

ASSOCIATION DES AMIS DE LA MASSANE

RESERVE NATURELLE DE LA MASSANE

TRAVAUX

93

CLIMATOLOGIE

ANALYSE DES DONNEES 2011

PAR

J. GARRIGUE, J. A. MAGDALOU

2012

Laboratoire Arago, 66650-BANYULS-SUR-MER

CLIMATOLOGIE DE LA RESERVE NATURELLE DE LA MASSANE

ANALYSE DES DONNEES RECUEILLIES EN 2011

par

J. GARRIGUE & J. A. MAGDALOU

Cette analyse est un quinzième complément à la synthèse de 1996, « Le mésoclimat de la Réserve Naturelle de la Massane », par J. TRAVE, J. GARRIGUE et F. DURAN, Travaux N° 45. Les données sont recueillies depuis 1960 pour les précipitations avec une exception pour l'année 1965 qui n'a pu être prise en compte, et depuis 1976 pour les températures.

Les données sont recueillies chaque semaine et dépouillées. Les enregistrements des précipitations, des températures de l'air et du sol, l'hygrométrie ainsi que le niveau de l'eau, sont détaillés jour après jour chaque mois en annexes. Depuis le 6 juin 1996, l'installation d'une station automatique, type *Pulsonic*, nous permet davantage de précision dans nos données, ainsi que le relevé d'un facteur supplémentaire, le rayonnement global. En cas de panne ou de dysfonctionnement de la station automatique, nous relevons aussi pour contrôle éventuel, les appareils mécaniques qui nous ont servis jusqu'à présent.

I- PRECIPITATIONS

1- Précipitations annuelles

2011	Précip. 2011	nbre j. pluie	Moyen.51 ans
janvier	112	10	103,0
février	52,8	7	95,3
mars	403	14	99,9
avril	120,2	7	104,4
mai	21,4	9	111,9
juin	77,8	12	68,7
juillet	90,4	11	32,2
août	11,4	3	49,7
septembre	93,6	6	96,8
octobre	198,6	11	154,2
novembre	522,6	22	141,4
décembre	5,4	7	125,3
total	1709,2	119	1182,7

Tableau I: Massane, 2011. Précipitations et nombre de jours de pluie par mois. Les moyennes sont ensuite calculées pour 51 ans (1960-2011 except. 1965).

Précipitations mensuelles cumulées

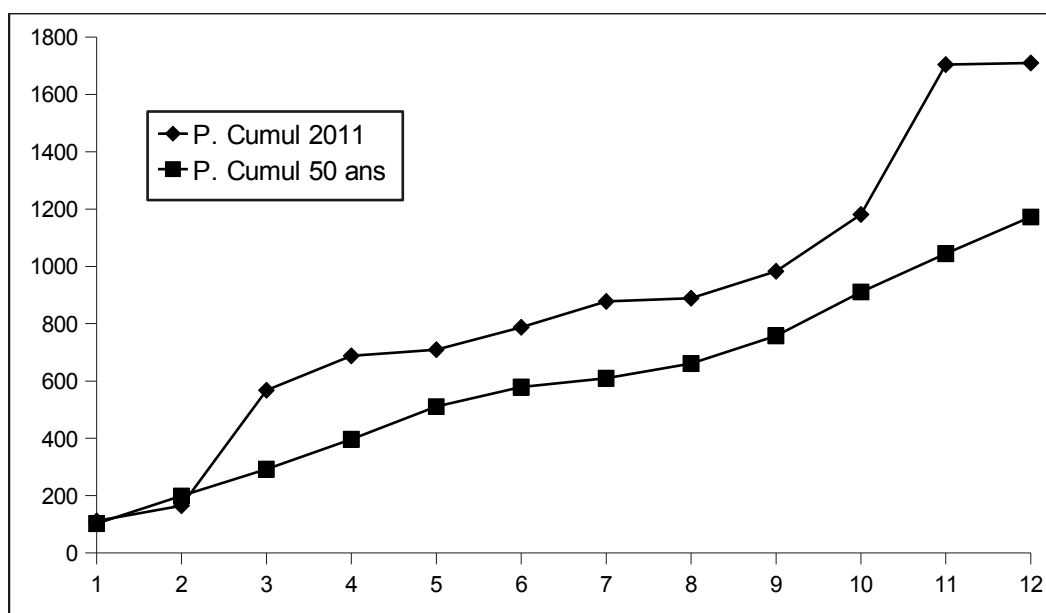


Figure 1: Précipitations mensuelles cumulées pour l'année 2011 et moyennes cumulées sur 50 ans (1960-2010 except. 1965).

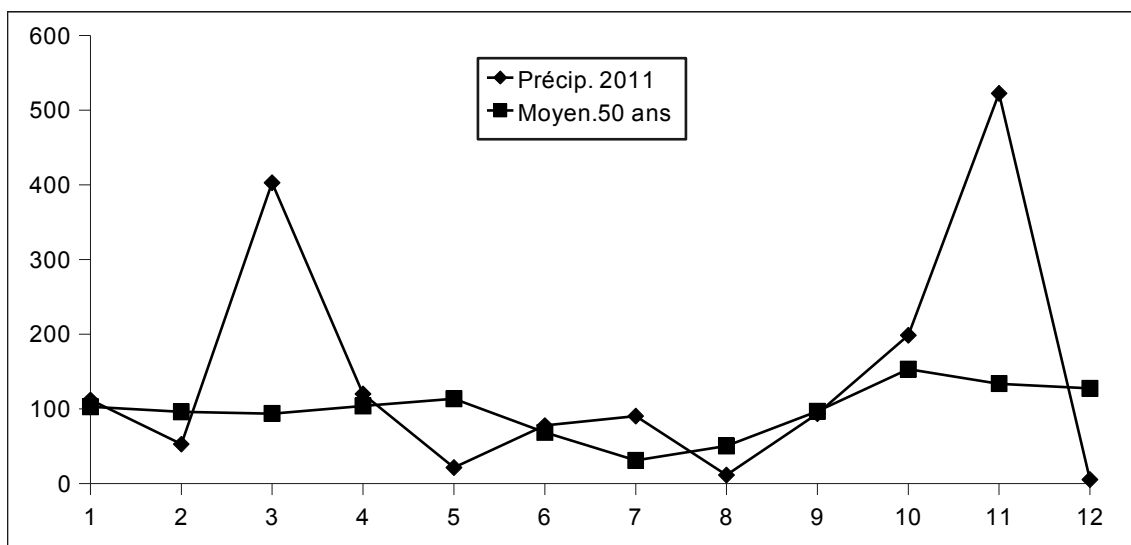


Figure 2 : Hauteurs mensuelles des précipitations pour 2011 et moyenne pour 50 ans (1960-2010, excepté 1965).

On constate, sur le tableau 1 et les figures 1 et 2 que l'année 2011 présente une pluviosité très supérieure à la moyenne mais avec tout de même 5 mois déficitaires. Deux mois sont responsables de cette forte pluviosité : mars et novembre. C'est l'année au 5^{ème} rang de la pluviosité enregistrée à la Massane depuis 1960 (figure 3).

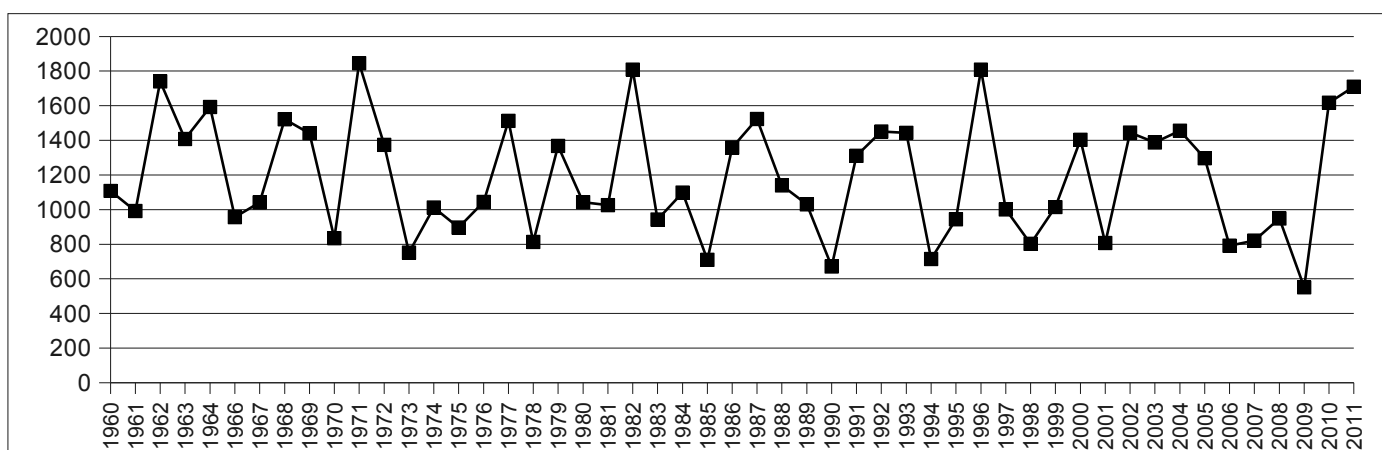


Figure 3 : Hauteurs annuelles des précipitations de 1960 à 2011

année-mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
1960	6	21	234	21	38	197	124	49	85	157	14	162	1108
1961	77	6	12	75	79	80	24	0	57	148	395	39	992
1962	89	55	226	240	94	33	11	2	133	441	378	38	1740
1963	164	152	26	77	22	86	36	103	359	44	185	154	1408
1964	55	163	58	75	124	25	35	103	75	91	489	300	1593
1966	41	65	16	31	125	55	74	91	17	335	66	41	957
1967	30	336	24	59	52	11	7	45	109	64	268	36	1041
1968	21	99	56	45	190	54	5	67	54	97	623	210	1521
1969	34	64	420	226	48	92	58	65	112	238	10	74	1441
1970	82	18	130	21	124	30	13	64	22	200	20	111	835
1971	21	47	240	156	158	70	20	27	674	25	25	382	1845
1972	333	74	148	50	146	146	7	28	187	185	21	48	1373
1973	135	13	12	29	34	157	37	48	3	42	15	226	751
1974	30	66	182	147	67	139	2	98	214	57	9	0	1011
1975	10	83	50	57	161	70	67	68	120	9	46	155	896
1976	1	210	87	95	20	84	38	45	120	212	53	79	1044
1977	348	18	39	58	441	110	89	90	3	166	21	130	1513
1978	66	74	129	158	148	42	9	12	30	13	10	122	813
1979	551	26	59	99	79	63	17	73	97	263	20	20	1367
1980	72	137	97	200	167	79	60	22	12	49	108	39	1042
1981	70	77	100	195	115	205	68	10	74	11	0	100	1025
1982	480	452	115	80	19	56	45	55	66	111	242	88	1809
1983	5	61	8	36	62	24	2	148	2	33	519	42	942
1984	27,6	36,7	219,4	108	185	28,2	1,7	29,2	159	16,3	230,8	55,6	1097,5
1985	11,8	30,8	48,2	69,2	157,7	60,2	10,4	34,6	0,5	172	77,2	37,3	709,9
1986	40,4	200,6	243,8	86,1	14,8	9,5	6,9	27,1	57,6	520,5	128,6	22	1357,9
1987	84,9	161,5	80,4	32,3	53	46,9	135,2	45,6	14,9	453	105,2	311,1	1524
1988	236,7	0,4	31,1	314,5	170,5	94,9	6,3	4,8	64,3	13,2	195,2	7,3	1139,2
1989	41,1	52,8	14,1	134,7	21	27	12,5	95,9	64,6	24,3	380,3	162	1030,3
1990	81	15,5	21,6	64,2	43,5	82,1	42,4	71,1	81	106,5	45,8	16,2	670,9
1991	54,8	101,3	319,8	25,4	227,5	48	1,6	39	89,4	128,5	68,5	207	1310,8
1992	69,6	91	75,7	75,7	143	273,8	43,3	82	75,7	213,4	40,2	267,8	1451,2
1993	15	182,4	178,7	128,3	56	19	19,7	45,6	192,4	288,9	306,8	10,9	1443,7
1994	34,7	95	5,9	52,7	34,8	25,4	4,2	10,3	217,8	84	62,4	87,3	714,5
1995	48,5	6,2	12,7	15,1	66,8	8,7	48,2	53,4	100,6	74,7	148,4	360,2	943,5
1996	370,8	221,1	146,9	114,3	42,3	32,5	35,6	61,8	66,8	140,2	109,8	466,8	1808,9
1997	164,2	12,2	0,2	57,4	36,4	188,2	54	123,6	64,8	81	187	31,8	1000,8
1998	46,8	57	6,8	99,6	36,2	41,8	5,2	107	94	64	35	209	802,4
1999	78	3,4	39,4	76,2	194,4	49,6	16	39,2	107,6	73,2	299	38	1014
2000	85,4	20,8	36,8	166,6	87,4	203,6	28,8	17,4	38,2	127,2	112,6	478,6	1403,4
2001	253,2	37,8	93,8	37	33,4	11,2	62,6	0,8	91,4	40,6	140,8	4,2	806,8
2002	51,6	28	80,6	448,4	305	97	19,4	73	54,4	136,2	54	96,6	1444,2
2003	27,6	354	106,4	47,6	136,6	4,2	5	20,8	43,2	336,6	74,6	231,2	1387,8
2004	79	138,2	121,8	445,4	298,8	30	3,2	15,4	52,2	104,4	15,6	152	1456
2005	5,2	249,6	23,8	55,4	176,2	5	43,6	26	143,8	407,2	146,6	14,6	1297
2006	251,2	16,2	94,2	21,6	9,4	2,2	0,8	29,8	173,8	153,4	5,2	33,2	791
2007	3,4	120	32,2	128,4	183,2	24,8	4,2	64,8	28,2	56,4	19,4	156,2	821,2
2008	111,4	65,8	38,8	40	141,2	58,4	41,8	13,8	28,8	50,4	64,4	294	948,8
2009	136,4	87,4	16,2	92,5	32	6	21,2	18,6	30,4	67,2	32,2	10,4	550,5
2010	11	104,6	133,2	40	287,4	38	28,6	57,4	83,6	739,2	67,8	26	1616,8
2011	112	52,8	403	120,2	21,4	77,8	90,4	11,4	93,6	198,6	522,6	5,4	1709,2
total	5254,3	4860,1	5093,5	5326,8	5707,9	3502	1640,8	2532,4	4937,6	7862,1	7213	6388,7	60319,2
moyenne	103,0	95,3	99,9	104,4	111,9	68,7	32,2	49,7	96,8	154,2	141,4	125,3	1182,7
variance	15195,4	9166,1	9845,4	8866,4	8140,9	3738,8	979,1	1213,6	11290,1	22345,0	24912,4	15252,1	116003,9
écart-type	123,3	95,7	99,2	94,2	90,2	61,1	31,3	34,8	106,3	149,5	157,8	123,5	340,6

Tableau II : Précipitations recueillies mois par mois entre 1960 et 2011 (except.1965)

Tableau III : Nombre de jours de pluie de 1984 à 2011

	Janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	TOTAL
1984	13	16	14	5	17	12	3	6	13	12	18	13	142
1985	3	10	13	13	19	13	6	7	2	13	12	10	121
1986	15	19	15	16	5	5	3	6	14	18	11	9	136
1987	7	13	15	9	12	10	13	6	9	23	13	11	141
1988	21	3	8	15	14	12	4	5	8	17	13	7	127
1989	14	12	7	17	5	9	5	11	15	10	24	21	150
1990	14	8	8	16	11	14	10	5	15	16	12	12	141
1991	14	13	13	8	11	9	5	6	14	22	15	15	145
1992	8	9	9	9	11	19	7	8	17	22	8	12	139
1993	6	14	14	18	17	9	9	13	13	20	15	5	153
1994	11	14	6	15	12	5	2	3	13	9	8	11	109
1995	10	4	6	6	14	7	7	8	10	17	8	14	111
1996	12	7	10	11	10	5	8	10	12	6	15	15	121
1997	20	6	1	7	11	15	9	9	2	10	15	6	111
1998	10	3	4	12	8	9	2	9	13	11	6	10	97
1999	10	7	11	12	15	9	7	11	9	7	5	5	108
2000	8	5	11	13	10	8	8	4	9	16	14	11	117
2001	16	4	14	9	10	5	6	2	10	12	12	6	106
2002	14	7	7	11	13	6	11	9	15	11	6	9	119
2003	6	15	8	9	11	3	6	7	18	19	14	15	131,0
2004	12	8	8	12	11	4	3	8	9	16	7	13	111
2005	7	9	7	13	11	4	8	6	12	21	12	7	117
2006	16	8	14	4	4	2	3	5	13	14	7	6	96
2007	4	11	11	13	13	9	3	10	5	10	3	10	102
2008	11	12	9	8	19	10	5	5	6	14	14	15	128
2009	16	6	5	11	2	3	8	3	3	5	12	6	80
2010	11	8	11	7	12	5	4	8	9	16	12	7	110
2011	10	7	14	7	9	12	11	3	6	11	22	7	119
TOTAL	319	258	273	306	317	233	176	193	294	398	333	288	3388
Moyenne	11,4	9,2	9,8	10,9	11,3	8,3	6,3	6,9	10,5	14,2	11,9	10,3	121,0

Dans le Tableau III, nous avons indiqué le nombre de jours de pluie par mois depuis 28 ans (c'est en effet depuis cette période que nous possédons un pluviographe). Certaines années, à la suite de pannes nous avons dû procéder à quelques ajustements.

Comme nous le disons chaque année, en comparant année par année, on constate que ce nombre ne traduit pas la grande variation des quantités de pluies tombées. Les années 1987 et 1990 par exemple avec toutes les deux 141 jours de pluie ont une pluviométrie fort différente : respectivement 1524 mm et 670,9 mm (2^{ème} année record de sécheresse depuis le début des observations).

L'année 2011, avec 119 jours de pluie s'approche de la moyenne (121) tout en ne traduisant pas son 5^{ème} rang en terme de pluviométrie. (Ces comparaisons annuelles sont à relativiser, car la station automatique actuellement en place depuis 1996, n'affiche qu'à compter de 2 mm au lieu de 1 mm pour l'ancien pluviographe.)

Le tableau IV indique la distribution par classes pluviométriques depuis 50 ans. L'année 2011 tombe dans la classe 7.

La distribution des classes pluviométriques avec 26 années au dessous de la classe moyenne, 22 au-dessus et seulement 3 dans la classe moyenne montre bien l'instabilité pluviométrique du climat de la Réserve, tout en montrant une tendance à des sécheresses plus marquées.

Tableau IV: Distribution par classes pluviométriques des précipitations (51 ans, excepté 1965)

Précipitations annuelles en mm.	Nombre d'années
Moins de 700 mm	2
De 701 à 900 mm	10
De 901 à 1100 mm	14
De 1101 à 1300 mm	3
De 1301 à 1500 mm	12
De 1501 à 1700 mm	5
Au dessus de 1701 mm	5

Le tableau V regroupe pour chaque mois, le nombre de ceux qui durant les 51 années d'observations ont été secs, pluvieux ou très pluvieux.

Cette année 2011 est marquée par 3 mois secs, et 2 mois mars et novembre très pluvieux.

Il y a presque autant de mois secs que de mois pluvieux, ces 51 années.

Tableau V: Nombre de mois secs (S=jusqu'à 30 mm), nombre de mois pluvieux (P=de 100 à 299 mm) et le nombre de mois très pluvieux (TP=au dessus de 300 mm). Massane (51 ans)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	T
S	13	14	14	6	7	16	27	21	10	7	14	11	160
P	9	13	17	14	22	9	2	6	15	20	15	17	159
TP	5	3	3	3	2	0	0	0	2	8	8	6	40

2- Précipitations saisonnières

Tableau VI: Précipitations saisonnières (2011). Hiver: Décembre 2010, janvier, février. Printemps: Mars, avril, mai. Été: Juin, juillet, août. Automne: Septembre, octobre, novembre.

Hiver	190,8 mm	11 %
Printemps	544,6 mm	31,5 %
Été	179,6 mm	10,4 %
Automne	814,8 mm	47,1 %
Total	1729,8 mm	

Cette année si l'on tient compte des saisons, 2011 avec 1729,8 mm, est nettement supérieur à la moyenne qui est de 1182,7 mm. L'automne est la saison la plus humide, suivi du printemps, de l'hiver et de l'été. On obtient la formule pluviométrique de type (A, P, H, E), formule de type méditerranéen, mais différente que pour la moyenne sur 51 ans (A, H, P, E). On remarque que l'on n'a pas de formules de type continental depuis 20 ans et de formules de transition depuis 9 ans.

Tableau VII: moyennes saisonnières sur 51 ans

Hiver	326 mm	27,5 %
Printemps	316,2 mm	26,7 %
Été	150,6 mm	12,7 %
Automne	392,4 mm	33,1 %
Total	1185,2 mm	

Dans le tableau VIII, nous avons mis à jour le classement des saisons depuis 51 ans, de la plus humide (I) à la plus sèche (IV).

L'année 2011 est visualisée par les chiffres annotés en gras. L'automne est la saison la plus humide (43 % des cas) et l'été est la plus sèche comme dans 62,7 % des cas.

Tableau VIII: Classement des saisons, de la plus humide (I) à la plus sèche (IV). Massane, 51 ans (de 1960 à 2011, excepté 1965).

Saison	I	II	III	IV
Hiver	11	18	14	8
Printemps	15	13	16	7
Été	3	6	10	32
Automne	22	14	11	4

Récapitulatif des différentes formules obtenues de 1960 à 2011
 (excepté 1965) A : Automne, H : Hiver, P : Printemps, E : Eté

Formules de type climat méditerranéen :

AHPE	1961-1964-1967-1976-1993-1994-2005-2006
APHE	1962-1968-1971-1986-1999-2010- 2011
HAPE	1972-1979-1982-1996-2001-2003
HPAE	1988-2008-2009
PAHE	1969-1970-1984-1991
PHAE	1974-1980-2004-2007

Formules de transition :

AEHP	1983
AEPH	1966-1998
AHEP	1963-1987-1995
APEH	1989
HAEP	1990
PAEH	1985-2000-2002
PEAH	1975
PEHA	1981
PHEA	1977-1978
HEAP	1997

Formules de type climat continental :

EHPA	1973
EPAH	1960
EHAP	1992

3- Comparaisons entre les précipitations saisonnières réelles et la méthode officielle des climatologues (par mois).

Comme chaque année nous comparons les précipitations saisonnières réelles, c'est à dire commençant aux solstices et aux équinoxes à celles utilisées normalement en météorologie (hiver: décembre de l'année précédente +janvier+février; printemps: mars+avril+mai; été: juin+juillet+août; automne: septembre+octobre+novembre). Sur les 34 années où cette comparaison a été établie, 16 années ne présentent pas de changement de type de formule (1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1984, 1987, 1989, 1991, 1993, 1996, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010), 8 années présentent un type de formule différent mais un type de climat semblable (1983, 1986, 1988, 1995, 1998, 2003, 2004, **2011**) et 12 années un type de formule et un type de climat différent (1976, 1977, 1985, 1990, 1992, 1994, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2006) ce qui est loin d'être négligeable. Rappelons que nous classons les types de climat de la façon suivante :

- Climat méditerranéen : formules saisonnières de précipitations décroissantes se terminant par l'été (6 formules possibles).
- Climat continental : formules commençant par l'été (6 formules possibles).
- Climat de transition : les autres formules (12 formules possibles).

On constate dans le tableau IX, que le total n'est pas très différent mais que la répartition est différente d'une méthode à l'autre avec l'obtention d'un type de formule différent mais de même type de climat. La différence se fait essentiellement sur le mois de mars dont l'essentiel des pluies se fait avant le jour du printemps.

Tableau IX: Comparaisons entre 2 méthodes de calculs saisonniers

2011	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Total	Formule
réel mm	558,7	242,7	196,6	727,6	1725,6	AHPE
officiel	190,8	544,6	179,6	814,8	1729,8	APHE

5 – Neige

Peu de neige en 2011, avec seulement 6 jours de chute de neige, en janvier et mars.

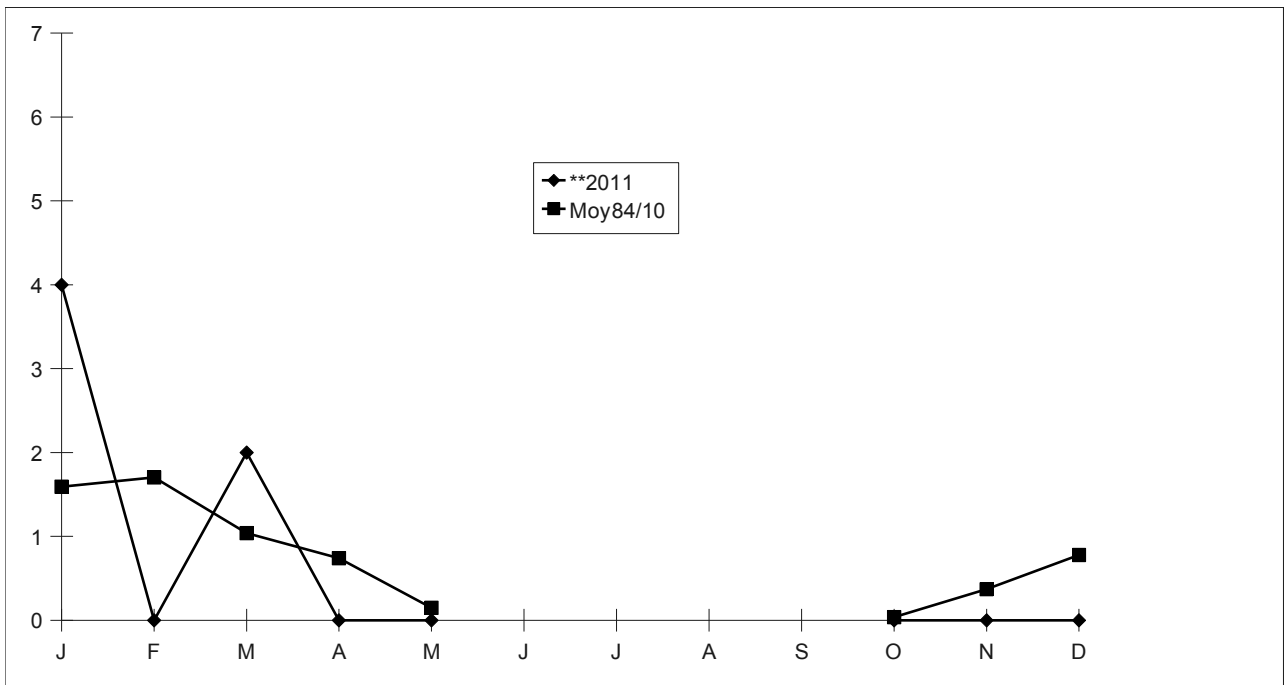


Figure 4 : Moyenne en nombre de jours de chutes de neige par mois de 1984 à 2010 comparée à 2011.

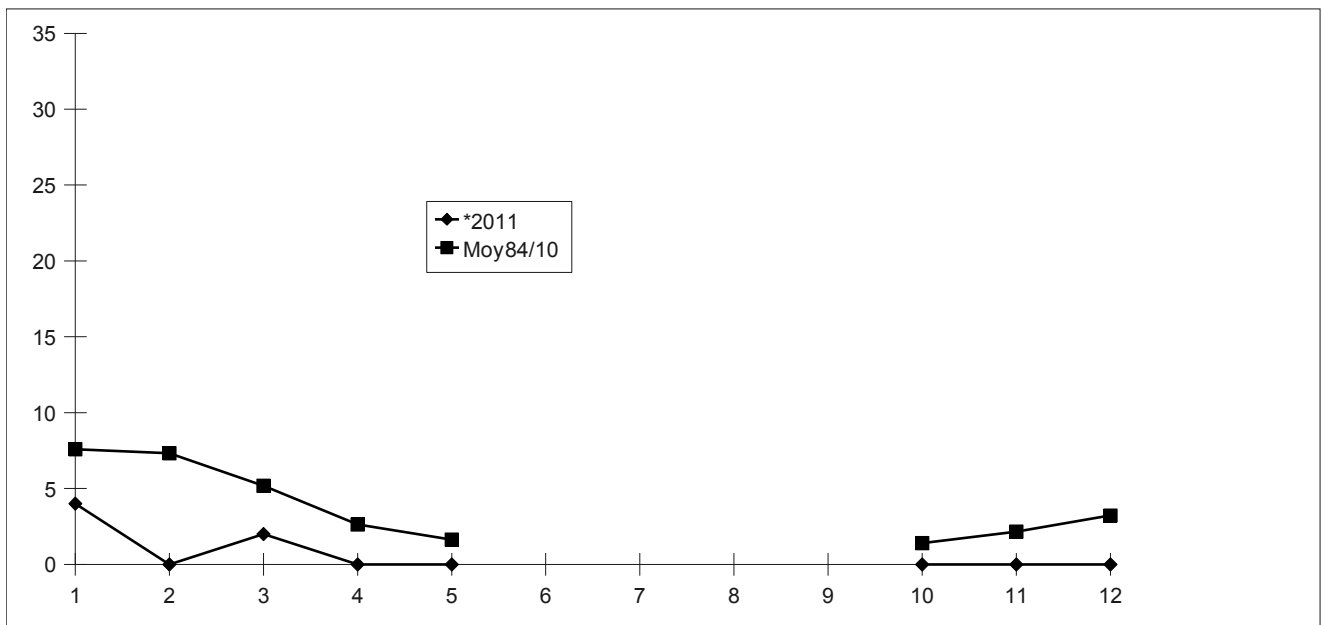


Figure 5 : Moyenne du nombre de jours de persistance de la neige sur le sol de 1984 à 2010, comparée à l'année 2011.

II- TEMPERATURES

Le détail journalier des températures se trouve en annexe.

1- Températures mensuelles

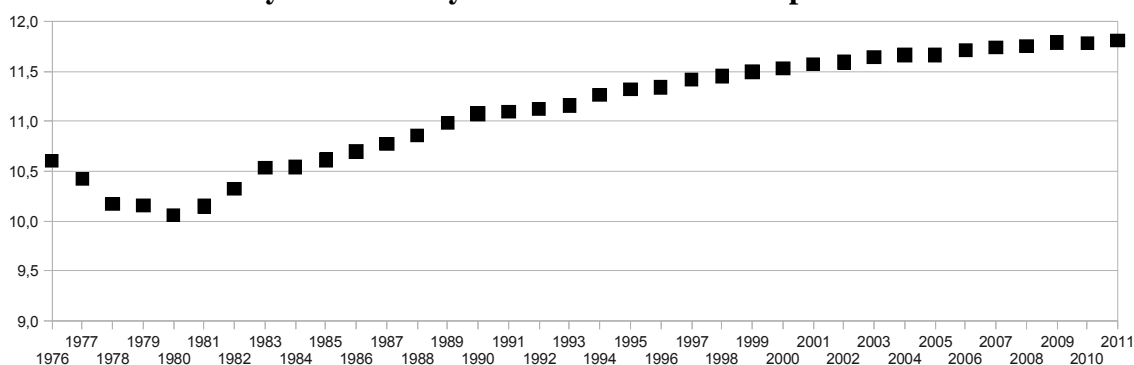
Le tableau X regroupe les données de 2011 ainsi que les moyennes qui en découlent pour les 36 dernières années.

La moyenne annuelle (13) est nettement supérieure à la moyenne des 36 ans (11,8). 9 mois sont plus chauds que la moyenne et seulement 3 sont plus froids : janvier, juin et juillet.

Tableau X: Températures minimales (m) moyennes (m+M/2), moyenne station (Moyenne : calculée par la station automatique à partir des données relevées toutes les six minutes), et maximales (M) pour l'année 2011. Moyennes pour les 36 dernières années de 1976 à 2011.

mois	m .2011	m . 36 ans	Moyenne	m+M/2 2011	m+M/2 36 ans	M.2011	M. 36 ans	amplitude
janvier	1,7	1,9	4,3	4,8	5	7,9	8,1	6,2
février	3,0	2,3	6,7	6,7	5,5	10,4	8,8	7,4
mars	4,7	4,1	7,4	8,1	7,7	11,4	11	6,7
avril	8,9	6	12,6	13,3	9,7	17,8	13,4	8,9
mai	10,6	9,2	15,2	15,7	13,3	20,7	17,4	10,1
juin	12,3	12,8	16,1	16,7	17,1	21,1	21,4	8,8
juillet	14,1	15,3	17,9	18,5	20,1	22,9	24,8	8,8
août	15,8	15,2	20,5	21,3	19,9	26,7	24,7	10,9
septem.	13,8	12,5	17,9	18,8	16,7	23,9	20,9	10,1
octobre	10,3	9,4	13,8	14,3	12,9	18,2	16,2	7,9
novem.	8,4	5,2	10,5	10,7	8,2	13,0	11,4	4,6
décem.	3,9	2,8	7	7,5	5,7	11,0	8,9	7,1
année	9,0	8,1	12,5	13,0	11,8	17,1	15,6	

Évolution de la moyenne des moyennes annuelles des températures.



La figure 8 montre les variations des moyennes mensuelles 2011 par rapport aux moyennes des 36 années. La figure montre les écarts à la moyenne cette année pour 9 mois sur 12. C'est la moyenne la plus élevée des minima, des maxima et de la moyenne

pour avril depuis 1976. C'est également la moyenne la plus élevée des maxima pour mai et septembre depuis 1976.

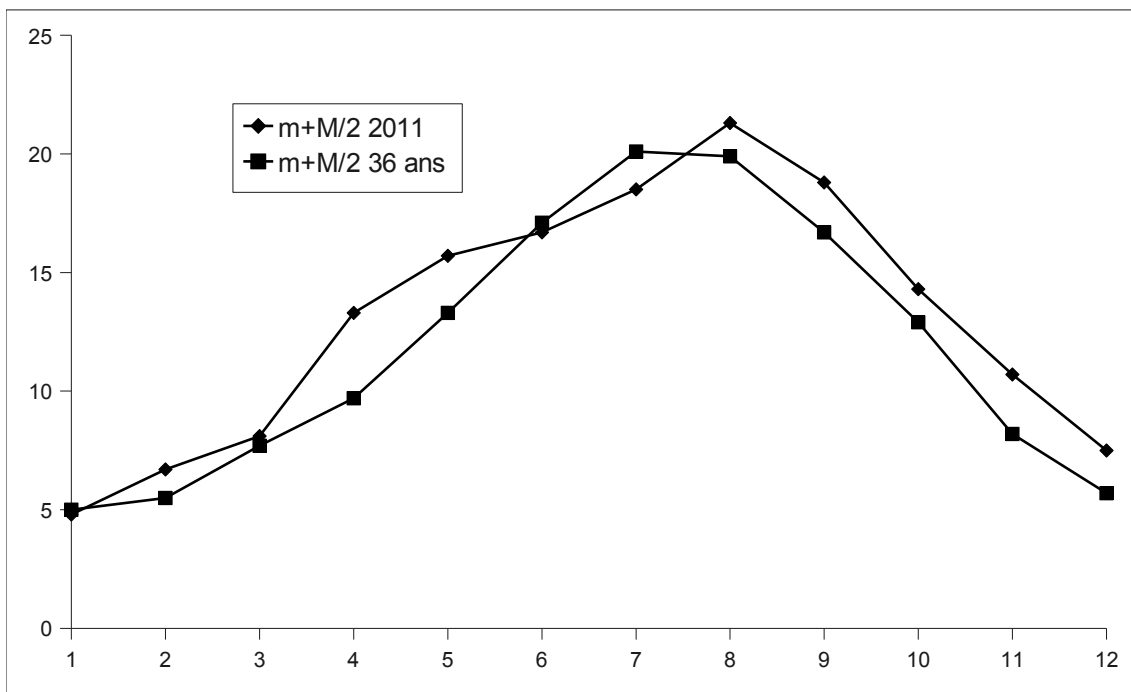


Figure 8 : Températures moyennes, $(m+M)/2$ mensuelles 2011 et 1976-2011 (36 ans).

La figure 9 présente deux méthodes de calcul permettant d'appréhender la moyenne. La première $((M+m)/2)$ correspond à la moyenne des moyennes des maxima et minima que nous utilisons classiquement. La seconde (Moyenne Station) consiste en la moyenne calculée par la station automatique à partir des données relevées toutes les six minutes. On constate que cette dernière est légèrement inférieure. L'amplitude intervient de façon moins prononcée et de ce fait, cette moyenne s'approche plus de la moyenne réelle des températures.

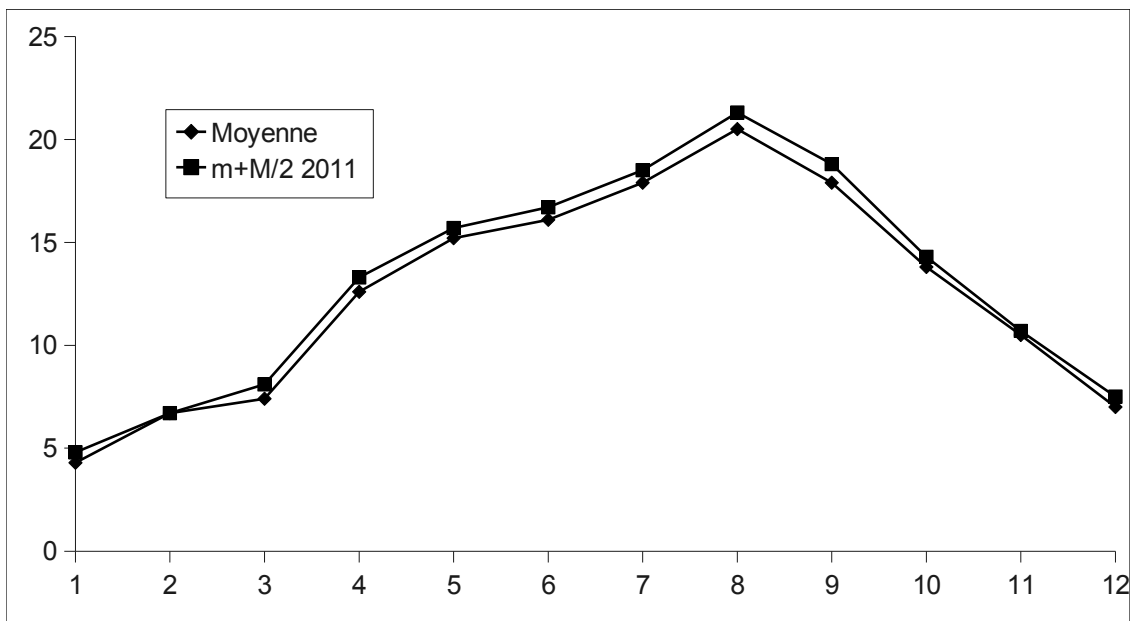


Figure 9 : Comparaison des différentes moyennes mensuelles pour l'année 2011.

2- Températures extrêmes

Les températures extrêmes sont représentées sur la figure 10.

Durant l'année 2011, la température la plus basse a été enregistrée le 23 janvier avec $-4,8^{\circ}\text{C}$.

Janvier est le mois le plus froid.

La température la plus élevée a été celle du 20 août avec $32,6^{\circ}\text{C}$.

Août est le mois le plus chaud.

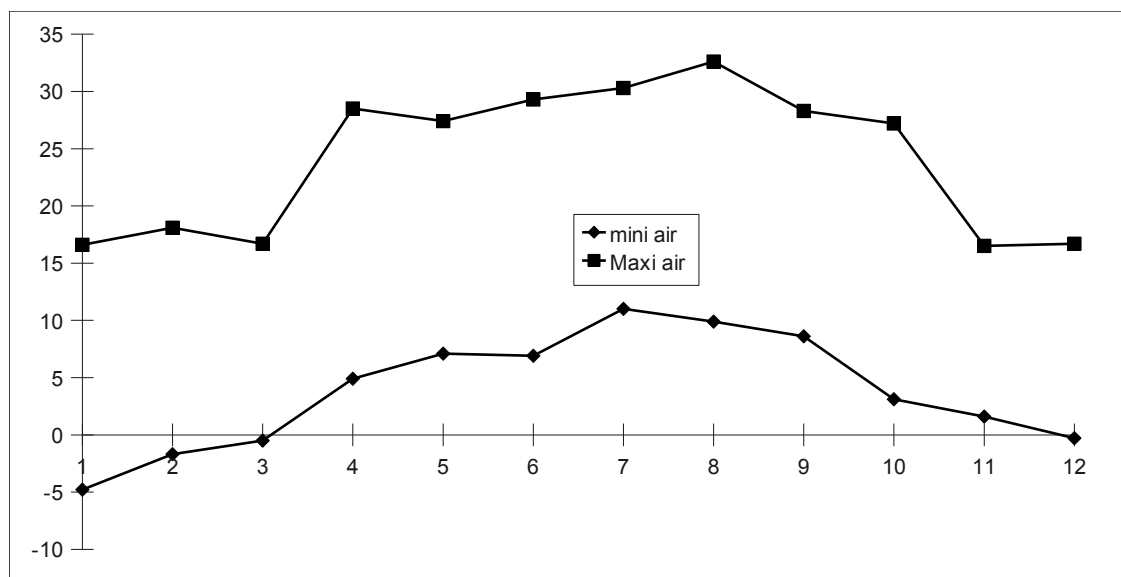


Figure 10 : températures extrêmes mensuelles, minimales (m absolu) et maximales (M absolu) sous abri, Massane, 2011.

2-1 Records successifs enregistrés depuis 1977 pour chaque mois.

Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1977			-6,0	-3,5				5				
1978						3	5		3,8		-7	
1979					-0,3						23	
1980										-0,5		-9
1982	18						36,5					
1983	18											21,5
1985	-13											
1985	18											
1986		-9,8				31,1						
1987								33,4				
1988									31,5			
1990			24,2									
1997					28,5							
1998		21,9										
1999				23,8								
2001			24,9		30,3	33,2						
2002				24,9								
2003	22,6					35,2		37,3				
2005			-7,1	27,7								
2006									31,6			
2009										27,6		
2010			-7,7									
2011				28,5								

Tableau XI : Records de températures extrêmes enregistrées depuis 1976 pour chaque mois.

Un record battu en 2011, le 08 avril avec 28,5°C, le précédent record de 27,7°C ayant été atteint pour le mois d'avril 2005.

Tableau XII: Nombre de jours froids ($t^{\circ} \leq 0^{\circ}$), très froids ($t^{\circ} \leq -5^{\circ}$) et sans dégel en 2011; moyennes et pourcentages 1976-2011. Les pourcentages tiennent compte du nombre réel d'observations (cf. synthèse 1984, tabl.IX).

2011	I	II	III	IV	V	X	XI	XII	année
jours froids	11	2	1	0	0	0	0	3	17
j.très froids	0	0	0	0	0	0	0	0	0
j.sans dégel	2	0	0	0	0	0	0	0	2
1976-2011									
j. f.	327	240	133	48	2	5	106	271	1132
j.t.f.	43	29	7	0	0	0	11	20	110
j.s.d.	51	36	8	1	0	0	11	26	133
1976-2011									
moyen.j.f.	9,3	6,9	3,8	1,4	0,1	0,1	3,0	7,7	32,3
moyen.j.t.f.	1,2	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	3,1
moyen.j.s.d.	1,5	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	3,8
1976-2011									
% j.f.	29,8	23,3	11,9	4,5	0,2	0,4	10,0	24,3	13,0
%j.t.f.	3,9	2,8	0,6	0,0	0,0	0,0	1,0	1,8	1,3
%j.s.d.	4,6	3,5	0,7	0,1	0,0	0,0	1,0	2,3	1,5

Le tableau XII nous montre que le nombre de jours froids (17) est largement au dessous de celui de la moyenne de ces 36 dernières années (32,3). Il n'y a pas eu de jours très froids cette année, et seulement 2 jours sans dégel en janvier.

En ce qui concerne les températures élevées (tableau XIII), l'année 2011 avec 63 jours chauds, se situe bien au-dessus de la moyenne (44), en revanche il n'y a eu que 5 journées très chaudes cette année (1 en juillet et 4 en août).

Tableau XIII : Nombre de jours chauds ($T^{\circ} \geq 25^{\circ}$) et très chauds ($T^{\circ} \geq 30^{\circ}$) en 2011; moyennes et pourcentages 1976-2011. Les pourcentages tiennent compte du nombre réel d'observations (cf. synthèse 1984, tabl.IX).

2011	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	année
jours chauds	2	3	8	11	24	13	4	63
j.très chauds	0	0	0	1	4	0	0	5
1976-2011								
j.chauds	6	45	257	566	500	154	18	1540
j.très chauds	0	3	20	111	112	5	0	251
1976-2011								
moyen. j.c.	0,2	1,3	7,3	16,2	14,3	4,4	0,5	44,0
moyen. j. t.c.	0,0	0,1	0,6	3,2	3,2	0,1	0,0	7,2
1976-2011								
% j. c.	2,9	4,0	23,8	51,3	46,3	14,2	1,6	23,5
% j. t. c.	0,0	0,3	1,9	10,1	10,4	0,5	0,0	3,8

La figure 11 montre l'amplitude entre les moyennes minimales et maximales pour chaque mois. L'amplitude maximale est observée aux mois d'août avec 10,9°C et la minimale aux mois de novembre avec 4,6°C.

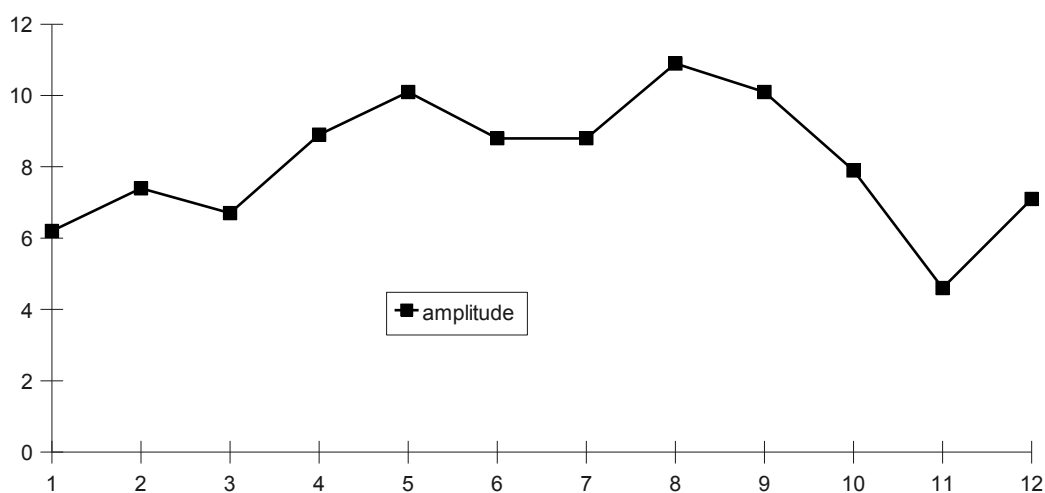


Figure 11 : Amplitude entre les moyennes minimales et maximales mensuelles des températures sous abri à la Massane en 2011.

3- Températures dans le sol

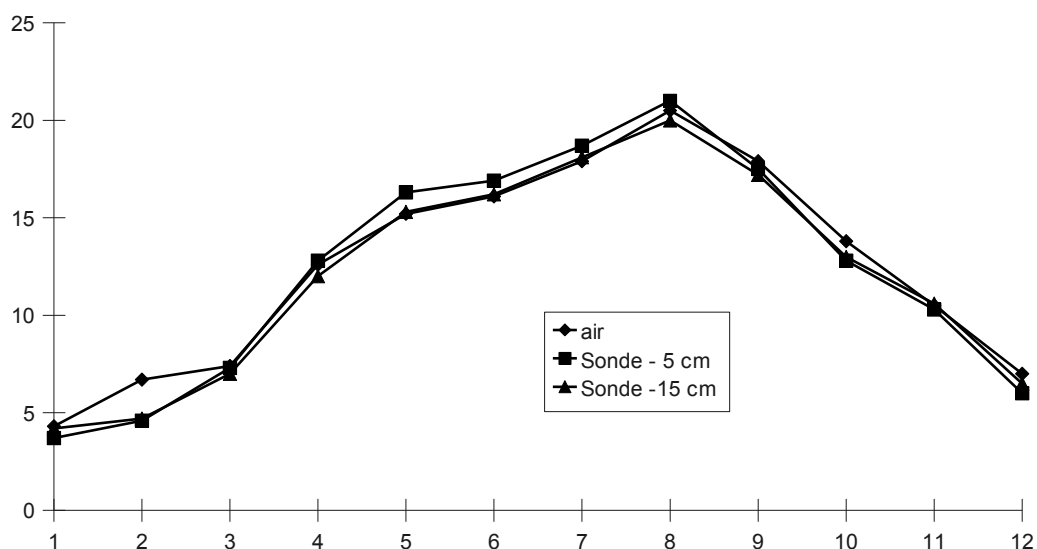


Figure 12 : Moyennes mensuelles des températures moyennes sous abri, dans le sol à -5cm et à -15cm. Massane, 2011.

La figure 12 nous montre que les moyennes mensuelles présentent des courbes de profils analogues. Les moyennes à -5 cm sont supérieures de mars à septembre le sol emmagasinant la chaleur et se refroidissant plus lentement que l'air. A -15 cm elles restent inférieures du fait de cette inertie du sol. Habituellement, octobre et mai correspondent au point d'inflexion au delà duquel la tendance s'inverse, ce qui n'est pas le cas cette année, avec un point d'inflexion plus précoce dès mars.

La station automatique *Pulsonic* ne nous permet pas pour des raisons de conformité de l'appareil, d'enregistrer les températures extrêmes minimales et maximales relevées pour la sonde dans le sol à -15cm. Nous ne pouvons donc plus faire cette comparaison que nous faisons les années précédentes, et qui apportait des informations précieuses dans le suivi de la faune du sol. Nous pouvons cependant penser que la tendance observée à -5 cm (figure 12) est encore plus marquée à -15 cm.

La figure 13 montre le rôle tampon que joue le sol, vis à vis de la température. Les minima absolus enregistrés dans l'air sont inférieurs à ceux du sol à -5 cm. Les maxima absolus y sont à l'inverse supérieurs en général.

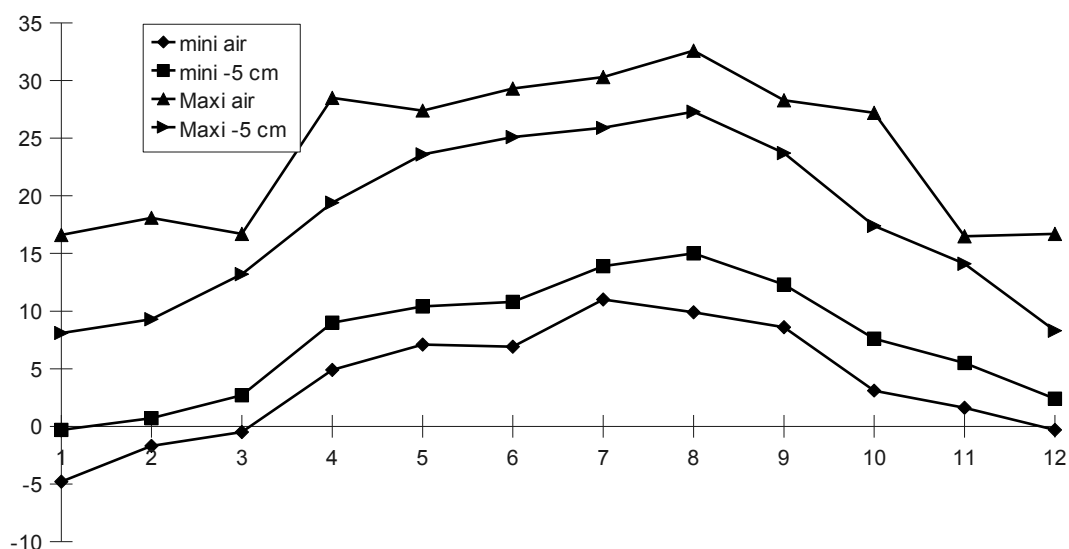


Figure 13 : Températures extrêmes mensuelles minimales et maximales sous abri et dans le sol à -5cm. Massane 2011.

III-HYGROMETRIE

Les données que nous présentons sont maintenant enregistrées à partir de l'hygromètre de la station automatique.

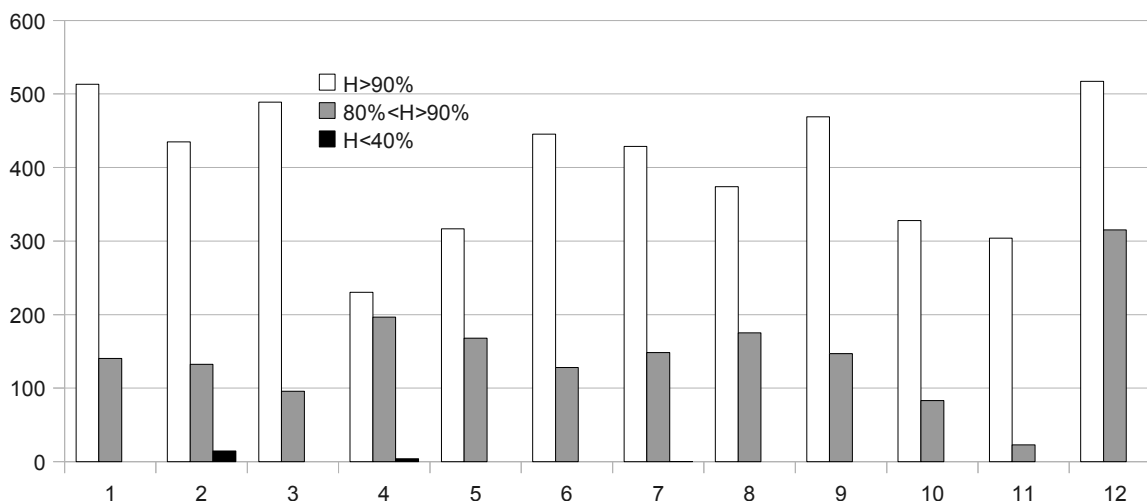


Figure 14 : Comparaison du nombre d'heures par mois où l'hygrométrie est supérieure à 90%, comprise entre 80 et 90%, et inférieure à 40%, en 2011.

On constate sur la figure 14, que c'est le mois de décembre qui a l'hygrométrie la plus élevée pour les valeurs supérieures à 90% et c'est pourtant mars et novembre qui ont recueilli le plus d'eau.

Mars qui est le mois où l'hygrométrie est à des taux les plus faibles habituellement fait exception cette année du fait des fortes chutes d'eau.

On remarque que globalement il y a peu d'heures très sèches (<40%).

L'interprétation de ces résultats reste difficile, et traduit sans doute la résultante de mécanismes complexes.

IV - RAYONNEMENT

On constate sur la figure 15 que la courbe transcrit le phénomène des saisons et de la course du soleil. Pour l'année 2011, le rayonnement global enregistré est de 354052 J/cm². Le maximum est réalisé en mai, ce qui est exceptionnel avec 52067 J/cm² et le minimum en décembre avec 7525 J/cm². La courbe traduit bien le relatif mauvais temps de juin et juillet et des basses températures enregistrées pour ces 2 mois.

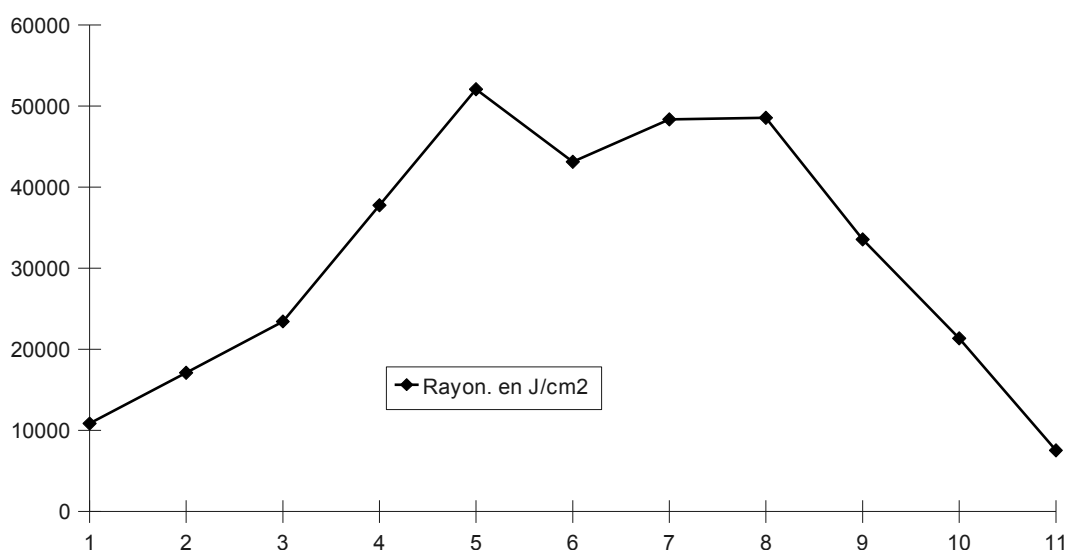


Figure 15 : Rayonnement global total mensuel en J/cm² en 2011.

Dans le tableau XV, nous présentons les données obtenues depuis juin 1996 pour ce paramètre. 3 records mensuels de rayonnement minimal enregistrés en mars, en juillet et en novembre directement corellés à la forte pluviométrie de ces mois.

Année\ mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
1996						56971	63178	44951	35087	21428	12172	7144	240931
1997	8406	19776	40986	45855	51860	42959	60680	50659	39327	22013	10813	3660*	396994
1998	10098	20538	32847	37872	54652	60092	69931	55659	34246	23036	13336	9603	421910
1999	11162	18135	30766	39772	46738	57873	62408	49068	34825	22953	13607	6453*	393760
2000	13075	19229	32491	40132	47480	53976	60935	54046	35003	18883	11600	9364	396214
2001	9721	20318	30643	44044	52764	66402	58590	54133	37282	22743	12606	10940	420186
2002	12789	17247	31749	38770	49596	59291	55042		32608	21409	13023	8871	340395
2003	13251	13897	33082	43578	57302	62808	64594	55033	32092	17766	11708	8661	413772
2004	11224	18491	27462	38405	54625	59180	63355	48954	35322	24200	14293	8814	404325
2005	13063	17187	33934	42141	54239	62207	63383	53737	34395	18688	11222	10774	414970
2006	9945	18447	27135	44985	56895	62761	62778	48182	31899	20123	12892	10685	406727
2007	13222	15815	28186	41238	48884	52904	63300	45835	36996	22573	15464	10091	394508
2008	12848	16858	29652	41921	42140	58012	59256	50988	34086	21872	11968	8424*	388025
2009	10941	19270	32117	30544	52248	49252	55375	53418	35133	24017	12923	10417	385655
2010	10858	15400	27934	41736	45724	50085	59702	50805	33904	19192	12260	9594	377194
2011	10845	17116	23443	37775	52067	43124	48366	48559	33552	21350	7525	10330	354052

Tableau XV : Rayonnement global en J/cm2 de juin 1996 à 2011

* données incomplètes pour décembre 1997, 1999, 2002, et 2008.

VI - RESUME DU CLIMAT DE L'ANNEE 2011

Avec 1709,2 mm, l'année 2011 présente une pluviosité très supérieure à la moyenne mais avec tout de même 5 mois déficitaires. Deux mois sont responsables de cette forte pluviosité : mars et novembre. C'est l'année au 5^{ème} rang de la pluviosité enregistrée à la Massane depuis 1960.

La moyenne annuelle des températures (13°C) est nettement supérieure à la moyenne des 36 ans (11,8°C). C'est la moyenne la plus élevée des minima, des maxima et de la moyenne pour avril depuis 1976. C'est également la moyenne la plus élevée des maxima pour mai et septembre depuis 1976. 9 mois sont plus chauds que la moyenne et seulement 3 sont plus froids : janvier, juin et juillet.

Durant l'année 2011, la température la plus basse a été enregistrée le 23 janvier avec - 4,8°C.

Janvier a été le mois le plus froid.

La température la plus élevée a été celle du 20 août avec 32,6°C.

Août est le mois le plus chaud.

Seulement 6 jours de chute de neige en 2011, en janvier et mars.

Le rayonnement global enregistré est de 354052 J/cm². Le maximum est réalisé en mai, ce qui est exceptionnel avec 52067 J/cm² et le minimum en décembre avec 7525 J/cm². 3 records mensuels de rayonnement minimal enregistrés en mars, en juillet et en novembre directement corollés à la forte pluviométrie de ces mois.

2011 est marquée par une pluviosité élevée (1709,2 mm) dont 1 événement majeur fin novembre qui a entraîné de gros dégâts sur le massif de l'Albera et qui a conduit au classement de plusieurs communes en victimes de catastrophe naturelle. Cette année est également caractérisée par une température moyenne élevée de 13°C.

ANNEXES

TABLEAUX MENSUELS DES TEMPERATURES DE L'AIR, DU SOL, à -5 cm, à -15 cm, RAYONNEMENT, HYGROMETRIE, PRECIPITATIONS

T°mini : température minimale relevée depuis le jour J-1 à 18h jusqu'au jour J à 18h.

T°maxi : température maximale relevée depuis le jour J à 6h jusqu'au jour J+1 à 6h.

T°moy : entre 0 et 24h, moyenne de toutes les mesures sur 24h (toutes les 6mn) (T° moy -5, T° moy -15 : idem)

Ray. : cumul du rayonnement solaire entre 0 et 24h.

Pluie : hauteur de précipitation relevée depuis le jour à 6h jusqu'au jour J+1 à 6h.

Pluie max : précipitation maximale relevée pendant 6 min et calculée par intervalle glissant de 1 minute.

Hy : Hygrométrie

Heure : en temps universel TU (GMT)

** chute de neige

* persistance de la neige au sol

Janvier	t°mini	t°maxi	t°moy	T-5_mini	T-5_maxi	T-15_moy	Ray. total	Cum. pluie	Pluie_maxi	Heure	Hum. mini	Heure	Hum. maxi	Heure	Hum. moy	Hy>90%	80%>H<90%	Hy<40%
10111	4,8	6,5	5,7	5	6,1	5,4	138	0	0	601	94	2228	100	1	99	2400	0	0
20111	1,9	7,6	4,2	4	4,6	4,9	371	0	0	601	88	1127	100	1	98	2215	145	0
30111	-2,1	3,2	-0,1	2,2	2,9	3,8	439	0	0	601	89	1300	100	1	98	2304	56	0
40111	-2,8	5,8	0,6	1,6	2,6	3	383	0	0	601	93	1215	100	1	99	2400	0	0
50111	-0,2	7	3,8	1,8	4,4	3,4	189	0,2	0,2	1916	100	1	100	1	100	2400	0	0
60111	4	12,9	6	3,9	5,8	4,6	275	0,2	0,2	649	100	1	100	1	100	2400	0	0
70111	5,4	16,6	12,8	5,2	8,1	5,9	397	0	0	601	77	2252	100	1	89	1039	1125	0
80111	3,8	13,4	8,9	4,8	6,7	6,1	382	0	0	601	64	2156	100	207	92	1736	149	0
90111	4,5	13,9	7,8	6,1	7,3	6,3	189	1,4	0,2	1451	67	636	100	725	91	1648	219	0
100111	1,6	9,3	4,1	4,4	5,6	5,5	424	0,2	0,2	543	88	1129	100	708	95	2123	222	0
110111	1,2	11,8	7,1	3,1	6,2	5	238	0,8	0,2	904	80	1145	100	1	93	1523	837	0
120111	6	11,5	8,8	4,7	7,1	5,8	370	0	0	601	72	1021	100	1415	94	2001	227	0
130111	9,6	12,9	9,6	6,8	7,6	6,7	429	0	0	601	86	1328	100	1	97	2135	223	0
140111	4,8	16,4	9,7	4,3	6,3	5,9	443	0	0	601	72	1203	100	1	87	926	942	0
150111	6,2	14,8	8,8	5,2	6,5	5,9	448	0	0	601	75	2357	100	1	91	1358	913	0
160111	4,9	9	6,8	3,8	6,7	5,6	342	0	0	601	73	8	100	335	97	2134	57	0
170111	4,3	10	5,9	6	7,1	6,3	209	0	0	601	89	2257	100	1	99	2342	18	0
180111	4	13,2	9,7	4,9	6,4	5,8	449	0	0	601	69	1345	97	1	84	201	1715	0
190111	5,7	9,8	7	5,2	6,8	6	422	0	0	601	84	1432	98	659	89	839	1521	0
200111	1	5,8	2,4	3,1	3,8	4,9	471	0	0	601	53	1124	89	1	72	0	816	0
210111	-2,9	-0,7	-2	1,6	2	3,4	457	0	0	601	80	1200	96	652	89	1229	1131	0
220111	-4,7	-2,4	-3,7	0,7	1	2,3	459	0	0	601	72	2219	96	244	87	1100	856	0
230111	-4,8	1,7	-2,5	-0,1	0,1	1,5	472	0	0	601	65	1244	97	2333	79	248	1107	0
240111	-4,5	3,6	-0,3	-0,3	-0,1	1,1	498	0	0	601	59	1529	96	1	74	150	525	0
250111	-0,6	5	0,8	-0,1	0	1,1	503	0	0	601	67	125	100	2001	79	624	158	0
260111	-2	4,7	0,8	-0,1	0,2	1,1	471	0	0	601	86	1206	100	1617	95	2051	309	0
270111	0	6,1	3,1	0	1,8	1,2	136	11,4	1,4	1746	99	645	100	1	99	2400	0	0
280111**	2,5	5,3	4	0,3	4,1	2,6	246	56	2,2	2135	100	1	100	1	100	2400	0	0
290111**	0,3	4,2	1,9	2,5	3,5	3,3	90	24,6	1,2	914	100	1	100	1	100	2400	0	0
300111**	0,4	1,8	0,8	2,3	3	2,9	154	11,6	0,2	1202	100	1	100	1	100	2400	0	0
310111**	-0,2	3	1,1	1,6	2,2	2,4	351	5,6	0,4	1234	85	2336	100	1	97	2055	305	0
Total							10845	112								513,2	140,3	0
Moy.	1,7	7,9	4,3	3,0	4,4	4,2	349,8	n.j.pluie										
m+M/2	4,8			3,7				10										

** chute de neige

Mars	t°mini	t°maxi	t°moy	T-5_min	T-5_maxi	T-15_moy	Ray_tota	Cum_pluie	Pluie_maxi	Heure	Hum_min	Heure	Hum_maxi	Heure	Hum_moy	Hy>90%	80%>H<90%	Hy<40%
10311	1,6	5,2	2,7	2,8	4,9	4,4	998	0	0	601	75	1254	100	48	88	1104	825	0
20311**	1,7	5,3	2,6	3,3	5,6	4,5	664	0	0	601	87	644	100	1	95	1947	413	0
30311**	-0,5	6	2	2,8	5	4,3	515	2,8	0,6	522	75	1214	100	1	93	1624	600	0
40311	2,6	4,2	3,4	3,3	4,4	4,3	109	14,6	0,8	921	100	1	100	1	100	2400	0	0
50311	1	13	6,8	2,9	7,1	4,6	1017	0	0	601	64	1445	100	1	85	1147	23	0
60311	4,6	12,9	7,4	3,7	6,9	5	672	0	0	601	69	1000	100	1828	83	637	455	0
70311	1,9	12,8	6,7	2,7	7,7	5	1052	3,4	0,6	2259	75	1202	100	1	94	1716	506	0
80311	4,2	5,1	4,5	5,4	5,9	5,7	163	0,8	0,2	1510	100	1	100	1	100	2400	0	0
90311	2,1	8,4	5	4	6,9	5,5	475	0,2	0,2	556	96	1040	100	1	99	2400	0	0
100311	3,1	15	8,2	3,4	8,9	5,6	1090	0	0,2	601	78	1134	100	1	94	1635	644	0
110311	4	12,4	6,8	4,1	9	6,1	998	1	0,2	413	90	1231	100	1	99	2345	14	0
120311	5,3	9,3	7,5	6,4	8,2	6,8	55	121,8	1,8	1822	100	1	100	1	100	2400	0	0
130311	7,3	13,8	9	7,3	9,4	7,8	562	11	1	1618	90	1128	100	1	99	2352	8	0
140311	7,4	10,2	8,5	7,3	8,9	7,8	128	121	6,2	2204	100	1	100	1	100	2400	0	0
150311	8,1	9,4	9	8,3	9	8,7	34	78,4	3,6	2100	///	///	///	///	///	///	///	///
160311	6,2	9,2	7,2	7,9	8,6	8,3	171	21,6	1,4	1202	///	///	///	///	///	///	///	///
170311	6,8	11,1	8,8	7,6	8,3	8	428	0	0	601	///	///	///	///	///	///	///	///
180311	5,4	12,8	8,4	6,2	9,6	7,6	1249	0	0	601	70	1424	100	132	91	1722	313	0
190311	7,3	12,4	9,3	7,1	10,2	8,1	1299	0	0	601	69	1548	100	344	89	1502	344	0
200311	6	12,4	8,1	6,6	10,8	8,1	1115	0	0	601	72	1522	100	139	91	1644	251	0
210311	2,2	10,7	6,4	5,5	8,8	7,5	566	0	0	601	87	913	100	143	97	2205	145	0
220311	3,5	10,2	6	5,1	9,1	7,1	768	0	0	601	84	1212	100	1	96	1906	454	0
230311	0,6	13,7	6,5	4,2	9,7	6,9	1096	0	0	601	65	1633	100	1	88	1239	227	0
240311	5,1	13,7	8,7	4,5	10,7	7	1359	0	0	601	68	1419	98	2001	78	148	822	0
250311	6,4	14,4	8,5	5,9	11,4	7,8	1261	0	0	601	71	132	100	735	90	1321	547	0
260311	5,1	16,7	10,3	7,3	13,2	8,8	1193	0	0	601	88	1404	100	1	98	2157	156	0
270311	7,6	16,3	9,8	8,6	11,9	9,3	667	21	3,8	1858	86	941	100	1	98	2207	151	0
280311	6,4	13,6	9,4	7,5	10,4	8,8	837	0	0	601	82	1234	100	1	95	1744	559	0
290311	6,9	13,1	9,7	7,8	10,7	8,8	840	0	0	601	81	1303	100	33	92	1247	1058	0
300311	6,6	14,5	9,6	8	12,6	9,3	1348	4,4	0,4	1854	71	1416	100	1	92	1542	508	0
310311	8,4	16,5	12,3	9,3	12,2	9,8	714	1	0,6	647	88	1329	100	1	99	2312	43	0
Total							23443	403								488,8	95,8	0
Moy.	4,7	11,4	7,4	5,7	8,9	7,0	756,2	n.j.pluie										
m+M/2	8,1			7,3				14										

**chute de neige

