

MÉTÉOROLOGIE

WEATHER

Campagne 2010

PAR

Philippe QUETIN

STATION D'HYDROBIOLOGIE LACUSTRE (INRA-UMR/CARRTEL), BP 511, FR - 74203 THONON-LES-BAINS Cedex

RÉSUMÉ

Ce rapport prend en compte les données des quatre stations météorologiques de Genève-Cointrin, Changins, Pully et Thonon-INRA. Les paramètres climatiques examinés sont la température de l'air, la pluviométrie, l'insolation, le rayonnement global et le vent.

La température moyenne annuelle inter-stations en 2010 de 10.3°C est la plus faible depuis 1996. L'année 2010 peut être considérée comme une année moyennement froide avec un mois de juillet chaud.

L'année 2010 a une moyenne inter-stations des précipitations de 815.5 mm, ce qui classe le total annuel au 29^e rang de la chronologie 1980-2010. L'année 2010 présente un déficit de 20% par rapport à la normale 1980-2009.

Concernant l'insolation, l'année 2010 a une moyenne inter-stations de 1'817 h. L'année 2010 est au 18^e rang de la période 1980-2010. Les remarques faites sur l'insolation sont également valables pour le rayonnement global dont la moyenne inter-stations pour l'année 2010 est de 12.5 MJ·m⁻²·d⁻¹. L'année 2010 est moyennement venteuse.

ABSTRACT

This report is based on data from the four meteorological stations at Genève-Cointrin, Changins, Pully and Thonon-INRI. The climatic parameters investigated were air temperature, rainfall, insolation, overall irradiation and wind.

The mean inter-station annual temperature in 2010 was 10.3°C, which was the lowest since 1996. The year 2010 can be considered to have been a moderately cool year, with a hot month of July.

The mean interstation rainfall for the year 2010 was 815.5 mm, and the total for the year ranks 29th for the years 1980-2010. The rainfall for the year 2010 was 20% lower than the mean?? for 1980-2009

With regard to insolation, the year 2010 had an inter-station mean total insolation of 1'817 h, and was ranked 18th during the 1980-2009 period. These comments about insolation also apply to the interstation daily solar irradiation, the mean value of which for 2010 was 12.5 MJ·m⁻²·d⁻¹. 2010 was a moderately windy year.

1. INTRODUCTION

Le réseau de mesure est constitué des stations climatiques de l'Institut suisse de Météorologie de Genève-Cointrin, Changins, Pully et du laboratoire de l'INRA de Thonon-les-Bains. Les paramètres climatiques examinés sont les mêmes que ceux analysés lors des années précédentes : la température de l'air, la pluviométrie, le rayonnement global, le vent et la Rose des vents à Changins (calculée par Météo Suisse). Comme depuis 2003, les unités du rayonnement global et de la vitesse du vent ont été conservées afin de faciliter les comparaisons avec les rapports des campagnes précédentes. Le 1^{er} octobre, le site de mesure de l'INRA de Thonon-les-Bains a été déplacé et se retrouve dans l'enclos près du port et non plus sur la jetée (comme au début des années 1990). Cela peut avoir une incidence sur les valeurs de température de l'air ainsi que sur la vitesse du vent. Conformément aux recommandations de l'Organisation Météorologique Mondiale, qui considère les moyennes sur trente ans comme étant les valeurs « Normales ». Les paramètres seront comparés à leurs moyennes inter-stations sur la période 1980-2009.

2. TEMPÉRATURE DE L'AIR

En 2010, la température moyenne annuelle inter-stations est de 10.7°C, soit un degré de moins par rapport à 2009. Changins, avec une moyenne annuelle de 9.9°C, apparaît comme la station la plus fraîche, Thonon avec 10.7°C, la plus chaude, (tableau 1.1, figure 1.1).

A part les mois d'avril, juin, juillet et novembre, les températures moyennes mensuelles des différentes stations sont inférieures à leur moyenne inter-stations sur la période 1980-2009.

Tableau 1.1 : Température moyenne mensuelle de l'air à chaque station en 2010 (°C).

Table 1.1 : Mean monthly air temperature for each station in 2010 (°C).

	Genève	Changins	Pully	Thonon	inter-stations 1980-2009
Janvier	- 0.4	- 0.4	0.2	0.9	2.1
Février	2.0	1.8	2.1	2.8	2.9
Mars	5.6	5.3	5.8	6.0	6.4
Avril	11.0	11.0	11.5	11.1	9.7
Mai	13.0	12.7	13.1	13.1	14.2
Juin	17.6	17.6	18.2	17.9	17.6
Juillet	22.1	21.8	22.2	22.3	20.0
Août	18.7	18.4	18.8	19.4	19.7
Septembre	14.4	14.6	15.2	15.5	15.8
Octobre	10.1	10.0	10.7	10.9	11.4
Novembre	6.3	6.0	6.8	6.7	5.9
Décembre	0.3	0.2	1.2	1.4	3.1
Moyenne annuelle	10.1	9.9	10.5	10.7	10.7

Avec une température annuelle de 10.7°C en inter-stations, l'année 2010 se classe au 9^e rang (le plus froid) de la période 1979-2010. C'est la première depuis 1996, où le niveau des 10.5°C de moyenne annuelle n'est pas atteint (tableau 1.2, figure 1.2).

Tableau 1.2 : Température moyenne annuelle de l'air de l'inter-stations (°C).

Table 1.2 : Mean annual air temperature at the inter-stations (°C).

Années	Température moyenne annuelle	Années	Température moyenne annuelle
1979	9.9	1995	10.9
1980	9.2	1996	10.2
1981	9.9	1997	11.1
1982	10.6	1998	11.0
1983	10.4	1999	11.0
1984	9.7	2000	11.6
1985	9.4	2001	11.0
1986	10.0	2002	11.5
1987	10.1	2003	11.7
1988	10.9	2004	11.0
1989	11.0	2005	10.6
1990	11.2	2006	11.3
1991	10.4	2007	11.4
1992	10.9	2008	10.9
1993	10.4	2009	11.3
1994	11.9	2010	10.3

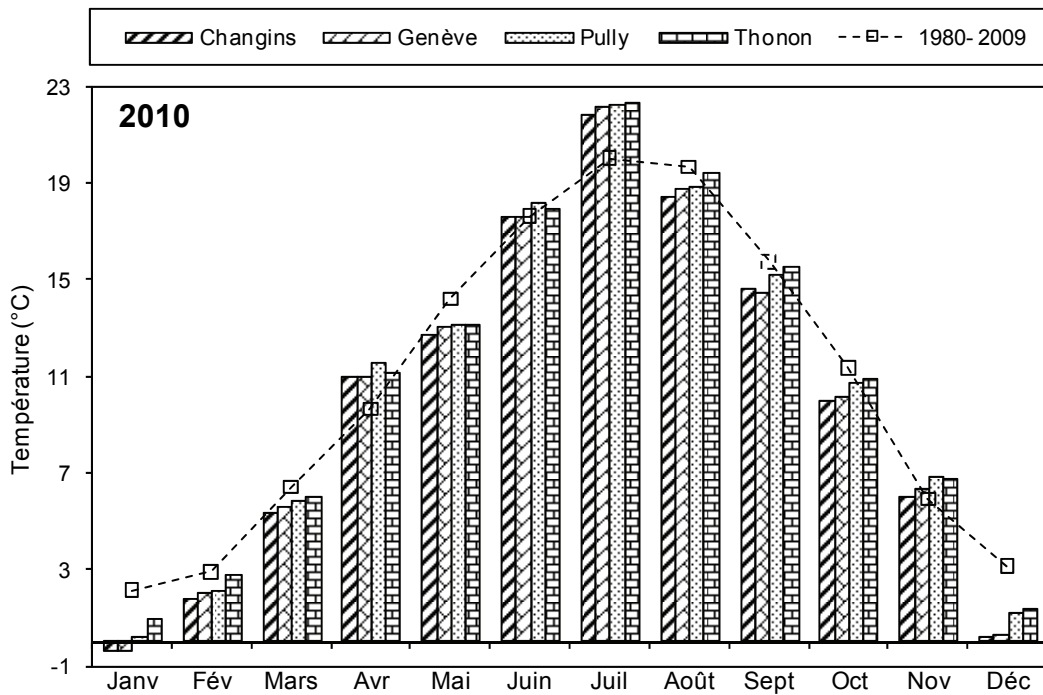


Figure 1.1 : Moyenne mensuelle de la température de l'air de chaque station en 2010 (histogramme) et celle de l'inter-stations pendant la période 1980-2009 (courbe).

Figure 1.1 : Mean monthly air temperature at each station in 2010 (histogram) and the mean inter-stations value for the period 1980-2009 (curve).

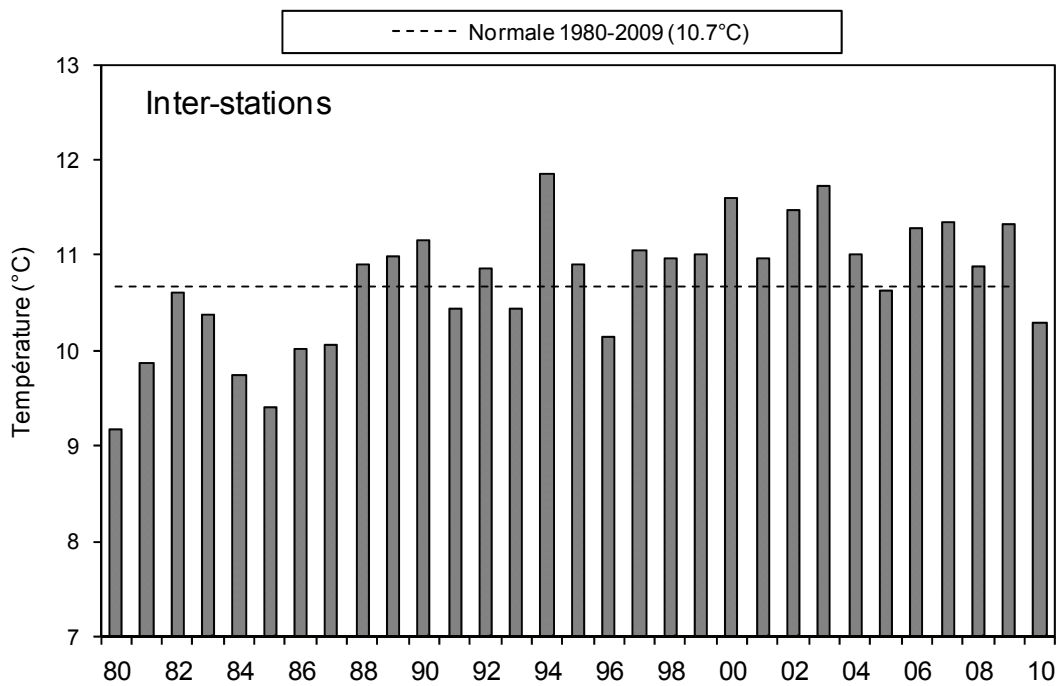


Figure 1.2 : Température moyenne annuelle de l'air pour l'inter-station.

Figure 1.2 : Mean annual air temperature for the inter-stations.

3. PLUVIOMÉTRIE

La pluviométrie de l'année 2010 sur le bassin lémanique est de 815.5 mm, très inférieure à la moyenne inter-stations (1'017 mm) relevée sur les 4 stations entre 1980 et 2009. Changins est la station la moins arrosée avec 770.9 mm. C'est la première fois depuis 1979 que Thonon possède avec 843.5 mm les précipitations les plus importantes (tableau 2.1, figure 2.1).

Sur les différentes stations, les cumuls mensuels des mois excédentaires (février, mai, août, novembre et décembre) ne suffisent pas à rétablir l'équilibre avec les cumuls des mois déficitaires. L'année 2010 accuse un déficit de 20% par rapport à la normale 1980-2009.

Tableau 2.1 : Pluviométrie mensuelle (mm) à chaque station en 2010.

Table 2.1 : Monthly rainfall (mm) at each station in 2010.

	Genève	Changins	Pully	Thonon	inter-stations 1980-2009
Janvier	47.1	40.7	43.7	41.0	75.0
Février	96.5	86.2	83.0	95.0	62.1
Mars	61.4	45.9	51.0	56.0	71.2
Avril	21.8	21.4	12.1	23.0	73.3
Mai	108.0	85.5	85.2	110.5	94.0
Juin	77.2	49.6	59.9	52.0	95.7
Juillet	13.5	28.1	40.4	38.0	84.8
Août	122.1	122.8	152.4	137.0	86.6
Septembre	36.2	29.0	36.8	41.0	98.8
Octobre	31.0	24.6	36.2	40.5	106.0
Novembre	101.8	125.0	104.9	107.0	84.3
Décembre	95.4	112.1	130.0	102.5	85.6
Total annuel	812.0	770.9	835.6	843.5	1'017.3

En inter-stations, l'année 2010 se classe au 29^e rang de la chronologie pluviométrique 1979-2010 (le 1^{er} étant 1999 avec 1'266 mm, le dernier étant 1989 avec 661 mm) (tableau 2.2, figure 2.2).

Tableau 2.2 : Pluviométrie annuelle de l'inter-stations (mm).

Table 2.2 : Annual rainfall at the inter-stations (mm).

Années	Pluviométrie total annuel	Années	Pluviométrie total annuel
1979	1'080	1995	1'195
1980	1'067	1996	973
1981	1'043	1997	1'023
1982	988	1998	925
1983	1'022	1999	1'266
1984	912	2000	1'028
1985	957	2001	1'260
1986	964	2002	1'170
1987	1'045	2003	761
1988	1'078	2004	980
1989	661	2005	772
1990	1'094	2006	1'069
1991	860	2007	1'136
1992	1'058	2008	1'048
1993	1'060	2009	850
1994	1'124	2010	816

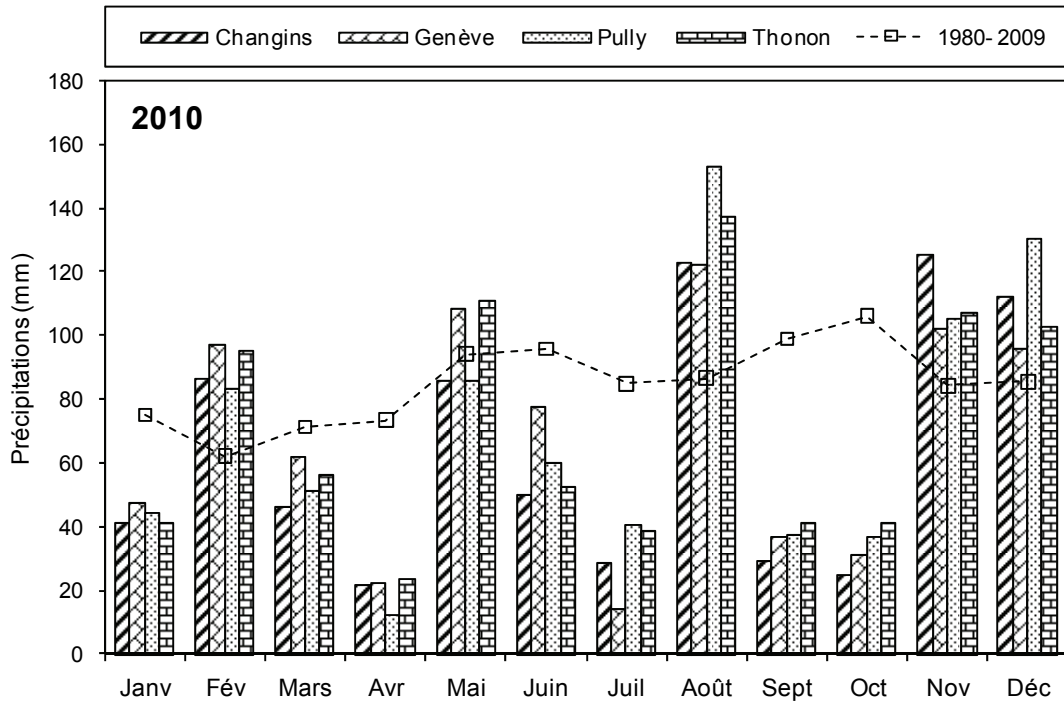


Figure 2.1 : Pluviométrie mensuelle de chaque station en 2010 (histogrammes) et de l'inter-stations pendant la période 1980-2009 (courbe).

Figure 2.1 : Monthly rainfall at each station in 2010 (histogram) and the mean inter-stations value for the period 1980-2009 (curve).

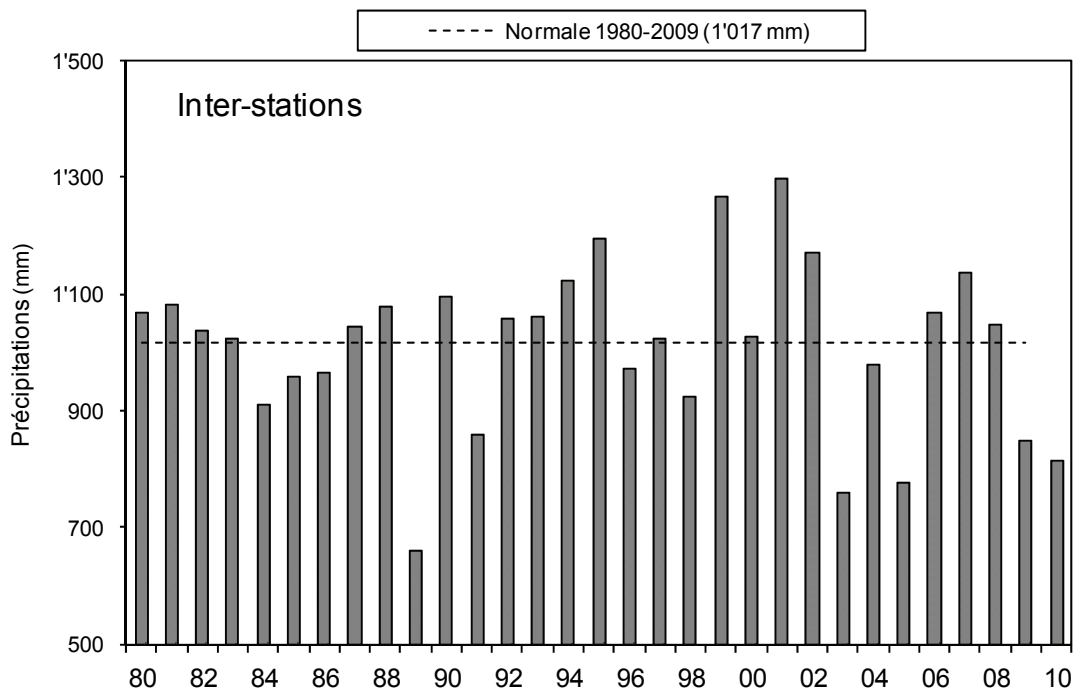


Figure 2.2 : Pluviométrie annuelle pour l'inter-stations (mm).

Figure 2.2 : Annual rainfall at Thonon (mm).

4. INSOLATION

L'insolation est, au sens météorologique, l'exposition d'un objet au rayonnement solaire direct; cette exposition est correctement révélée par la présence d'ombres portées nettement dessinées : on considère alors que la production de telles ombres est possible lorsque l'éclairement de l'objet par le Soleil a une valeur au moins égale à 120 watts par mètre carré, ce qui permet de déterminer à chaque instant s'il y a ou non insolation. On emploie couramment la locution "durée d'insolation" pour désigner la somme des intervalles de temps durant lesquels un objet fixe est soumis à insolation au cours d'une période donnée que l'on choisit, sauf indication contraire, comme égalant un jour entier, soit 24 heures à partir de minuit.

Le terme insolation est donc associé à la luminosité du disque solaire par rapport au fond de lumière diffuse du ciel. Ce critère est tout d'abord visuel plutôt qu'énergétique. Pour permettre les comparaisons des données acquises dans les différentes stations météo, l'Organisation mondiale de météorologie (OMM) a fixé depuis 1981 le seuil énergétique de l'insolation à $120 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (Guyot 1997).

L'année 2010 avec une moyenne inter-stations de 1'817 heures est une année moyennement ensoleillée (tableau 3.1, figure 3.1).

Tableau 3.1 : Insolation mensuelle à chaque station en 2010 (h).

Table 3.1 : Monthly insolation at each station in 2010 (h).

	Genève	Changins	Pully	Thonon	inter-stations 1980-2009
Janvier	46.9	52.0	65.2	40.0	61.1
Février	50.6	60.1	81.9	60.7	90.0
Mars	145.7	159.5	162.3	142.4	154.4
Avril	220.6	212.1	232.8	225.9	178.2
Mai	129.7	129.8	136.1	183.4	204.6
Juin	206.9	207.3	220.6	230.2	235.3
Juillet	304.7	287.8	271.8	310.1	257.5
Août	210.0	212.4	199.5	214.2	236.0
Septembre	202.8	215.8	204.3	209.8	183.5
Octobre	119.8	142.3	131.4	114.8	118.7
Novembre	71.6	77.8	70.2	64.6	68.4
Décembre	67.8	70.4	56.8	35.9	50.3
Total annuel	1'777.1	1'827.3	1'832.9	1'832.0	1'838.1

Sur les différentes stations, à part avril, juillet, septembre, les insolutions relevées sont globalement légèrement inférieures à la moyenne de la période 1980-2009, surtout pour le mois de mai (- 60 h par rapport à leur moyenne de 1980-2009). L'année 2010 se classe 18^e sur la période 1980-2010 (la 1^e étant 2003 avec 2'290 h, la dernière étant 1987 avec 1'442 h) (tableau 3.2, figure 3.3).

Tableau 3.2 : Insolation annuelle de l'inter-stations (h).

Table 3.2 : Annual insolation at the inter-stations (h).

Années	Insolation total annuel	Années	Insolation total annuel
		1995	1'896.5
1980	1'672.3	1996	1'769.3
1981	1'557.5	1997	1'948.4
1982	1'730.8	1998	1'981.7
1983	1'635.7	1999	1'770.1
1984	1'713.3	2000	1'998.9
1985	1'829.2	2001	1'837.6
1986	1'611.0	2002	1'828.6
1987	1'442.5	2003	2'290.5
1988	1'652.7	2004	2'000.1
1989	1'864.4	2005	2'138.4
1990	1'973.2	2006	1'992.4
1991	1'870.0	2007	2'096.7
1992	1'676.1	2008	1'961.9
1993	1'669.2	2009	2'028.4
1994	1'707.5	2010	1'817.3

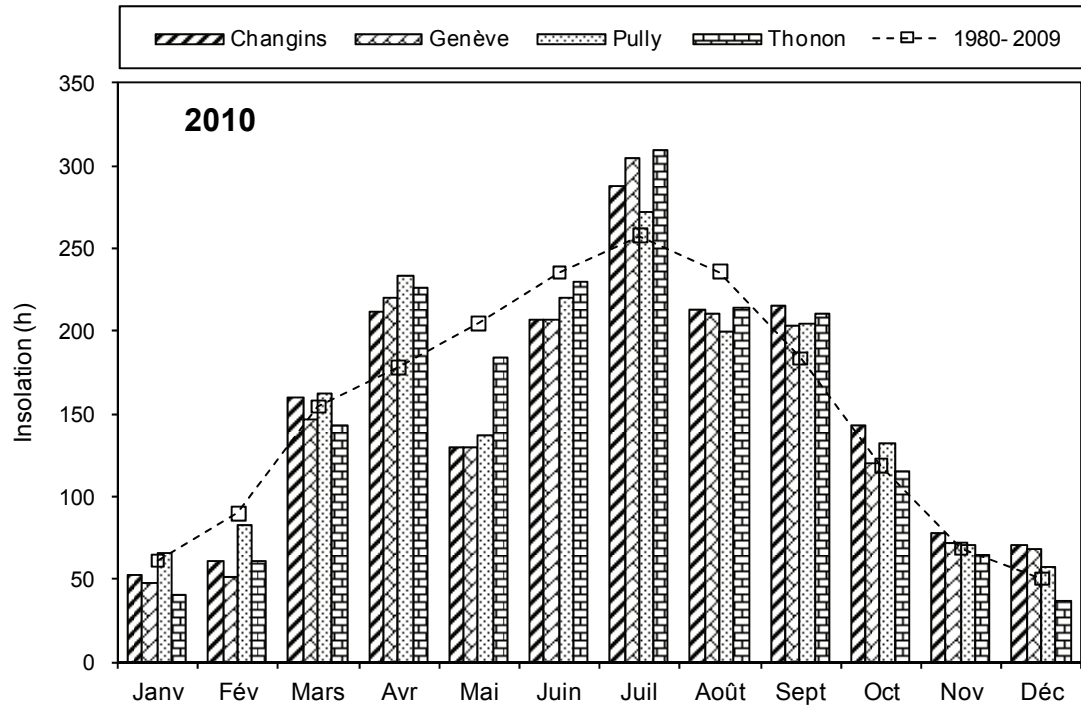


Figure 3.1 : Moyenne mensuelle de l'insolation de chaque station en 2010 (histogramme) et celle de l'inter-stations pendant la période 1980-2009 (courbe).

Figure 3.1 : Monthly insolation at each station in 2010 (histogram), and the mean inter-stations value for the period 1980-2009 (curve).

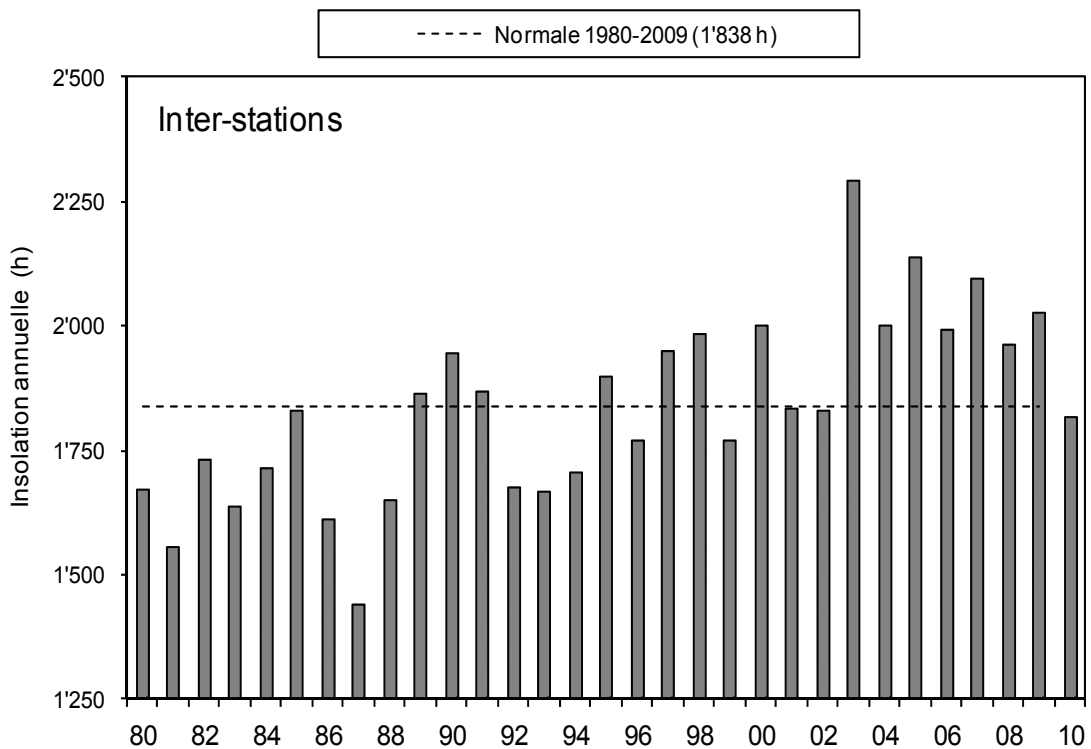


Figure 3.2 : Insolation annuelle de l'inter-stations (1980-2010).

Figure 3.2 : Annual insolation at the inter-stations (1980-2010).

5. RAYONNEMENT

Définition : Le rayonnement global est composé de l'éclairement solaire direct et de l'éclairement solaire diffus provenant du ciel. La mesure est effectuée par des pyrromètres, opérant dans le domaine spectral de 0.3 à 3 μm .

Les stations de Genève, Changins, Pully et Thonon sont équipées pour la mesure du rayonnement global (tableau 4.1, figure 4.1).

La moyenne inter-stations pour l'année 2010 est de $12.5 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$.

Tableau 4.1 : Rayonnement global mensuel à chaque station en 2010 (moyenne journalière en $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$).

Table 4.1 : Global monthly solar irradiation at each station in 2010 (mean daily irradiation in $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$).

	Genève	Changins	Pully	Thonon	inter-stations 1980-2009
Janvier	3.72	3.89	4.41	2.9	3.6
Février	6.05	6.22	7.17	5.1	6.4
Mars	11.84	11.75	11.84	10.4	11.1
Avril	18.93	18.32	19.10	17.6	15.4
Mai	17.03	16.25	16.68	16.6	18.6
Juin	21.18	20.74	21.61	20.2	21.2
Juillet	24.37	23.68	22.47	23.76	21.2
Août	18.24	17.98	17.11	17.12	18.2
Septembre	15.30	15.56	15.04	14.78	13.4
Octobre	8.38	9.33	8.90	7.58	7.8
Novembre	4.84	5.01	4.84	4.05	4.2
Décembre	3.46	3.63	3.63	2.31	2.9
Moyenne annuelle	12.8	12.7	12.7	11.9	12.0

Pour l'inter-stations en 2010, le rayonnement global annuel obtenu est de $4'574.8 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, ce qui classe l'année 2010, 7^e sur la période 1980–2010, de même ordre de grandeur que 2006 (tableau 4.2, figure 4.2).

Tableau 4.2 : Rayonnement global annuel en inter-stations ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$).

Table 4.2 : Global annual solar irradiation at the inter-stations ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$).

Années	Rayonnement global total annuel	Années	Rayonnement global total annuel
		1995	4'339
1980	4'162	1996	4'319
1981	4'263	1997	4'405
1982	4'391	1998	4'378
1983	4'239	1999	4'188
1984	4'283	2000	4'497
1985	4'485	2001	4'310
1986	4'178	2002	4'337
1987	3'956	2003	4'894
1988	4'148	2004	4'868
1989	4'325	2005	4'712
1990	4'401	2006	4'593
1991	4'415	2007	4'671
1992	4'228	2008	4'495
1993	4'126	2009	4'837
1994	4'100	2010	4'575

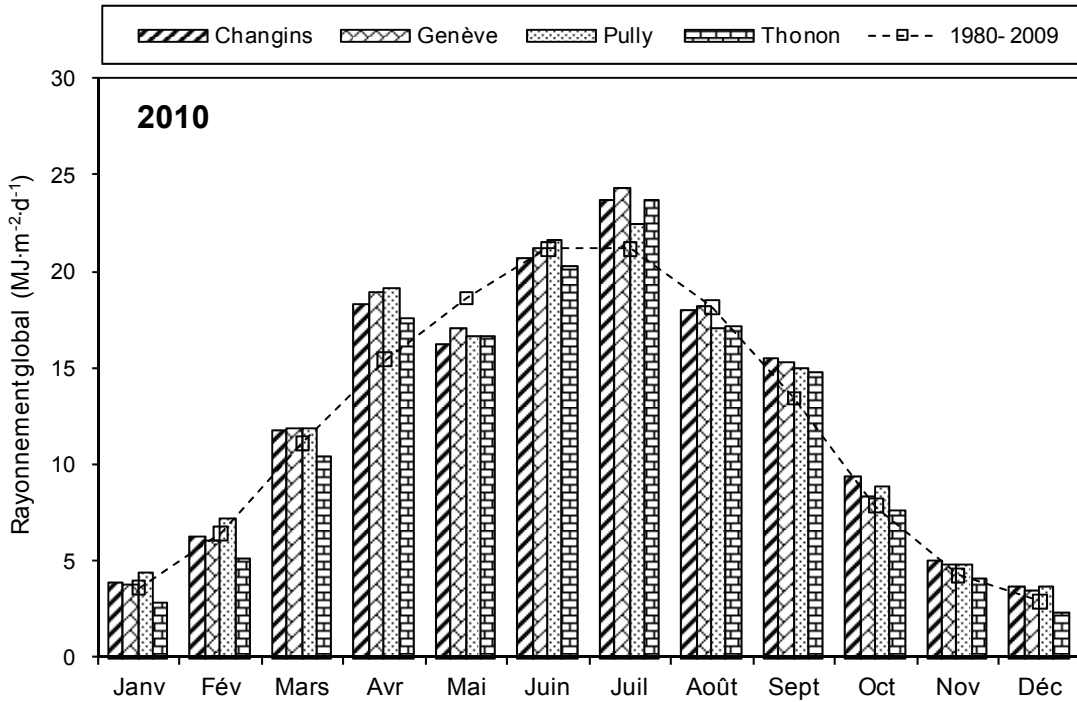


Figure 4.1 : Moyenne mensuelle du rayonnement global de chaque station en 2010 (histogrammes) et de l'inter-stations pendant la période 1980-2009 (courbe).

Figure 4.1 : Mean monthly global solar irradiation at each station in 2010 (histogram) and the mean inter-stations value for the period 1980-2009 (curve).

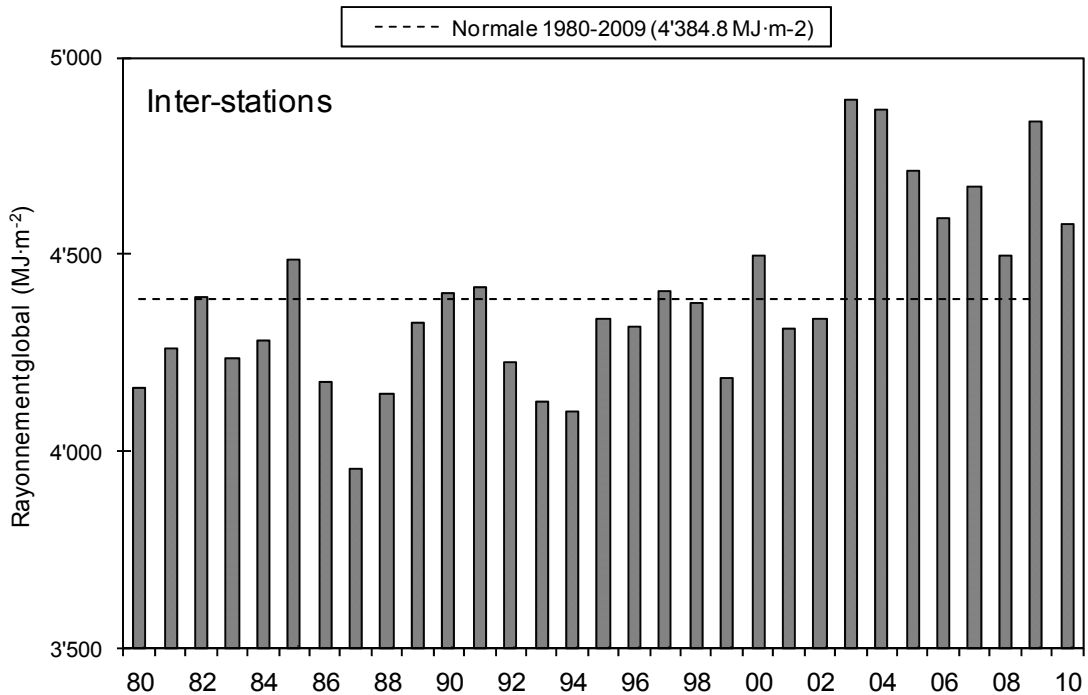


Figure 4.2 : Rayonnement global annuel de l'inter-stations.

Figure 4.2 : Global annual solar irradiation at the inter-stations.

6. VENT

6.1. Vitesse du vent

A Changins, station de référence, à part les mois de mars, mai et octobre, les vitesses moyennes du vent des autres mois de l'année 2010 sont moins élevées que la moyenne de la période 1980-2009 (tableau 5.1, figure 5.1 et tableau 5.2).

Tableau 5.1 : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent en 2010 ($m \cdot s^{-1}$)

Table 5.1 : Mean monthly wind speeds in 2010 ($m \cdot s^{-1}$).

	Genève	Changins	Pully	Thonon	Changins 1980-2009
Janvier	1.9	2.2	1.7	2.0	2.4
Février	2.5	2.8	1.7	0.3	2.8
Mars	3.6	3.6	1.9	1.0	3.3
Avril	2.8	2.8	1.7	1.6	3.3
Mai	3.0	3.0	1.7	2.3	2.8
Juin	2.5	2.8	1.7	1.9	2.8
Juillet	2.2	2.5	1.7	1.6	2.7
Août	2.2	2.5	1.4	1.7	2.6
Septembre	1.9	2.2	1.4	1.3	2.6
Octobre	2.5	2.8	1.7	2.2	2.4
Novembre	2.5	2.2	1.4	1.4	2.5
Décembre	2.5	2.2	1.7	1.7	2.6
Moyenne annuelle	2.5	2.6	1.6	1.6	2.7

Pour l'année 2010 à Changins, il a été enregistré 24 jours de vent fort ($> 5 m \cdot s^{-1}$) (figure 6.2) dont 4 jours consécutifs au mois de mars (du 7 au 10) avec le maximum de vent moyen journalier relevé pour l'année 2010 le 9 (avec $11.1 m \cdot s^{-1}$). Il y a eu de plus en 2010, 3 jours où la vitesse du vent a été enregistrée à $4.99 m \cdot s^{-1}$ (que l'on peut intégrer au nombre de jours à vent fort, car les données de vent sont fournies arrondies et en km/h).

Tableau 5.2 : Vent moyen annuel à Changins ($m \cdot s^{-1}$).

Table 5.2 : Mean annual wind speed at Changins ($m \cdot s^{-1}$).

Années	Vent moyen annuel	Années	Vent moyen annuel
1979	2.6	1995	2.9
1980	2.5	1996	2.7
1981	2.5	1997	2.5
1982	2.6	1998	3.0
1983	2.7	1999	2.9
1984	3.4	2000	2.6
1985	3.0	2001	2.8
1986	2.9	2002	2.6
1987	2.7	2003	2.3
1988	3.1	2004	2.4
1989	3.0	2005	2.2
1990	3.1	2006	2.4
1991	3.2	2007	2.7
1992	2.8	2008	2.5
1993	2.9	2009	2.6
1994	2.7	2010	2.6

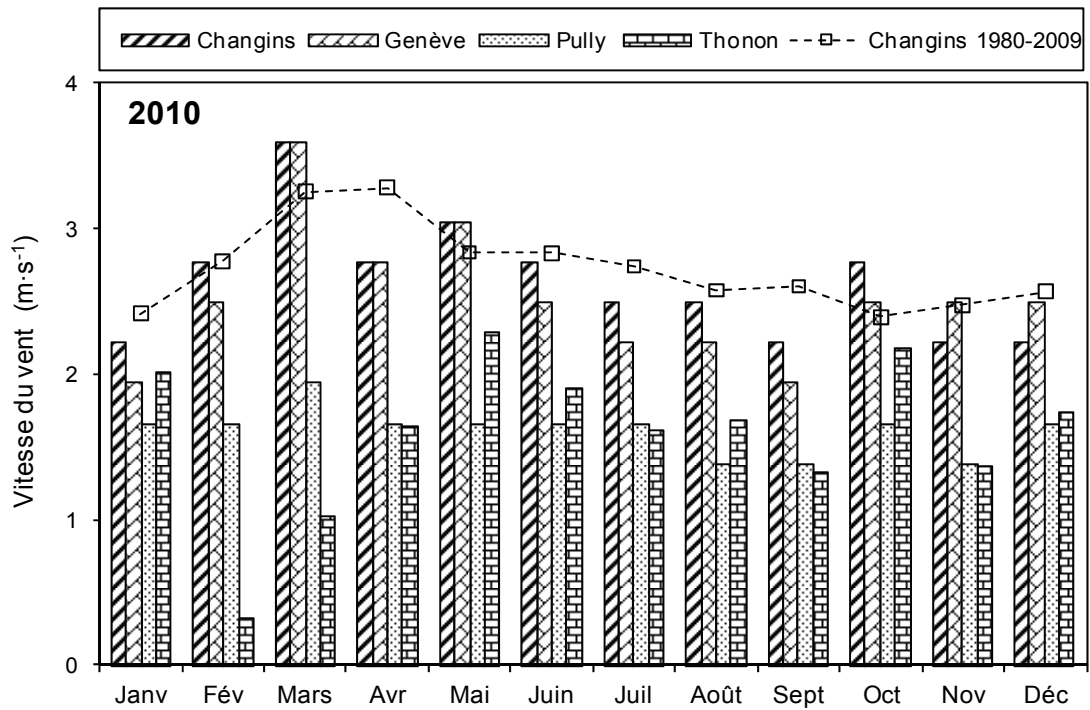


Figure 5.1 : Moyenne mensuelle de la vitesse de vent de chaque station en 2010 (histogramme) et celle de Changins pendant la période 1980-2009 (courbe).

Figure 5.1 : Mean monthly wind speeds at each station in 2010 (histogram), and at Changins for the period 1980-2009 (curve).

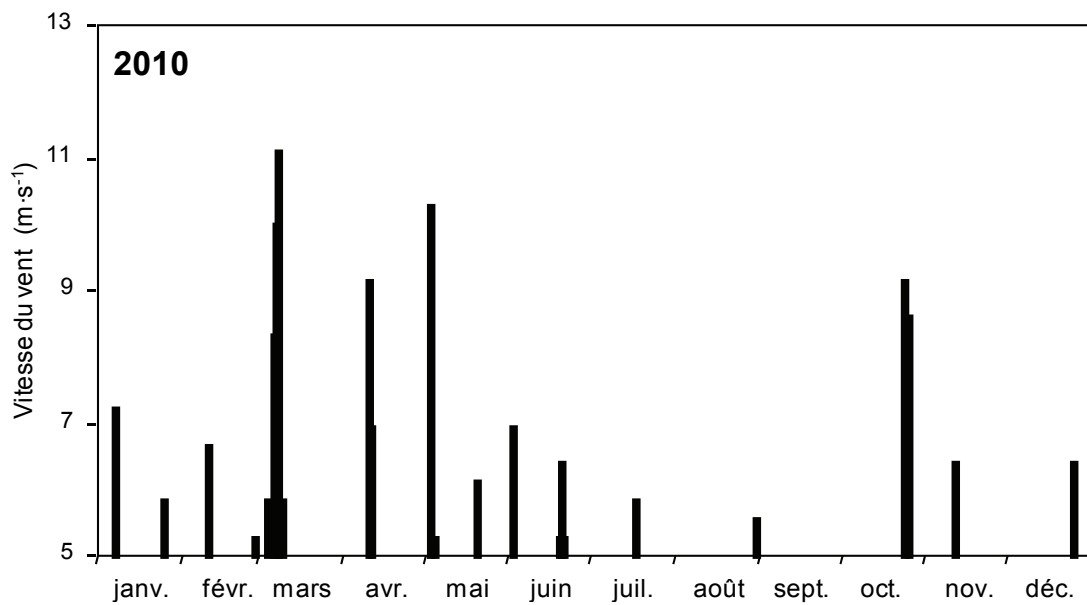


Figure 5.2 : Répartition annuelle (en 2010) des vents forts (> 5 m·s⁻¹) à Changins.

Figure 5.2 : Annual distribution (in 2010) of strong winds (> 5 m·s⁻¹) at Changins.

6.2. Rose des vents

Pour l'année 2010 à Changins, 60.2% des vents (figure 6.3) se répartissent principalement selon le demi-cercle S-N et avec seulement 13.4% de ceux-ci dans le secteur E-S. 13% sont des vents supérieurs à $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 60% de ces vents sont d'origine N-E ; alors que 30.8% sont d'origine opposée S-O. Soit sensiblement les mêmes répartitions qu'en 2009.

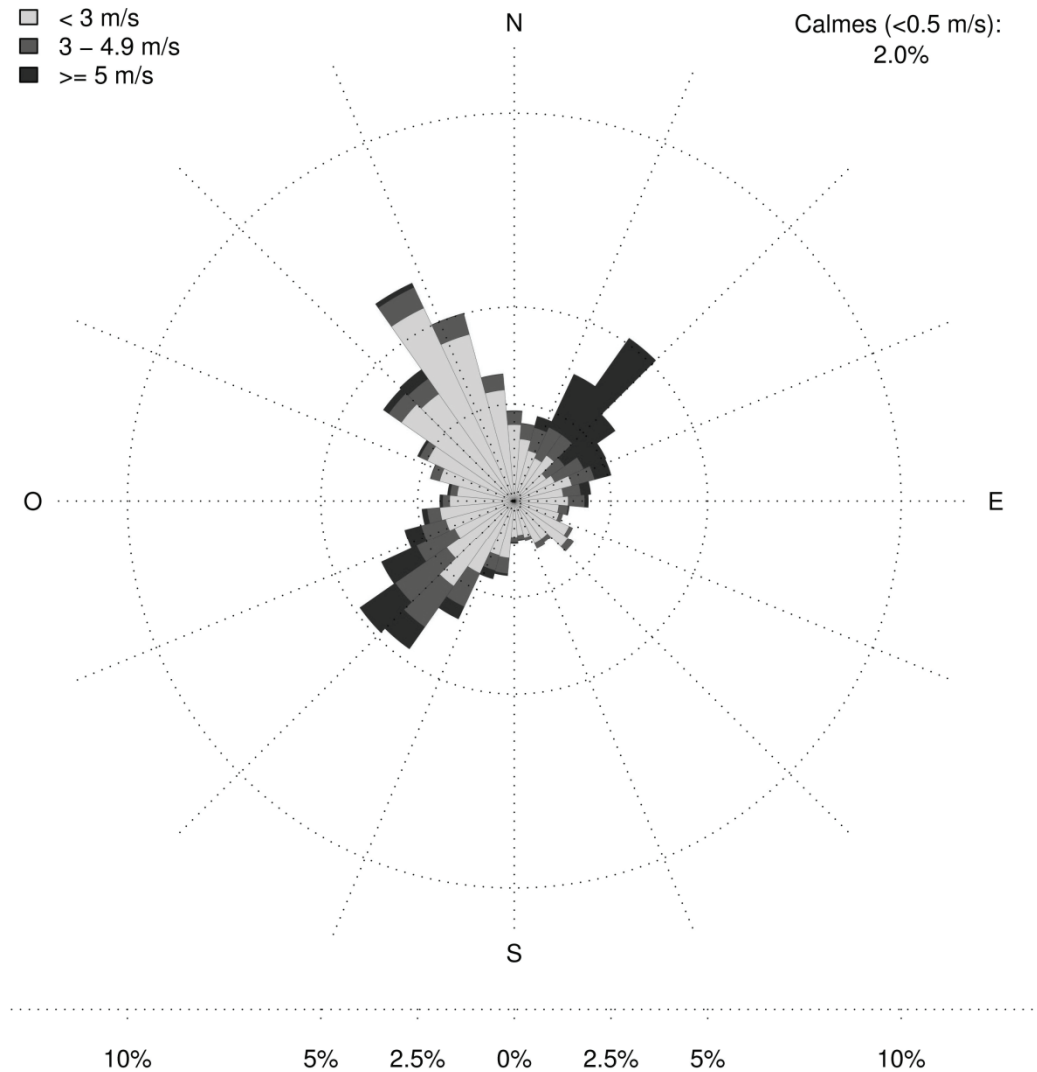


Figure 5.3 : Rose des vents moyens à Changins en 2010 (calculée en moyennes horaires de la vitesse du vent - échelle : % d'occurrence).

Figure 5.3 : Wind directions at Changins in 2010 (calculated as the hourly mean wind-scale velocity : % occurrence).

7. SYNTHÈSE DES CONDITIONS CLIMATIQUES

L'année climatique 2010 sur les rives du Léman peut être considérée comme une année moyennement froide et sèche, avec 10.3°C de moyenne inter-stations et 815.5 mm de précipitations. L'insolation est légèrement inférieure à la moyenne 1980-2009 (1'817 au lieu de 1'838h). Par contre, le rayonnement global est lui légèrement supérieure à la moyenne 1980-2009 (4'575 au lieu de 4'384 $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$). L'année 2010 peut être considérée comme moyennement venteuse. Seuls les mois d'avril et surtout de juillet se démarquent comme des mois chauds et ensoleillés.

BIBLIOGRAPHIE

GUYOT, G. (1997) : Climatologie de l'environnement. De la plante aux écosystèmes. Masson éd., Paris, 505 p.