

Changement climatique au 20^{ème} siècle en Languedoc-Roussillon



DONNÉES ET RÉFÉRENCES

Sommaire

Résumé	5
Préambule	7
Géographie et climatologie générale du Languedoc-Roussillon.....	8
Un siècle d'évolution des paramètres météorologiques en Languedoc-Roussillon.....	12
Températures	13
Nombres de jours de gel	17
Précipitations.....	18
Glossaire et définitions	21
Annexe : Détail des séries météorologiques disponibles.....	22
Série météorologique de Carcassonne.....	22
Série météorologique du Mont Aigoual	27
Série météorologique de Montpellier.....	32
Série météorologique de Narbonne	37
Série météorologique de Nîmes.....	41
Série météorologique de Perpignan.....	46
Série météorologique de Sète	51

Résumé

En 2009, l'ADEME et la Région Languedoc-Roussillon ont lancé un appel à projet visant à favoriser la réalisation de plans « climat énergie territoire ». Ce type de démarche doit conduire les collectivités d'une part à initier des actions destinées à réduire les émissions de gaz à effet de serre et, d'autre part, à se préparer aux évolutions climatiques futures.

Afin d'étayer la prise de conscience sur les enjeux climatiques globaux mais également de proximité, en complément des projections sur le climat futur, il a paru nécessaire de partager avec les acteurs locaux un constat commun sur les évolutions passées. Dans cette optique, plus de cent années de données régionales disponibles chez Météo France ont été rassemblées dans le but d'établir des constats fiables, susceptibles d'entraîner une adhésion de large consensus sur les évolutions climatiques déjà effectives.

L'ensemble de ces données (températures, nombre de jours de gel, précipitations) a fait l'objet d'une analyse particulière, en utilisant lorsque nécessaire des outils statistiques permettant de tester leur caractère aléatoire. Selon la nature du test utilisé, on arrive parfois à mettre en évidence des ruptures dans les séries de données comme, par exemple, une année à partir de laquelle leur comportement se modifie notablement, ou alors des tendances d'évolutions plus régulières.

Les principales conclusions de cette étude confirment, dans l'ensemble, les constats déjà posés au niveau national. En accord avec d'autres publications, on retrouve sans ambiguïté un réchauffement généralisé depuis trente ans sur toutes les implantations géographiques étudiées (Carcassonne, Mont Aigoual, Montpellier, Narbonne, Nîmes, Sète, Perpignan). Ce phénomène est plus marqué au printemps et en été avec des hausses de température moyenne de 1,2 à 1,4°C. Un paramètre bon indicateur des fortes chaleurs estivales, tel la température maximale, c'est-à-dire celle enregistrée généralement en milieu de journée, augmente même jusqu'à 1,6°C à Perpignan. Les nuits d'été sont également plus chaudes de plus de 1,3°C, phénomène pouvant, à terme, conduire à perturber le repos physiologique. L'hiver, cette augmentation des températures se dessine moins clairement, voire pour Montpellier, Narbonne et Carcassonne, pas du tout.

Si les augmentations relevées de température annuelle peuvent paraître, de prime abord, relativement modestes, légèrement supérieures à 1°C, il faut toutefois conserver à l'esprit, d'une part, qu'il s'agit là de températures moyennes, ce qui suppose des écarts ponctuels bien supérieurs et d'autre part, que seuls cinq degrés séparent un épisode glaciaire qui, comme il y a -20 000 ans, a conduit à une extension des glaces polaires aux confins du bassin parisien, d'un optimum climatique tel celui que nous connaissons depuis 10 000 ans environ.

L'étude de l'évolution du nombre de jours de gel n'a pu être réalisée, pour cause de disponibilité de données, que sur Nîmes et Carcassonne. Dans la station météorologique gardoise, il est quasi constant depuis 1922, alors que dans celle de l'Aude il a décliné de près de 12 jours en 60 ans.

Pour les précipitations, il en va tout autrement et les cumuls semblent constants, y compris lorsqu'on les étudie d'une saison à l'autre.

Il convient toutefois de noter que la simple considération des cumuls saisonniers de pluie est réductrice du point de vue des éventuelles variations intra saisonnières des régimes de précipitations et qu'il serait intéressant d'utiliser des indicateurs plus spécifiques tels l'intensité des épisodes pluvieux ou la longueur des périodes de sécheresse.

En effet, au-delà de la simple hauteur d'eau tombée, l'efficacité annuelle d'une pluie dépend, entre autres, du nombre d'épisodes torrentiels qui privilégieront le ruissellement au détriment d'une recharge des nappes aquifères ou d'une disponibilité pour la végétation. De même, les journées faiblement pluvieuses, inférieures à 10 mm, n'auront pas la même utilité hydrique en contexte de renforcement général des températures.

Enfin, parmi les enseignements qui se dessinent à l'issue de cette première approche, on note que, même si disposer de longues chroniques est toujours intéressant, les évolutions majeures interviennent au cours des trente dernières années. Pour des analyses complémentaires ultérieures plus fouillées (enneigement, évapotranspiration potentielle, indice d'aridité, nombre de jours où la température maximale est supérieure à 35°C, périodes de l'année où l'on retrouve ces températures très élevées, ...), on pourrait se contenter de ne retenir que la période s'étendant de 1950 à nos jours, ce qui élargirait le nombre de stations disponibles et donc la représentativité de l'image que l'on peut avoir du changement climatique en Languedoc-Roussillon.

Cette brochure n'a d'autre prétention que de sensibiliser les acteurs locaux des territoires aux changements climatiques déjà intervenus depuis la fin du 19^{ème} siècle, par le biais de l'évolution des paramètres météorologiques sur les contrées où ils vivent et pour lesquelles on imagine qu'ils ont une sensibilité particulière.

En aucun cas, ce document ne vise à se substituer aux publications scientifiques correspondantes et notamment à celles traitant de la détection du changement climatique tels, par exemple, les travaux menés par Météo France et mentionnés dans le Livre blanc « Escrime »¹.

¹ Ce document est téléchargeable sur le site du ministère du développement durable, avec le lien : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Livre-Blanc-Escrime-Etude-des.html>

Préambule

Dans le cadre de son contrat d'objectif, 2009 – 2012, passé avec l'Etat, l'ADEME s'est vu confier des missions spécifiques à la thématique du changement climatique et plus précisément, à l'adaptation à ces futures évolutions, avec une attention particulière sur la sensibilisation des différents publics.

Le Languedoc-Roussillon est concerné par une forte diversité de conditions climatiques qui peuvent être montagnardes sur les plateaux pyrénéens, sous influence océanique en Lauragais, continentales dans le Massif Central et enfin imprégnées d'une forte composante méditerranéenne en plaine, plus ou moins tempérées par la proximité du littoral. Cette grande variabilité de contextes climatiques est évidemment intégrée par les acteurs locaux qui, s'ils sont conscients parfois d'un changement climatique planétaire, ne le sont pas forcément pour ce qui concerne leur terroir et en tout état de cause, n'en connaissent pas toujours l'ampleur.

Plusieurs études conduites récemment² montrent que le changement climatique et la nécessité de s'inscrire dans une dynamique d'adaptation aux évolutions à venir ne vont pas de soi et ne sont pas encore totalement acceptés, en particulier lorsque leur pleine prise en compte induirait des modifications radicales des pratiques en vigueur, des choix stratégiques d'investissement, de positionnement politique et de modèle de développement socio-économique.

Il semble donc important, pour fédérer l'adhésion de l'ensemble des acteurs d'un territoire autour de la thématique du changement climatique, d'ancrer cette problématique dans le concret et notamment de faire prendre conscience des changements déjà intervenus. En outre, l'action des collectivités locales et des acteurs économiques s'inscrivant dans un territoire clairement identifié, il est nécessaire de présenter ces évolutions au plus près de ces bassins géographiques auxquels s'identifient ces acteurs.

Pour ce faire, nous avons demandé à Météo France ses disponibilités en données homogènes sur de longues durées, pour plusieurs implantations géographiques régionales. Sept stations météorologiques réparties sur tout le Languedoc-Roussillon ont été ainsi retenues car susceptibles d'avoir un suivi cohérent des températures sur plus de cent années. Elles sont implantées sur les communes de Carcassonne (11), Mauguio (34), Narbonne (11), Nîmes (30), Perpignan (66), Sète (34) et Valleraugue (30).

Les données de ces stations météorologiques sont présentées exhaustivement en annexe de façon à ce que chacun, au-delà des commentaires et analyses, puisse s'y reporter pour la zone géographique la plus proche de son intérêt.

² Etude Edater sur les impacts sociaux économiques du changement climatique en Languedoc-Roussillon ; Etudes de Lucien Sfer sur les attitudes face à l'adaptation au changement climatique et notamment l'étude de cas traitant de la Camargue.

Géographie et climatologie générale du Languedoc-Roussillon

S'étendant de la frontière espagnole au delta du Rhône, le Languedoc-Roussillon offre une grande diversité de paysages et des conditions climatiques très contrastées. Son relief disposé en gradins tournés vers la Méditerranée mêle trois ensembles : les montagnes et hauts plateaux, les piémonts et plateaux intermédiaires, la plaine littorale.

La zone montagneuse, aux fortes dénivellations et aux vallées encaissées, comprend :

- les Pyrénées dominées par le massif du Carlit (2 921 m) à l'Ouest, par celui du Canigou (2 786 m) au centre et du Puymal (2 795 m) au Sud qui enserrent les trois grandes plaines intra montagnardes du Capcir, de la Cerdagne et du Conflent. Les fleuves, l'Agly, la Têt et le Tech, structurant la géographie du département des Pyrénées-Orientales, y trouvent leur source;
- les Cévennes avec le Mont Lozère (1 699 m) et le Mont Aigoual (1 567 m), prolongements du Massif Central, pays de bois et de prairies profondément entaillés par l'érosion de très nombreux cours d'eaux;
- un ensemble peu homogène, composé du Sud-ouest au Nord-est, par les massifs de la Montagne Noire, de l'Espinouse, de l'Escandorgue et par le causse du Larzac où les cours d'eaux prennent souvent un régime torrentiel.

La zone intermédiaire, au pied des bordures montagneuses, d'une altitude moyenne de 200 à 700 m, concerne de grands espaces : des plaines pyrénéennes aux Corbières, du Lauragais au Narbonnais et à la Montagne Noire, de la basse vallée de l'Hérault aux garrigues du Gard. La vigne y est partout cultivée.

La plaine littorale sablonneuse est ponctuée d'éperons rocheux d'origine volcanique ou sédimentaire, tels les monts qui dominent Sète, Agde ou Leucate. On y trouve plusieurs lagunes, peu profondes, caractéristiques du Languedoc-Roussillon, séparées de la mer par un lido plus ou moins large. Au Sud, la proximité du massif des Albères façonne un paysage plus abrupt.

C'est un peu en retrait du cordon littoral, sur cette voie naturelle de communication entre l'Espagne et l'Italie, que se concentre la plus grande partie de la population.

La zone climatique méditerranéenne caractérisée par une forte sécheresse estivale et d'abondantes précipitations automnales étend sa zone d'influence jusqu'aux versants Sud des massifs montagneux, des Cévennes à l'Espinouse et aux pieds des Pyrénées, ainsi qu'aux marges du Lauragais où l'influence atlantique devient alors sensible. Ce caractère océanique se retrouve sur les versants occidentaux des montagnes de l'Aubrac ou de la Montagne Noire. Le Nord et le Nord-est de la Lozère sont quant à elles confrontés à des conditions climatiques nettement plus continentales.

Les grands vents qui affectent la région sont le mistral, la tramontane, le marin et l'autan.

Mistral et tramontane sont associés à des invasions d'air froid. Leur canalisation par le relief (couloir rhodanien pour le mistral et les Pyrénées pour la tramontane) provoque un important renforcement. Leur déclenchement est lié à la présence d'un anticyclone sur le proche Atlantique, prolongement de celui des Açores, induisant un flux de Nord-ouest à Nord-est sur la France, et créant une dépression sur le golfe de Gênes.

Les zones littorales sont sous l'influence de brises marines de vitesses modérées qui induisent une humidité de l'air plus importante et tempèrent les fortes chaleurs estivales. En montagne, les phénomènes thermiques locaux conduisent à la formation de brises de pente et de vallée.

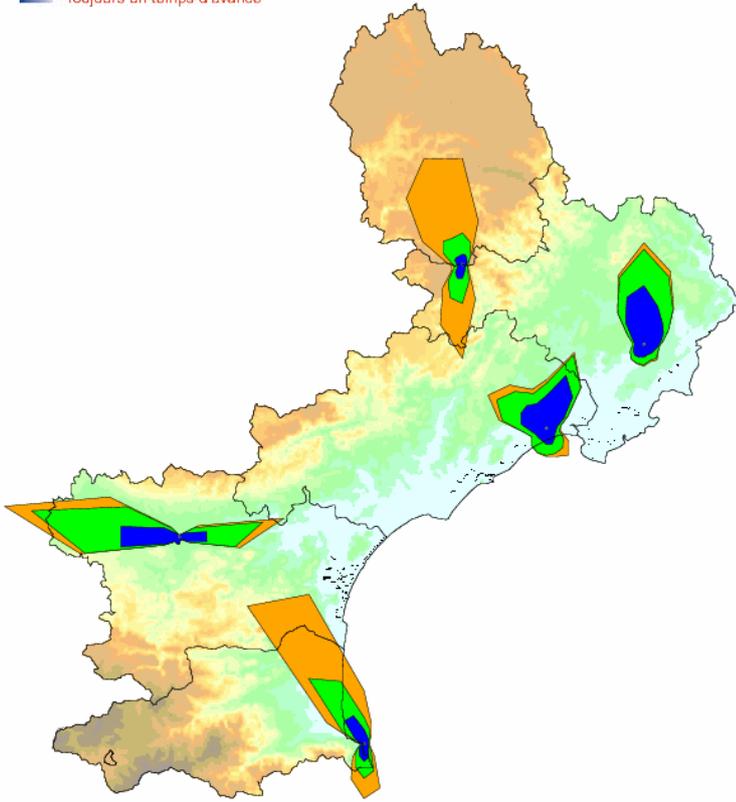


Figure 1 : Roses des vents moyens annuels sur les stations du Mont-Aigoual, Nîmes, Montpellier, Carcassonne et Cap Béar Période 1981 - 2000

Vent assez fort à fort, venant de la Méditerranée, il est très humide, doux et souffle sur l'ensemble de la région, du secteur Sud-est dominant (13 % de vents du 120° au 160° à Montpellier Fréjorgues). Par son ascendance orographique, il provoque un renforcement notable des précipitations sur les versants montagneux exposés au Sud-est.

L'autan, lui aussi vent de Sud-est, étend son action de l'Aude jusqu'aux versants occidentaux des montagnes et, plus largement, sur le Cantal et la région Midi-Pyrénées. L'autan noir, vent d'Est à Sud-est, souffle en même temps que le marin. L'autan blanc est un vent d'Est d'origine continentale. Il est sec, frais l'hiver et chaud l'été.

Plusieurs épisodes de vents exceptionnellement forts sont encore dans toutes les mémoires régionales. En général, ils sont le fait de vents de secteur Sud-est. Ainsi, du 16 au 18 décembre 1997, des vents marins de 180 km/h et de 134 km/h ont été enregistrés respectivement à Leucate et à Montpellier. La référence demeure toutefois novembre 1982 où les rafales avoisinaient les 170 km/h à Sète.

Le 24 janvier 2009, avec la tempête atlantique Klaus, ce sont 184 km/h de tramontane qui ont été relevés à Perpignan et 159 km/h à Narbonne.

Dans le delta du Rhône, les rafales de mistral³ dépassent les 60 km/h environ 100 jours par an, soit près d'un jour sur trois !

Très souvent la tramontane se déclenche avant le mistral. Elle est orientée au Nord-ouest sur l'Hérault. Elle se renforce sur l'Aude et plus particulièrement entre Montagne Noire et Corbières. Dans ces parages, où elle est aussi appelée cers, elle prend une composante Ouest plus marquée et à Carcassonne, 50 % des vents proviennent des secteurs 260° à 300°. (cf. figure 1).

Les Pyrénées-Orientales sont elles aussi balayées énergiquement par la tramontane, également dans un gisement Nord-ouest.

A Perpignan, elle souffle près de 120 jours par an à plus de 60 km/h et au Cap Béar elle dépasse les 100 km/h 60 jours par an !

Les dépressions sur le golfe de Gascogne provoquent l'établissement d'un régime de marin sur le Languedoc-Roussillon.

³ Pour en savoir plus sur le mistral, consulter l'article paru dans la revue LA METEOROLOGIE disponible sur le site de la Société Météorologique de France : <http://www.smf.asso.fr/Ressources/Jacq50.pdf>

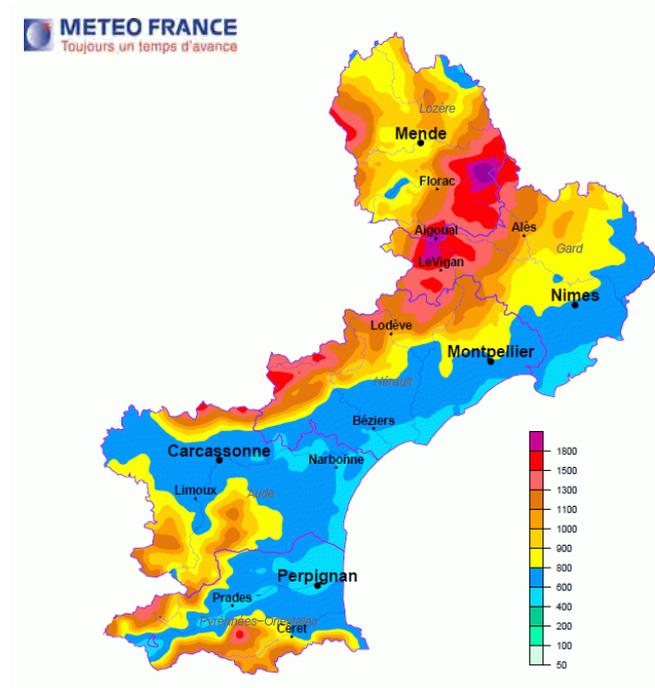


Figure 2 : Normale annuelle des précipitations
Période 1971-2000

Souvent à caractère orageux, les précipitations peuvent être très violentes avec des conséquences catastrophiques (comme Nîmes en 1988, Rennes-les-Bains en 1992, Puisserguier en 1996, les Corbières en 1999 ou le Gard en 2002).

En remontant plus loin dans le temps, les catalans ont en souvenir l'aiguat d'octobre 1940 au cours duquel, en trois jours, plus de 1 700 mm d'eau sont tombés à Saint-Laurent-de-Cerdans (66).⁴

Il n'en reste pas moins qu'en moyenne les cumuls annuels sont inférieurs à 600 mm sur le delta du Rhône, sur la région littorale de Sète à Perpignan, sur une partie du Minervois et vers le Conflent. Ces valeurs sont parmi les plus basses de France. En s'éloignant de la mer, les cumuls des précipitations augmentent avec l'altitude, de sorte que les lignes isohyètes correspondent assez précisément avec les formes du relief (cf. figure 2).

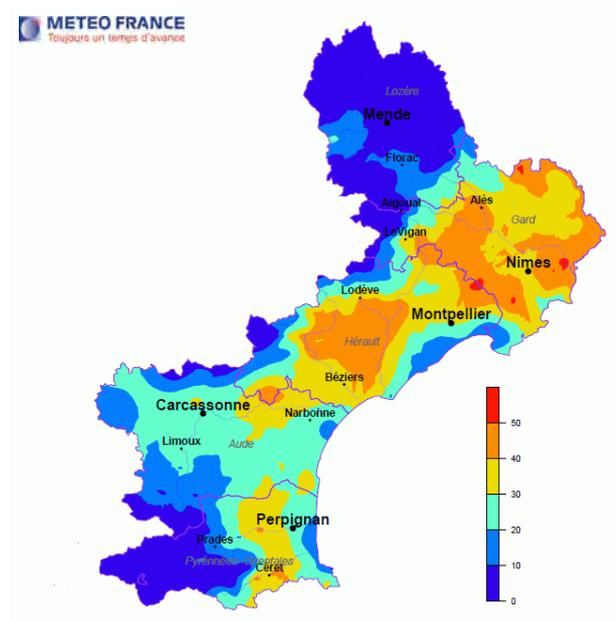


Figure 3 : Normale annuelle du nombre de jours avec des températures maximales supérieures ou égales à 30°C
Période 1971-2000

Les moyennes des températures maximales de juillet et d'août atteignent plus de 30°C dans les plaines languedociennes et roussillonnaises (cf. figure 3).

Sur le littoral, les brises marines, très présentes en été, font baisser ces valeurs aux environs de 28°C, mais cette influence diminue très rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne dans l'intérieur des terres. Sur tout le versant occidental de la région, l'influence océanique induit une plus grande nébulosité qui fait baisser la moyenne des valeurs maximales (cf. figure 2). Lors des grandes vagues de chaleur, les températures peuvent dépasser les 40°C sous abri. Par exemple, en juillet 1982, on a enregistré 43°C à la Chartreuse-du-Boulou (Pyrénées-Orientales) et 42°C à Béziers (Hérault).

⁴ Pour en savoir plus sur la climatologie des pluies extrêmes, consulter le site : <http://pluiesextremes.meteo.fr/>

La douceur de l'hiver est plus marquée sur le littoral, notamment sur sa partie catalane, où la moyenne des minimums hivernaux atteint 6°C, valeur qui décroît de plus de 3°C entre la mer et les piémonts. Cette relative clémence n'empêche pas des épisodes de froid tout à fait rigoureux. C'est ainsi qu'en février 1963, il a été enregistré -23°C à Saint Martin de Londres⁵ (Hérault), à seulement 200 m d'altitude et en janvier 1985, -16°C à Béziers (Hérault).

Dans la zone climatique très typée méditerranéenne, s'étendant de la mer au pied des montagnes, la durée annuelle moyenne d'ensoleillement est supérieure à 2 500 heures. C'est une des parties les plus ensoleillées de France métropolitaine. Cet ensoleillement décroît à l'Ouest et au Nord de la région et on relève en moyenne sur un an 2 148 heures à Carcassonne et 1 967 heures à Mende-Brenoux.

Le tableau 1, ci-après, présente les normales de températures pour la période 1971 – 2000 sur les sept stations qui seront plus particulièrement étudiées dans la suite du document. Ces valeurs confirment les éléments généraux du climat régional rapidement brossés dans les paragraphes précédents :

- les secteurs en moyenne les plus chauds se situent en zone littorale, plutôt au Sud de la région,
- les environs de Nîmes subissent les étés les plus chauds,
- Carcassonne s'éloigne des standards du climat méditerranéen,
- La station du Mont Aigoual avec sa situation en altitude constitue un poste d'observation tout à fait atypique par rapport aux autres implantations de plaine.

	Carcassonne	Mont Aigoual	Montpellier	Narbonne	Nîmes	Perpignan	Sète
T moyenne annuelle en °C Normale 1971 - 2000	13,7	4,8	14,7	15,3	14,7	15,4	15,0
T moyenne hiver en °C Normale 1971 - 2000	7,0	-0,9	7,8	8,6	7,3	8,8	8,4
T moyenne printemps en °C Normale 1971 – 2000	12,3	2,6	13,4	13,9	13,4	13,7	13,5
T moyenne été en °C Normale 1971 – 2000	21,2	12,1	22,5	22,7	23,0	22,6	22,3
T moyenne automne en °C Normale 1971 – 2000	14,4	5,8	15,4	15,9	15,2	16,0	15,7

Tableau 1 : Normales (1971 – 2000) des températures moyennes pour 7 stations du Languedoc-Roussillon

⁵ Valeur singulière même si la localisation de la station est en point bas d'une zone de dépression ce qui facilite l'accumulation d'air froid

Un siècle d'évolution des paramètres météorologiques en Languedoc-Roussillon

L'ambition de ce document est de faire progresser la connaissance des acteurs des territoires sur le climat local, celui qui les concerne au quotidien. Pour ce faire, nous avons choisi de travailler sur de longues séries de données régionales, dépassant dans la mesure du possible les cent années. Cet impératif de disposer de longues chroniques nous a conduit à ne retenir que les informations météorologiques en provenance de sept stations Météo France détaillées dans le tableau 2.

Pour les températures et les précipitations, les séries utilisées concernent des données mensuelles homogénéisées⁶ par Météo France. L'étude de l'évolution du nombre de jours de gel nécessite, en revanche, des données au pas de temps quotidien. Pour cette fréquence, les longueurs des séries de données homogènes sont forcément plus courtes et le nombre de stations plus réduit.

Commune d'implantation de la station	Localisation	Altitude	Période disponible pour les températures mensuelles	Période disponible pour les cumuls mensuels de précipitations	Période disponible pour les nombres de jours de gel
Nîmes	Aérodrome Courbessac	59 m	1878-2009 (131 années)	1899-2009 (110 années)	1922-2009 (87 années)
Valleraugue	Mont Aigoual	1 567 m	1896-2009 (113 années)	1896-2009 (113 années)	
Mauguio	Aéroport Montpellier	3 m	1874-2009 (135 années)	1899-2009 (110 années)	
Sète	Mont Saint Clair	80 m	1894-2009 (115 années)	1899-2009 (110 années)	
Carcassonne	Aéroport Salvaza	126 m	1878-2009 (131 années)		1948-2009 (61 années)
Narbonne	Jonquièrre	112 m	1891-2009 (118 années)		
Perpignan	Aéroport	42 m	1872-2009 (137 années)	1882-2009 (117 années)	

Tableau 2 : Descriptif des données disponibles étudiées

Lorsque cela a été pertinent nous avons réalisé une analyse saisonnière des différents paramètres disponibles. Les saisons ont alors été découpées conformément aux standards en vigueur en climatologie :

- hiver : décembre⁷, janvier, février
- printemps : mars, avril, mai
- été : juin, juillet, août
- automne : septembre, octobre, novembre.

Afin de mettre en évidence dans ces chroniques de données, soit des ruptures d'homogénéité, soit des tendances d'évolution, nous avons utilisé un logiciel de statistique Xlstat, couramment employé et fonctionnant à partir du tableur Excel. En cas de détection d'une rupture, le logiciel indique la date de cette discontinuité, la valeur moyenne de la grandeur étudiée avant et après cette date et enfin le niveau de fiabilité de cette information. Vu les profils d'évolution des températures, les tests de rupture d'homogénéité semblaient plus adaptés. Pour les précipitations nous avons essayé à la fois des tests de rupture d'homogénéité et des tests de tendance d'évolution.

⁶ Traitements statistiques destinés à corriger les erreurs apparues au fil du temps, dues aux divers appareils de mesure utilisés, aux éventuels déplacements de postes ou aux modifications de leur environnement.

⁷ Le mois de décembre est celui de la chronique de l'année n-1

Températures

Plusieurs types de données de température ont été étudiés pour chacune des stations sur les longueurs de chroniques précisées dans le tableau 2 ci-dessus :

- température moyenne annuelle (Tmoy)
- moyenne mensuelle des maximums journaliers (Tmax)
- moyenne mensuelle des minimums journaliers (Tmin)

L'intérêt d'un paramètre comme la température moyenne est d'être représentatif de l'ambiance thermique générale d'une période donnée (année, saison, mois, ...). C'est le paramètre qui est fréquemment utilisé pour les modélisations des évolutions des écosystèmes ou des cultures sous l'influence du changement climatique.

La température maximale est un indicateur adapté pour suivre les fortes chaleurs. Il est plutôt représentatif des débuts d'après-midi.

La température minimale, caractéristique, en général, des fins de nuit, trouve notamment sa pleine importance en été où l'on sait qu'un repos physiologique pas trop perturbé nécessite une baisse suffisante des températures nocturnes.

Toutes ces températures peuvent être représentées sous forme de la variation de leur valeur absolue au cours du temps ou en faisant ressortir l'évolution d'un écart par rapport à une période de référence. Habituellement la période retenue par Météo France est la dernière période trentenaire pleine, pour notre étude : 1971 – 2000. Le graphe ainsi constitué retrace la progression de l'anomalie annuelle au regard d'une valeur de référence.

Les années les plus chaudes, l'anomalie est positive. Elle devient négative pour les années les plus froides. Ce mode de présentation, fréquemment utilisé par Météo France, complémentaire des courbes de températures, offre l'avantage de faciliter la visualisation des tendances.

Dans ce premier type de représentation, pour Montpellier (Mauguio), on distingue sans difficulté sur la figure 4, une rupture de profil à partir des années 1980. La régression linéaire, calculée entre 1980 et 2009, se cale sur une augmentation de 0,34°C tous les 10 ans.

Ce profil avec cent années de quasi constance des températures moyennes annuelles, suivie d'une hausse sur les trente dernières années, se retrouve sur toutes les stations étudiées (cf. les différentes courbes de température moyenne annuelle en annexe).

Une régression linéaire de la portion de courbe des températures annuelles moyennes, des années 1980 à nos jours, a été réalisée sur chaque station. Elle permet de déterminer un coefficient d'augmentation des températures qui varie de 0,34°C/10 ans pour Montpellier à 0,51°C/10 ans pour Narbonne. Le tableau ci-dessous regroupe ces différents coefficients.

	Carcassonne	Mont Aigoual	Montpellier	Narbonne	Nîmes	Perpignan	Sète
Variation de température en °C/10 ans	0,44	0,40	0,34	0,51	0,40	0,39 ⁸	0,44

Tableau 3 : Coefficient d'augmentation linéaire des températures sur les 30 dernières années

⁸ On retrouve un ordre de grandeur similaire (1,5°C sur 35 ans) dans le projet Vulcain (Vulnerability of Mediterranean hydrosystems to climate changes and human activities) qui a élargi la réflexion climatique sur la presque totalité du département des Pyrénées-Orientales avec une prospective du changement climatique à échéance 2060.

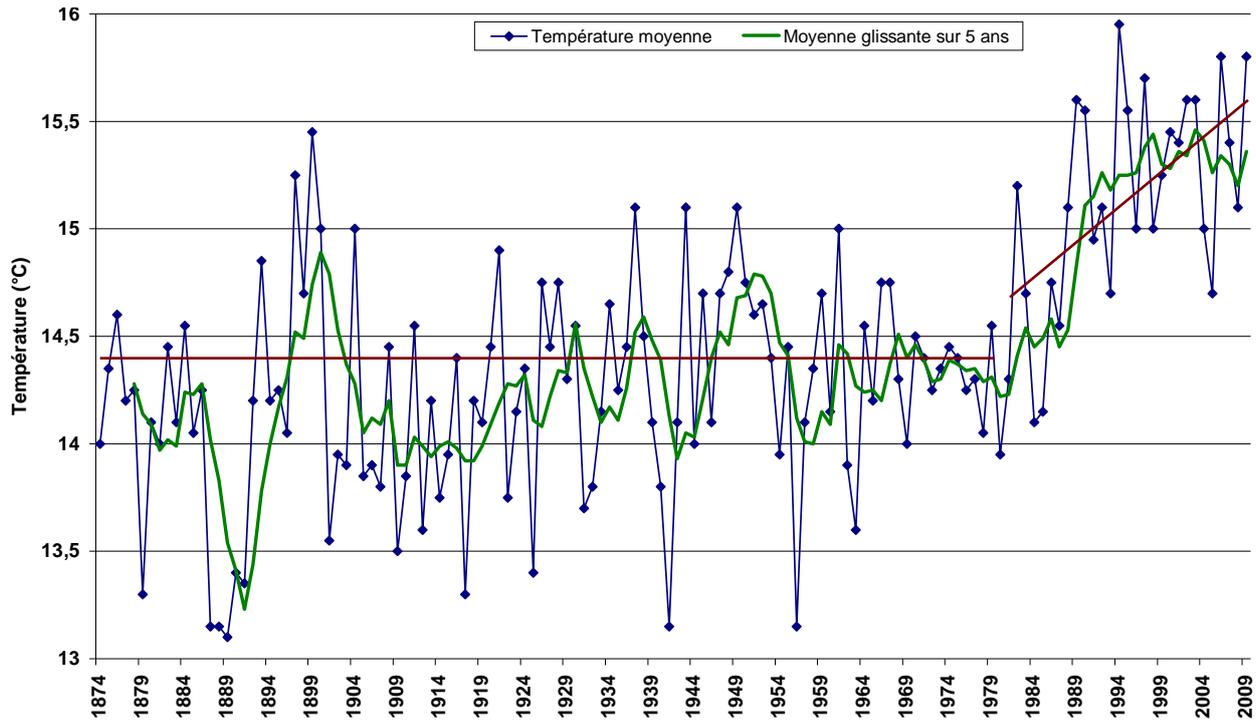


Figure 4 : Evolution de la température moyenne annuelle à Montpellier. Période 1874 – 2009
(Données Météo France)

La courbe en vert représente la moyenne glissante sur 5 ans de la température moyenne annuelle. Ce type de lissage est communément pratiqué de façon à tenter de mettre en évidence des tendances qui seraient masquées par des variations de courte fréquence du signal étudié. Sur toutes les stations étudiées, le lissage des températures sur 5 ans permet de retrouver un profil analogue avec une brusque montée des températures dans les années 1980, puis une quasi-stagnation à partir du début 2000. Le suivi des températures au cours des prochaines années permettra de confirmer, ou non, le prolongement dans le temps de la présence de ce palier.

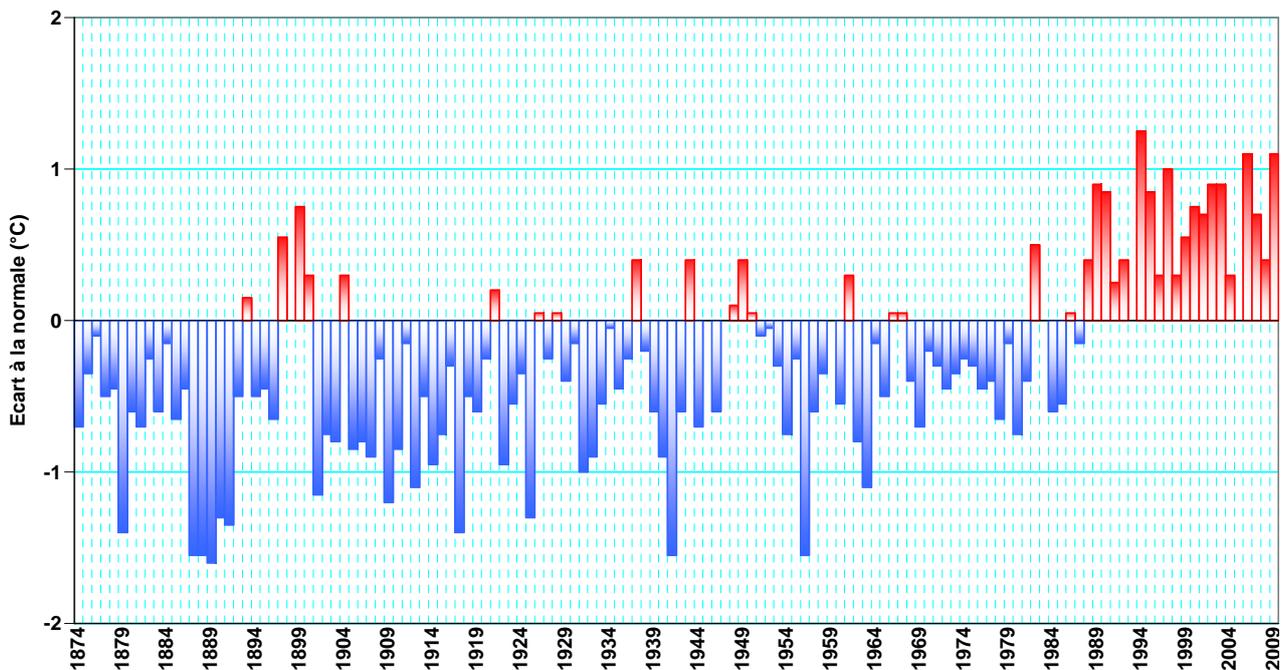


Figure 5 : Anomalie de température à Montpellier. Période 1874 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (14,7°C) (Données Météo France)

Les tests statistiques utilisés⁹ ont validé l'hypothèse, pour toutes les stations, de la présence d'une rupture d'homogénéité dans les températures moyennes annuelles, soit en 1980, soit en 1981. On notera que, pour Carcassonne et Nîmes, certains tests proposent plutôt une rupture en 1987. Cette modification de profil peut également être visualisée en représentant l'évolution de l'écart par rapport à la normale 1971 - 2000.

Dans ce cas, sur Montpellier (figure 5) comme pour les six autres stations (cf. annexe), la période contemporaine se distingue clairement et les trente dernières années sont ainsi presque toutes plus chaudes que la normale.

Ce continuum d'années chaudes est également mis en évidence, de façon tout aussi nette, si on choisit de comparer, non à la normale 1971 – 2000, mais à la moyenne sur toute la période disponible (cf. figure 6 ci-dessous). En tout état de cause, le contexte climatique étant en constante évolution, les présentations en mode de comparaison avec des moyennes sur les périodes contemporaines fortement évolutives doivent être considérées avec précaution.

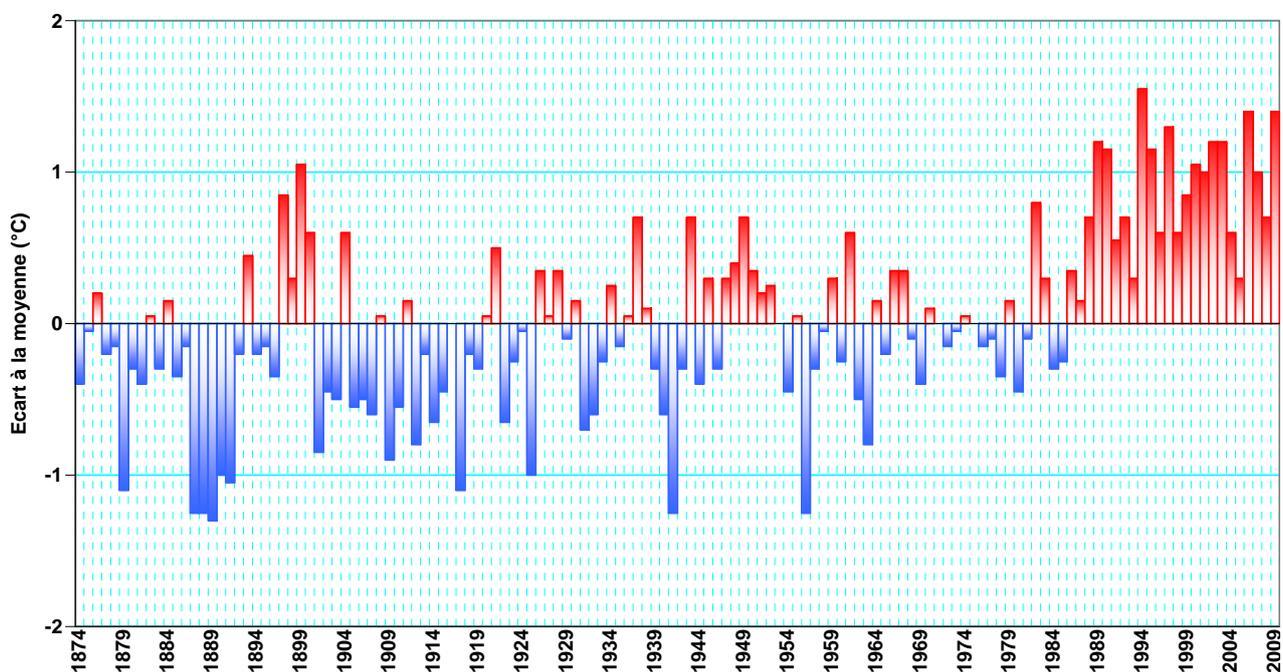


Figure 6 : Anomalie de température à Montpellier. Période 1874 – 2009
Ecart à la moyenne 1874 – 2009 (14,4°C) (Données Météo France)

Ainsi, sur toutes les stations étudiées, l'augmentation des températures au cours des trente dernières années ne fait aucun doute et le tableau ci-dessous détaille ces différentes hausses. Les écarts de température moyenne entre la période ante 1980 et la période de 1980 à nos jours sont de l'ordre de 1,0°C, similaires aux 0,9°C annoncés par Météo France pour la moyenne française métropolitaine.

	Carcassonne	Mont Aigoual	Montpellier	Narbonne	Nîmes	Perpignan	Sète
Ecart de température moyenne annuelle en °C ante 1980 – post 1980	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0

Tableau 4 : Ecart de température moyenne annuelle entre la période ante 1980 et la période de 1980 à nos jours

⁹ La fiabilité de ces tests dépend de plusieurs paramètres comme la position temporelle de la rupture dans la série ou son amplitude.

Une analyse des températures uniquement au travers de leur moyenne annuelle peut masquer des phénomènes interannuels typiques d'une saison particulière. En détaillant au niveau saisonnier les séries de données dont on dispose, on relève que le réchauffement climatique n'est pas homogène sur toutes les saisons¹⁰. Pour le printemps et l'été, il apparaît sans ambiguïté avec des écarts de température entre les deux périodes (ante et post 1980) plus importants que ceux relevés pour la température moyenne annuelle. L'augmentation de température est en revanche moins marquée en automne. Concernant l'hiver, lorsqu'une rupture d'homogénéité est retrouvée avec l'outil statistique, elle est moins franche que dans le cas des autres saisons et porte sur l'année 1987, ce qui confirme la première impression visuelle donnée à l'examen des courbes des écarts hivernaux à la moyenne que l'on trouve en annexe.

	Carcassonne	Mont Aigoual	Montpellier	Narbonne	Nîmes	Perpignan	Sète
Ecart de température moyenne hivernale en °C ante 80' – post 80'	Stationnaire	1,1	Stationnaire	Stationnaire	0,8	0,9	1,0
Ecart de température moyenne printanière en °C ante 80' – post 80'	0,8	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3
Ecart de température moyenne estivale en °C ante 80' – post 80'	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4
Ecart de température moyenne automnale en °C ante 80' – post 80'	0,8	Stationnaire	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9

Tableau 5 : Ecart des températures moyennes saisonnières entre la période ante 1980 et la période de 1980 à nos jours,

Sur toutes les stations étudiées et sur les trois mois de l'été, la température moyenne peut varier de plusieurs degrés Celsius d'une année sur l'autre. Cette variabilité interannuelle est quantifiée par un paramètre que l'on nomme l'écart type qui caractérise la dispersion autour d'une moyenne. Alors que pour la France métropolitaine, cet écart type moyen est de $0,9^{\circ}\text{C}^{11}$, il varie entre $1,0$ et $1,2^{\circ}\text{C}$ sur nos sept stations.

Cette variabilité, typique du climat méditerranéen, est un peu plus marquée pour une grandeur comme la température maximale journalière (Tmax) en été ($1,4^{\circ}\text{C}$ au Mont Aigoual ou $1,3^{\circ}\text{C}$ à Carcassonne). Concrètement cela se traduit par des périodes estivales manifestement plus chaudes mais aussi certains étés notablement plus froids que d'habitude.

L'augmentation des températures estivales est plus importante sur chacune des stations que celle de la température moyenne. La plus importante hausse relevée concerne la température maximale estivale de Perpignan avec $1,6^{\circ}\text{C}$. L'évolution des températures minimales témoigne de la réalité du réchauffement des nuits d'été.

	Carcassonne	Mont Aigoual	Montpellier	Narbonne	Nîmes	Perpignan	Sète
Ecart de Tmin moyenne estivale en °C ante 80' – post 80'	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	1,4	1,4
Ecart de Tmax moyenne estivale en °C ante 80' – post 80'	1,4	1,2	1,3	1,5	1,2	1,6	1,3

Tableau 6 : Ecart des températures minimales et maximales estivales entre la période ante 1980 et la période de 1980 à nos jours,

¹⁰ Sur ce point voir également : Indicateurs du changement climatique sur le département de l'Hérault (1976 - 2005) – Association climatologique de l'Hérault (2008) ou Vulnerability of mediterranean hydrosystems to climate changes and human activities : the VULCAIN project - BRGM (2007)

¹¹ Période de 1880 à 2002, Analyse et modélisation du climat – 2nd édition du Livre blanc « Escrime »

Nombres de jours de gel

Le nombre annuel de jours de gel est le nombre de jours par an où la température minimale quotidienne sous abri est inférieure ou égale à 0°C. Le suivi de cet indicateur nécessite donc de disposer des enregistrements journaliers de température. Ils sont disponibles, sur de relativement longues périodes de temps, pour deux stations : Carcassonne et Nîmes, respectivement sur 61 et 87 années.

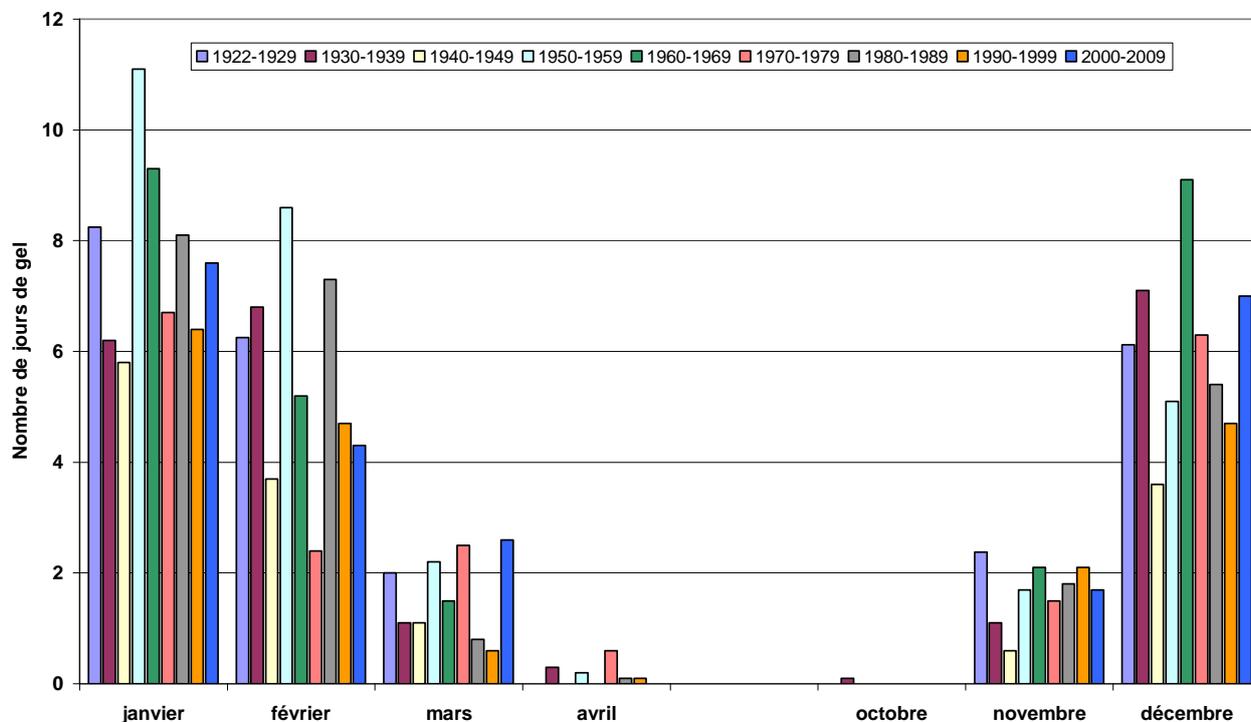


Figure 7 : Nombre moyen mensuel de jours de gels par décennie ¹² – Station de Nîmes (Données Météo France)

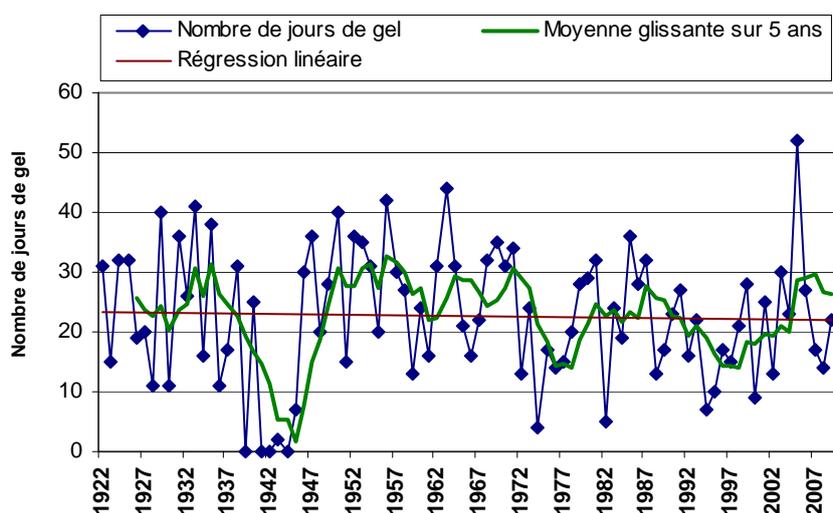


Figure 8: Evolution du nombre de jours de gel par an Station de Nîmes (Données Météo France)

Pour Nîmes, il est difficile de faire ressortir une tendance d'évolution dans le nombre de jours de gel des différentes décades réparties mois par mois.

Il est également possible de suivre le nombre moyen de jours de gel, année par année, tout au long de la chronique disponible (cf. figure ci-contre).

Avec ce mode de présentation, on ne distingue pas non plus d'évolutions remarquables. Enfin, les différents tests statistiques

employés ne permettent pas, eux aussi, d'en faire ressortir une particulière. La régression linéaire est quasi constante. Elle correspond à la moyenne établie sur toute la chronique qui est égale à 23

¹² La première période « décennale », de 1922 à 1929 ne comprend que 8 ans.

jours de gel par an. La rigueur des hivers des années 50 se retrouve clairement sur ce graphe. Le nombre annuel de jours de gel était alors compris entre 35 et 40.

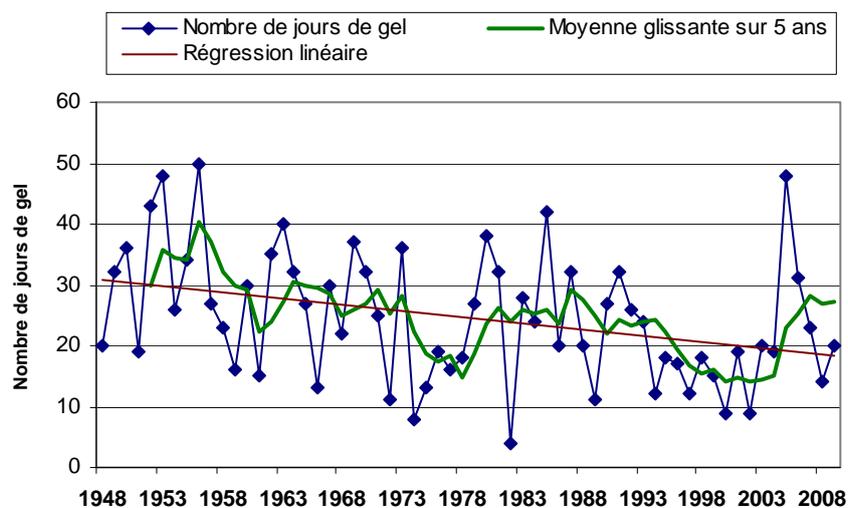


Figure 9 : Evolution du nombre de jours de gel par an Station de Carcassonne (Données Météo France)

On trouvera en annexe les histogrammes décennaux du nombre de jours de gel pour la station de Carcassonne. On y distingue, pour les mois de janvier et de février, une diminution de la fréquence des épisodes gélifs. Cette tendance se visualise sans équivoque avec l'évolution du cumul annuel de jours de gel qui, tous les 10 ans, diminue de 2 jours. Elle reste toutefois sans commune mesure avec la réduction de 70 % du nombre de jours de gels donnée par Moisselin¹³

pour la station de Sète entre 1951 et 2000.

Pour Nîmes comme pour Carcassonne, l'hiver 2005 qui fut particulièrement froid, se singularise avec un nombre de jours de gel supérieur ou égal au maximum enregistré sur toute la chronique disponible.

Précipitations

Les chroniques de données homogènes assez longues pour s'étendre de la fin du 19^{ème} siècle à l'année 2009 étaient disponibles pour cinq stations. Le cumul mensuel des précipitations a ainsi pu être étudié pour chacune d'entre elles. La figure 10 ci-après représente l'évolution des hauteurs annuelles de précipitations pour la station de Nîmes. Les histogrammes similaires figurent en annexe pour toutes les autres stations.

Sur Nîmes comme pour les différentes séries étudiées, on relève une forte variabilité, intrinsèque à cet indicateur et, qui plus est, caractéristique du climat méditerranéen, avec des alternances de cycles pluvieux et de périodes plus sèches.

La moyenne glissante sur cinq ans qui lisse les variations interannuelles est représentée par le tracé continu de couleur verte. Comme pour les températures, ce type de lissage permet de favoriser la mise en valeur d'une éventuelle tendance d'évolution.

Le cumul de précipitations est également très variable, dans une même zone climatique, d'une localisation géographique à l'autre. Ainsi lors de l'épisode pluvieux majeur des Pyrénées-Orientales, en octobre 1940, alors que l'on a mesuré entre le 17 et le 19 octobre 1 700 mm de pluie dans le Haut Vallespir, à Saint Laurent de Cerdans, le mois d'octobre 1940 de la station de Perpignan est loin d'enregistrer une valeur aussi extravagante (304 mm, cf. figure 64, page 50).

Dans le tableau 7 ci-dessous présentant les différents cumuls moyens annuels pour les cinq stations retenues, la station du Mont Aigoual se distingue avec des valeurs très importantes pour la région, dues à sa position en altitude, où l'effet d'ascendance orographique sur les premiers versants montagneux rencontrés par les vents de Sud-est chargés d'humidité prend toute son importance.

¹³ Changements climatiques sur le Sud de la France, Jean-Marc Moisselin – Météo France 2008

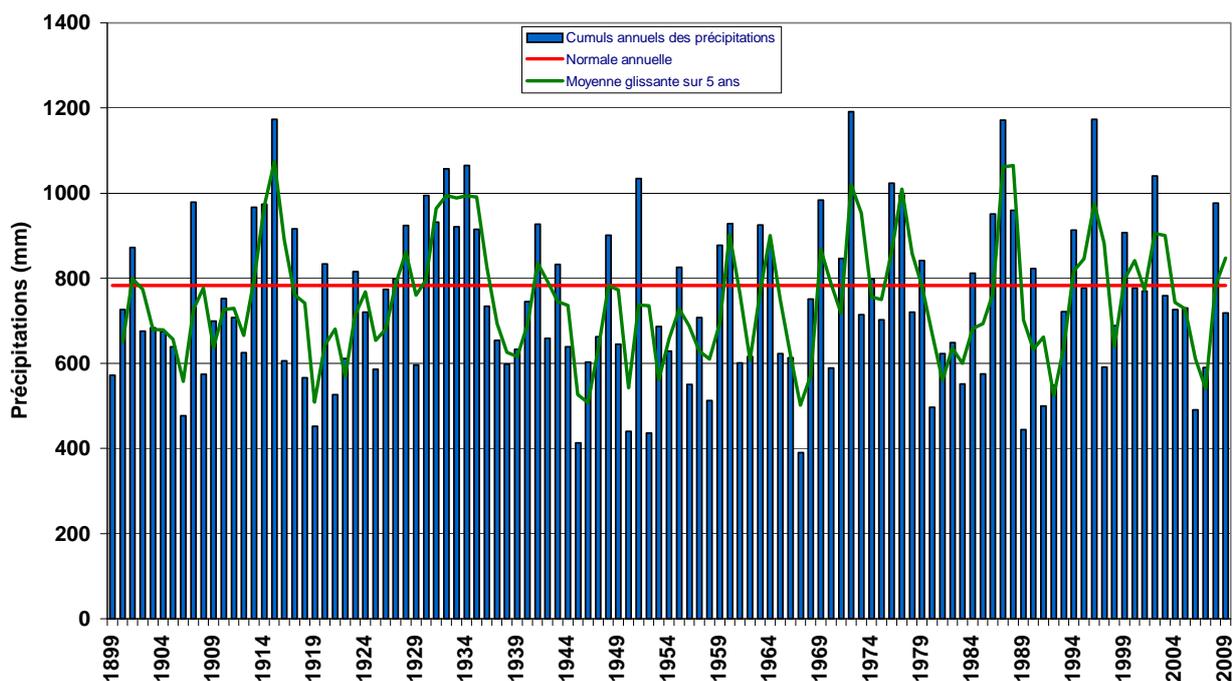


Figure 10 : Evolution des cumuls annuels de précipitations à Nîmes. Période 1899 – 2009.
Normale 1971 – 2000 (782,7 mm) (Données Météo France)

Le littoral s'avère beaucoup moins arrosé, d'autant plus que l'on se dirige vers le Sud, en témoigne Perpignan qui reçoit 100 mm de précipitations en moins que Montpellier. Pour toutes les stations, les cumuls moyens de la période de référence, qui appartient à un cycle pluvieux, sont plus élevés que les moyennes sur la totalité de la chronique.

	Mont Aigoual	Montpellier	Nîmes	Perpignan	Sète
Moyenne annuelle (mm) sur toute la chronique	1 776	616	747	515	581
Normale (mm) sur la période de référence 1971 - 2000	2049	655	783	547	605

Tableau 7 : Cumul annuel moyen de précipitations sur 5 stations météorologiques du Languedoc-Roussillon

Quelle que soit la localisation, la saison la plus humide est l'automne qui totalise près d'un tiers des précipitations annuelles. L'hiver et le printemps ont des cumuls du même ordre de grandeur qui représentent chacun 25 % du total annuel.

	Mont Aigoual	Montpellier	Nîmes	Perpignan	Sète
Moyenne hivernale (mm) sur toute la chronique	455	160	167	143	157
Moyenne printanière (mm) sur toute la chronique	432	151	182	131	144
Moyenne estivale (mm) sur toute la chronique	218	80	121	75	71
Moyenne automnale (mm) sur toute la chronique	670	226	276	166	209

Tableau 8: Cumul saisonnier moyen de précipitations sur 5 stations météorologiques du Languedoc-Roussillon

Sur toutes ces stations, il n'est pas actuellement observé de tendances significatives à la hausse ou à la baisse des quantités annuelles de précipitations. Une approche plus fine, en examinant les séries de cumuls saisonniers, ne permet pas non plus de distinguer la moindre évolution significative, y compris au printemps, saison importante pour le cycle végétatif.

En fait, pour être plus complet, il faut signaler que l'application d'une régression linéaire d'ordre 1 sur ces différents cumuls semble indiquer une hausse faible mais généralisée (cumul annuel, hivernal, printanier et automnal) à l'exception de l'été qui serait en légère baisse. Mais lorsque l'on utilise des outils de traitement de données moins rustiques, tel un test statistique de détection de tendance (Kendall) ou de rupture d'homogénéité, aucune évolution probante ne peut être validée.

Afin de mieux tenir compte de la saisonnalité des précipitations, il est parfois choisi, pour le Languedoc-Roussillon, de découper l'année en trois périodes : une saison humide de janvier à mai, une saison sèche de juin à août et une seconde saison humide de septembre à décembre. Avec les données étudiées, ce type de découpage n'a pas non plus permis de mettre en évidence une quelconque tendance d'évolution.

Cependant, au-delà du simple indicateur du cumul des précipitations, il ne faut pas oublier que c'est plus la répartition spatio-temporelle de la pluie et donc l'intensité des épisodes pluvieux qui est à même de renseigner sur l'efficacité vis-à-vis du remplissage des réservoirs aquifères ou de la disponibilité de la ressource pour la végétation. A cet égard, un paramètre tel le cumul mensuel de précipitations apparaît comme relativement pauvre en information et, en particulier, il ne dit rien de l'intensité des épisodes pluvieux.

En outre, du simple fait que la température croît, même si la pluviométrie reste constante, il y a inéluctablement une augmentation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et donc une baisse de la disponibilité en eau qui n'est pas retranscrite en considérant les seuls cumuls de précipitations.

Une analyse plus exhaustive de l'évolution des modalités de précipitations en Languedoc-Roussillon, qui sort du champ de cette publication, nécessiterait donc de disposer de données plus détaillées que le simple cumul mensuel, élargies à d'autres paramètres comme l'évapotranspiration, le nombre de jours secs, la précipitation maximale journalière, etc.

Glossaire et définitions

Evapotranspiration réelle: ce paramètre représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur d'eau par une surface ou un couvert végétal (à travers les stomates des plantes). On l'exprime de manière usuelle en mm/jour.

Elle dépend de la culture considérée, du stade phénologique de cette culture, du contenu en eau du sol et des conditions météorologiques observées.

Evapotranspiration potentielle : c'est l'évapotranspiration maximale d'un couvert végétal, bas, continu et homogène (gazon) bien alimenté en eau. Ce concept, essentiellement théorique, ne dépend ainsi que des conditions atmosphériques (températures, humidité relative, rayonnement solaire et vent).

Indice d'aridité : rapport des précipitations sur l'évapotranspiration potentielle

Moyenne : dans ce document il s'agit de la moyenne arithmétique. C'est-à-dire le rapport entre la somme des valeurs d'un paramètre particulier et le nombre de valeurs enregistrées pour ce paramètre.

Normale : c'est la moyenne d'un paramètre météorologique, sur une période trentenaire de référence, définie par l'Organisation Météorologique Mondiale, ici 1971-2000.

Régression linéaire : méthode statistique consistant à trouver la loi de variation linéaire qui ajuste au mieux une distribution de valeurs données. Lorsque cette opération ne porte que sur une seule variable, elle est dite d'ordre 1.

T_{moy} : moyenne des températures sur une période de temps donnée (mois, saison, année).

T_{max} : moyenne des températures maximales journalières sur une période de temps donnée (mois, saison, année).

T_{min} : moyenne des températures minimales journalières sur une période de temps donnée (mois, saison, année).

Annexe : Détail des séries météorologiques disponibles

Série météorologique de Carcassonne

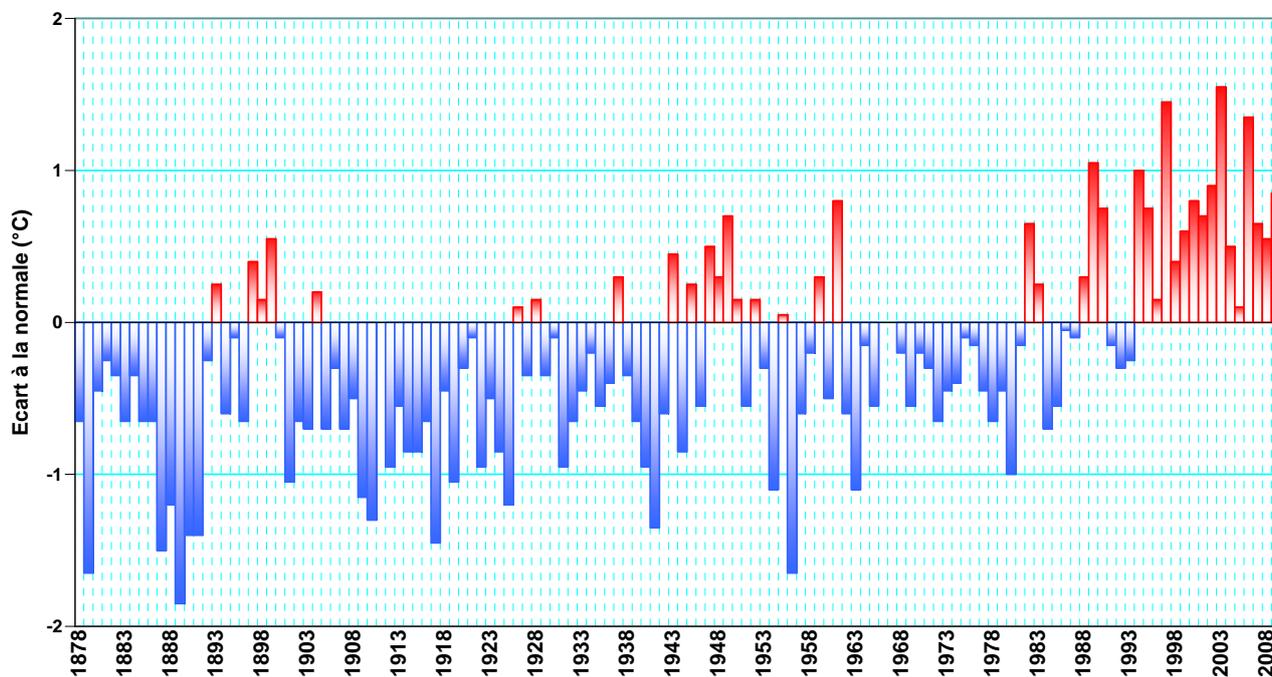


Figure 11 : Anomalie de température moyenne annuelle à Carcassonne. Période 1878 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (13,7°C) (Données Météo France)

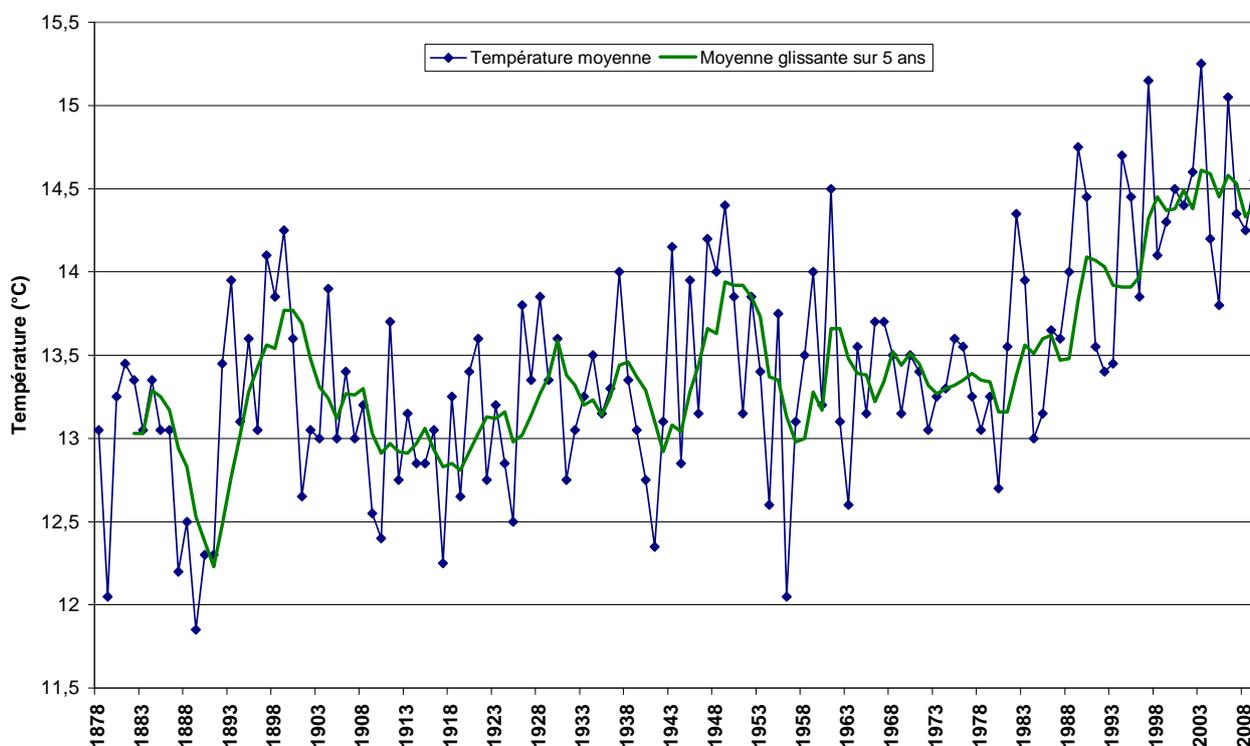


Figure 12 : Evolution de la température moyenne annuelle à Carcassonne. Période 1878 – 2009
(Données Météo France)

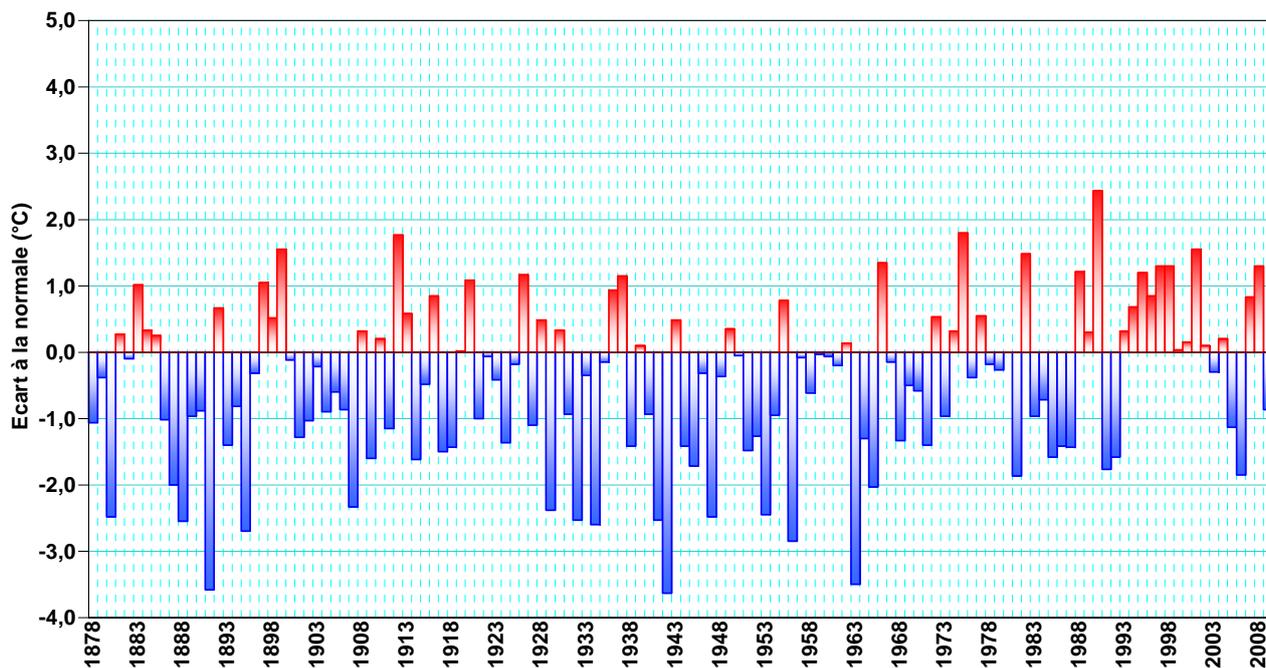


Figure 13 : Anomalie de température moyenne hivernale à Carcassonne. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (7,0°C) (Données Météo France)

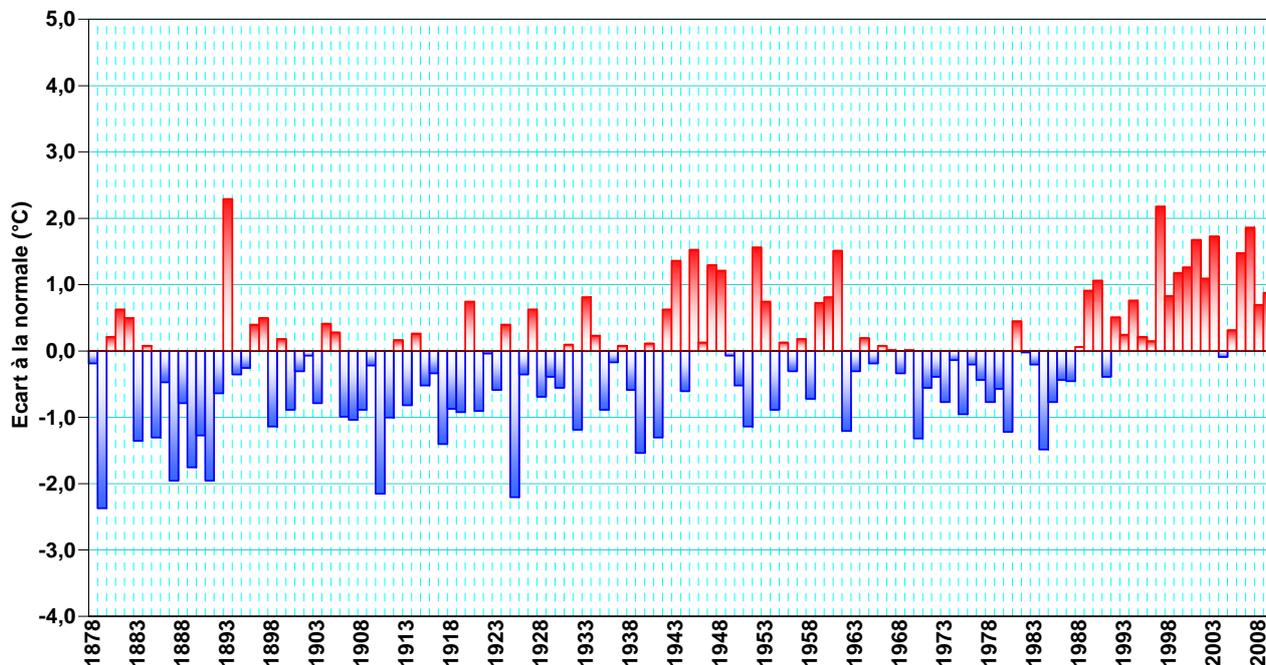


Figure 14 : Anomalie de température moyenne printanière à Carcassonne. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (12,3°C) (Données Météo France)

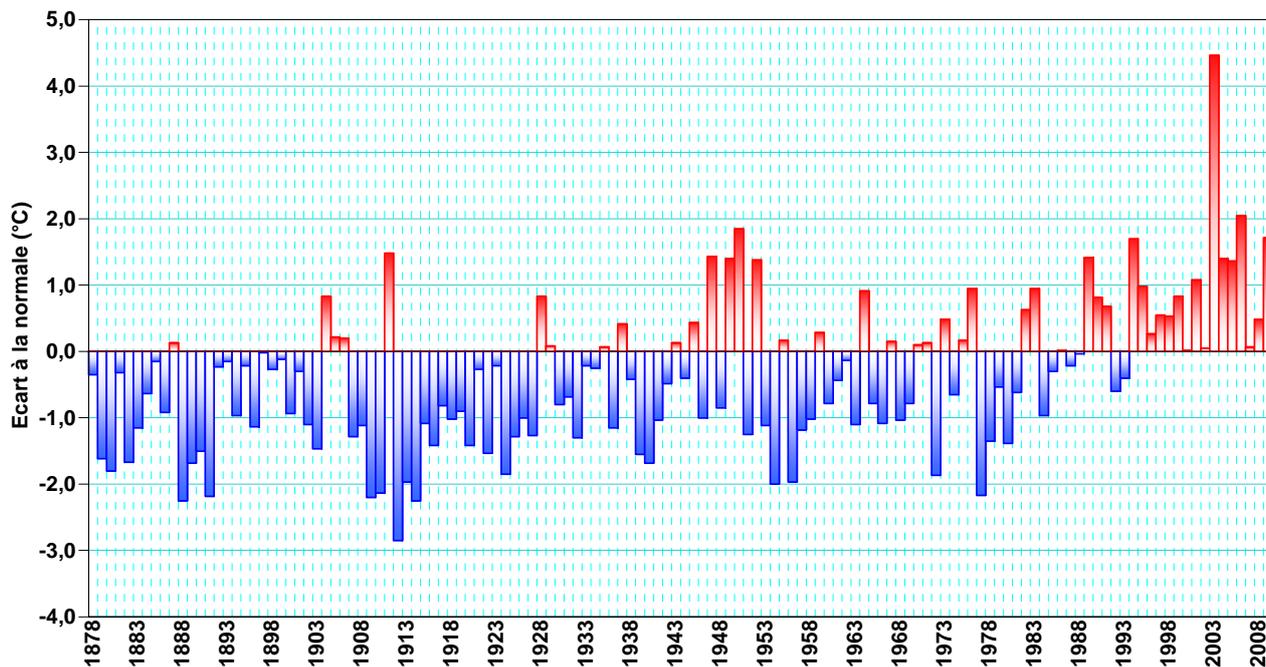


Figure 15 : Anomalie de température moyenne estivale à Carcassonne. Période 1878 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (21,2°C) (Données Météo France)

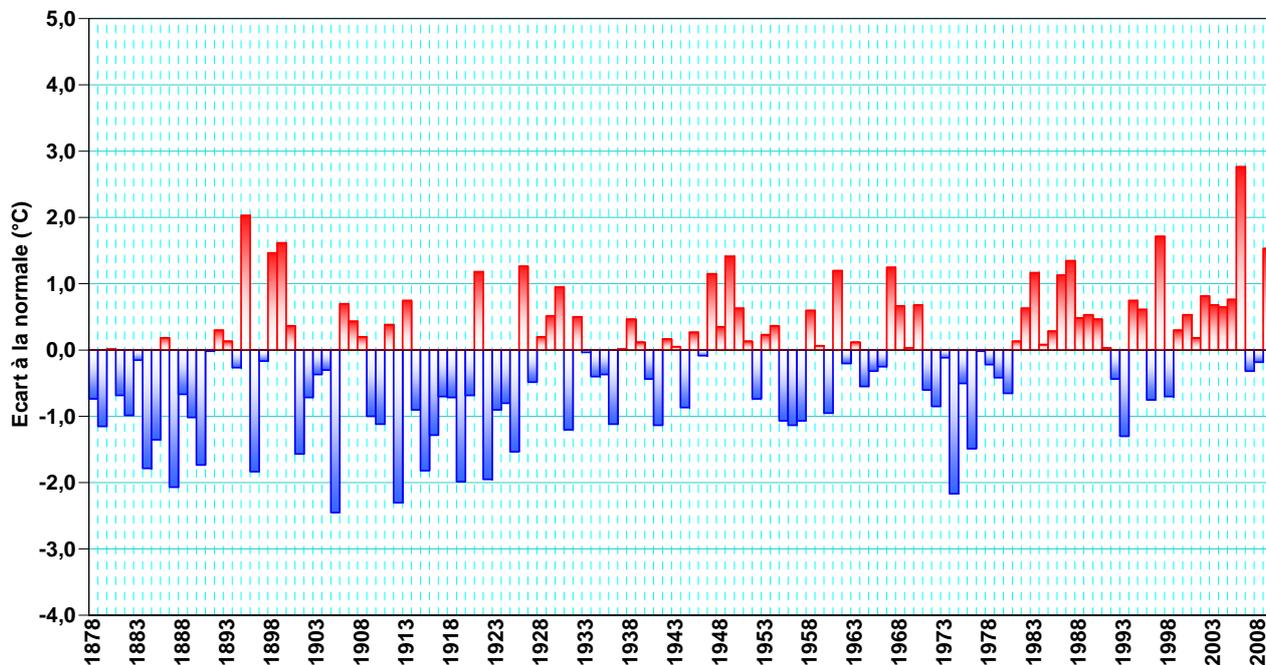


Figure 16 : Anomalie de température moyenne automnale à Carcassonne. Période 1878 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (14,4°C) (Données Météo France)

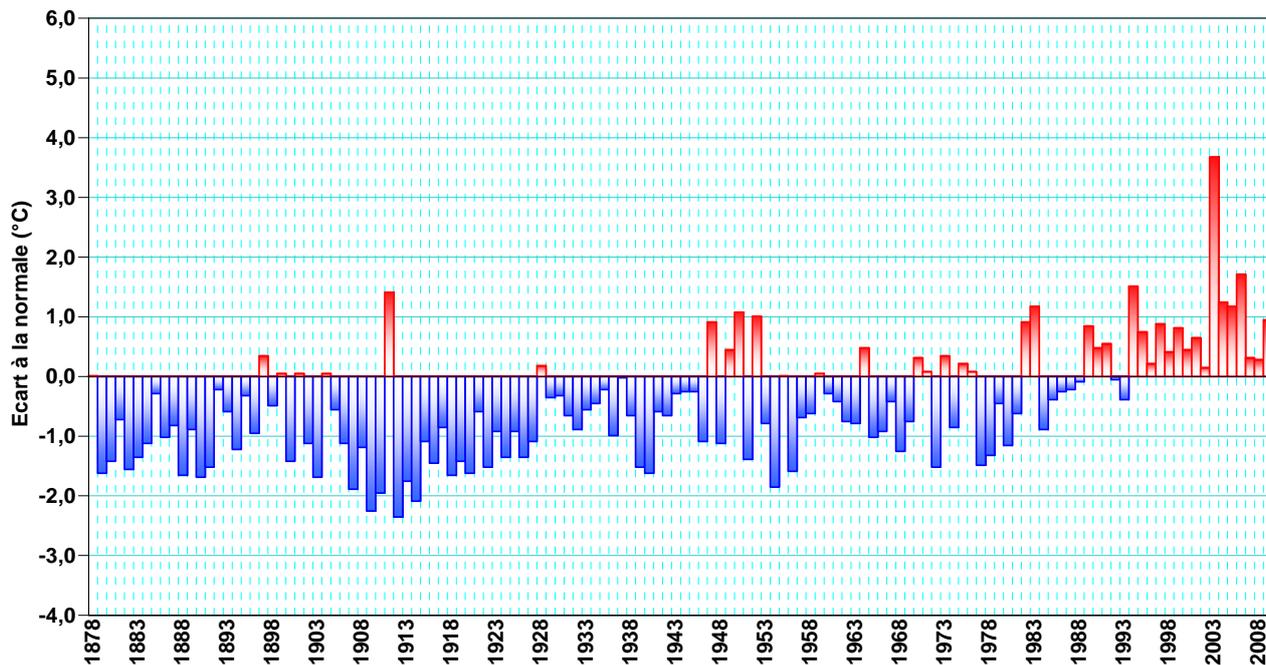


Figure 17 : Anomalie de température minimale estivale à Carcassonne. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (15,8°C) (Données Météo France)

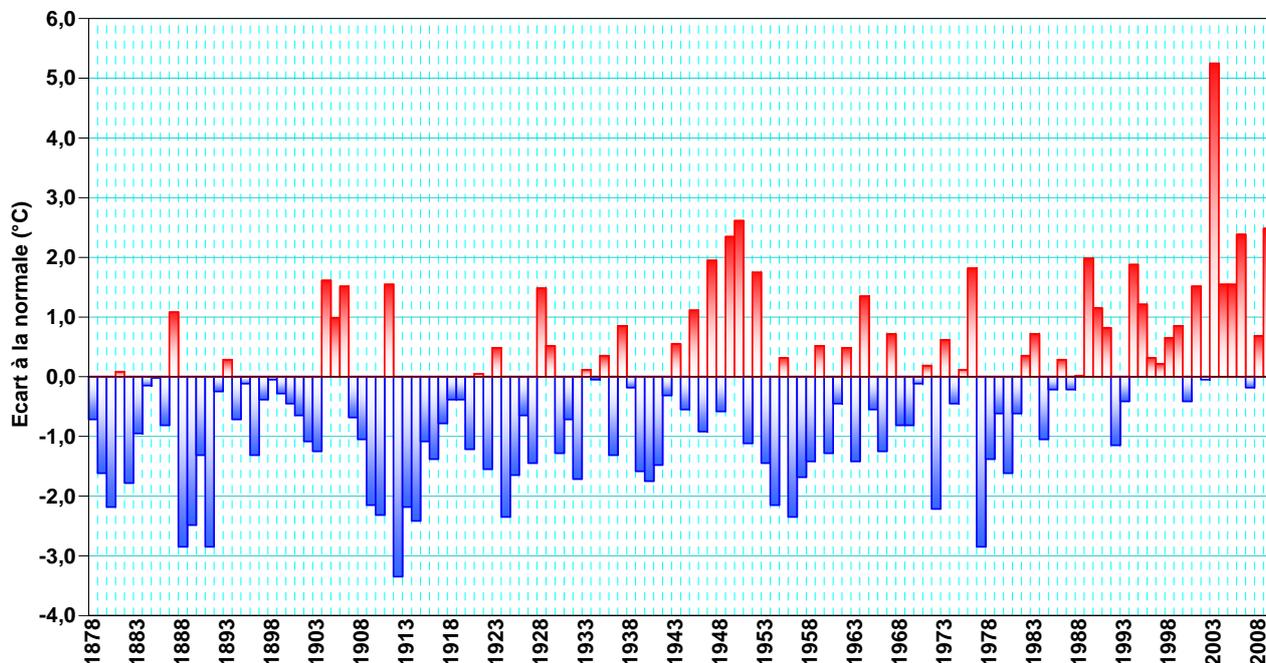


Figure 18 : Anomalie de température minimale estivale à Carcassonne. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (26,6°C) (Données Météo France)

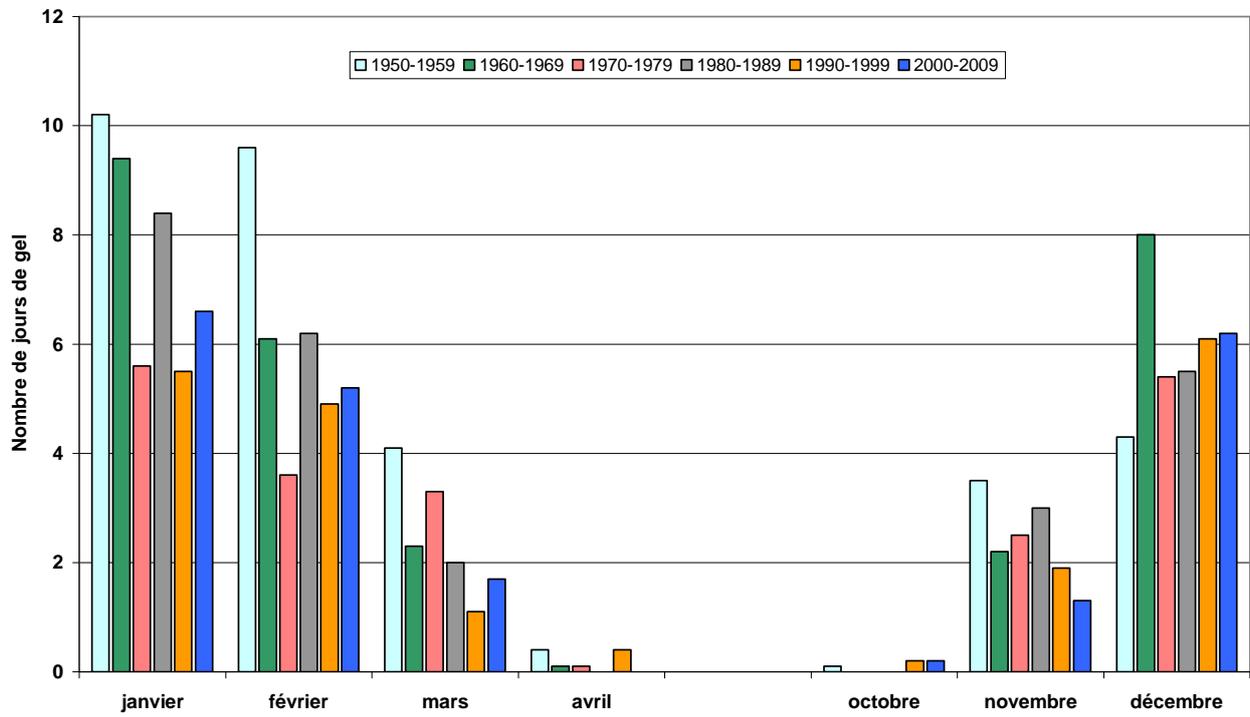


Figure 19 : Nombre moyen mensuel de jours de gels par décennie – Station de Carcassonne (Données Météo France)

Série météorologique du Mont Aigoual

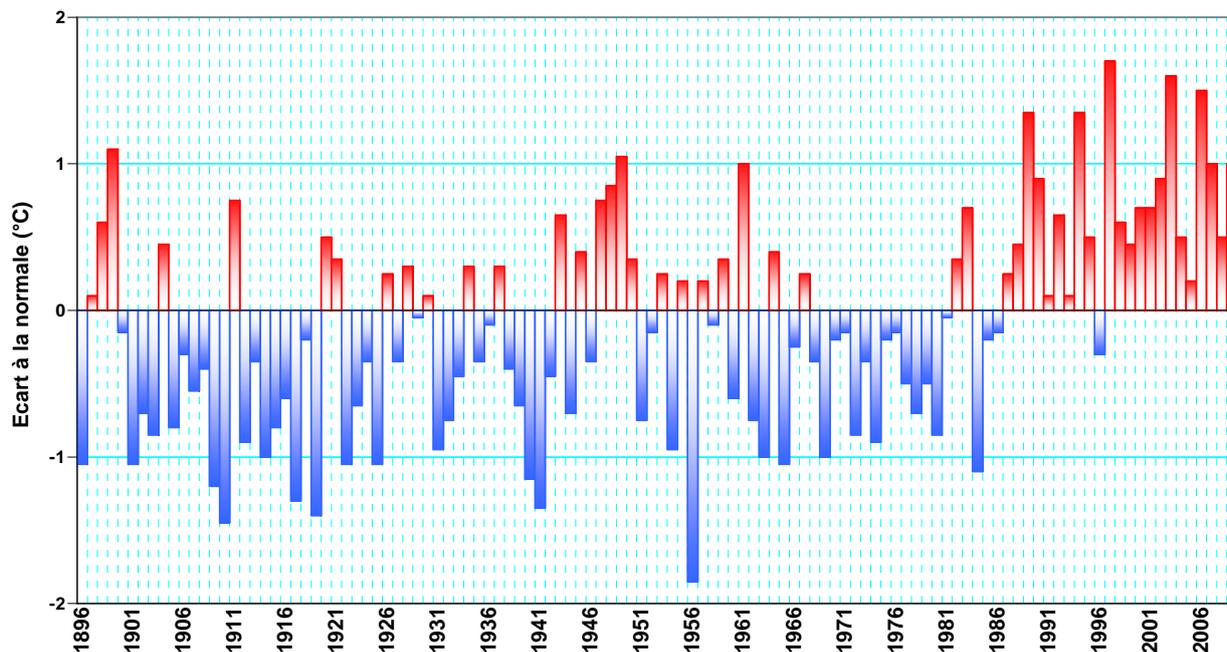


Figure 20 : Anomalie de température moyenne annuelle au Mont Aigoual. Période 1896 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (4,8°C) (Données Météo France)

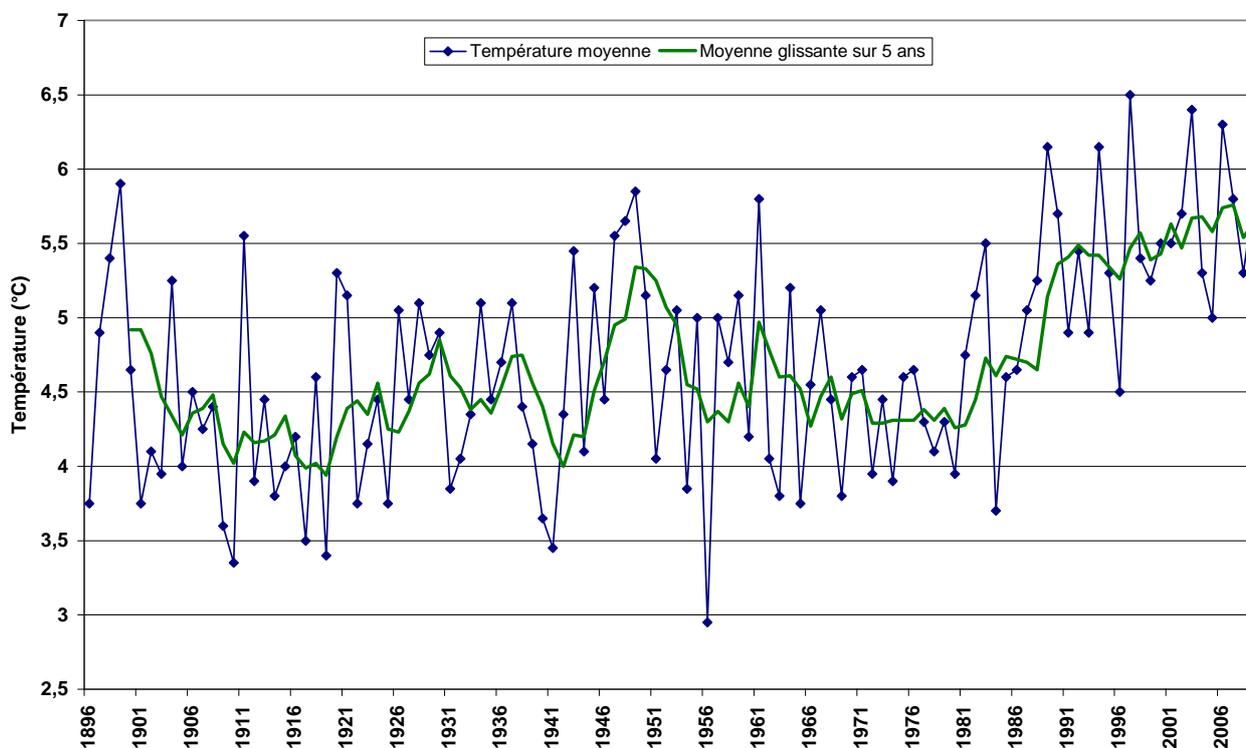


Figure 21 : Evolution de la température moyenne annuelle au Mont Aigoual. Période 1896 – 2009
(Données Météo France)

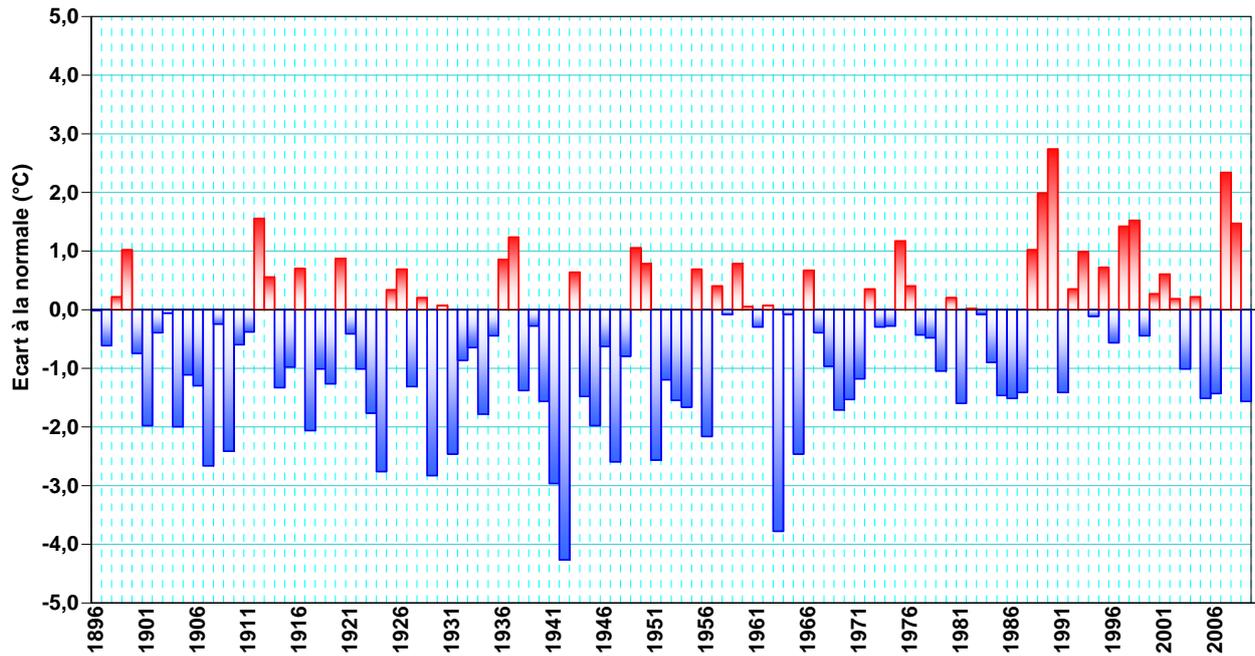


Figure 22 : Anomalie de température moyenne hivernale au Mont Aigoual. Période 1896 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (-0,9°C) (Données Météo France)

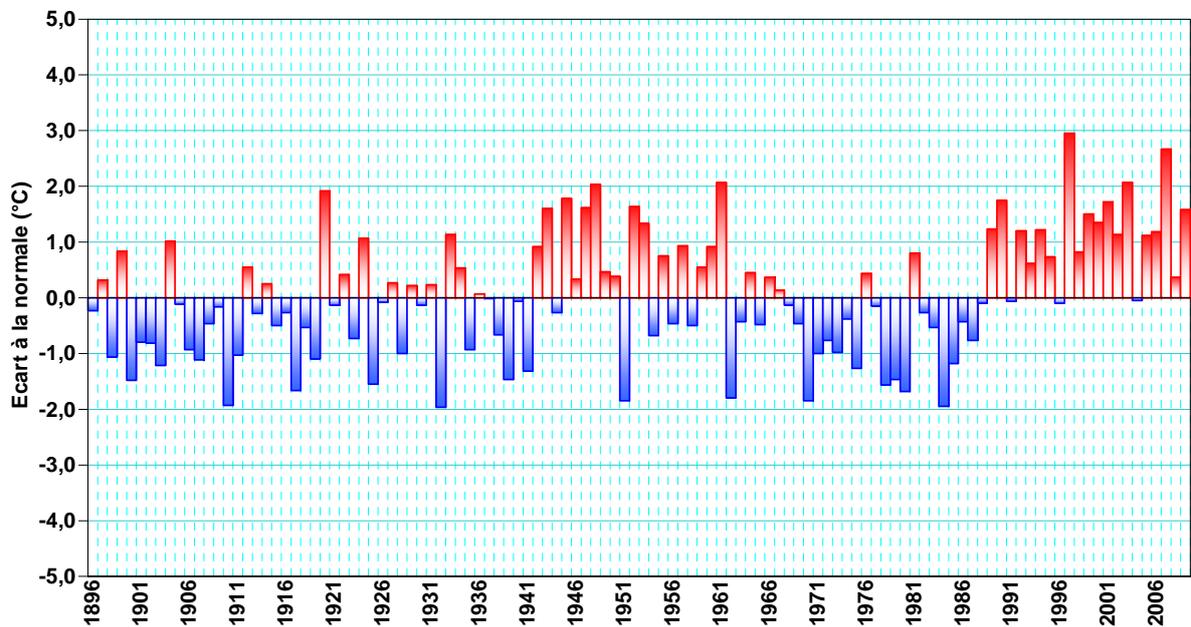


Figure 23 : Anomalie de température moyenne printanière au Mont Aigoual. Période 1896 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (2,6°C) (Données Météo France)

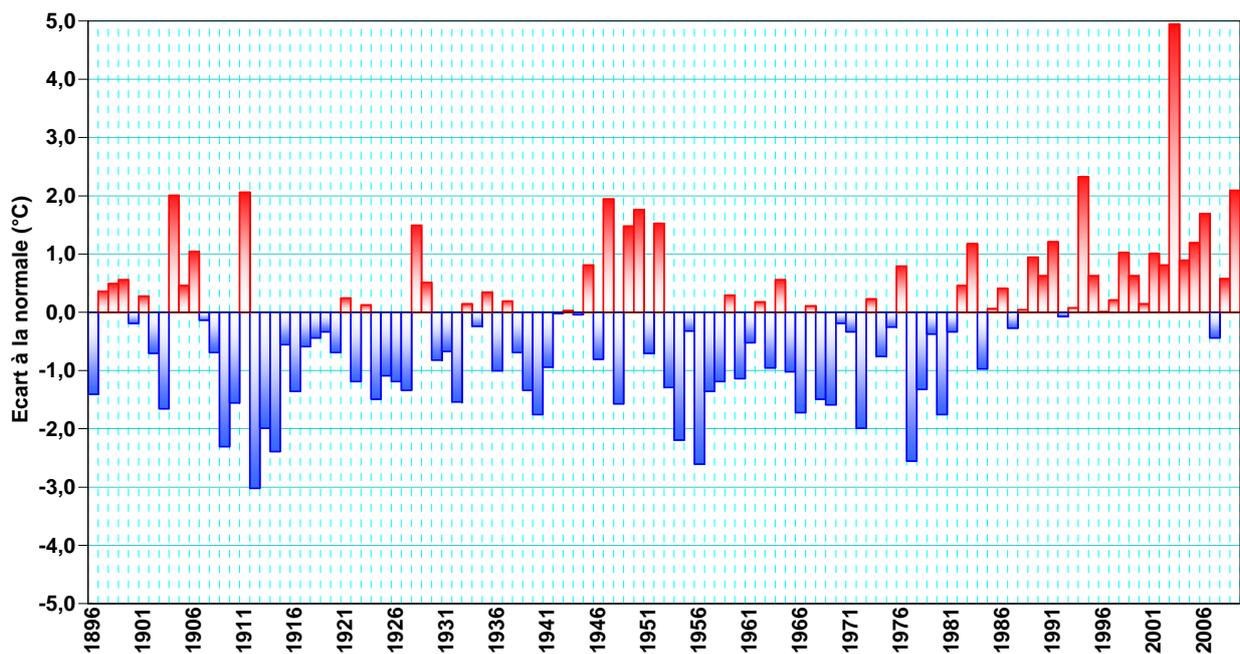


Figure 24 : Anomalie de température moyenne estivale au Mont Aigoual. Période 1896 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (12,1°C) (Données Météo France)

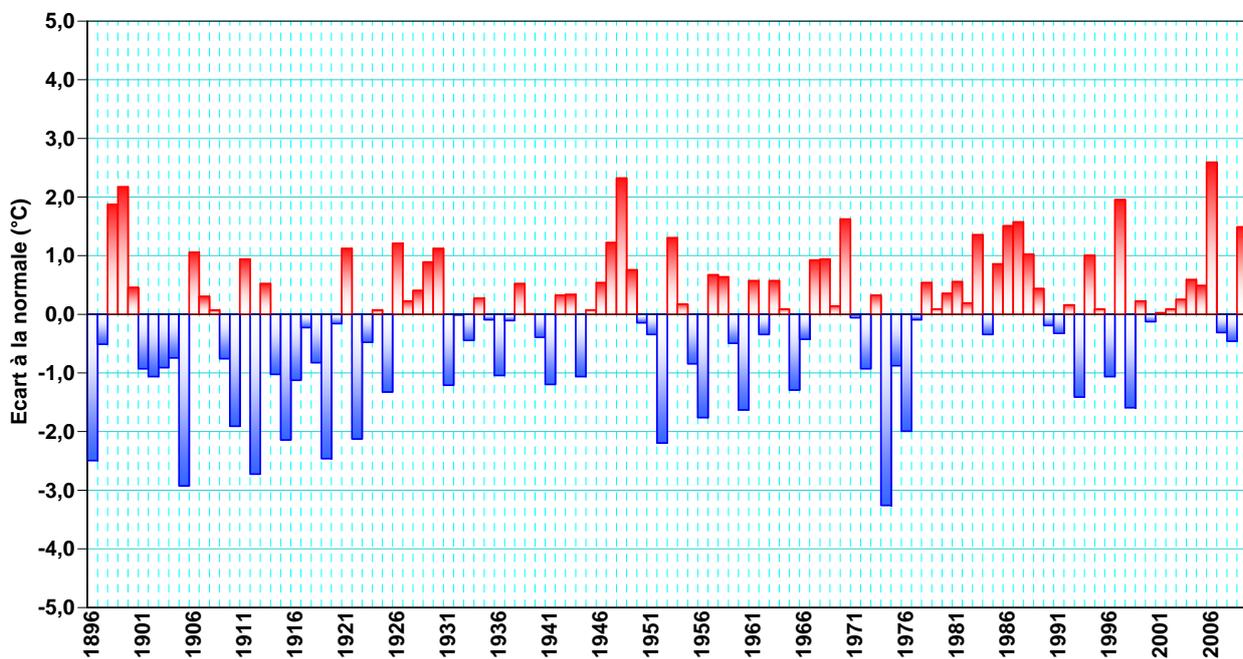


Figure 25 : Anomalie de température moyenne automnale au Mont Aigoual. Période 1896 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (5,8°C) (Données Météo France)

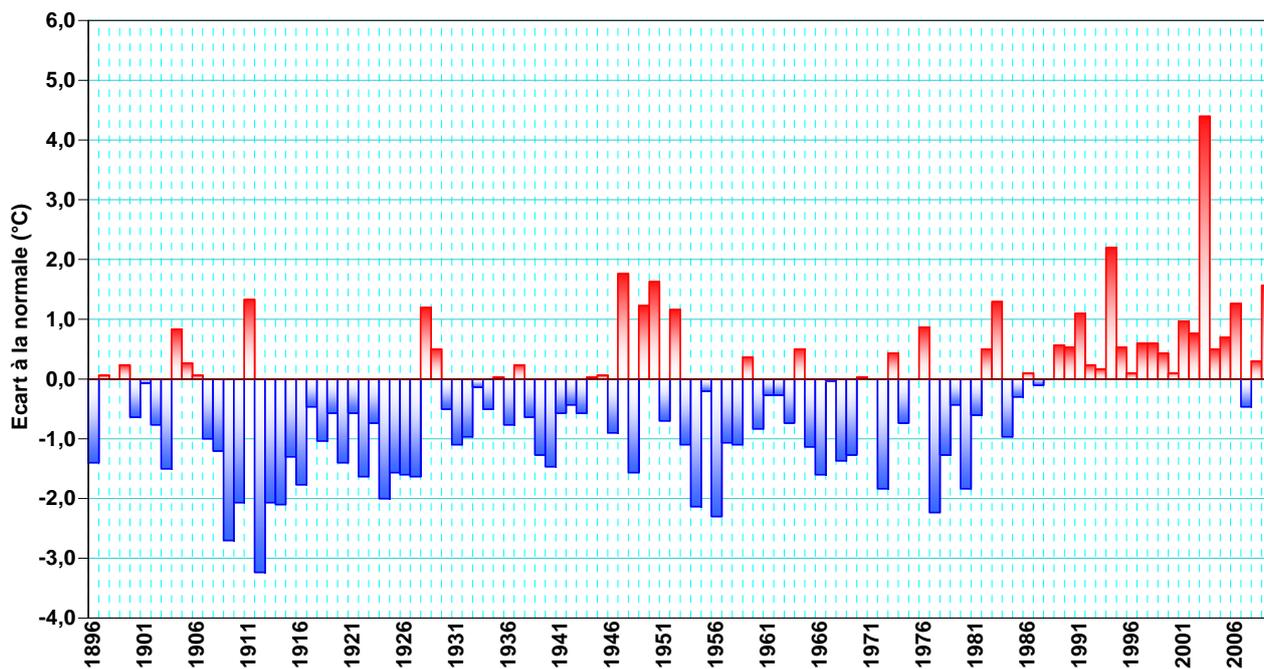


Figure 26 : Anomalie de température minimale estivale au Mont Aigoual. Période 1896 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (8,9°C) (Données Météo France)

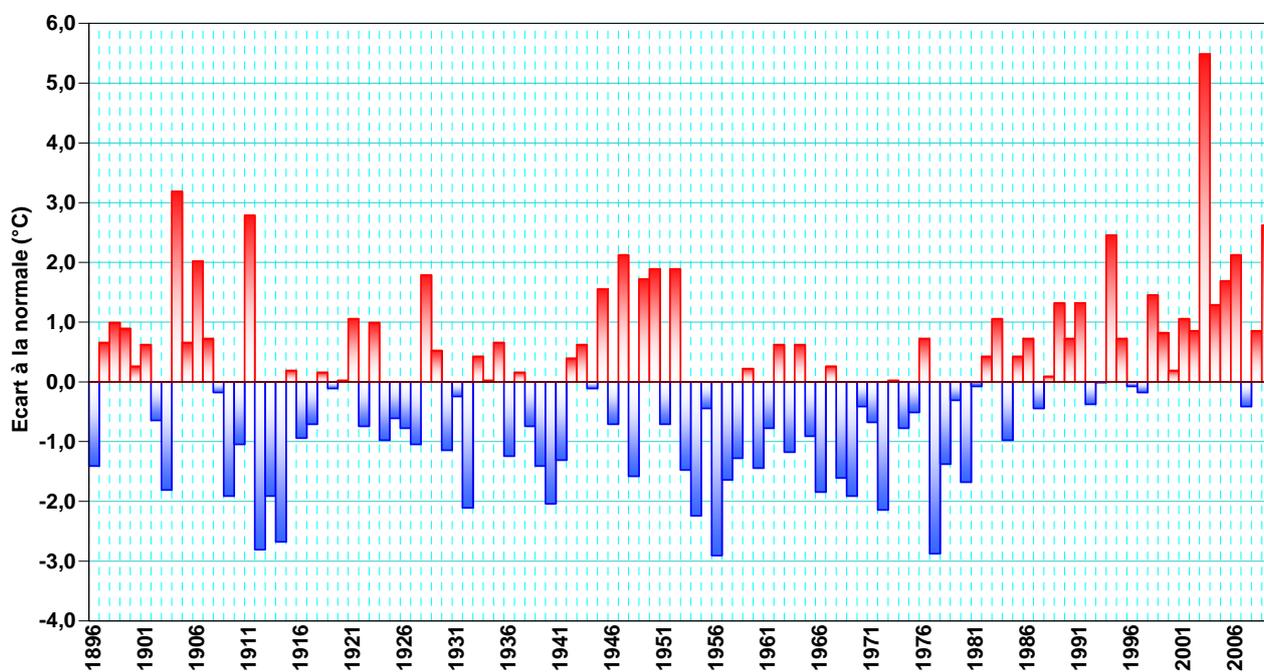
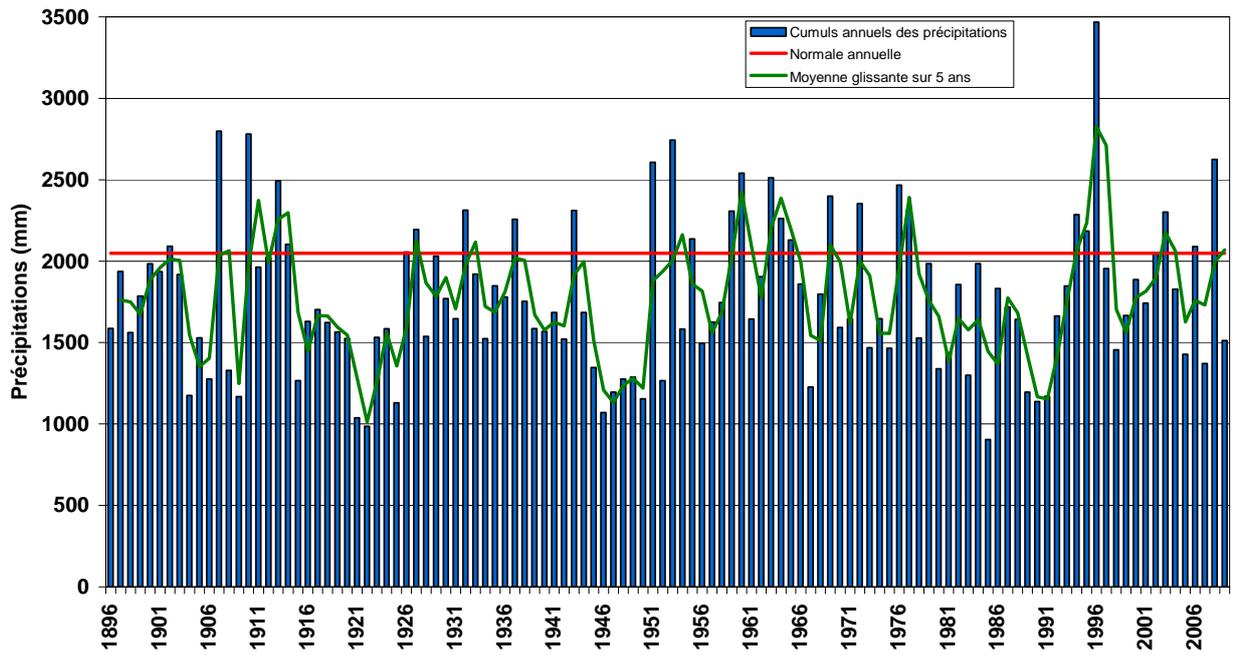


Figure 27 : Anomalie de température maximale estivale au Mont Aigoual. Période 1896 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (15,2°C) (Données Météo France)



**Figure 28 : Evolution des cumuls annuels de précipitations au Mont Aigoual. Période 1896 – 2009
Normale 1971 – 2000 (2048,6 mm) (Données Météo France)**

Série météorologique de Montpellier

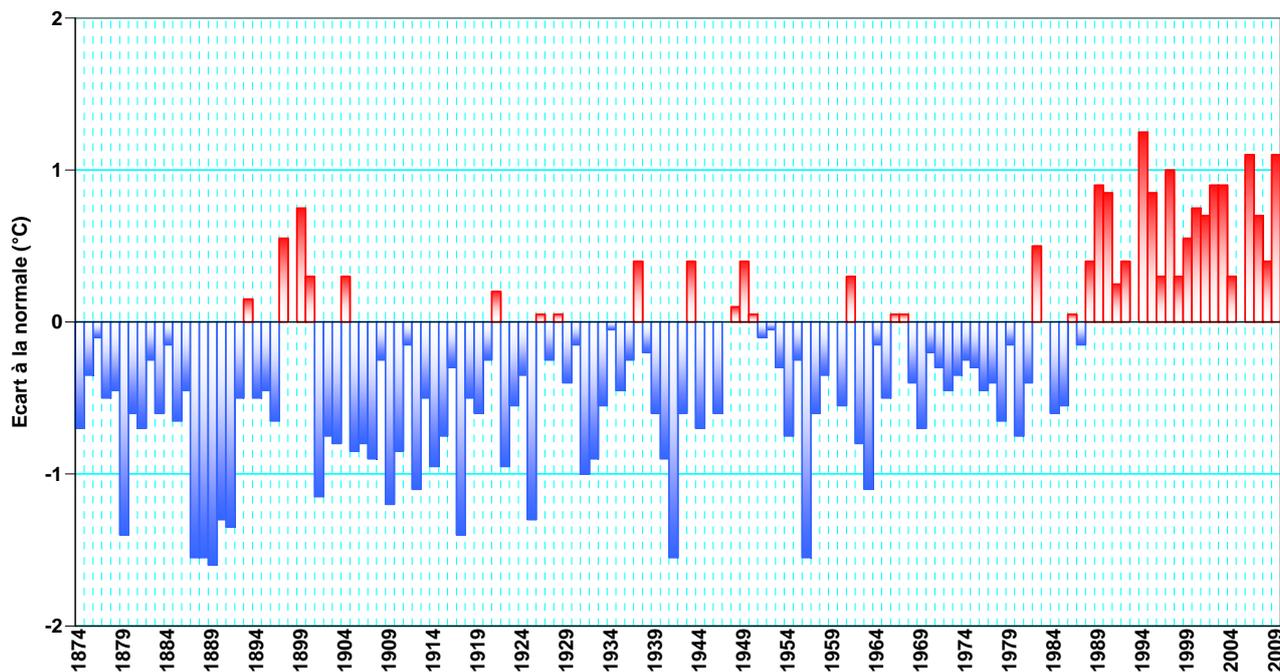


Figure 29 : Anomalie de température moyenne annuelle à Montpellier. Période 1874 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (14,7°C) (Données Météo France)

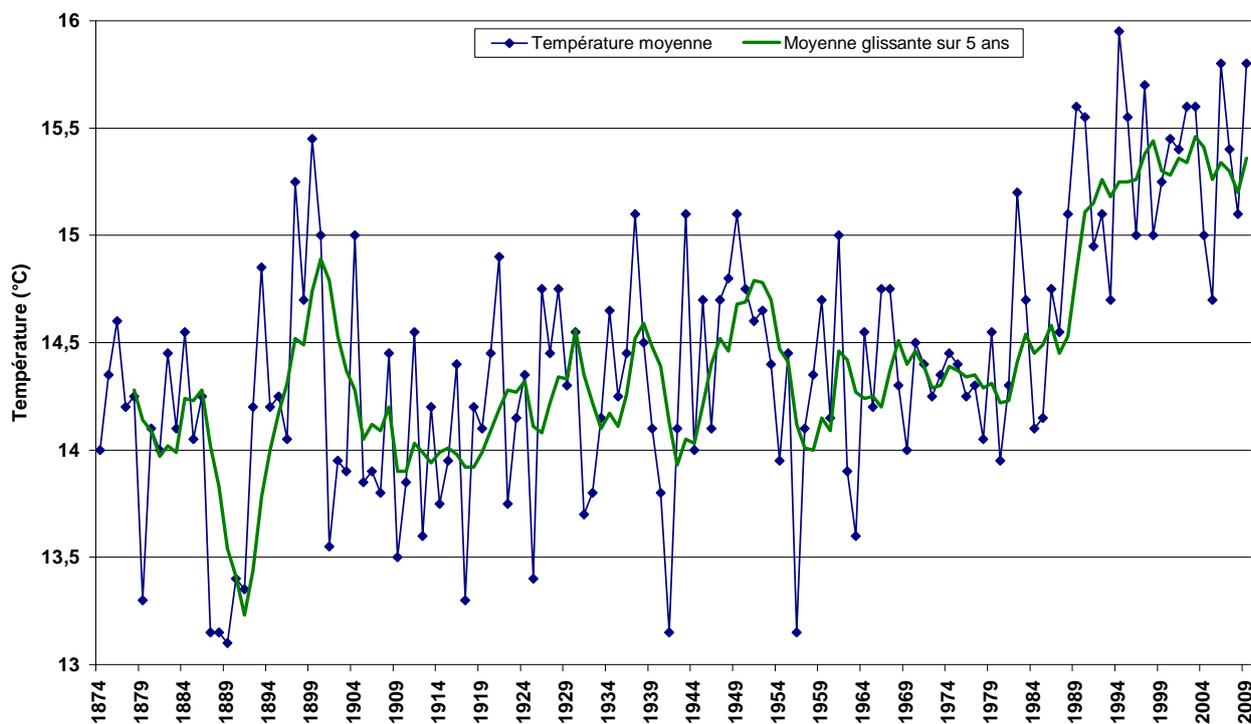


Figure 30 : Evolution de la température moyenne annuelle à Montpellier. Période 1874 – 2009
(Données Météo France)

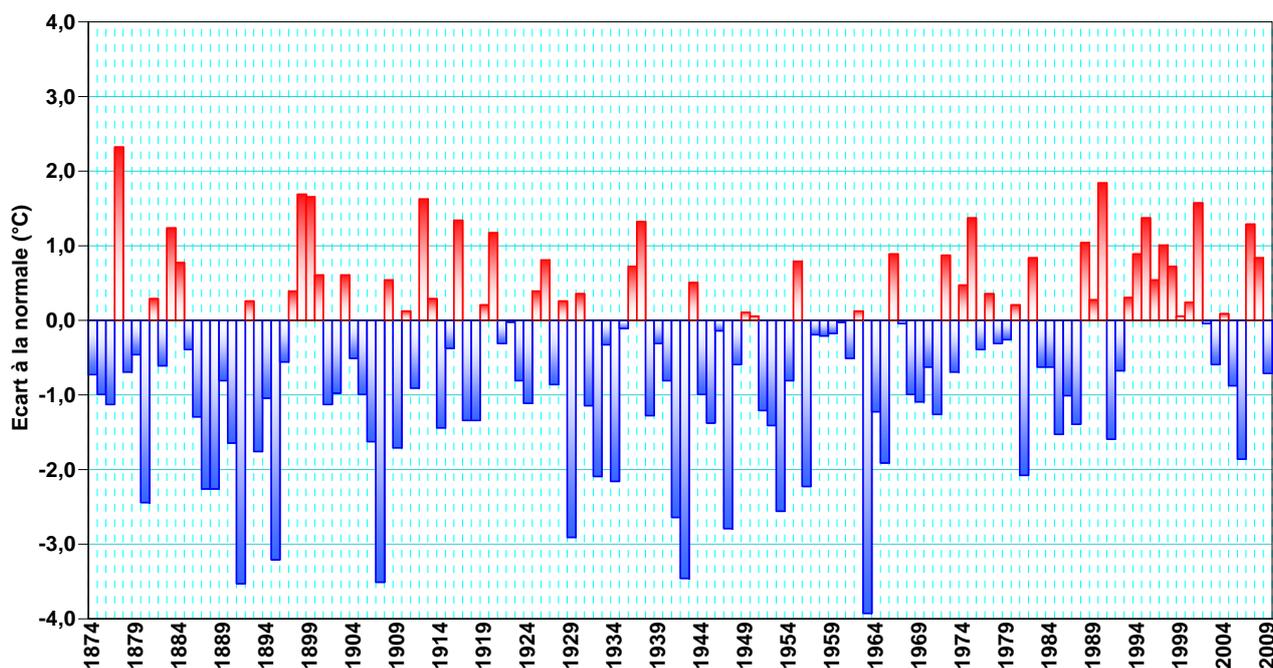


Figure 31 : Anomalie de température moyenne hivernale à Montpellier. Période 1874 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (7,8°C) (Données Météo France)

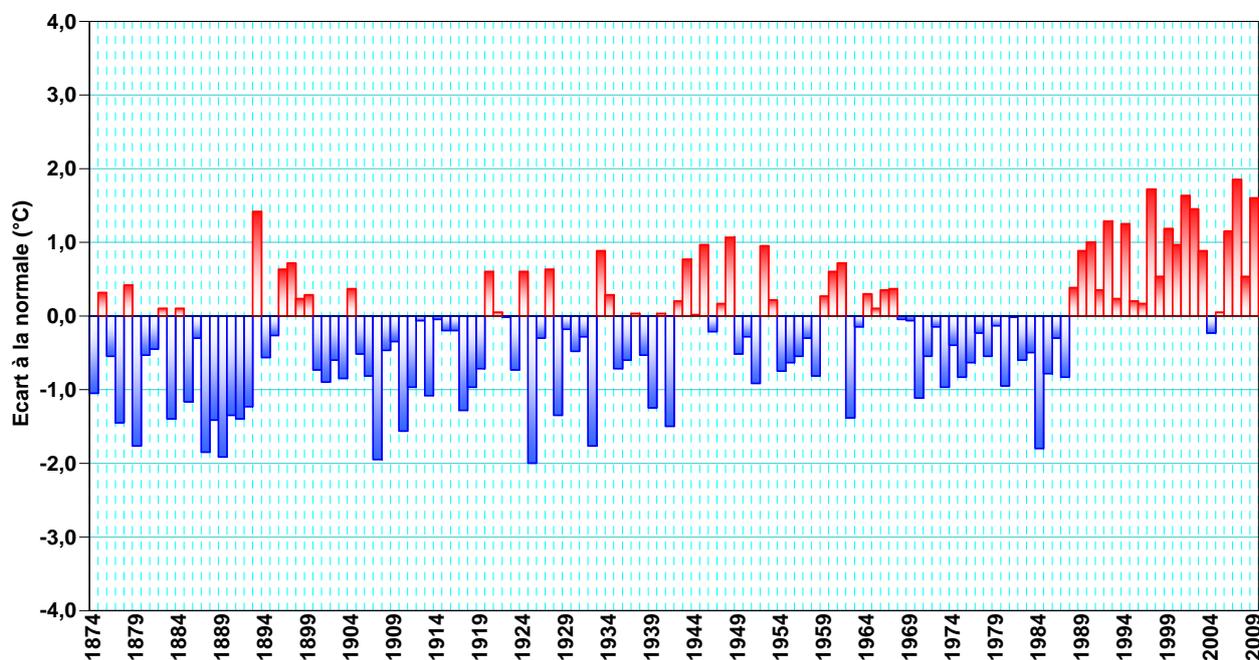


Figure 32 : Anomalie de température moyenne printanière à Montpellier. Période 1874 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (13,4°C) (Données Météo France)

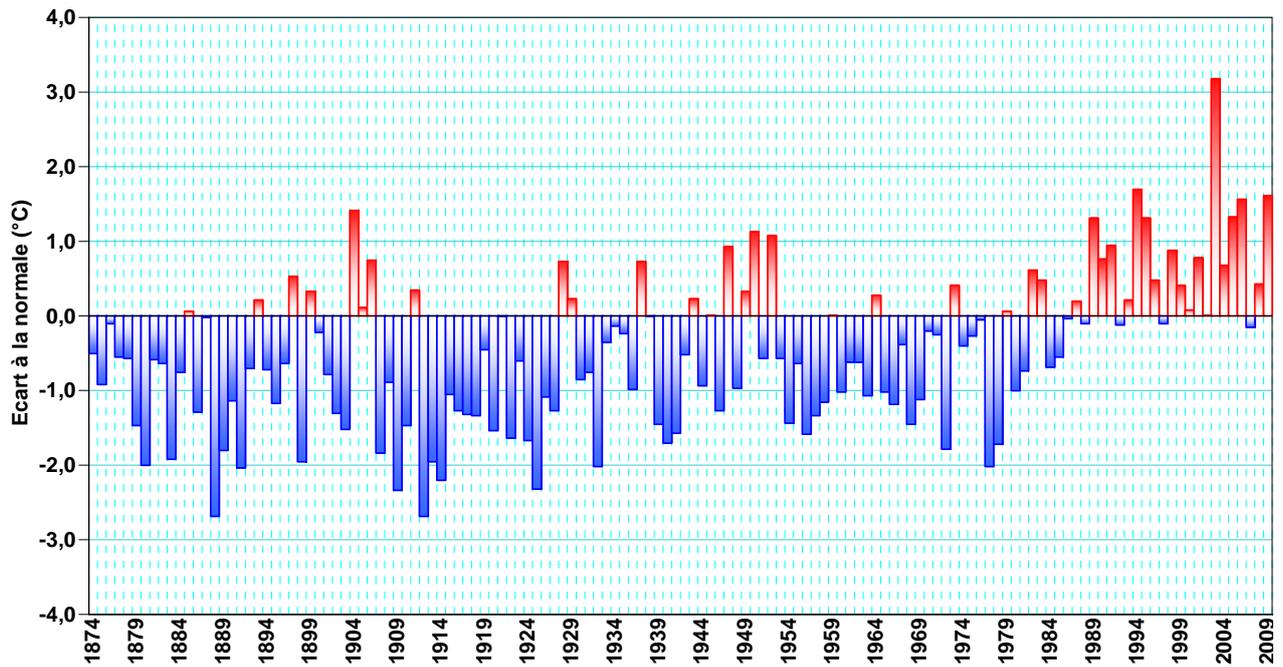


Figure 33 : Anomalie de température moyenne estivale à Montpellier. Période 1874 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (22,5°C) (Données Météo France)

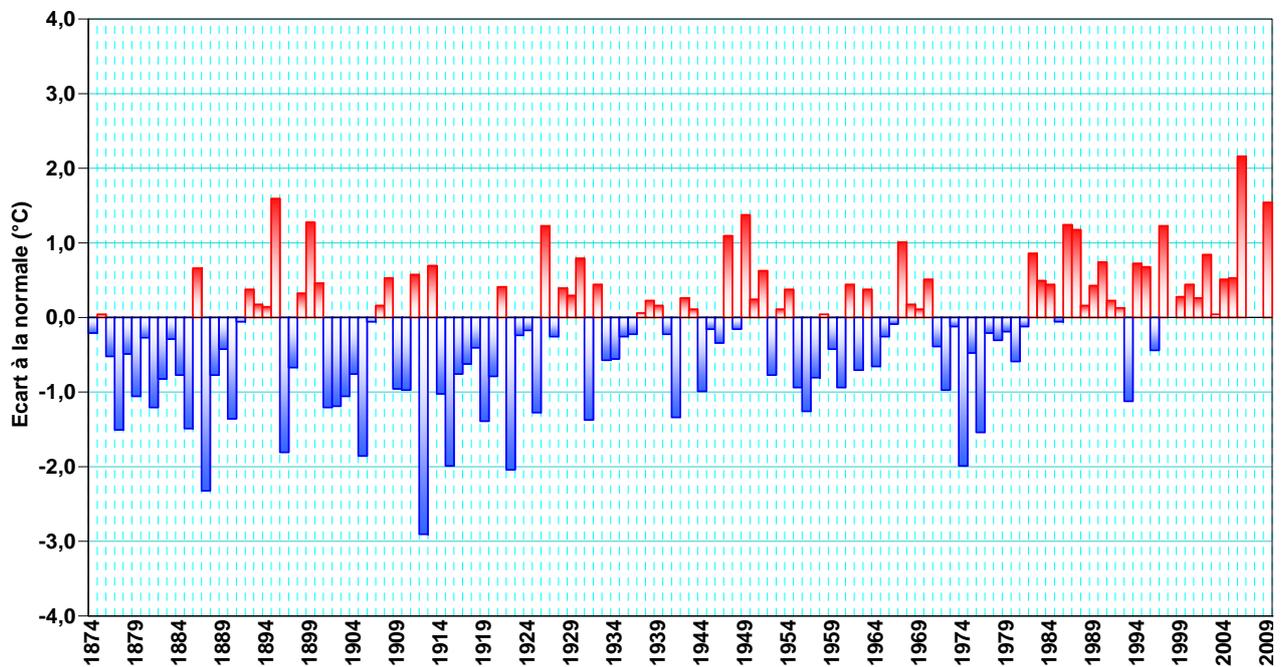


Figure 34 : Anomalie de température moyenne automnale à Montpellier. Période 1874 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (15,4°C) (Données Météo France)

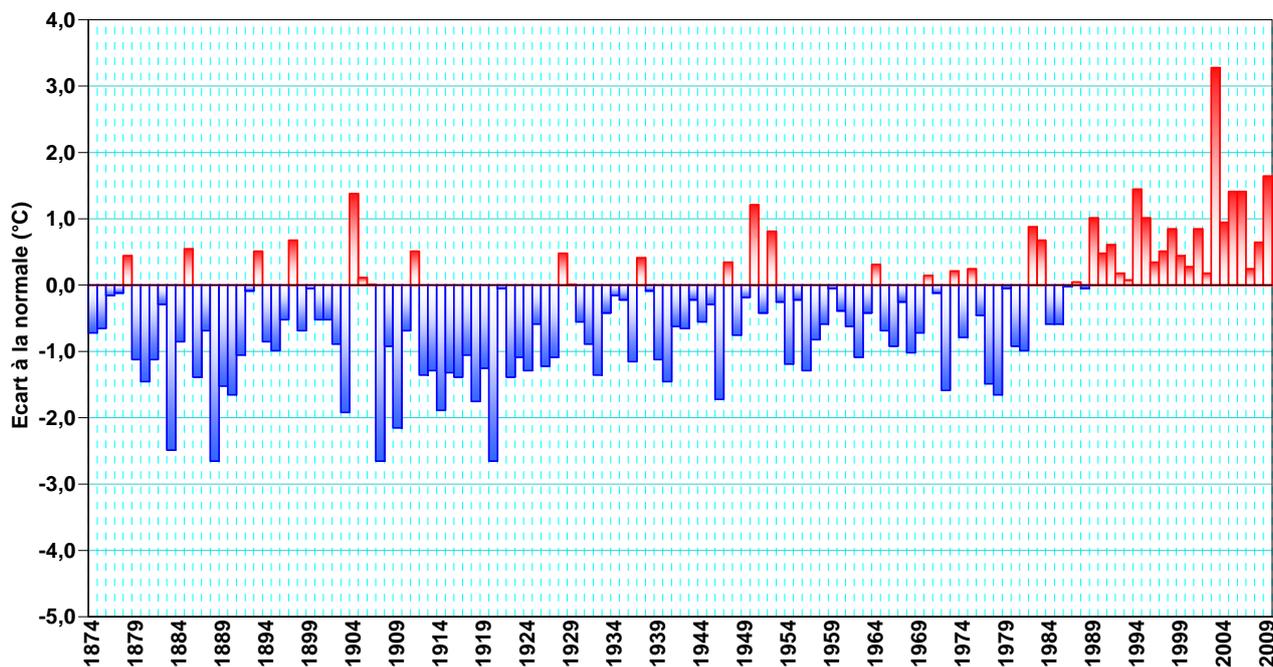


Figure 35 : Anomalie de température minimale estivale à Montpellier. Période 1874 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (17,3°C) (Données Météo France)

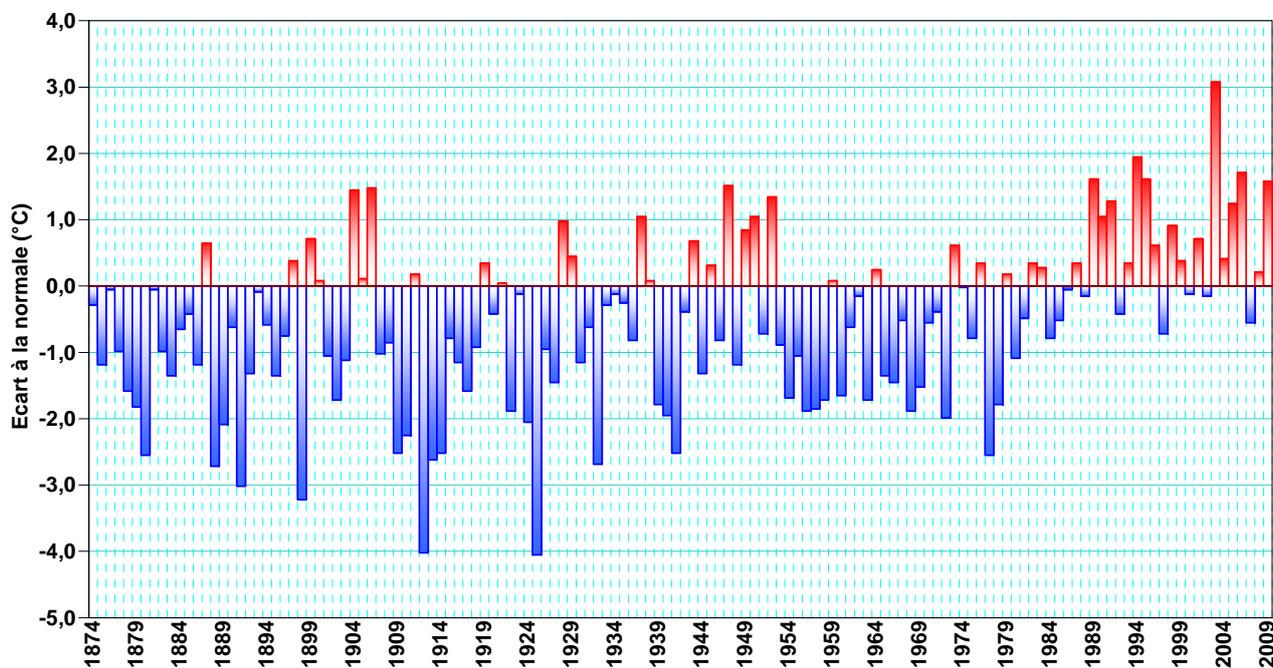


Figure 36 : Anomalie de température maximale estivale à Montpellier. Période 1874 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (27,7°C) (Données Météo France)

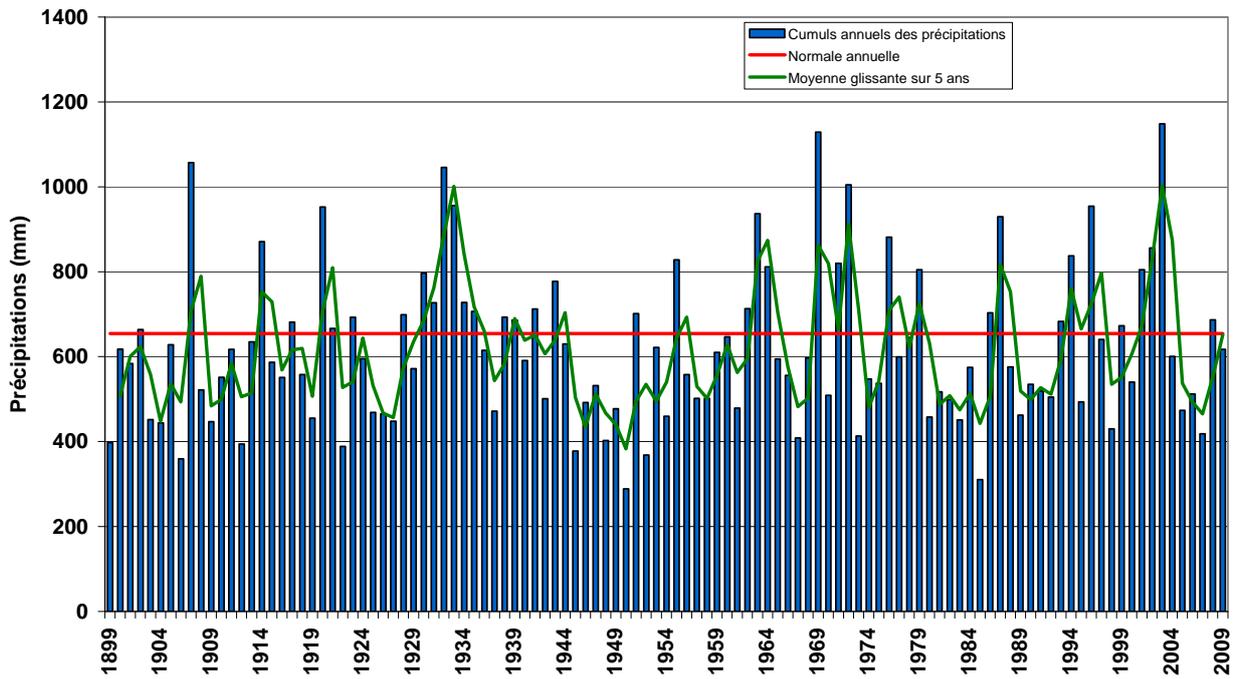


Figure 37 : Evolution des cumuls annuels de précipitations à Montpellier. Période 1899 – 2009
Normale 1971 – 2000 (654,6 mm) (Données Météo France)

Série météorologique de Narbonne

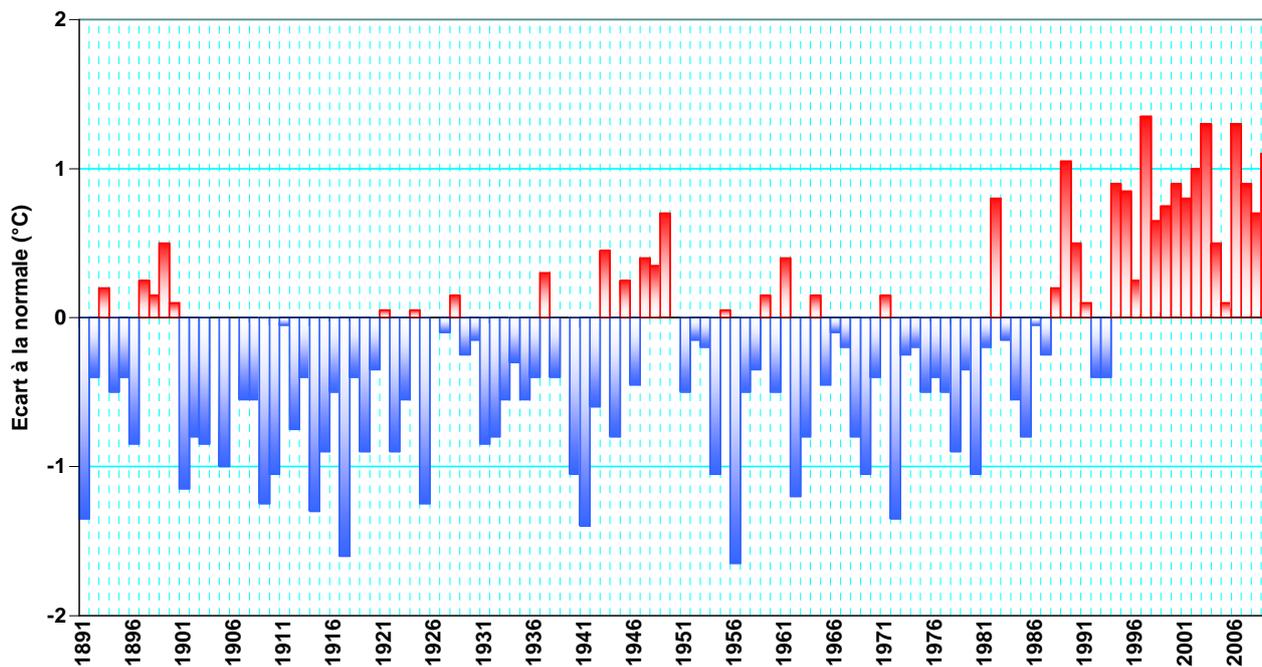


Figure 38 : Anomalie de température moyenne annuelle à Narbonne. Période 1891 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (15,3°C) (Données Météo France)

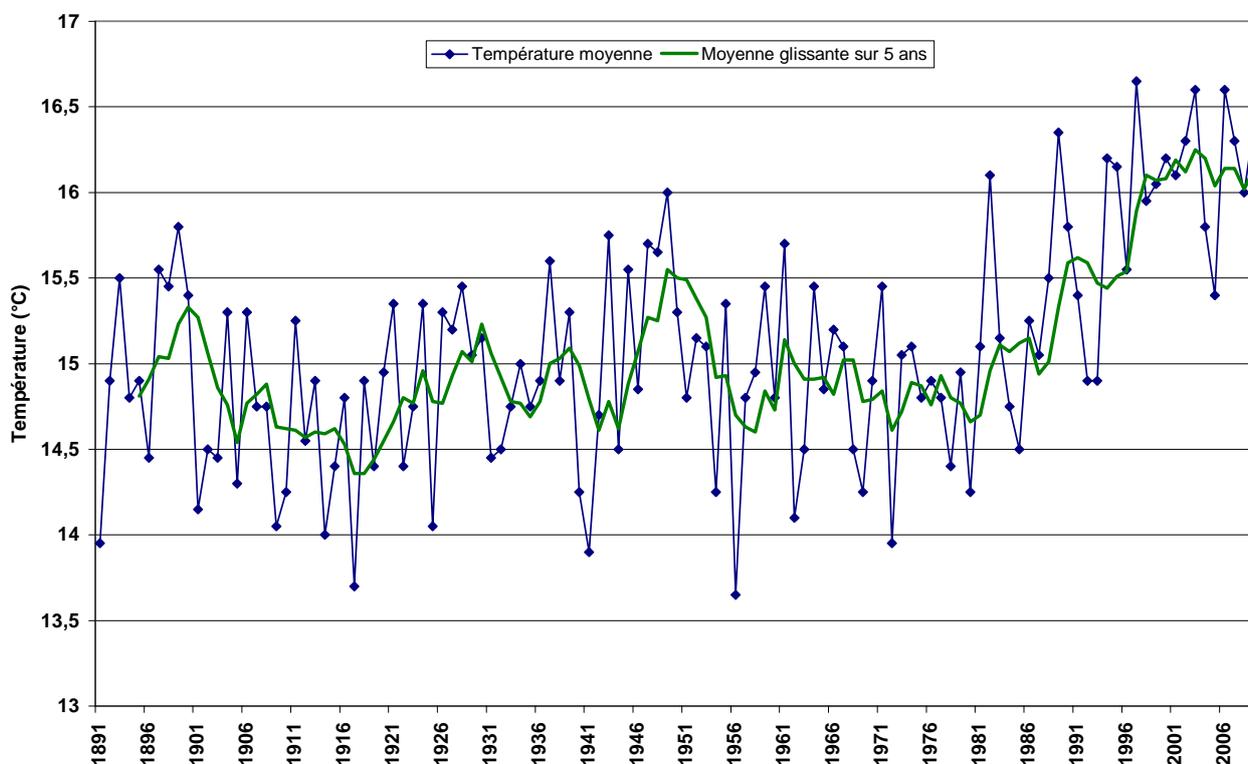


Figure 39 : Evolution de la température moyenne annuelle à Narbonne. Période 1891 – 2009
(Données Météo France)

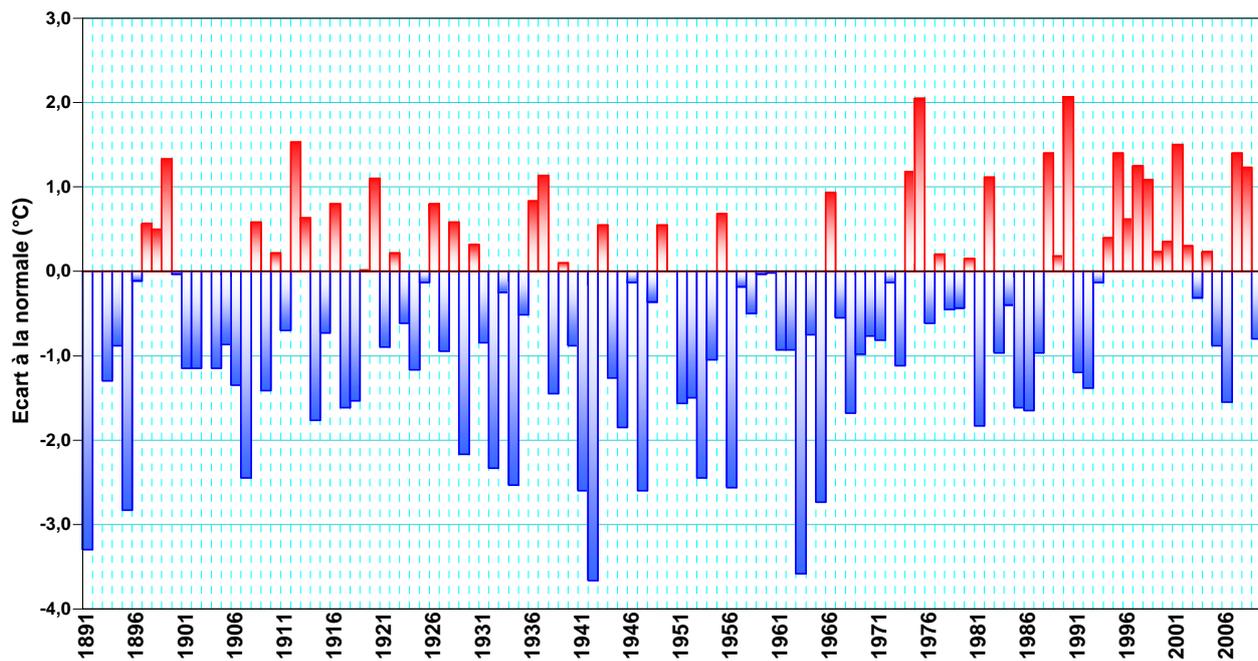


Figure 40 : Anomalie de température moyenne hivernale à Narbonne. Période 1891 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 ($8,6^{\circ}\text{C}$) (Données Météo France)

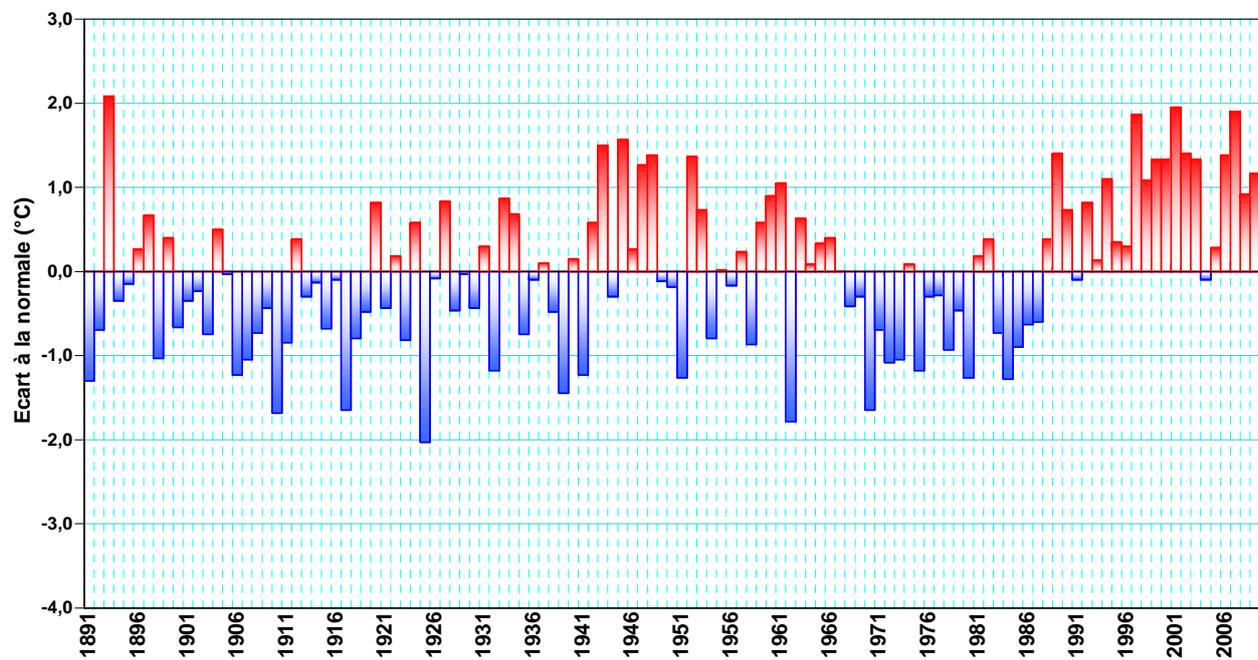


Figure 41 : Anomalie de température moyenne printanière à Narbonne. Période 1891 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 ($13,9^{\circ}\text{C}$) (Données Météo France)

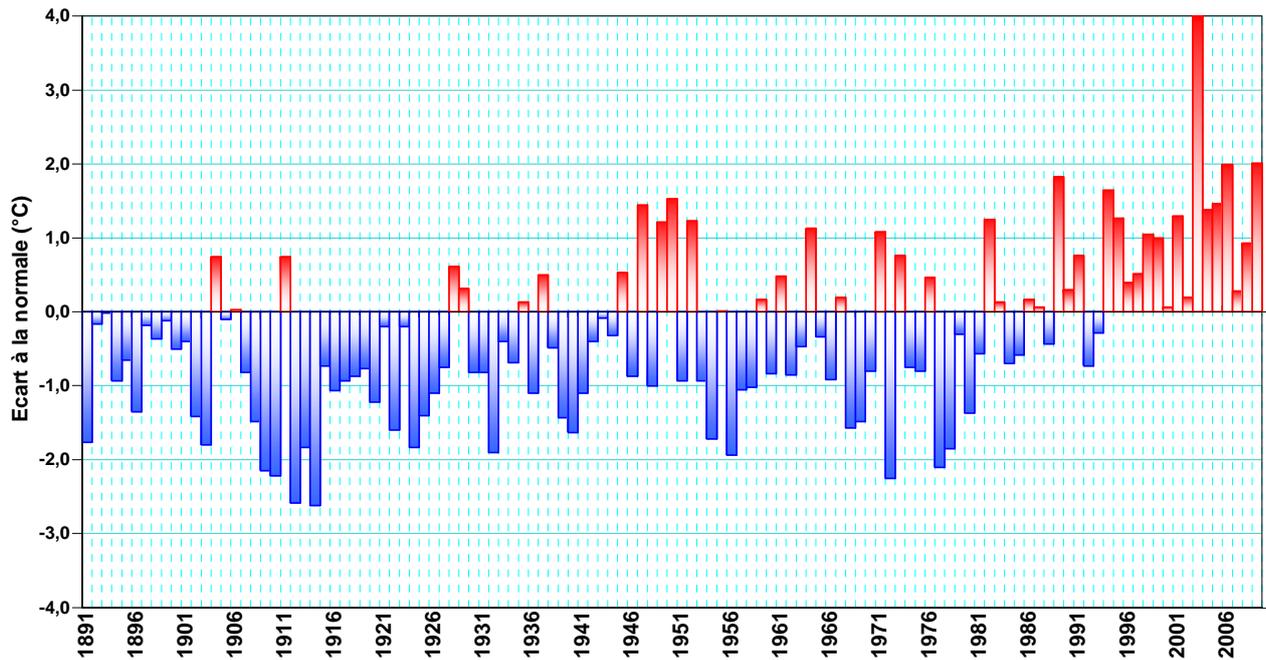


Figure 42 : Anomalie de température moyenne estivale à Narbonne. Période 1891 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (22,7°C) (Données Météo France)

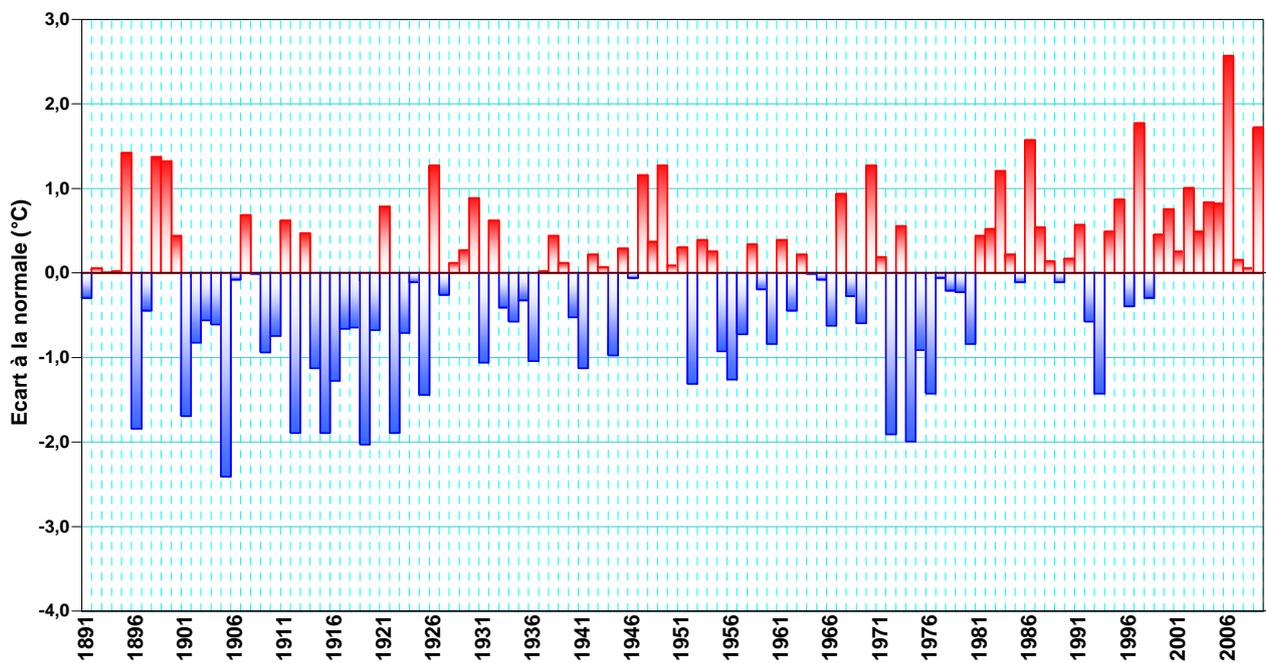


Figure 43 : Anomalie de température moyenne automnale à Narbonne. Période 1891 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (15,9°C) (Données Météo France)

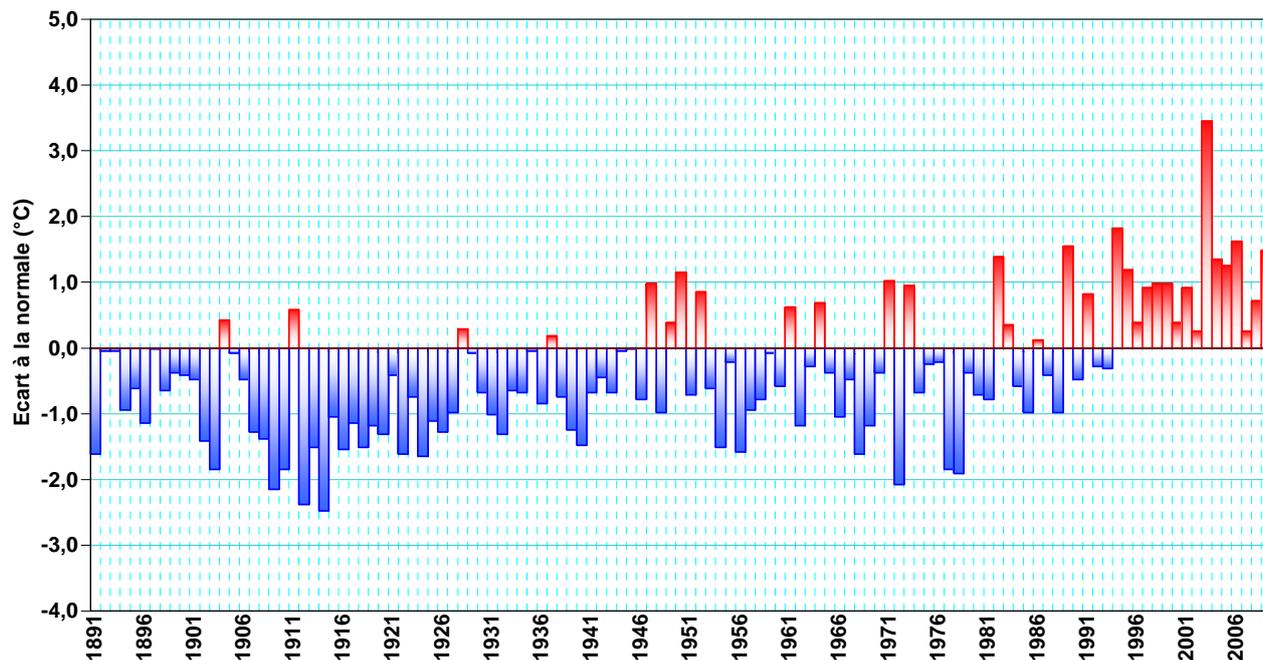


Figure 44 : Anomalie de température minimale estivale à Narbonne. Période 1891 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (17,6°C) (Données Météo France)

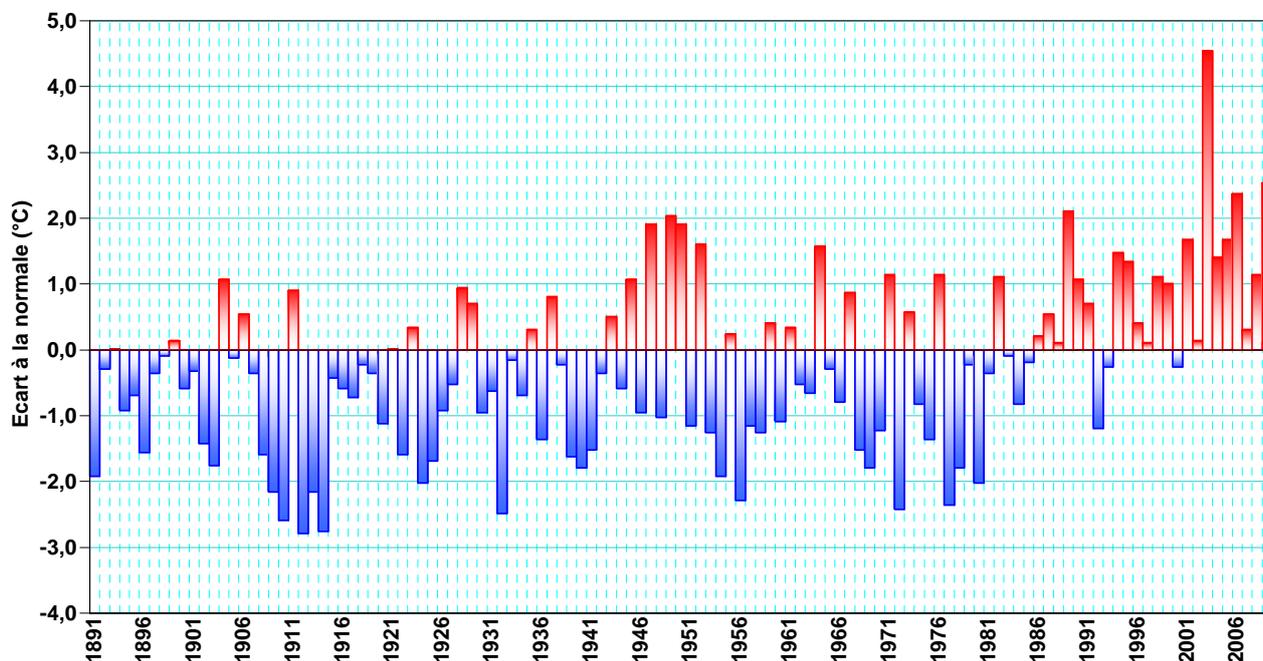


Figure 45 : Anomalie de température maximale estivale à Narbonne. Période 1891 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (27,9°C) (Données Météo France)

Série météorologique de Nîmes

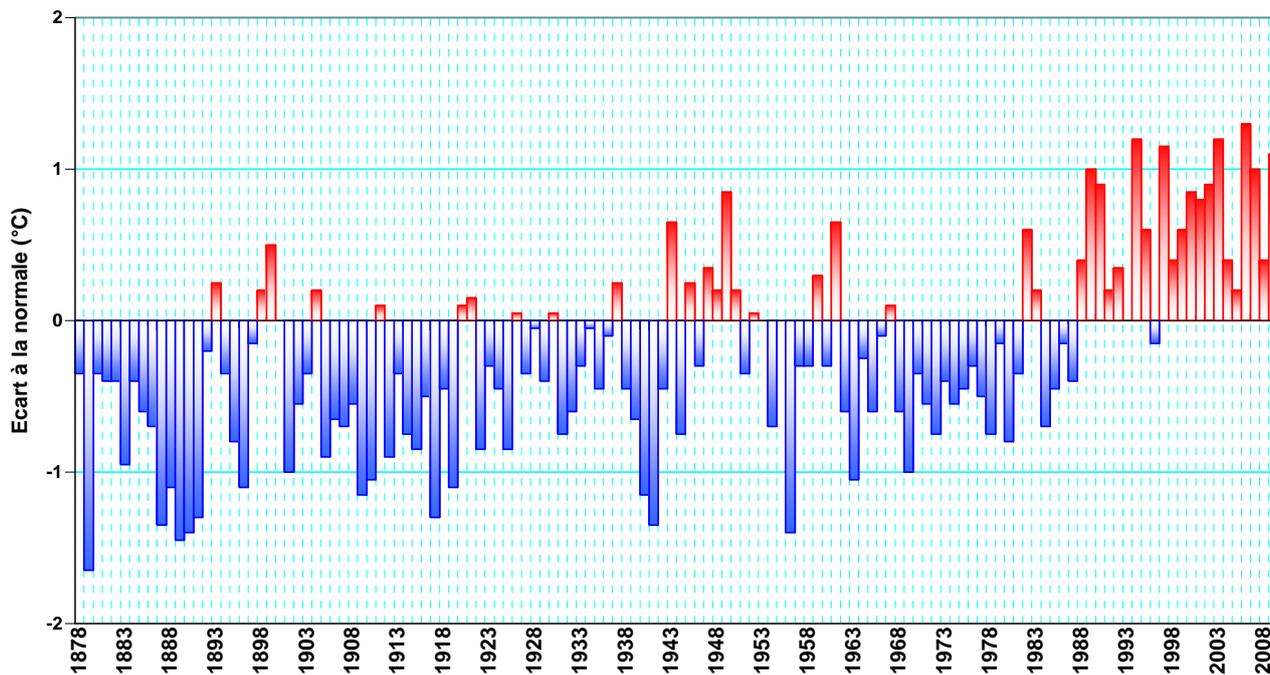


Figure 46 : Anomalie de température moyenne annuelle à Nîmes. Période 1878 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (14,7°C) (Données Météo France)

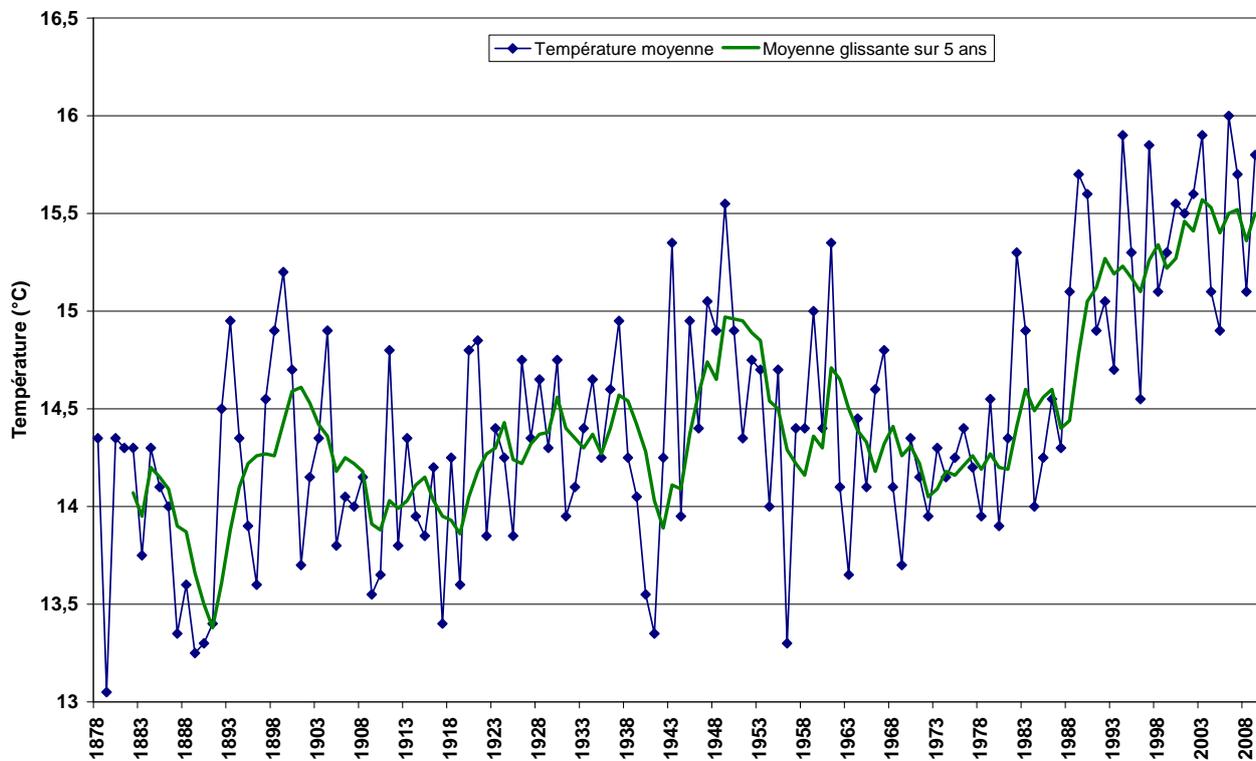


Figure 47 : Evolution de la température moyenne annuelle à Nîmes. Période 1878 – 2009
(Données Météo France)

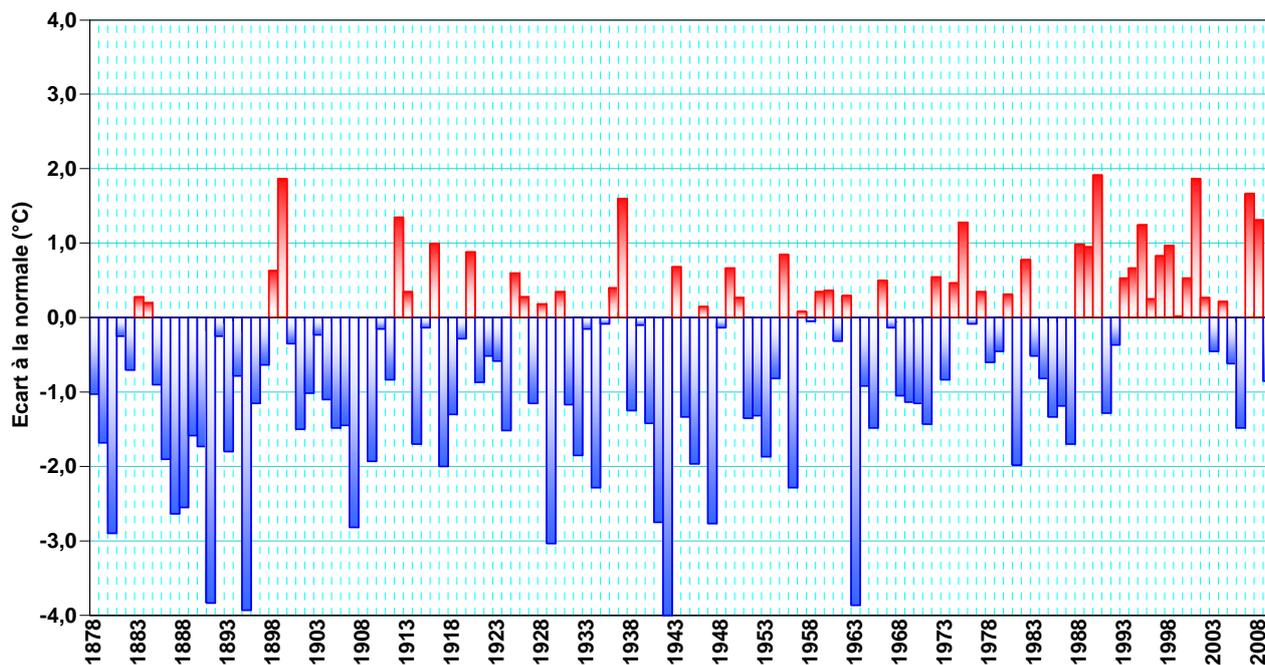


Figure 48 : Anomalie de température moyenne hivernale à Nîmes. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (7,3°C) (Données Météo France)

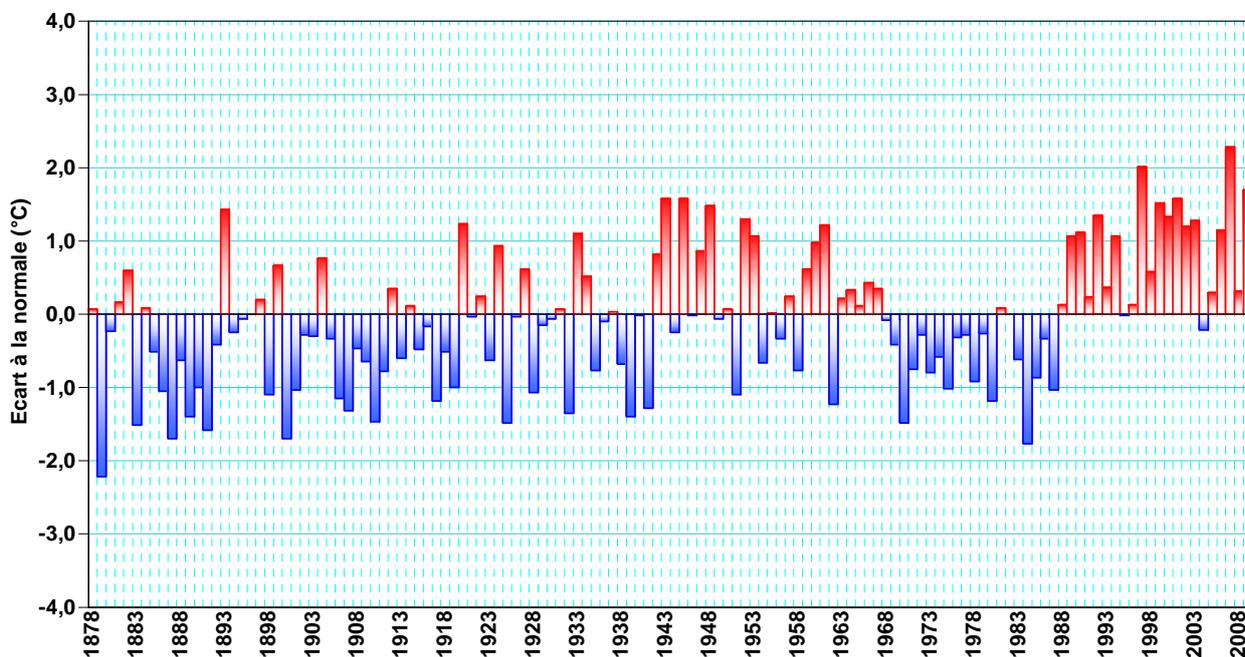


Figure 49 : Anomalie de température moyenne printanière à Nîmes. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (13,4°C) (Données Météo France)

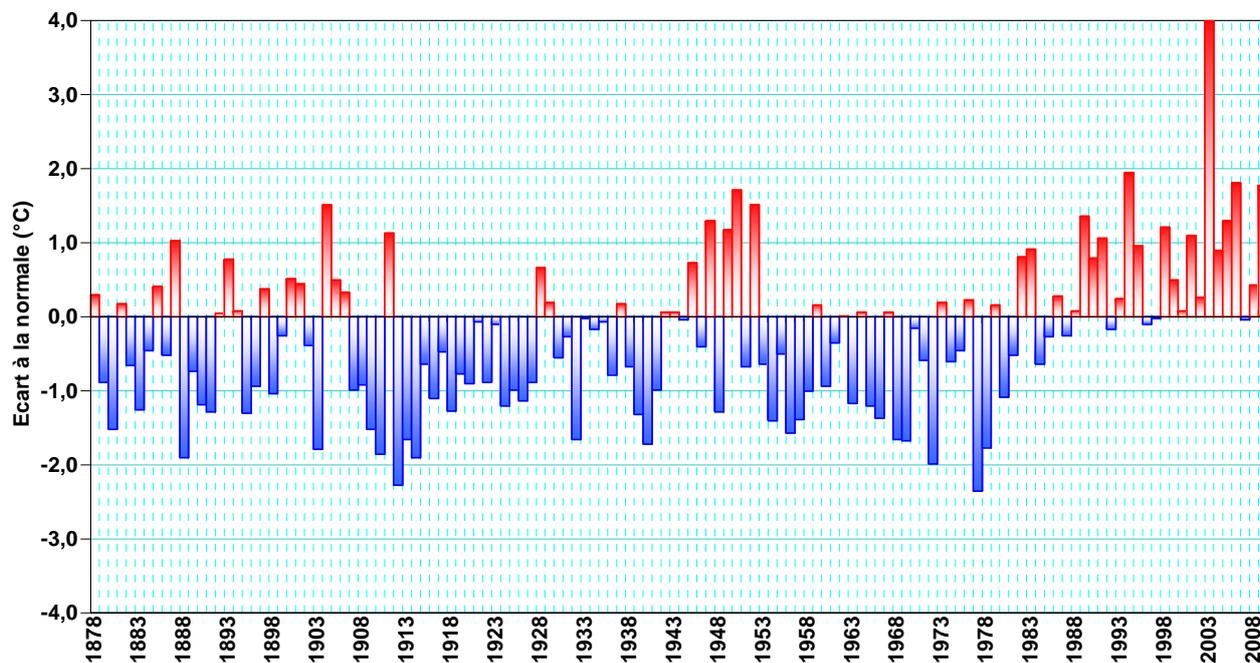


Figure 50 : Anomalie de température moyenne estivale à Nîmes. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (23,0°C) (Données Météo France)

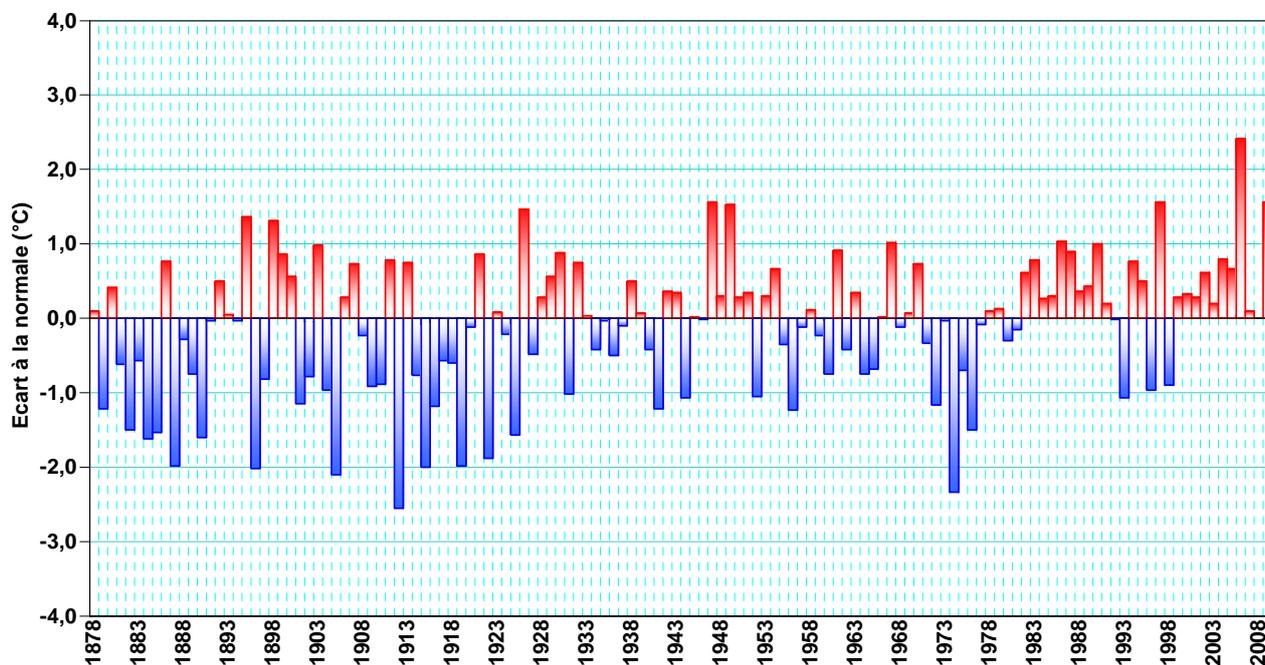


Figure 51 : Anomalie de température moyenne automnale à Nîmes. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (15,2°C) (Données Météo France)

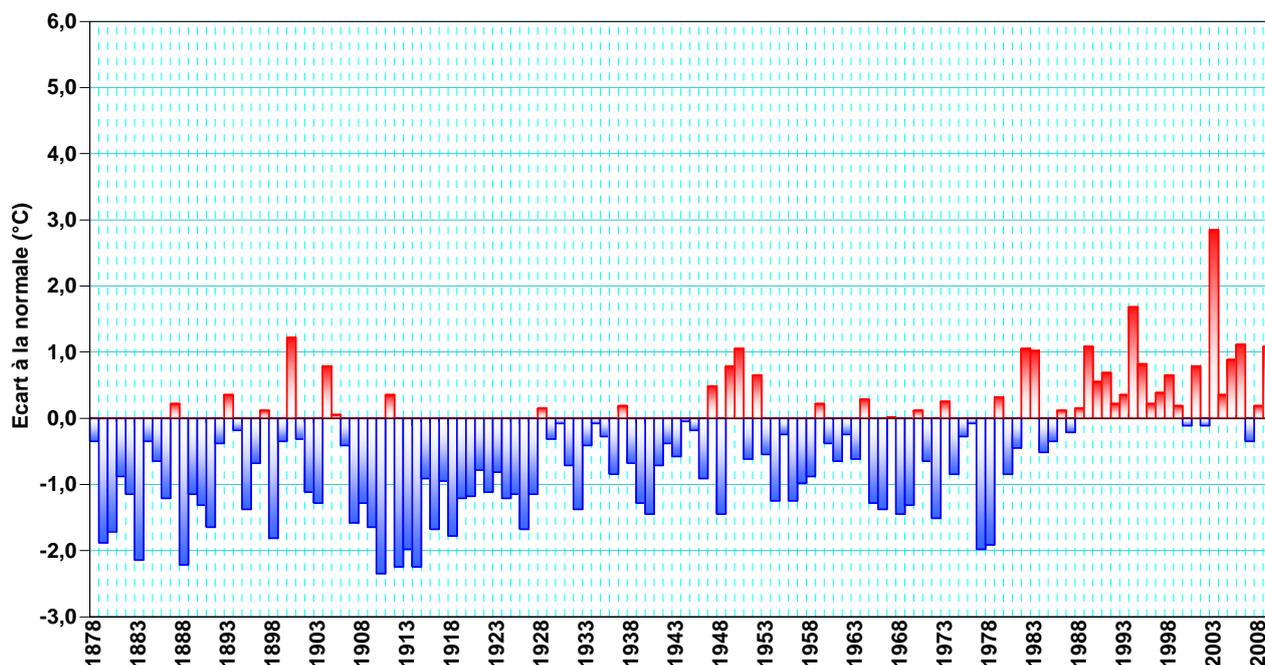


Figure 52 : Anomalie de température minimale estivale à Nîmes. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (17,2°C) (Données Météo France)

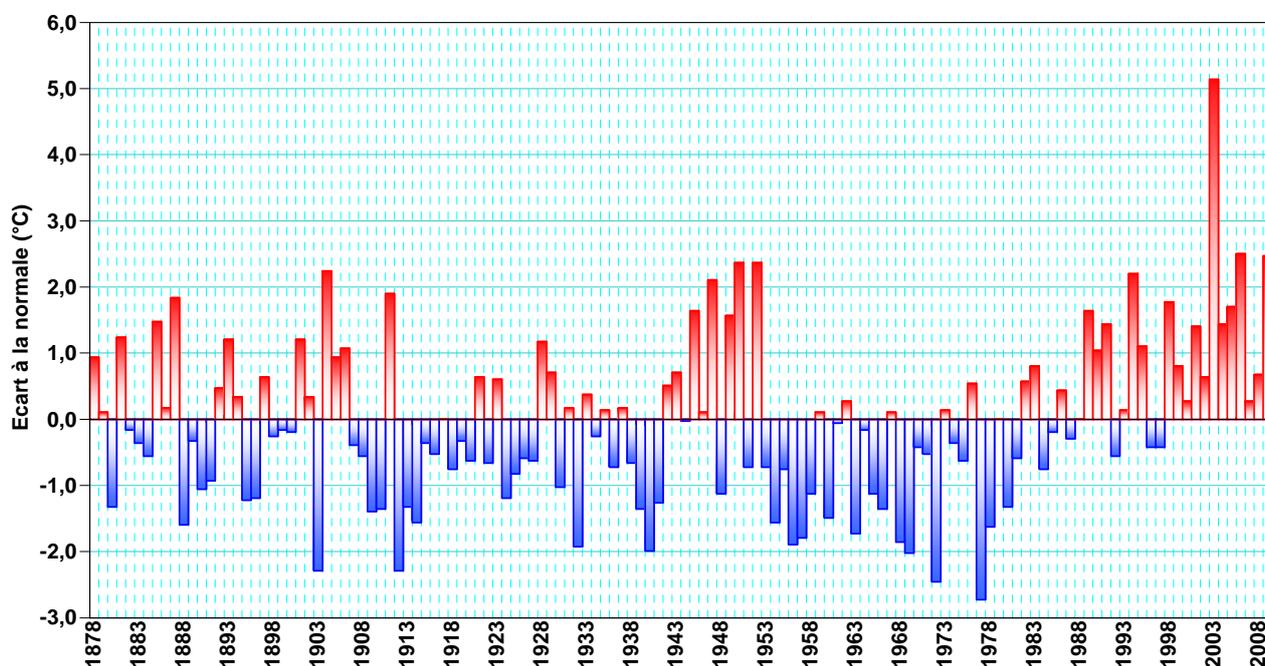


Figure 53 : Anomalie de température maximale estivale à Nîmes. Période 1878 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (14,7°C) (Données Météo France)

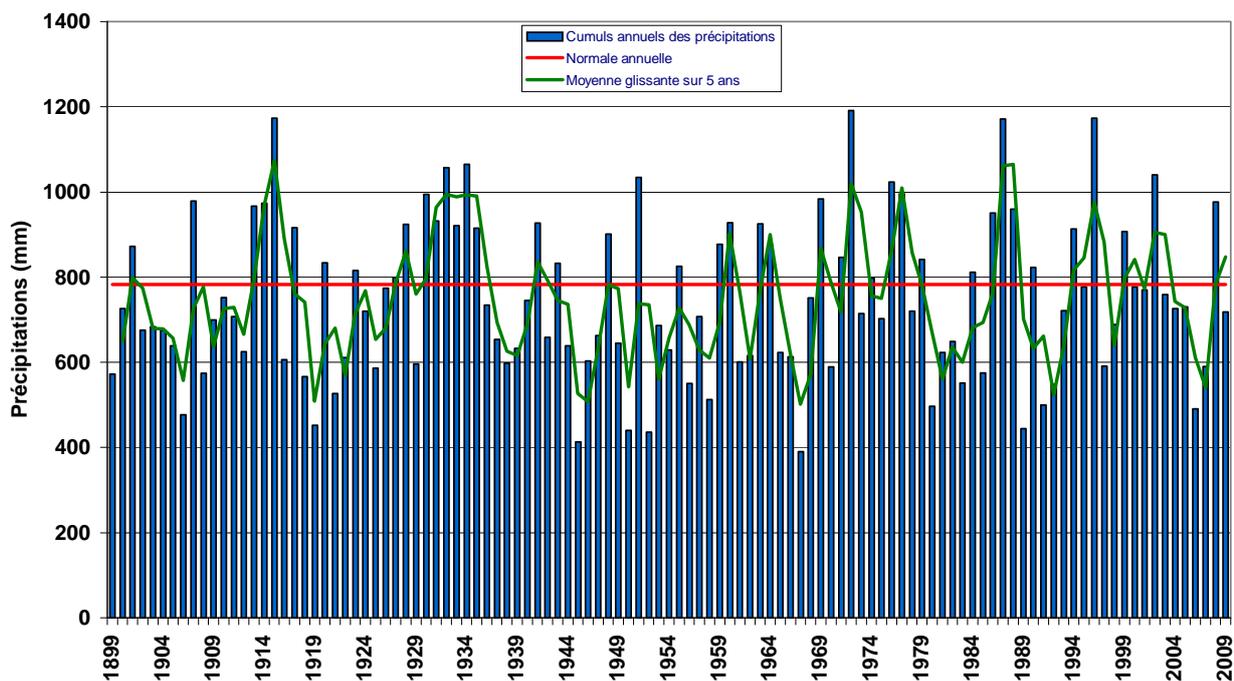


Figure 54 : Evolution des cumuls annuels de précipitations à Nîmes. Période 1899 – 2009
Normale 1971 – 2000 (782,7 mm) (Données Météo France)

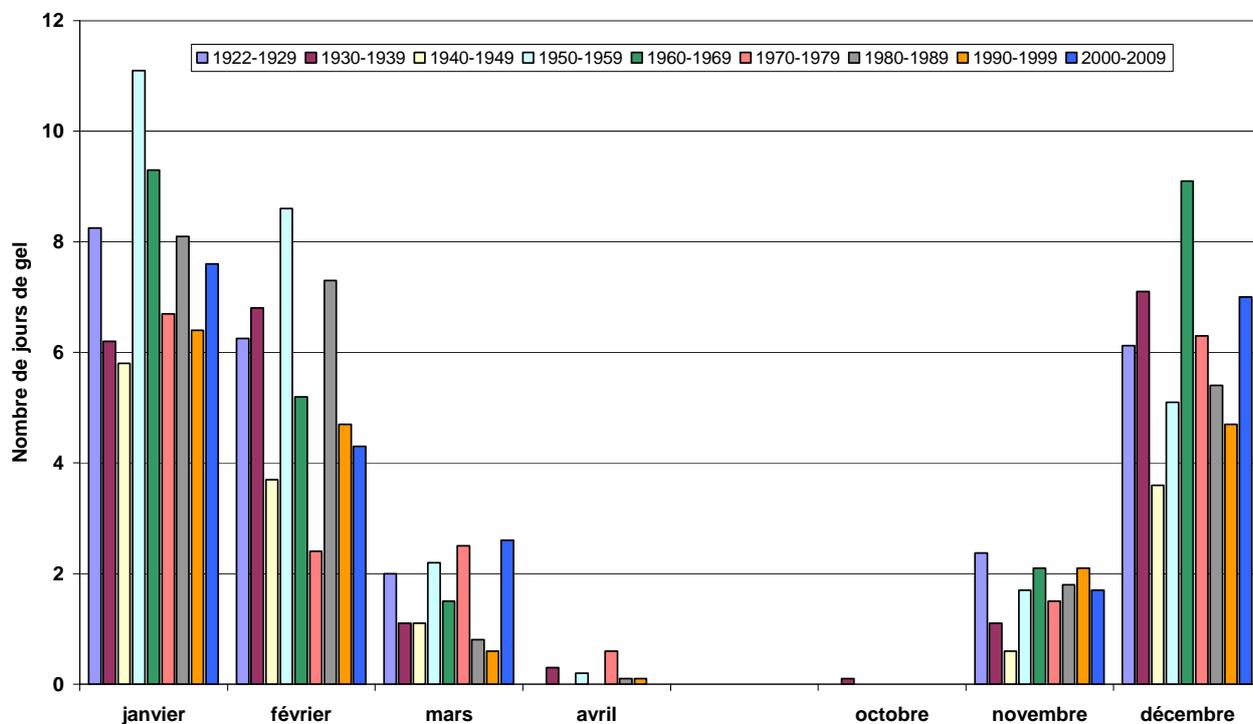


Figure 55 : Nombre moyen mensuel de jours de gels par décennie ¹⁴ – Station de Nîmes
(Données Météo France)

¹⁴ La première période « décennale », de 1922 à 1929 ne comprend que 8 ans.

Série météorologique de Perpignan

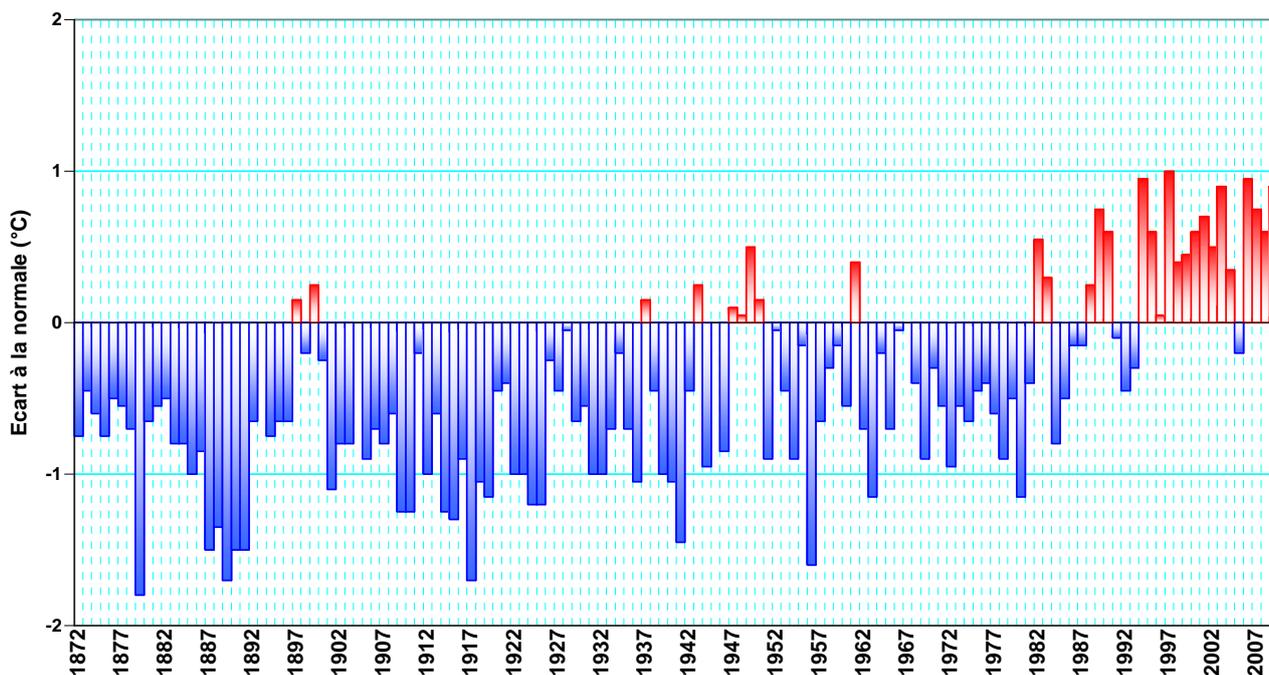


Figure 56 : Anomalie de température moyenne annuelle à Perpignan. Période 1872 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (15,4°C) (Données Météo France)

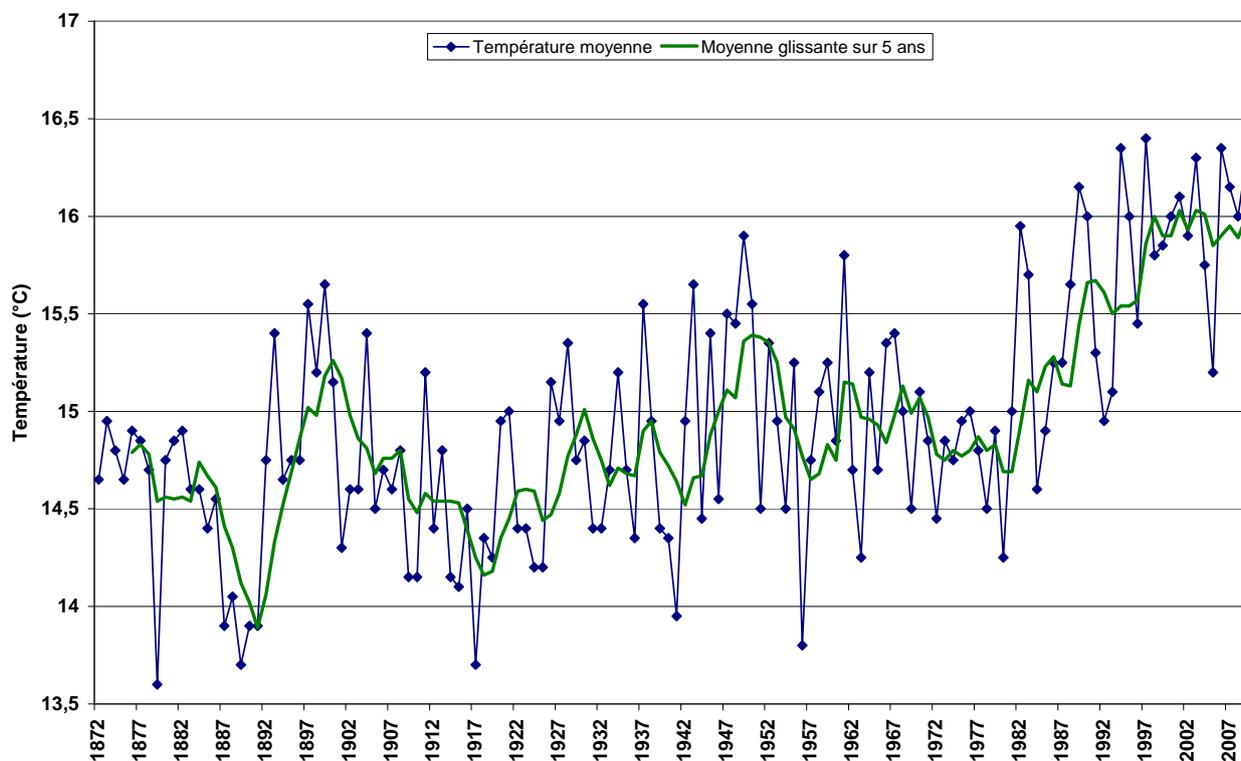


Figure 57 : Evolution de la température moyenne annuelle à Perpignan. Période 1872 – 2009
(Données Météo France)

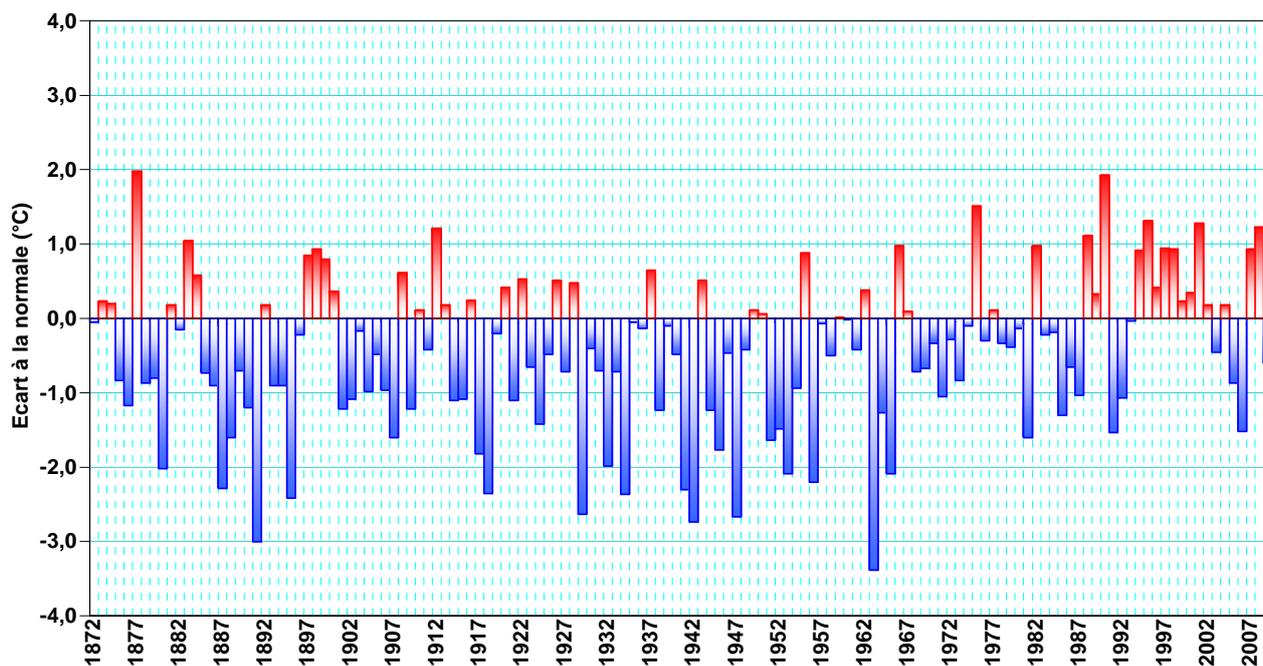


Figure 58 : Anomalie de température moyenne hivernale à Perpignan. Période 1872 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (8,8°C) (Données Météo France)

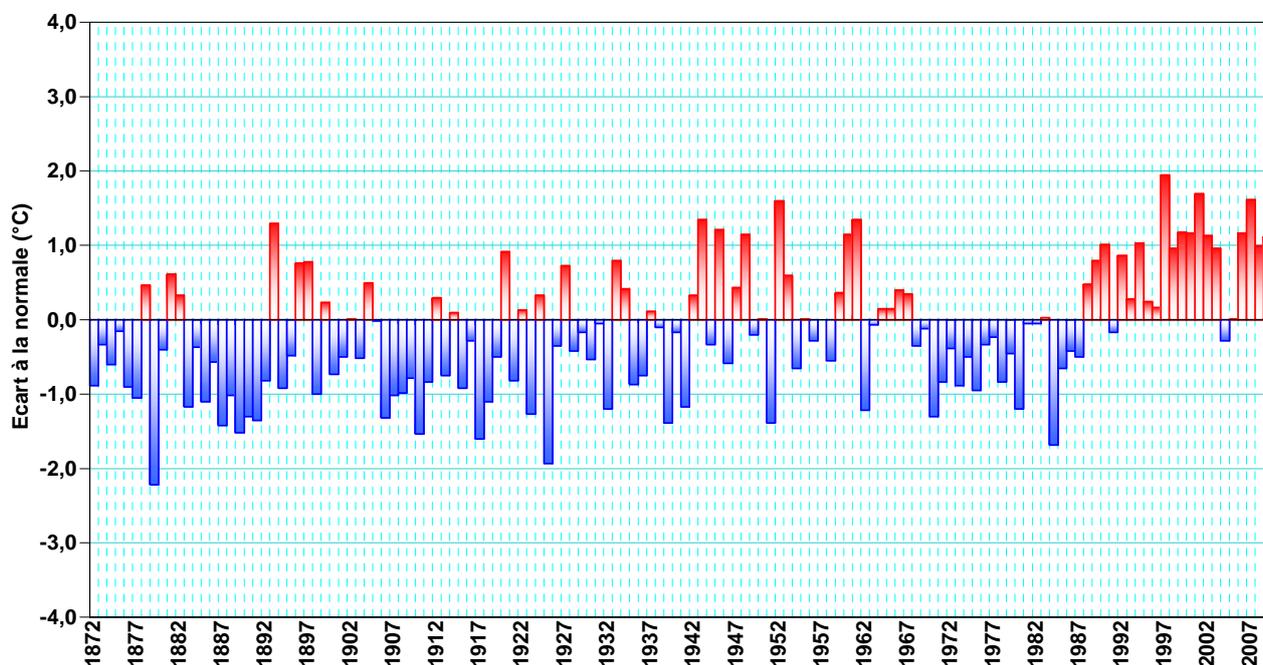


Figure 59 : Anomalie de température moyenne printanière à Perpignan. Période 1872 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (13,7°C) (Données Météo France)

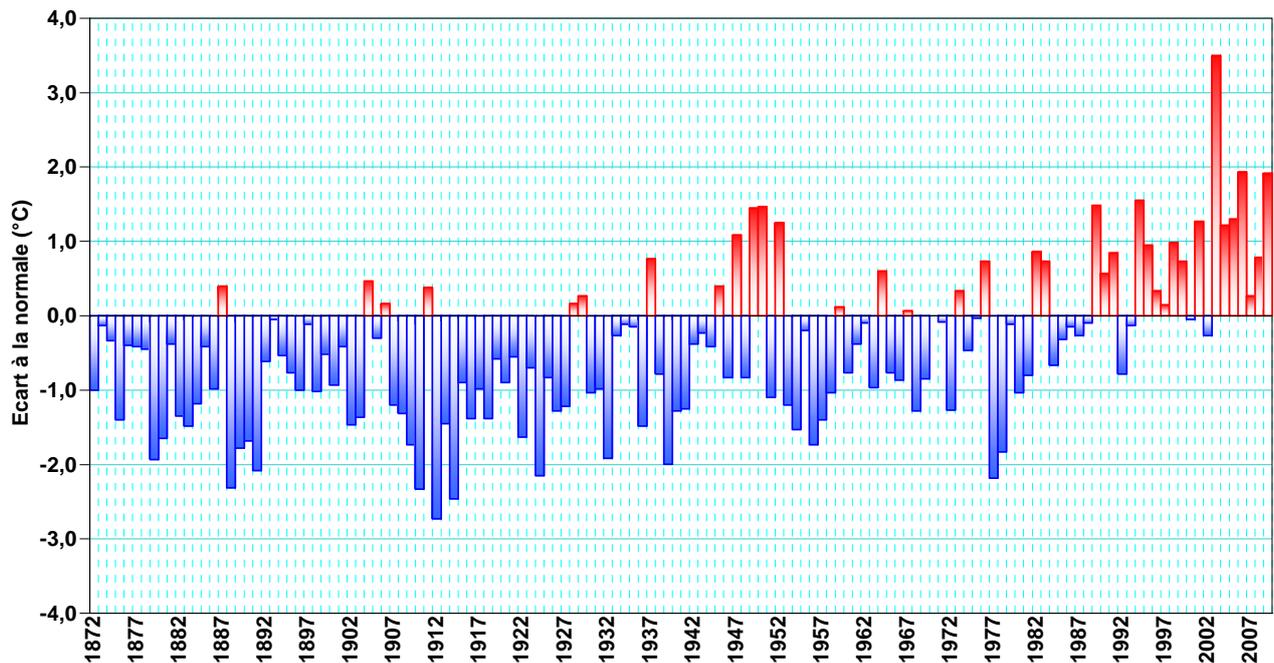


Figure 60 : Anomalie de température moyenne estivale à Perpignan. Période 1872 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (22,6°C) (Données Météo France)

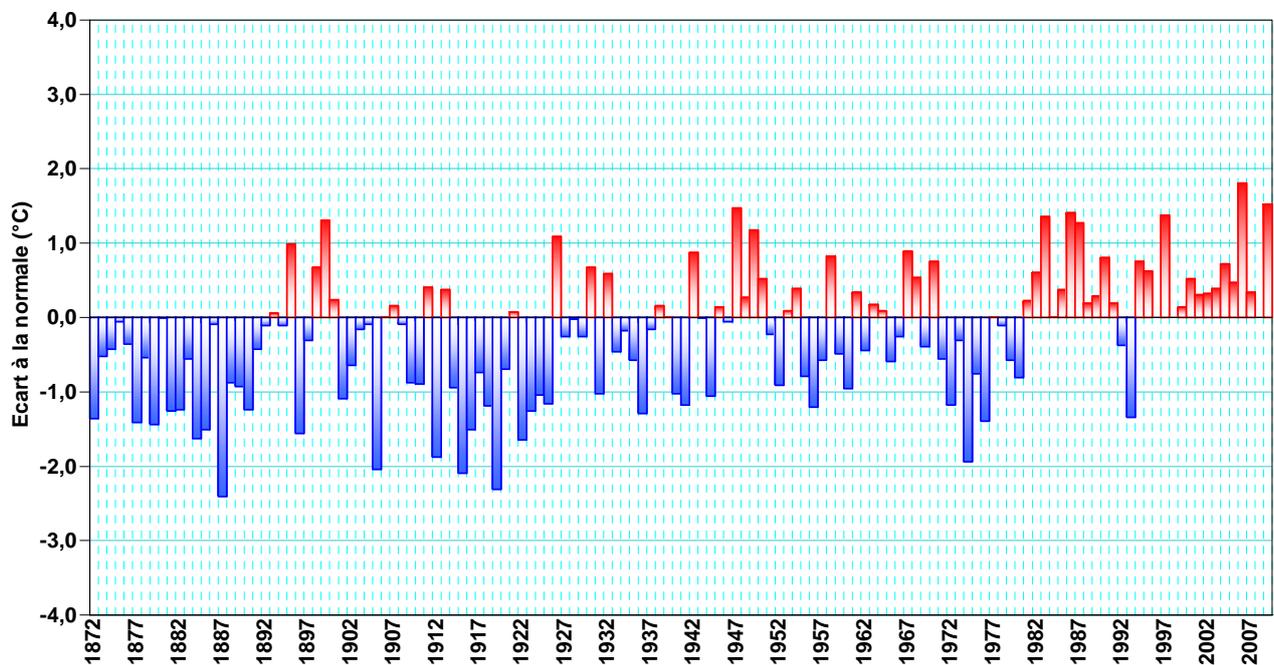


Figure 61 : Anomalie de température moyenne automnale à Perpignan. Période 1872 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (16,0°C) (Données Météo France)

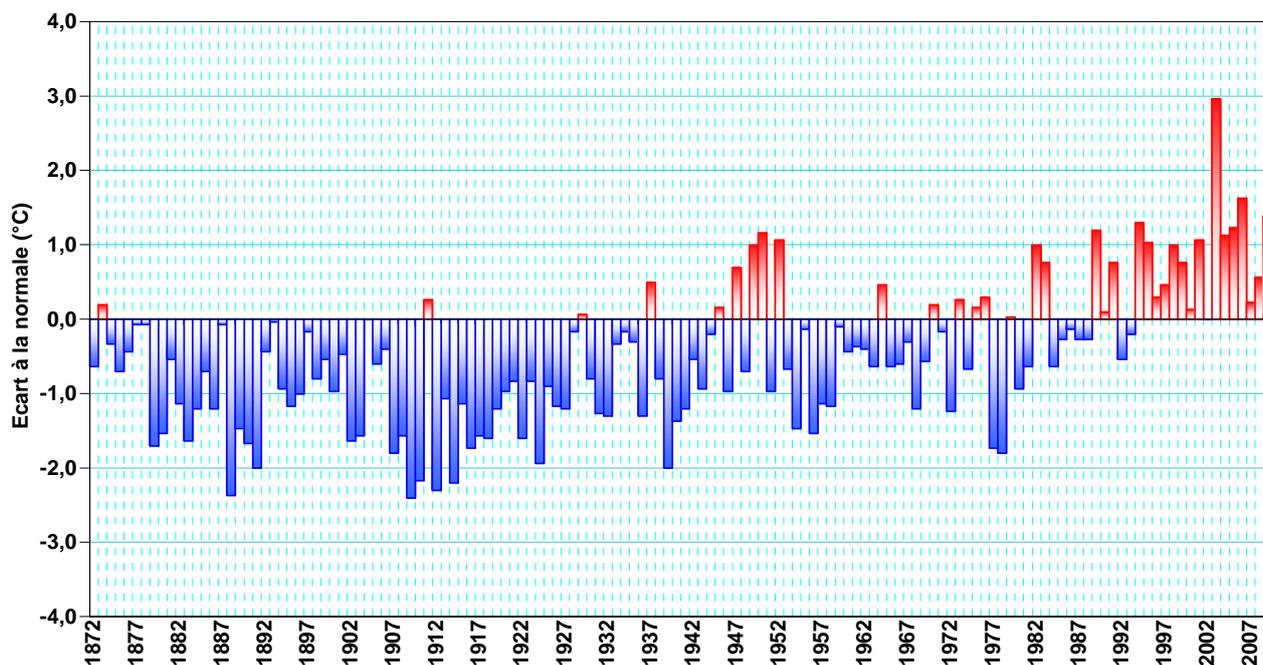


Figure 62 : Anomalie de température minimale estivale à Perpignan. Période 1872 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (17,9°C) (Données Météo France)

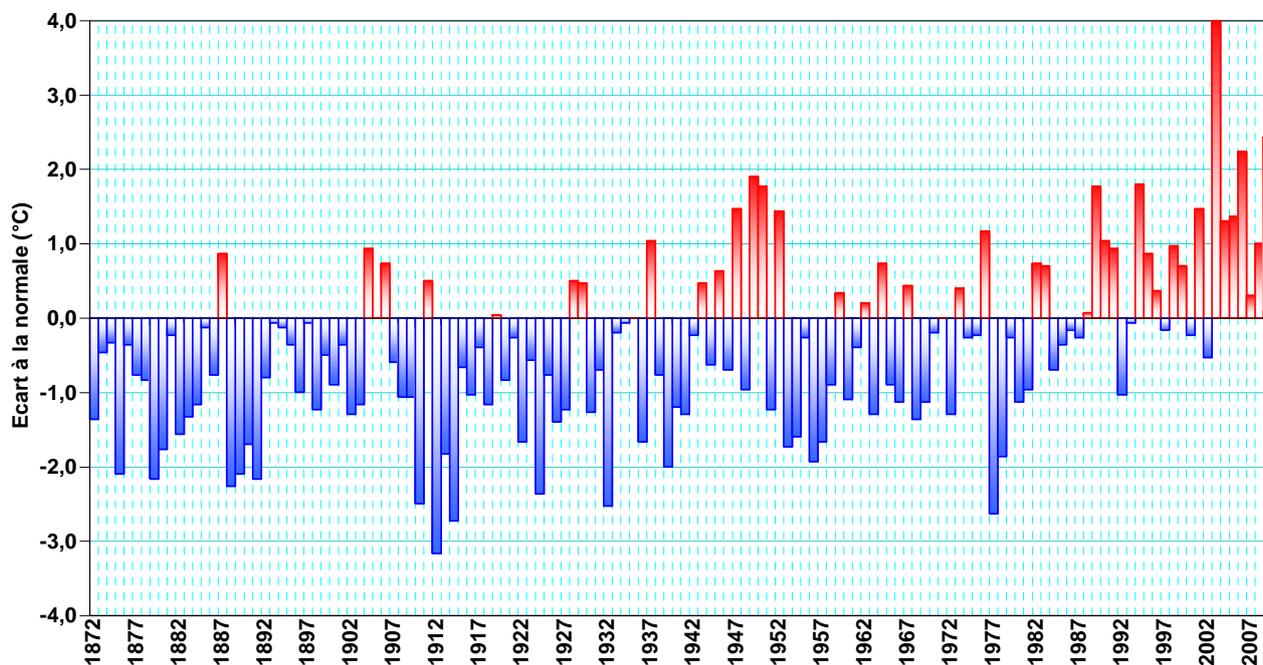


Figure 63 : Anomalie de température maximale estivale à Perpignan. Période 1872 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (27,4°C) (Données Météo France)

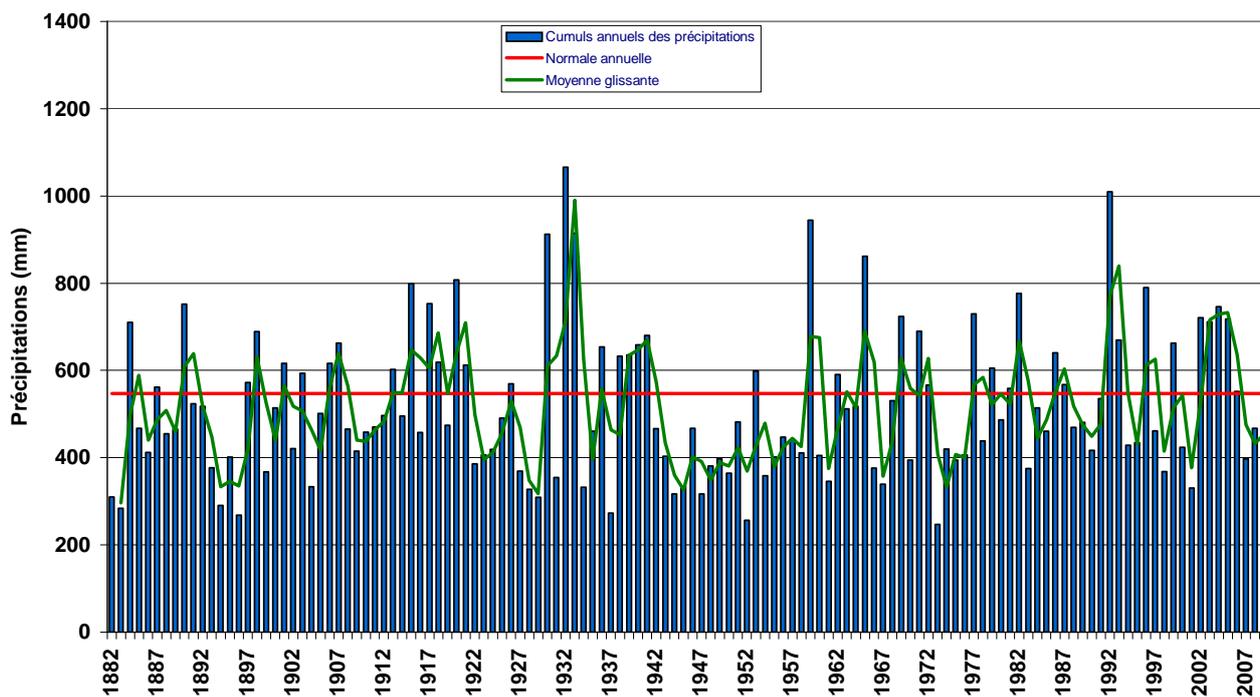


Figure 64 : Evolution des cumuls annuels de précipitations à Perpignan. Période 1882 – 2009
Normale 1971 – 2000 (549,9 mm) (Données Météo France)

Série météorologique de Sète

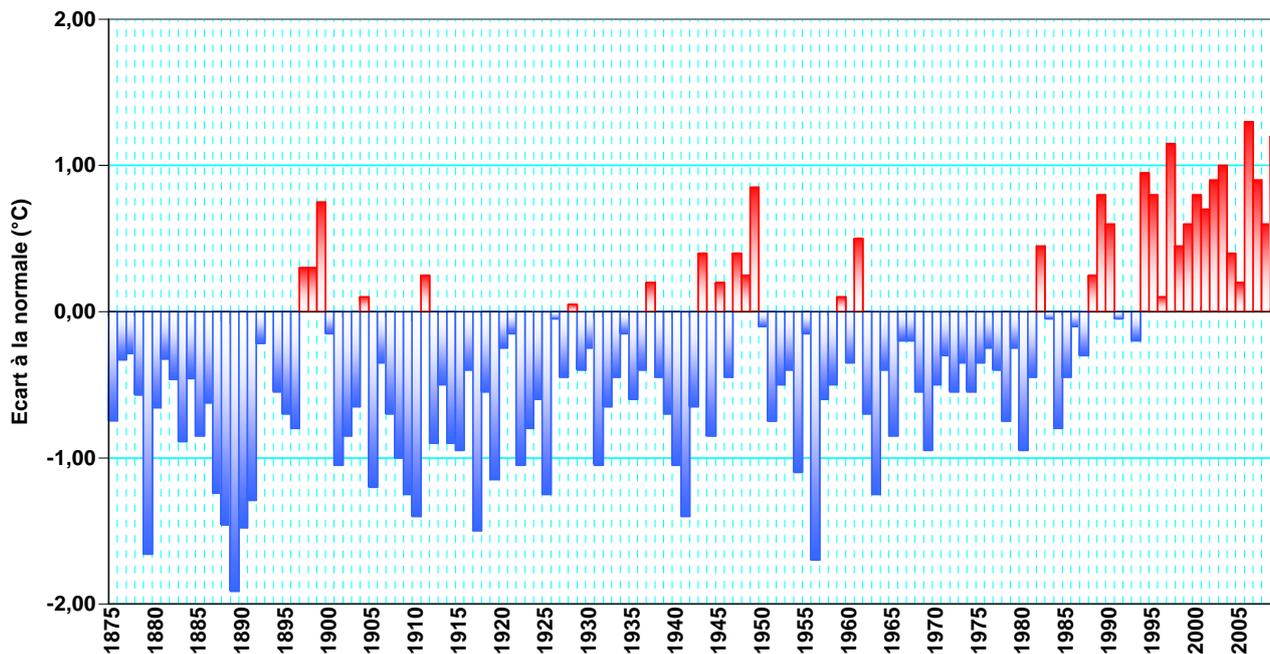


Figure 65 : Anomalie de température moyenne annuelle à Sète. Période 1875 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (15,0°C) (Données Météo France)

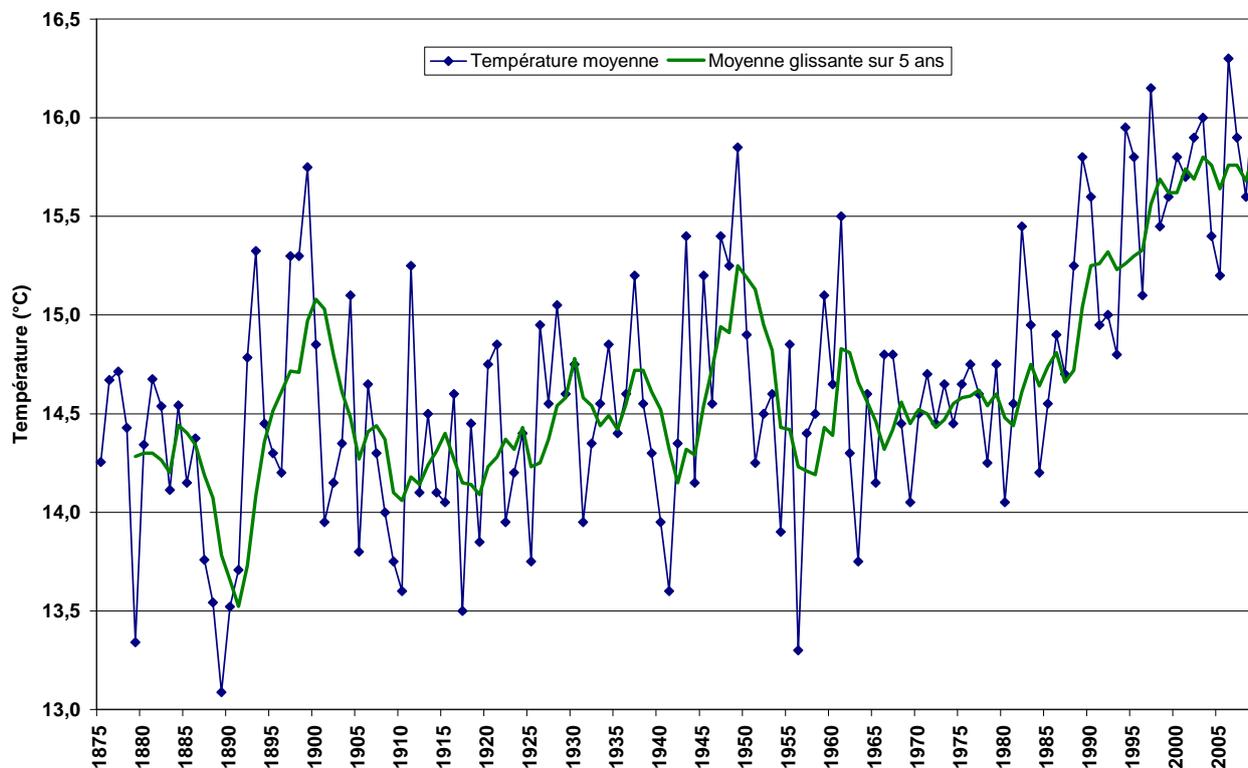


Figure 66 : Evolution de la température moyenne annuelle à Sète. Période 1875 – 2009
(Données Météo France)

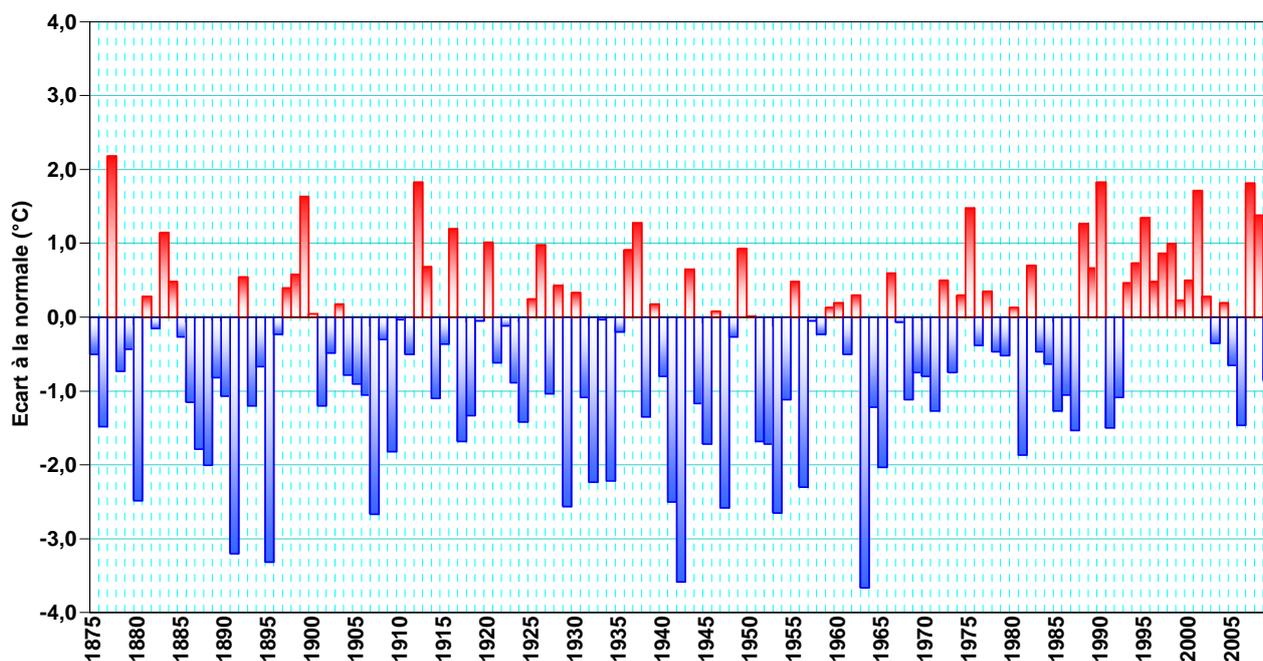


Figure 67 : Anomalie de température moyenne hivernale à Sète. Période 1875 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (8,4°C) (Données Météo France)

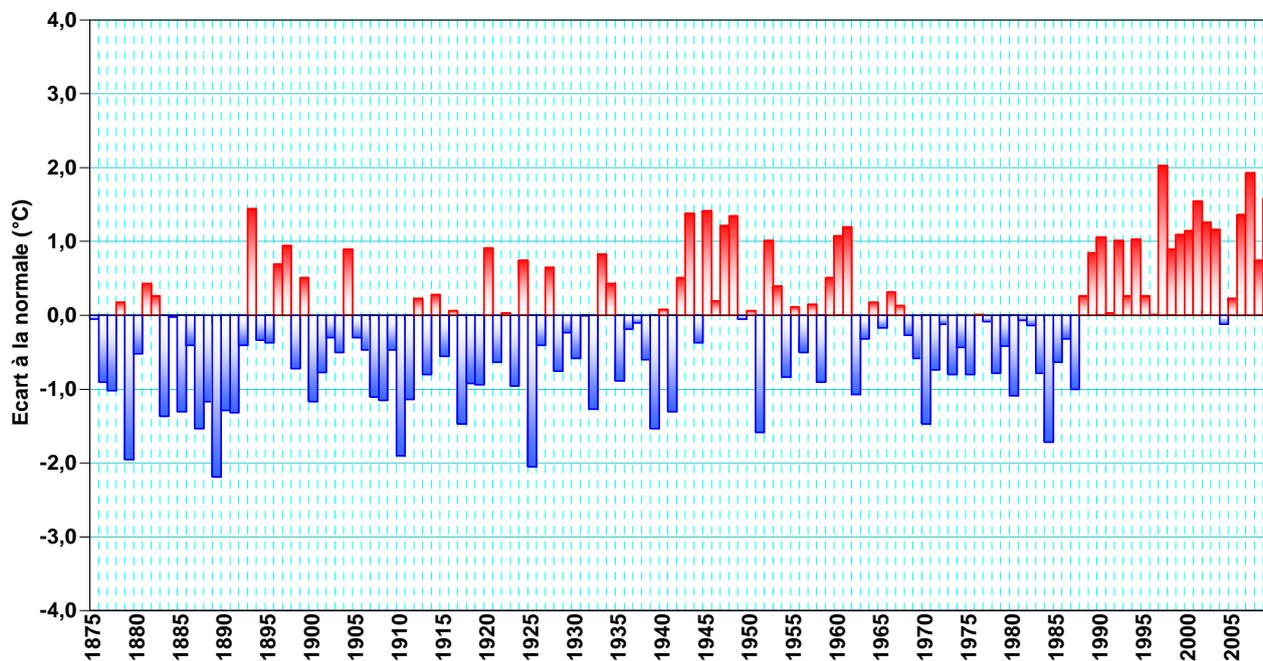


Figure 68 : Anomalie de température moyenne printanière à Sète. Période 1875 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (13,5°C) (Données Météo France)

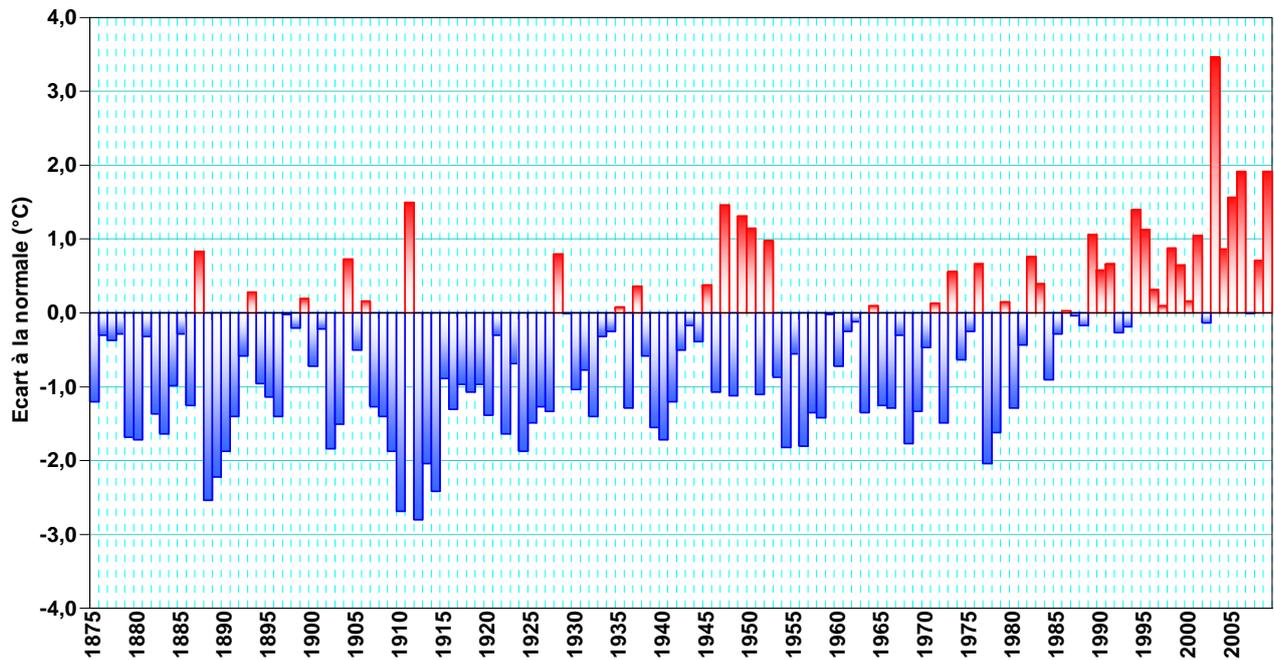


Figure 69 : Anomalie de température moyenne estivale à Sète. Période 1875 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (22,3°C) (Données Météo France)

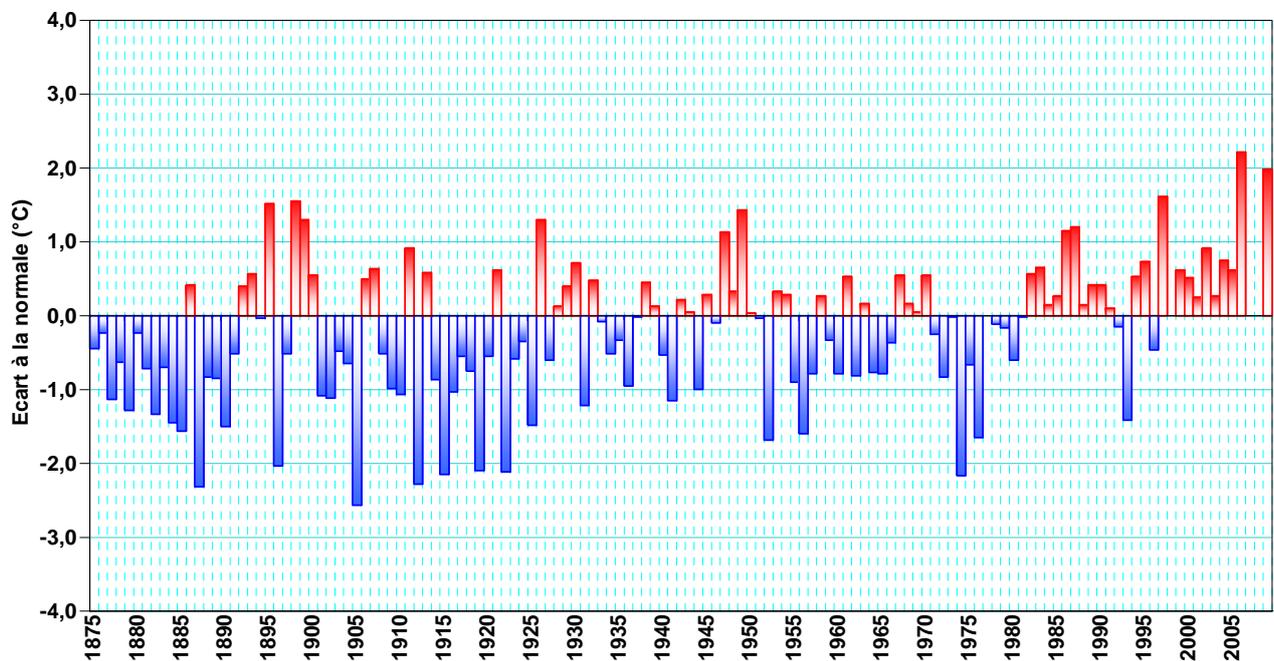


Figure 70 : Anomalie de température moyenne automnale à Sète. Période 1875 – 2009
 Ecart à la normale 1971 – 2000 (15,7°C) (Données Météo France)

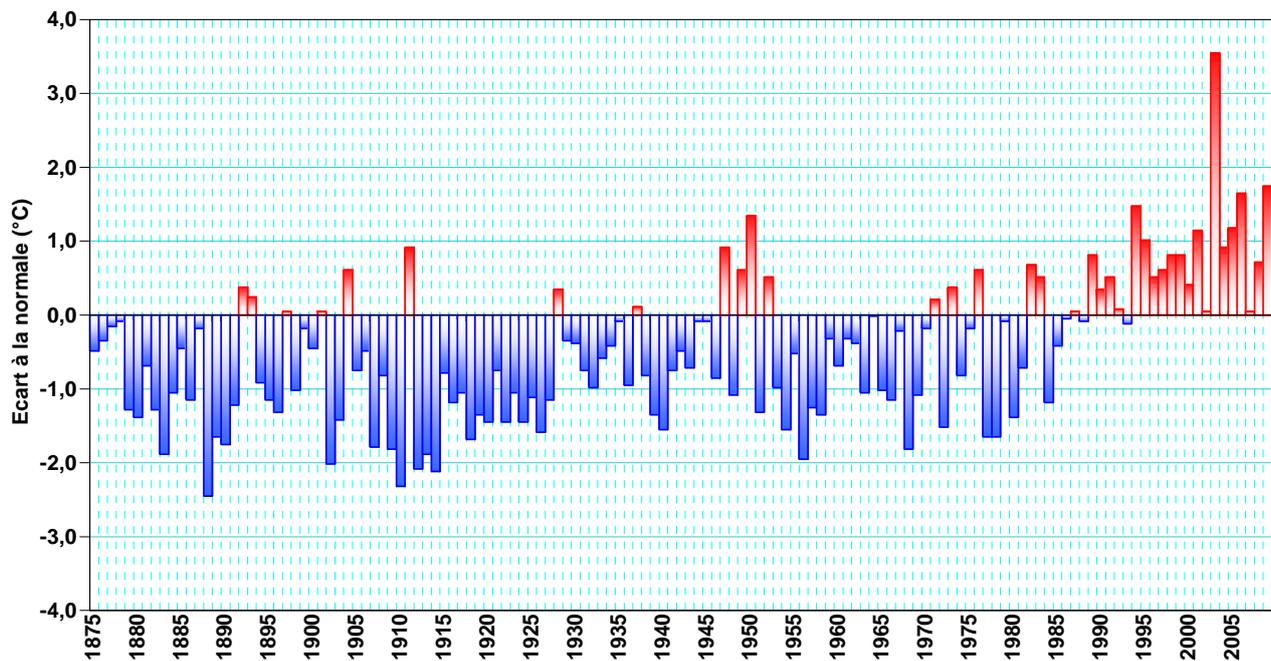


Figure 71 : Anomalie de température minimale estivale à Sète. Période 1875 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (18,6°C) (Données Météo France)

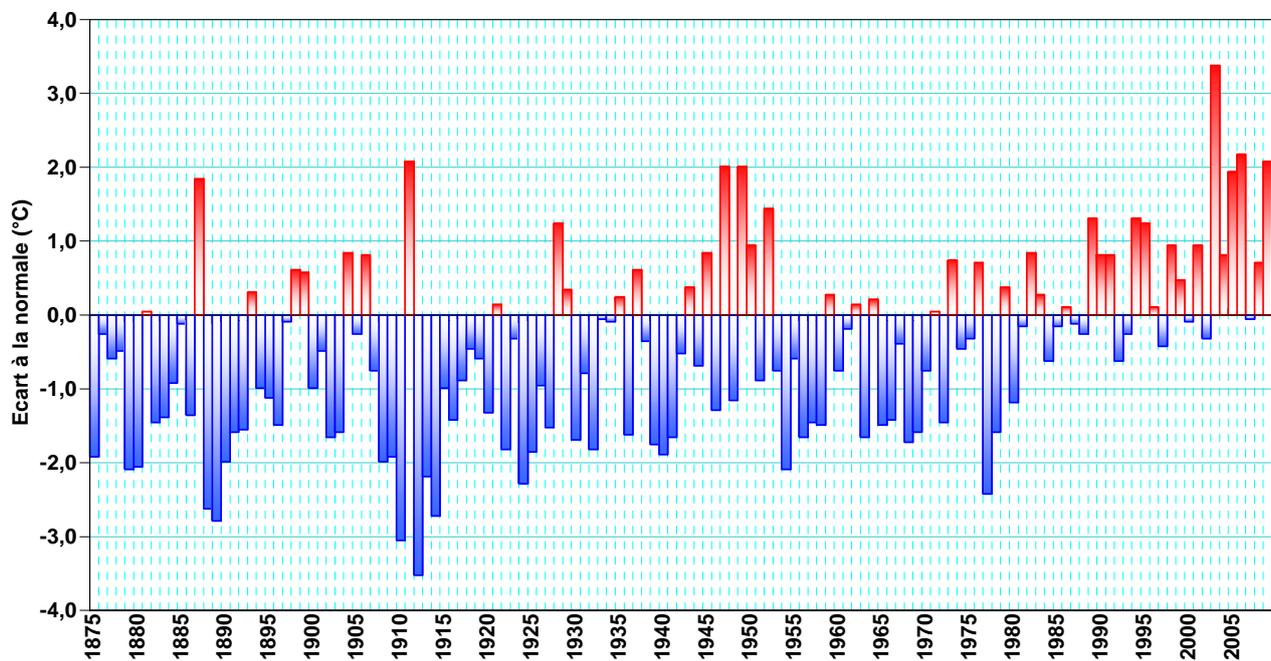


Figure 72 : Anomalie de température maximale estivale à Sète. Période 1875 – 2009
Ecart à la normale 1971 – 2000 (26,1°C) (Données Météo France)

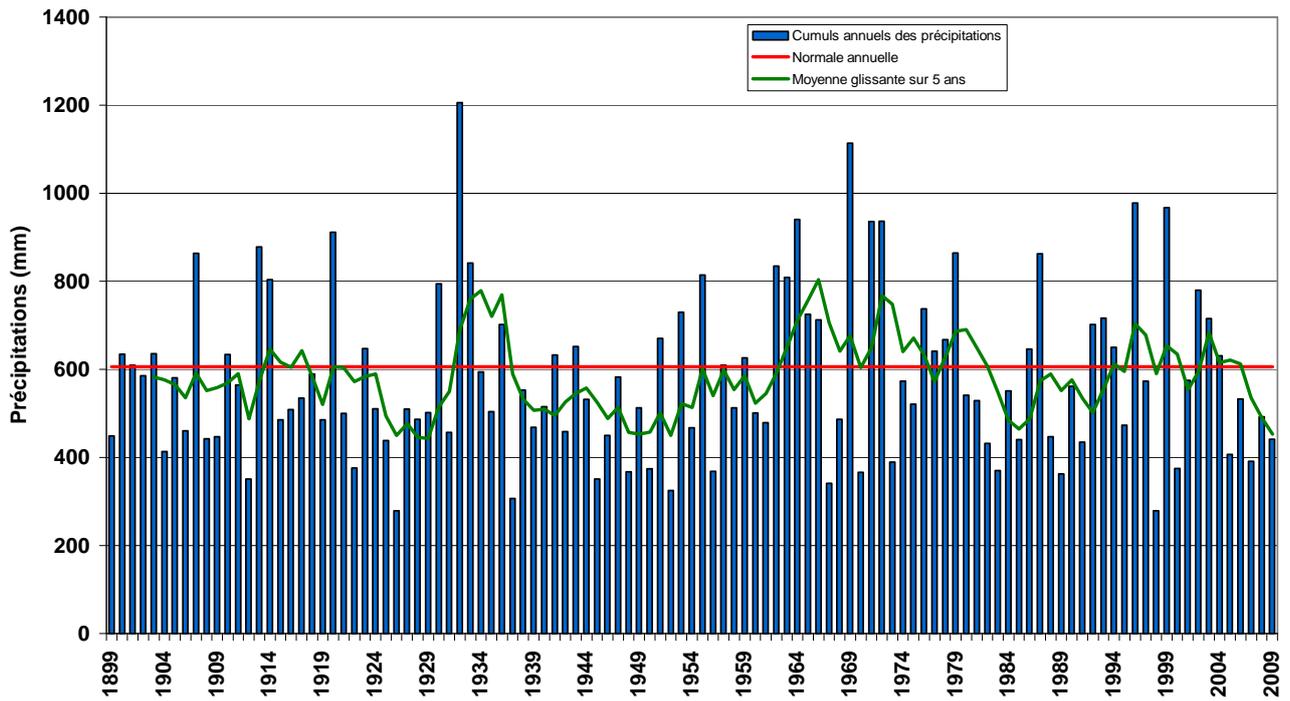


Figure 73 : Evolution des cumuls annuels de précipitations à Sète. Période 1899 – 2009
Normale 1971 – 2000 (605,3 mm) (Données Météo France)

Réalisation :

ADEME Direction Régionale Languedoc-Roussillon,

Météo-France Direction Interrégionale Sud-Est

Document téléchargeable sur www.ademe.fr/languedoc-roussillon

Contacts :

ADEME : Pierre VIGNAUD

Direction Régionale Languedoc-Roussillon

119 avenue Jacques Cartier 34 965 Montpellier cedex 2

Tél. 04 67 99 89 63 - fax. 04 67 64 30 89

pierre.vignaud@ademe.fr



Météo-France

Direction Interrégionale Sud-Est

2 bd du Château Double - 13098 AIX EN PROVENCE cedex 2

Tél. 04 42 95 90 00 - Fax. 04 42 95 90 09 - www.meteofrance.com



Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

Direction Régionale Languedoc-Roussillon

119 av. Jacques Cartier - CS 29011 - 34965 MONTPELLIER cedex 2

Tél. 04 67 99 89 79 - Fax. 04 67 64 30 89 - www.ademe.fr/languedoc-roussillon