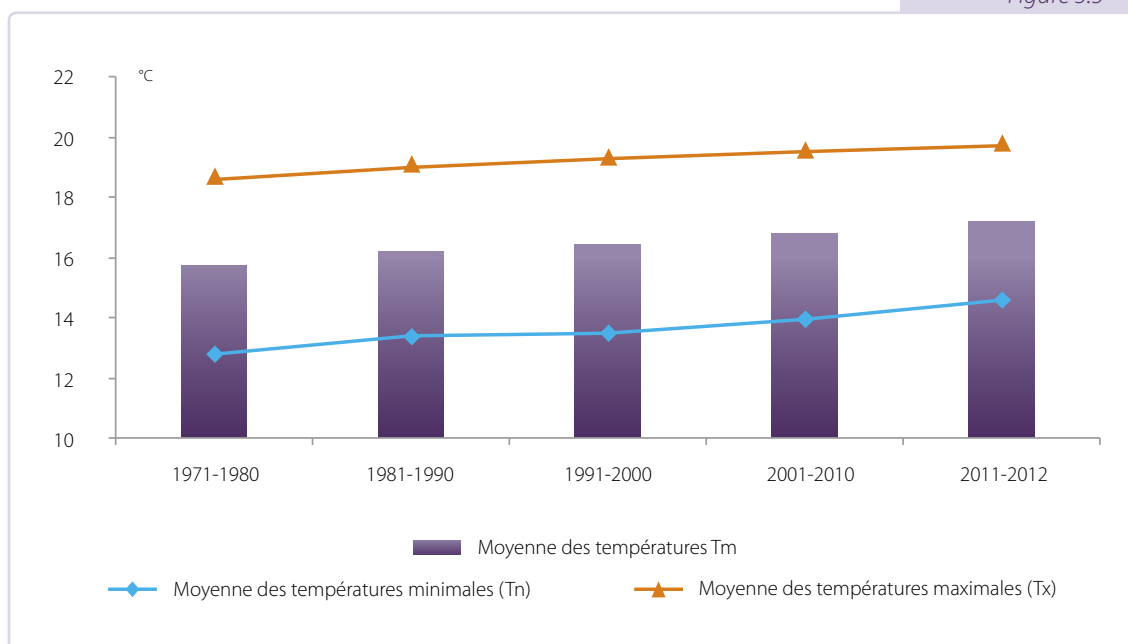
La tendance à l'augmentation des températures est également mise en évidence par l'analyse des moyennes des températures décennales. Cette élévation des températures est régulière et se montre plus importante sur les températures minimales.

Tableau 3.2

Périodes	Moyennes des températures minimales (Tn) (en °C)	Températures moyennes (Tm) (en °C)	Moyennes des températures maximales (Tx) (en °C)
1971-1980	12,79	15,73	18,68
1981-1990	13,37	16,23	19,08
1991-2000	13,51	16,42	19,34
2001-2010	13,96	16,77	19,57
2011-2012	14,58	17,19	19,79

Moyennes décennales des températures

Figure 3.3



Moyennes décennales des températures

2.3 MOYENNES ANNUELLES DES TEMPÉRATURES

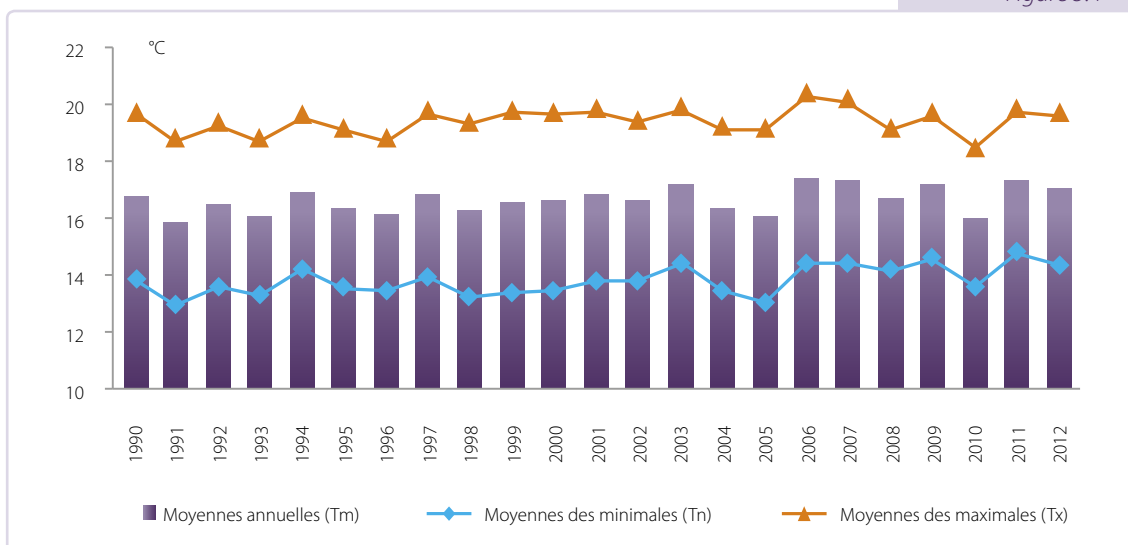
Les tableaux et graphiques suivants représentent les moyennes des températures annuelles minimales (Tn) et maximales (Tx) ainsi que de la température moyenne ($T_m = (T_n + T_x) / 2$) pour la période 1990-2012.

Tableau 3.3

Années	Moyennes annuelles (Tm) (en °C)	Moyennes minimales (Tn) (en °C)	Moyennes maximales (Tx) (en °C)	Minimales absolues (Tnn) (en °C)	Maximales absolues (Txx) (en °C)
1990	16,8	13,8	19,7	5,0	33,5
1991	15,9	13,0	18,8	-1,5	30,8
1992	16,5	13,6	19,4	3,0	33,7
1993	16,1	13,3	18,9	0,2	31,1
1994	16,9	14,2	19,6	1,0	32,1
1995	16,4	13,6	19,2	2,5	32,0
1996	16,1	13,5	18,8	-1,0	29,8
1997	16,9	13,9	19,8	3,8	30,2
1998	16,3	13,2	19,4	0,4	31,7
1999	16,6	13,4	19,8	-0,5	31,5
2000	16,6	13,4	19,8	-0,2	29,6
2001	16,8	13,8	19,9	0,1	29,5
2002	16,6	13,8	19,4	1,0	32,5
2003	17,2	14,4	19,9	0,8	34,0
2004	16,3	13,4	19,3	2,9	28,3
2005	16,1	13,0	19,2	-1,5	31,0
2006	17,4	14,4	20,4	2,5	32,8
2007	17,3	14,4	20,2	-0,5	31,9
2008	16,7	14,2	19,2	3,7	30,6
2009	17,2	14,6	19,7	0,5	34,5
2010	16,0	13,6	18,5	-0,5	31,8
2011	17,3	14,8	19,8	4,8	34,2
2012	17,1	14,4	19,7	-0,1	33,7

Températures annuelles 1990-2012

Figure 3.4



Températures annuelles, sur la période 1990-2012

2.4 OCCURRENCES DES PHÉNOMÈNES DE CHAUD ET DE FROID

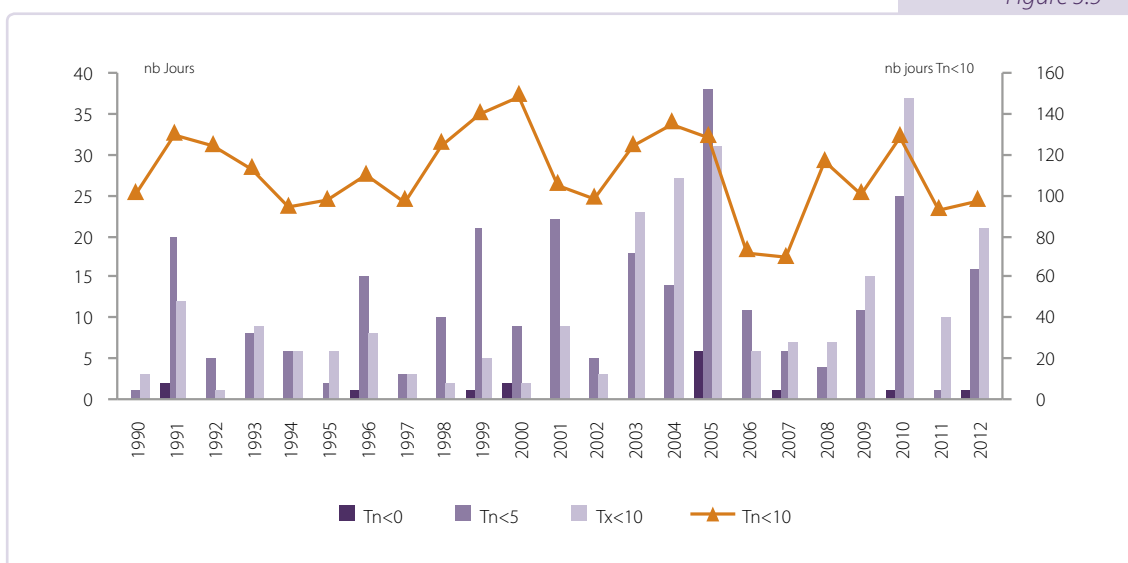
Depuis 1990, les données minimales et maximales journalières de température ont été comparées à des seuils permettant d'identifier l'apparition des phénomènes de chaud et de froid.

Pour identifier ces phénomènes, des seuils ont été choisis en fonction des caractéristiques très tempérées de Monaco.

Pour les phénomènes de froid (figure 3.5), il a été compté le nombre de jours où les températures minimales (Tn) ont été inférieures aux seuils de 0°C, 5°C et 10°C et le nombre de jours où les températures maximales (Tx) ont été inférieures à 10°C.

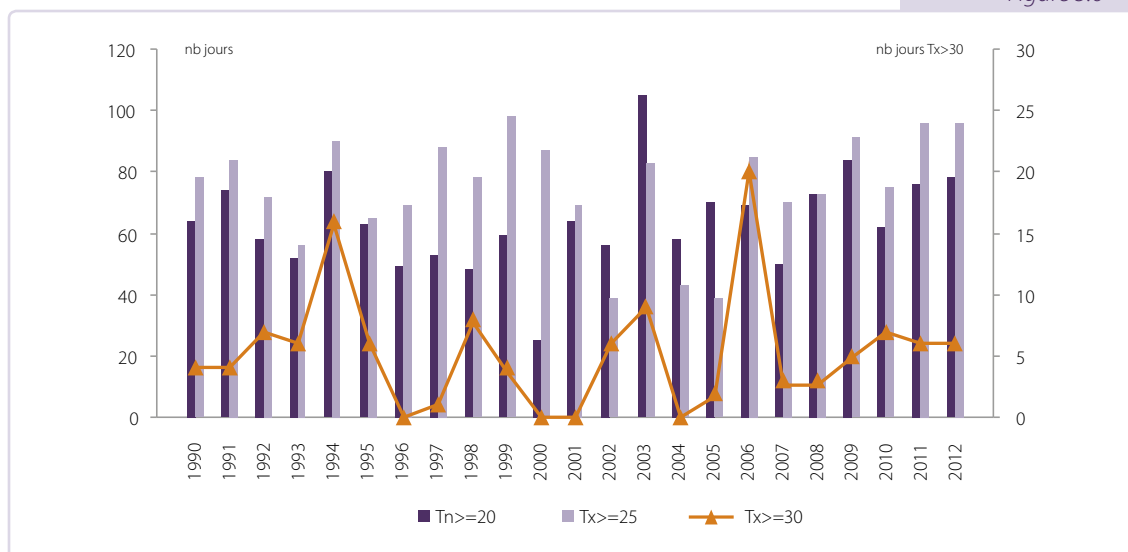
Pour les phénomènes de chaud (figure 3.6), il a été compté le nombre de jours où les températures minimales (Tn) ont été supérieures à 20°C et le nombre de jours où les températures maximales (Tx) ont été supérieures à 25°C et 30°C.

Figure 3.5



Évolution annuelle des phénomènes de froid, sur la période 1990-2012

Figure 3.6



Évolution annuelle des phénomènes de chaud, sur la période 1990-2012

Tableau 3.4

Années	Phénomènes de froid (nb jours/an)				Phénomènes de chaleur (nb jours/an)		
	Tn<0	Tn<5	Tn<10	Tx<10	Tn>=20	Tx>=25	Tx>=30
1990	0	1	102	3	64	78	4
1991	2	20	131	12	74	84	4
1992	0	5	125	1	58	72	7
1993	0	8	114	9	52	56	6
1994	0	6	95	6	80	90	16
1995	0	2	99	6	63	65	6
1996	1	15	111	8	49	69	0
1997	0	3	98	3	53	88	1
1998	0	10	126	2	48	78	8
1999	1	21	141	5	59	98	4
2000	2	9	150	2	25	87	0
2001	0	22	106	9	64	69	0
2002	0	5	100	3	56	39	6
2003	0	18	125	23	105	83	9
2004	0	14	137	27	58	43	0
2005	6	38	130	31	70	39	2
2006	0	11	74	6	69	85	20
2007	1	6	71	7	50	70	3
2008	0	4	118	7	73	73	3
2009	0	11	102	15	84	91	5
2010	1	25	130	37	62	75	7
2011	0	1	94	10	76	96	6
2012	1	16	99	21	78	96	6
Moyenne	0,7	11,8	112,1	11,0	63,9	75,0	5,3

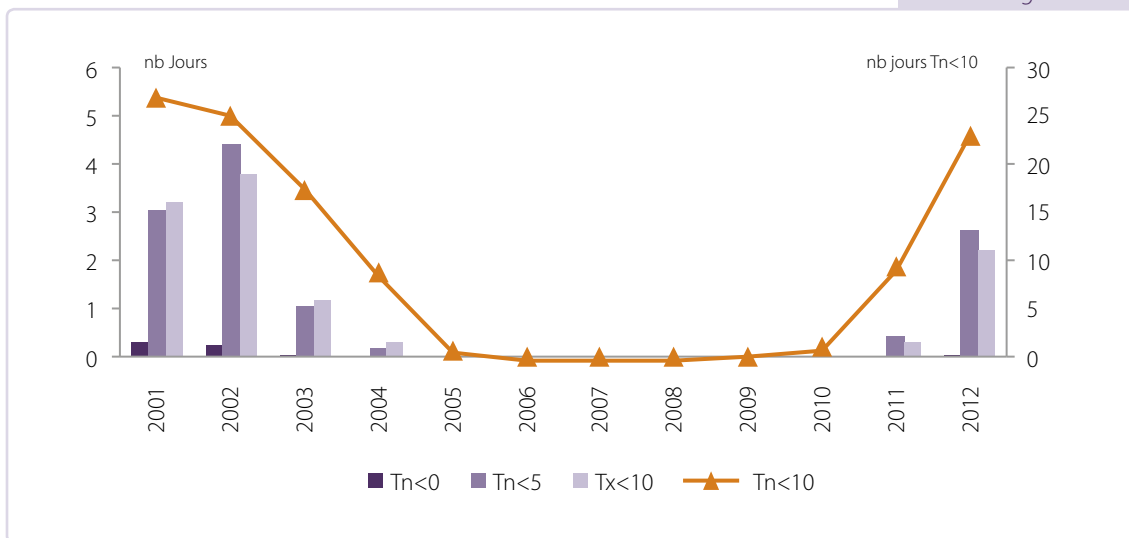
Évolutions annuelles des phénomènes de chaud et de froid, sur la période 1990-2012

Les températures négatives restent très rares ainsi que le nombre de jours où les températures minimales sont inférieures à 5°C, environ 12 jours par an. Depuis 1990, l'année où les températures les plus froides ont été enregistrées est 2005 avec 6 jours de températures négatives et plus de 30 jours de températures inférieures à 5°C.

Les chaleurs extrêmes sont également assez rares, en moyenne on observe environ 5 jours par an de températures supérieures à 30°C. Les années les plus chaudes sont 2003 et 2006. En 2006, 20 jours au-dessus de 30°C ont été observés. En revanche, pour l'année caniculaire de 2003 les températures minimales ne sont pas descendues en dessous de 20°C pendant plus de 3 mois.

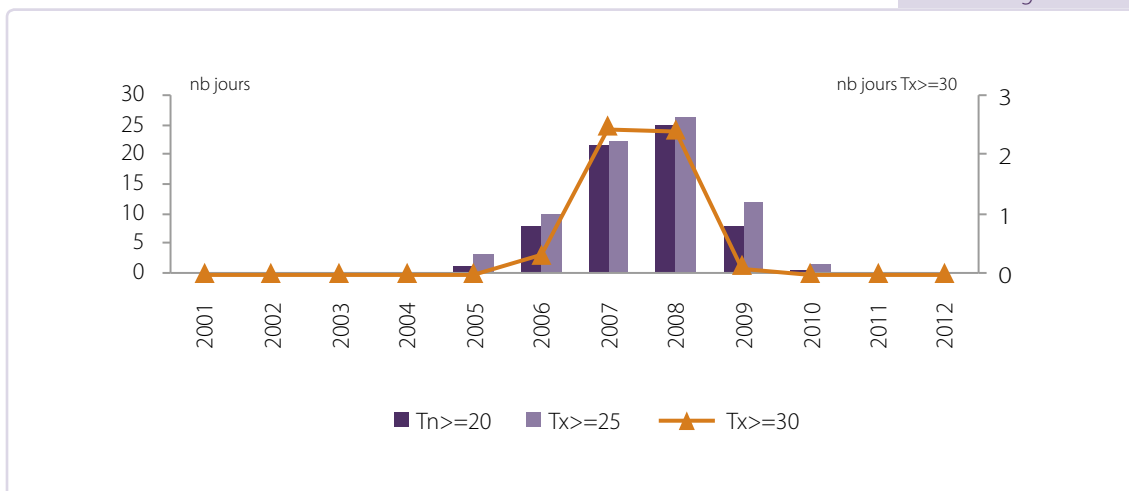
Une période de canicule correspond pour la zone des Alpes-Maritimes à une période successive minimale de 3 jours où les températures maximales diurnes sont supérieures à 31°C et les températures minimales nocturnes ne descendent pas en dessous de 24°C.

Figure 3.7



Répartition mensuelle des phénomènes de froid, sur la période 2001-2012

Figure 3.8



Répartition mensuelle des phénomènes de chaud, sur la période 2001-2012

Tableau 3.5

Mois	Phénomènes de froid (en nb jours)				Phénomènes de chaleur		
	Tn<0	Tn<5	Tn<10	Tx<10	Tn>=20	Tx>=25	Tx>=30
janvier	0	3	27	3	0	0	0
février	0	4	25	4	0	0	0
mars	0	1	17	1	0	0	0
avril	0	0	9	0	0	0	0
mai	0	0	1	0	1	3	0
juin	0	0	0	0	8	10	0
juillet	0	0	0	0	21	22	2
août	0	0	0	0	25	26	2
septembre	0	0	0	0	8	12	0
octobre	0	0	1	0	0	1	0
novembre	0	0	9	0	0	0	0
décembre	0	3	23	2	0	0	0

Répartition mensuelle des phénomènes de chaud et de froid, sur la période 2001-2012

2.5 DEGRÉS-JOUR

Le degré-jour est une unité utilisée pour évaluer les dépenses en énergie pour le chauffage ou la climatisation. En climatologie, les degrés-jours sont également représentatifs de la rigueur de l'hiver ou de la chaleur de l'été, car ils représentent un cumul thermique sur une période donnée par rapport à une température de référence.

Le degré-jour représente l'écart (en °C) entre la température moyenne (T_m) d'une journée donnée et une température de référence (ou seuil S) à partir de laquelle on estime que l'on utilise le chauffage ou la climatisation.

Les seuils choisis sont de 18°C pour le chauffage et de 20°C pour la climatisation.

Les cumuls de degrés-jour s'obtiennent en additionnant les degrés-jours quotidiens, obtenus sur la période choisie : années, mois et jours.

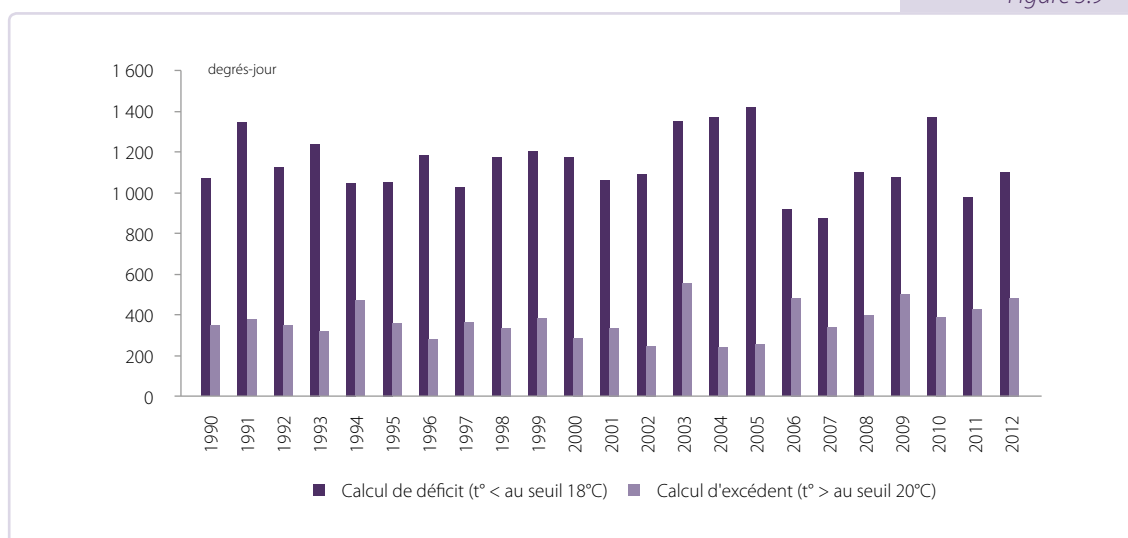
Les degrés-jour, ci-après, calculés selon la méthode météorologique permettent de donner une première indication et de faire des comparaisons entre les différentes périodes étudiées (année ou mois).

Tableau 3.6

Années	Calcul de déficit ($t^{\circ} < \text{au seuil } 18^{\circ}\text{C}$) (Cumul des degrés-jour annuel $^{\circ}\text{C}$)	Calcul d'excédent ($t^{\circ} > \text{au seuil } 20^{\circ}\text{C}$) (Cumul des degrés-jour annuel $^{\circ}\text{C}$)
1990	1 068	346
1991	1 343	377
1992	1 123	346
1993	1 236	318
1994	1 047	470
1995	1 050	354
1996	1 182	282
1997	1 023	363
1998	1 173	334
1999	1 202	384
2000	1 171	284
2001	1 059	336
2002	1 090	248
2003	1 346	554
2004	1 367	240
2005	1 418	251
2006	913	483
2007	874	341
2008	1 101	394
2009	1 073	501
2010	1 370	389
2011	974	430
2012	1 103	481
Moyenne	1 144	370

Déficit et excédent annuel de degrés-jour, sur la période 1990-2012

Figure 3.9



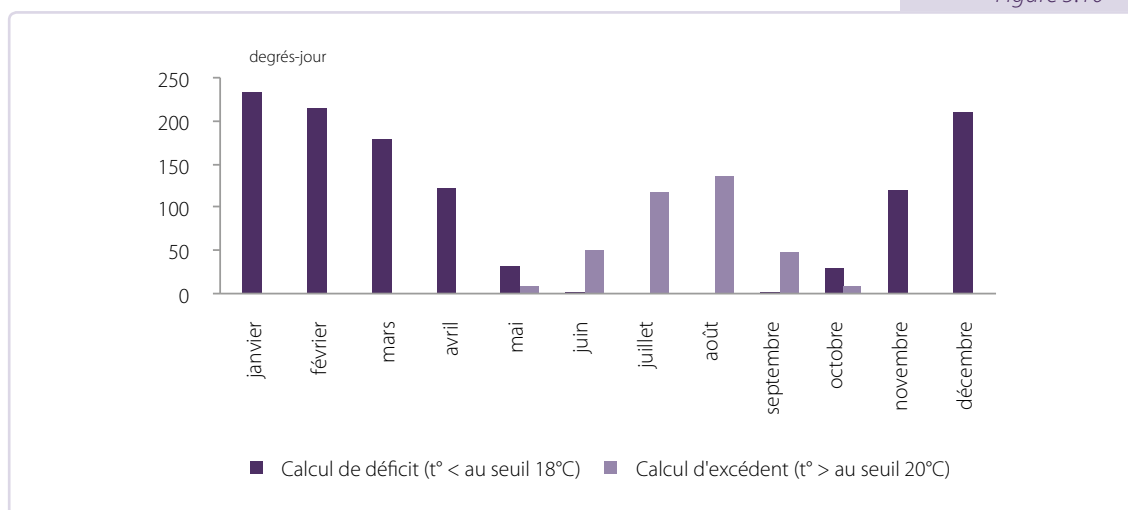
Déficit et excédent annuel de degrés-jour, sur la période 1990-2012

Tableau 3.7

Mois	Calcul de déficit ($t^{\circ} < \text{au seuil } 18^{\circ}\text{C}$) (Cumul des degrés-jour annuel $^{\circ}\text{C}$)	Calcul d'excédent ($t^{\circ} > \text{au seuil } 20^{\circ}\text{C}$) (Cumul des degrés-jour annuel $^{\circ}\text{C}$)
janvier	232	-
février	215	-
mars	178	-
avril	122	-
mai	31	9
juin	2	50
juillet	-	118
août	-	137
septembre	3	49
octobre	30	7
novembre	120	-
décembre	210	-

Déficit et excédent des degrés-jour mensuels, sur la période 1990-2012

Figure 3.10



Déficit et excédent des degrés-jour mensuels, sur la période 1990-2012

3. PRÉCIPITATIONS

Au cours d'une année, la pluviométrie, dans notre région, présente les caractères suivants :

- un cumul pluviométrique parmi les plus importants de France ;
- un nombre de jours de pluie inférieur de moitié, environ, par rapport aux autres régions.

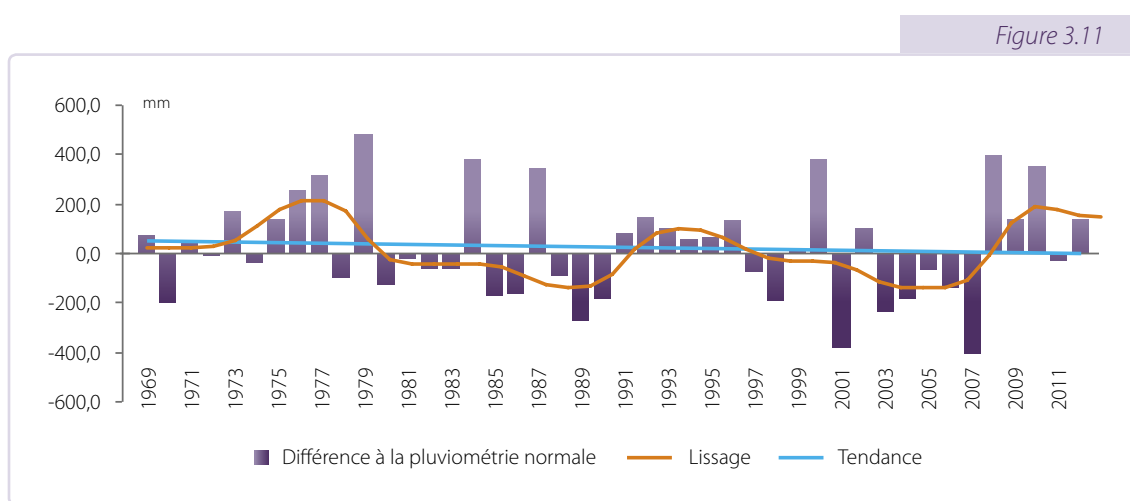
Les précipitations peu fréquentes, mais intenses sont caractéristiques du climat méditerranéen. Les hauteurs d'eau peuvent égaler en une seule journée celles habituellement tombées en un mois.

3.1 TENDANCE 1969-2012 - ÉCARTS AUX NORMALES POUR LES PRÉCIPITATIONS ET LE NOMBRE DE JOURS DE PLUIE

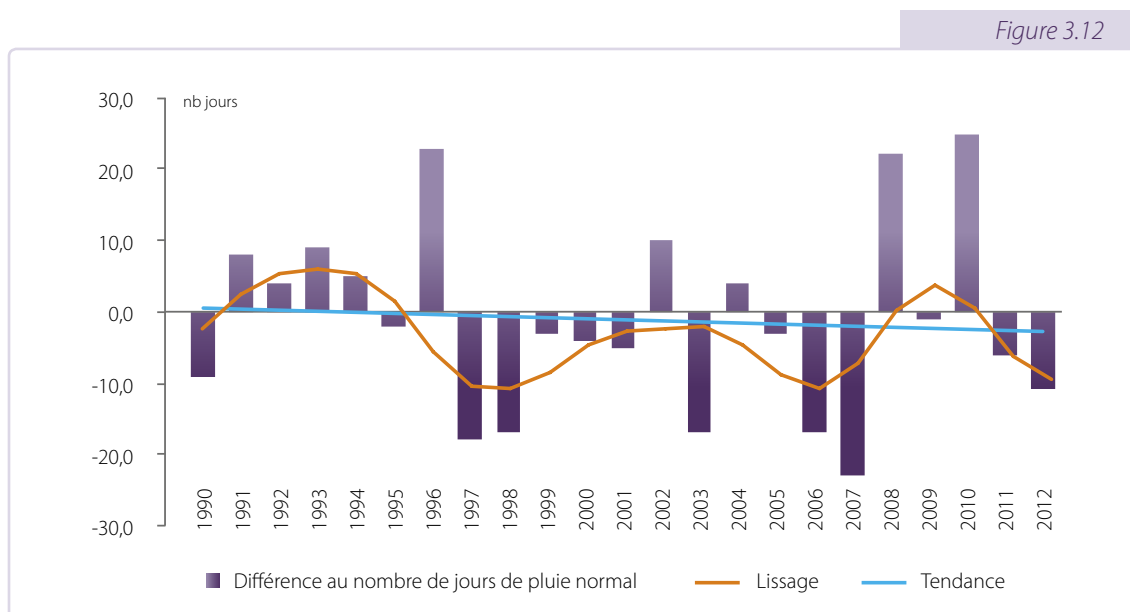
Le cumul pluviométrique annuel sur la période normale de trente ans (1981 – 2010) est de 735,4 mm. De 1990 à 2010, on a compté une moyenne de 63 jours de pluie¹ par an.

La moyenne annuelle des précipitations établie entre 1911 et 1985, à Monaco, est de 763 mm². Or nous observons que le bilan hydrique de la période normale est en moyenne déficitaire (735,42 mm), tout particulièrement pour les années 1989, 2001 et la période 2003 - 2007. Cependant, depuis 2008, on note quatre années où la pluviométrie a été excédentaire.

Tout comme pour la moyenne annuelle des précipitations, on observe au niveau de la tendance du nombre de jours de pluie annuel une baisse depuis 1990.



Écart à la "normale" (moyenne 1981-2010) de la pluviométrie annuelle, sur la période 1969-2012



Écart à la « normale » (moyenne 1991 - 2010) du nombre de jours de pluie ≥ 1 mm pour les précipitations, sur la période 1990-2012

¹ est considéré jour de pluie un jour où le cumul des précipitations est supérieur ou égal à 1 mm

² Source : "Un siècle d'Observations Météorologiques à Monaco" Bulletin du Centre Scientifique de Monaco - Volume 3, 1988

3.2 BILANS PLUVIOMÉTRIQUES DÉCENNAUX 1971-2012

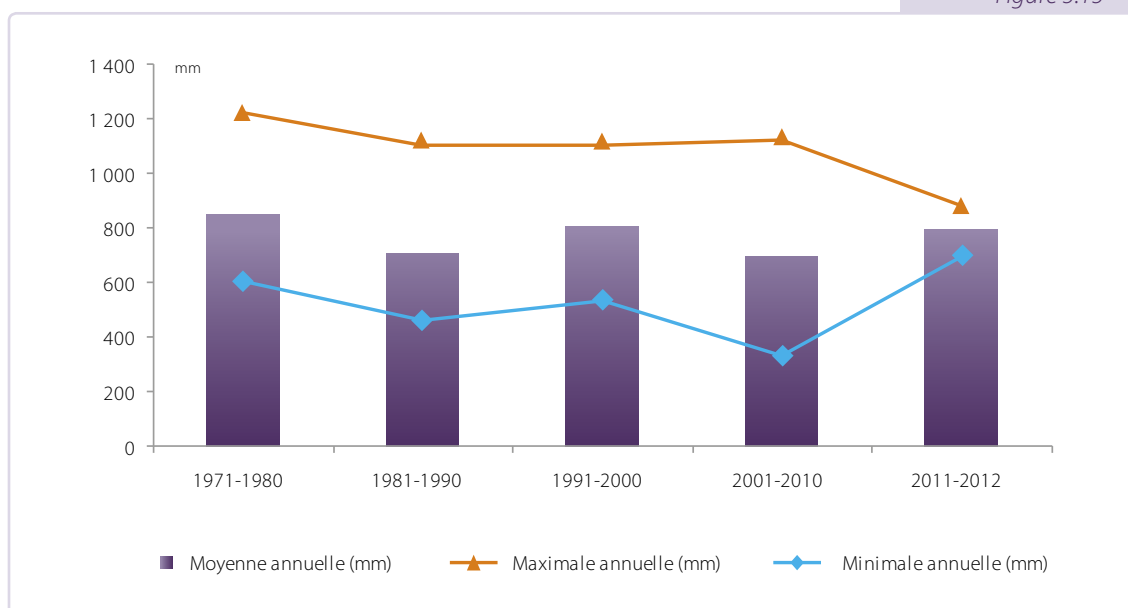
L'évolution du cumul pluviométrique moyen sur les quatre dernières décennies présente également une légère tendance à la baisse. On note cependant une alternance entre des décennies globalement plus pluvieuses, et d'autres plus sèches.

Tableau 3.8

Années	Pluviométries moyennes en mm	Pluviométries minimales en mm (année)	Pluviométries maximales en mm (année)	Nombre de jours de pluie (>= 1mm)	Minimums de jours de pluie en mm (année)	Maximums de jours de pluie en mm (année)	Quantité maximale d'eau tombée en une journée en mm (date)
1971-1980	848	609 (1980)	1217 (1979)				
1981-1990	706	465 (1989)	1114 (1984)				
1991-2000	805	542 (1998)	1116 (2000)	64	45 (1997)	86 (1996)	115 (25/10/1999)
2001-2010	695	337 (2007)	1134 (2008)	63	40 (2007)	88 (2010)	110 (5/11/2008)
décennie en cours	791	705 (2011)	877 (2012)	55	52	57 (2011)	85 (11/11/2012)

Évolution du bilan décennal, sur la période 1971-2012 (cumuls pluviométriques et nombre de jours de pluie annuels)

Figure 3.13



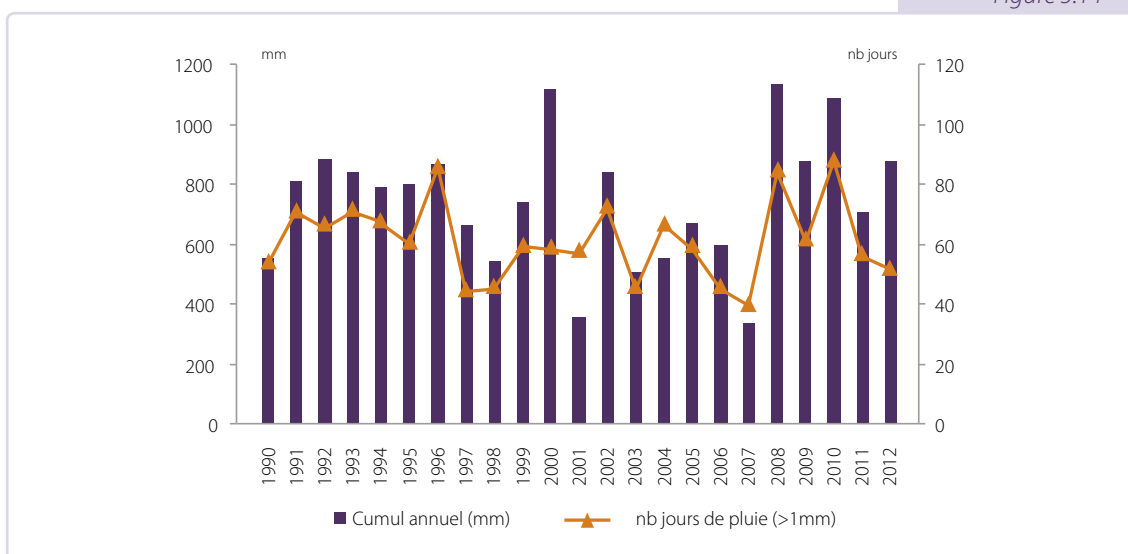
Évolution du bilan décennal, sur la période 1971-2012 (cumuls pluviométriques et nombre de jours de pluie annuels)

3.3 PLUVIOMÉTRIE ANNUELLE 2000-2012

Mis à part pour les années 2000 et 2002, le début du millénaire a globalement été plus sec que la normale, et ce jusqu'en 2007. A contrario, depuis 2008 le cumul pluviométrique est supérieur, voire très supérieur, à la normale (pour les années 2008 et 2010 notamment).

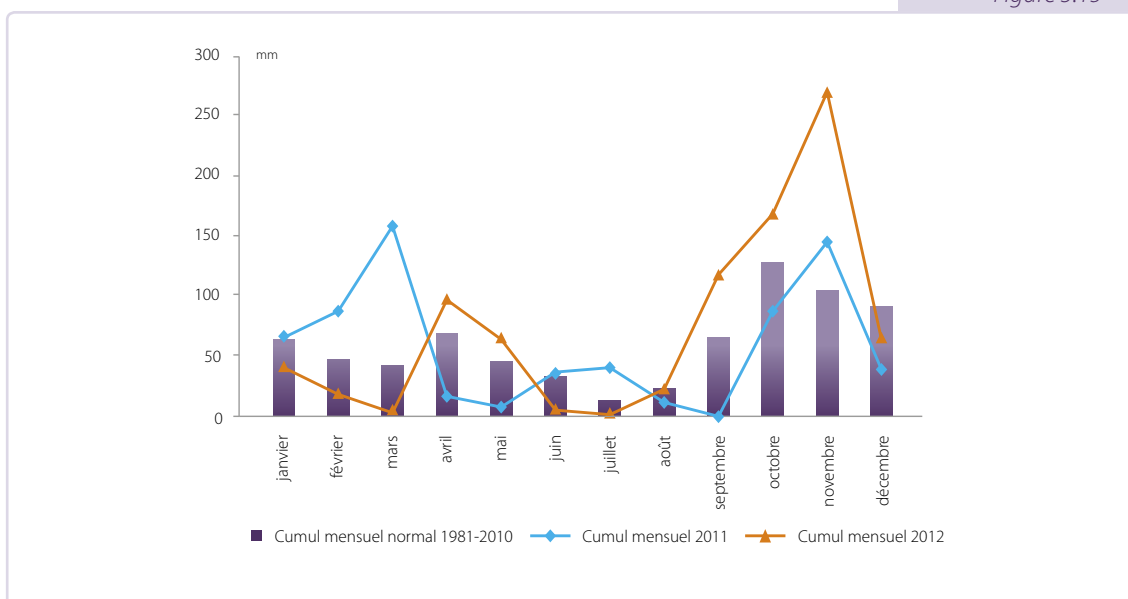
La pluviométrie pour la décennie en cours est dans l'ensemble conforme à la normale (années 2010-2012). On note néanmoins des mois de mars et de novembre très pluvieux alors que pour le mois de décembre, le cumul mensuel est inférieur à la normale.

Figure 3.14



Bilan des cumuls pluviométriques, sur la période 1990-2012

Figure 3.15



Comparaison de la pluviométrie de 2011 et 2012 par rapport à la normale (1981-2010)

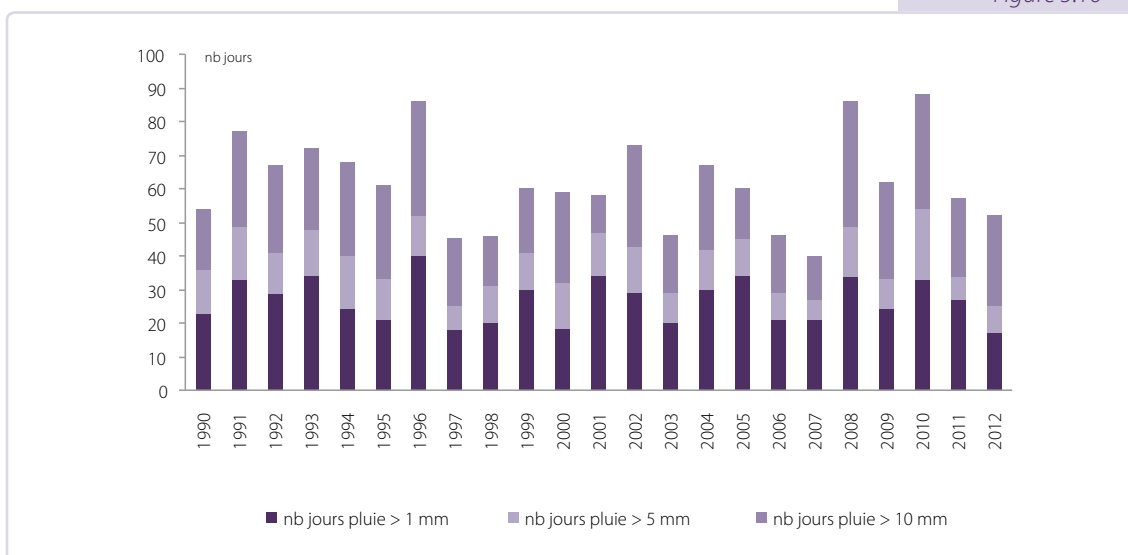
3.4 ANALYSE DES CUMULS PLUVIOMÉTRIQUES JOURNALIERS SUPÉRIEURS À 1-2 ET 10 MM ET PLUIES MAXIMALES JOURNALIÈRES

Comme cela était évoqué au début de ce chapitre, les précipitations rares, mais intenses sont caractéristiques du climat méditerranéen, où les hauteurs d'eau peuvent égaler en une seule journée les quantités tombées en un mois.

On peut noter que la proportion des pluies dont le cumul journalier est supérieur à 10 mm est assez importante, car elle est de l'ordre de 40% des événements pluvieux observés.

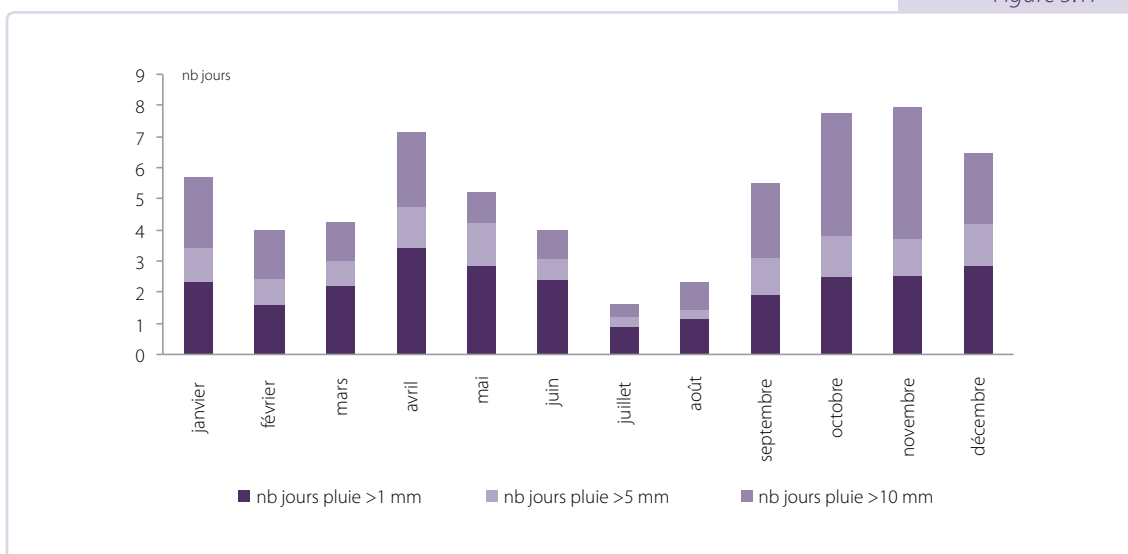
On observe une variation saisonnière du nombre de jours de pluie et des pluies journalières plus importantes en automne (au cours des mois d'octobre et de novembre, plus de 50% des jours de pluie présentent un cumul de précipitations journalier supérieur à 10 mm).

Figure 3.16



Nombre et caractéristiques des cumuls pluviométriques journaliers, sur la période 1990-2012

Figure 3.17



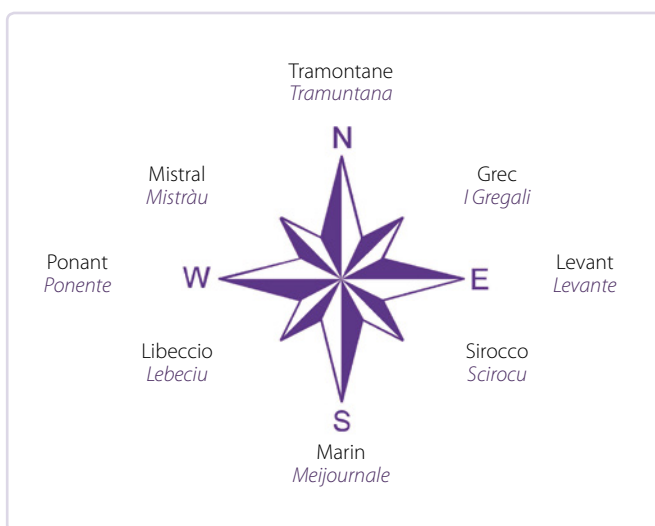
Répartition mensuelle du nombre et des caractéristiques des cumuls pluviométriques journalier, sur la période 1990-2012

4. VENTS

On retrouve à Monaco les principaux vents caractéristiques du bassin méditerranéen :

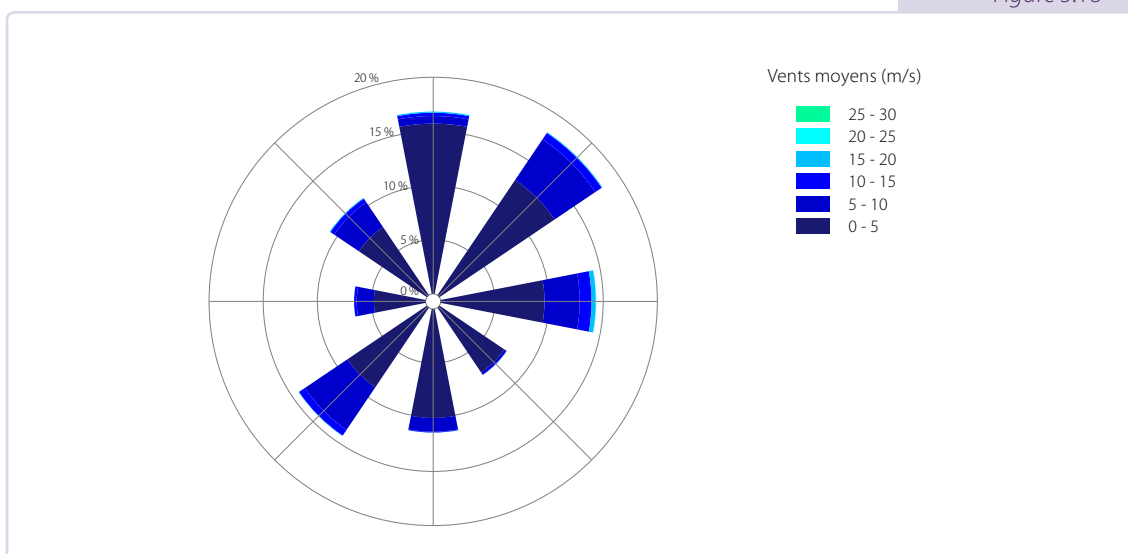
- le Mistral, ou « Mistrau » en monégasque, est une composante Sud-Ouest du Mistral soufflant en Provence. Du fait de son orographie, notre région est particulièrement abritée des vents forts et froids, soufflant plus à l'Ouest du bassin méditerranéen ;
- le vent d'Est ou « Levante » est le vent le plus fréquent. Il souffle presque aussi souvent que tous les autres vents réunis. Il est souvent à l'origine de pluies ;
- le vent de Sud-Ouest ou « Lebeciü » est un vent violent qui soulève une mer très forte et peut provoquer des dégâts sur la côte ;
- le Sirrocco ou « Scirocu » est un vent chaud et humide peu fréquent qui amène des pluies de sable.

Ces vents et leurs directions sont représentés sur la rose des vents de Méditerranée :



La rose des vents permet de représenter de façon simple les fréquences des directions d'où vient le vent pendant une période donnée d'observation, par exemple une saison ou une année. Pour chaque direction on cumule le nombre d'observations, ce qui permet de déterminer les directions dominantes des vents sur un secteur donné. A cette information on peut également ajouter une information de vitesse en catégorisant ces informations, par exemple au moyen de couleurs.

Figure 3.18



Rose des vents moyennes observés à Monaco, sur la période 2000-2010

4.1 VITESSE DES VENTS

Pour la période 2000 à 2012, la moyenne annuelle* de la vitesse des vents, relevée en Principauté, est de 3,22 m/s (11,6 km/h). Cette moyenne annuelle peut varier de 3 à 3,5 m/s (10,8 à 12,6 km/h).

Pour les vents moyens les valeurs maximales observées se situent, suivant les années, entre 18 et 24 m/s (respectivement 65 et 86 km/h).

Les rafales maximales observées annuellement peuvent varier de 28 à 39 m/s (soit de 100 à 140 km/h).

4.1.1 Fréquence de la vitesse des vents moyens annuels

Les vitesses des vents moyens* varient assez peu d'année en année et se répartissent de la manière suivante :

- les vents nuls représentent 6 % des observations, soit 22 jours par an ;
- les vents faibles (< 3m/s ou < 11 km/h) représentent 60 % des occurrences, soit 219 jours par an ;
- les vents entre 3 et 6 m/s (compris entre 11 et 22 km/h) représentent 23 % des observations, soit environ 84 jours par an ;
- les vents de vitesses plus élevées, entre 6 et 15 m/s (compris entre 22 et 54 km/h), représentent 10,5 % des observations, soit 38 jours par an ;
- les vents forts, vitesses supérieures ou égales à 15 m/s (54 km/h) sont observés plus rarement (0,7 % du temps), soit 2,75 jours par an.

4.1.2 Vents violents

Les vents violents, dont les vitesses moyennes sont supérieures à 22 m/s (80 km/h), ne sont observés que très rarement.

Le tableau suivant montre le nombre d'heures par an où sont observés ces phénomènes, ainsi que les vitesses maximales observées pour les vents moyens et pour les rafales (vents maximums).

On note que des vitesses de rafales très importantes peuvent être observées, mais la brièveté du phénomène (orage d'été par exemple) ne se traduit pas par un dépassement du critère de vents violents, basé sur une moyenne de 10 minutes.

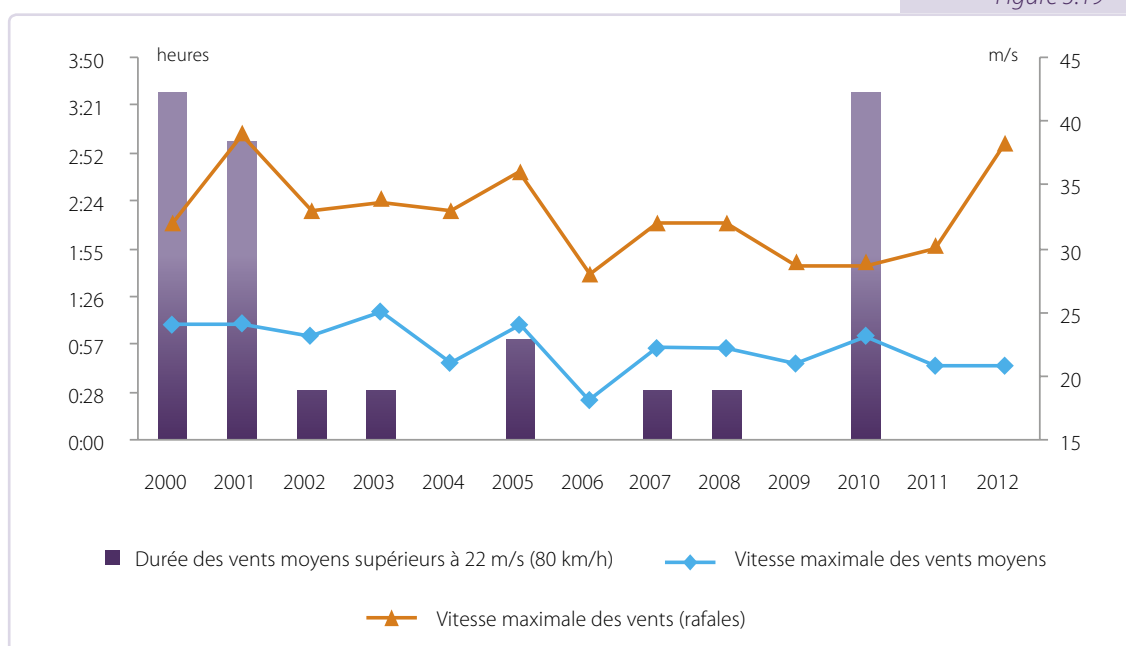
* La vitesse moyenne est calculée sur une période de 10 minutes, la vitesse maximale est celle observée sur la même période.

Tableau 3.9

Années	Durées des vents moyens supérieurs à 22 m/s (80 km/h) (heures : minutes)	Vitesses maximales des vents moyens (en m/s)	Vitesses maximales des vents (rafales) (en m/s)
2000	3:30	24	32
2001	3:00	24	39
2002	0:30	23	33
2003	0:30	25	34
2004	0:00	21	33
2005	1:00	24	36
2006	0:00	18	28
2007	0:30	22	32
2008	0:30	22	32
2009	0:00	21	29
2010	3:30	23	29
2011	0:00	21	30
2012	0:00	21	38

Vents violents : durées, vitesses et rafales maximales, moyennes mensuelles, sur la période 2000-2012

Figure 3.19



Vents violents : durées, vitesses moyennes et maximales, moyennes mensuelles, sur la période 2000-2012

4.1.3 Répartition mensuelle de la vitesse des vents

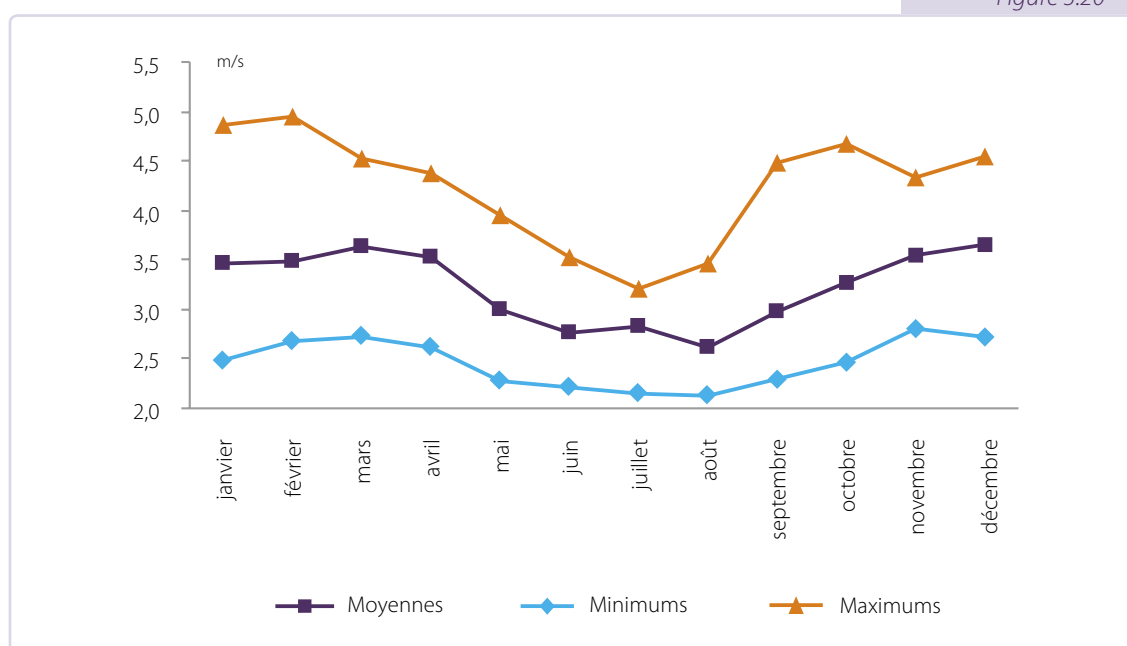
La vitesse des vents est marquée par la saisonnalité : les vents les plus faibles sont observés de juin à août. Dès septembre, des vents plus forts peuvent être enregistrés. Les mois d'hiver et principalement les mois de janvier et février présentent les vitesses les plus importantes.

Tableau 3.10

Mois	Minimums (en m/s)	Moyennes (en m/s)	Maximums (en m/s)
janvier	2,5	3,5	4,9
février	2,7	3,5	4,9
mars	2,7	3,6	4,5
avril	2,6	3,5	4,4
mai	2,3	3,0	4,0
juin	2,2	2,8	3,5
juillet	2,1	2,8	3,2
août	2,1	2,6	3,5
septembre	2,3	3,0	4,5
octobre	2,5	3,3	4,7
novembre	2,8	3,6	4,3
décembre	2,7	3,7	4,5

Vitesses moyennes mensuelles, minimales et maximales des vents, sur la période 2000-2012

Figure 3.20

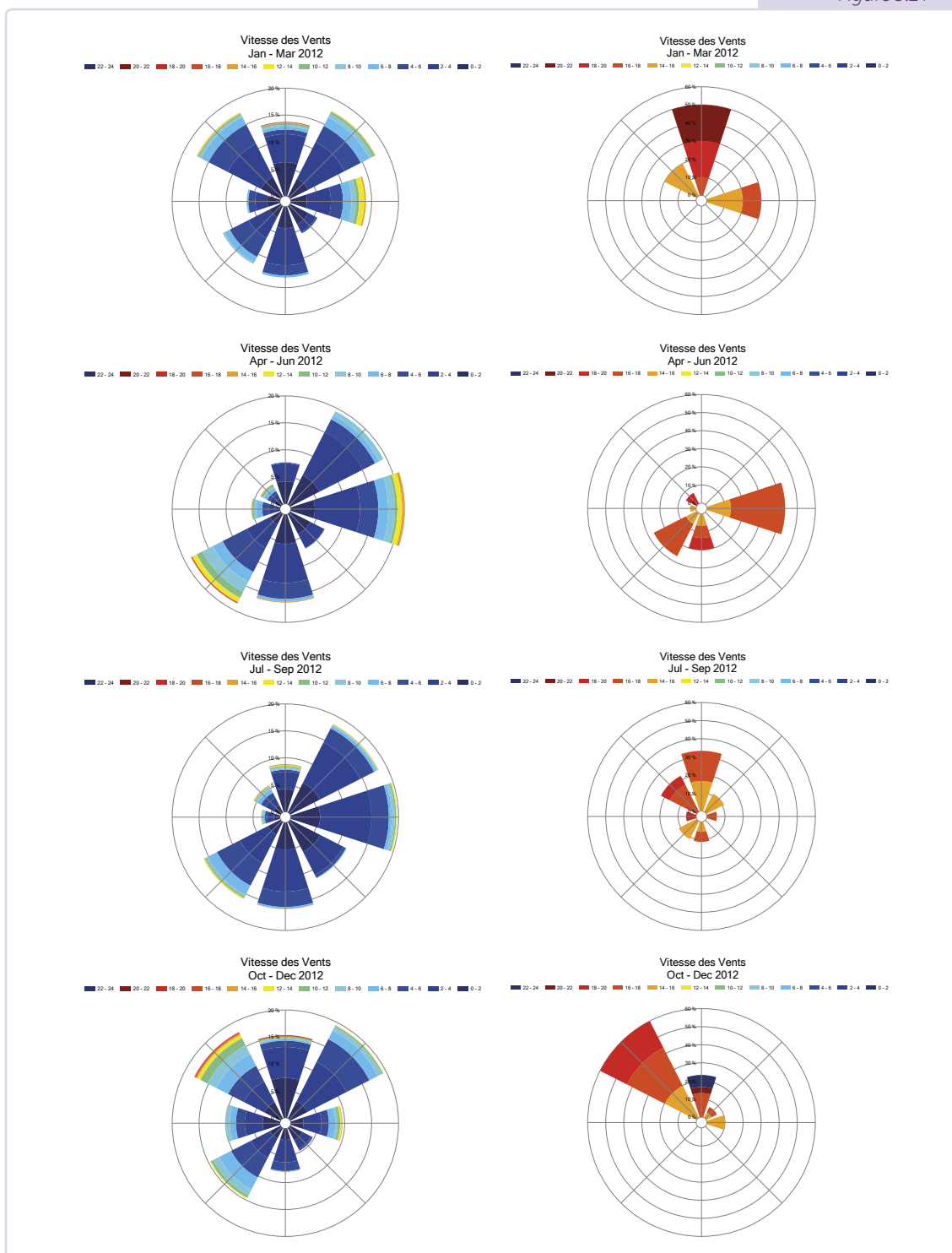


Vitesses des vents moyennes mensuelles, minimales et maximales, sur la période 2000-2012

4.2 SAISONNALITÉ ET DIRECTION DES VENTS MOYENS

Les figures suivantes montrent pour chaque saison de l'année 2012 (sur une base trimestrielle) les roses des vents établies pour les vents moyens ainsi que pour les vents maximums supérieurs à 15 m/s.

Figure 3.21



Roses des vents saisonniers de l'année 2012 pour les vents moyens et les vents forts

5. IRRADIATION SOLAIRE

5.1 BILAN ÉNERGÉTIQUE SOLAIRE

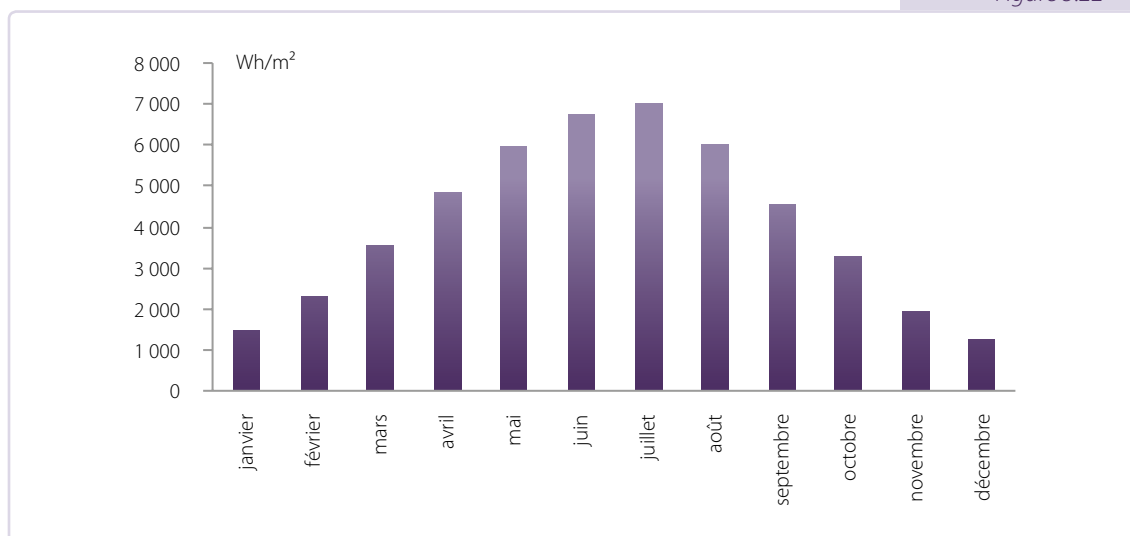
La Côte d'Azur compte parmi les régions les plus ensoleillées de France. L'irradiation solaire correspond à l'énergie reçue par unité de surface pendant une période donnée. Cette énergie reçue contribue à la douceur des hivers de la Côte d'Azur et de Monaco. La comptabilisation de cette énergie permet également de déterminer le potentiel de production d'énergies solaires (photovoltaïque et thermique) par unité de surface.

Tableau 3.11

Bilan moyen journalier en Wh/m ²											
Mois	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Moyenne
janvier	1 796	2 133	2 148	1 381	2 075	1 301	957	1 058	602	1 417	1 487
février	2 994	2 961	2 961	1 859	2 786	2 700	1 604	2 188	666	2 145	2 287
mars	3 807	4 079	4 643	2 183	4 095	3 948	3 245	3 550	2 624	3 462	3 563
avril	5 473	4 753	5 161	4 614	4 649	5 419	4 303	4 553	4 505	4 815	4 824
mai	5 445	6 075	6 177	6 108	6 556	6 320	5 362	4 910	6 376	6 354	5 968
juin	7 308	7 049	7 242	6 596	6 798	6 510	5 894	6 058	6 961	7 028	6 745
juillet	7 164	6 728	7 521	7 063	7 381	5 878	6 667	7 092	7 124	7 462	7 008
août	6 302	5 881	5 944	6 509	5 979	5 680	5 236	6 404	6 242	5 888	6 007
septembre	4 856	4 656	4 599	4 761	4 576	3 554	4 228	5 291	4 517	4 481	4 552
octobre	3 481	3 211	2 742	4 231	3 231	2 860	2 680	4 229	3 094	2 951	3 271
novembre	2 258	1 907	1 482	2 404	2 001	1 621	1 704	2 726	1 640	1 805	1 955
décembre	2 003	1 523	1 457	1 893	663	1 076	1 009	583	1 062	1 067	1 234
Bilan annuel en kWh/m ²											
Période 2000-2010	1 611	1 552	1 587	1 514	1 548	1 428	1 309	1 483	1 388	1 491	1 491

Bilan des irradiations journalières et annuelles, sur la période 2001-2010

Figure 3.22



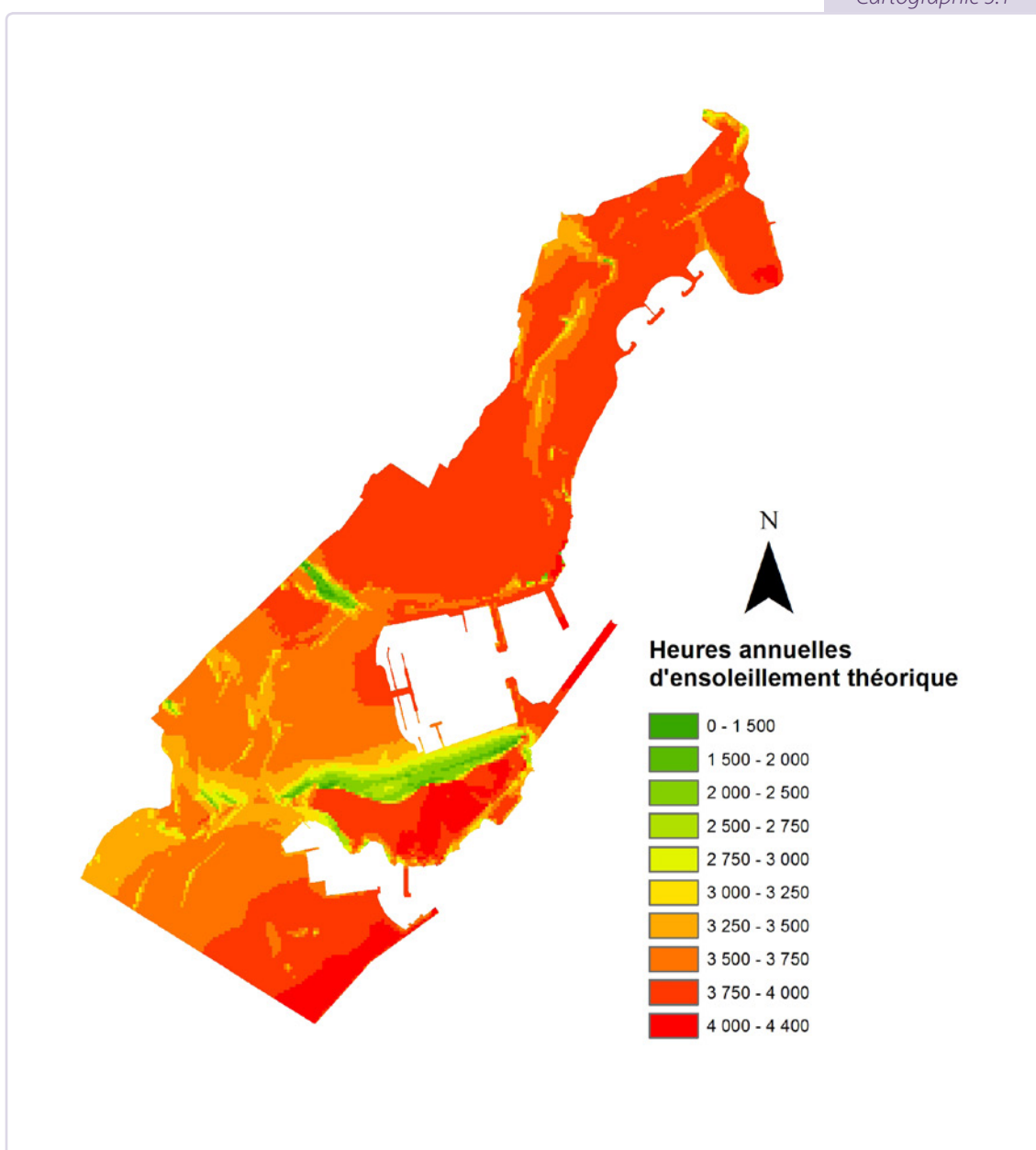
Bilan mensuel des irradiations journalières, sur la période 2001-2010

5.2 HEURES D'ENSOLEILLEMENT SUR LE TERRITOIRE

La Principauté est orientée vers le Sud-Est et la configuration topographique en cirque lui permet de bénéficier d'un potentiel d'ensoleillement direct important (supérieur à 3500 heures) pour la quasi-totalité du territoire.

Seuls les reliefs orientés au Nord (glacis du Rocher - quelques falaises du Jardin Exotique) ou les vallons encaissés (St Dévotte - La Rousse) sont défavorisés en ensoleillement.

Cartographie 3.1



Heures d'ensoleillement direct théoriques annuelles sur le territoire de Monaco

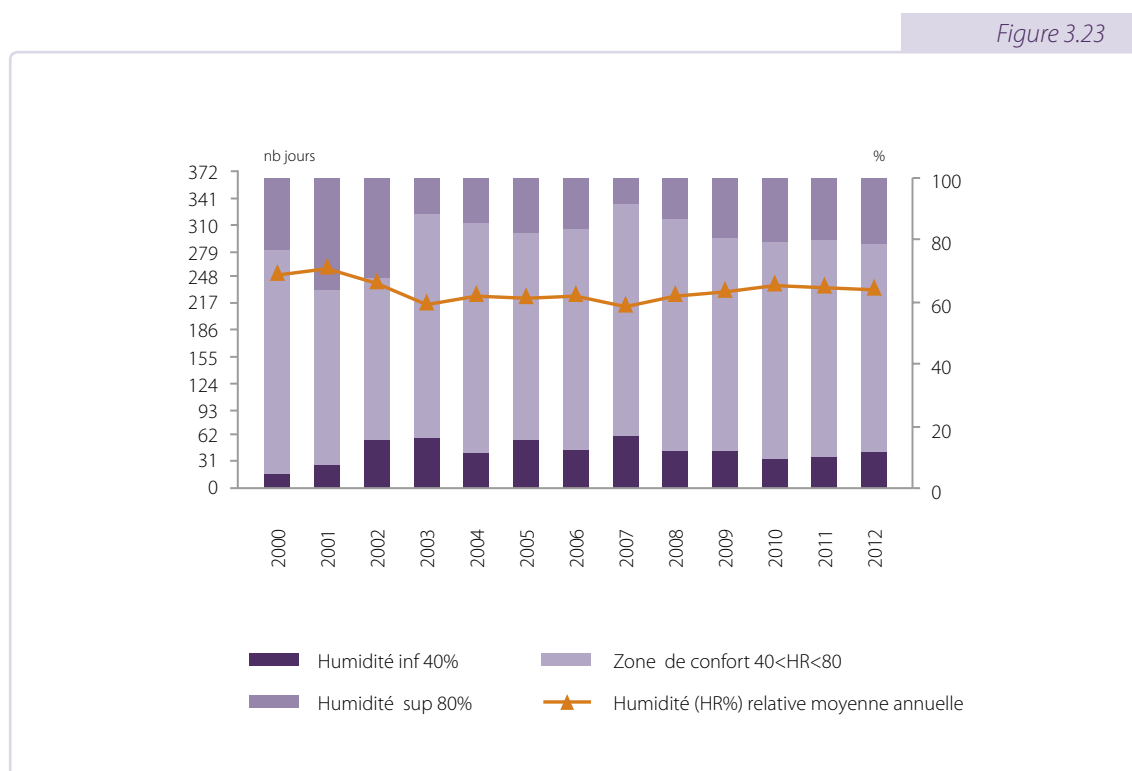
6. HYGROMÉTRIE

Contrairement à d'autres régions, l'humidité estivale est en moyenne supérieure à l'humidité hivernale.

Cette observation peut s'expliquer par la topographie en cirque du bassin versant de Monaco (hauts reliefs de la Tête de Chien et du Mont Agel), ou l'air chaud chargé d'humidité (provenant de l'évaporation de l'eau de mer) est maintenu sur la Principauté. Le faible vent estival ne suffit pas à chasser cet air humide qui peut induire des brouillards en matinée et en soirée. A contrario, les vents plus soutenus en hiver favorisent le renouvellement des masses d'air.

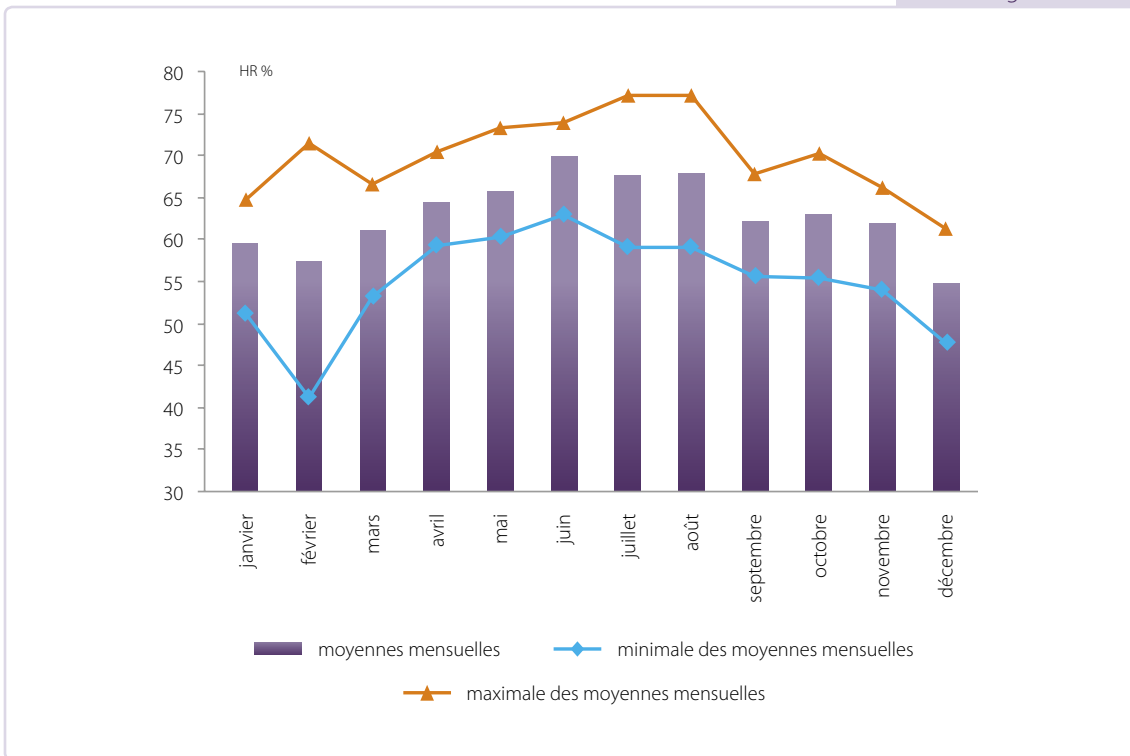
Les données suivantes présentent les données d'hygrométrie relevées en Principauté, les valeurs de points de rosée ainsi que la répartition annuelle des périodes où l'on retrouve une humidité relative inférieure à 30 % (air sec) ou supérieure à 80% (air humide) correspondant à des valeurs d'hygrométrie moins confortables.

La moyenne annuelle d'humidité relative (HR) en Principauté est relativement constante et très légèrement supérieure à 60%. On observe un air sec (HR<40%) entre 10 et 15% de l'année, soit environ 48 jours par an. L'air humide (HR>80%) est plus fréquent, de l'ordre de 20% du temps, soit environ 65 jours par an. Ainsi, on retrouve une zone de confort hygrométrique pendant 250 jours par an.



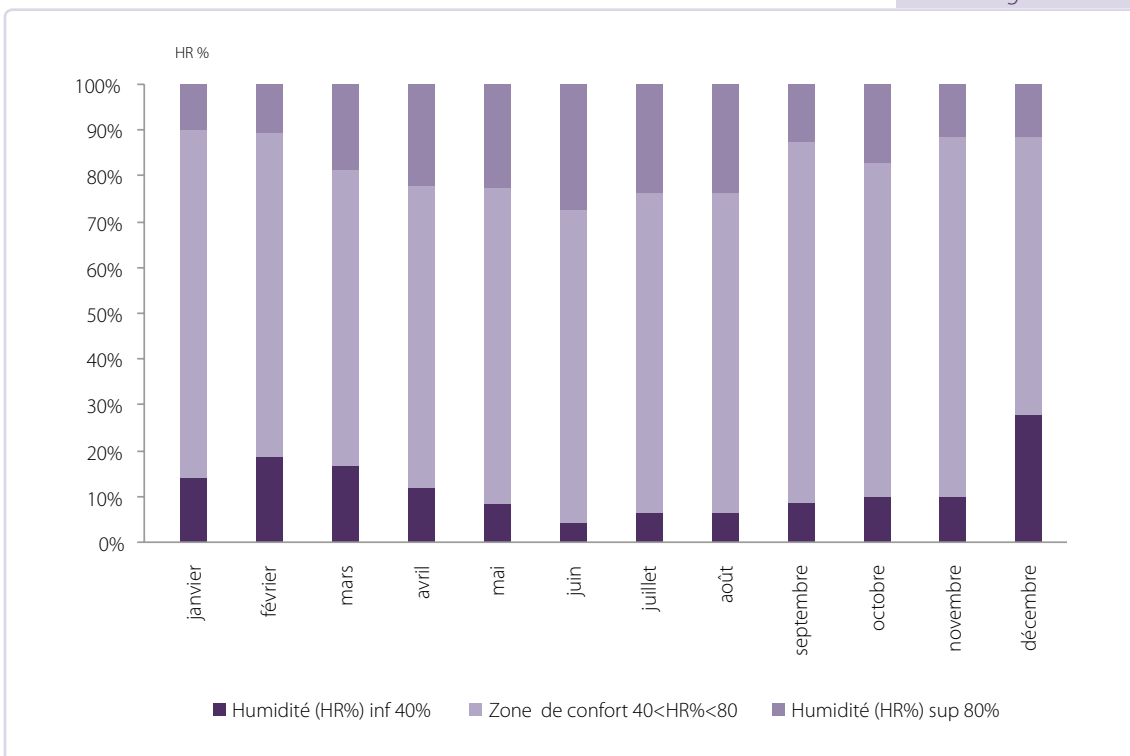
Evolution de l'hygrométrie moyenne annuelle (HR %) et répartition annuelle des périodes de confort, d'air sec et d'air humide, sur la période 2000-2012

Figure 3.24



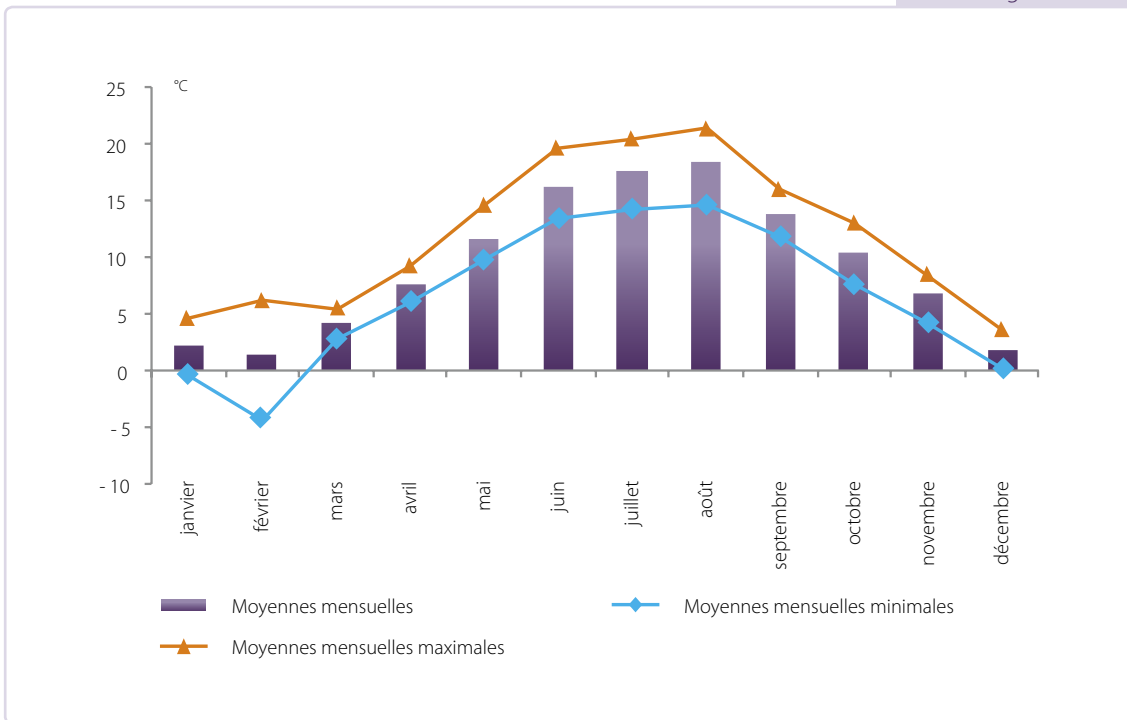
Variations mensuelles moyennes de l'humidité relative (HR%), sur la période 2000-2012

Figure 3.25



Répartitions mensuelles, en % des périodes de confort, d'air sec et d'air humide, sur la période 2000-2012

Figure 3.26



Variations mensuelles moyennes du point de rosée, sur la période 2000-2012

Le point de rosée correspond à la température à laquelle l'humidité contenue dans l'air se condense pour former des gouttelettes d'eau. Plus l'humidité de l'air est importante, plus le point de rosée est élevé (en degrés Celsius).

Tableau 3.12

Mois	Humidité (HR%)			Durées en jours de			Points de rosée (°C)		
	Moyennes mensuelles	Minimale des moyennes mensuelles	Maximale des moyennes mensuelles	HR% < 40%	40% < HR% < 80%	HR% > 80%	Moyennes mensuelles	Minimale des moyennes mensuelles	Maximale des moyennes mensuelles
janvier	59,4	51,2	64,8	4,4	23,5	3,1	2,2	-0,4	4,7
février	57,5	41,2	71,5	5,2	19,8	3,0	1,3	-4,4	6,1
mars	61,2	53,1	66,7	5,2	20,0	5,8	4,3	2,7	5,4
avril	64,4	59,2	70,4	3,6	19,8	6,6	7,6	5,9	9,2
mai	65,8	60,3	73,3	2,6	21,4	7,0	11,6	9,7	14,6
juin	69,8	63,0	73,9	1,2	20,5	8,3	16,1	13,5	19,6
juillet	67,6	59,1	77,2	2,0	21,7	7,3	17,7	14,2	20,4
août	67,8	59,1	77,1	2,0	21,6	7,4	18,3	14,6	21,4
septembre	62,1	55,6	67,8	2,7	23,6	3,8	13,8	11,8	15,9
octobre	62,9	55,4	70,3	3,1	22,6	5,4	10,5	7,6	12,9
novembre	61,9	53,9	66,1	3,0	23,6	3,4	6,8	4,1	8,4
décembre	54,8	47,7	61,3	8,6	18,9	3,6	1,7	0,2	3,5
Moyennes	62,9	54,9	70,0	-	-	-	9,3	6,6	11,9
Sommes	-	-	-	43,7	257,0	64,5	-	-	-

Variation interannuelle de l'humidité relative (HR%), de la zone de confort hygrométrique et du point de rosée (°C), sur la période 2000-2012



Imprimé sur du papier recyclé | www.federal.net

Direction de L'Environnement

3, avenue de Fontvieille
MC 98013 MONACO
Tél : + 377 98 98 80 00
Fax : + 377 92 05 28 91
environnement@gouv.mc
www.gouv.mc