

# CHAPITRE

# 3

## MÉTÉOROLOGIE / CLIMAT

La Topographie très complexe du bassin méditerranéen exerce une influence très importante sur la climatologie locale et peut modifier notablement les flux atmosphériques sur des échelles de 10 à 100 km.

La climatologie locale des Alpes-Maritimes est fonction principalement de sa situation et de sa topographie particulière. Comme son nom l'indique, elle est à la fois alpine et maritime.

Le département des Alpes-Maritimes, de par son orographie très accidentée, est donc le lieu de climats très diversifiés. A l'Est du Var, entre Nice et Menton, les reliefs s'échelonnent entre 500 et 700 m et descendent rapidement jusqu'à la mer. A l'Ouest du Var, la côte qui est plate et sablonneuse n'aura pas la même influence sur le climat.

Vers le Nord, c'est le domaine de la moyenne montagne découpée par des vallées encaissées. Puis à une vingtaine de kilomètres de la côte, c'est le domaine de la haute montagne avec des sommets culminant à environ 2 000 m.

Ainsi cette diversité du relief favorise l'installation d'une multitude de microclimats. Cependant, la comparaison des principales variables climatologiques en France permet de dégager les caractéristiques de cette région qui présente un climat méditerranéen avec des étés secs et chauds et des automnes doux et humides.



*Climatogramme établi à partir des moyennes mensuelles de température et de pluviométrie pour la période 1997-2010*

■ Pluviométrie ■ Température

Ce chapitre propose un bilan météorologique et climatique récent pour la Principauté à partir des données relevées par la Station météorologique située sur le toit du musée Océanographique de Monaco de 1997 à 2010.

### Caractéristique géographique de la Station Musée Océanographique

- Latitude Nord : 43°43'50.86"
- Longitude Est : 7°25'32.09"
- Altitude : 85 m

.....

## 1. Températures

Dans les Alpes-Maritimes, les températures moyennes mensuelles sont largement supérieures à celles des autres villes de France. Les températures minimales absolues descendent rarement sous 0°C.

Les températures maximales absolues sont également inférieures à celles enregistrées dans certaines régions françaises, grâce notamment à la présence de la brise de mer.

Ainsi, l'amplitude thermique sur la Côte d'Azur est très mesurée.

### Variation annuelle des températures

Les données, relevées toutes les demi-heures, ont été compilées pour obtenir une moyenne annuelle des températures pour la période de 1997 à 2010.

Le tableau ci-après, présente les températures moyennes annuelles, les températures moyennes des valeurs minimales et maximales, ainsi que le nombre de jours avec des températures inférieures à 0, 5, 10°C et supérieures à 25, 30 et 35°C.

# 3

## Variations annuelles des températures

	Moyenne annuelle	Moyenne des minimales	Moyenne des maximales	Minimale absolue	Maximale absolue	T < 0 °C	T < 5 °C	T < 10 °C	T > 25 °C	T > 30 °C	T > 35 °C
Années	°C	°C	°C	°C	°C	Nb jour*	Nb jour*	Nb jour*	Nb jour*	N jour*	N jour*
1997	17,7	15,3	21,9	4,7	34,5	0	0,1	13,3	35,1	4,7	0
1998	17,4	14,9	21,7	4,4	35,2	0	0,1	27,3	33,5	5,3	0,02
1999	17,2	14,7	21,5	1,6	35,0	0	2,3	35,1	37,8	5,1	0,02
2000	17,6	15,0	21,7	2,1	33,3	0	1,1	20,3	36,3	3,3	0
2001	17,7	15,1	22,0	3,4	34,5	0	1,2	25,6	37,1	6,7	0
2002	17,7	15,2	21,8	5,2	34,6	0	0,0	18,4	36,4	5,4	0
2003	17,5	15,5	20,3	4,5	34,9	0	0,3	38,7	56,5	7,1	0
2004	17,2	15,0	20,0	3,7	30,8	0	0,3	31,1	29,3	0,3	0
2005	16,9	14,9	19,8	0,9	33,9	0	7,6	44,2	37,4	0,7	0
2006	17,4	15,5	20,1	4,7	33,2	0	0,1	35,9	35,8	3,1	0
2007	17,4	15,4	20,2	3,1	31,8	0	0,4	13,9	19,1	0,2	0
2008	16,9	14,9	19,6	4,0	31,3	0	0,1	30,8	32,0	0,3	0
2009	17,1	15,2	19,7	0,4	34,4	0	2,5	38,4	36,3	1,3	0
2010	15,8	13,9	18,3	0,1	32,3	0	4,4	74,2	27,5	0,8	0
Moyenne	17,3	15,0	20,6	0,1	35,2	0,0	1,5	31,9	35,0	3,2	0,00

Tableau 3.1

Températures annuelles pour la période 1997-2010

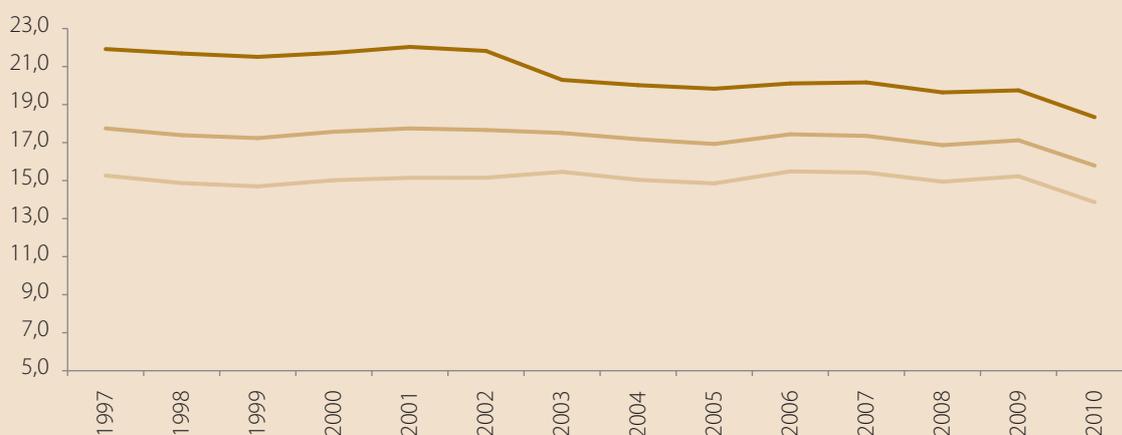


figure 3.1

Températures annuelles pour la période 1997-2010

■ Moyenne annuelle   ■ Moyenne des minimales   ■ Moyenne des maximales

## Variations mensuelles des températures

Mois	Température moyenne			Moyenne des minimales			Moyenne des maximales		
	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Janvier	10,9	10,0	11,9	9,0	7,8	10,1	13,4	12,4	14,7
Février	11,1	10,1	12,0	9,0	8,4	9,7	13,9	12,2	15,1
Mars	13,1	12,0	14,4	10,8	9,5	12,0	16,2	14,9	17,6
Avril	15,2	14,0	17,1	12,8	11,9	14,7	18,3	16,1	20,4
Mai	19,3	17,5	21,2	16,8	15,0	18,7	22,6	20,4	25,4
Juin	22,4	20,9	24,1	19,9	18,2	21,6	26,0	24,0	27,8
Juillet	24,9	23,6	26,1	22,4	21,3	23,6	28,5	26,5	30,1
Août	24,7	23,1	25,8	22,3	20,5	23,2	28,6	27,0	29,8
Septembre	21,5	19,6	23,2	19,1	17,3	20,6	24,7	22,3	26,7
Octobre	18,4	16,5	20,2	16,3	14,4	17,9	21,3	19,1	23,1
Novembre	14,1	12,5	16,5	12,2	10,5	14,4	16,4	14,4	19,3
Décembre	11,6	9,9	12,9	9,8	8,3	11,2	13,6	11,7	15,5

Tableau 3.2

Températures mensuelles pour la période 1997-2010

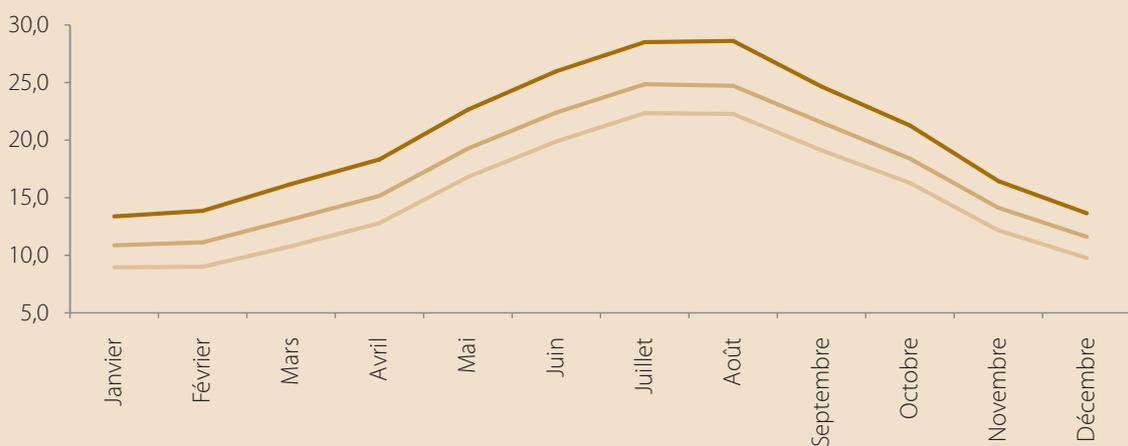


figure 3.2

Températures mensuelles pour la période 1997-2010

■ Température moyenne    ■ Moyenne des minimales    ■ Moyenne des maximales

## 2. Précipitations

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

- hauteurs d'eau annuelles parmi les plus importantes de France ;
- nombres de jours de pluie inférieurs de moitié, environ, par rapport aux autres régions.

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 de précipitations dans le Nord de la France.

Par rapport aux régions avoisinantes (Bouches-du-Rhône, Var,...), les Alpes-Maritimes sont une zone plus orageuse du fait de la présence de reliefs abrupts.

### Précipitations annuelles de 1997 à 2010

La moyenne annuelle des précipitations établie entre 1911 et 1985 à Monaco est de 763 mm. Or nous observons que le bilan hydrique de ces 14 dernières années est en moyenne déficitaire (608 mm), tout particulièrement pour les années 2001 et de 2003 à 2007. Depuis 2008, on note cependant, 3 années consécutives où la pluviométrie a été excédentaire.

Années	Cumul annuel des précipitations (mm)	Nombre de jours de pluie (N)
1997	528	77
1998	457	71
1999	656	92
2000	1005	88
2001	331	89
2002	834	97
2003	364	72
2004	470	96
2005	514	90
2006	484	82
2007	260	74
2008	950	109
2009	823	87
2010	835	123
Moyenne	608	89,1

Tableau 3.3

Nombre de jours de pluie et cumuls pluviométriques pour la période 1997 – 2010

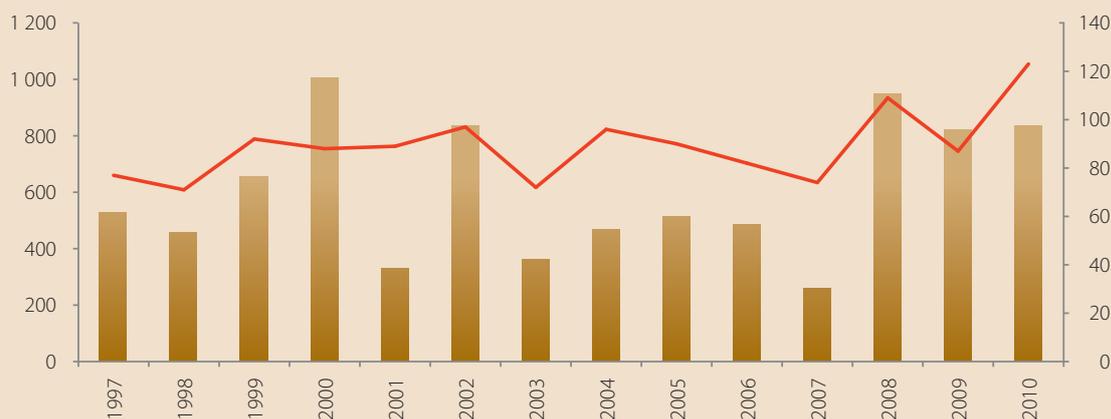


figure 3.3

Nombre de jours de pluie et cumuls pluviométriques pour la période 1997 – 2010

■ Cumul annuel des précipitations ■ Nombre de jours de pluie

### Variations mensuelles des cumuls pluviométriques

La distribution mensuelle des pluies est représentative du climat méditerranéen. Il est observé une alternance de saisons humides au printemps et particulièrement en automne, et de saisons sèches en hiver et en été.

	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Cumul annuel
Années	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1997	86	14	0	10	13	80	4	33	9	61	110	107	528
1998	9	7	0	101	48	17	1	38	121	67	28	19	457
1999	30	0	90	43	53	3	1	4	95	255	51	30	656
2000	8	6	20	119	14	111	22	4	69	256	312	65	1005
2001	67	22	73	16	45	3	10	1	17	36	39	2	331
2002	45	79	32	54	68	30	48	43	49	64	235	87	834
2003	60	0	3	78	30	0	1	0	0	0	74	117	364
2004	56	84	88	49	2	34	2	2	90	13	44	5	470
2005	4	5	14	22	69	16	1	68	142	93	36	44	514
2006	77	68	39	5	17	3	2	66	52	7	14	135	484
2007	22	10	18	8	59	32	1	4	32	18	25	30	260
2008	169	24	63	51	20	16	6	1	42	66	291	203	950
2009	90	80	78	178	9	4	1	0	41	64	123	153	823
2010	49	81	37	11	74	38	11	38	68	144	137	146	835
Moyennes mensuelles	55	34	40	53	37	28	8	22	59	82	108	82	608
Minima mensuels	4	0	0	5	2	0	1	0	0	0	14	2	260
Maxima mensuels	169	84	90	178	74	111	48	68	142	256	312	203	1005

Tableau 3.4

Moyennes mensuelles des cumuls pluviométriques pour la période 1997–2010

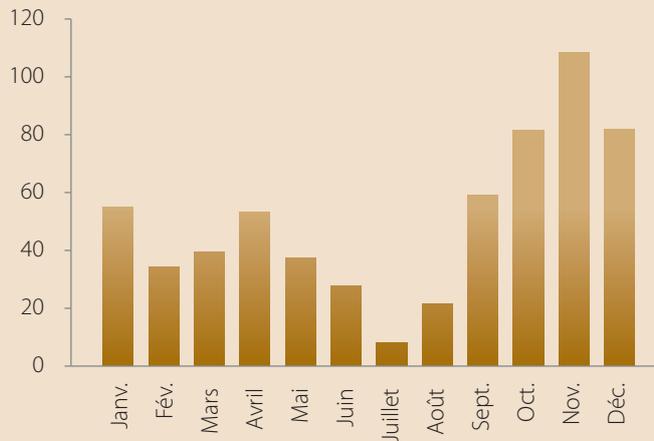


figure 3.4

Précipitations mensuelles pour la période 1997-2010

■ Moyenne mensuelle

### 3. Les vents

On retrouve dans la région 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** » qui 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 « **Sirocu** », est un vent chaud et humide peu fréquent qui amène des pluies de sable.

#### Rose des vents

La Rose des vents représente la distribution des fréquences des vents en fonction de leurs vitesses et directions sur une période donnée.

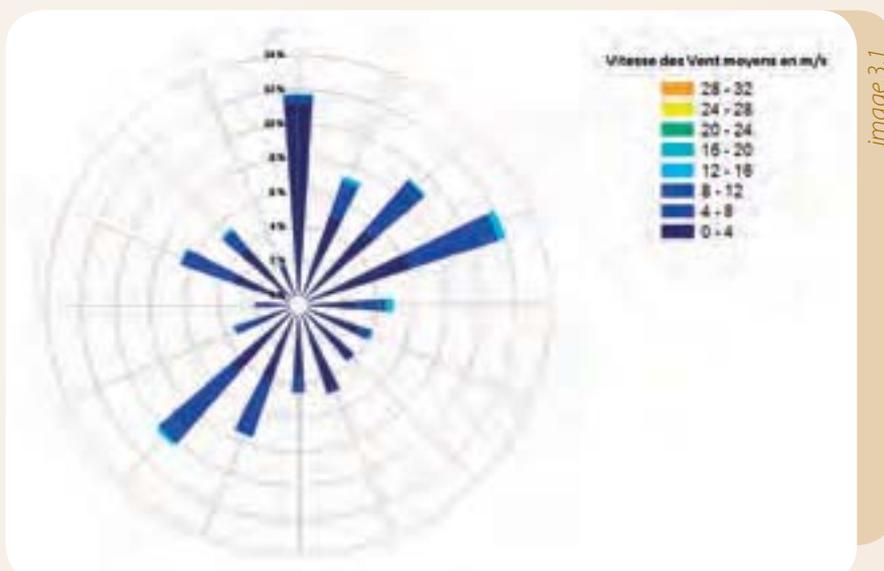


image 3.1

Rose des vents moyens observés de 1997 à 2010

## Vitesse des vents pour la période 1997-2010

Les résultats ci-après ont été établis à partir des relevés des vitesses des vents moyens sur 10 minutes.

La vitesse moyenne des vents en relevé en Principauté est de 3,27 m/s (11,8 km/h) pour la période 1997-2010, avec des vitesses maximales annuelles généralement supérieures à 20 m/s soit 72 km/h.

Vent moyen sur 10 minutes		
	Vitesse moyenne	Vitesse maximum observée
Années	m/s	m/s
1997	3,12	20
1998	3,17	24
1999	3,80	20
2000	3,24	24
2001	3,18	24
2002	3,01	23
2003	3,55	25
2004	3,27	21
2005	3,07	24
2006	3,04	18
2007	3,29	22
2008	3,42	22
2009	3,19	21
2010	3,39	23
Moyenne	3,27	

Tableau 3.5

*Vitesses des vents moyens annuels pour la période 1997-2010*

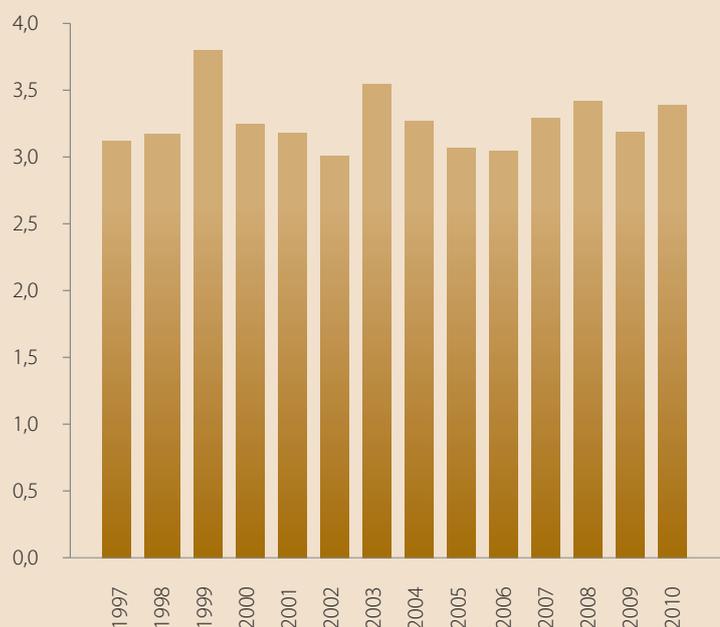


figure 3.5

*Vitesses des vents moyens annuels (m/s) pour la période 1997-2010*

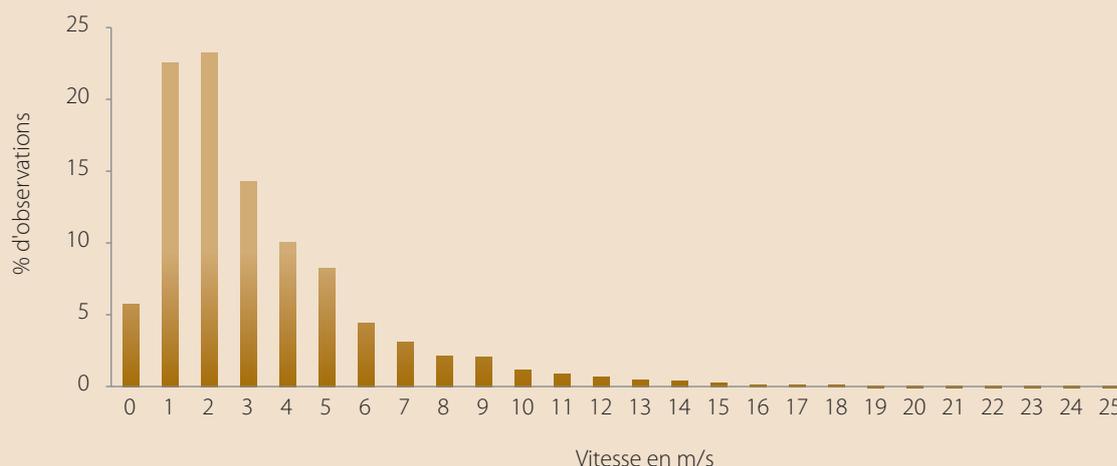
### Fréquence des vents sur la période 2000-2008

- Les vents nuls représentent 5.76 % (21 jours) des observations.
- Les vents faibles (<5m/s ou 18 km/h) représentent 70.1% des occurrences (256 jours).
- Les vents de vitesses plus élevées, entre 5 et 15 m/s (soit entre 18 et 54 km/h) représentent 23,4 % des observations soit environ 85 jours.
- Les vents forts, vitesses supérieures à 15 m/s (soit 54 km/h), représentent 0.7 % des observations soit environ 2.4 jours.
- Les vents très forts, vitesses supérieures ou égales à 22 m/s (80 km/h) ne sont que très rarement enregistrés et représentent environ 0.04% des observations, soit en moyenne 3h 30 minutes par an.

Vent moyen sur 10 minutes			
Vitesse (m/s)	Pourcentage d'observation (%)	Vitesse (m/s)	Pourcentage d'observation (%)
0	5,76	13	0,45
1	22,55	14	0,36
2	23,21	15	0,26
3	14,28	16	0,13
4	10,06	17	0,12
5	8,22	18	0,08
6	4,39	19	0,04
7	3,09	20	0,02
8	2,14	21	0,01
9	2,06	22	0,01
10	1,16	23	0,01
11	0,90	24	0,01
12	0,65	25	0,01

Tableau 3.6

Fréquence annuelle de la vitesse des vents moyens pour la période 1997-2010



Fréquence annuelle de la vitesse des vents moyens pour la période 1997-2010

### Distribution mensuelle de la vitesse des vents

Les vents les plus forts sont observés majoritairement en fin d'années, avec l'arrivée des dépressions automnales et également au printemps. Les moyennes des vitesses des vents en été sont plus faibles, et sont la conséquence d'une moindre proportion de vents forts.

Vent moyen sur 10 minutes			
Mois	Moyenne (m/s)	Intervalle de variation des vitesses hors valeurs extrêmes (percentiles 10-90)	
		Limite basse (m/s)	Limite haute (m/s)
janvier	3,40	1,00	7,38
février	3,42	0,92	7,08
mars	3,51	1,00	7,77
avril	3,55	1,00	7,54
mai	3,26	1,00	6,54
juin	2,88	0,92	5,69
juillet	2,81	0,85	5,62
août	2,62	0,92	5,00
septembre	3,07	0,92	6,67
octobre	3,33	0,92	7,08
novembre	3,68	1,08	7,17
décembre	3,75	1,00	8,00

Tableau 3.7

Vitesses des vents, moyennes mensuelles pour la période 1997-2010

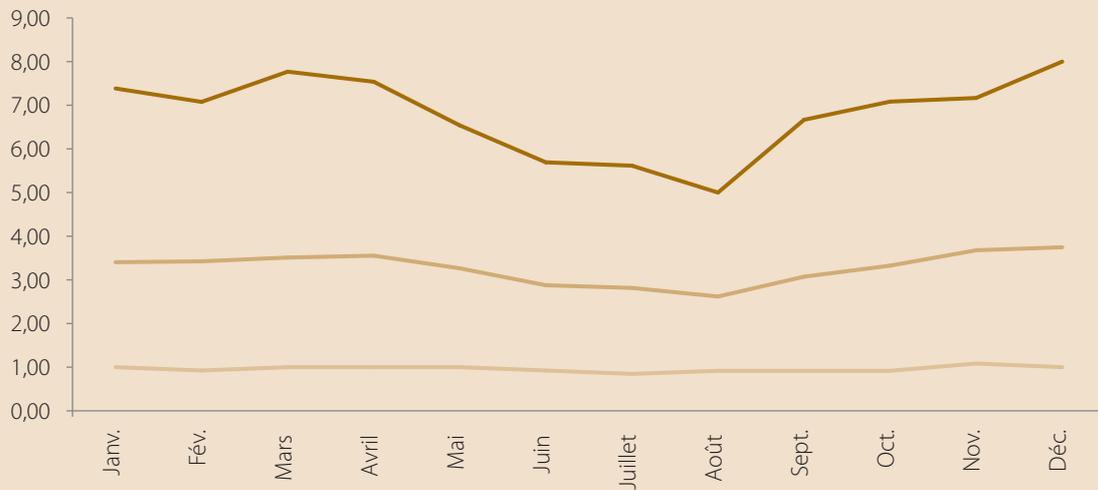


figure 3.7

Vitesses des vents, moyennes mensuelles pour la période 1997-2010

■ Moyenne    ■ Limite basse    ■ Limite haute

### Direction des vents pour la période 1997-2010

Les vents montrent trois directions principales représentant 65% des observations :

- Du Nord-Nord -Est à L'Est (de 10° à 90°) pour 33% des observations soit 123 jours.
- Du Sud-Sud-Ouest au Sud-Ouest (de 190° à 240°) pour 21% des observations soit 77 jours.
- A L'Ouest Nord-Ouest (300-330) pour 10% des observations soit 39 jours.

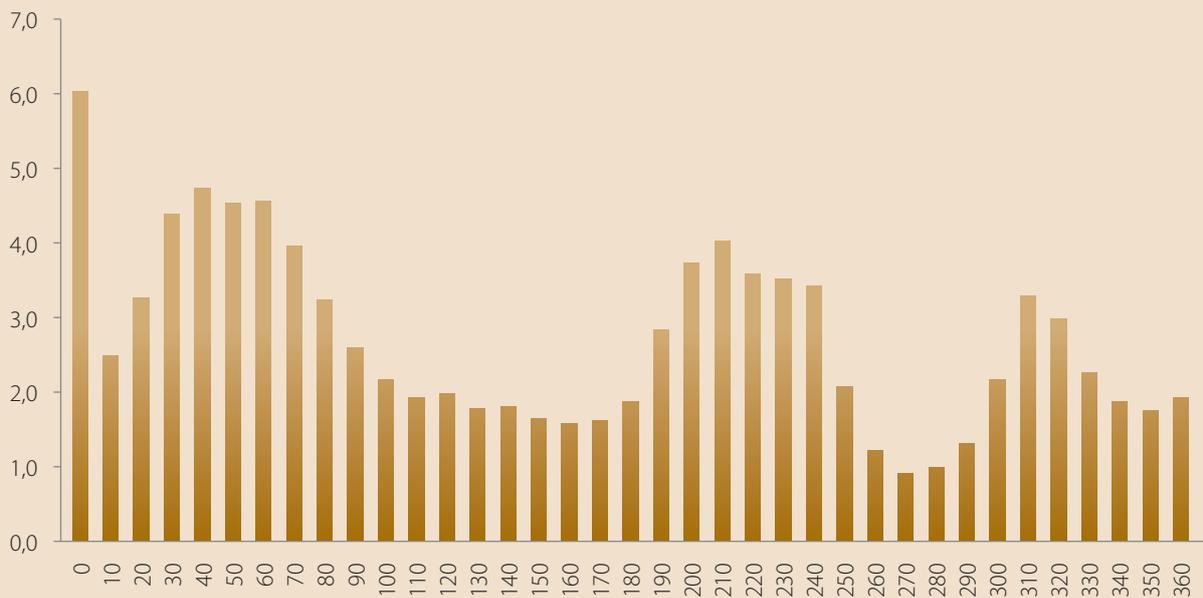


figure 3.8

Direction des vents annuels pour la période 1997-2010

Vent moyen sur 10 minutes			
Direction d'où vient le vent en rose de 360°	Nombre d'observation	Direction d'où vient le vent en rose de 360°	Nombre d'observation
Degré °	%	Degré °	%
0	6,03		
10	2,48	190	2,83
20	3,26	200	3,73
30	4,39	210	4,03
40	4,74	220	3,58
50	4,53	230	3,51
60	4,56	240	3,43
70	3,96	250	2,07
80	3,23	260	1,21
90	2,59	270	0,91
100	2,17	280	0,99
110	1,92	290	1,31
120	1,97	300	2,17
130	1,78	310	3,29
140	1,81	320	2,98
150	1,64	330	2,27
160	1,57	340	1,87
170	1,62	350	1,76
180	1,87	360	1,93

*Distribution de la direction des vents pour la période 1997-2010*

\*90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord ; 0 représente les vents nuls

## 4. Le rayonnement solaire

Même au cours des mois pluvieux, c'est sur la côte méditerranéenne que l'on note la plus forte insolation de France.

### Variation du rayonnement solaire annuel global pour la période 1997-2010

Années	J/Cm <sup>2</sup> / ans*
1997	499 564
1998	551 469
1999	567 821
2000	574 541
2001	579 774
2002	558 815
2003	571 303
2004	544 895
2005	557 254
2006	513 924
2007	471 072
2008	533 744
2009	499 688
2010	536 559
Moyenne annuelle	540 030

Tableau 3.9

Rayonnement annuel global pour la période 1997 - 2010

\*Joules par centimètre carré et par an

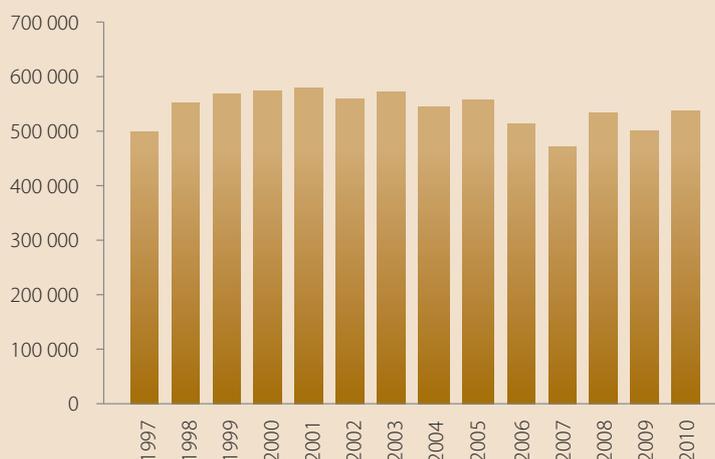


figure 3.9

Rayonnement annuel global pour la période 1997 - 2010

## Variation mensuelle du rayonnement solaire sur la période 1997-2010

Tableau 3.10

	Moyenne	Valeur minimale	Valeur maximale
Mois	J/Cm <sup>2</sup> /mois**	J/Cm <sup>2</sup> /mois**	J/Cm <sup>2</sup> /mois**
Janvier	18 302	6 720	25 894
Février	24 725	6 718	32 468
Mars	41 228	24 356	51 815
Avril	51 353	41 757	59 103
Mai	66 167	54 794	73 161
Juin	71 826	60 531	78 922
Juillet	76 903	65 598	83 933
Août	65 083	55 026	72 635
Septembre	48 782	38 385	57 138
Octobre	36 553	29 904	49 976
Novembre	22 994	16 001	46 363
Décembre	16 116	6 505	34 052

\*\*Joules par centimètre carré et par mois

Rayonnement solaire mensuel moyen sur la période 1997-2010

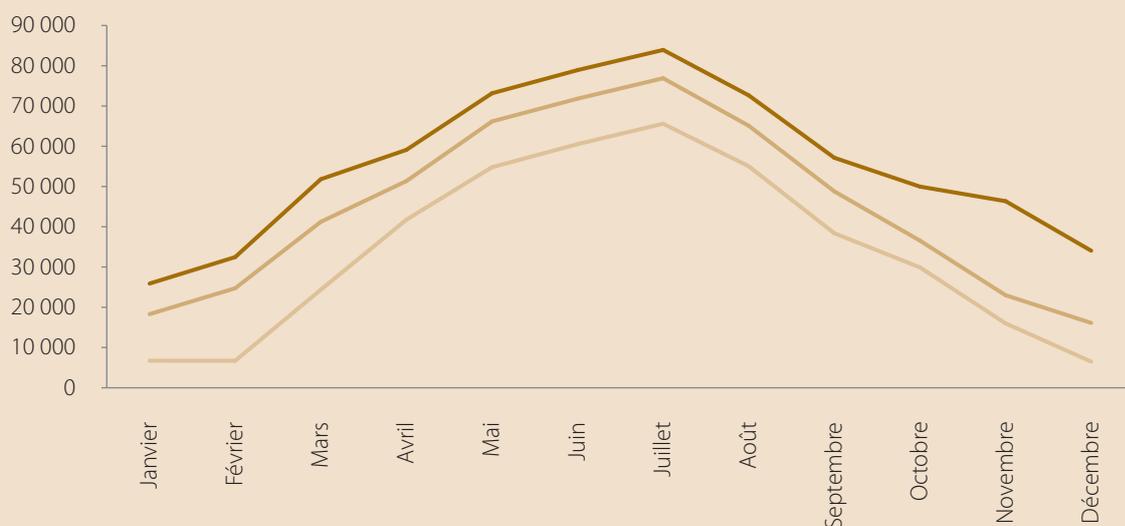


figure 3.10

Rayonnement solaire mensuel moyen sur la période 1997-2010

■ Moyenne    ■ Valeur minimale    ■ Valeur maximale

## 5. L'hygrométrie

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

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

### Variation de l'hygrométrie annuelle pour la période 1997-2010

Années	Moyenne (%)	Intervalle de variation hors valeurs extrêmes (percentiles 10-90)	
		Limite basse (%)	Limite haute (%)
2000	69	48	91
2001	70	44	97
2002	66	30	96
2003	60	34	80
2004	62	38	82
2005	61	33	84
2006	62	38	83
2007	58	33	79
2008	62	38	81
2009	63	38	84
2010	65	41	85
Moyenne	63	38	86

Tableau 3.11

Moyennes annuelles de l'hygrométrie pour la période 1997 – 2010

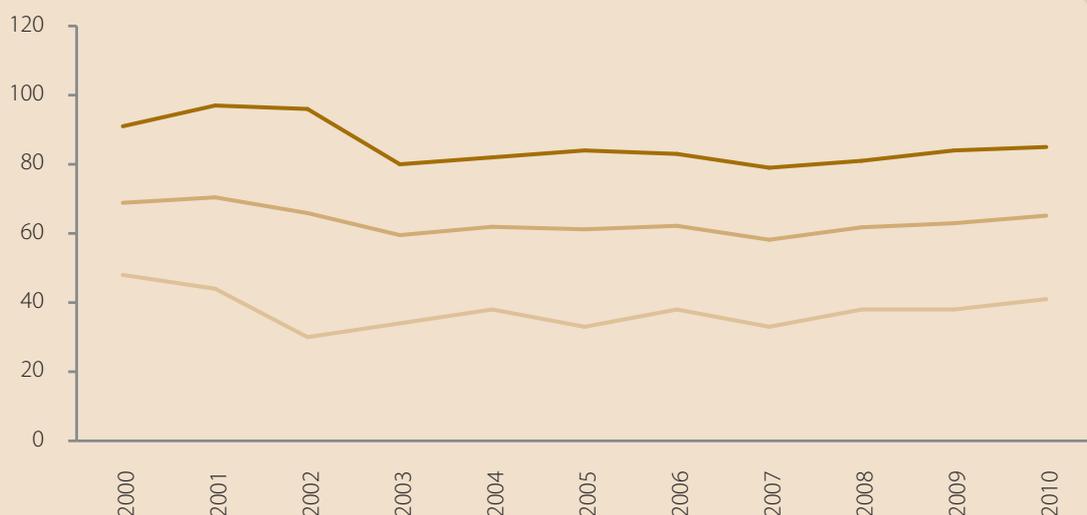


figure 3.11

Moyennes annuelles de l'hygrométrie pour la période 1997 – 2010

- Moyenne
- Limite basse
- Limite haute

## Variation mensuelle de l'hygrométrie sur la période 1997-2010

Mois	Moyenne mensuelle %	Moyenne mensuelle minimale %	Moyenne mensuelle maximale %
Janvier	59,7	48,8	69,2
Février	59,2	41,2	74,8
Mars	62,9	53,1	78,2
Avril	65,4	59,2	73,6
Mai	67,0	60,3	78,6
Juin	68,4	63,0	73,5
Juillet	66,9	59,1	77,2
Août	67,0	59,1	77,1
Septembre	61,9	55,6	67,8
Octobre	64,6	55,4	82,7
Novembre	63,3	53,9	69,5
Décembre	57,9	47,7	69,9

Tableau 3.12

Moyennes mensuelles de l'hygrométrie pour la période 1997 – 2010

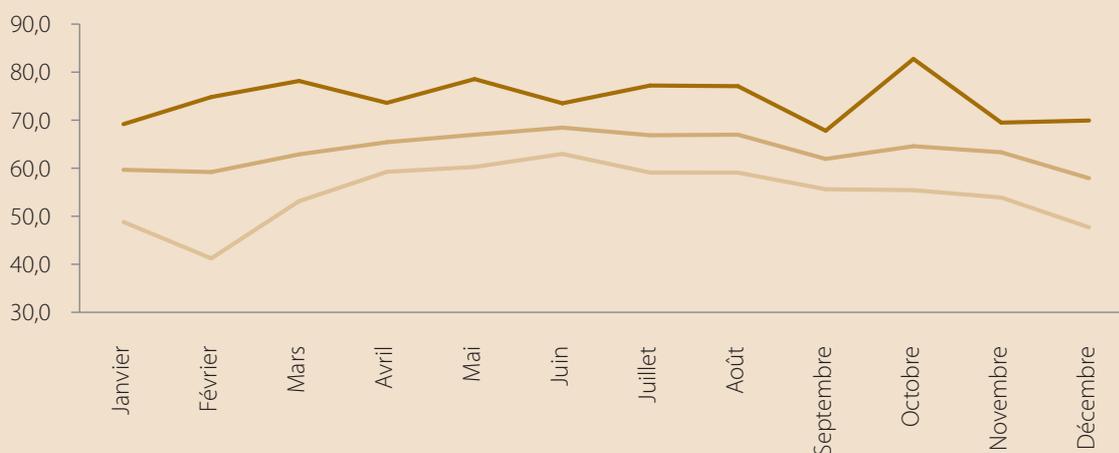


figure 3.12

Moyennes mensuelles de l'hygrométrie pour la période 1997 – 2010

■ Moyenne mensuelle    ■ Moyenne mensuelle minimale    ■ Moyenne mensuelle maximale

