



Température moyenne annuelle

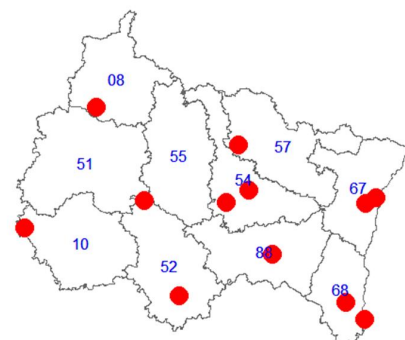
🔑 Nature et source des données

Séries homogénéisées (corrigées des biais et ruptures de mesure : changement d'opérateur, changement de capteur, modification de l'environnement, déplacement de station).

Données fournies par Météo-France. Les dernières années de certaines séries sont des données brutes n'ayant pas encore fait l'objet d'homogénéisation. Elles sont représentées en teinte plus claire sur les graphiques.

🕒 Indicateur 1

Juniville (08):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Bouy-sur-Orvin (10):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Langres (52):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Saint-Dizier (52):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Nancy-Essey (54):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Nancy-Ochey (54):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Metz-Frescaty (57):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Strasbourg-Entzheim (67):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Strasbourg (67):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Bâle-Mulhouse (68):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)

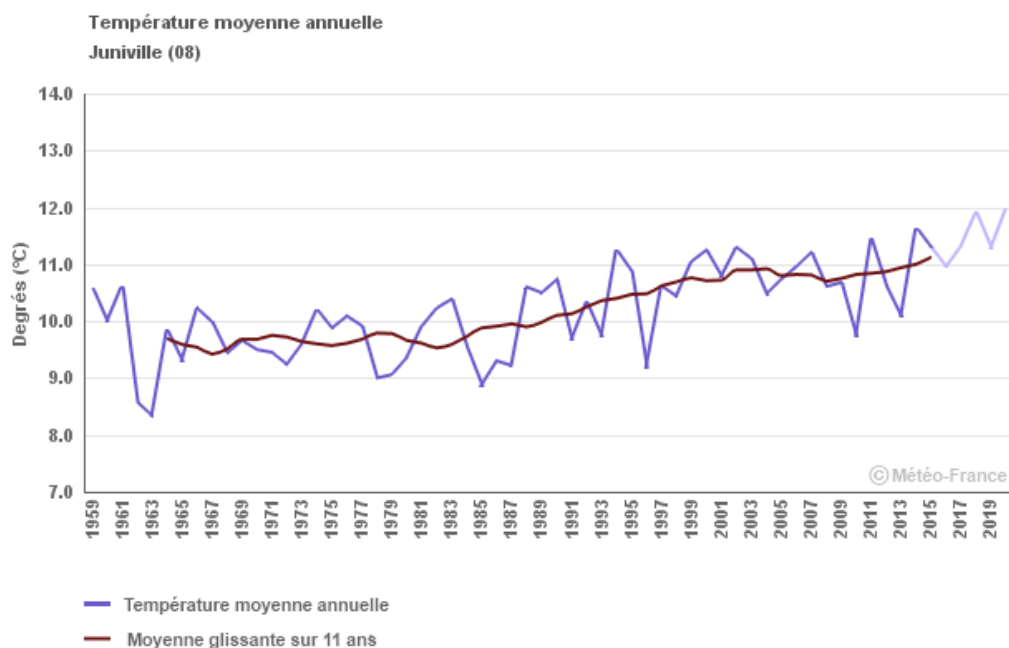


📊 Calcul de l'indicateur 1

Moyenne annuelle des températures moyennes journalières.

Moyenne glissante sur 11 ans : pour l'année N, il s'agit de la moyenne des années N-5 à N+5.

📈 Évolution observée

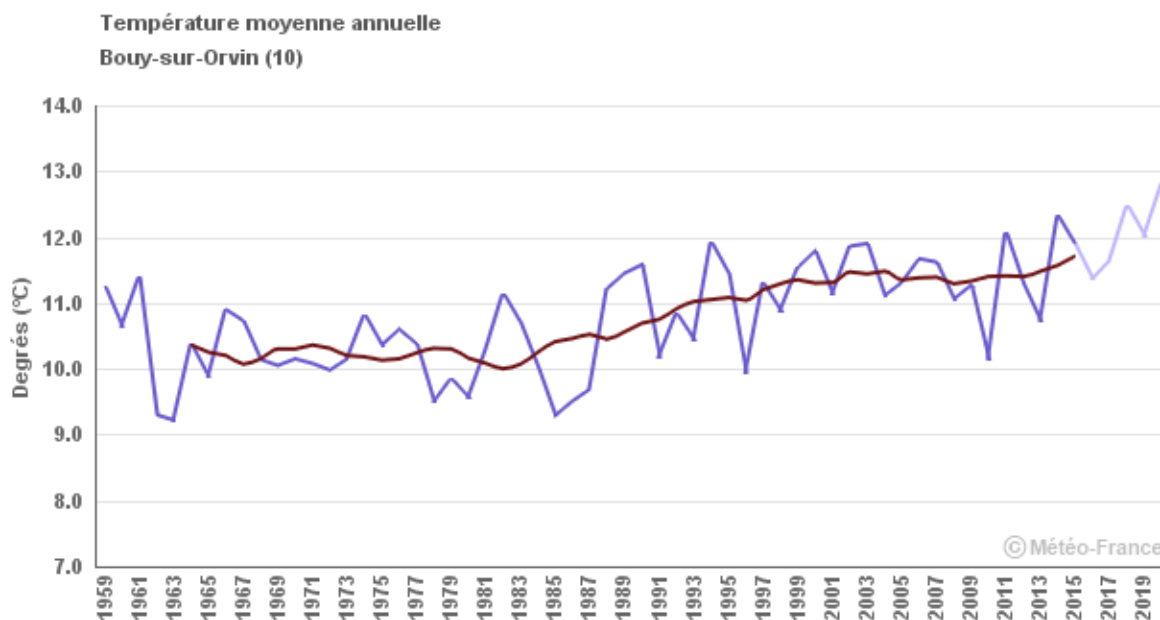


1 CHANGEMENT CLIMATIQUE

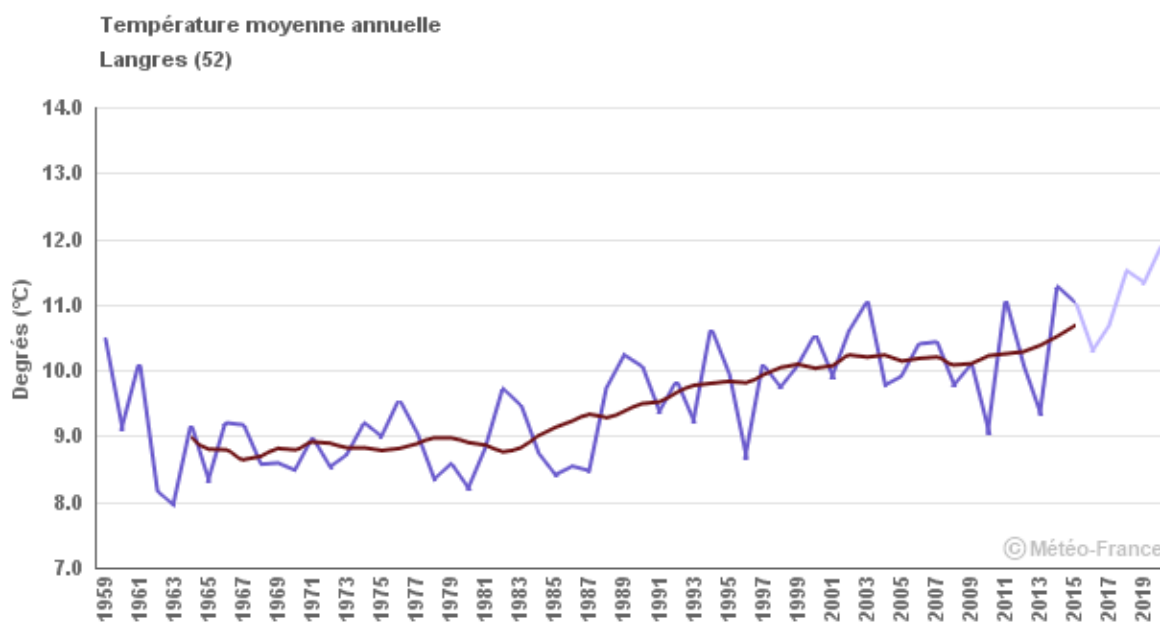


Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Température moyenne annuelle



- Température moyenne annuelle
- Moyenne glissante sur 11 ans



- Température moyenne annuelle
- Moyenne glissante sur 11 ans

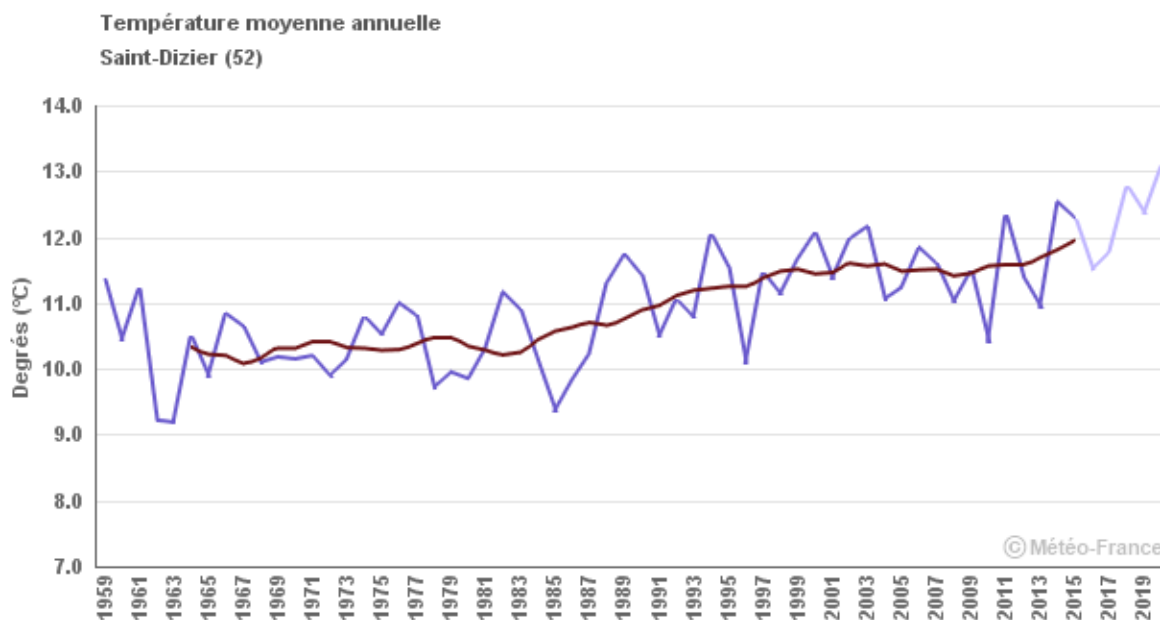
1

CHANGEMENT CLIMATIQUE

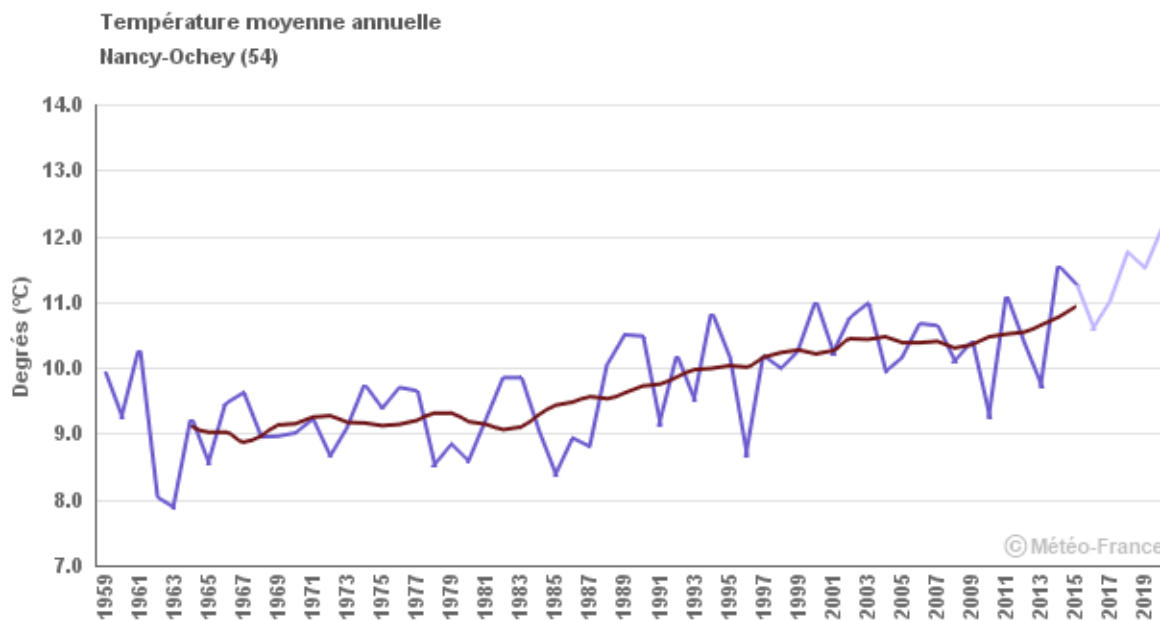


Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Température moyenne annuelle



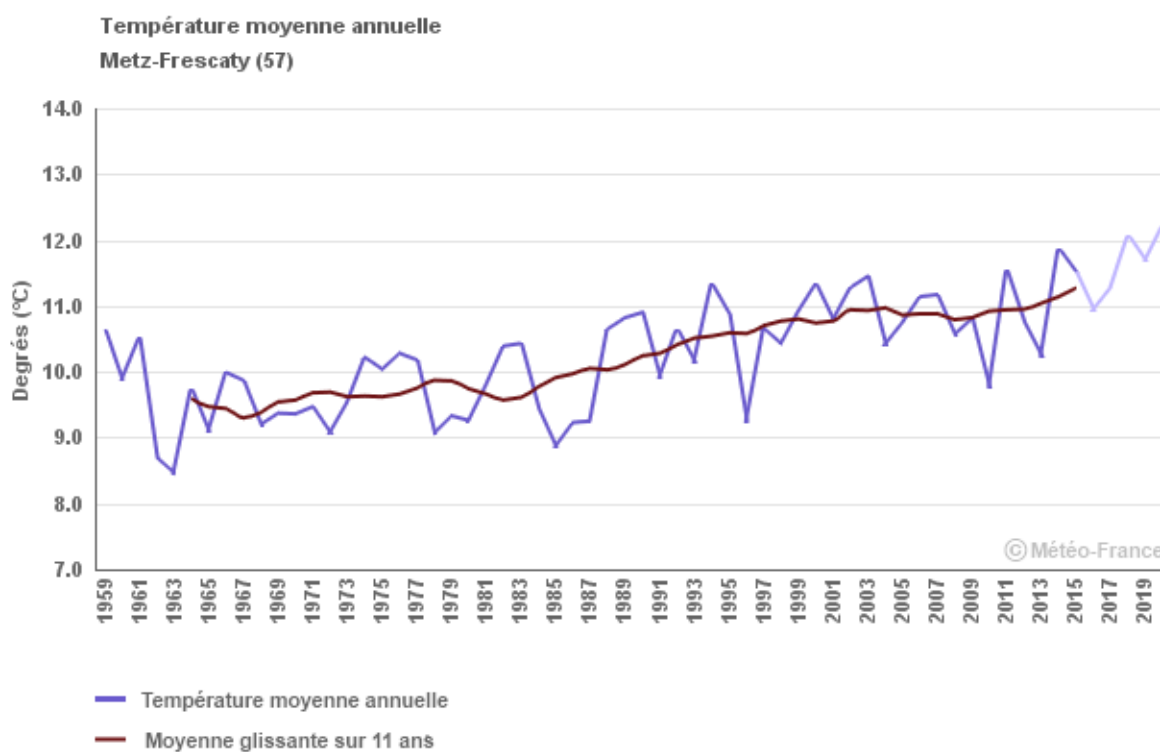
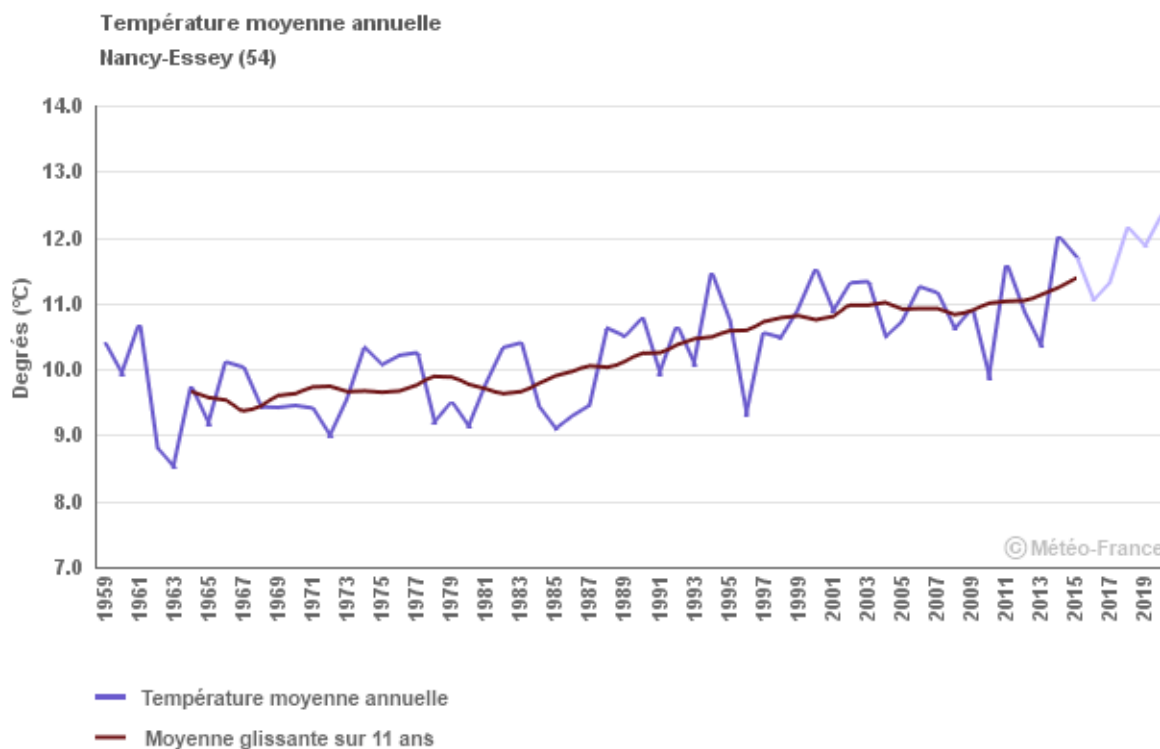
- Température moyenne annuelle
- Moyenne glissante sur 11 ans



- Température moyenne annuelle
- Moyenne glissante sur 11 ans



Température moyenne annuelle



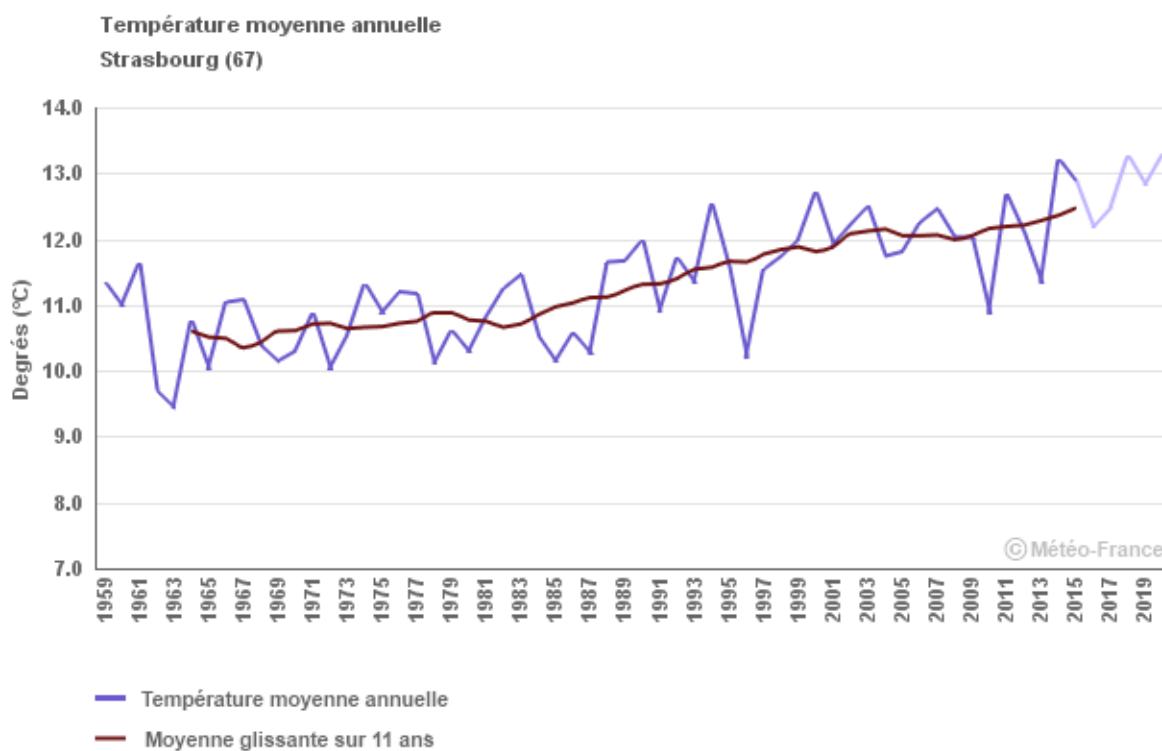
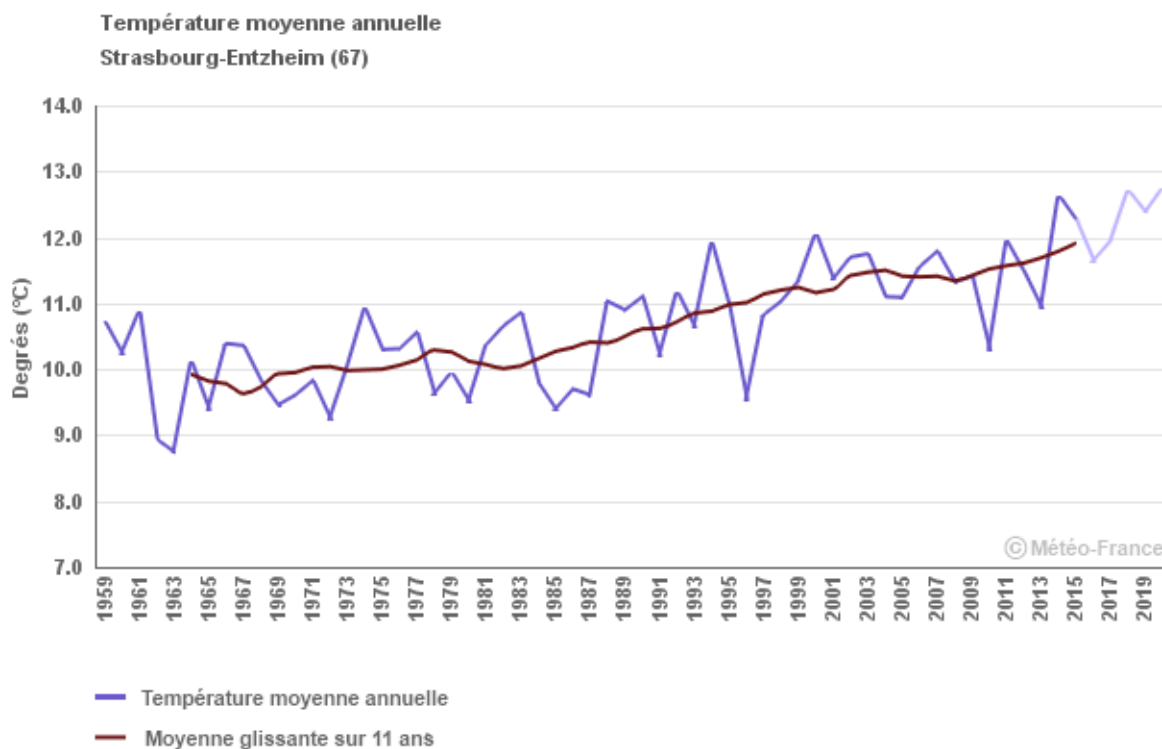
1

CHANGEMENT CLIMATIQUE



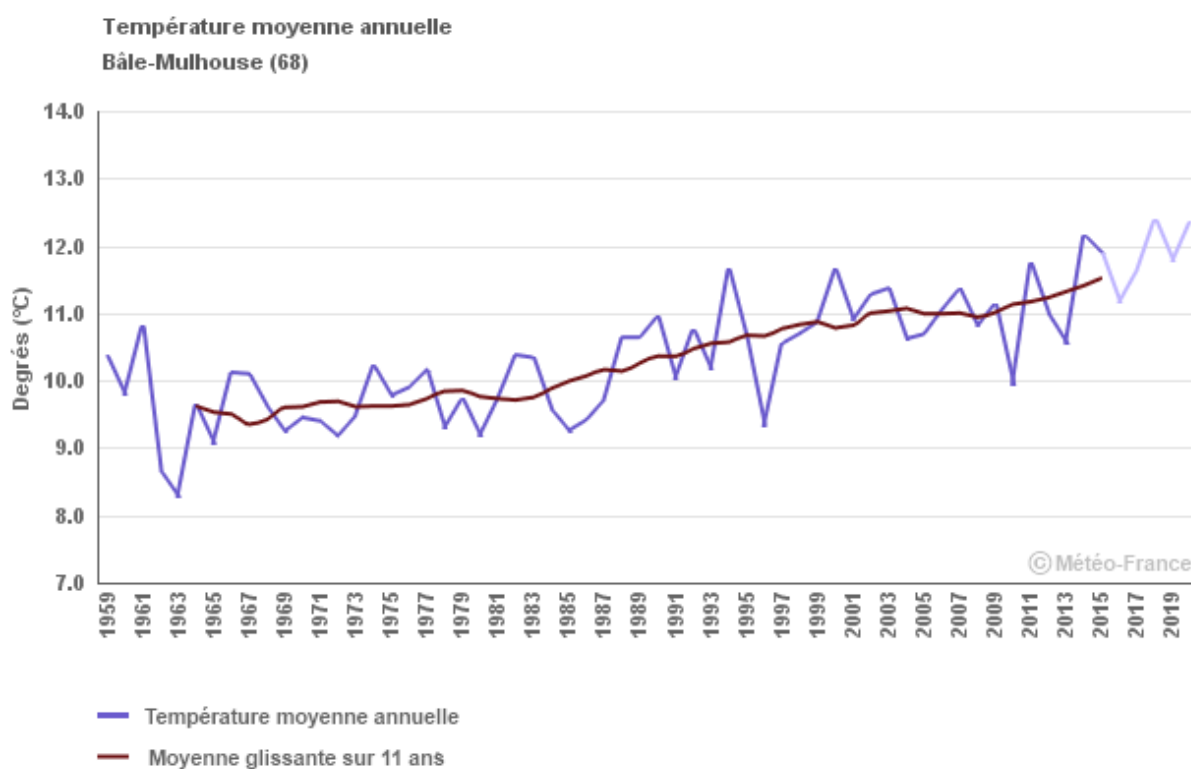
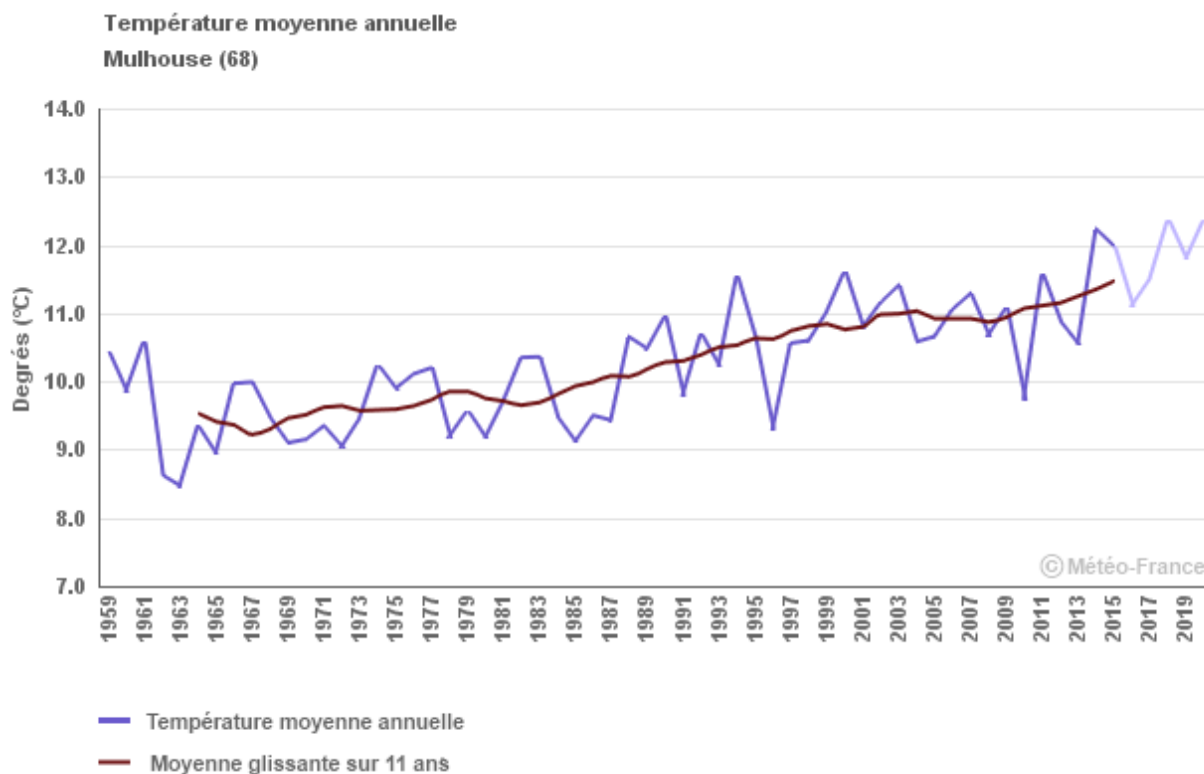
Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Température moyenne annuelle





Température moyenne annuelle



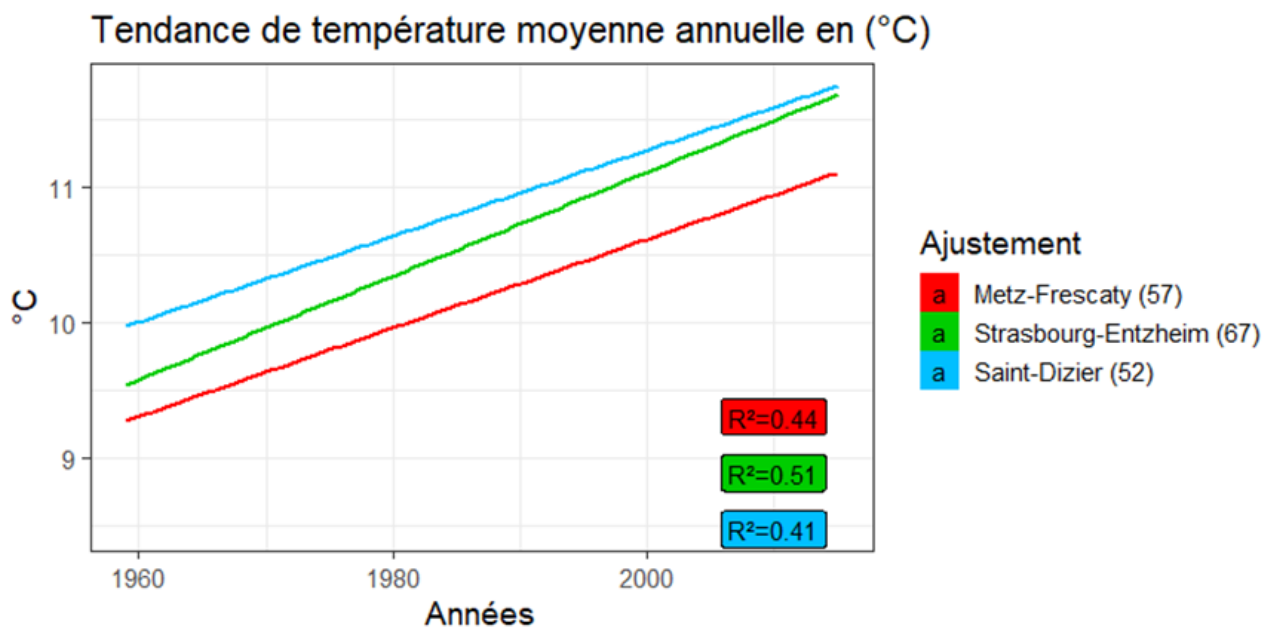
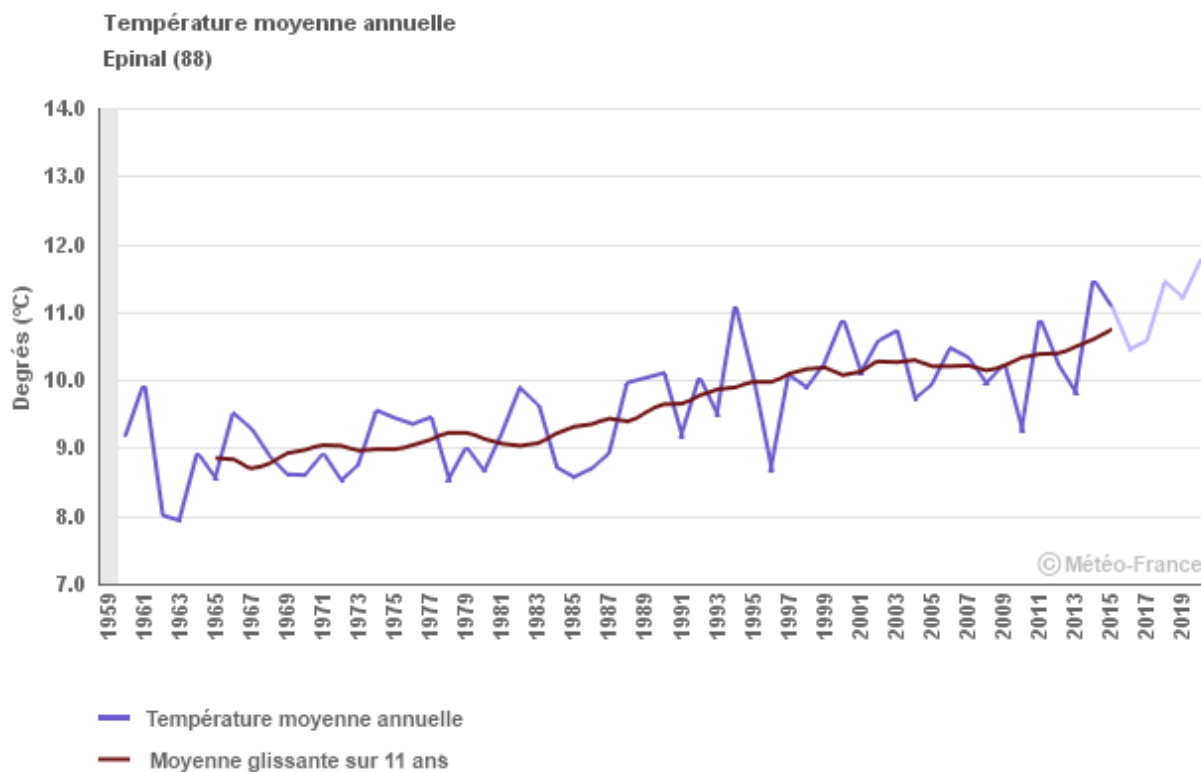
1

CHANGEMENT CLIMATIQUE



Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Température moyenne annuelle



1 CHANGEMENT CLIMATIQUE



Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Température moyenne annuelle

	Evolution de la température moyenne annuelle	Coefficient de détermination (R ²)
Juniville (08)	+ 0.29 ± 0.050 en °C/déc ***	0.38
Bouy-sur-Orvin (10)	+ 0.28 ± 0.053 en °C/déc ***	0.33
Langres (52)	+ 0.32 ± 0.053 en °C/déc ***	0.40
Saint-Dizier (52)	+ 0.32 ± 0.051 en °C/déc ***	0.41
Nancy-Ochey (54)	+ 0.33 ± 0.052 en °C/déc ***	0.43
Nancy-Essey (54)	+ 0.33 ± 0.048 en °C/déc ***	0.46
Metz-Frescaty (57)	+ 0.33 ± 0.050 en °C/déc ***	0.44
Strasbourg-Entzheim (67)	+ 0.38 ± 0.051 en °C/déc ***	0.51
Strasbourg (67)	+ 0.37 ± 0.050 en °C/déc ***	0.50
Mulhouse (68)	+ 0.37 ± 0.049 en °C/déc ***	0.51
Bâle-Mulhouse (68)	+ 0.37 ± 0.048 en °C/déc ***	0.52
Epinal (88)	+ 0.36 ± 0.047 en °C/déc ***	0.52

Note : ns= non significatif; *= significatif à P<0,05; **= significatif à P<0,01; ***= significatif à P<0,001

1 CHANGEMENT CLIMATIQUE

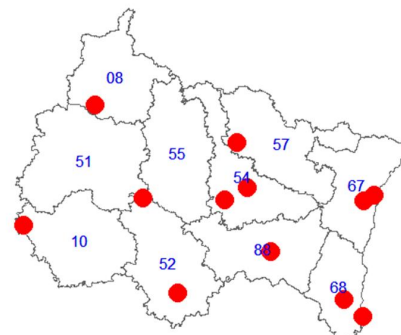


Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Température moyenne annuelle

Indicateur 2

Juniville (08):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Bouy-sur-Orvin (10):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Langres (52):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Saint-Dizier (52):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Nancy-Essey (54):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Nancy-Ochey (54):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Metz-Frescaty (57):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Strasbourg-Entzheim (67):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Strasbourg (67):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Bâle-Mulhouse (68):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)



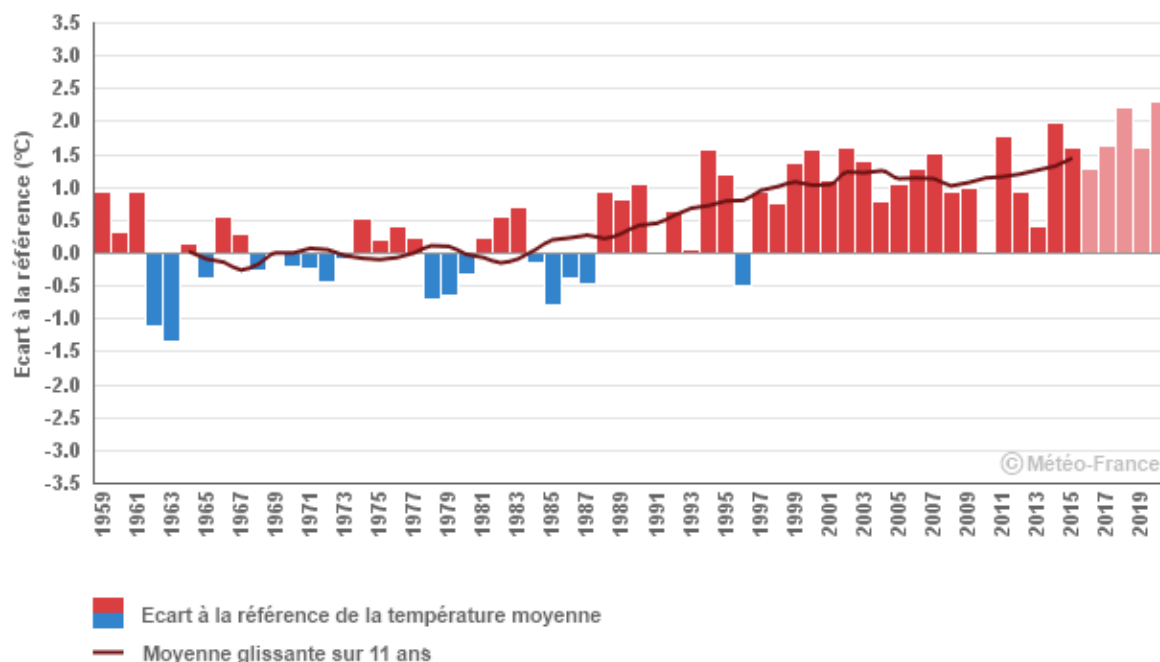
Calcul de l'indicateur 2

Les données sont identiques à celles de l'indicateur 1 mais exprimées en anomalies : écart entre la température moyenne annuelle et la température moyenne pluriannuelle établie sur les mesures réalisées de 1961 à 1990.

Moyenne glissante sur 11 ans : pour l'année N, il s'agit de la moyenne des années N-5 à N+5.

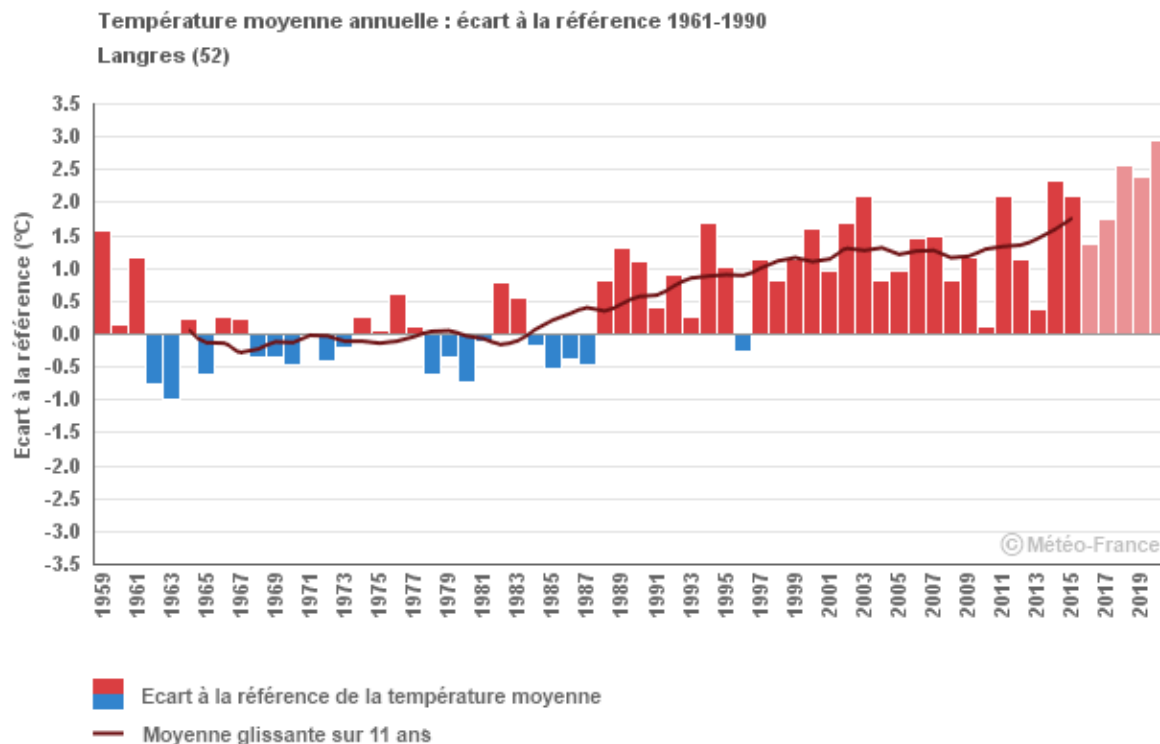
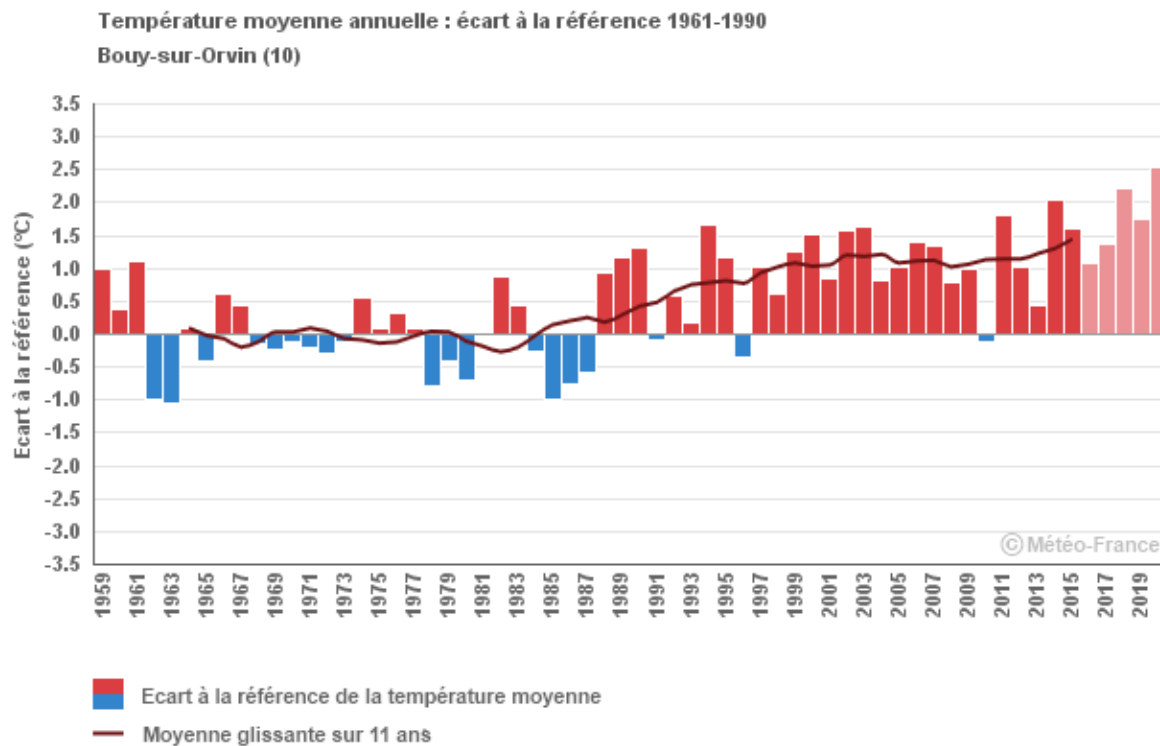
Évolution observée

Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990
Juniville (08)



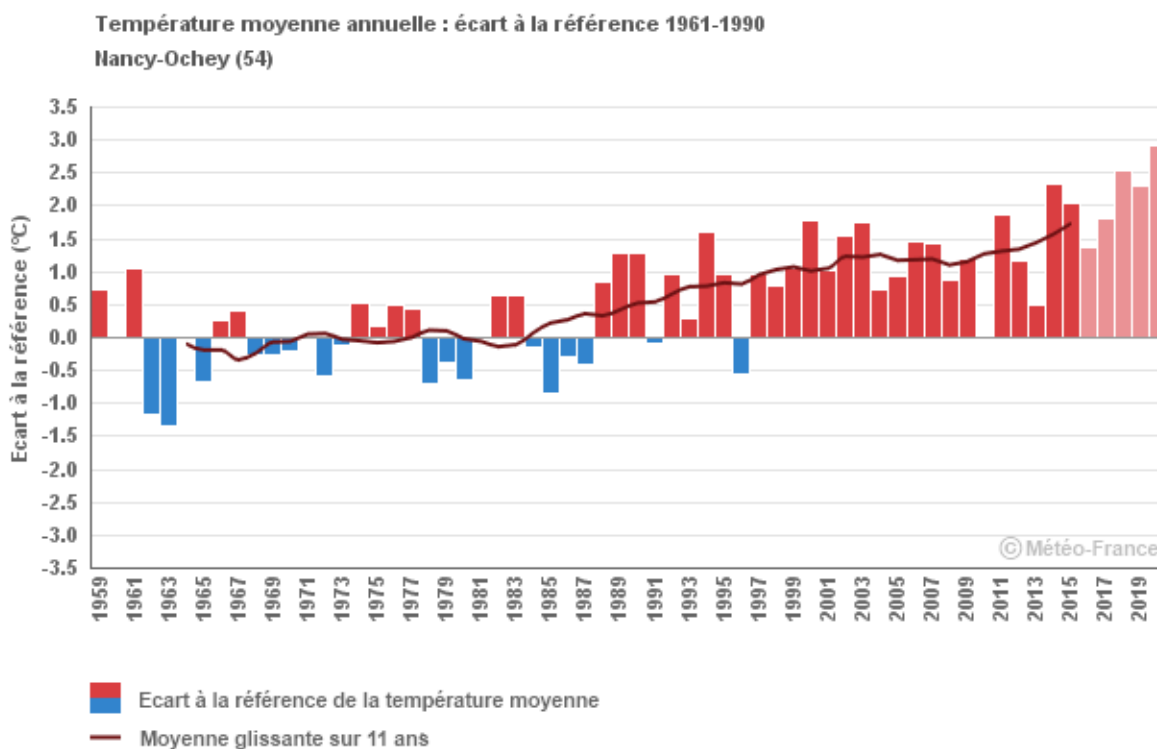
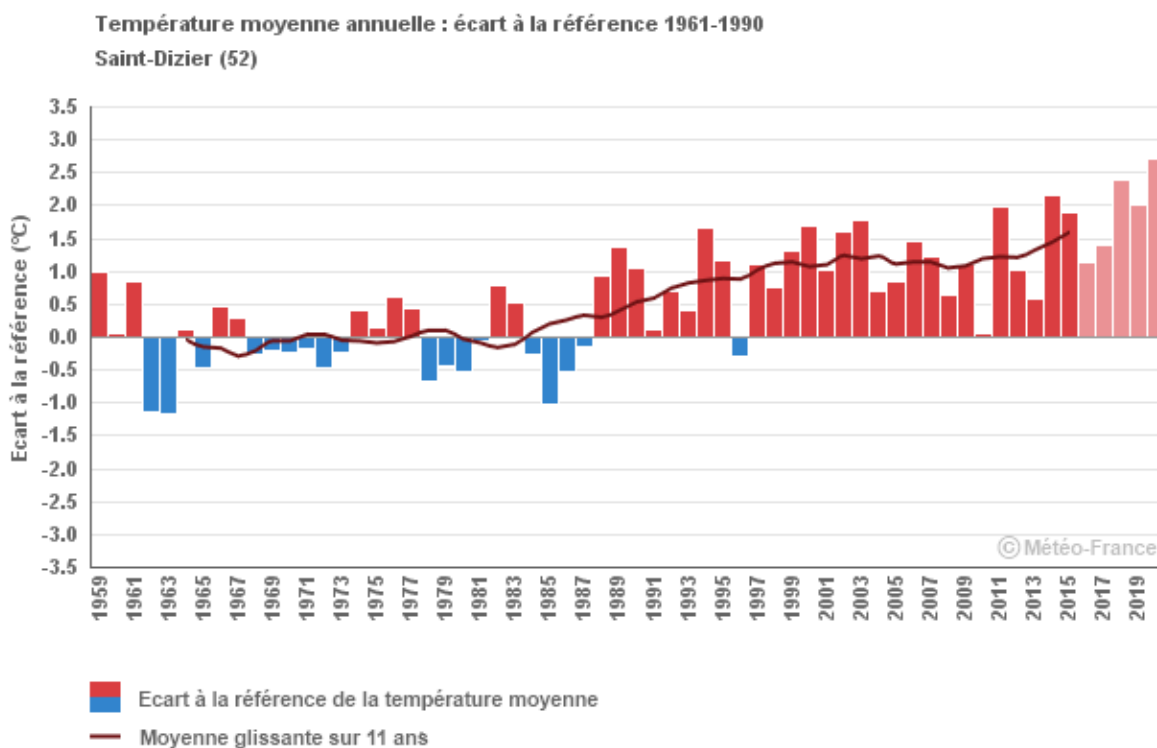


Température moyenne annuelle





Température moyenne annuelle



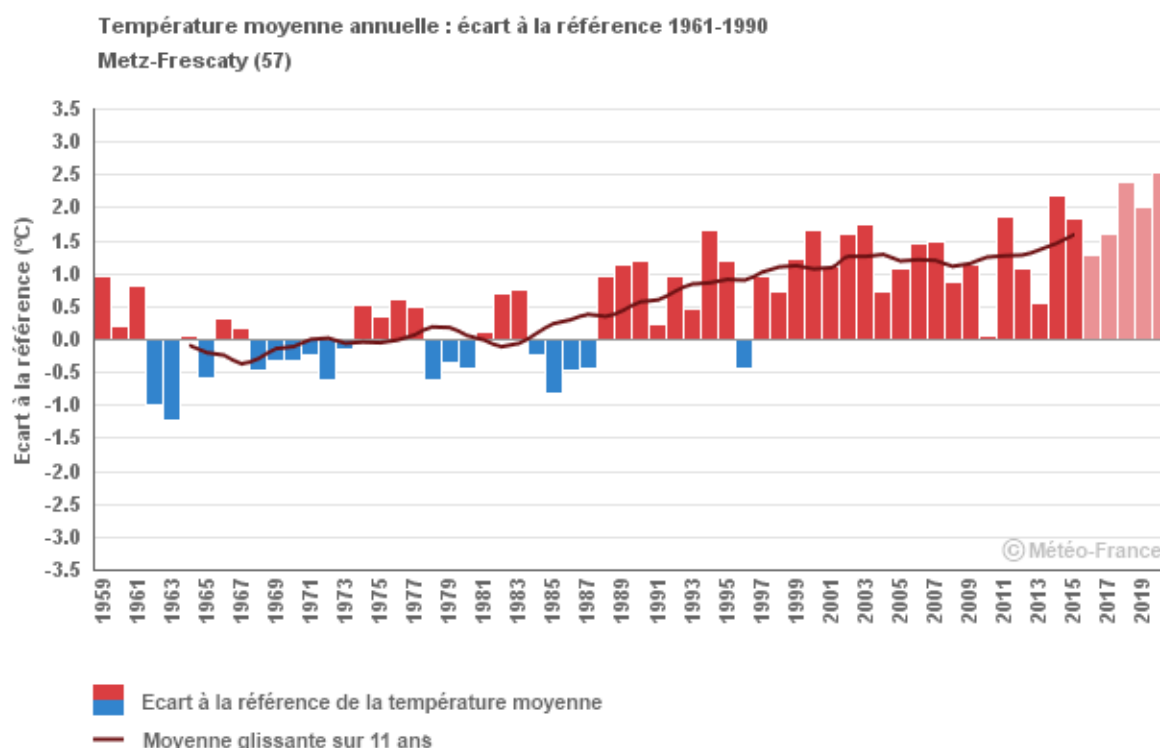
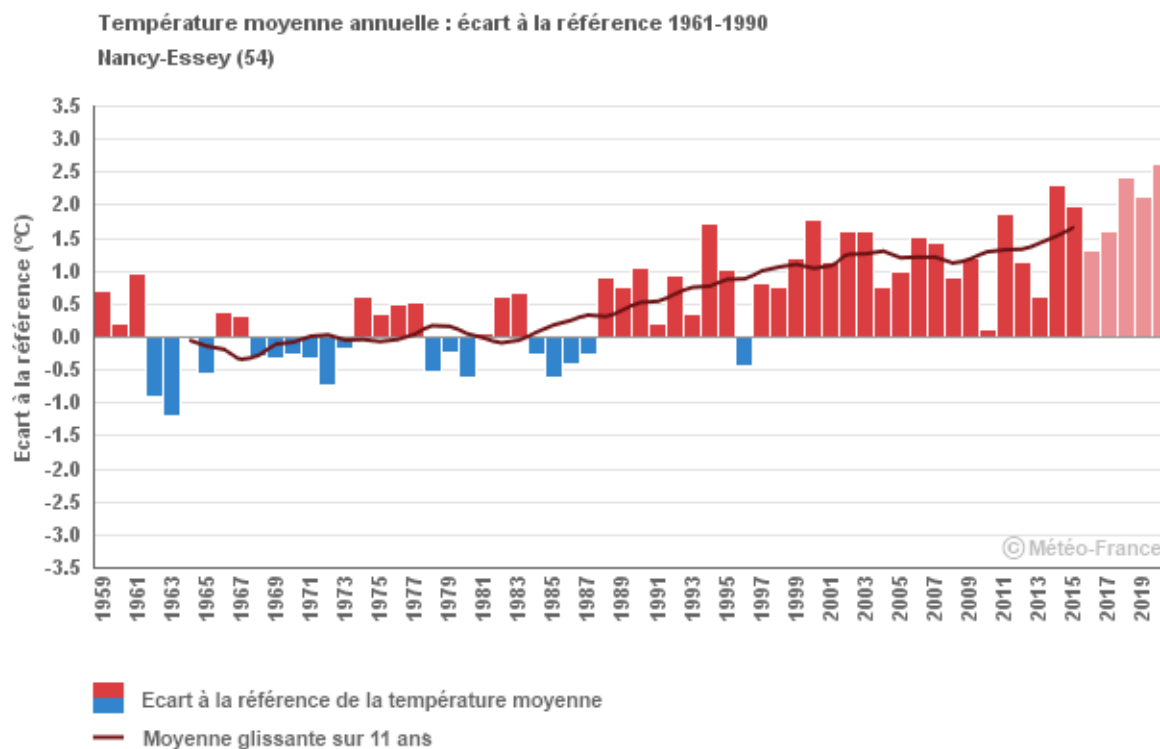
1

CHANGEMENT CLIMATIQUE



Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Température moyenne annuelle



1

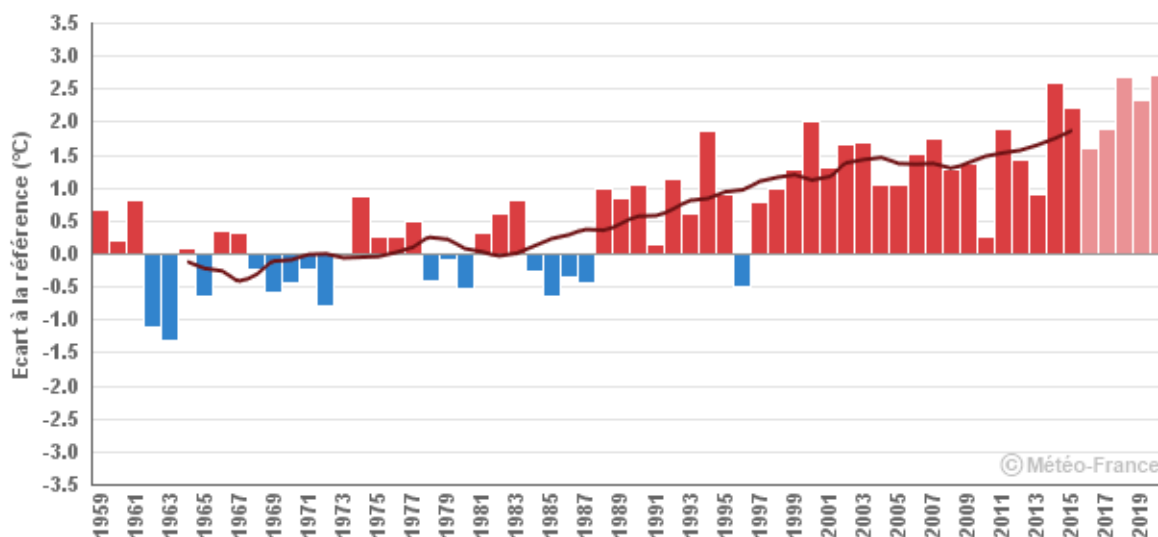
CHANGEMENT CLIMATIQUE



Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

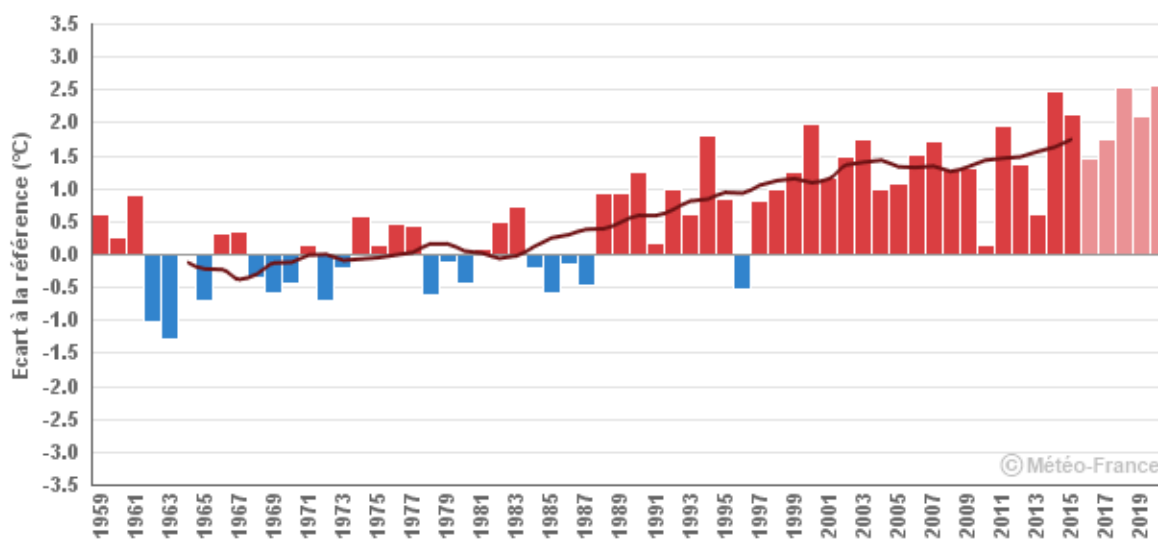
Température moyenne annuelle

Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990
Strasbourg-Entzheim (67)



■ Écart à la référence de la température moyenne
— Moyenne glissante sur 11 ans

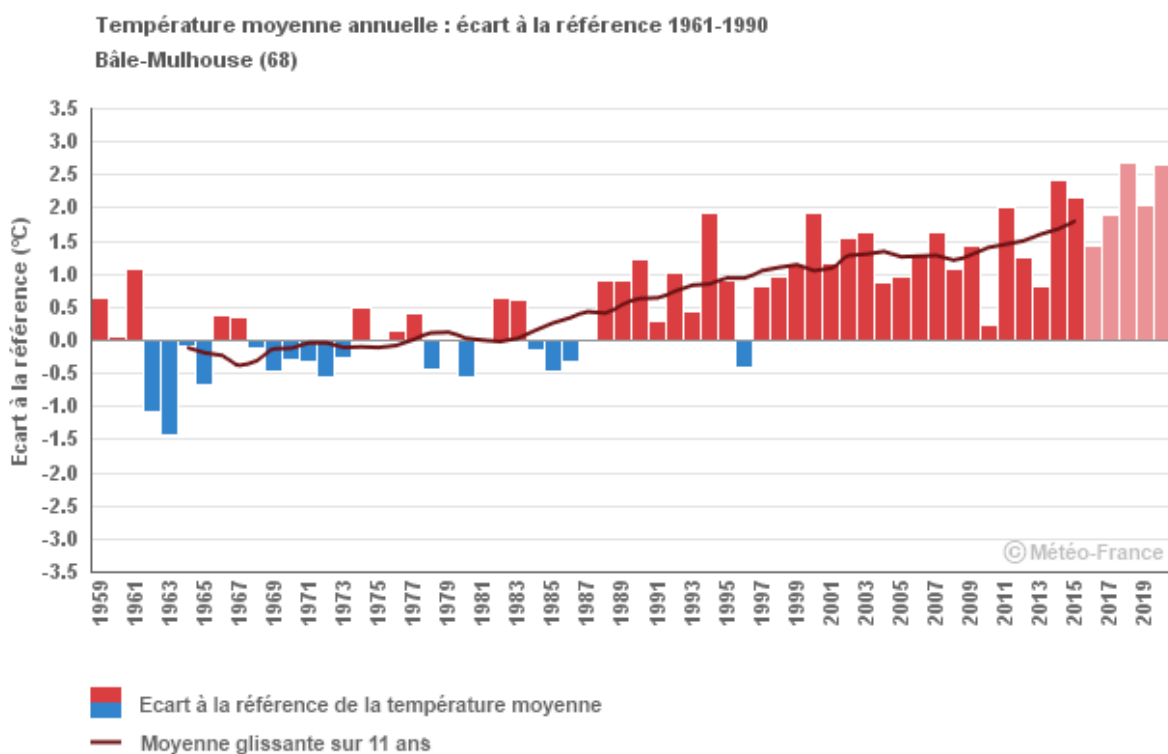
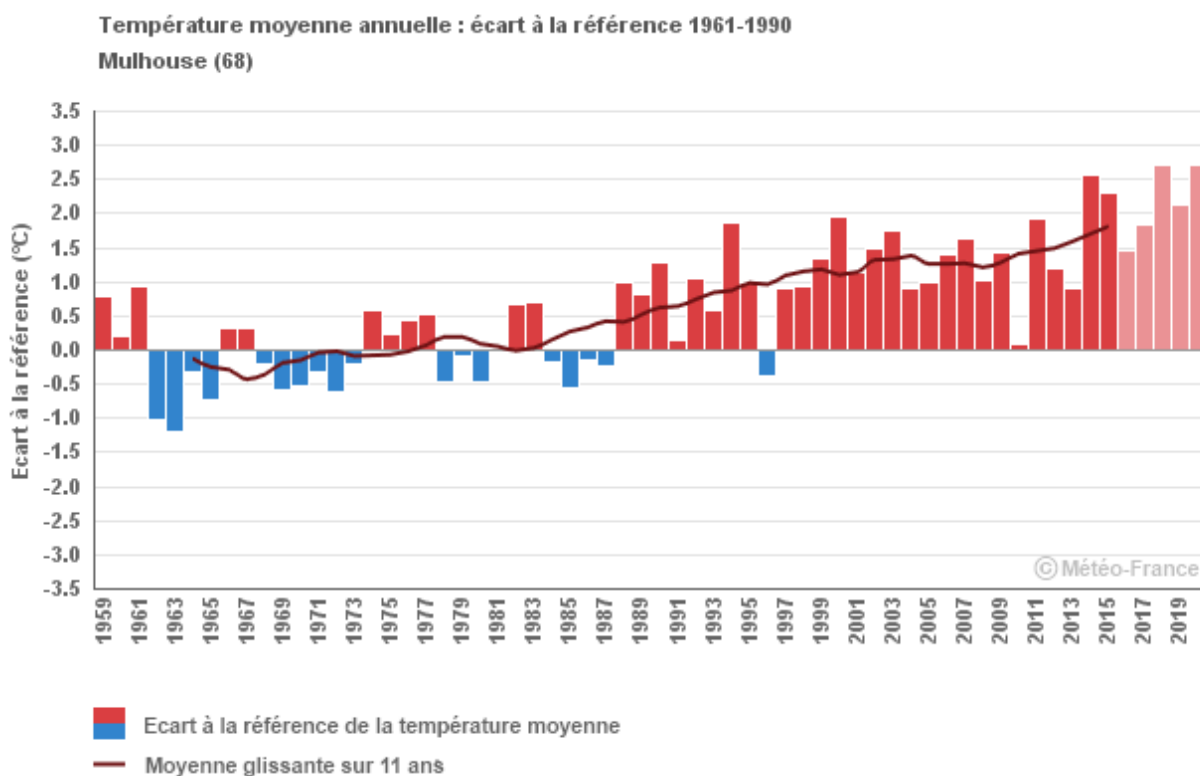
Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990
Strasbourg (67)



■ Écart à la référence de la température moyenne
— Moyenne glissante sur 11 ans

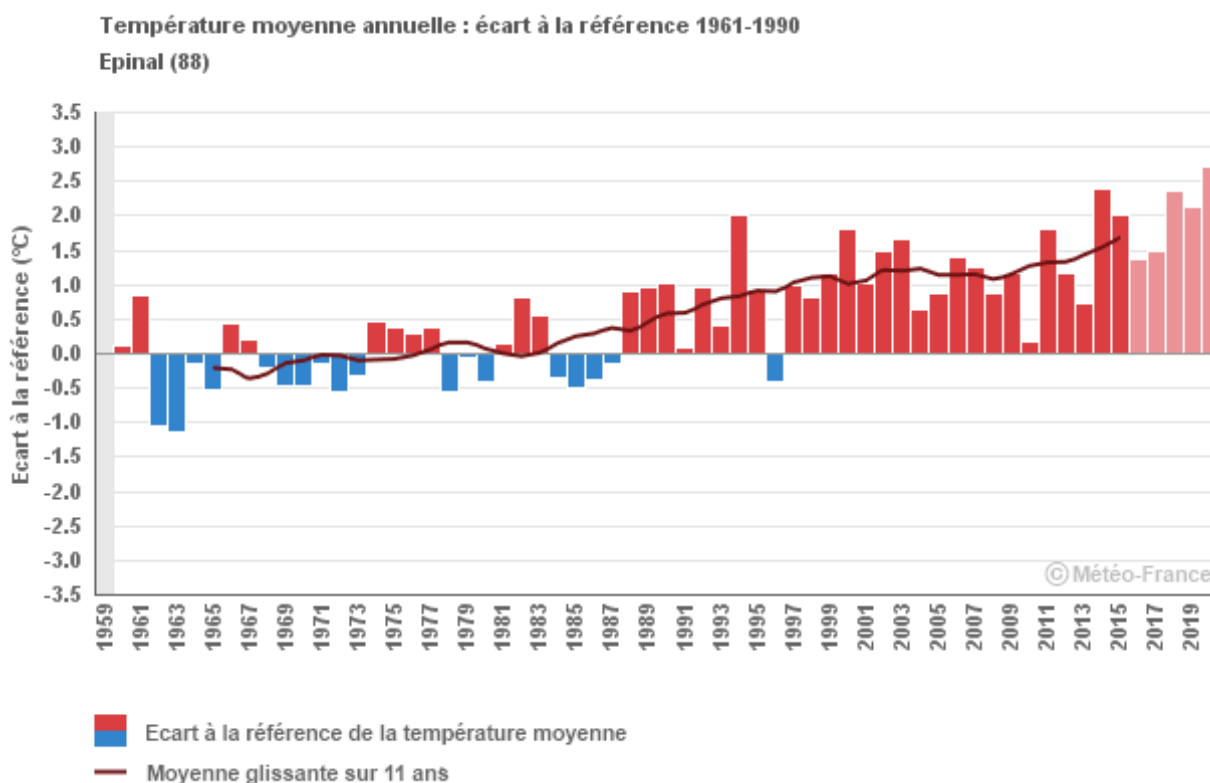


Température moyenne annuelle





Température moyenne annuelle



Analyse

L'évolution de température observée en Grand Est depuis le milieu du XX^{ème} siècle est cohérente avec celle observée en France métropolitaine. Quatre éléments méritent d'être soulignés :

- L'augmentation tendancielle de température très significative sur les 55 dernières années pour les 9 sites présentés varie de + 0,28 à + 0,38 °C par décennie, révélant un gradient Ouest-Est du réchauffement climatique global.
- Les fortes variations de température d'une année à l'autre (variabilité dite interannuelle) sont fréquemment supérieures à la variation tendancielle sur le long terme, perturbant ainsi la perception de la tendance.
- Les variations d'ampleur intermédiaire (la moyenne glissante sur 11 ans) entre groupes de quelques années (variabilité dite interdécennale) sont liées aux mécanismes climatiques à l'échelle planétaire et à leur inertie, et leur amplitude peut atteindre 1°C.
- L'augmentation tendancielle des températures depuis 55 ans (+ 0,33 °C par décennie) est trois fois plus forte que celle observée sur l'ensemble du XX^{ème} siècle (+ 0,1°C par décennie au niveau national), illustrant ainsi l'accélération du réchauffement observée depuis le milieu du XX^{ème} siècle et plus encore depuis le début des années 1980.



Température moyenne annuelle

Cette accélération du réchauffement, observée en Grand Est comme en France, impacte fortement l'agriculture au travers notamment de la modification des calendriers culturaux et de l'augmentation de l'évapotranspiration des cultures.

A RETENIR

Les différentes séries de données homogénéisées disponibles sur 8 des 10 départements du Grand Est mettent en évidence une évolution des températures moyennes significative et cohérente avec l'évolution observée sur l'ensemble de la France métropolitaine.

Globalement, sur la période 1959-2010, la tendance de l'augmentation de la température annuelle est de 0,33°C par décennie, avec une accélération sur les trois dernières décennies.

Cet accroissement important des températures, et son accélération, imposent d'adapter les références techniques (dates de semis et choix de variétés notamment) pour mieux accompagner l'évolution des pratiques des agriculteurs face aux évolutions climatiques des prochaines années.



Pour en savoir plus

MOISSELIN J.-M., SCHNEIDER M., CANELLAS C., MESTRE O. (2002) Les changements climatiques en France au XX^{ème} siècle : étude des longues séries homogénéisées de données de température et de précipitations, La Météorologie, n°38, 45-57



Température moyenne saisonnière

🔑 Nature et source des données

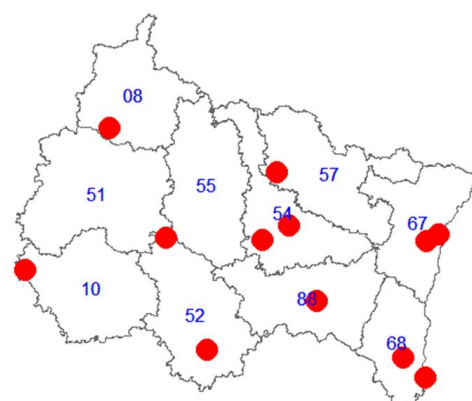
Séries homogénéisées (corrigées des biais et ruptures de mesure : changement d'opérateur, changement de capteur, modification de l'environnement, déplacement de station).

Données fournies par Météo-France. Les dernières années de certaines séries sont des données brutes n'ayant pas encore fait l'objet d'homogénéisation. Elles sont représentées en teinte plus claire sur les graphiques.

🕒 Indicateur

Le présent document ne permet pas de présenter de façon exhaustive les données (4 saisons par station) de chaque station (12 stations) au risque d'un alourdissement excessif. Les données des stations de Saint-Dizier (52), Metz-Frescaty (57) et Strasbourg-Entzheim (67) sont les seules présentées graphiquement mais l'analyse de tendance qui suit est faite sur les résultats obtenus sur l'ensemble des stations.

Juniville (08):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Bouy-sur-Orvin (10):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Langres (52):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Saint-Dizier (52):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Nancy-Essey (54):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Nancy-Ochey (54):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Metz-Frescaty (57):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Strasbourg-Entzheim (67):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Strasbourg (67):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Bâle-Mulhouse (68):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Mulhouse (68):	1959-2015 (2016-2020 en données brutes)
Epinal (88):	1960-2015 (2016-2020 en données brutes)



📊 Calcul de l'indicateur

Les températures moyennes saisonnières sont compilées selon un découpage des saisons utilisé par les climatologues :

- Hiver : Décembre - Janvier - Février
- Printemps : Mars - Avril - Mai
- Été : Juin - Juillet - Août
- Automne : Septembre – Octobre - Novembre

Moyenne glissante sur 11 ans : pour l'année N, il s'agit de la moyenne des années N-5 à N+5.

Les données sont représentées sous deux formes : en valeur absolue d'une part et en anomalie (différence) par rapport aux normales 1961-1990.

1

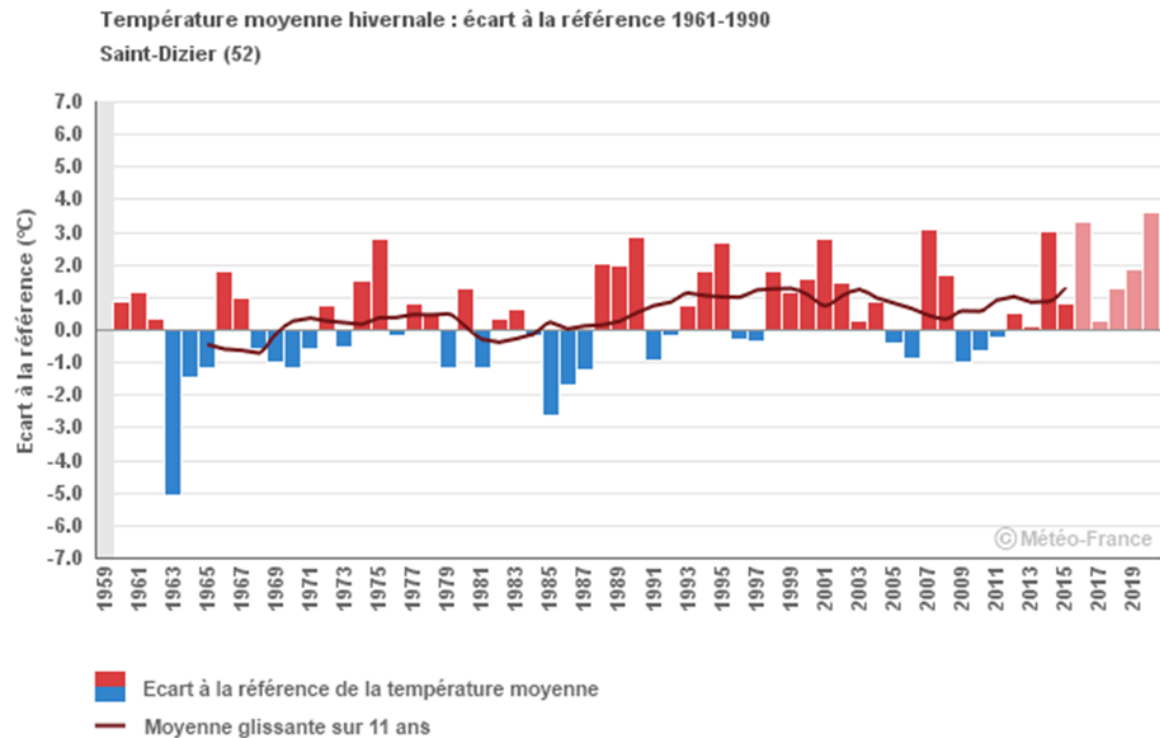
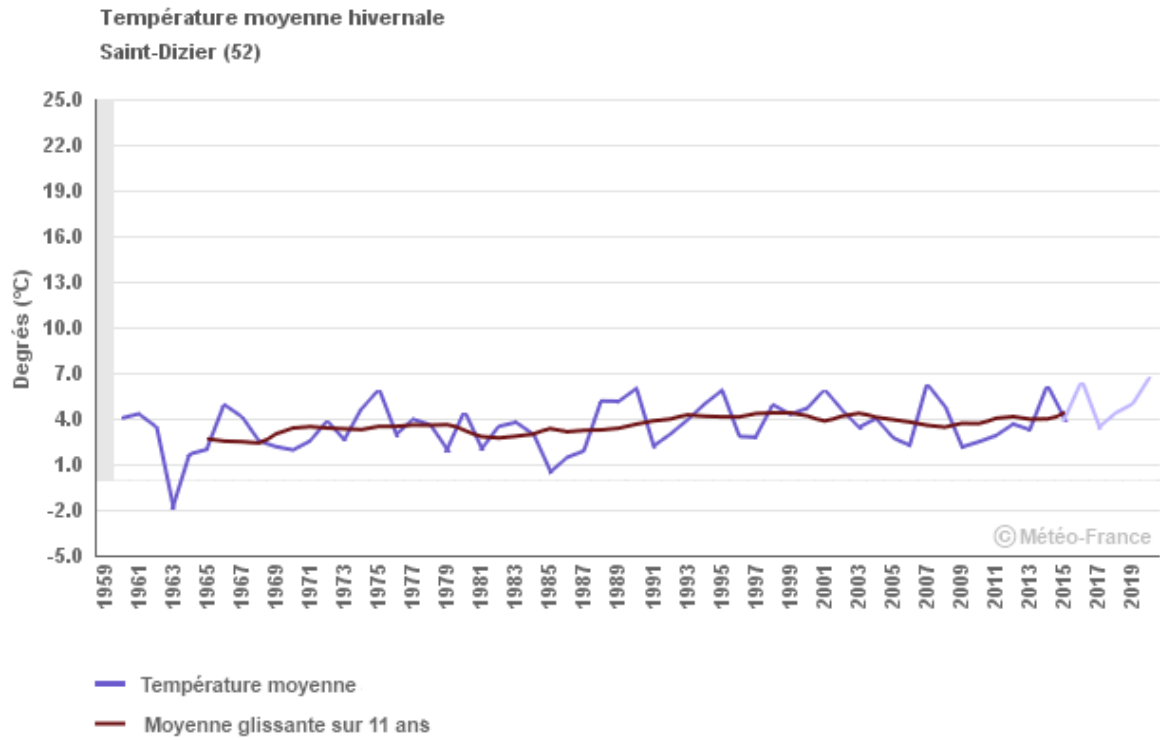
CHANGEMENT CLIMATIQUE



Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

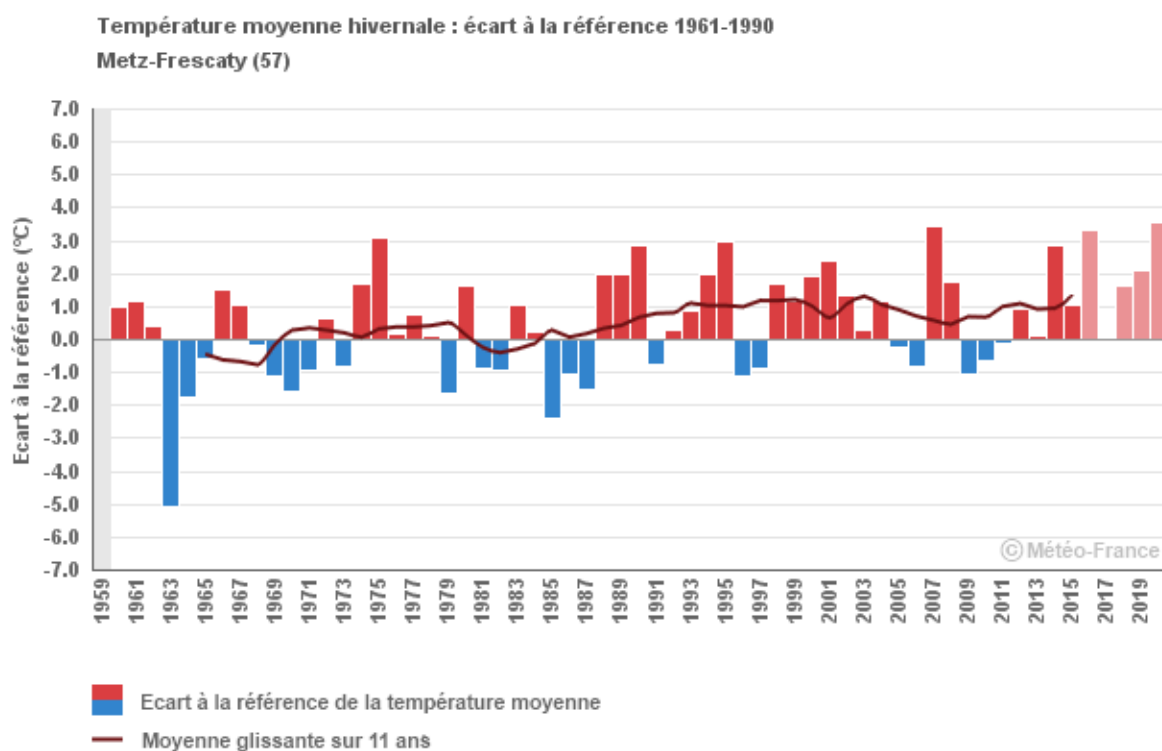
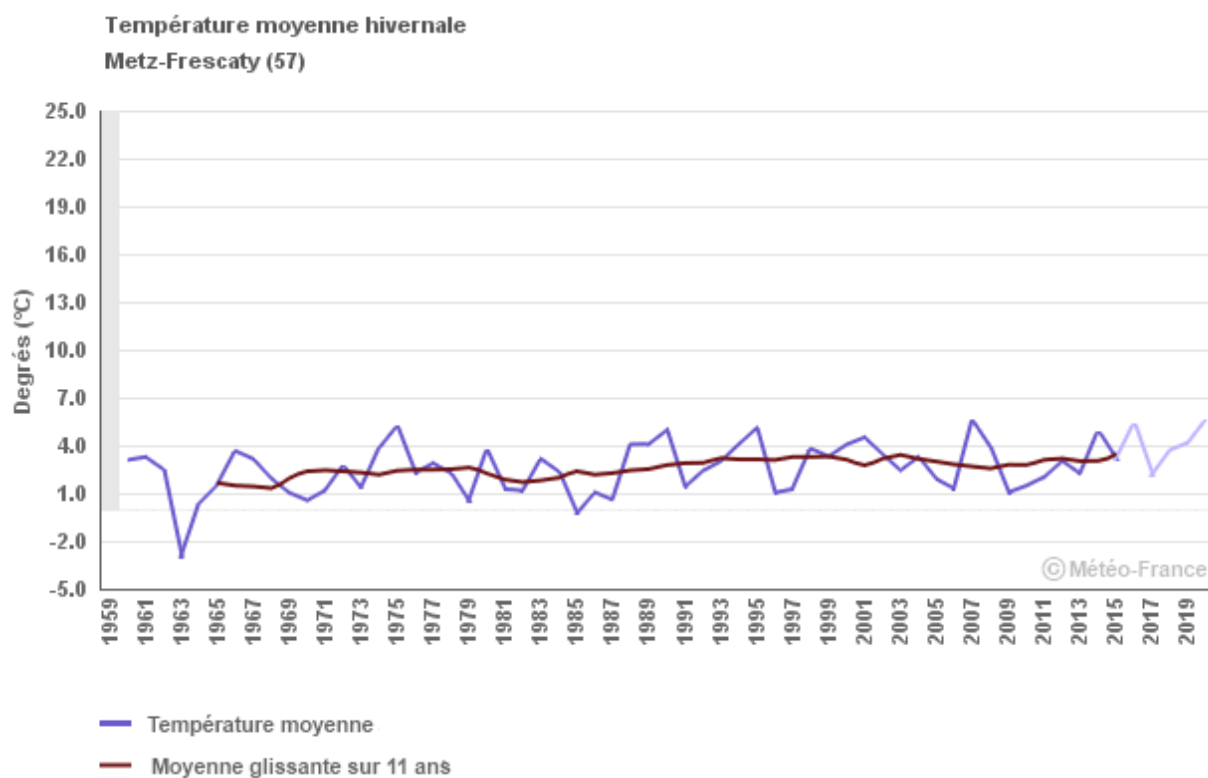
Température moyenne saisonnière

Évolution observée en hiver : Décembre à Février



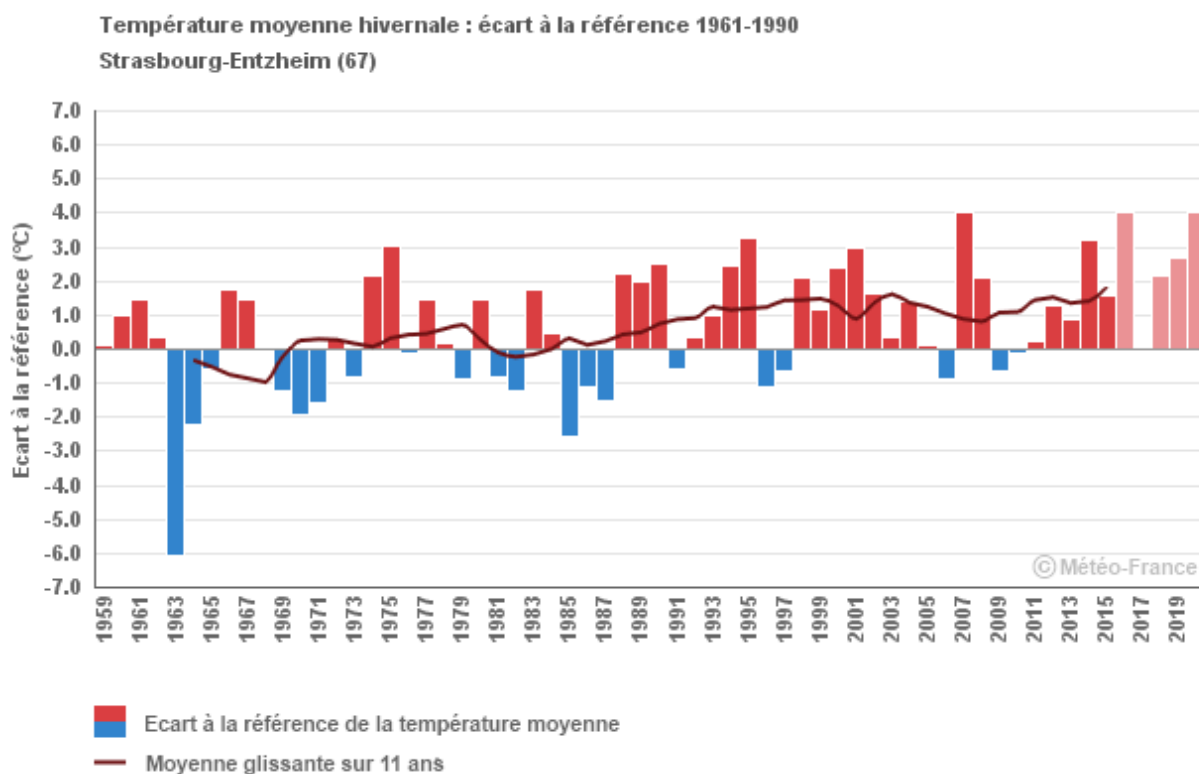
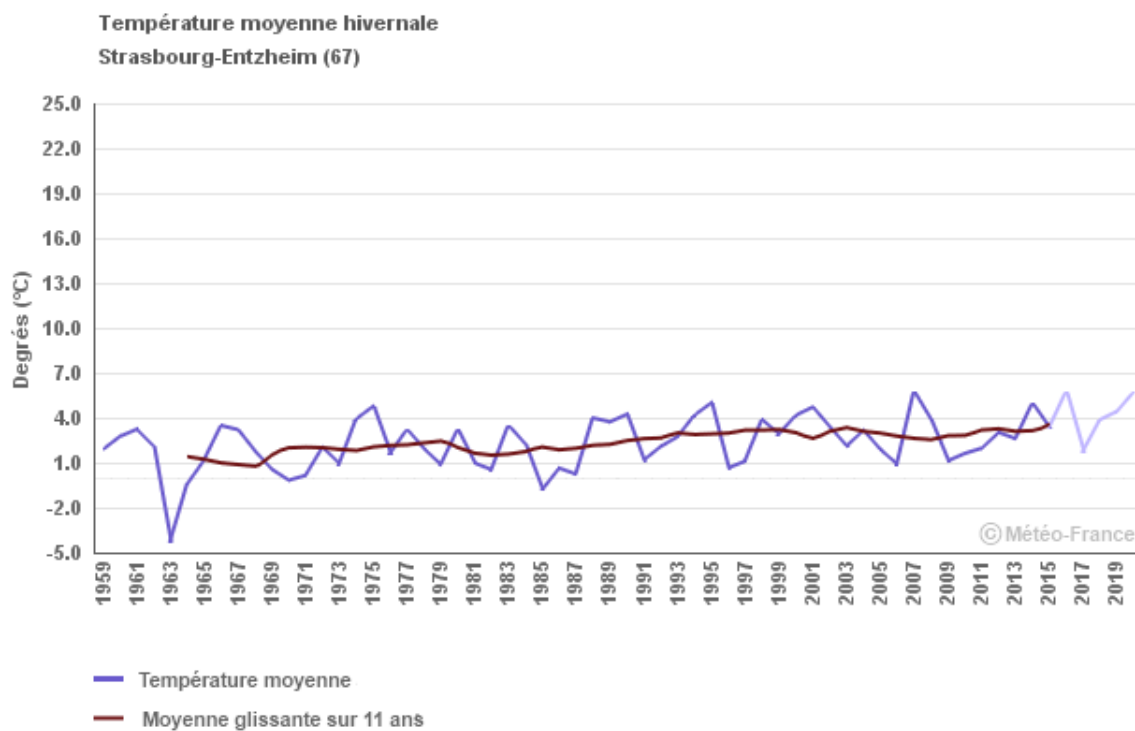


Température moyenne saisonnière





Température moyenne saisonnière

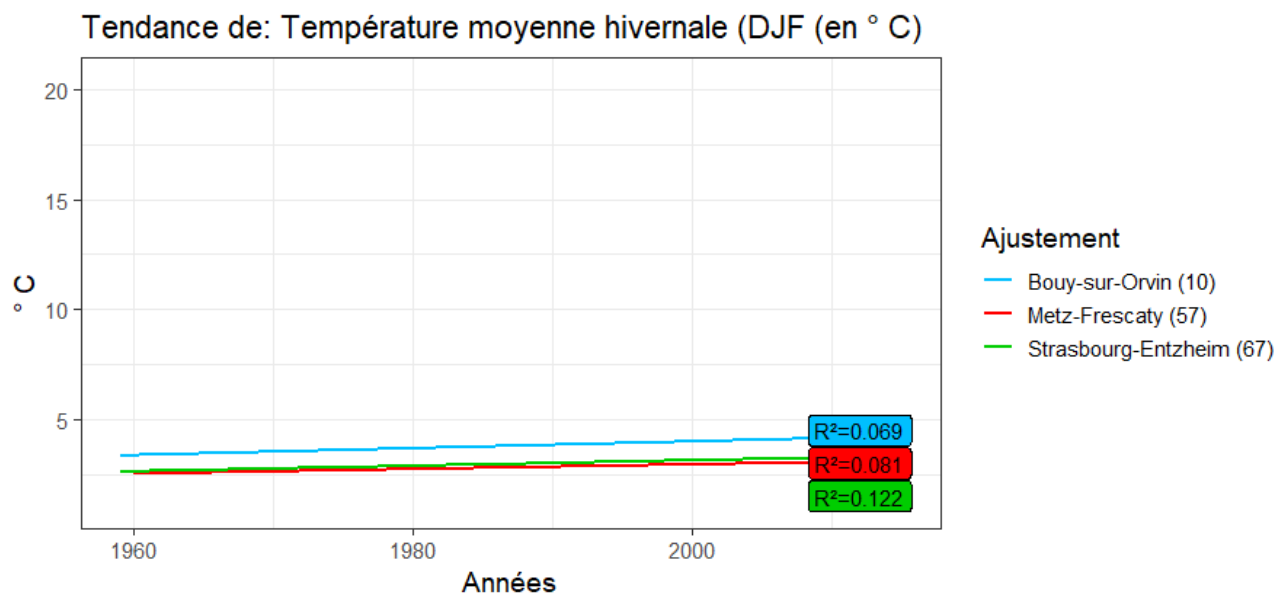


1 CHANGEMENT CLIMATIQUE



Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Température moyenne saisonnière



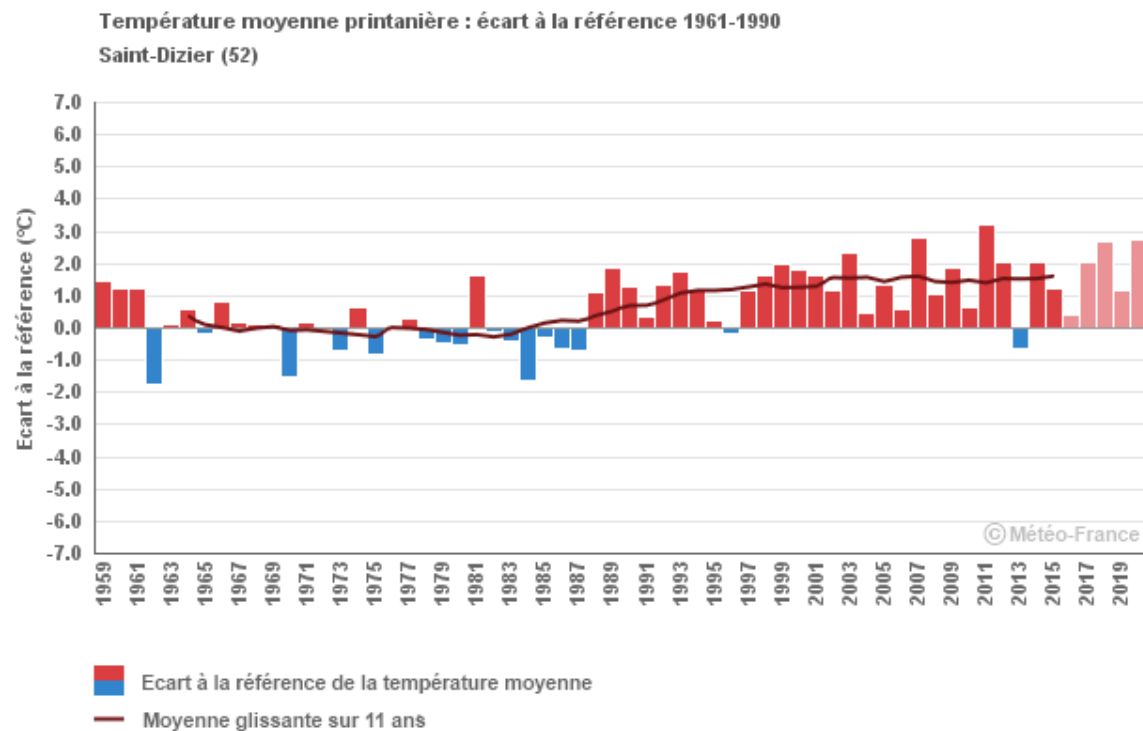
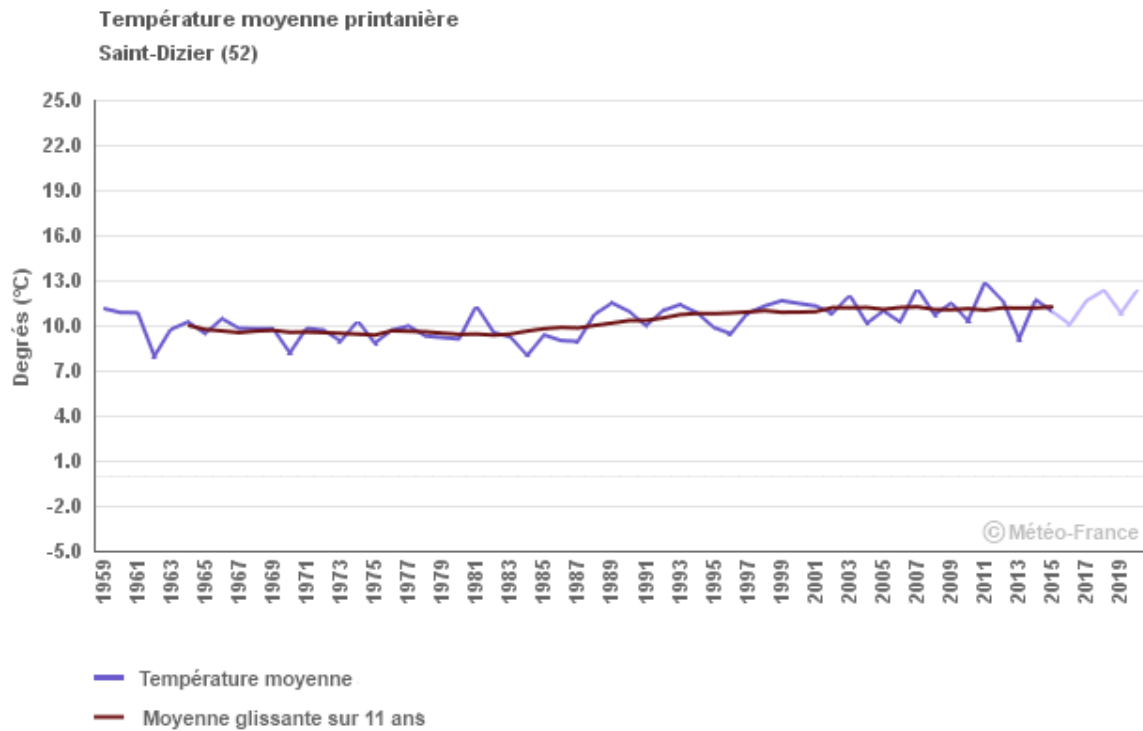
	Evolution de: température moyenne hivernale (DJF)	Coefficient de détermination (R^2)
Juniville (08)	+ 0.28 ± 0.12 en °C/déc *	0.09
Bouy-sur-Orvin (10)	+ 0.24 ± 0.12 en °C/déc *	0.07
Langres (52)	+ 0.26 ± 0.12 en °C/déc *	0.08
Saint-Dizier (52)	+ 0.26 ± 0.12 en °C/déc *	0.08
Nancy-Ochey (54)	+ 0.28 ± 0.13 en °C/déc *	0.08
Nancy-Essey (54)	+ 0.27 ± 0.13 en °C/déc *	0.08
Metz-Frescaty (57)	+ 0.28 ± 0.13 en °C/déc *	0.08
Strasbourg-Entzheim (67)	+ 0.37 ± 0.13 en °C/déc **	0.12
Strasbourg (67)	+ 0.37 ± 0.13 en °C/déc **	0.12
Mulhouse (68)	+ 0.37 ± 0.13 en °C/déc **	0.13
Bâle-Mulhouse (68)	+ 0.35 ± 0.13 en °C/déc *	0.11
Epinal (88)	+ 0.33 ± 0.13 en °C/déc *	0.10

Note : ns= non significatif; *= significatif à $P<0,05$; **= significatif à $P<0,01$; ***= significatif à $P<0,001$



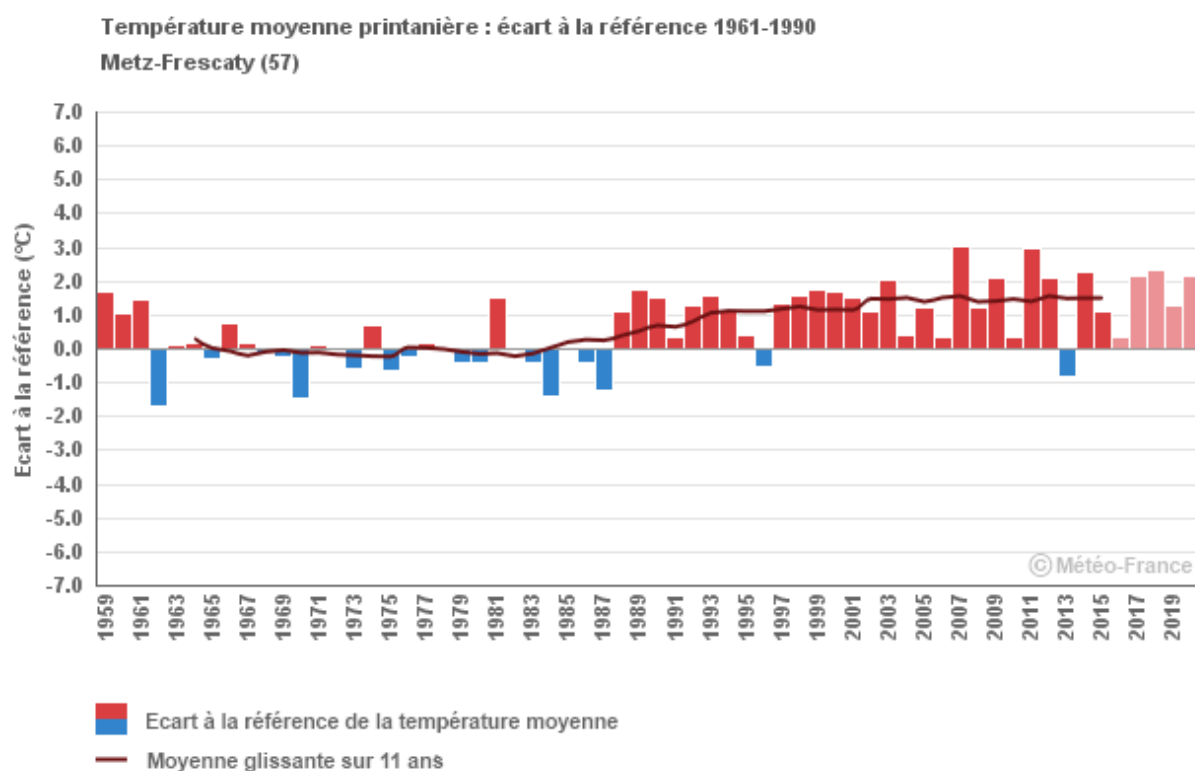
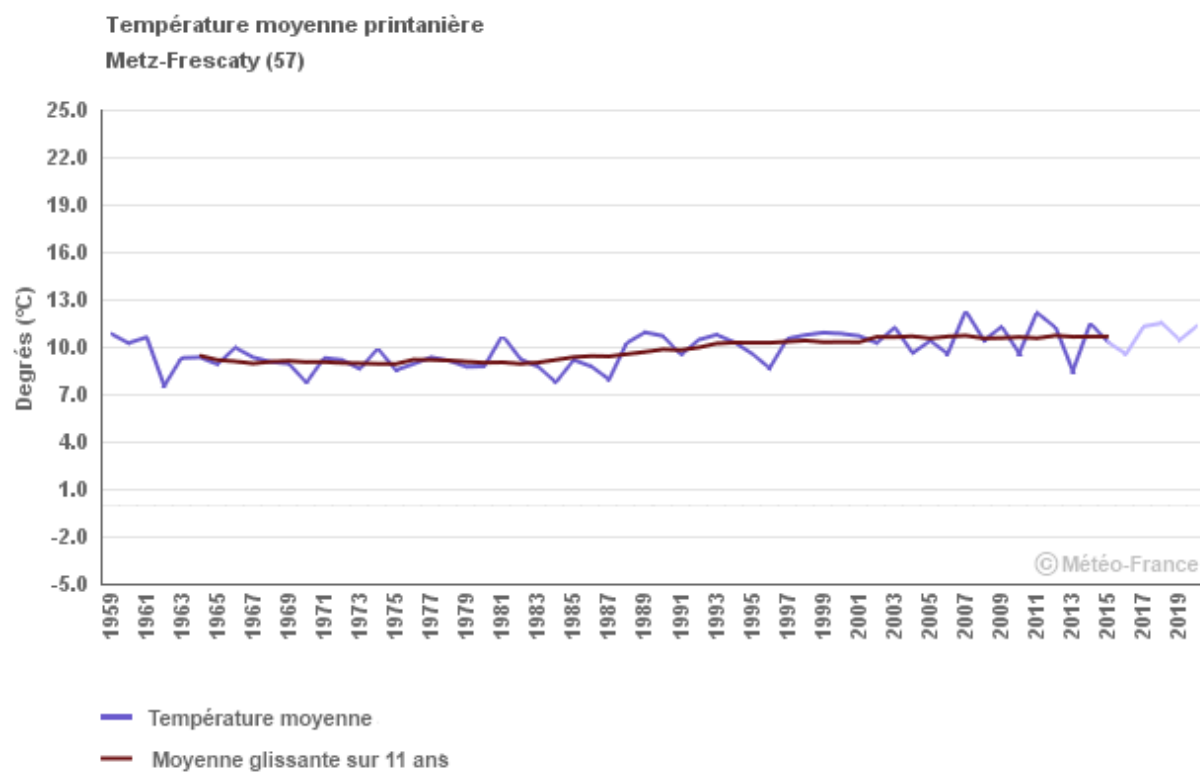
Température moyenne saisonnière

Evolution observée au printemps : Mars à Mai



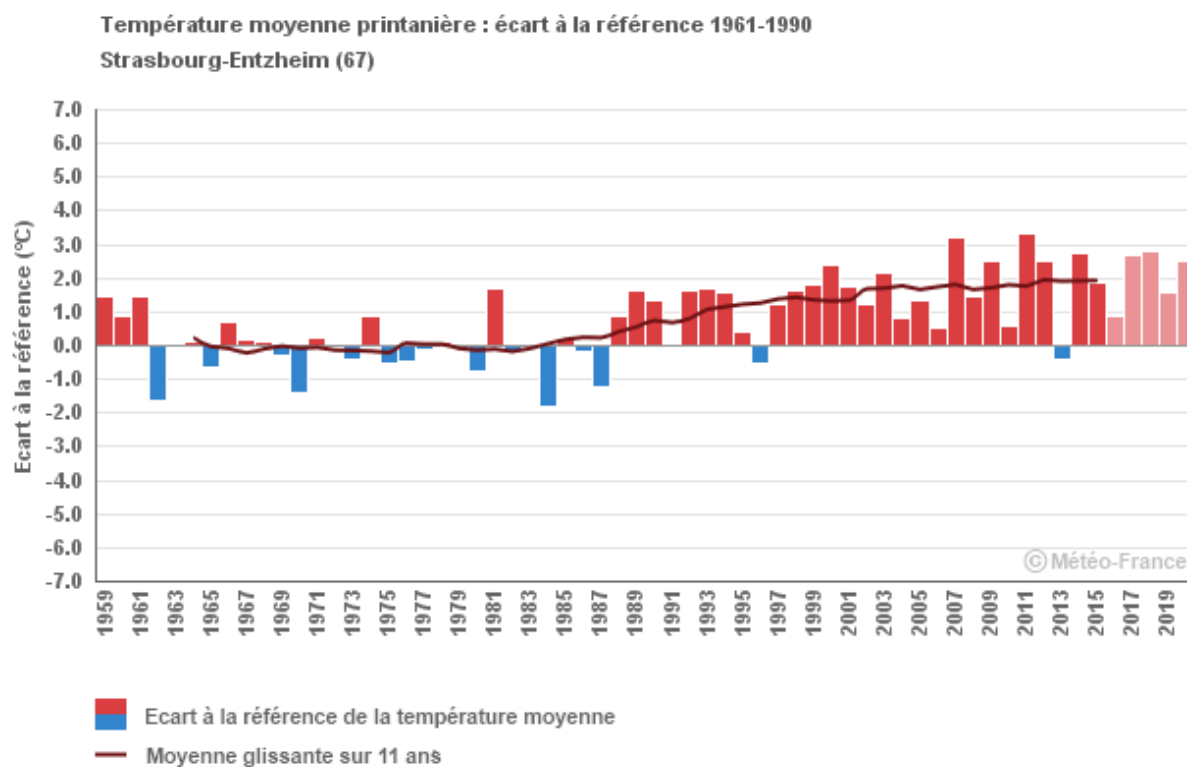
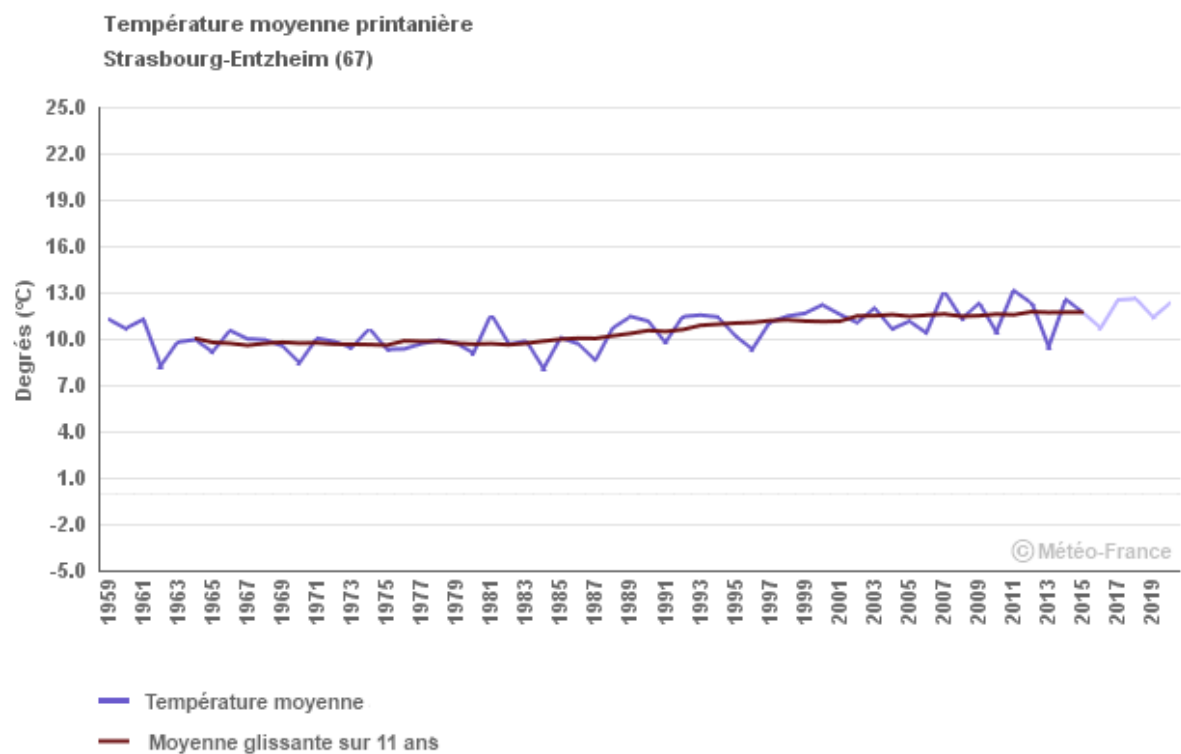


Température moyenne saisonnière



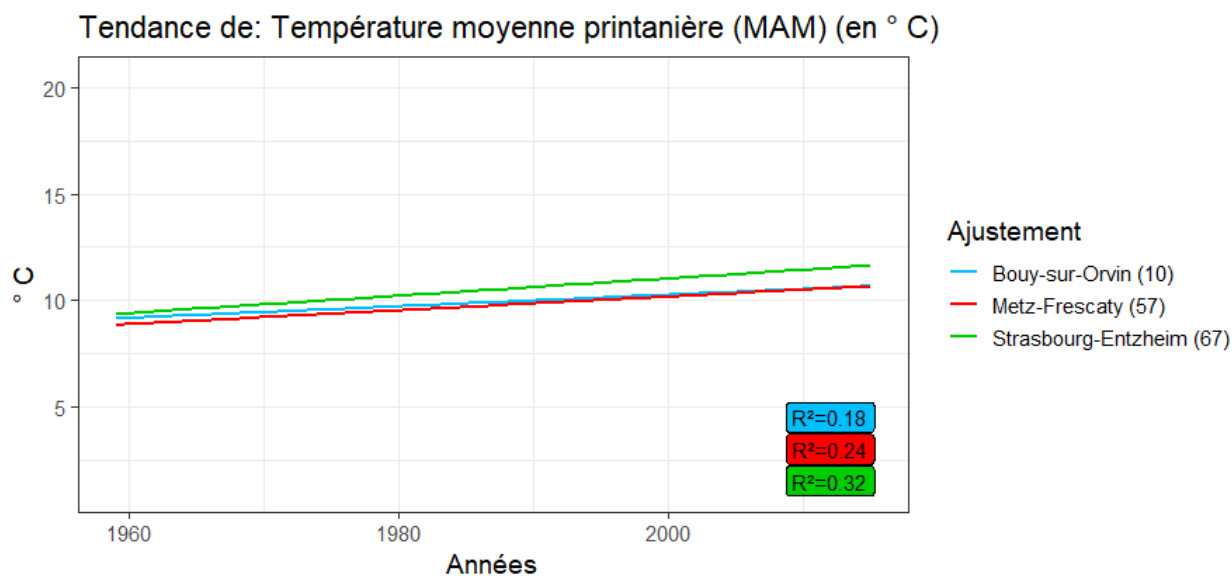


Température moyenne saisonnière





Température moyenne saisonnière



	Evolution de: température moyenne printanière (MAM)	Coefficient de détermination (R^2)
Juniville (08)	+ 0.28 ± 0.074 en °C/déc ***	0.20
Bouy-sur-Orvin (10)	+ 0.27 ± 0.077 en °C/déc ***	0.18
Langres (52)	+ 0.35 ± 0.086 en °C/déc ***	0.23
Saint-Dizier (52)	+ 0.33 ± 0.077 en °C/déc ***	0.25
Nancy-Ochey (54)	+ 0.34 ± 0.078 en °C/déc ***	0.25
Nancy-Essey (54)	+ 0.31 ± 0.071 en °C/déc ***	0.26
Metz-Frescaty (57)	+ 0.32 ± 0.077 en °C/déc ***	0.24
Strasbourg-Entzheim (67)	+ 0.41 ± 0.079 en °C/déc ***	0.32
Strasbourg (67)	+ 0.38 ± 0.081 en °C/déc ***	0.29
Mulhouse (68)	+ 0.38 ± 0.078 en °C/déc ***	0.30
Bâle-Mulhouse (68)	+ 0.37 ± 0.075 en °C/déc ***	0.31
Epinal (88)	+ 0.34 ± 0.073 en °C/déc ***	0.29

Note : ns= non significatif; *= significatif à $P<0,05$; **= significatif à $P<0,01$; ***= significatif à $P<0,001$

1

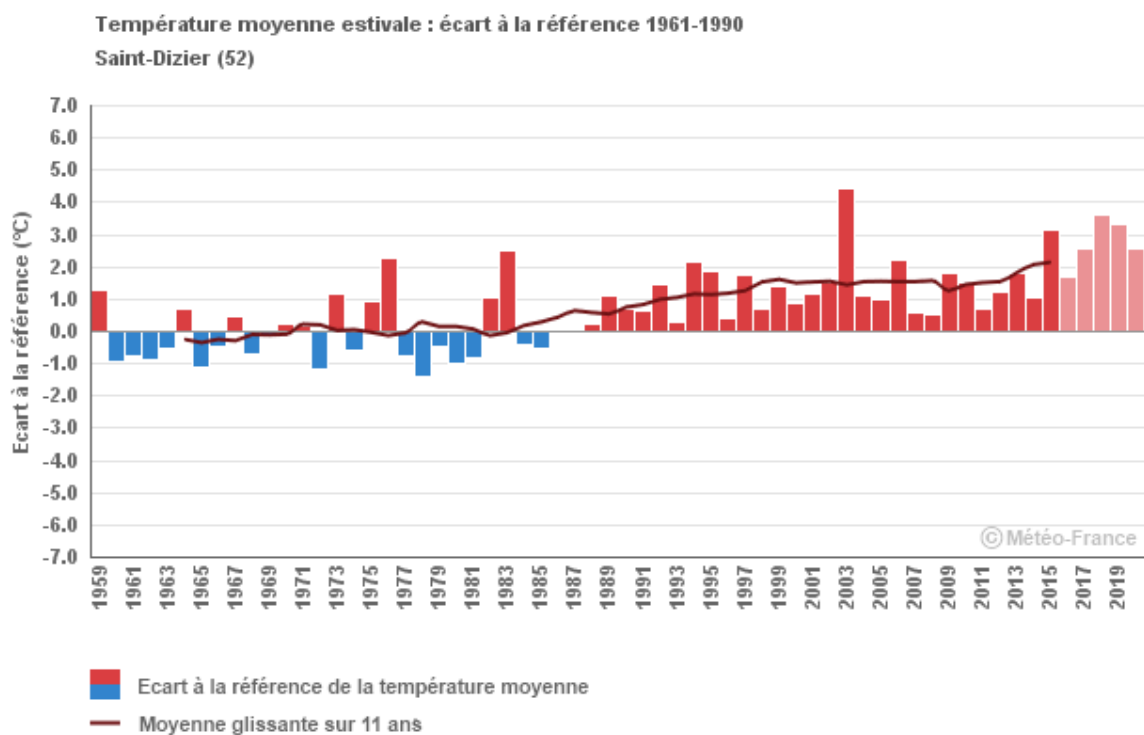
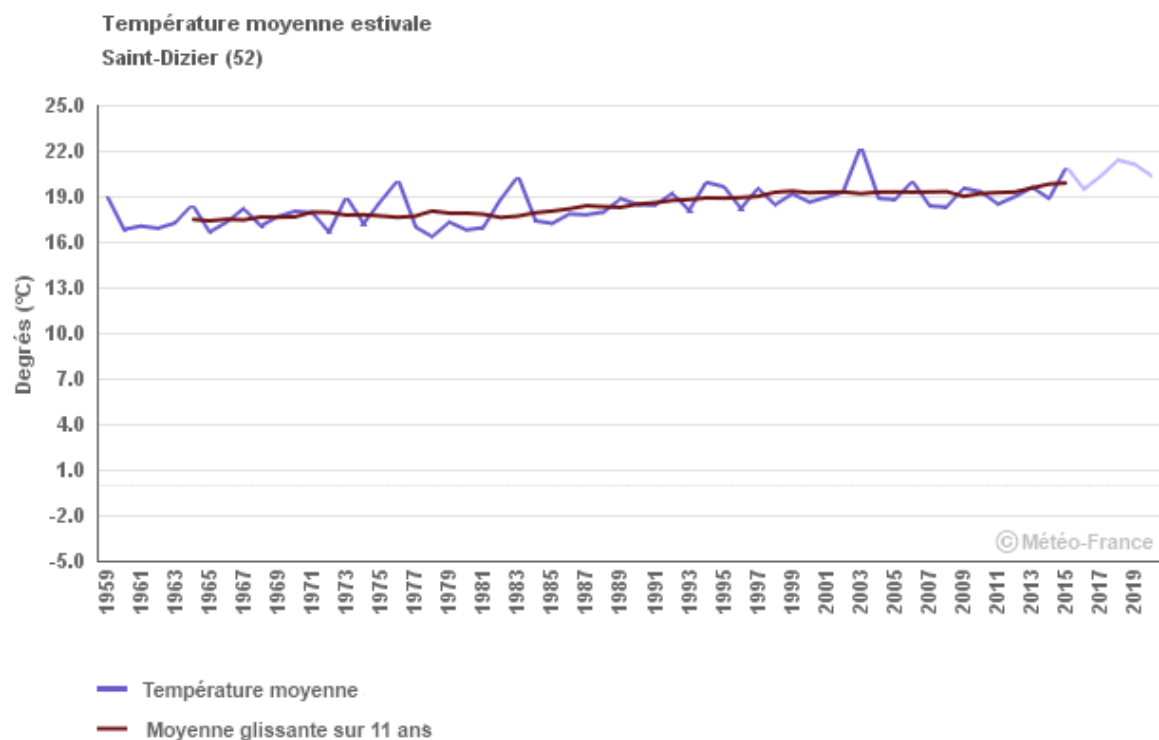
CHANGEMENT CLIMATIQUE



Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

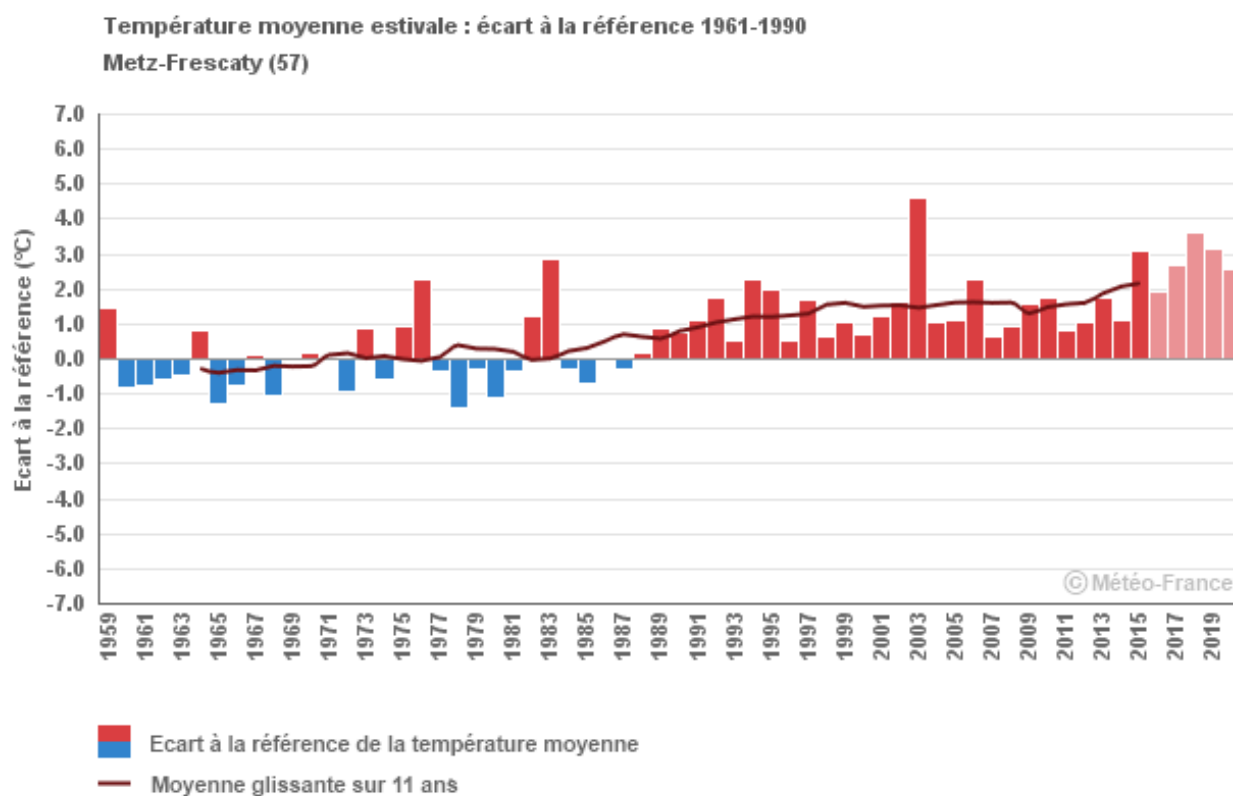
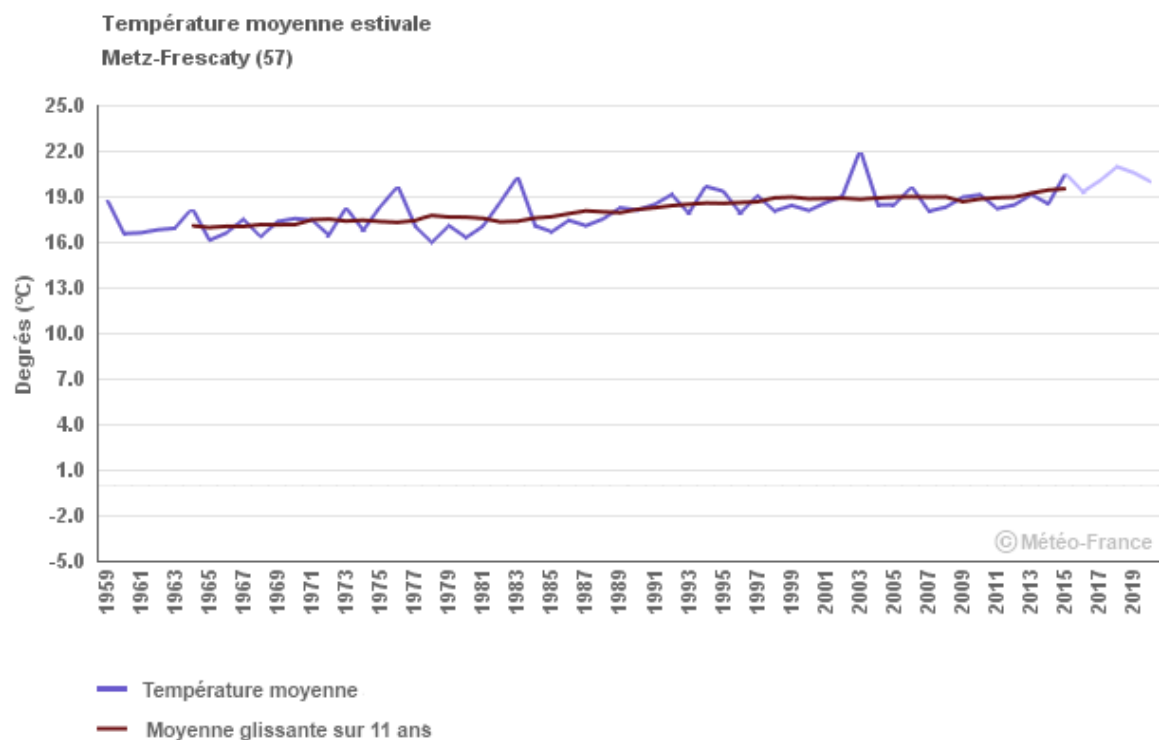
Température moyenne saisonnière

Evolution observée en été : Juin à Août



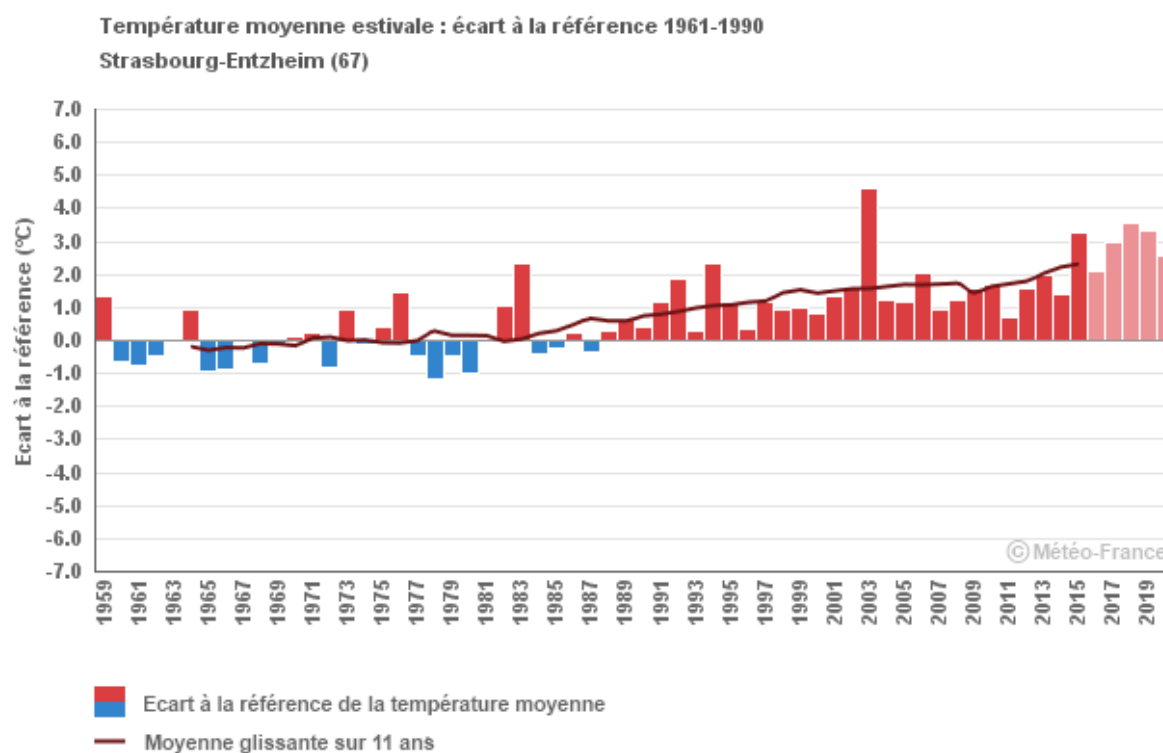
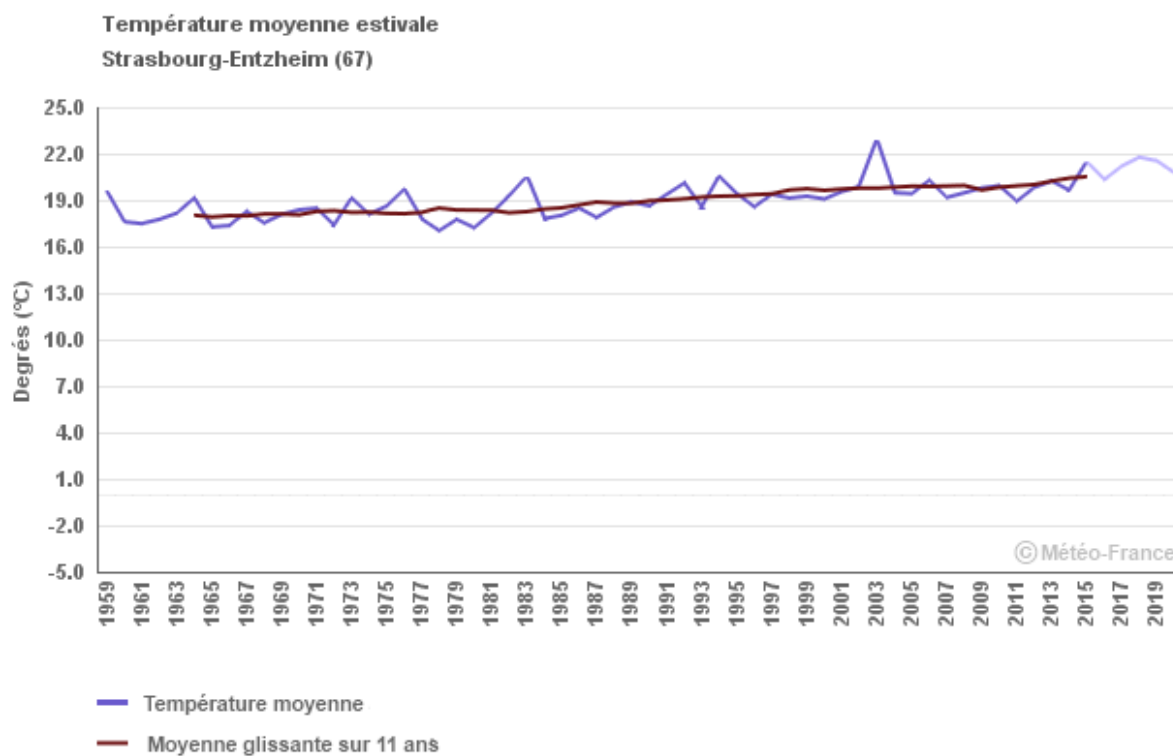


Température moyenne saisonnière



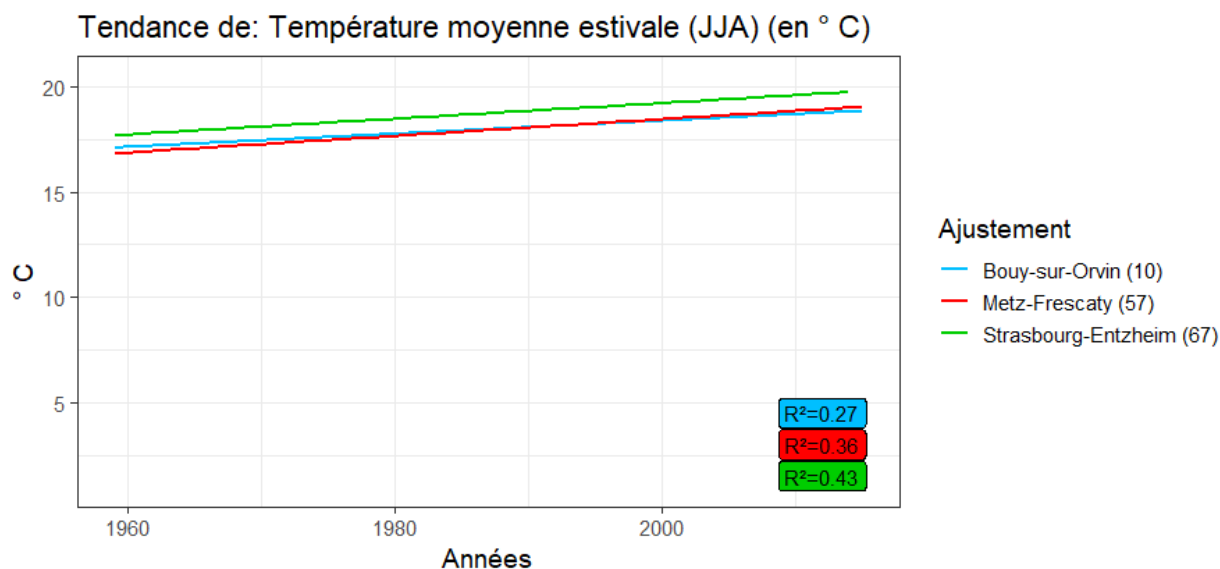


Température moyenne saisonnière





Température moyenne saisonnière



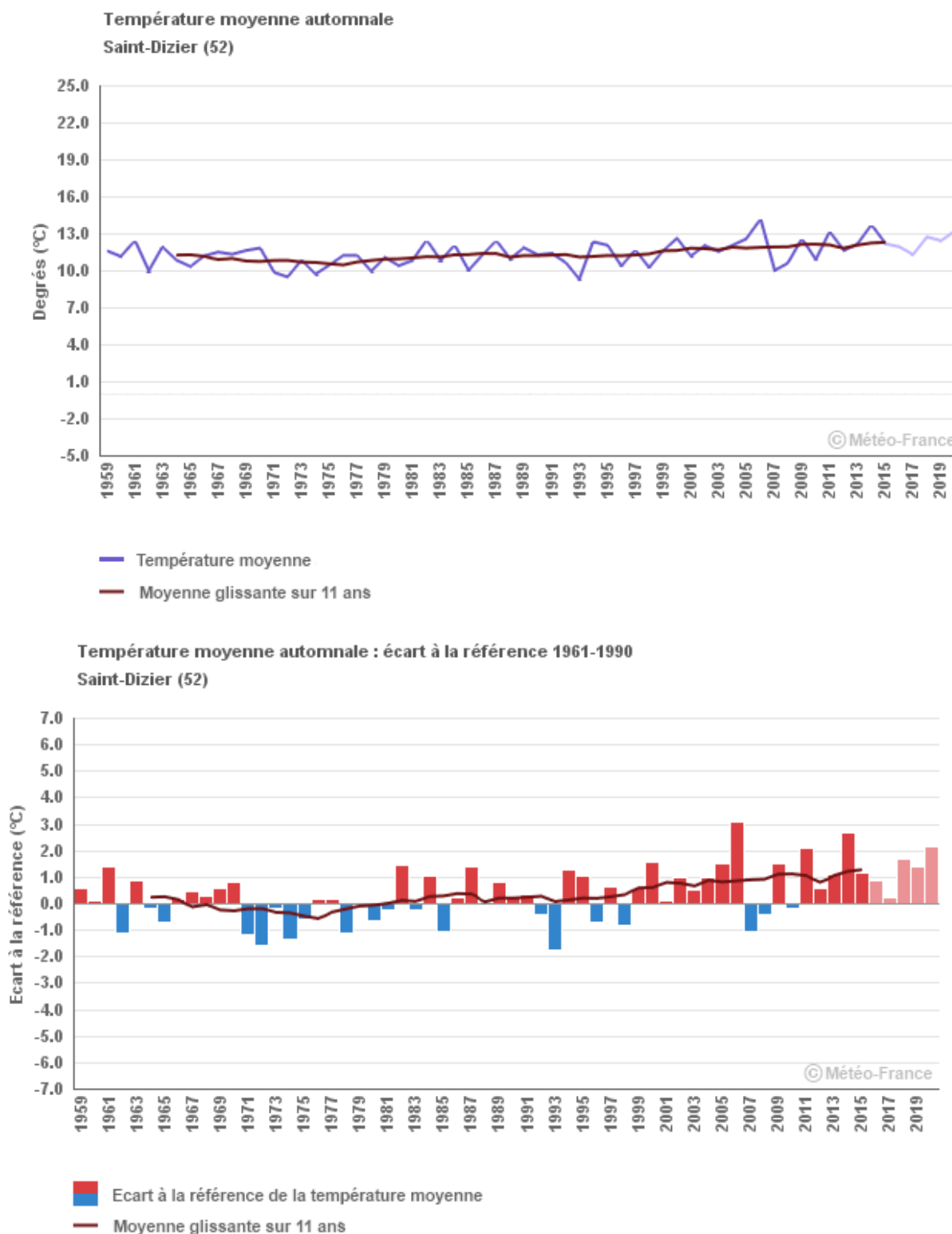
	Evolution de: température moyenne estivale (JJA)	Coefficient de détermination (R^2)
Juniville (08)	+ 0.32 ± 0.070 en °C/déc ***	0.28
Bouy-sur-Orvin (10)	+ 0.34 ± 0.076 en °C/déc ***	0.27
Langres (52)	+ 0.41 ± 0.087 en °C/déc ***	0.29
Saint-Dizier (52)	+ 0.43 ± 0.076 en °C/déc ***	0.36
Nancy-Ochey (54)	+ 0.44 ± 0.077 en °C/déc ***	0.37
Nancy-Essey (54)	+ 0.46 ± 0.072 en °C/déc ***	0.43
Metz-Frescaty (57)	+ 0.43 ± 0.078 en °C/déc ***	0.36
Strasbourg-Entzheim (67)	+ 0.44 ± 0.069 en °C/déc ***	0.43
Strasbourg (67)	+ 0.43 ± 0.073 en °C/déc ***	0.38
Mulhouse (68)	+ 0.44 ± 0.068 en °C/déc ***	0.43
Bâle-Mulhouse (68)	+ 0.46 ± 0.066 en °C/déc ***	0.47
Epinal (88)	+ 0.50 ± 0.070 en °C/déc ***	0.49

Note : ns= non significatif; *= significatif à $P<0,05$; **= significatif à $P<0,01$; ***= significatif à $P<0,001$



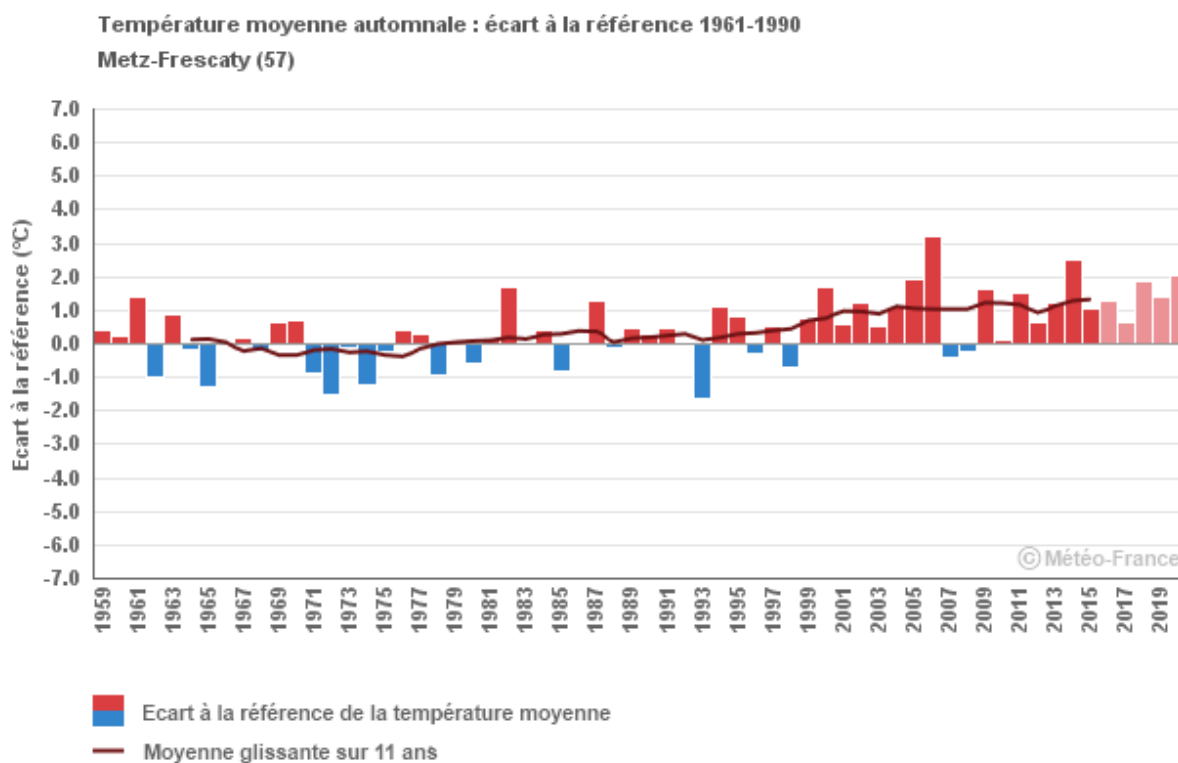
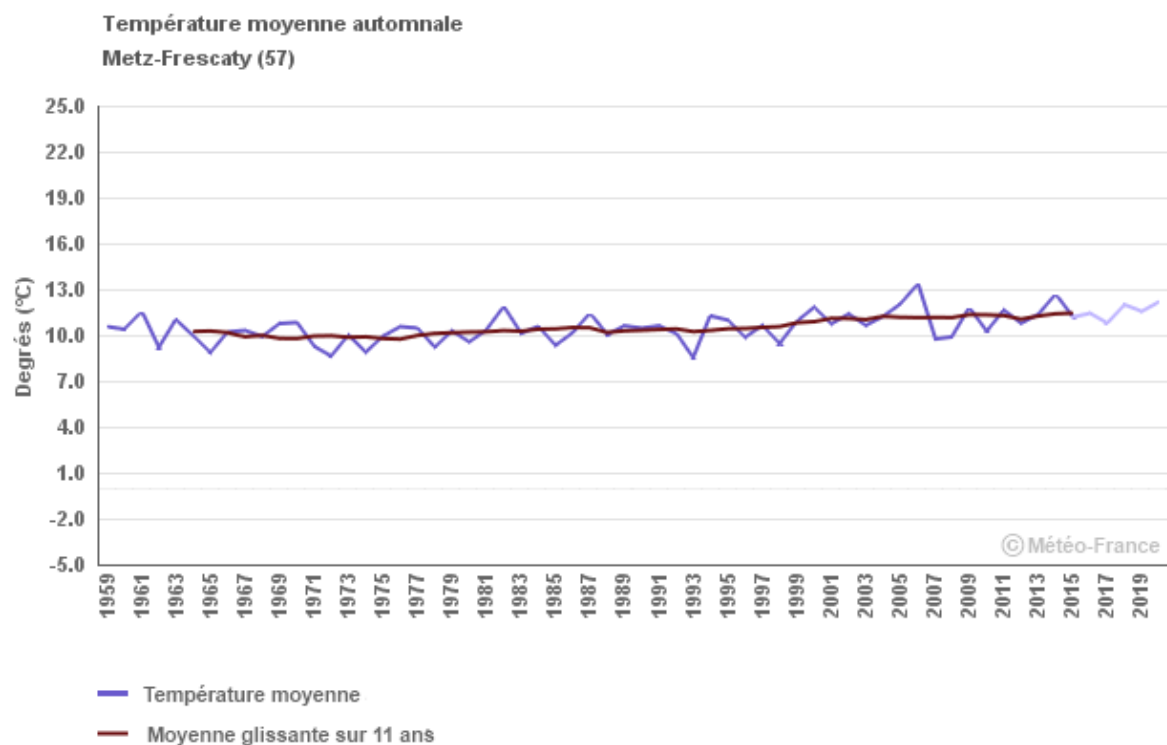
Température moyenne saisonnière

Evolution observée en Automne : de Septembre à Novembre



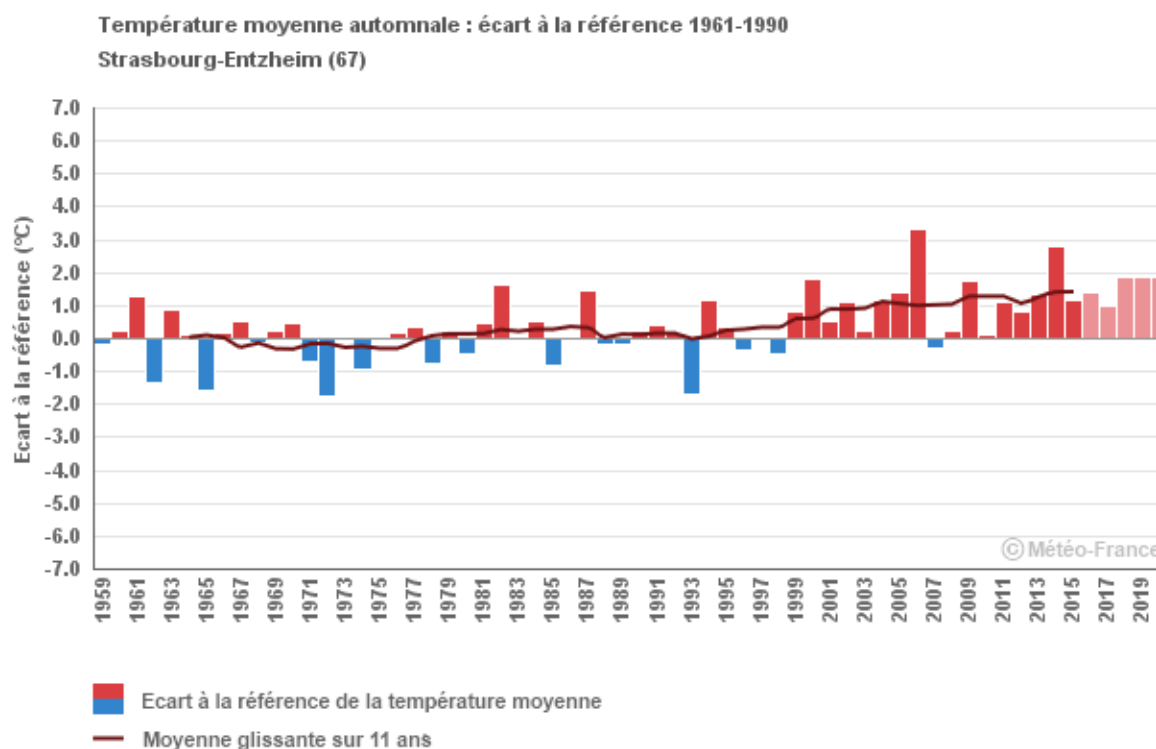
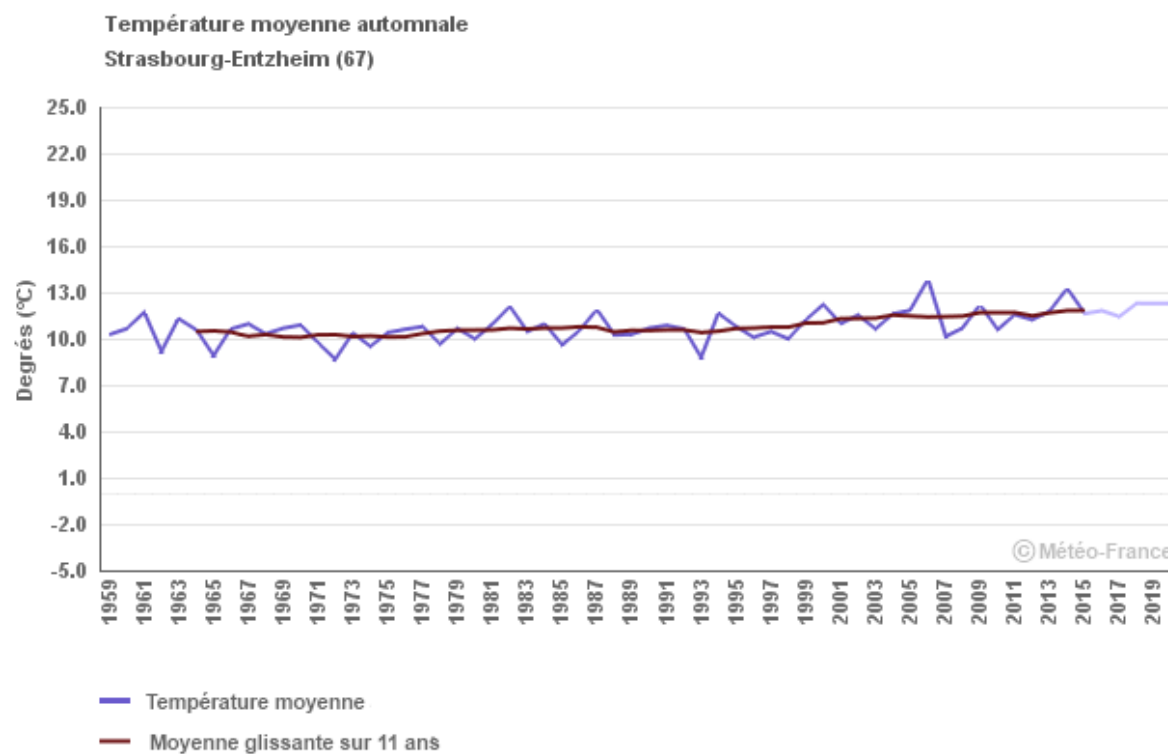


Température moyenne saisonnière



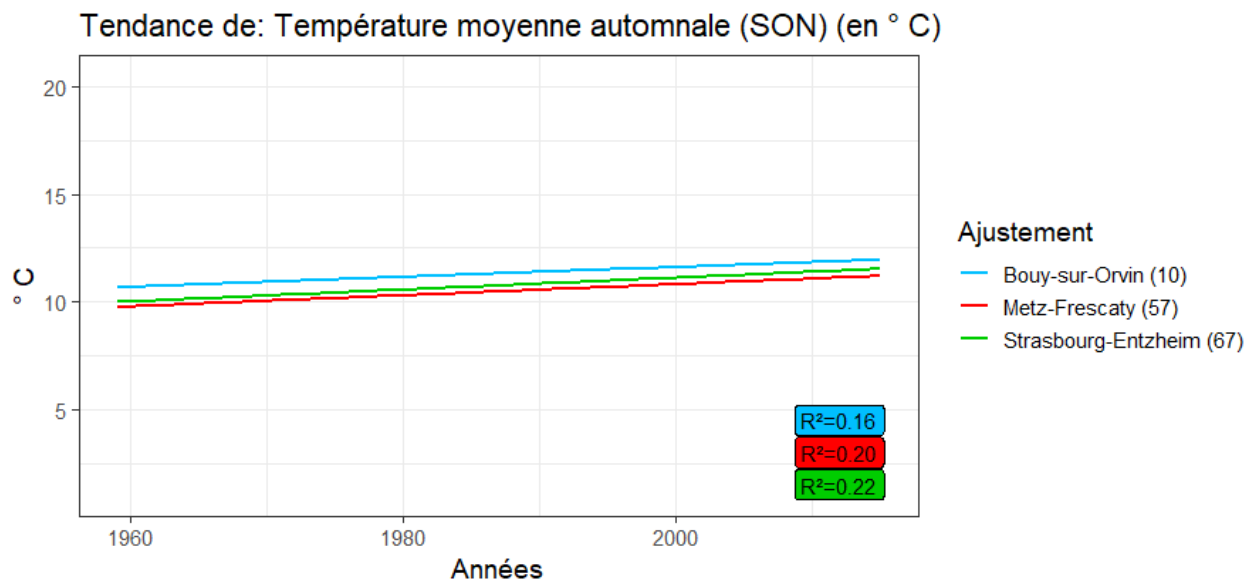


Température moyenne saisonnière





Température moyenne saisonnière



	Evolution de: température moyenne automnale (SON)	Coefficient de détermination (R^2)
Juniville (08)	+ 0.26 ± 0.071 en °C/déc ***	0.19
Bouy-sur-Orvin (10)	+ 0.23 ± 0.072 en °C/déc **	0.16
Langres (52)	+ 0.24 ± 0.078 en °C/déc **	0.15
Saint-Dizier (52)	+ 0.23 ± 0.077 en °C/déc **	0.14
Nancy-Ochey (54)	+ 0.25 ± 0.078 en °C/déc **	0.16
Nancy-Essey (54)	+ 0.25 ± 0.074 en °C/déc **	0.17
Metz-Frescaty (57)	+ 0.26 ± 0.070 en °C/déc ***	0.20
Strasbourg-Entzheim (67)	+ 0.28 ± 0.070 en °C/déc ***	0.22
Strasbourg (67)	+ 0.26 ± 0.069 en °C/déc ***	0.21
Mulhouse (68)	+ 0.27 ± 0.071 en °C/déc ***	0.21
Bâle-Mulhouse (68)	+ 0.26 ± 0.074 en °C/déc ***	0.19
Epinal (88)	+ 0.25 ± 0.078 en °C/déc **	0.16

Note : ns= non significatif; *= significatif à $P<0,05$; **= significatif à $P<0,01$; ***= significatif à $P<0,001$



Température moyenne saisonnière

Analyse

Sur la période 1959-2015 la quasi-totalité des séries présentent une tendance significative à la hausse (avec une significativité légèrement moindre sur les températures hivernales) ; une seule série ne présente pas de tendance significative : la température moyenne hivernale à Bouy-Sur-Orvin (10).

En hiver :

Une progression de 0.26 °C/déc à 0.37 °C/déc.

Au printemps :

Une progression de 0.27°C/déc à 0.41 °C/déc.

En été :

Une progression de 0.32°C/déc à 0.50 °C/déc.

En automne :

Une progression de 0.23°C/déc à 0.28 °C/déc.

La progression des températures moyennes saisonnières est particulièrement marquée en été et la plus faible en automne. C'est donc durant la période la plus chaude que l'augmentation en valeur absolue de la température est la plus importante.

Les écarts d'augmentation des températures moyennes saisonnières offrent une plus grande disparité entre les stations que la température moyenne annuelle.

La considération des valeurs saisonnières de l'indicateur de températures moyennes permet de mettre en évidence des disparités saisonnières et géographiques de la progression de ces températures.

D'un point de vue géographique l'augmentation des températures moyennes est plus marquée à l'ouest de la région et sur les reliefs (Vosges).

Les moyennes saisonnières offrent une plus grande précision que la moyenne annuelle, mais ne sauraient rendre compte de toutes les évolutions possibles des régimes de précipitations (extrêmes, fréquences, etc.).

A RETENIR

Hausse des températures partout (en Grand Est) et en toute saison. Les augmentations les plus fortes sont constatées en été, à l'ouest de la région et sur les reliefs. En été, les moyennes décennales font apparaître une augmentation de près de 2 °C par rapport aux normales 1961-1990.



Nombre de jours de gel par an

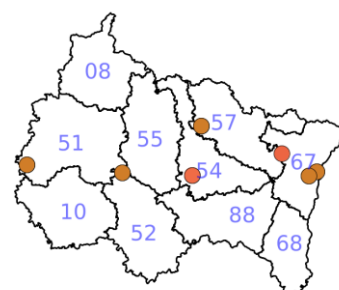
🔑 Nature et source des données

SQR : séries quotidiennes de référence (cf. Lexique simplifié).

Données fournies par Météo-France. Les dernières années de certaines séries sont souvent des données brutes n'ayant pas encore fait l'objet d'homogénéisation. Elles sont représentées en teinte claire sur les graphiques.

🕒 Indicateur

Esternay (51) :	1963 - 2009 (2010 - 2015 en données brutes)
Saint-Dizier (52) :	1959 - 2015
Nancy-Essey (54) :	1959 - 2015
Nancy-Ochey (54) :	1967 - 2015
Metz-Frescaty (Aigny) (57) :	1959 - 2015
Phalsbourg (57) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 données brutes)
Strasbourg (67) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 données brutes)
Strasbourg-Entzheim (67) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 données brutes)

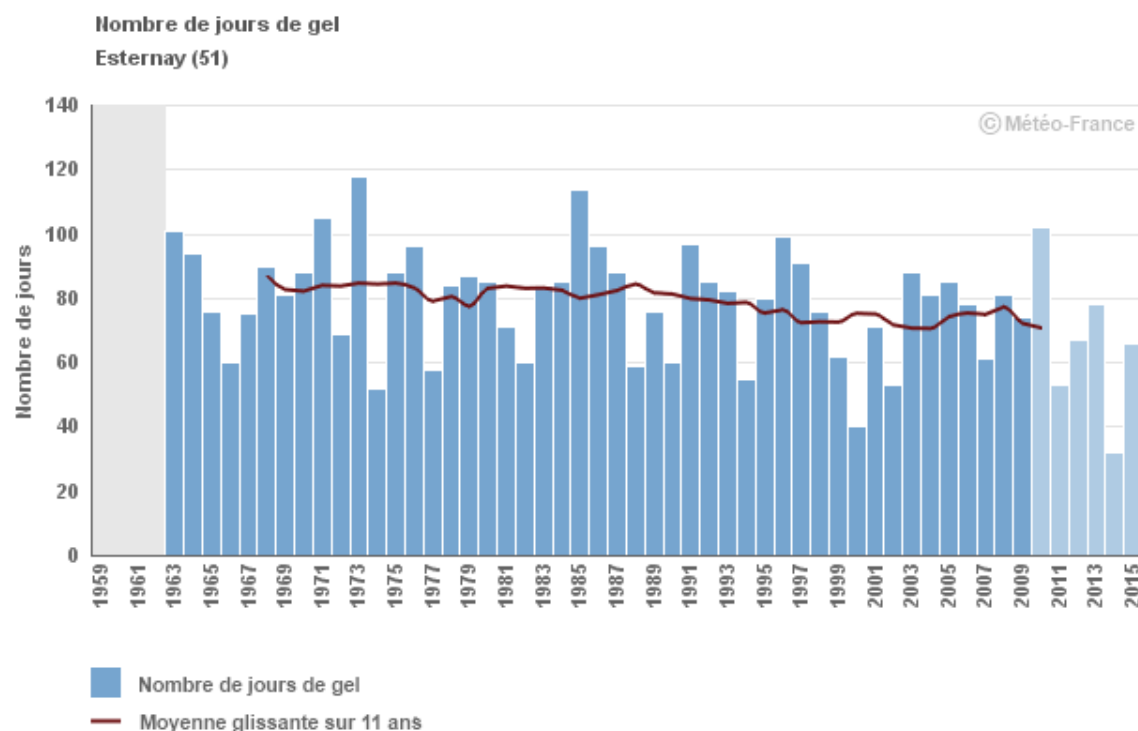


📊 Calcul de l'indicateur

Dénombrement, entre le 1^{er} janvier et le 31 décembre de chaque année, des jours où la température minimale journalière est inférieure ou égale à 0°C.

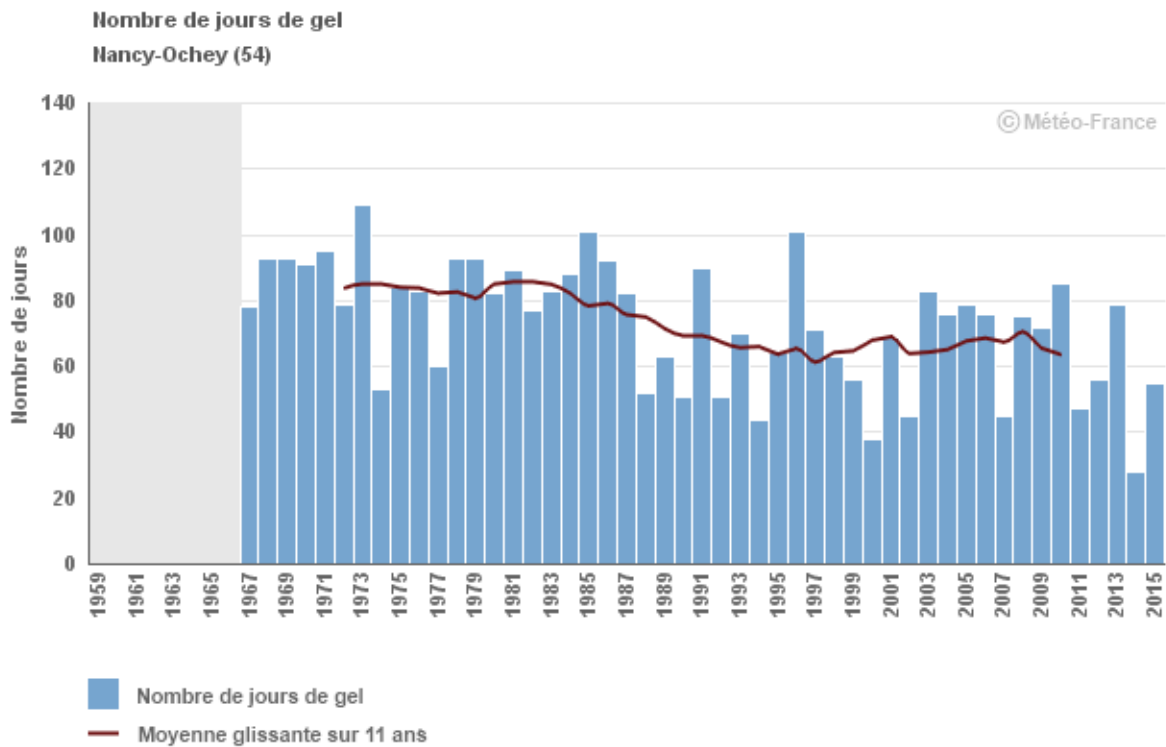
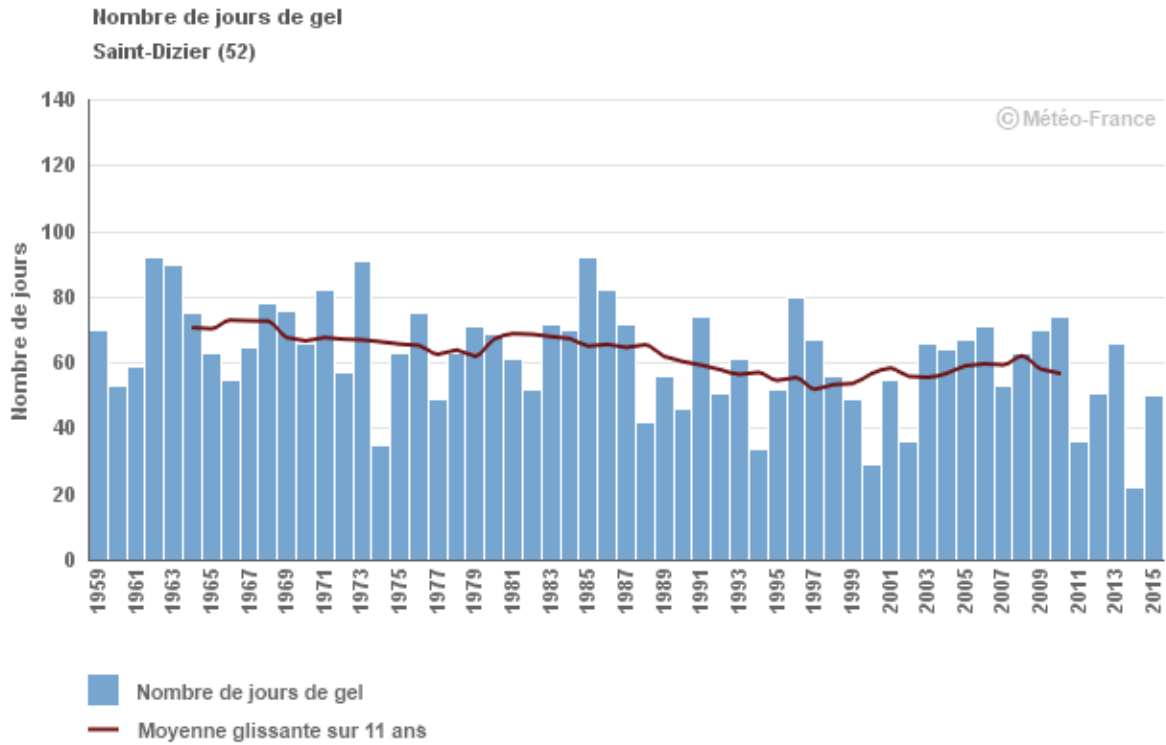
Moyenne glissante sur 11 ans : pour l'année N, il s'agit de la moyenne des années N-5 à N+5.

📈 Évolution observée



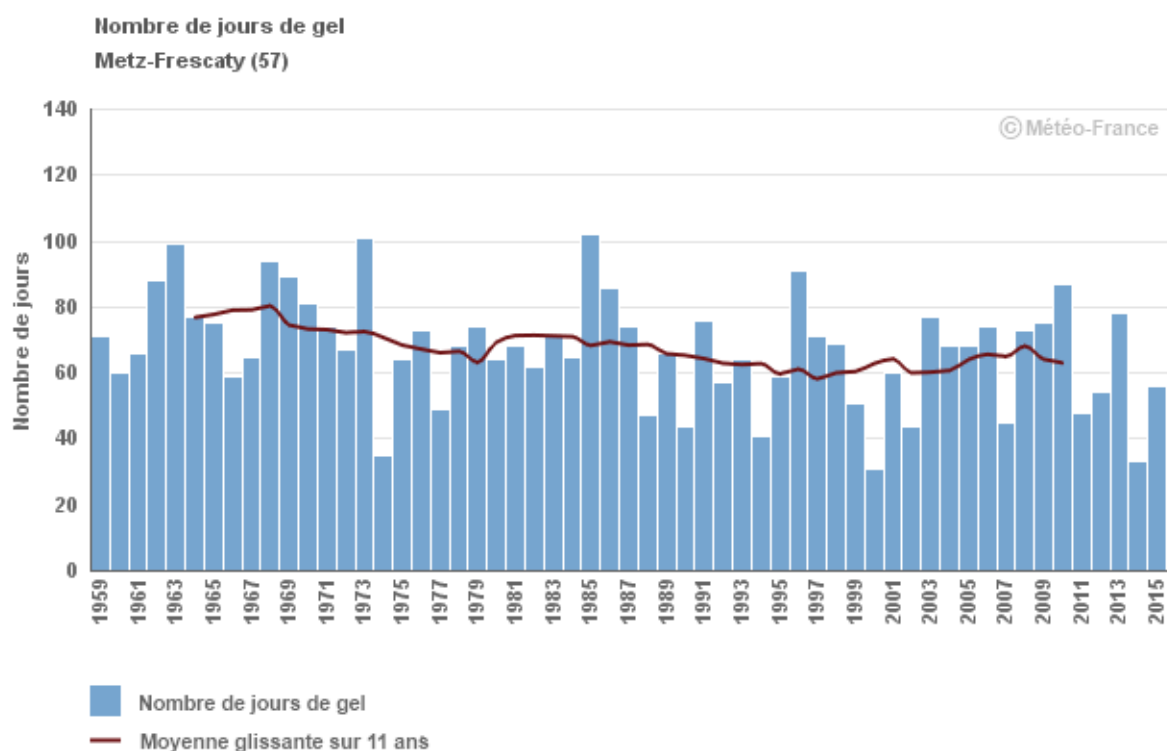
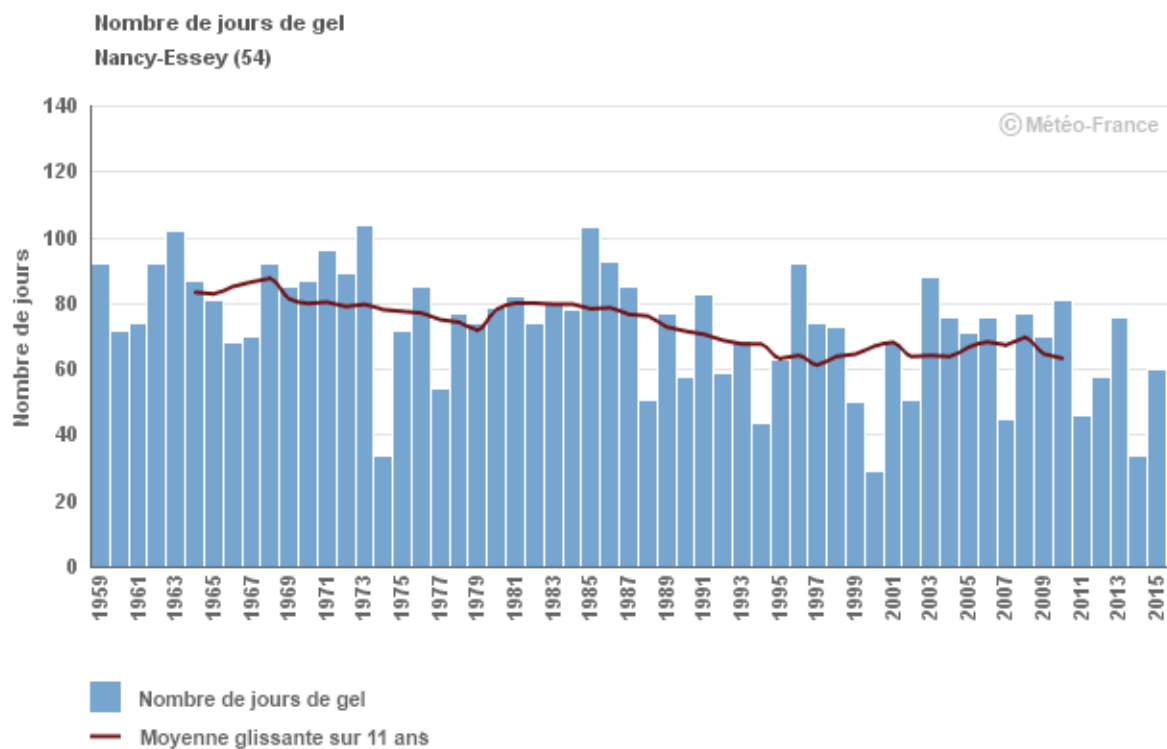


Nombre de jours de gel par an





Nombre de jours de gel par an



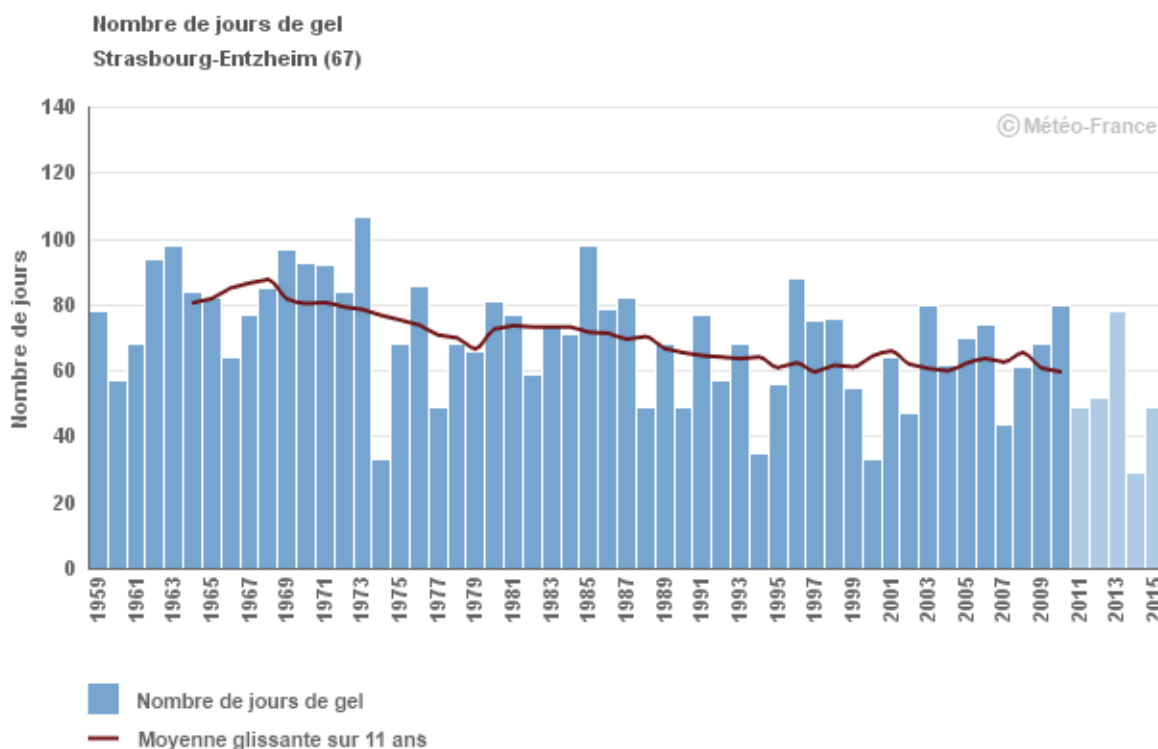
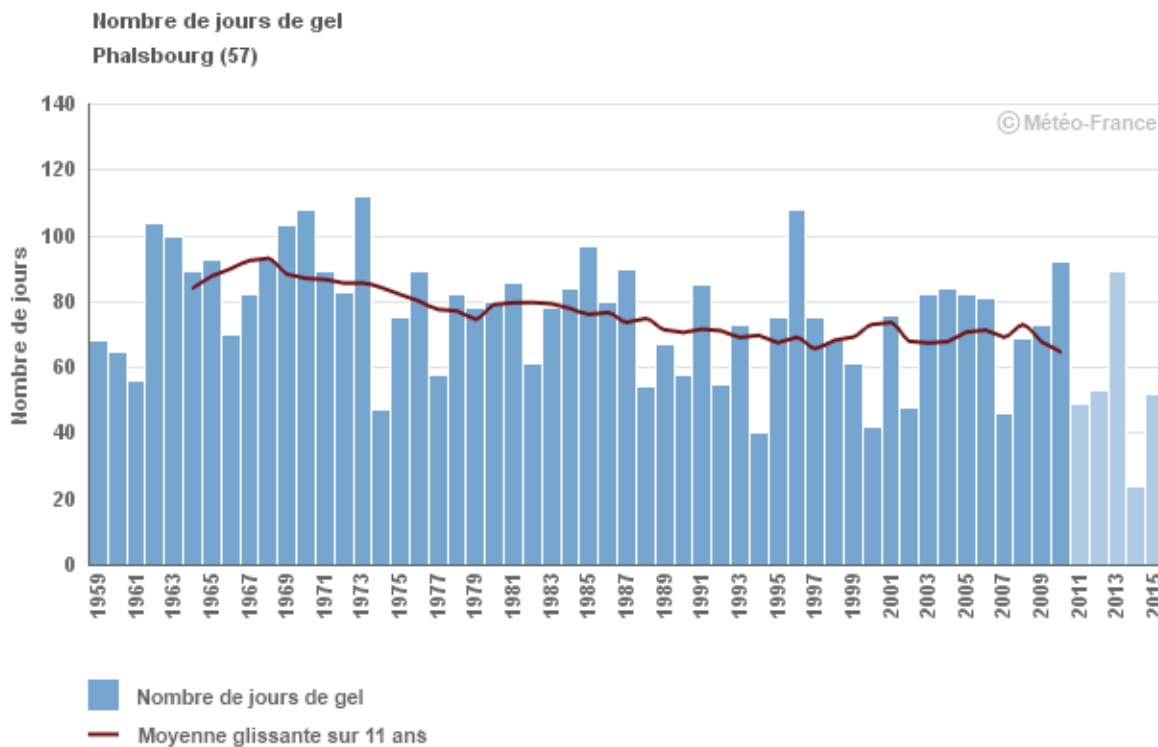
1

CHANGEMENT CLIMATIQUE



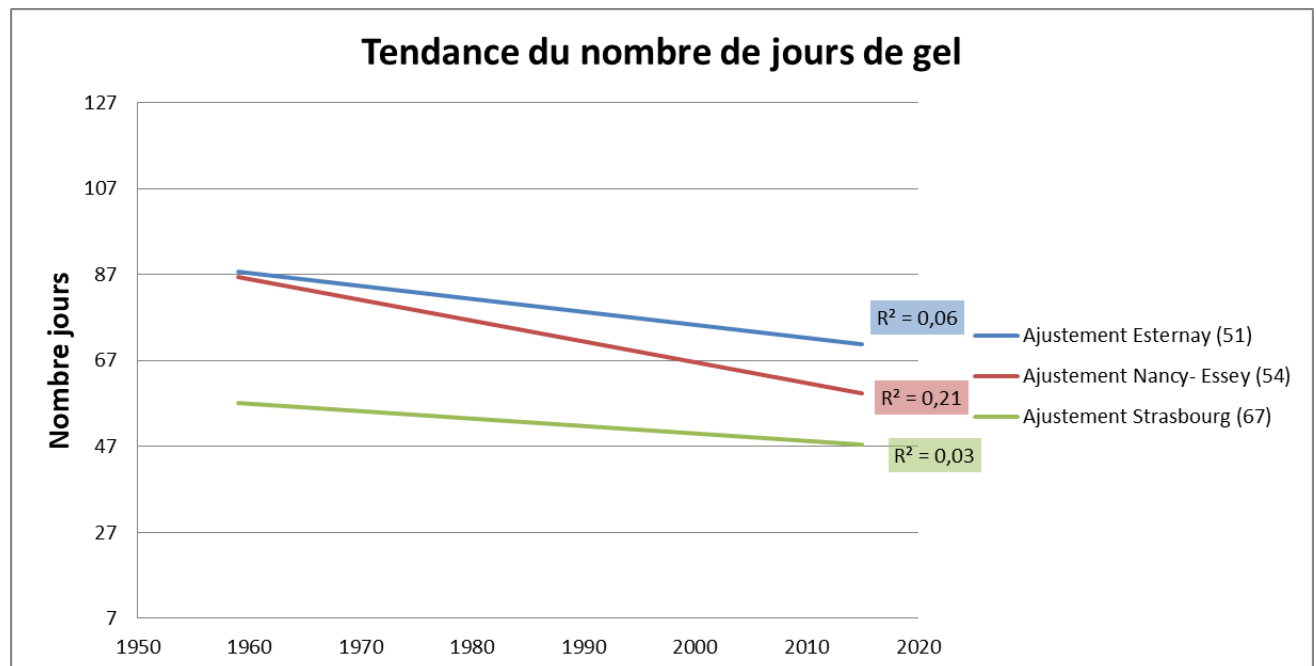
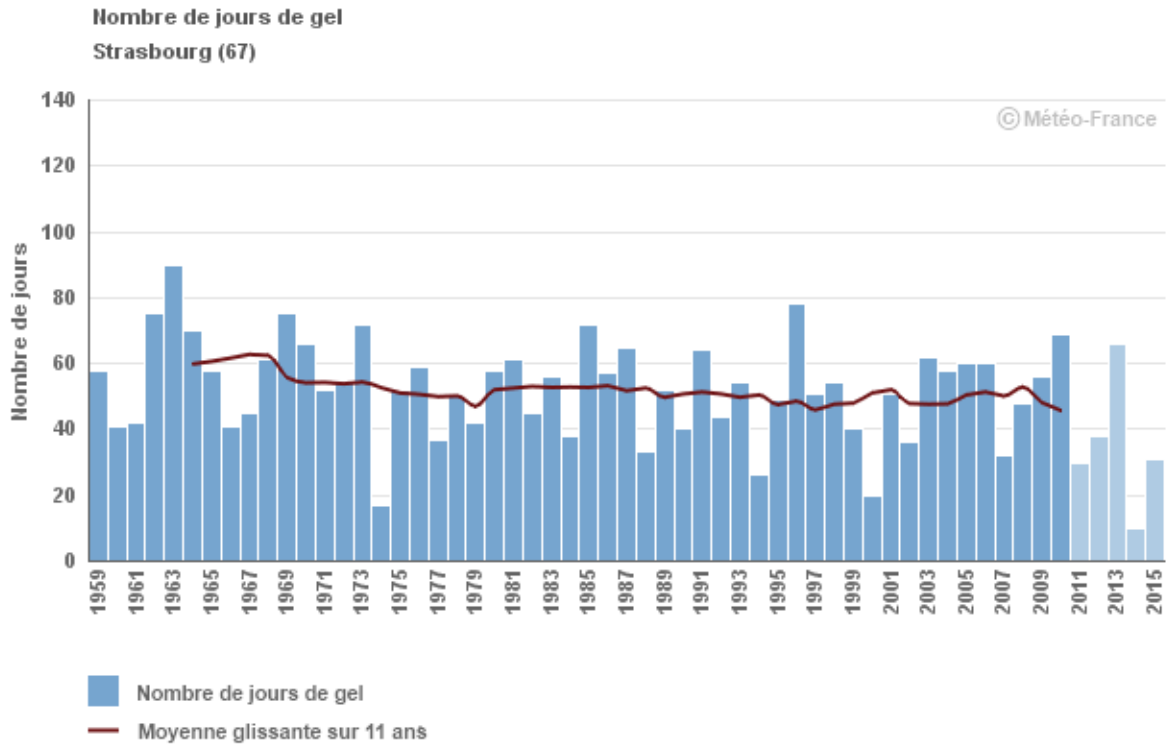
Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Nombre de jours de gel par an





Nombre de jours de gel par an





Nombre de jours de gel par an

	Evolution du nombre de jours de gel par an (jours/décennie)	Coefficient de détermination (R ²)
Esternay (51)	-3,02 ± 1,74 J de gel/dec ^{ns}	0,06
Saint-Dizier (52)	-3,62 ± 1,18 J de gel/dec**	0,15
Nancy-Essey (54)	-4,83 ± 1,26 J de gel/dec***	0,21
Nancy-Ochey (54)	-6,73 ± 1,64 J de gel/dec***	0,26
Metz-Frescaty (Agnny) (57)	-3,21 ± 1,26 J de gel/dec*	0,10
Phalsbourg (57)	-3,42 ± 1,57 J de gel/dec*	0,09
Strasbourg (67)	-1,72 ± 1,35 J de gel/dec ^{ns}	0,03
Strasbourg-Entzheim (67)	-4,36 ± 1,48 J de gel/dec**	0,15

Note : ns= non significatif; *= significatif à P<0,05; **= significatif à P<0,01; ***= significatif à P<0,001

Analyse

Pour les 8 sites étudiés (certains très proches géographiquement), l'évolution à la baisse du nombre annuel de jours de gel est majoritairement nette.

Cette diminution est tout à fait cohérente avec l'augmentation des températures moyennes annuelles (cf. fiche "Température moyenne annuelle").

Quelques compléments peuvent être apportés :

- L'amplitude des variations interannuelle pour le paramètre "nombre annuel de jours de gel" est supérieure à l'écart tendanciel entre le début et la fin de la période d'observation (une cinquantaine d'années) ; pour autant, une tendance nette à la diminution du nombre de jours de gel peut être observée.
- Les tendances (ajustement linéaire) observées sur l'ensemble de la période (1959-2015) sont variables entre les 8 sites et correspondent à une diminution de 3,4 à 6,7 jours de gel par décennie.
- Du fait de situations de départ différentes, la situation d'Esternay (51) dans les années 2010 correspond à celle de Saint-Dizier (52) au début des années 1960. De la même façon, Nancy (54) se rapproche de la situation historique de Strasbourg (67).
- La variabilité interannuelle ne semble pas visuellement évoluer fortement entre le début et la fin de la période d'observation ; en 2014, le nombre de jours de gel a atteint son minimum pour la plupart des sites.

Pour l'agriculture régionale, la diminution du nombre annuel de jours de gel a des répercussions sur de multiples processus de production végétale : la qualité de la préfloraison chez le tournesol, le développement végétatif automnal chez le colza, arrêt de la pousse de l'herbe à l'automne, etc.

On sait également que cette baisse de fréquence des épisodes froids a des incidences sur les cycles de reproduction et de croissance de certains parasites, bien que ces effets soient plus difficiles à quantifier que les effets directs du froid sur la croissance et le développement des cultures.

Les conséquences de cette diminution du nombre de jours froids sur les productions agricoles régionales doivent être examinées au cas par cas : espèces et stades sensibles concernés, mécanismes d'action du froid sur la production végétale, décalages phénologiques des cultures liés à l'élévation tendancielle de la température.



Nombre de jours de gel par an

Cet indicateur constitue une première approche globale du phénomène du gel, cependant, pour affiner l'analyse de ses conséquences, il serait profitable de connaître la répartition saisonnière, voire mensuelle, de ces occurrences de gel.

A RETENIR

Au cours des 50 dernières années, le nombre annuel de jours de gel a décru en Grand Est de plus de 3 à 6 jours par décennie.

La variabilité interannuelle est supérieure à l'évolution tendancielle sur la période d'observation.

Les impacts de cette réduction du nombre de jours froids sur les productions agricoles doivent être étudiés au cas par cas.



Nombre de jours estivaux par an (j Tmax ≥ 25°C)

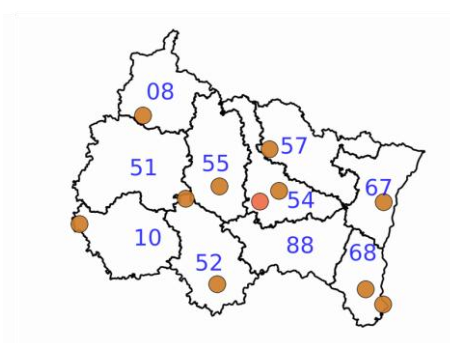
Nature et source des données

SQR : séries quotidiennes de référence (cf. Lexique simplifié).

Données fournies par Météo-France. Les dernières années de certaines séries sont souvent des données brutes n'ayant pas encore fait l'objet d'homogénéisation. Elles sont représentées en teinte claire sur les graphiques.

Indicateur

Juniville (08) :	1966 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)
Bouy-Sur-Orvin (10) :	1963 - 2009 (2010 - 2015 en données brutes)
Langres (52) :	1959 - 2009 (2010 - 2015 en données brutes)
Saint-Dizier (52) :	1959 - 2015
Nancy-Essey (54) :	1959 - 2015
Nancy-Ochey (54) :	1959 - 2015
Erneville-aux-Bois (55) :	1959 - 2015
Metz-Frescaty (Augny) (57) :	1959 - 2015
Strasbourg-Entzheim (67) :	1968 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)
Bâle-Mulhouse (68) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)
Mulhouse (68) :	1965 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)



Calcul de l'indicateur

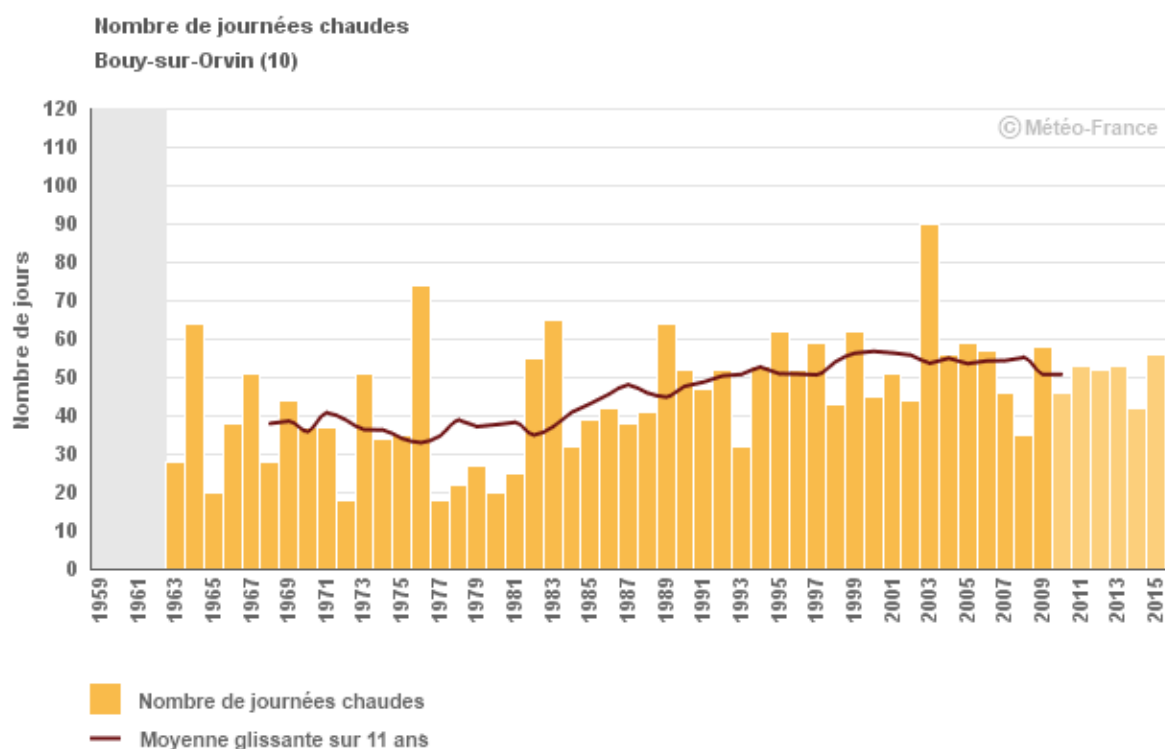
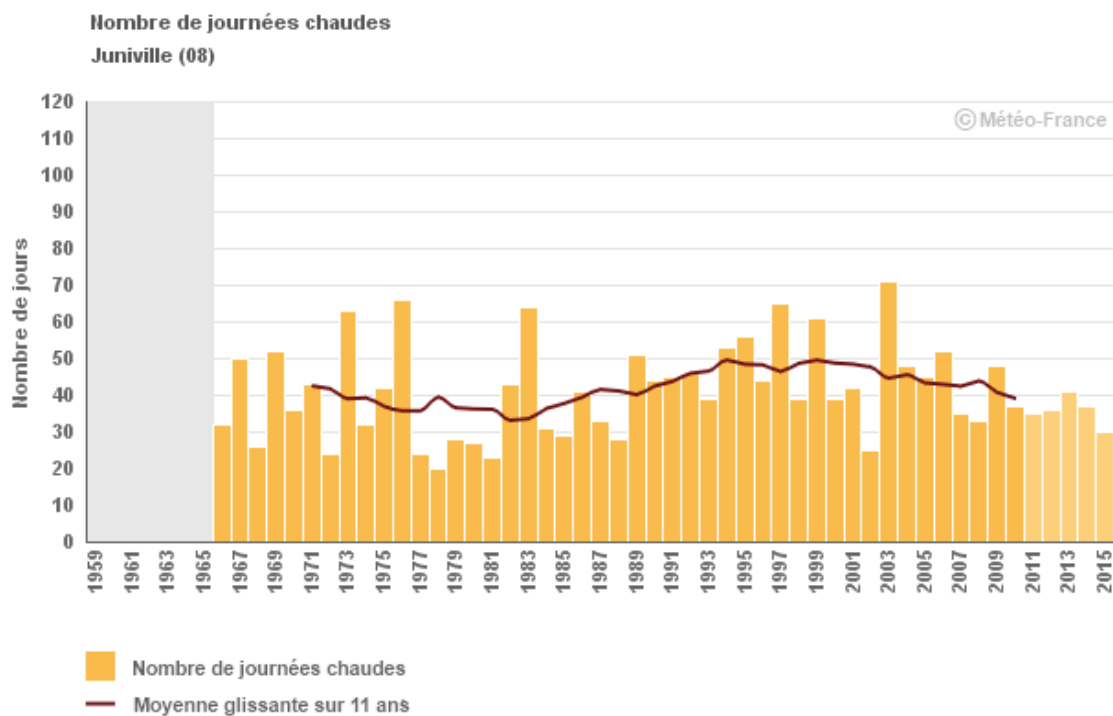
Dénombrement, entre le 1^{er} janvier et le 31 décembre de chaque année, des jours où la température maximale journalière est supérieure ou égale à 25°C. Par coïncidence, le seuil retenu pour les jours estivaux (analyse climatique) se trouve être le même que celui correspondant au phénomène d'échaudage chez les céréales à paille (analyse agroclimatique. cf. fiche "Nombre de jours échaudants au printemps").

Moyenne glissante sur 11 ans : pour l'année N, il s'agit de la moyenne des années N-5 à N+5.

Évolution observée

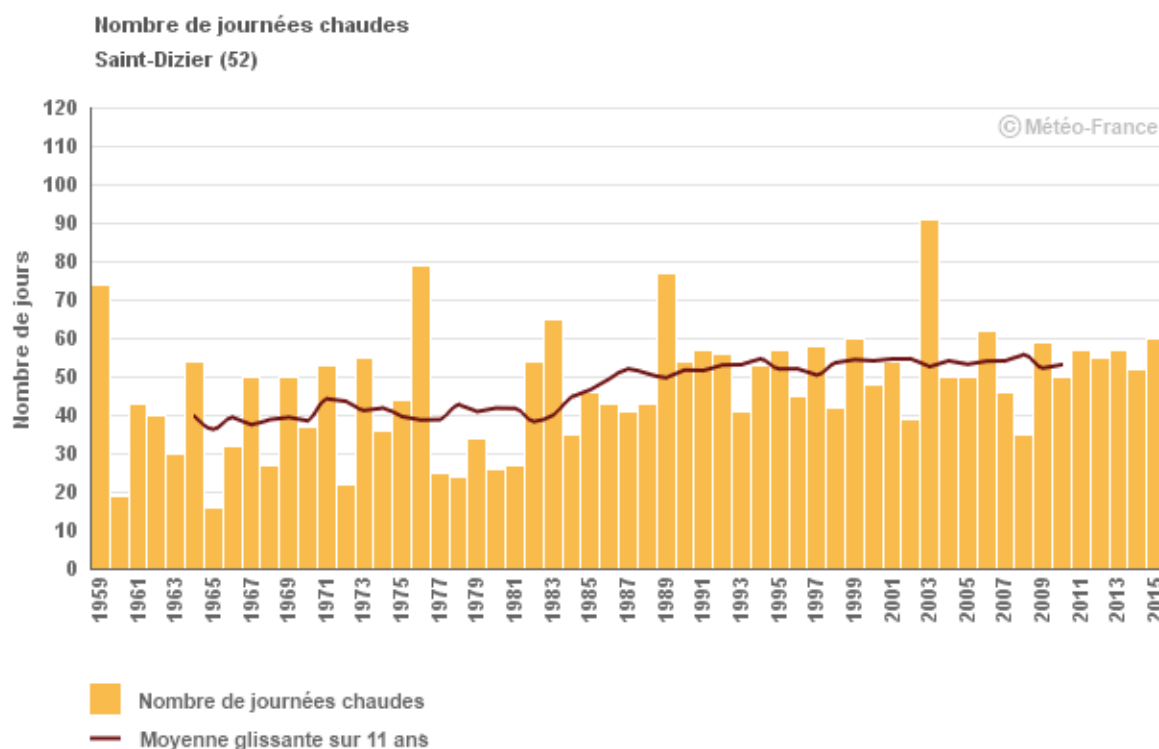
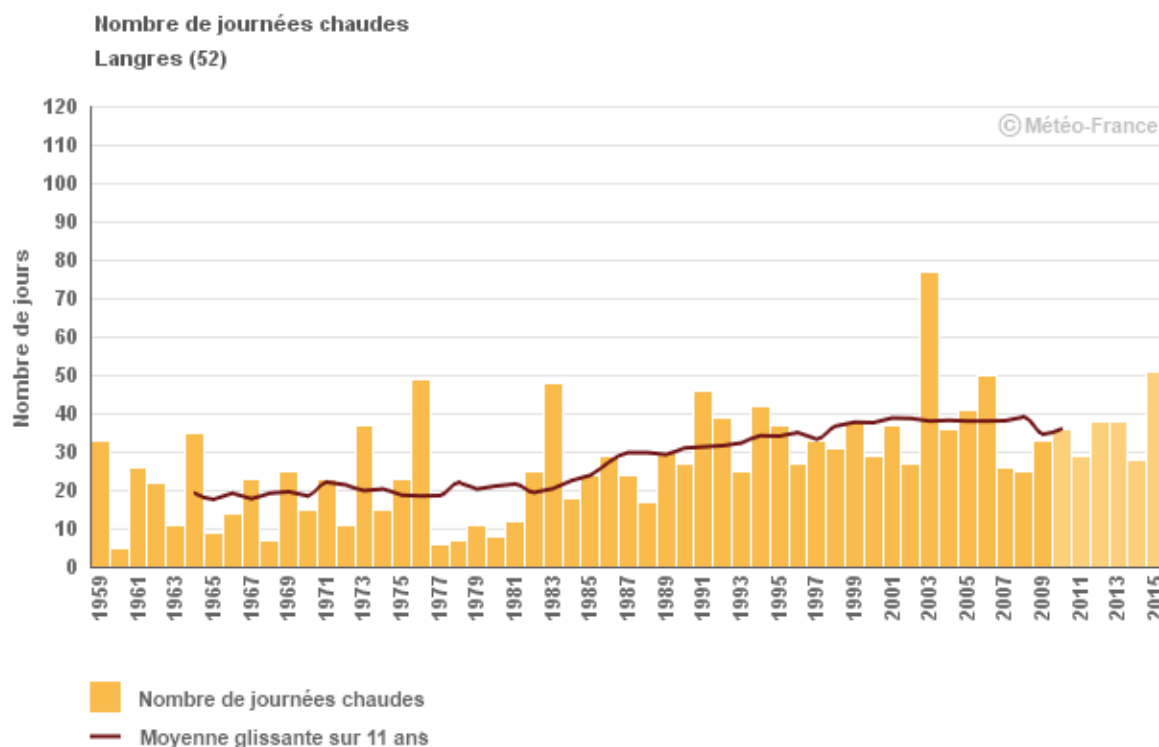


Nombre de jours estivaux par an (j Tmax ≥ 25°C)





Nombre de jours estivaux par an (j Tmax ≥ 25°C)



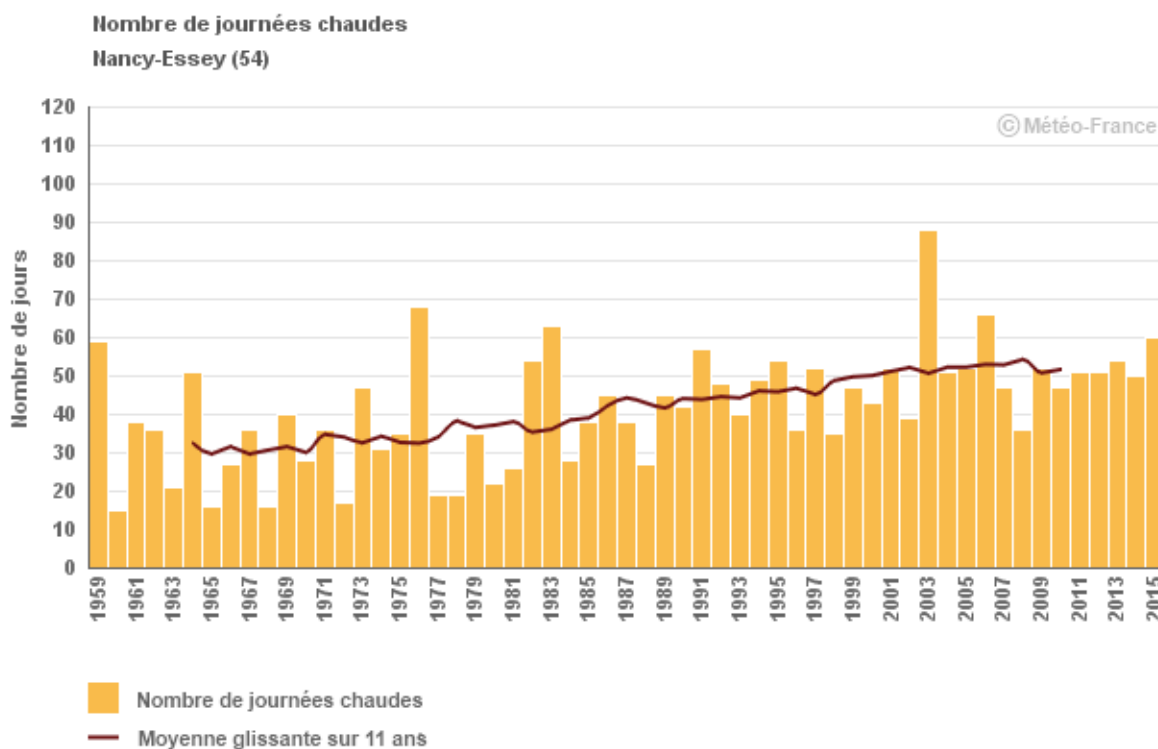
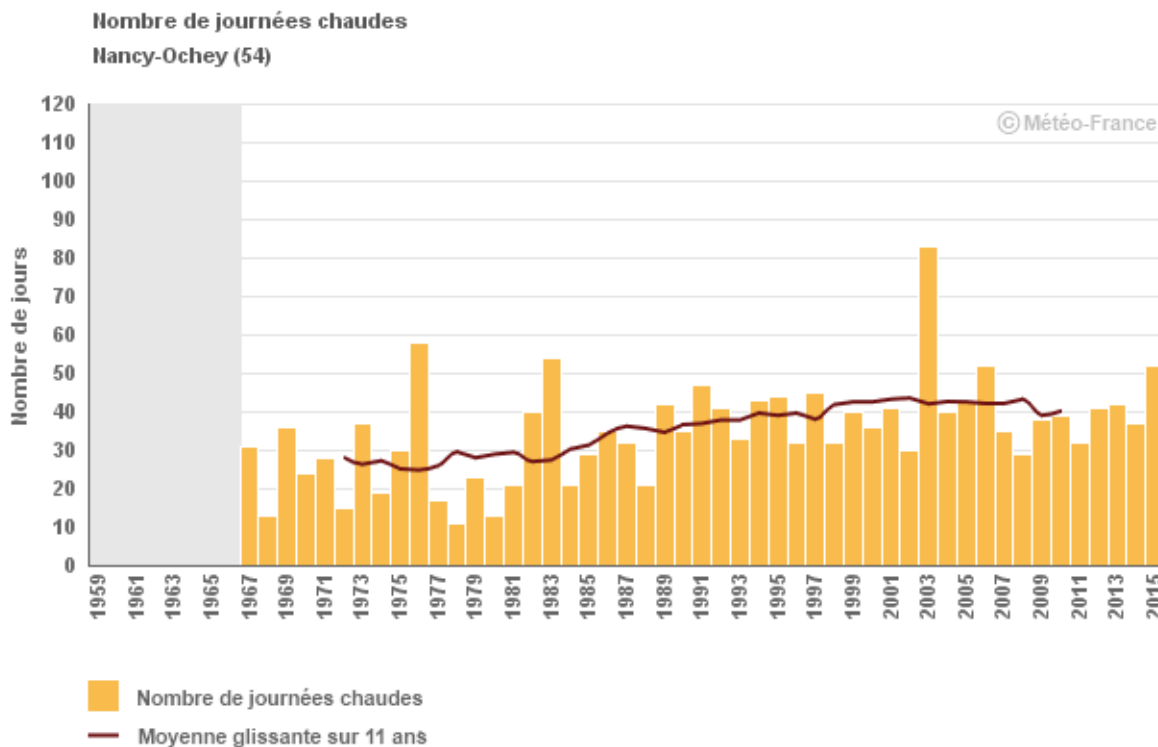
1

CHANGEMENT CLIMATIQUE



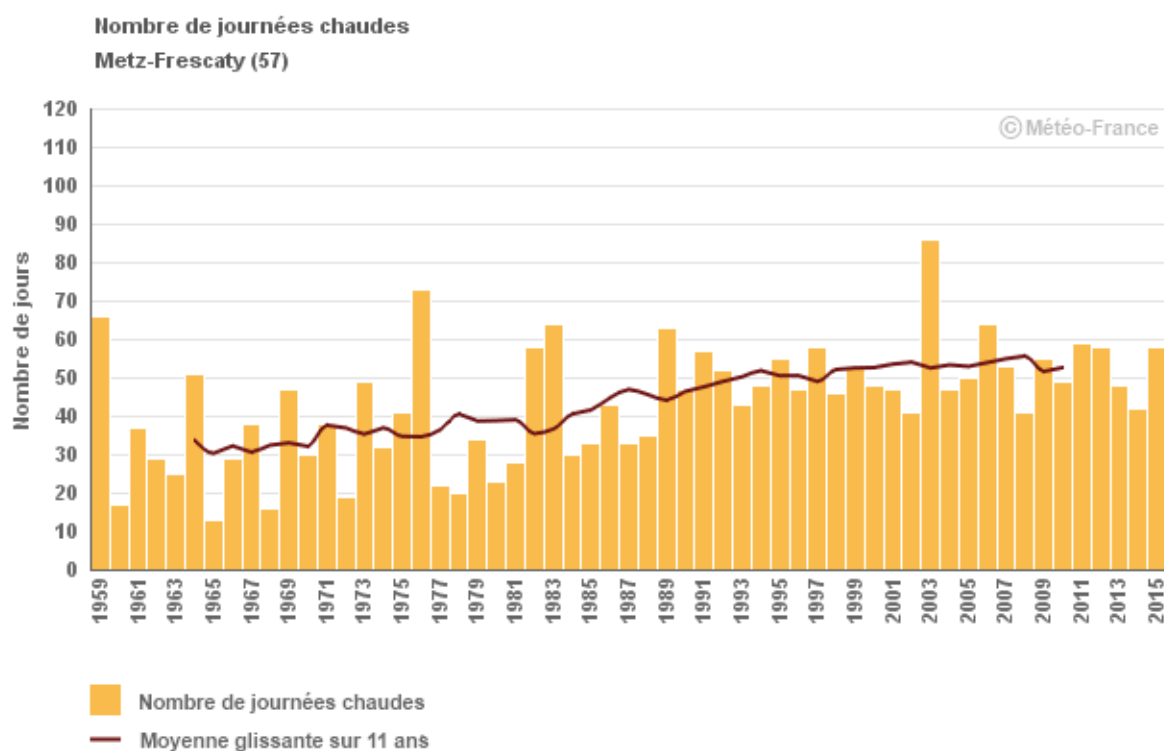
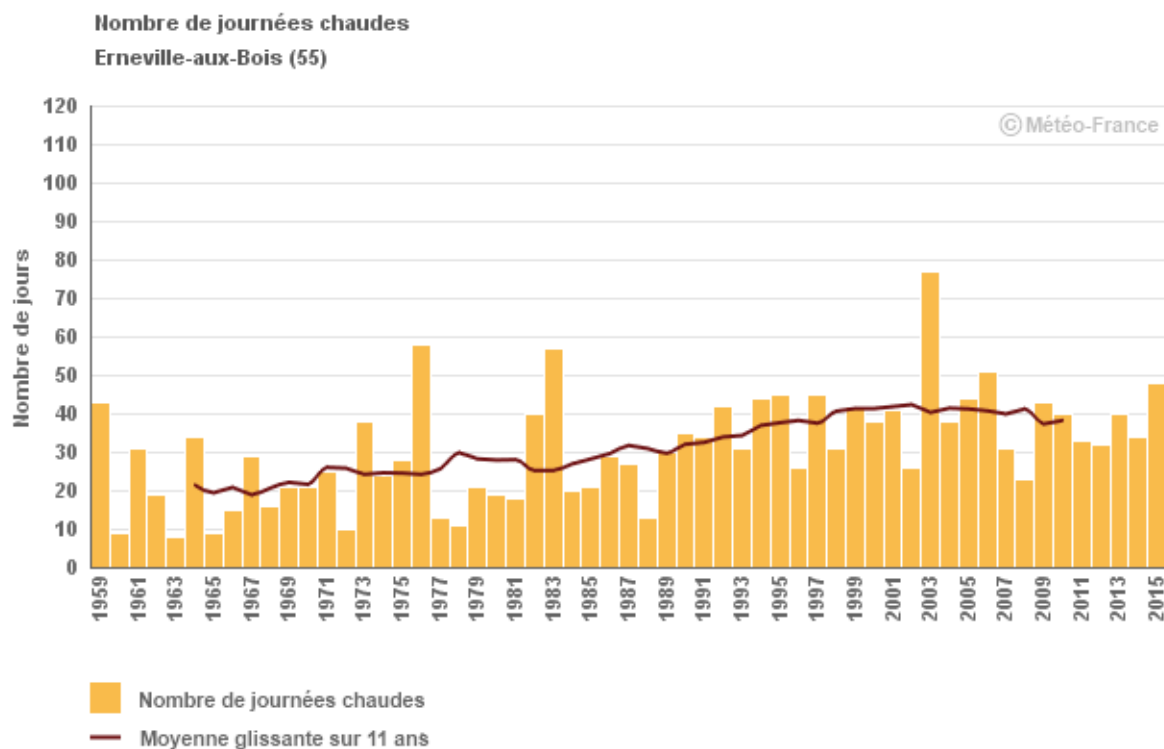
Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Nombre de jours estivaux par an (j Tmax ≥ 25°C)





Nombre de jours estivaux par an (j Tmax ≥ 25°C)



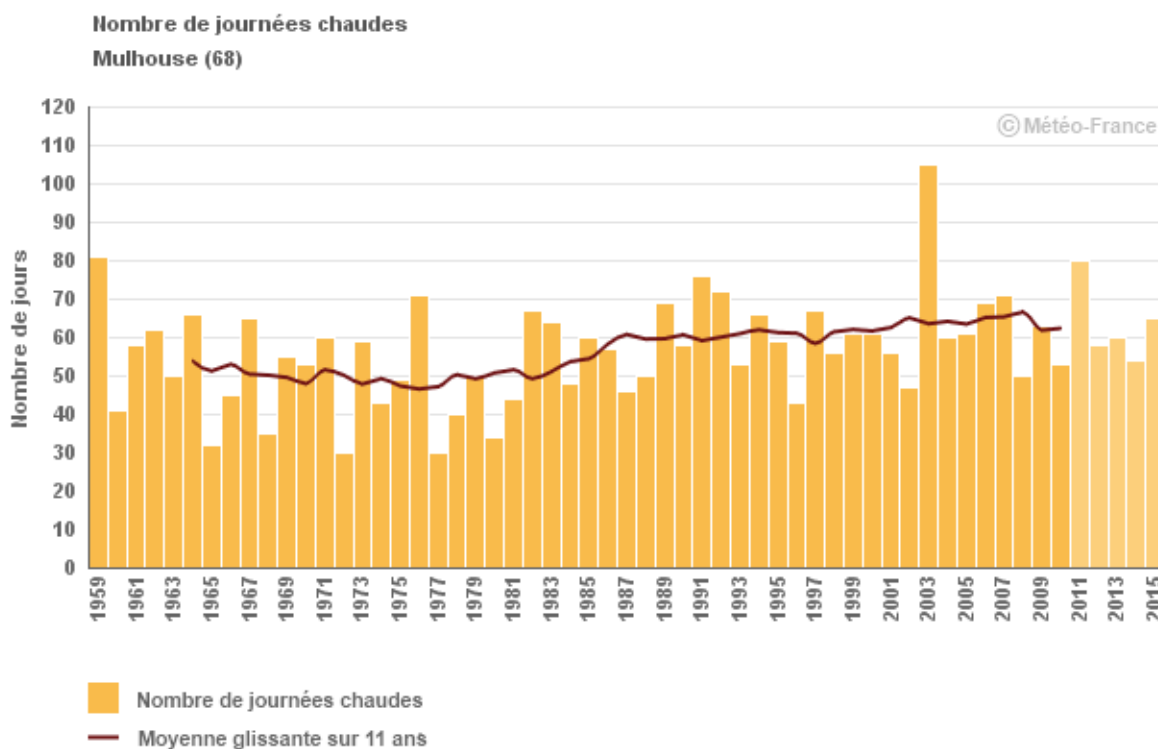
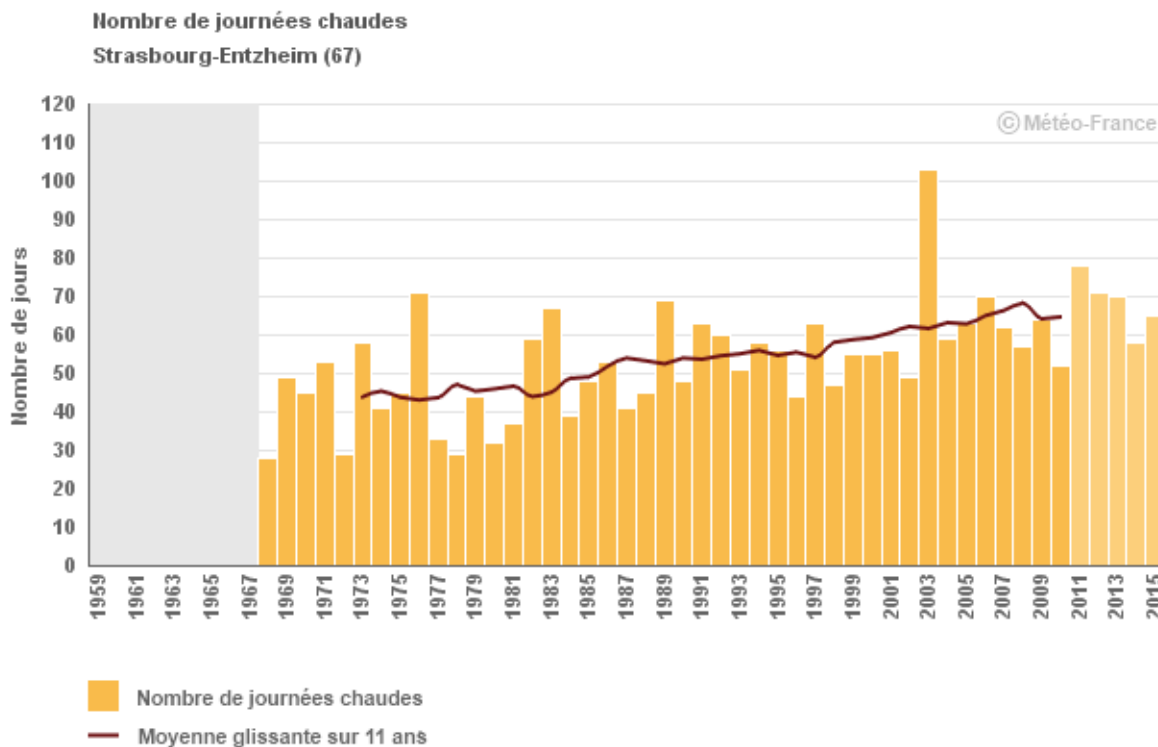
1

CHANGEMENT CLIMATIQUE



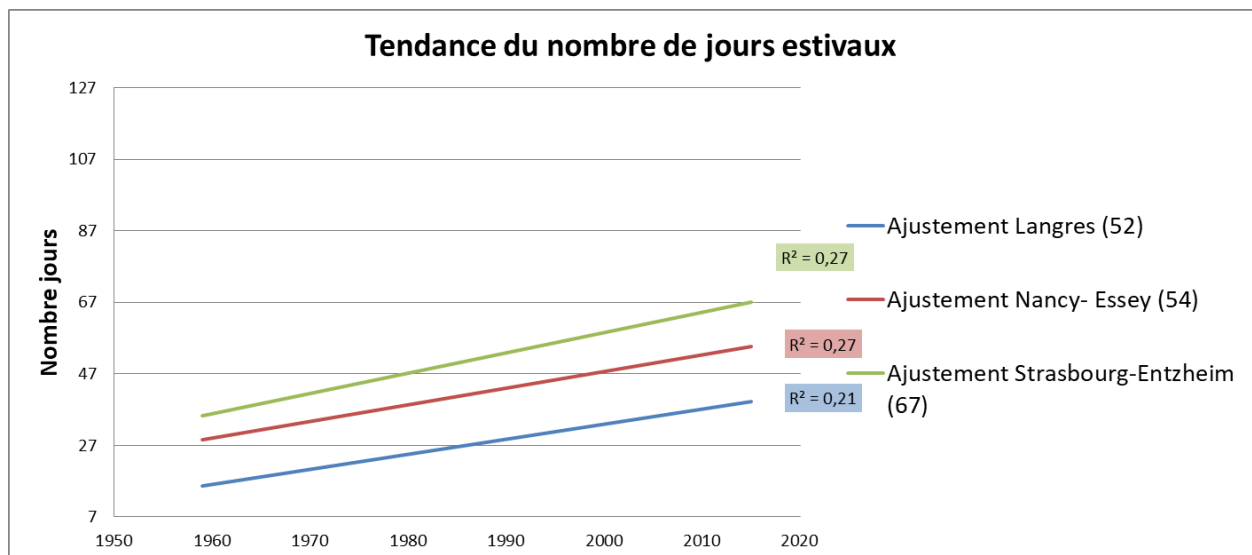
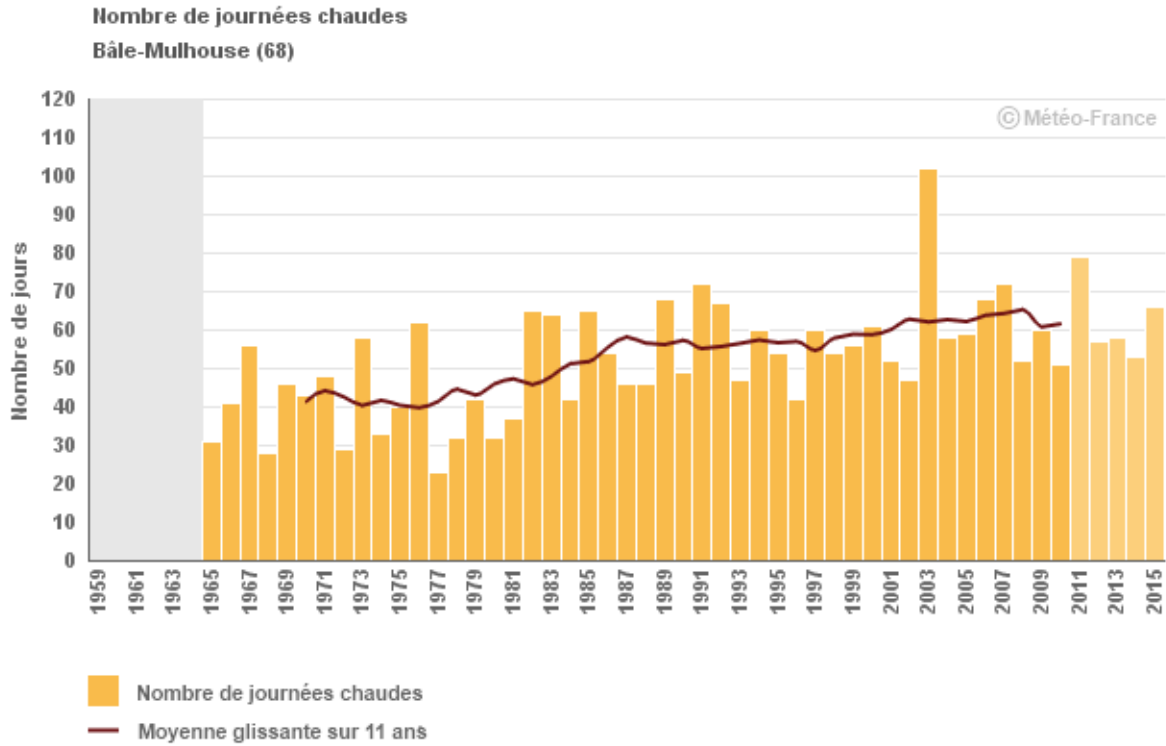
Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique

Nombre de jours estivaux par an (j Tmax ≥ 25°C)





Nombre de jours estivaux par an (j Tmax ≥ 25°C)





Nombre de jours estivaux par an (j Tmax ≥ 25°C)

	Tendance du nombre de jours estivaux en Nb de jour/décennie	Coefficient de détermination (R ²)
Juniville (08)	2,18 ± 1,47 J estiv./dec ^{ns}	0,30
Bouy-sur-Orvin (10)	5,08 ± 1,53 J estiv./dec**	0,20
Langres (52)	4,85 ± 1,15 J estiv./dec***	0,25
Saint-Dizier (52)	3,55 ± 1,13 J estiv./dec**	0,05
Nancy-Essey (54)	4,67 ± 1,02 J estiv./dec***	0,27
Nancy-Ochey (54)	4,31 ± 1,17 J estiv./dec***	0,26
Erneville-aux-Bois (55)	4,19 ± 0,97 J estiv./dec***	0,09
Metz-Frescaty (Augny) (57)	4,65 ± 1,06 J estiv./dec***	0,27
Strasbourg-Entzheim (67)	5,72 ± 1,48 J estiv./dec***	0,22
Bâle-Mulhouse (68)	5,94 ± 1,38 J estiv./dec***	0,15
Mulhouse (68)	2,70 ± 1,23 J estiv./dec*	0,27

Note : ns= non significatif; *= significatif à P<0,05; **= significatif à P<0,01; ***= significatif à P<0,001

Analyse

Pour 10 des 11 sites étudiés, on observe une nette augmentation du nombre annuel de jours estivaux. Cette augmentation est tout à fait cohérente avec l'augmentation des températures moyennes annuelles (cf. fiche "Température moyenne annuelle"). Les profils de cette augmentation sont relativement divers et l'importance relative du phénomène varie fortement.

Quelques compléments peuvent être apportés :

- Les tendances (ajustement linéaire) observées sur l'ensemble de la période varient de +2,7 à +6,0 jours estivaux par décennie.
- La variabilité interannuelle ne semble pas évoluer fortement entre le début et la fin de la période d'observation.

Ces résultats ne permettent pas de connaître la répartition intra annuelle de ces journées chaudes.

Pour l'agriculture régionale, cette augmentation des jours estivaux renvoie potentiellement à trois types de conséquences :

- Des risques de stress thermique et plus spécifiquement d'échaudage au printemps et en été.
- A l'automne, l'augmentation du nombre de jours chauds affecte la viticulture ; lors des vendanges, une température élevée des raisins peut favoriser une fermentation non désirée une fois le raisin en cuve.
- Le nombre de jours par an à forte évapotranspiration s'accroît en raison de la relation étroite entre température et évapotranspiration : la menace du stress hydrique se combine au stress thermique.



Nombre de jours estivaux par an (j Tmax ≥ 25°C)

A RETENIR

Le nombre de jours estivaux par an a nettement augmenté en Grand Est au cours des 50 dernières années : de 3 à 6 jours par décennie pour les sites étudiés, soit une augmentation atteignant parfois + 50 % sur cette période.

Les incidences de ces jours estivaux sur l'agriculture régionale sont multiples et nécessitent un examen détaillé de la répartition intra annuelle des augmentations observées.



Cumul annuel de précipitations

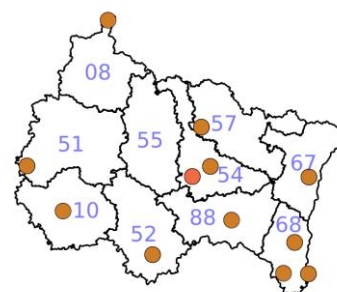
🔑 Nature et source des données

Séries homogénéisées (corrigées des biais et ruptures de mesure : changement d'opérateur, changement de capteur, modification de l'environnement, déplacement de station).

Données fournies par Météo-France. Les dernières années de certaines séries sont des données brutes n'ayant pas encore fait l'objet d'homogénéisation. Elles sont représentées en teinte plus claire sur les graphiques.

🕒 Indicateur

Ham-sur-Meuse (08) :	1959 - 2011 (2012 - 2015 en données brutes)
Troyes-Barbercy (10) :	1959 - 2012 (2013 - 2015 en données brutes)
Esternay (51) :	1959 - 2012 (2013 - 2015 en données brutes)
Langres (52) :	1959 - 2012 (2013 - 2015 en données brutes)
Nancy-Essey (54) :	1959 - 2014 (2015 en données brutes)
Nancy-Ochey (54) :	1959 - 2014 (2015 en données brutes)
Metz-Frescaty (Aigny) (57) :	1959 - 2014 (2015 en données brutes)
Strasbourg-Entzheim (67) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)
Bâle-Mulhouse (68) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)
Carspach (68) :	1959 - 2013 (2014 - 2015 en données brutes)
Colmar-Meyenheim (68) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)
Epinal (88) :	1959 - 2011 (2012 - 2015 en données brutes)



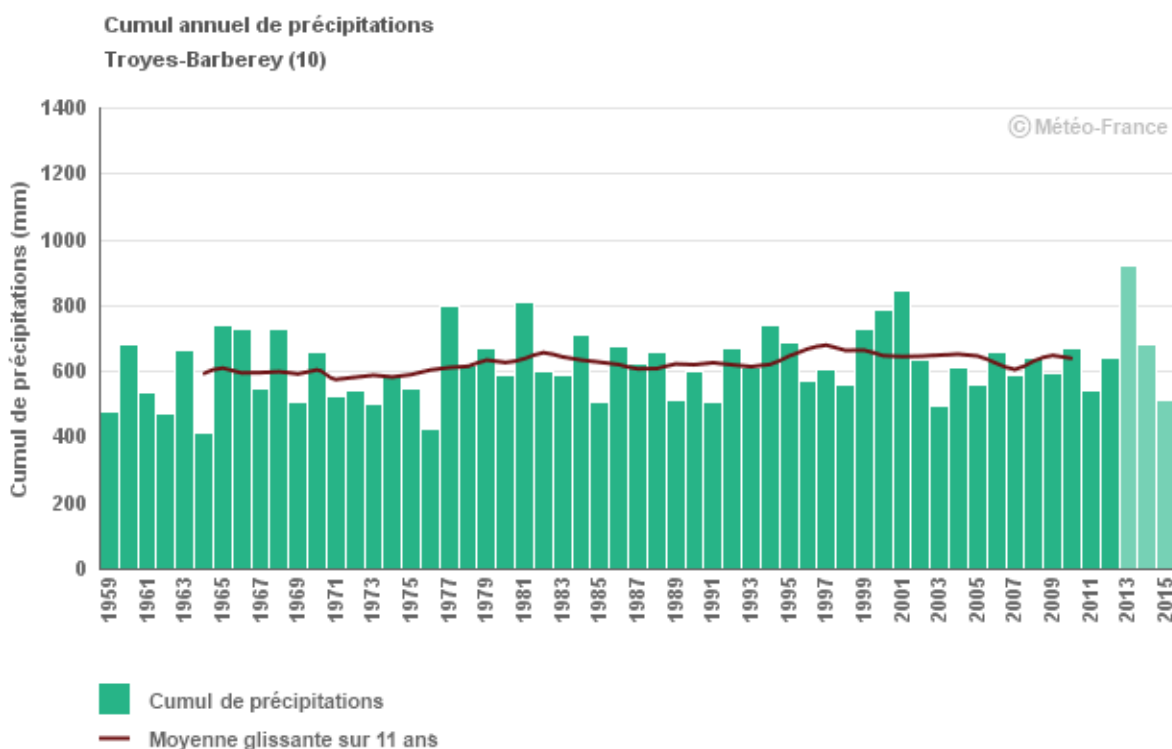
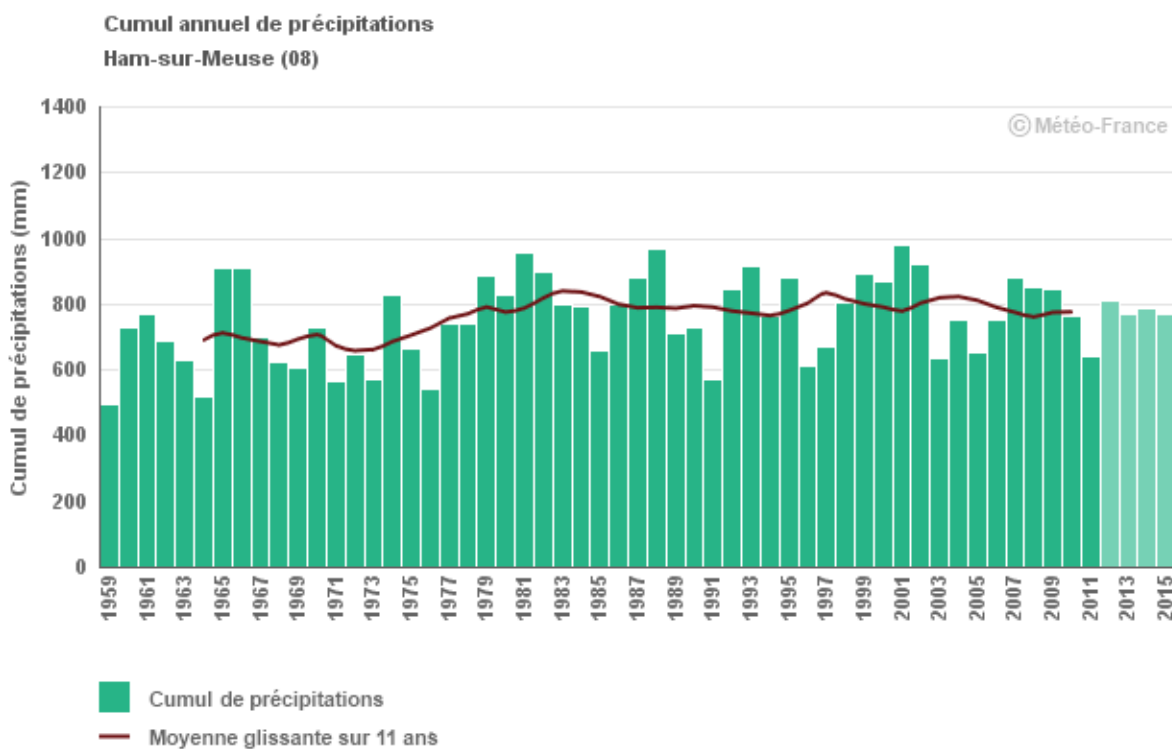
🧮 Calcul de l'indicateur

Les cumuls des précipitations journalières sont sommés du 1^{er} janvier au 31 décembre de chaque année. Moyenne glissante sur 11 ans : pour l'année N, il s'agit de la moyenne des années N-5 à N+5.

📈 Évolution observée

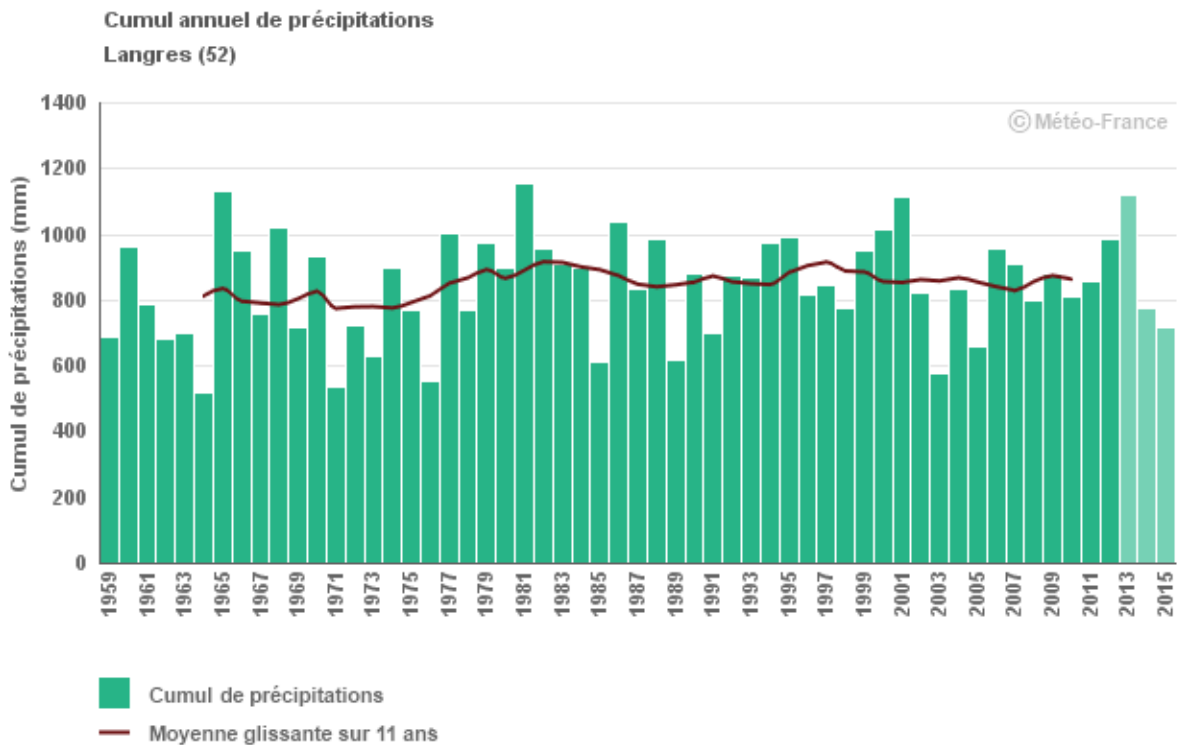
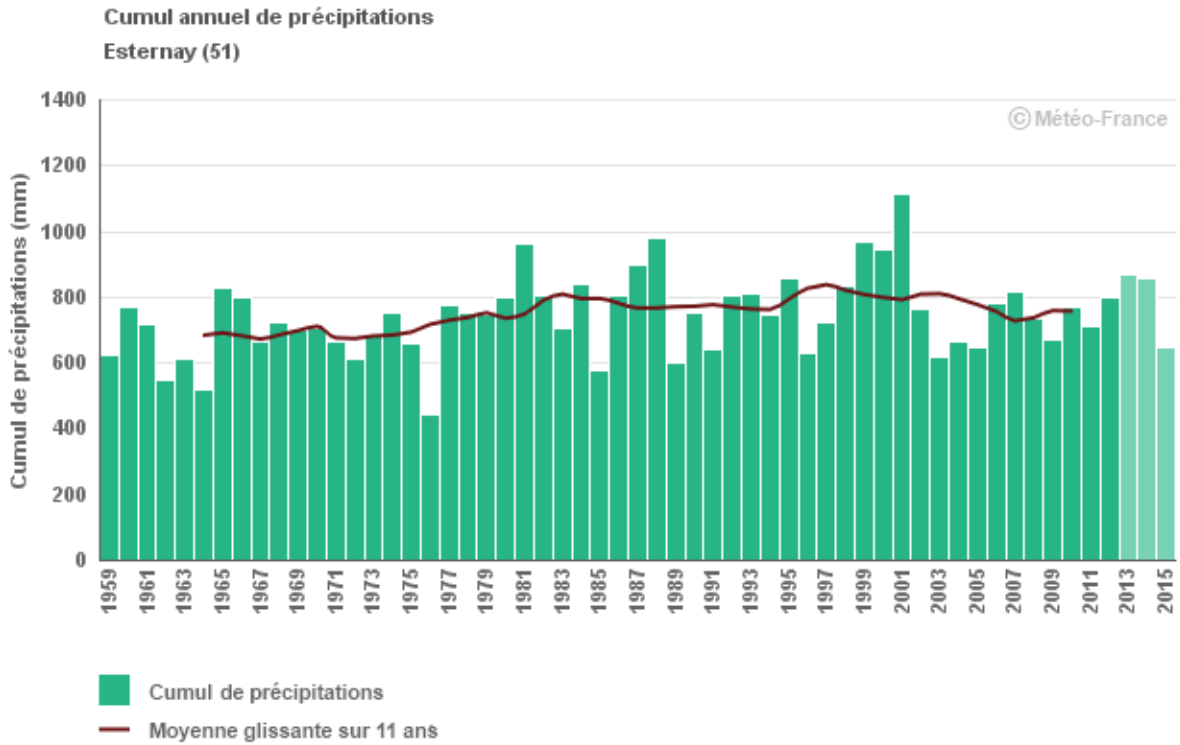


Cumul annuel de précipitations



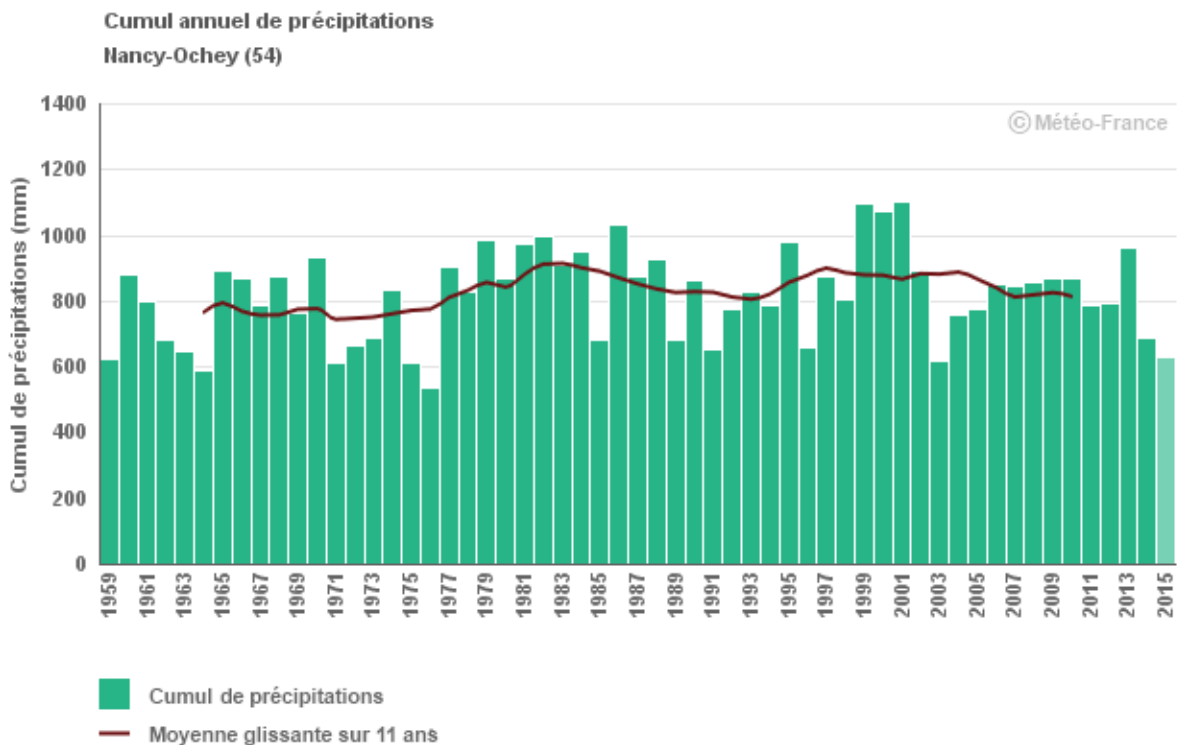
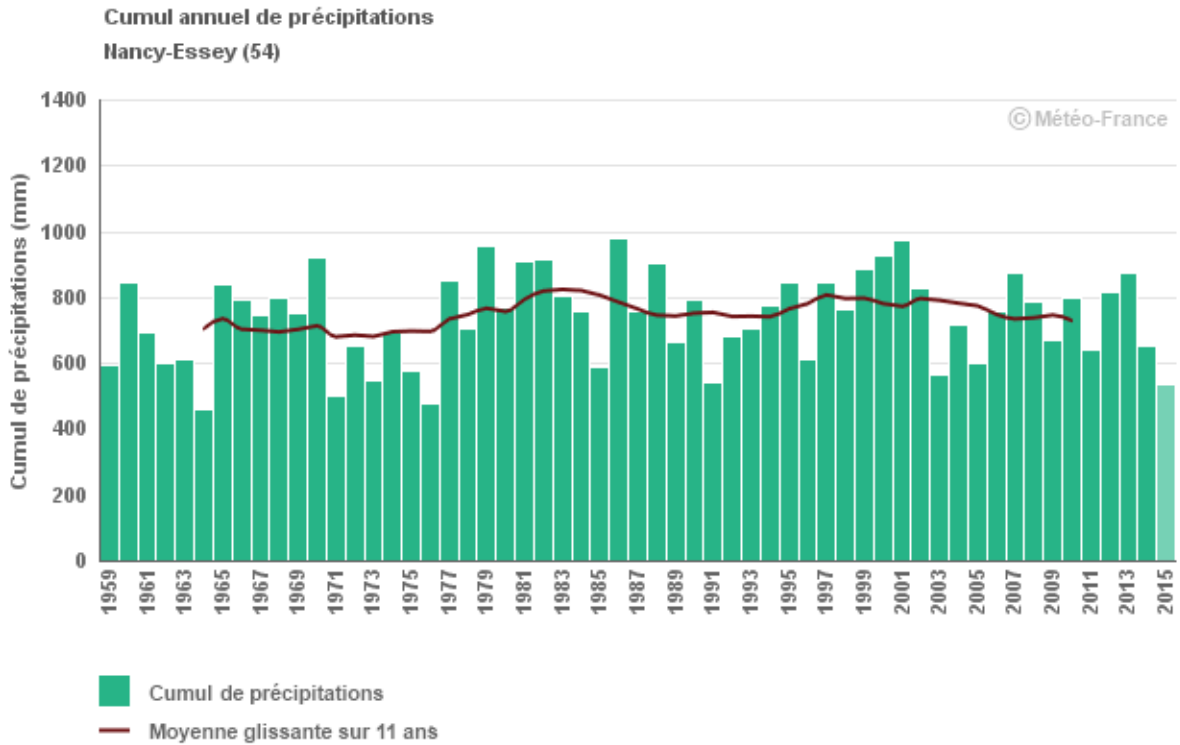


Cumul annuel de précipitations





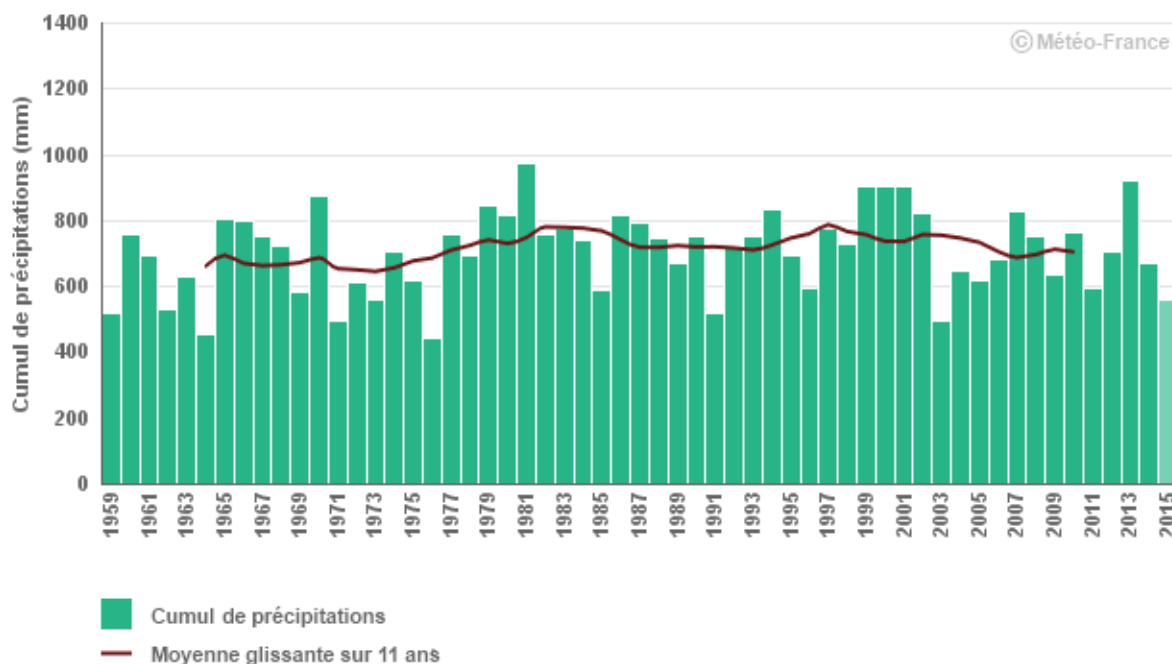
Cumul annuel de précipitations



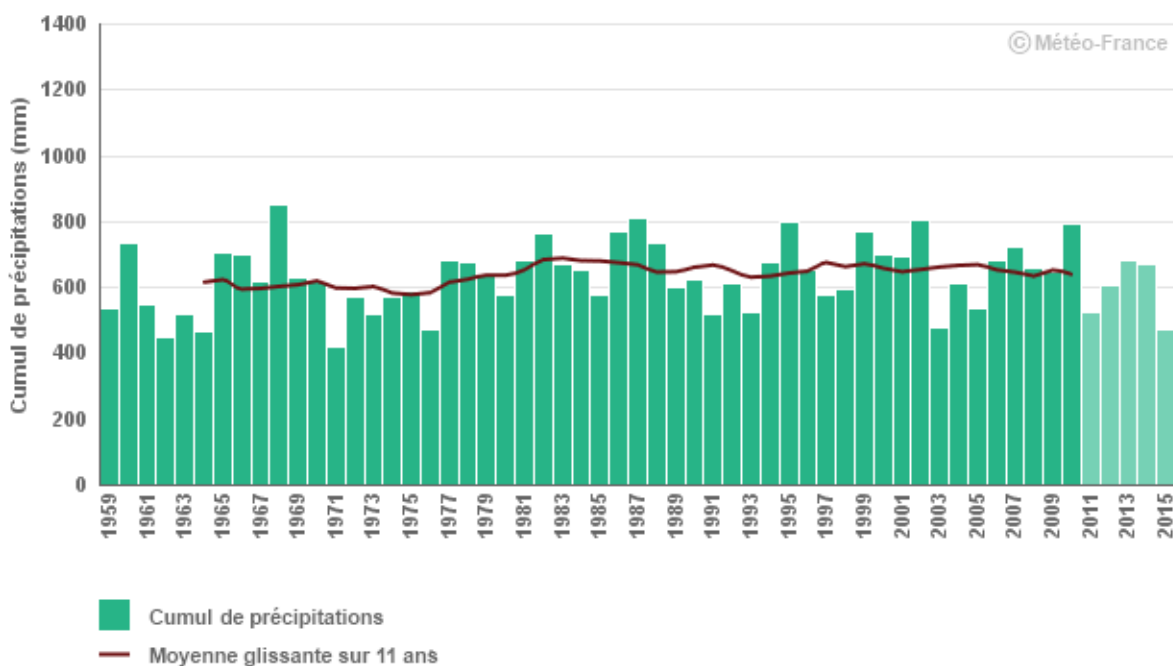


Cumul annuel de précipitations

Cumul annuel de précipitations
Metz-Frescaty (57)

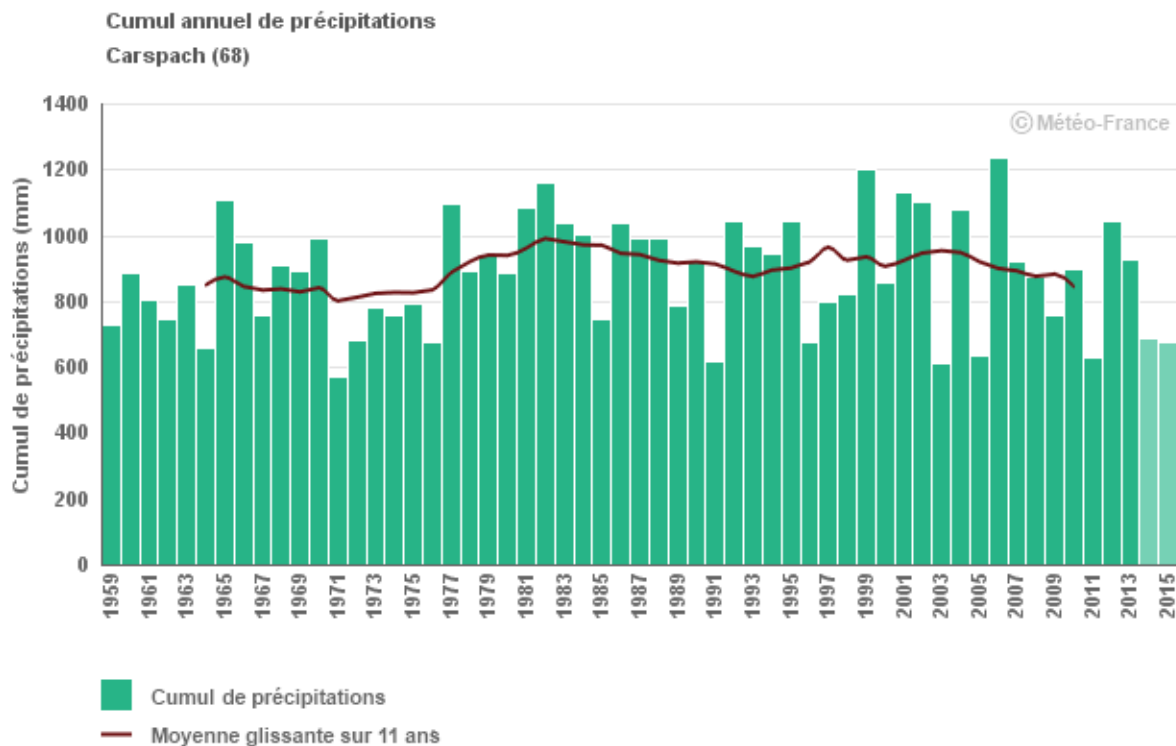
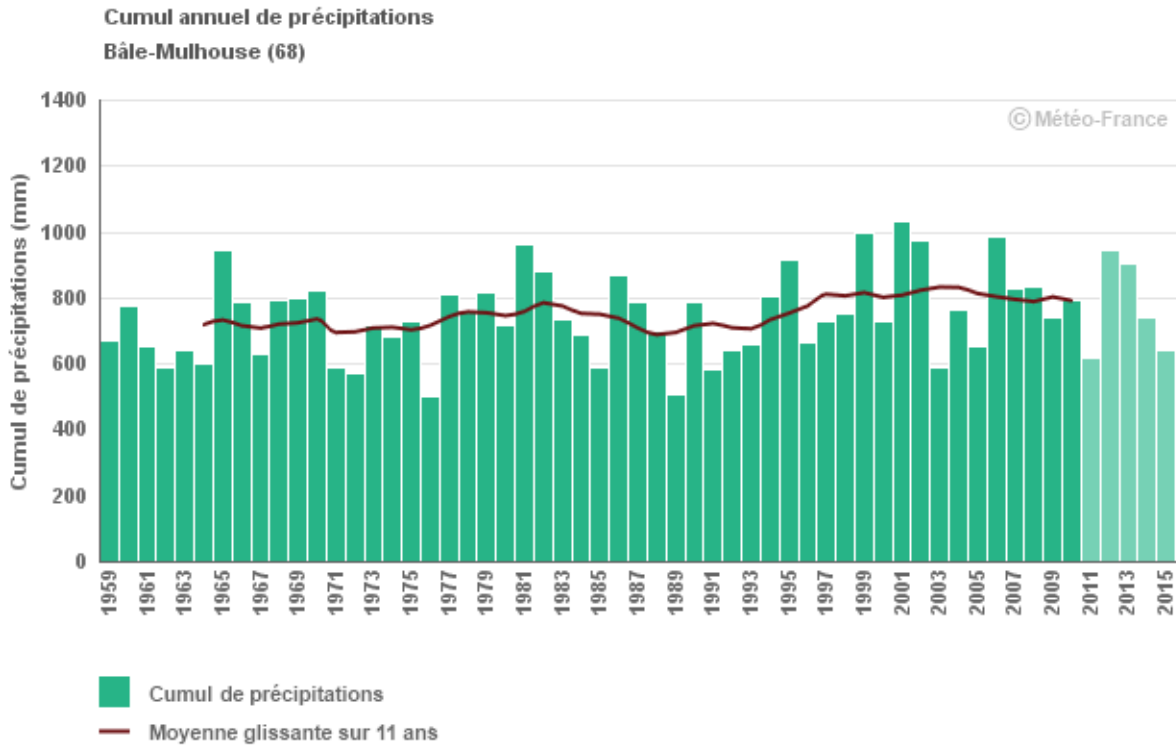


Cumul annuel de précipitations
Strasbourg-Entzheim (67)





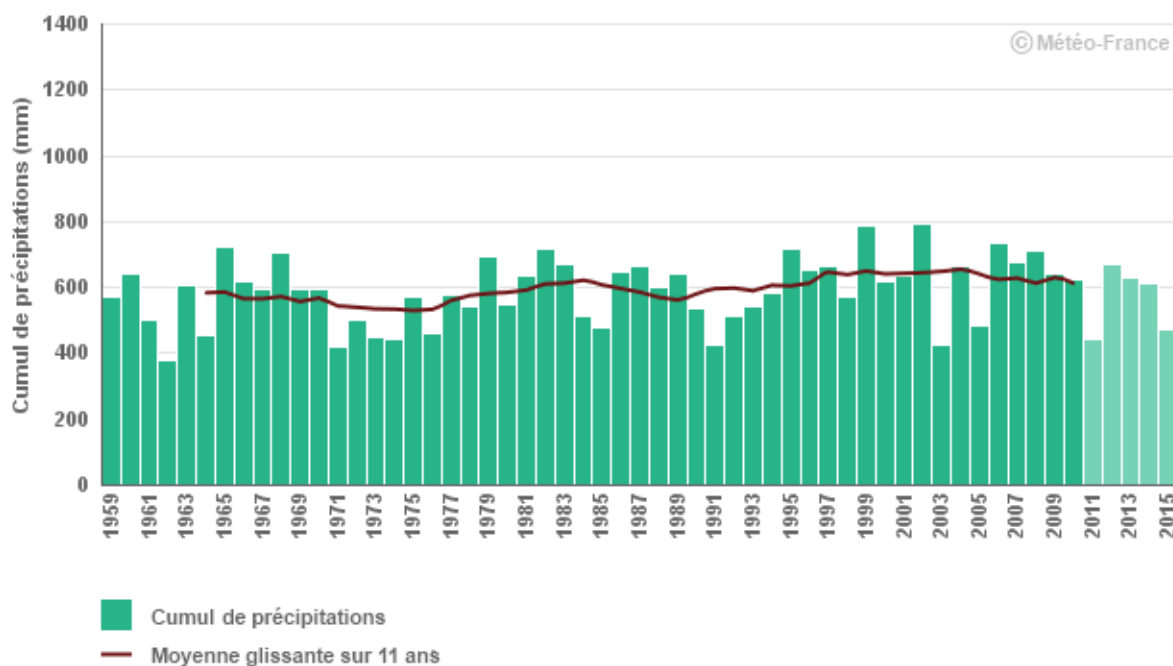
Cumul annuel de précipitations



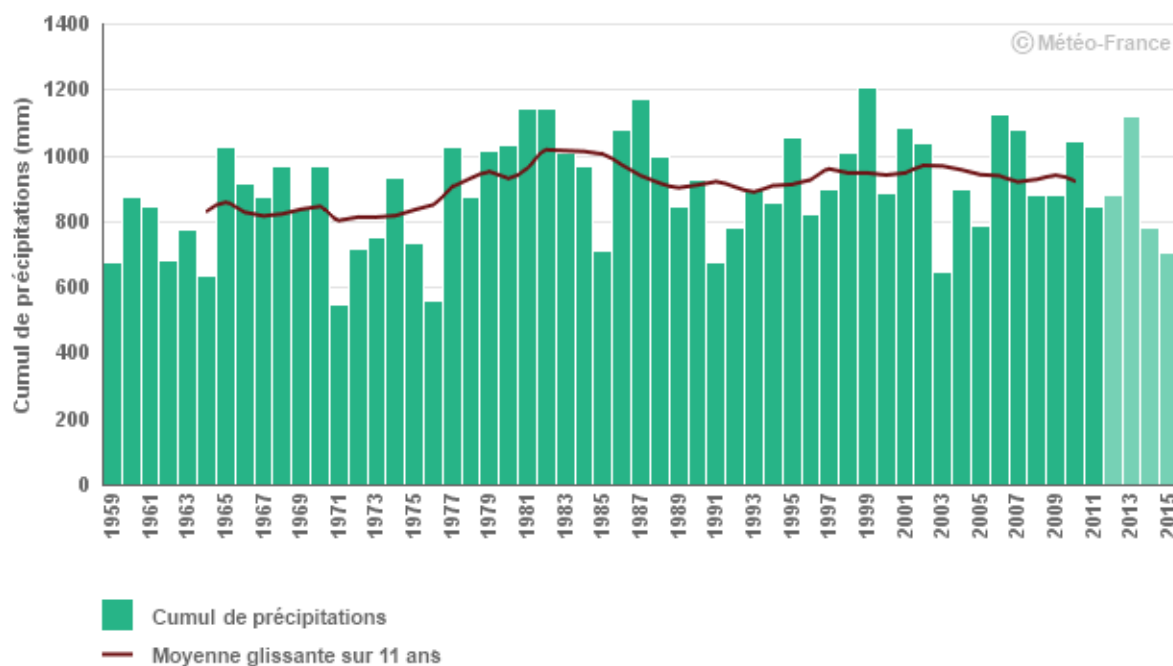


Cumul annuel de précipitations

Cumul annuel de précipitations
Colmar-Meyenheim (68)

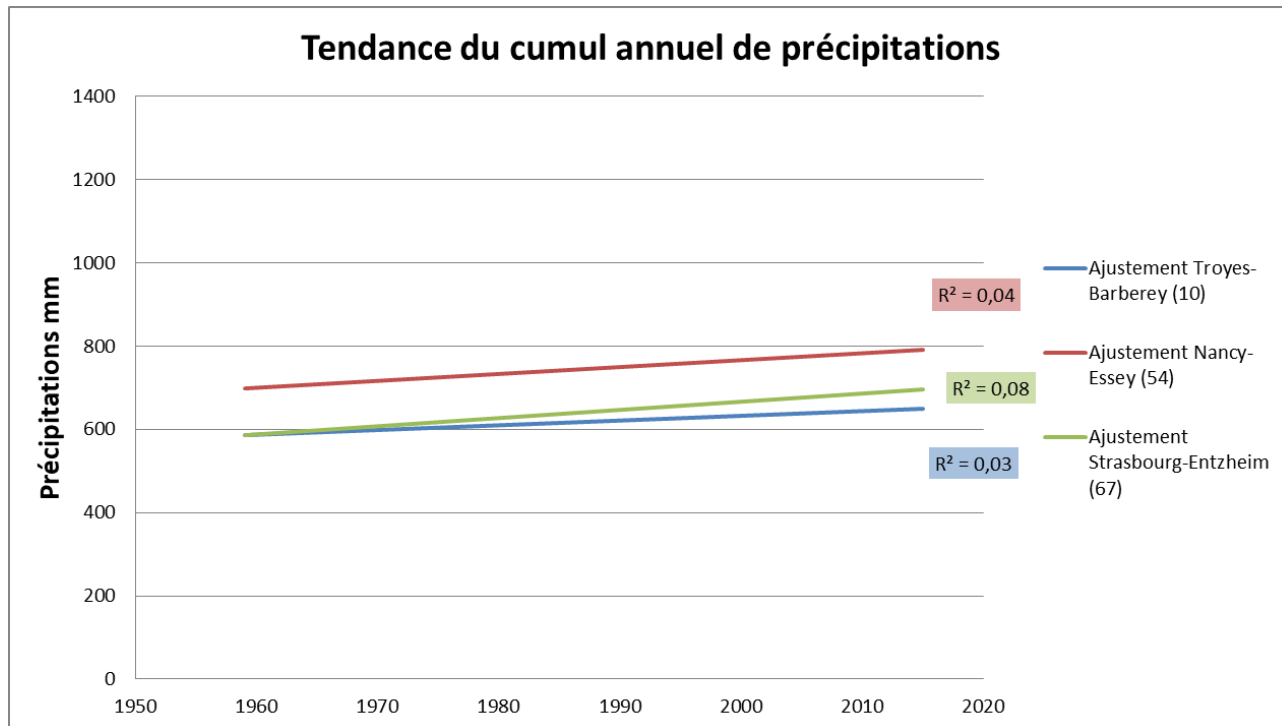


Cumul annuel de précipitations
Epinal (88)





Cumul annuel de précipitations



	Evolution des cumuls de précipitation annuels (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R^2)
Ham-sur-Meuse (08)	$26,7 \pm 10,82$ mm/dec*	0,11
Troyes-Barberey (10)	$11,51 \pm 8,43$ mm/dec ^{ns}	0,03
Esternay (51)	$23,72 \pm 10,26$ mm/dec*	0,09
Langres (52)	$17,18 \pm 13,37$ mm/dec ^{ns}	0,03
Nancy-Essey (54)	$16,32 \pm 10,81$ mm/dec ^{ns}	0,04
Nancy-Ochey (54)	$20,41 \pm 10,95$ mm/dec ^{ns}	0,06
Metz-Frescaty (Auguay) (57)	$16,97 \pm 10,09$ mm/dec ^{ns}	0,05
Strasbourg-Entzheim (67)	$19,72 \pm 9,17$ mm/dec*	0,08
Bâle-Mulhouse (68)	$24,01 \pm 11,44$ mm/dec*	0,08
Carspach (68)	$17,71 \pm 14,04$ mm/dec ^{ns}	0,03
Colmar-Meyenheim (68)	$21,67 \pm 8,77$ mm/dec*	0,11
Epinal (88)	$31,72 \pm 13,71$ mm/dec*	0,10

Note : ns= non significatif; *= significatif à $P < 0,05$; **= significatif à $P < 0,01$; ***= significatif à $P < 0,001$



Cumul annuel de précipitations

Analyse

L'historique des cumuls annuels de précipitations sur les 12 sites répartis en Grand Est depuis le début des années 1960 ne montre de tendance linéaire significative que pour la moitié d'entre eux. Ces tendances sont toutes orientées à la hausse et comprises entre + 20 et + 32 mm par décennie (soit + 160 mm ou + 20 % en 50 ans à Epinal (88)).

Les tendances observées pour le cumul annuel des précipitations sont d'une amplitude largement plus faible que les variations interannuelles, qui peuvent dépasser les 400 mm entre 2 années consécutives. On remarquera la relative homogénéité des valeurs de tendance observées en différents points du territoire.

Ces valeurs ne nous fournissent pas d'indication sur la répartition des précipitations au cours de l'année, alors que c'est un élément déterminant pour l'évolution des cultures.

A RETENIR

L'évolution tendancielle des précipitations depuis 1950 est légèrement à la hausse lorsqu'elle est significative et homogène sur le territoire du Grand Est.

Cette hausse globale semble plutôt concentrée sur les 25 premières années.

C'est actuellement une situation de précipitations annuelles relativement stables que nous vivons, sans cependant échapper à de fortes disparités interannuelles.

Néanmoins, le fait de considérer des cumuls annuels globaux peut masquer des tendances différentes pour chacune des saisons, d'où l'importance d'étudier également l'évolution des précipitations saisonnières (cf. fiche "Cumul saisonnier des précipitations").

Pour en savoir plus

MOISSELIN J-M., SCHNEIDER M., CANELLAS C., MESTRE O. (2002) Les changements climatiques en France au XXème siècle : étude des longues séries homogénéisées de données de température et de précipitations, La Météorologie, n°38, 45-57



Cumul saisonnier de précipitations

🔑 Nature et source des données

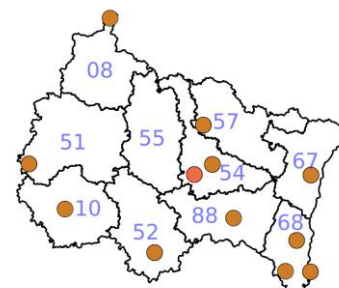
Séries homogénéisées (corrigées des biais et ruptures de mesure : changement d'opérateur, changement de capteur, modification de l'environnement, déplacement de station).

Données fournies par Météo-France. Les dernières années de certaines séries sont des données brutes n'ayant pas encore fait l'objet d'homogénéisation. Elles sont représentées en teinte plus claire sur les graphiques.

🕒 Indicateur

Le présent document ne permet pas de présenter de façon exhaustive les données (4 saisons par station) de chaque station (12 stations) au risque d'un alourdissement excessif. Les données des stations de Troyes-Barbère (10), Nancy-Essey (54) et Strasbourg-Entzheim (67) sont les seules présentées graphiquement mais l'analyse de tendance qui suit est faite sur les résultats obtenus sur l'ensemble des stations.

Ham-sur-Meuse (08) :	1959 - 2011 (2012 - 2015 en données brutes)
Troyes Barbère (10) :	1959 - 2012 (2013 - 2015 en données brutes)
Esternay (51) :	1959 - 2012 (2013 - 2015 en données brutes)
Langres (52) :	1959 - 2012 (2013 - 2015 en données brutes)
Nancy-Essey (54) :	1959 - 2014 (2015 en données brutes)
Nancy-Ochey (54) :	1959 - 2014 (2015 en données brutes)
Metz-Frescaty (Augny) (57) :	1959 - 2014 (2015 en données brutes)
Strasbourg-Entzheim (67) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)
Bâle-Mulhouse (68) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)
Carspach (68) :	1959 - 2013 (2014 - 2015 en données brutes)
Colmar-Meyenheim (68) :	1959 - 2010 (2011 - 2015 en données brutes)
Epinal (88) :	1959 - 2011 (2012 - 2015 en données brutes)



📊 Calcul de l'indicateur

Cumul trimestriel des précipitations journalières selon un découpage des saisons utilisé par les climatologues :

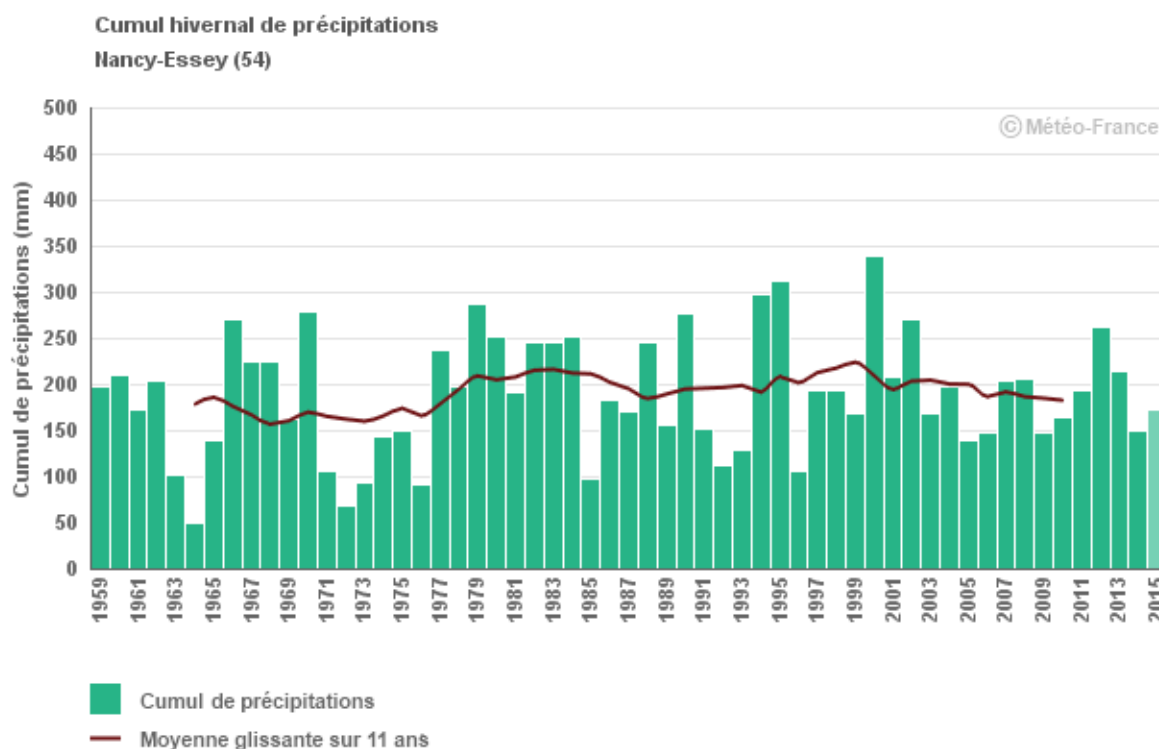
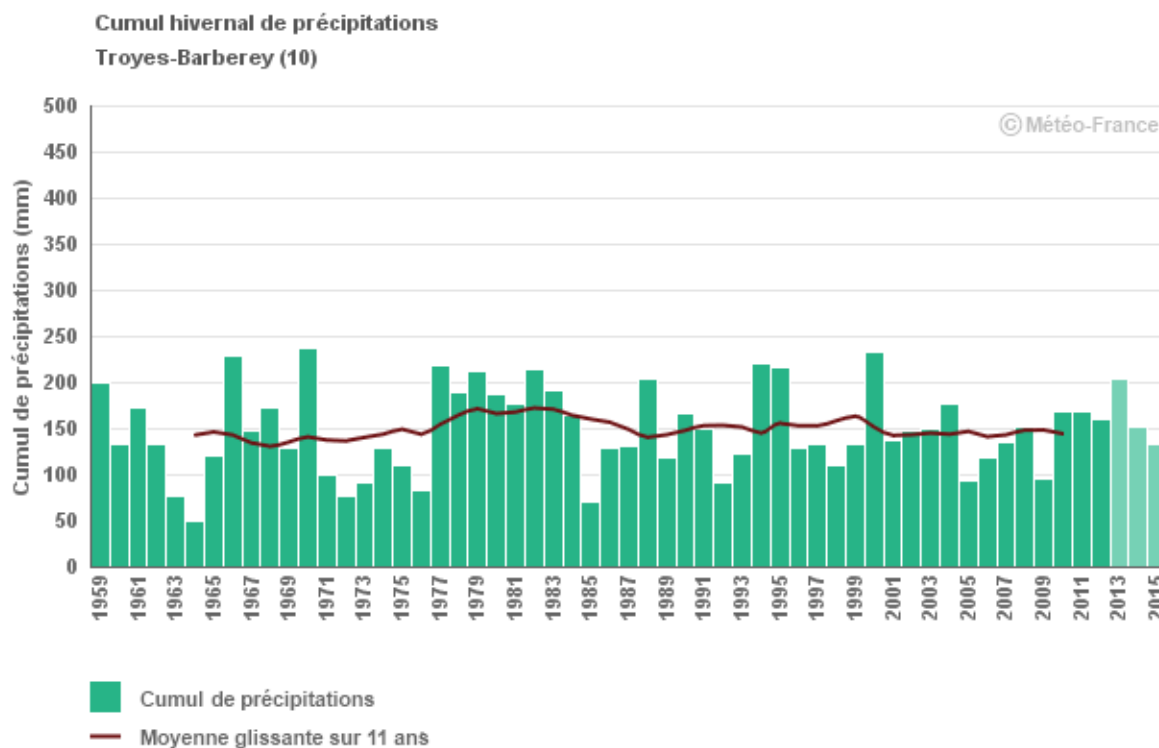
- Hiver : Décembre - Janvier - Février
- Printemps : Mars - Avril - Mai
- Été : Juin - Juillet - Aout
- Automne : Septembre – Octobre - Novembre

Moyenne glissante sur 11 ans : pour l'année N, il s'agit de la moyenne des années N-5 à N+5.



Cumul saisonnier de précipitations

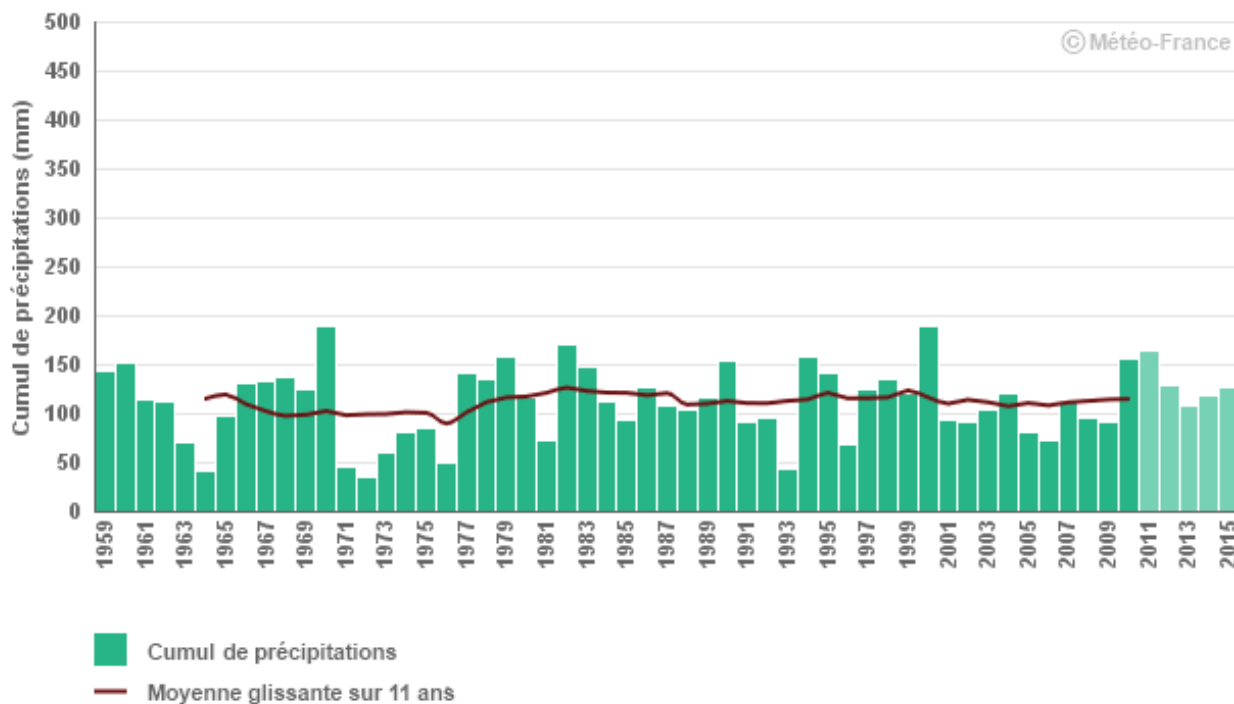
Évolution observée en hiver : Décembre à Février



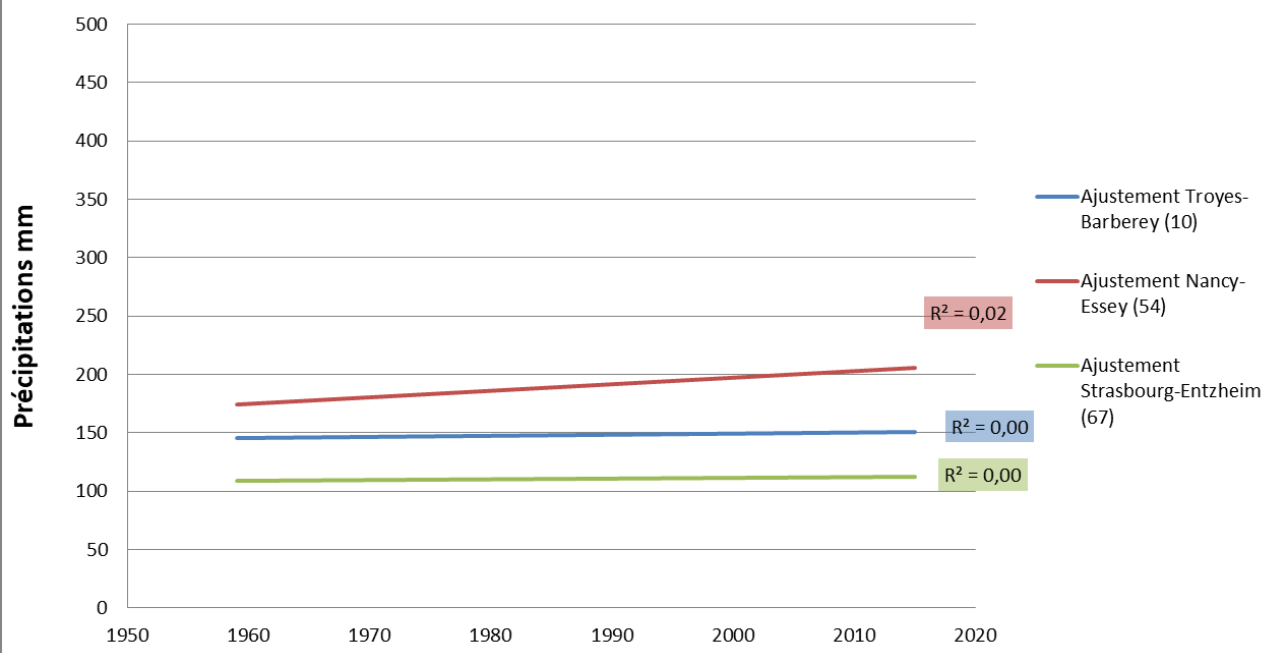


Cumul saisonnier de précipitations

Cumul hivernal de précipitations
Strasbourg-Entzheim (67)



Tendance du cumul hivernal de précipitations





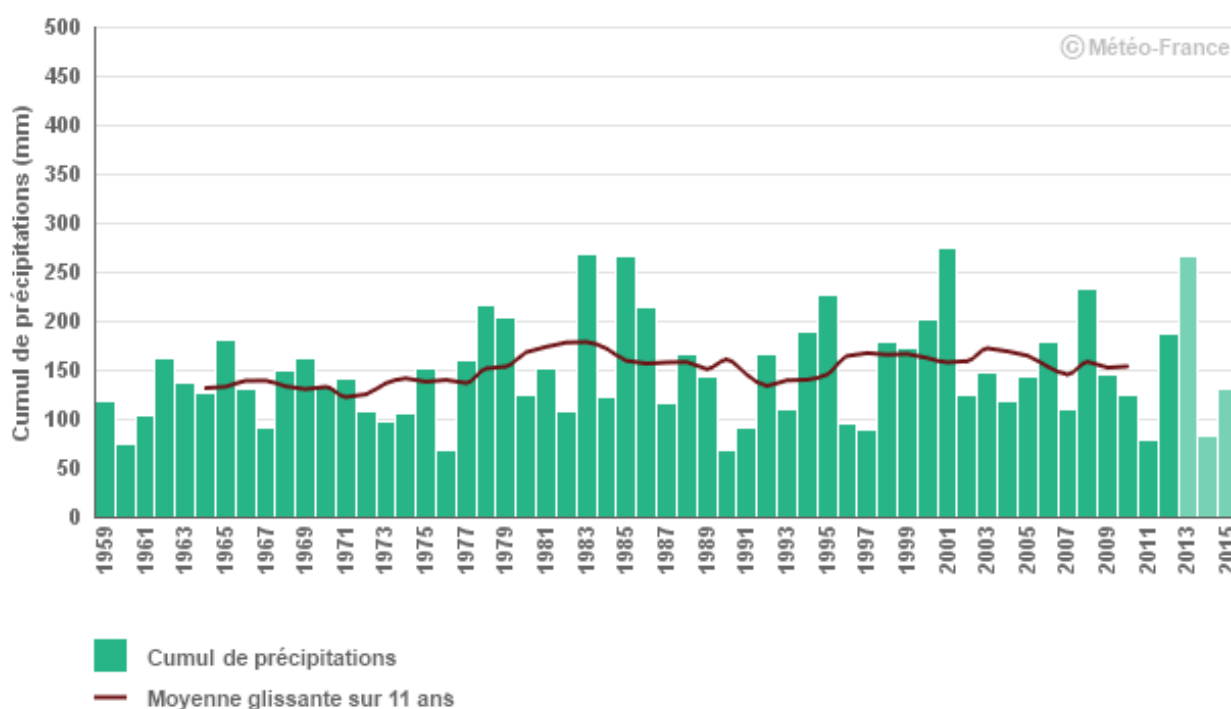
Cumul saisonnier de précipitations

	Evolution des cumuls hivernaux de précipitation (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R ²)
Ham-sur-Meuse (08)	10,00 ± 5,42 mm/dec ^{ns}	0,06
Troyes-Barberey (10)	0,90 ± 3,95 mm/dec ^{ns}	0,00
Esternay (51)	9,61 ± 4,76 mm/dec ^{ns}	0,07
Langres (52)	3,37 ± 6,30 mm/dec ^{ns}	0,01
Nancy-Essey (54)	5,68 ± 5,33 mm/dec ^{ns}	0,02
Nancy-Ochey (54)	4,35 ± 5,86 mm/dec ^{ns}	0,01
Metz-Frescaty (Aigny) (57)	7,98 ± 5,14 mm/dec ^{ns}	0,04
Strasbourg-Entzheim (67)	0,57 ± 3,25 mm/dec ^{ns}	0,00
Bâle-Mulhouse (68)	-1,01 ± 4,70 mm/dec ^{ns}	0,00
Carspach (68)	0,37 ± 6,69 mm/dec ^{ns}	0,00
Colmar-Meyenheim (68)	0,83 ± 3,81 mm/dec ^{ns}	0,00
Epinal (88)	1,04 ± 6,69 mm/dec ^{ns}	0,00

Note : ns= non significatif; *= significatif à P<0,05; **= significatif à P<0,01; ***= significatif à P<0,001

Evolution observée au printemps : Mars à Mai

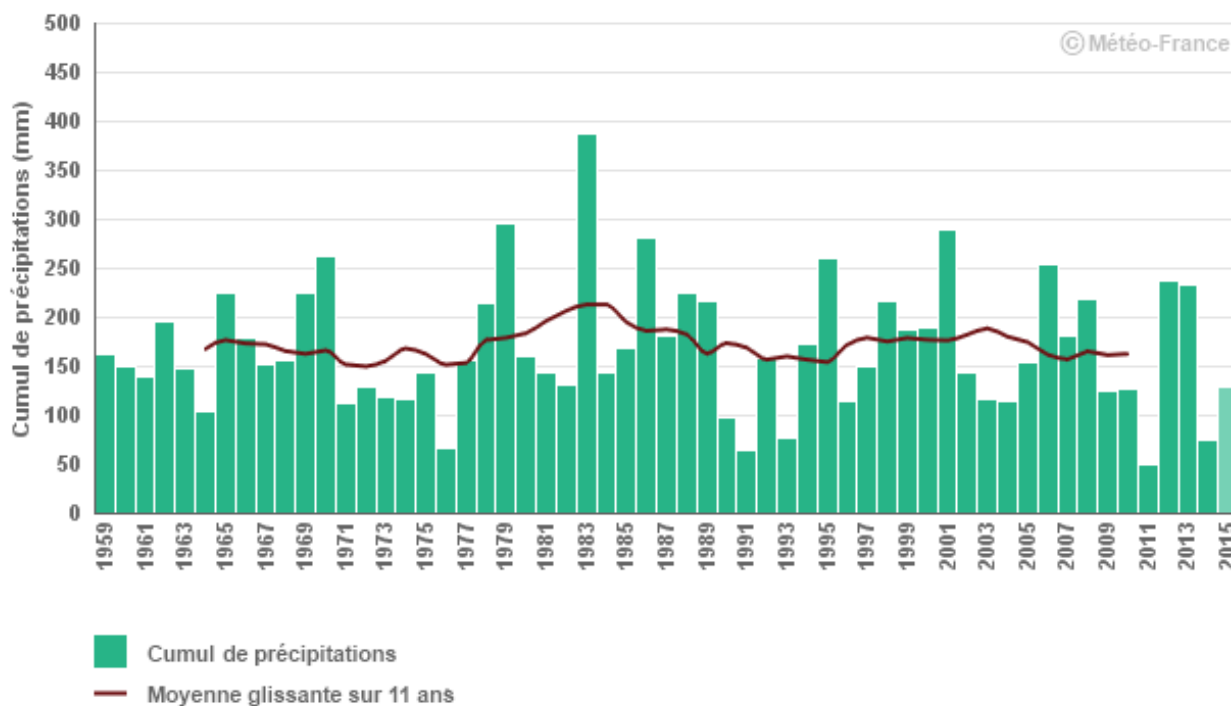
Cumul printanier de précipitations
Troyes-Barberey (10)



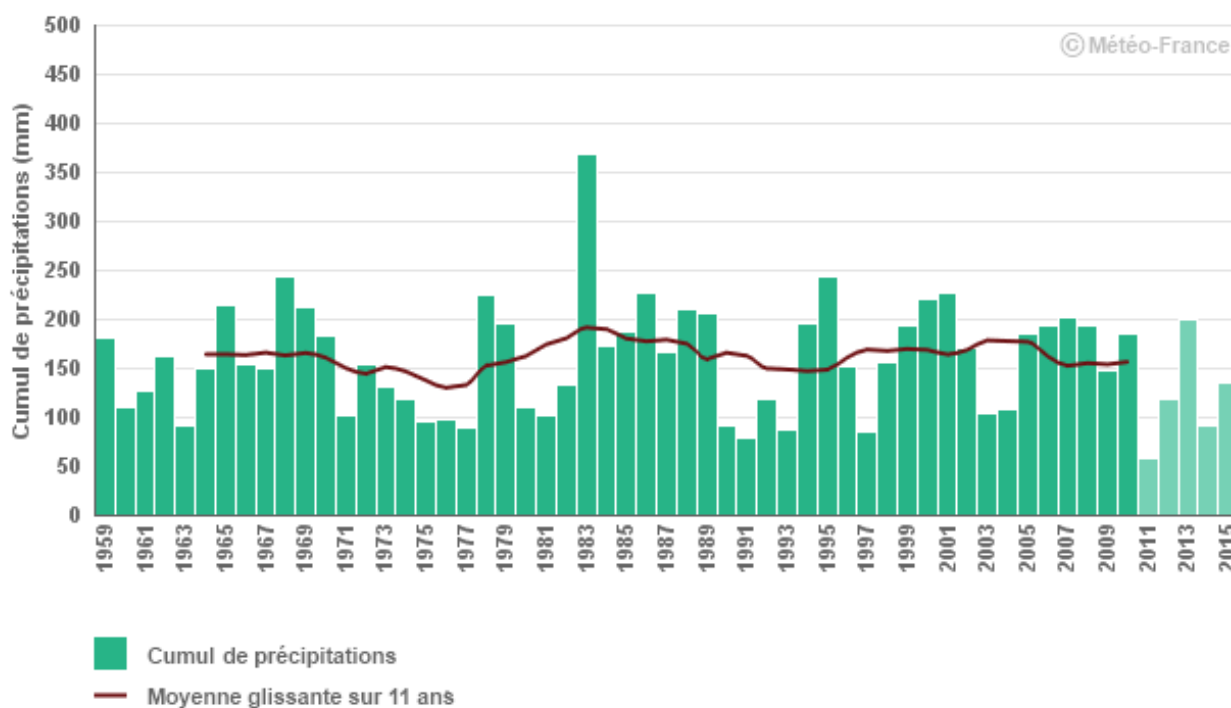


Cumul saisonnier de précipitations

Cumul printanier de précipitations
Nancy-Essey (54)

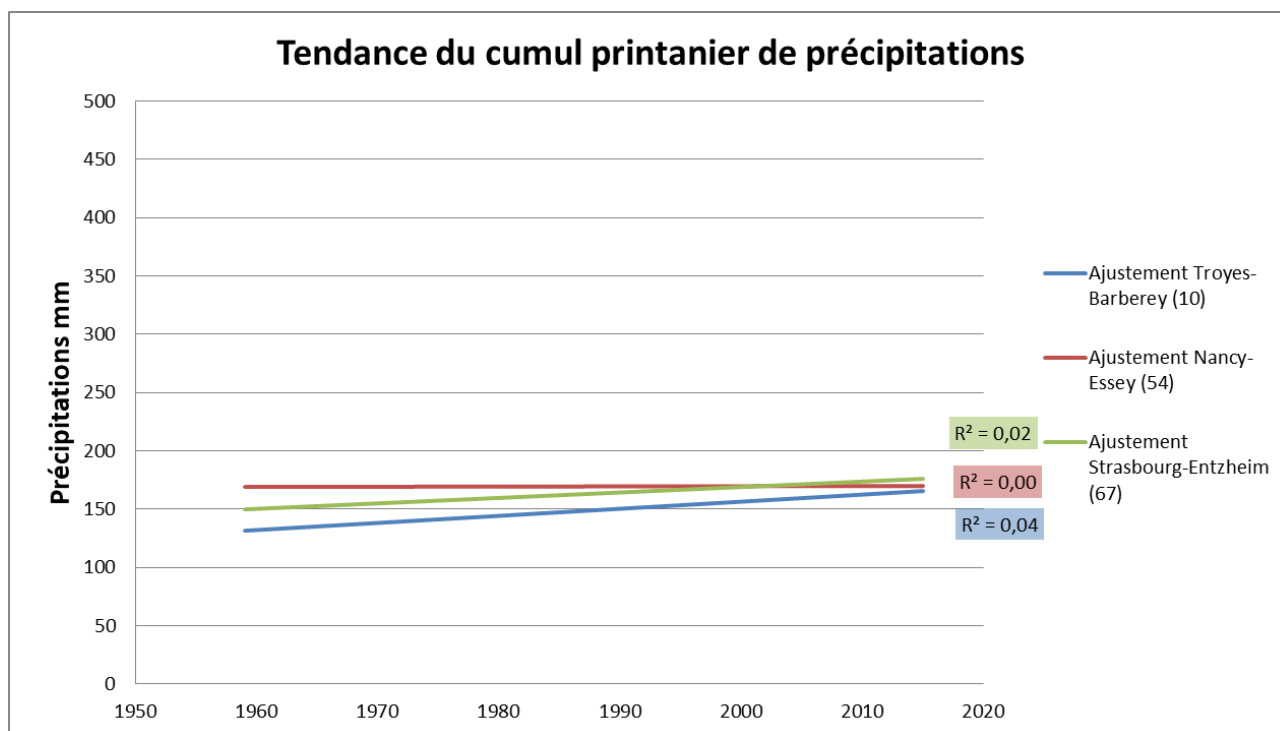


Cumul printanier de précipitations
Strasbourg-Entzheim (67)





Cumul saisonnier de précipitations



	Evolution des cumuls printaniers de précipitations (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R²)
Ham-sur-Meuse (08)	6,58 ± 4,36 mm/dec ^{ns}	0,02
Troyes-Barberey (10)	5,93 ± 4,22 mm/dec ^{ns}	0,00
Esternay (51)	4,00 ± 4,46 mm/dec ^{ns}	0,01
Langres (52)	0,62 ± 6,34 mm/dec ^{ns}	0,01
Nancy-Essey (54)	0,04 ± 5,47 mm/dec ^{ns}	0,02
Nancy-Ochey (54)	2,48 ± 6,13 mm/dec ^{ns}	0,04
Metz-Frescaty (Auguay) (57)	-1,60 ± 4,61 mm/dec ^{ns}	0,00
Strasbourg-Entzheim (67)	4,32 ± 4,8 mm/dec ^{ns}	0,00
Bâle-Mulhouse (68)	6,23 ± 6,03 mm/dec ^{ns}	0,00
Carspach (68)	-0,19 ± 6,79 mm/dec ^{ns}	0,00
Colmar-Meyenheim (68)	2,66 ± 4,95 mm/dec ^{ns}	0,02
Epinal (88)	3,87 ± 6,76 mm/dec ^{ns}	0,04

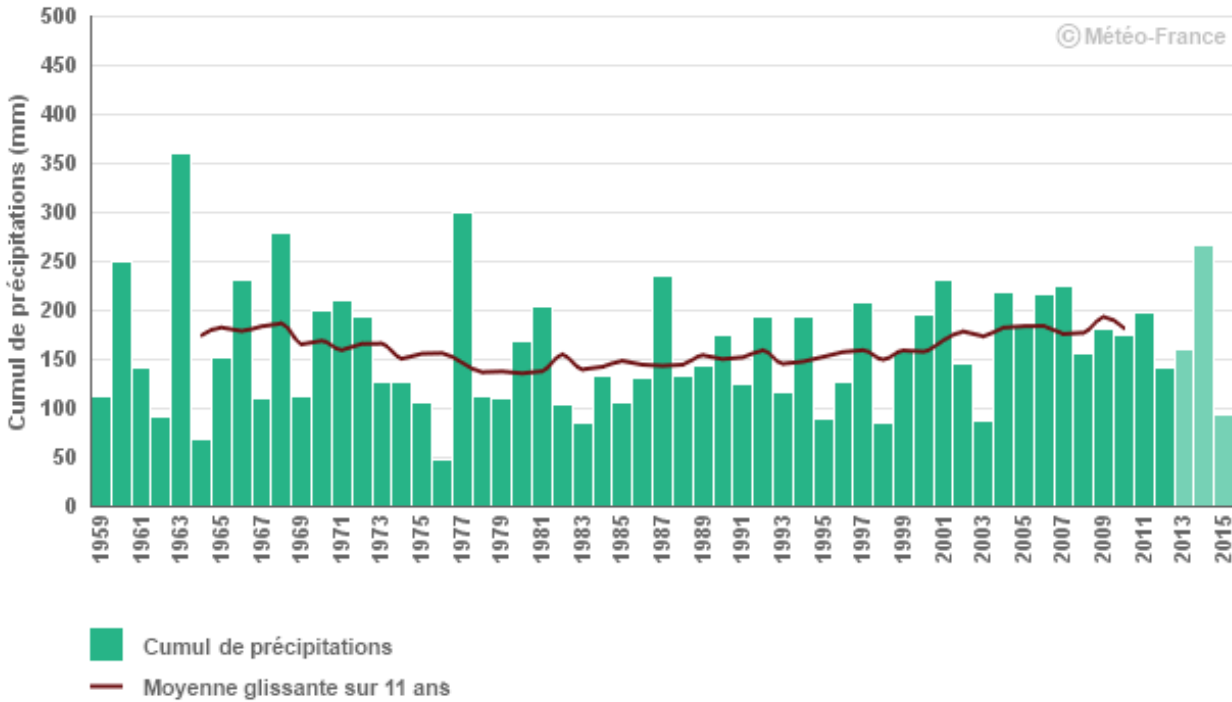
Note : ns= non significatif; *= significatif à P<0,05; **= significatif à P<0,01; ***= significatif à P<0,001



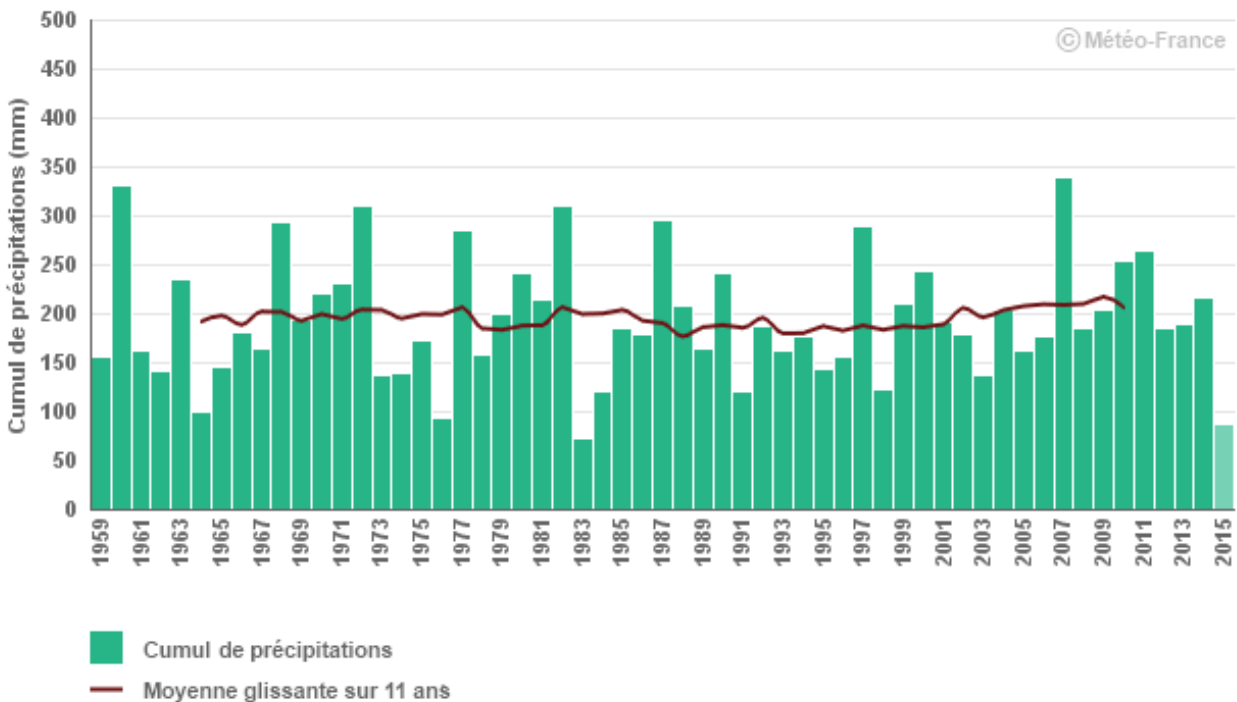
Cumul saisonnier de précipitations

Evolution observée en été : Juin à Juillet

Cumul estival de précipitations
Troyes-Barberey (10)



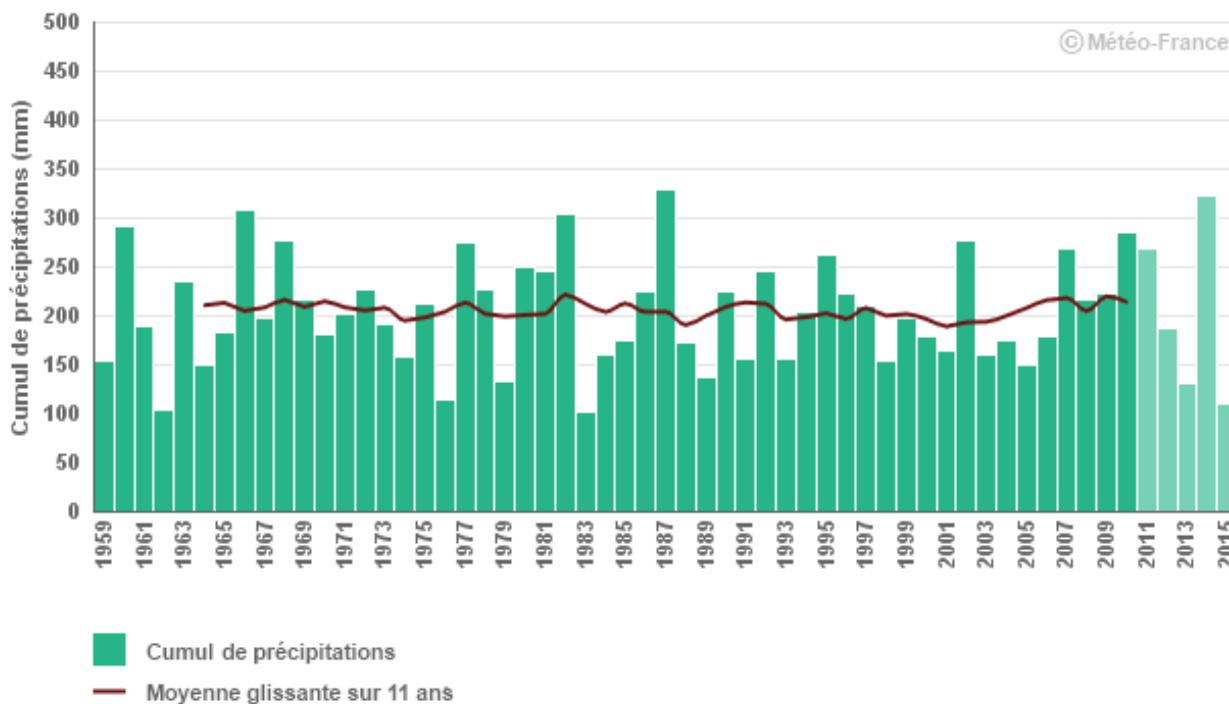
Cumul estival de précipitations
Nancy-Essey (54)



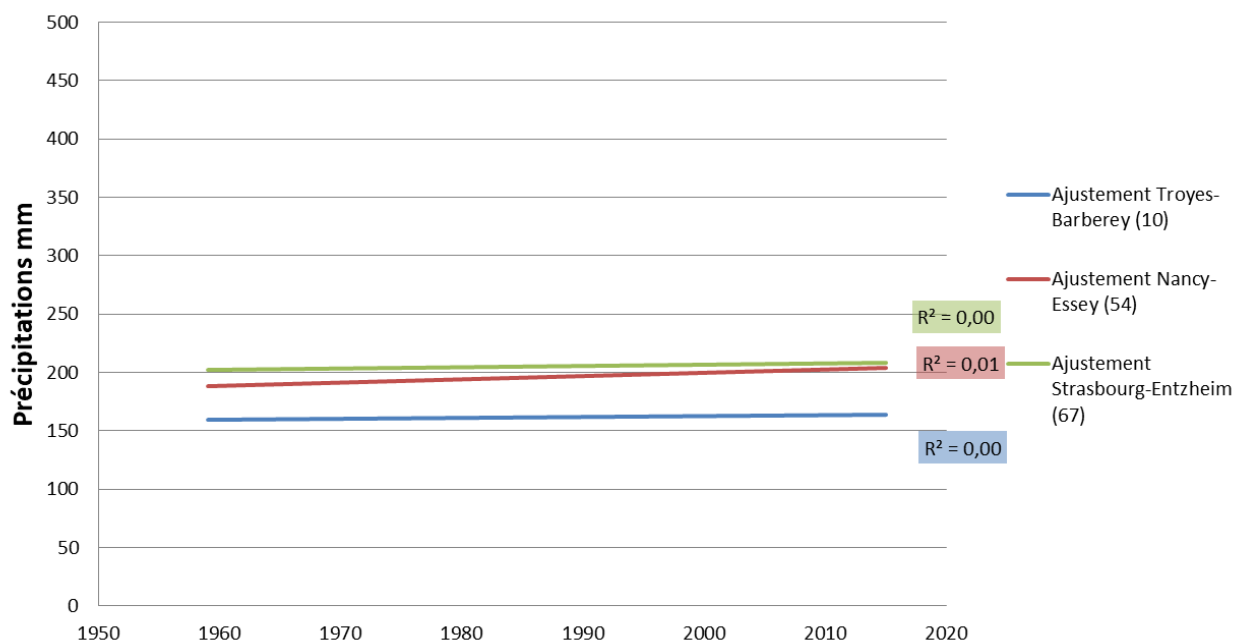


Cumul saisonnier de précipitations

Cumul estival de précipitations
Strasbourg-Entzheim (67)



Tendance du cumul estival de précipitations





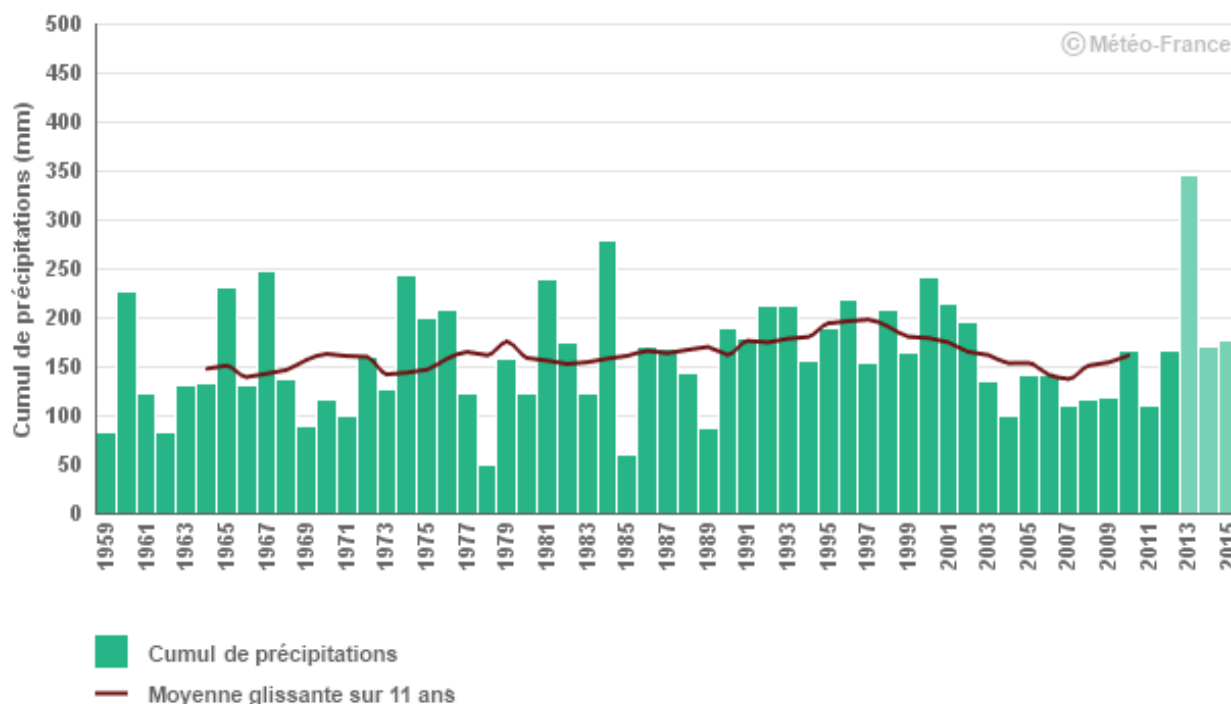
Cumul saisonnier de précipitations

	Evolution des cumuls estivaux de précipitations (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R ²)
Ham-sur-Meuse (08)	8,23 ± 4,58 mm/dec ^{ns}	0,01
Troyes-Barberey (10)	0,85 ± 5,25 mm/dec ^{ns}	0,01
Esternay (51)	6,04 ± 4,79 mm/dec ^{ns}	0,02
Langres (52)	6,79 ± 5,81 mm/dec ^{ns}	0,04
Nancy-Essey (54)	2,74 ± 5,05 mm/dec ^{ns}	0,03
Nancy-Ochey (54)	7,41 ± 5,39 mm/dec ^{ns}	0,06
Metz-Frescaty (Augny) (57)	2,89 ± 4,66 mm/dec ^{ns}	0,03
Strasbourg-Entzheim (67)	1,01 ± 4,7 mm/dec ^{ns}	0,01
Bâle-Mulhouse (68)	3,55 ± 5,2 mm/dec ^{ns}	0,01
Carspach (68)	4,46 ± 5,65 mm/dec ^{ns}	0,03
Colmar-Meyenheim (68)	4,89 ± 4,55 mm/dec ^{ns}	0,00
Epinal (88)	8,67 ± 5,98 mm/dec ^{ns}	0,00

Note : ns= non significatif; *= significatif à P<0,05; **= significatif à P<0,01; ***= significatif à P<0,001

Evolution observée en Automne : de Septembre à Novembre

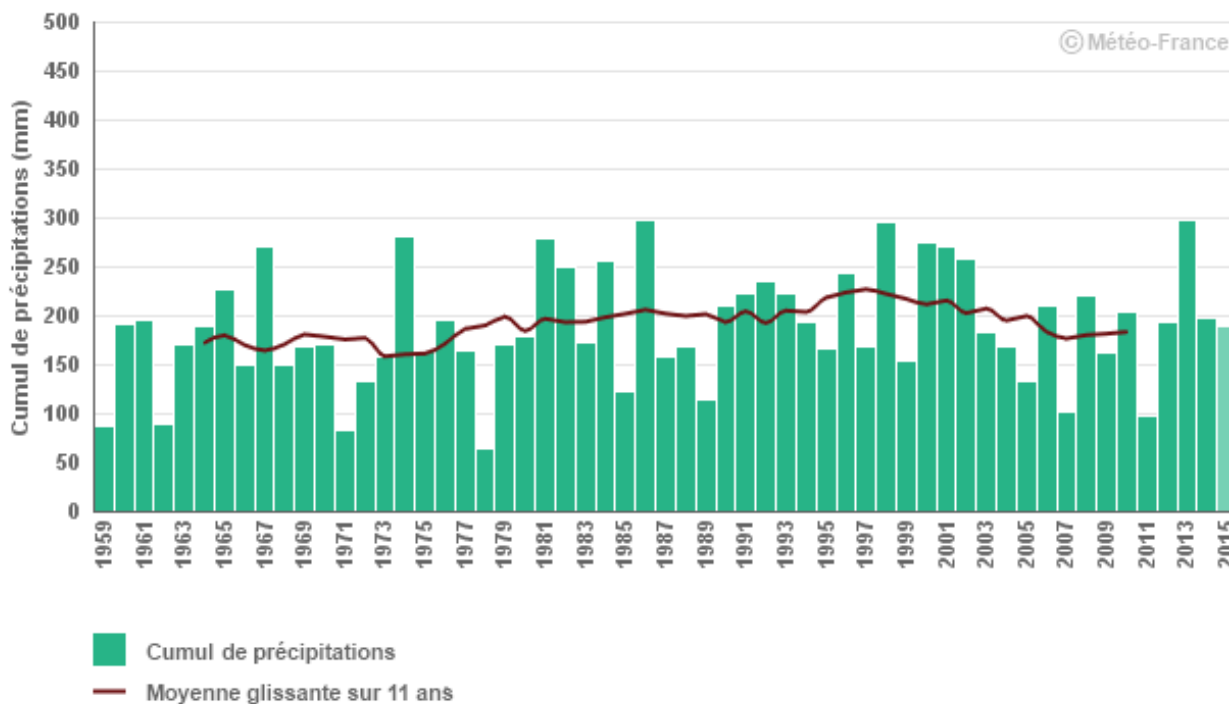
Cumul automnal de précipitations
Troyes-Barberey (10)



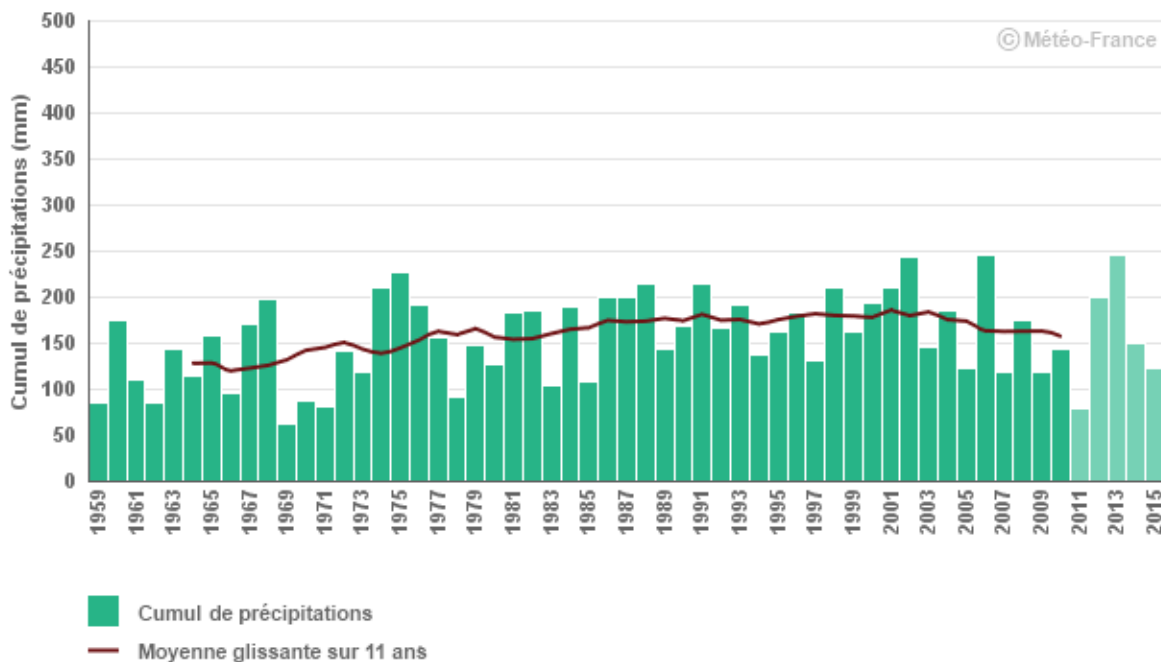


Cumul saisonnier de précipitations

Cumul automnal de précipitations
Nancy-Essey (54)

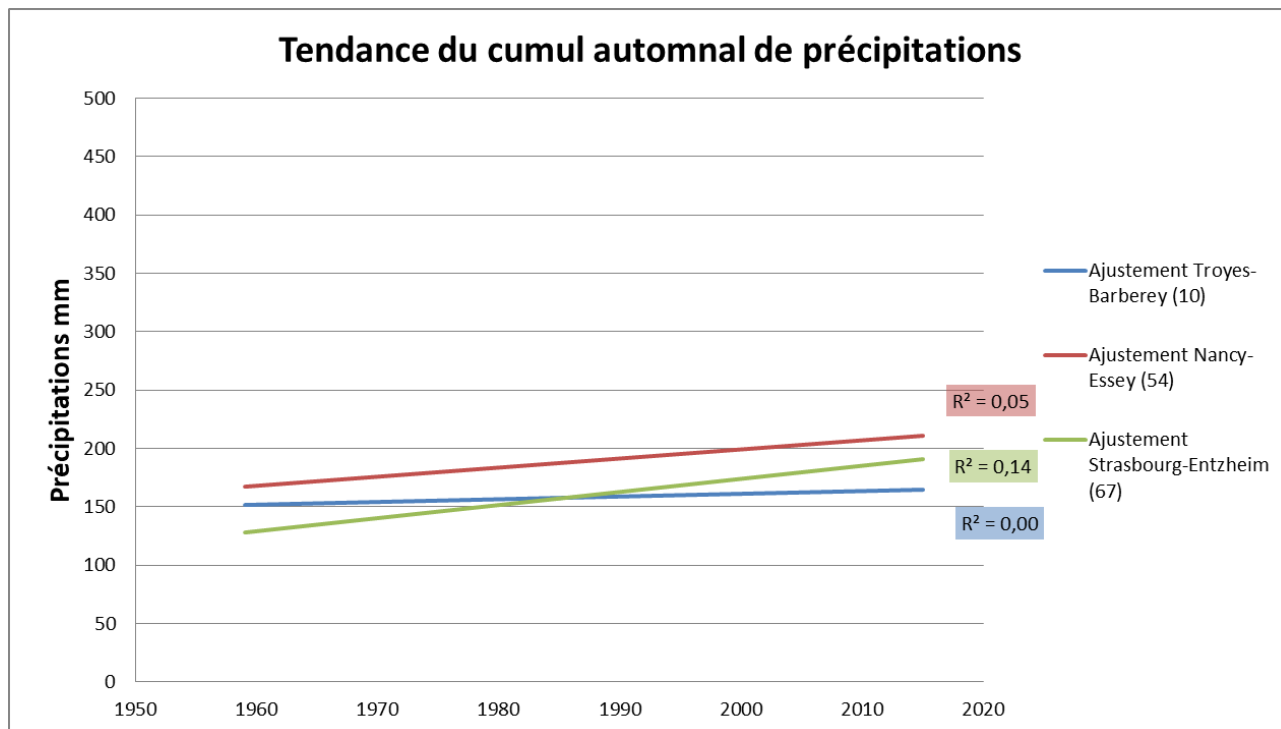


Cumul automnal de précipitations
Strasbourg-Entzheim (67)





Cumul saisonnier de précipitations



	Evolution des cumuls automnaux de précipitations (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R^2)
Ham-sur-Meuse (08)	$-1,37 \pm 5,01$ mm/dec ^{ns}	0,11
Troyes-Barbère (10)	$2,14 \pm 4,45$ mm/dec ^{ns}	0,07
Esternay (51)	$2,11 \pm 5,56$ mm/dec ^{ns}	0,14
Langres (52)	$3,54 \pm 6,12$ mm/dec ^{ns}	0,08
Nancy-Essey (54)	$7,71 \pm 4,76$ mm/dec ^{ns}	0,00
Nancy-Ochey (54)	$6,32 \pm 5,18$ mm/dec ^{ns}	0,00
Metz-Frescaty (Augny) (57)	$7,70 \pm 4,77$ mm/dec ^{ns}	0,01
Strasbourg-Entzheim (67)	$10,37 \pm 3,65$ mm/dec**	0,05
Bâle-Mulhouse (68)	$11,55 \pm 4,59$ mm/dec*	0,05
Carspach (68)	$12,77 \pm 6,31$ mm/dec ^{ns}	0,03
Colmar-Meyenheim (68)	$10,32 \pm 3,62$ mm/dec**	0,14
Epinal (88)	$13,65 \pm 6,41$ mm/dec*	0,00

Note : ns= non significatif; *= significatif à $P < 0,05$; **= significatif à $P < 0,01$; ***= significatif à $P < 0,001$



Cumul saisonnier de précipitations

Analyse

Sur la période 1959-2010 on relève très peu de tendances significatives sur les cumuls saisonniers de précipitation :

- En hiver, aucune station ne montre de tendance linéaire significative.
- En automne, 3 stations d'Alsace (67-68) et celle des Vosges (88) montrent une tendance significative à la hausse entre + 10 et + 14 mm par décennie.
- Pour le printemps et l'été, aucune tendance linéaire significative ne se dessine quelle que soit la station considérée. Cependant, une méthode statistique alternative (cf. statistiques, traitement des séries chronologiques) met en évidence une légère tendance à la hausse sur la pluviométrie estivale de Ham Sur Meuse (08).

Les cumuls saisonniers offrent une plus grande précision que les cumuls annuels, mais ne sauraient rendre compte de toutes les évolutions possibles des régimes de précipitations (extrêmes, fréquences, etc).

Ces résultats restent cohérents avec les observations à plus large échelle en France métropolitaine, où il ne se dégage pas de tendance forte contrairement aux indicateurs de température.

A RETENIR

L'évolution tendancielle des précipitations saisonnières conforte les observations de cumuls annuels. Il n'y a pas de mise en évidence d'évolution marquée de cet indicateur.

Les quelques tendances mises en évidence restent relativement faibles au regard des variations interannuelles



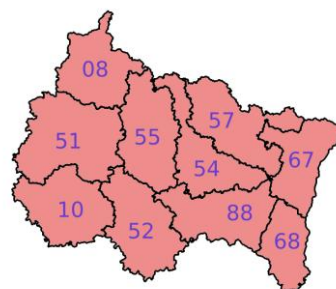
Cumul annuel d'évapotranspiration potentielle (ETP)

Nature et source des données

Chaîne de calcul SIM (Cf. lexique simplifié). Indicateur spatialisé rapporté au territoire de chaque département. Données fournies par Météo-France.

Indicateur

Ardennes (08) :	1959 - 2015
Aube (10) :	1959 - 2015
Marne (51) :	1959 - 2015
Haute-Marne (52) :	1959 - 2015
Meurthe-et-Moselle (54) :	1959 - 2015
Meuse (55) :	1959 - 2015
Moselle (57) :	1959 - 2015
Bas-Rhin (67) :	1959 - 2015
Haut-Rhin (68) :	1959 - 2015
Vosges (88) :	1959 - 2015



Calcul de l'indicateur

Rappel : l'**évapotranspiration potentielle (ETP)** est la quantité d'eau évaporée par le sol et transpirée par une culture de référence dans des conditions climatiques données et lorsque la disponibilité en eau n'est pas limitante.

Au moyen de la chaîne de modélisation SIM, les bilans d'eau et d'énergie au niveau du sol sont calculés jour par jour en chaque point d'une grille de 8 km de côté couvrant le territoire régional. Ceci fournit les évapotranspirations potentielles journalières en chacun de ces points.

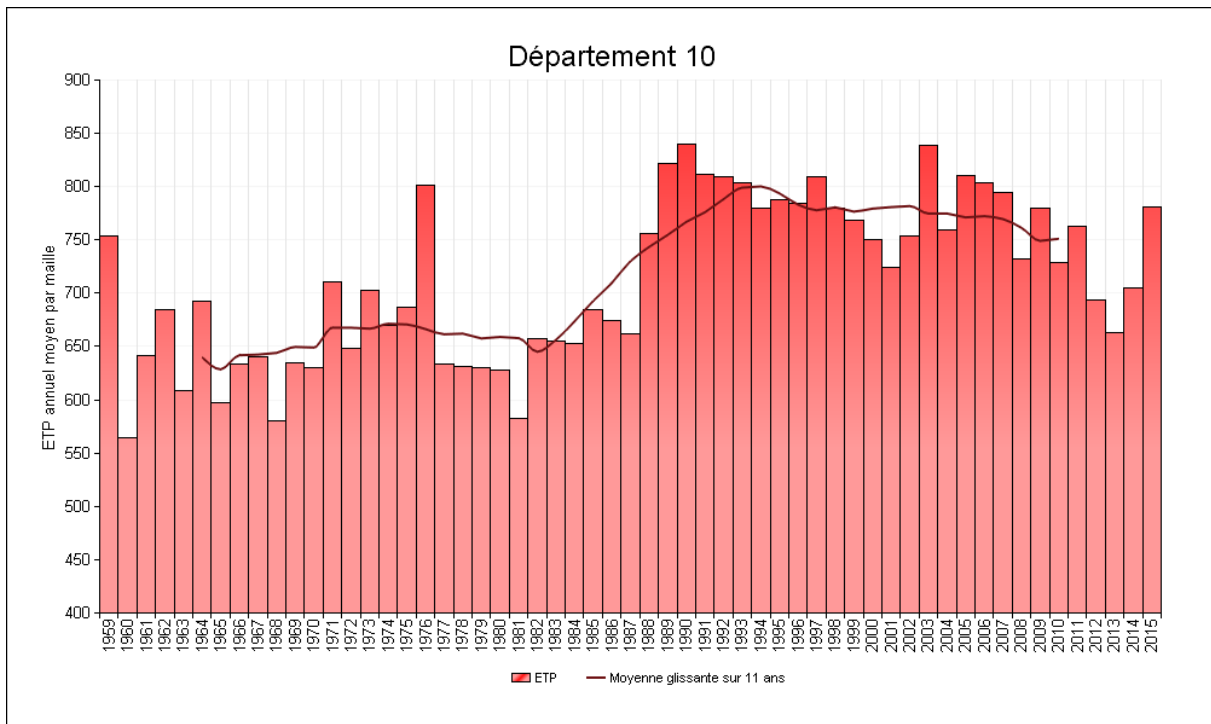
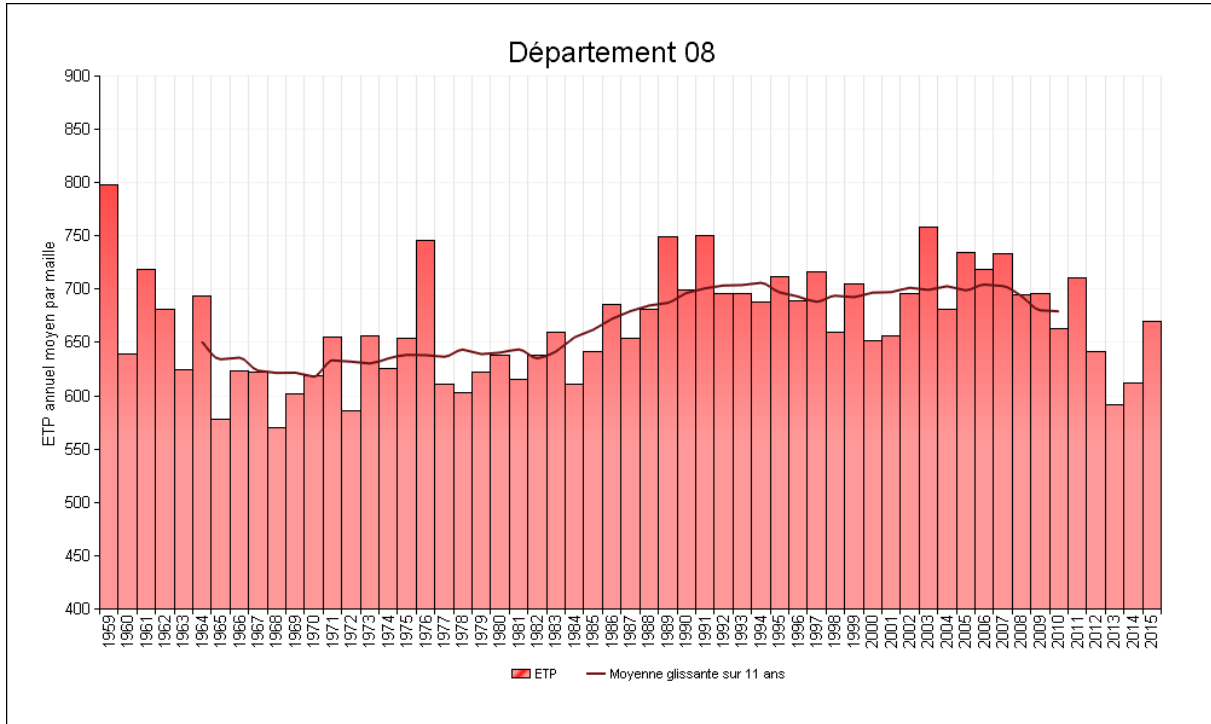
Ensuite, l'évapotranspiration potentielle en chacun de ces points est cumulée sur l'année : on obtient l'évapotranspiration potentielle annuelle par point.

En dernier lieu, dans chaque département, la moyenne des évapotranspirations potentielles annuelles de tous les points du département est calculée pour délivrer l'évapotranspiration potentielle annuelle départementale. Pour finir, cette opération est répétée pour chaque année de 1959 à 2015.

Évolution observée

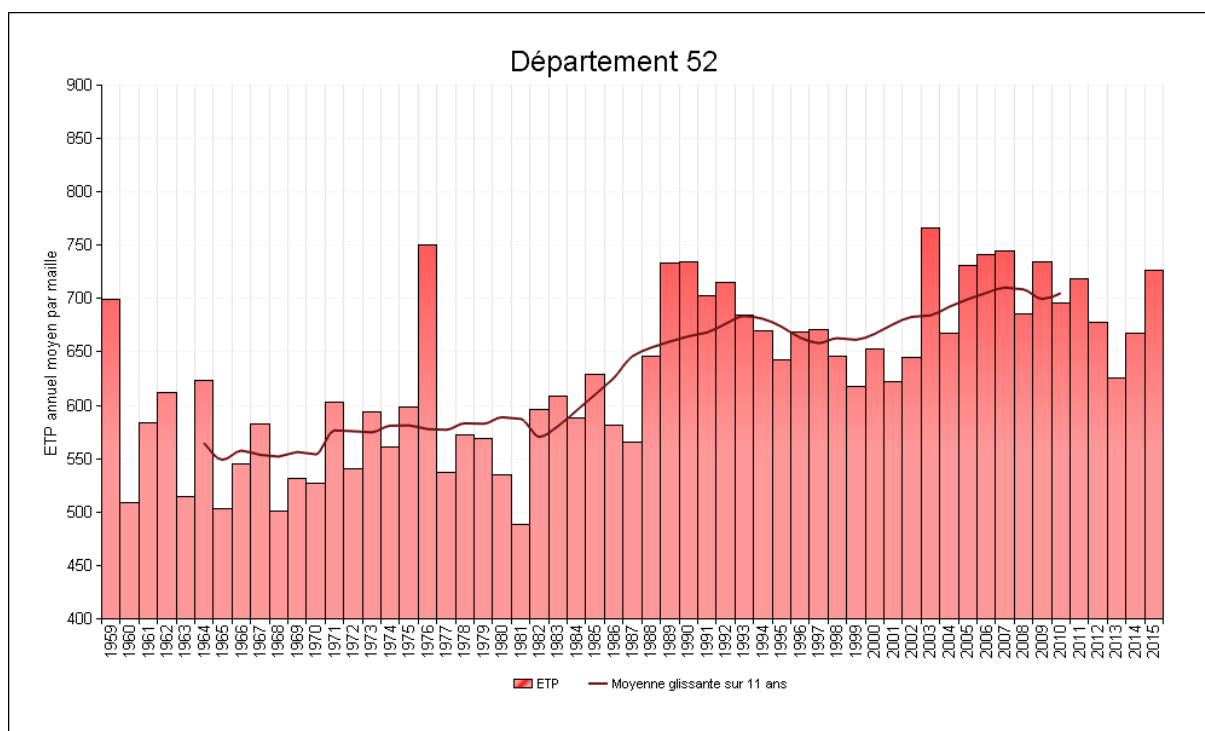
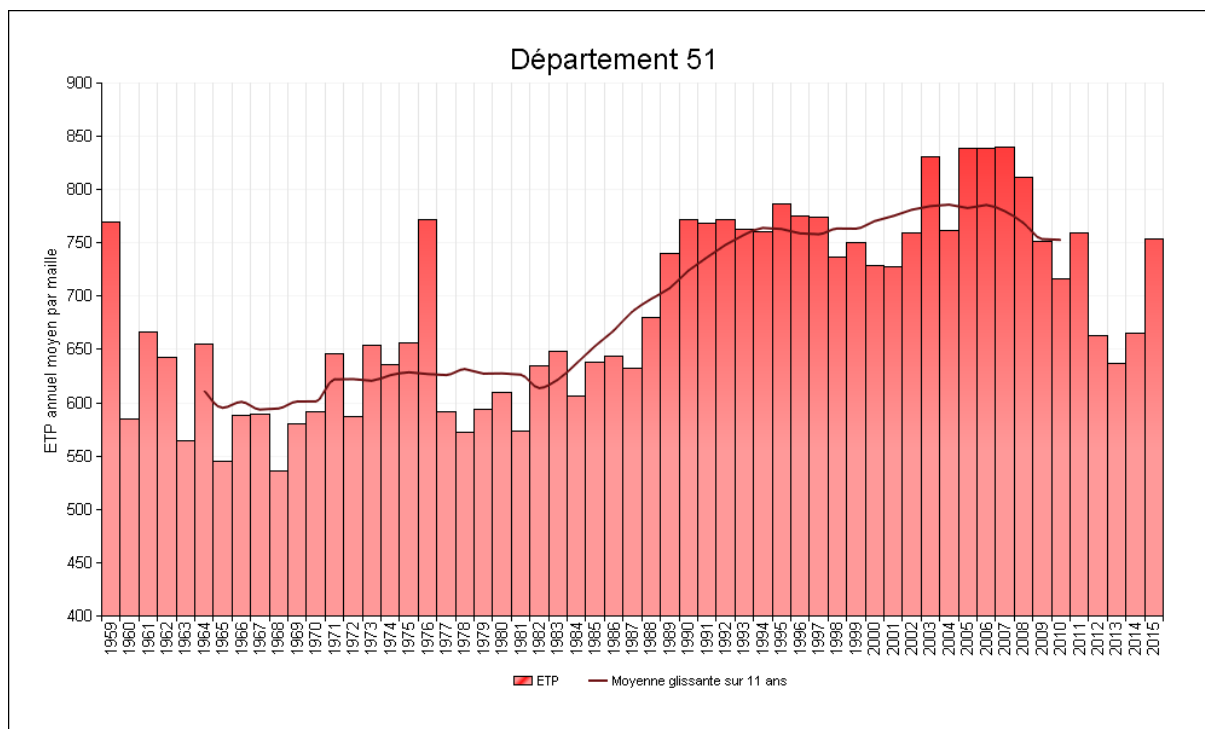


Cumul annuel d'évapotranspiration potentielle (ETP)



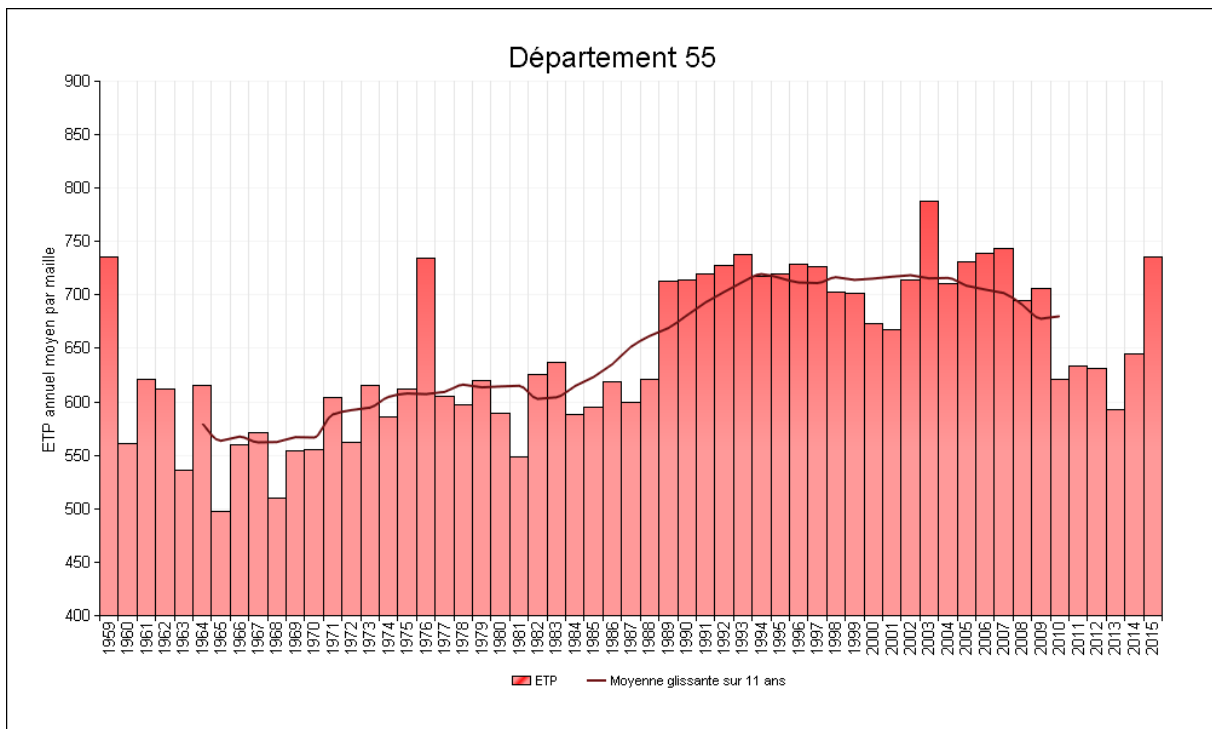
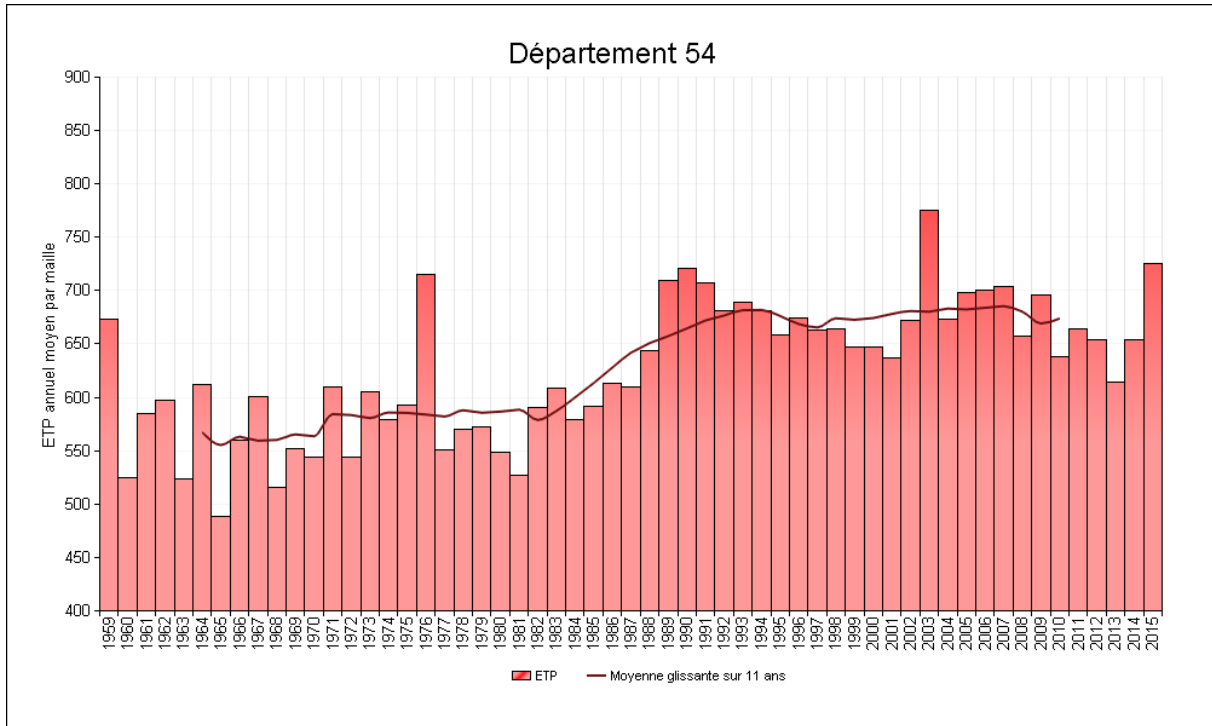


Cumul annuel d'évapotranspiration potentielle (ETP)



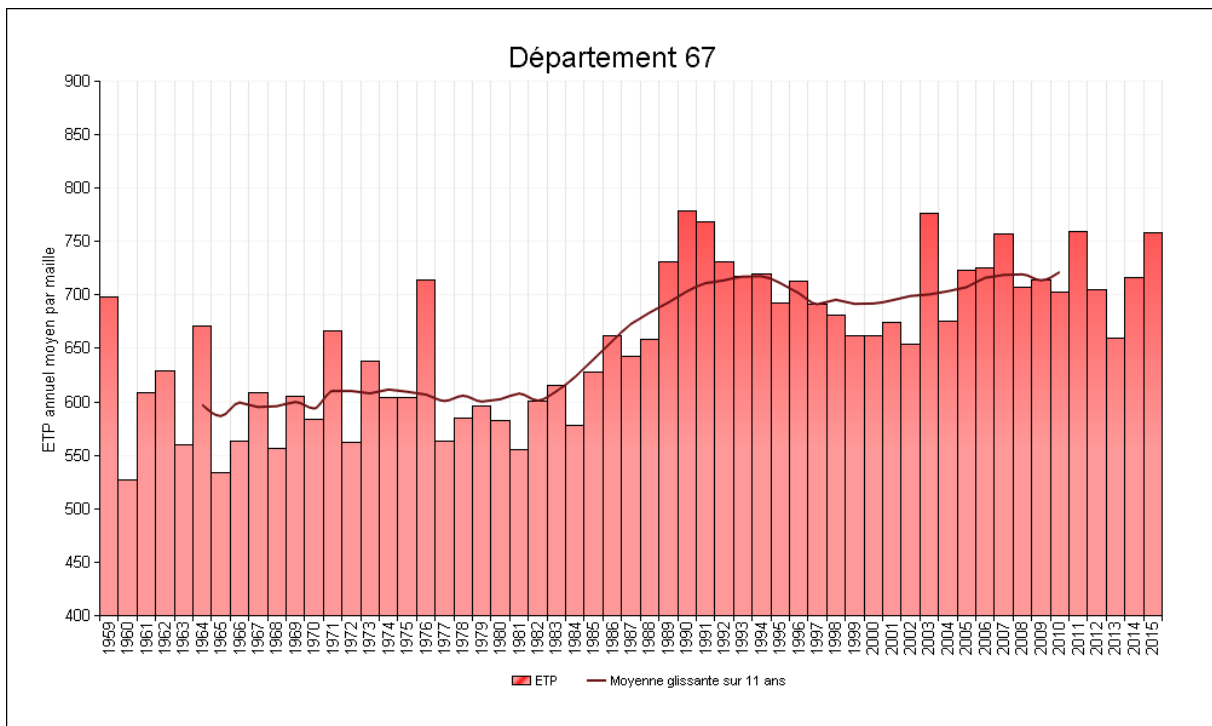
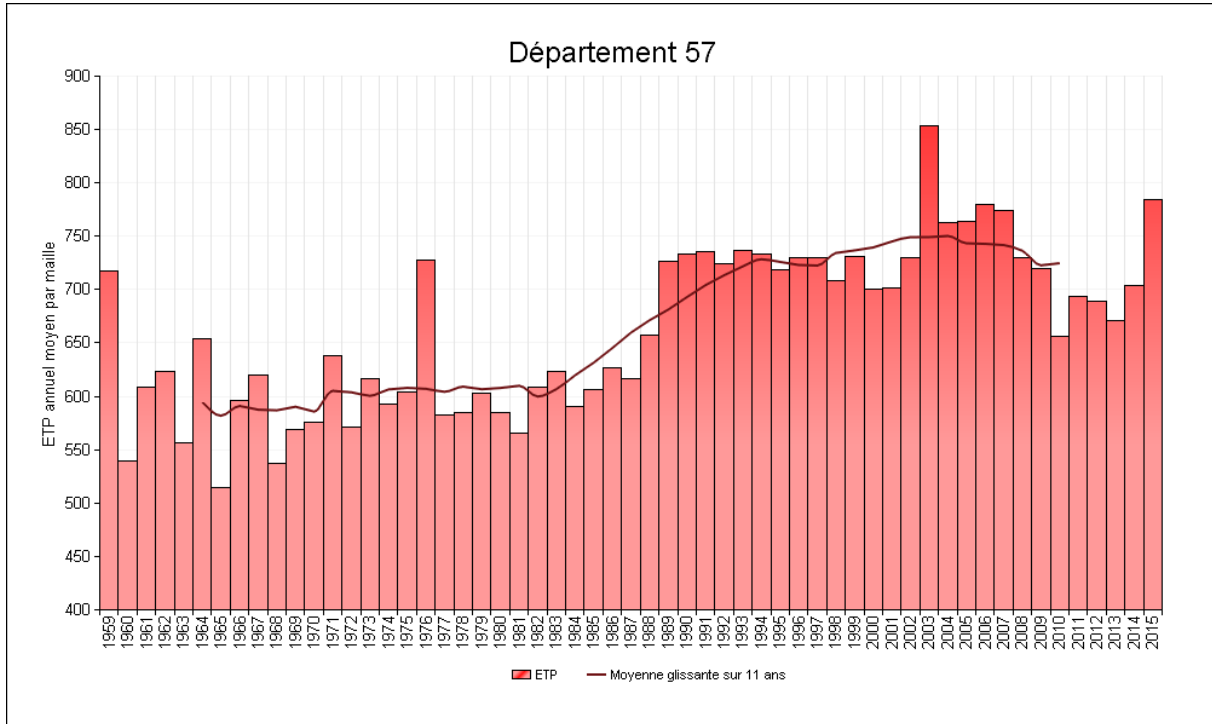


Cumul annuel d'évapotranspiration potentielle (ETP)



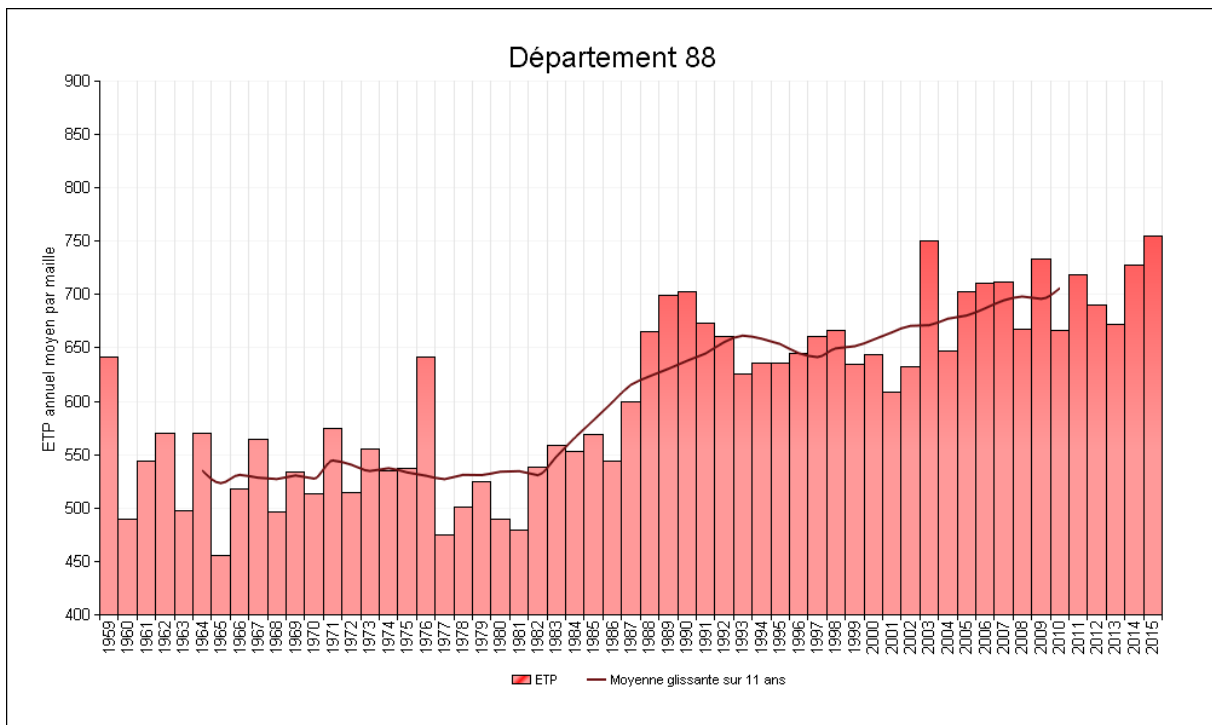
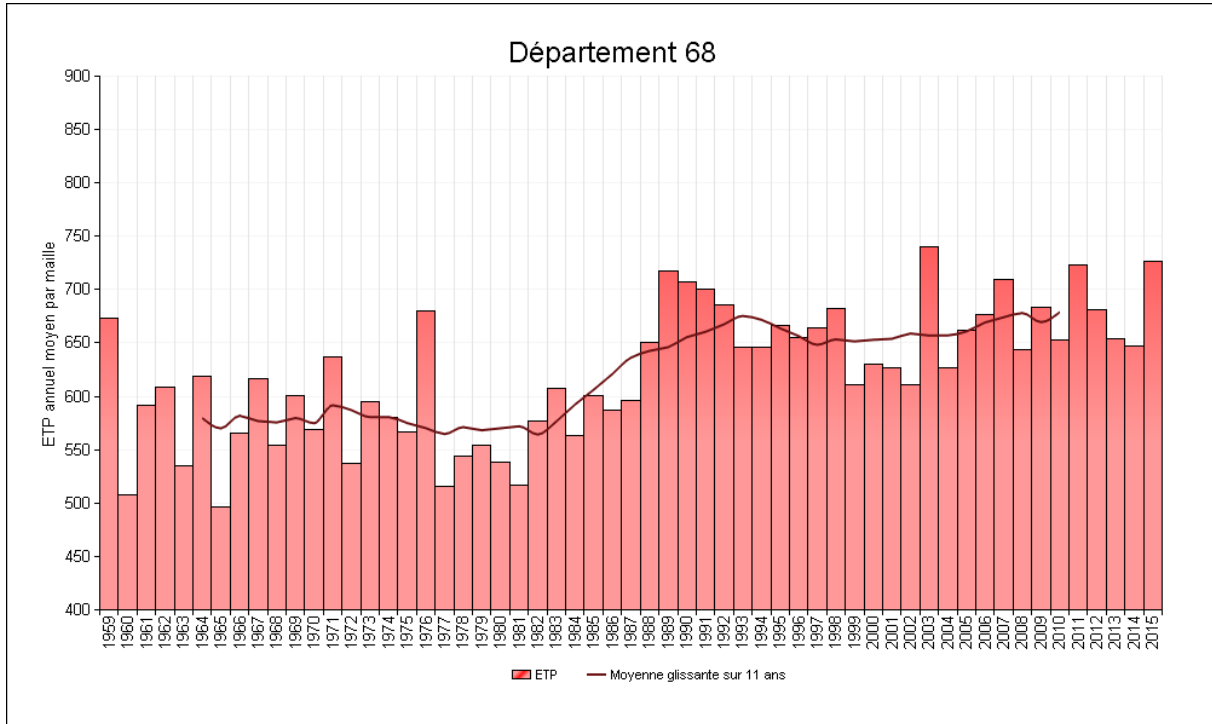


Cumul annuel d'évapotranspiration potentielle (ETP)



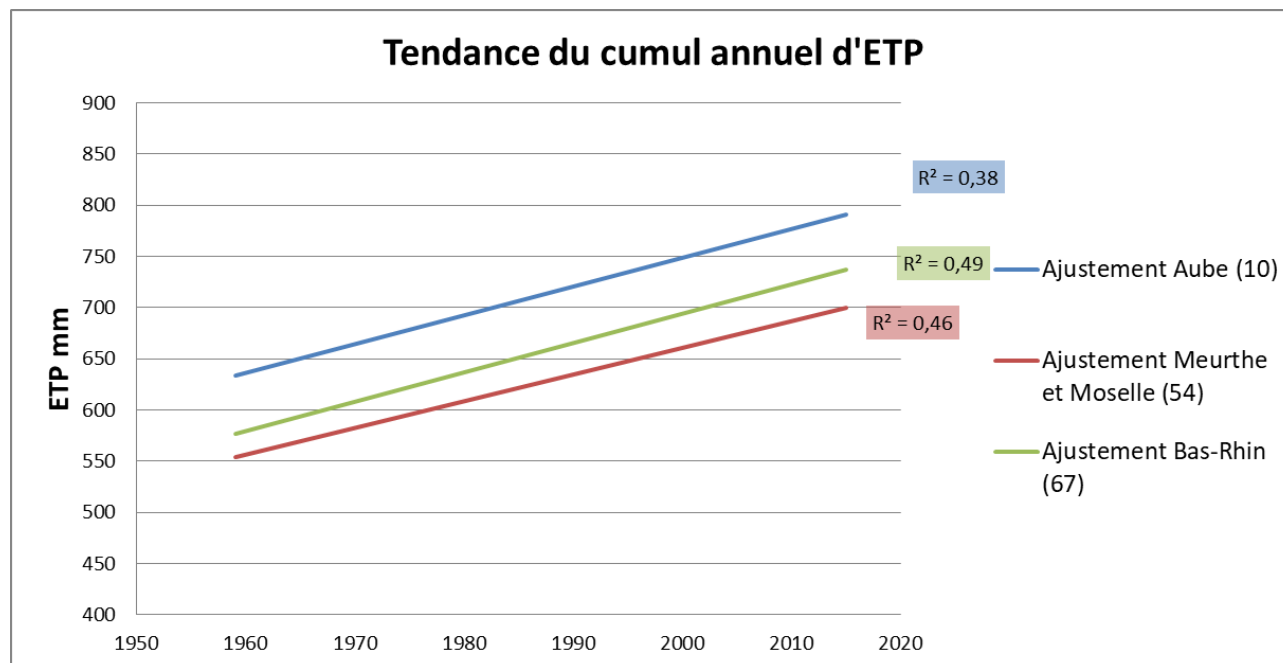


Cumul annuel d'évapotranspiration potentielle (ETP)





Cumul annuel d'évapotranspiration potentielle (ETP)



	Evolution du cumul annuel d'ETP (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R ²)
Ardennes (08)	8,52 ± 3,92 mm/dec*	0,08
Aube (10)	28,20 ± 4,83 mm/dec***	0,38
Marne (51)	34,33 ± 5,24 mm/dec***	0,44
Haute-Marne (52)	30,88 ± 4,53 mm/dec***	0,46
Meurthe-et-Moselle (54)	26,14 ± 3,8 mm/dec***	0,46
Meuse (55)	25,96 ± 4,59 mm/dec***	0,37
Moselle (57)	33,60 ± 4,28 mm/dec***	0,53
Bas-Rhin (67)	28,76 ± 3,96 mm/dec***	0,49
Haut-Rhin (68)	23,95 ± 3,8 mm/dec***	0,42
Vosges (88)	39,65 ± 3,95 mm/dec***	0,65

Note : ns= non significatif; *= significatif à $P < 0,05$; **= significatif à $P < 0,01$; ***= significatif à $P < 0,001$

Analyse

Les évolutions tendanciennes correspondant aux ajustements linéaires varient entre :

- + 9 mm par décennie pour les Ardennes (soit + 48 mm en 55 ans)
- + 40 mm par décennie pour les Vosges (soit + 220 mm en 55 ans)



Cumul annuel d'évapotranspiration potentielle (ETP)

La comparaison des départements entre eux est à manier avec précaution compte tenu des hypothèses (sols notamment) propres à la chaîne de calcul SIM. Cependant, le département des Ardennes se détache assez nettement des 9 autres par la moindre augmentation de l'ETP et une tendance moins significative.

On notera ici que la recherche d'une tendance linéaire semble un peu délicate au regard des profils graphiques.

Dans les 10 départements de la région, la moyenne glissante semble mettre en évidence un accroissement plus marqué de l'évapotranspiration au milieu de la période considérée.

L'augmentation des évapotranspirations potentielles départementales mise ici en évidence, au seul pas de temps annuel, ne nous renseigne pas sur la répartition au sein de l'année de cette augmentation. Pour cela, une étude par saison et/ou par mois reste à effectuer.

À précipitations inchangées, cet accroissement de l'évapotranspiration potentielle doit être compris comme un durcissement des conditions hydriques pour la végétation (naturelle ou cultivée) par augmentation de la « demande » atmosphérique en eau. Ceci posé, la caractérisation de l'état hydrique des cultures sur cette période d'étude nécessite le calcul de l'évapotranspiration réelle des plantes durant les cycles culturaux. Un tel calcul, qui nécessite un paramétrage fin (durée des cycles, coefficients culturaux, réserve utile des sols), constitue un prolongement possible de la présente fiche.

A RETENIR

Au cours des 50 dernières années, l'évapotranspiration potentielle annuelle a augmenté dans tous les départements de la région Grand Est (entre +40 et +220 mm).

L'augmentation de l'évapotranspiration potentielle annuelle est marquée dans les années 80, ce qui est concomitant avec l'augmentation plus rapide de la température.

Cet accroissement de l'évapotranspiration potentielle annuelle traduit un durcissement des conditions hydriques pour les plantes compte tenu de la modeste progression des cumuls annuels des précipitations sur la même période.



Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)

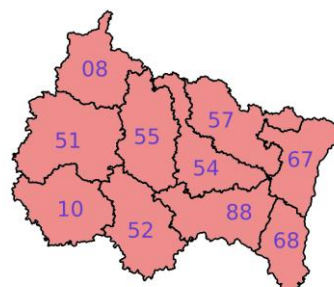
🔑 Nature et source des données

Chaîne de calcul SIM (Cf. lexique simplifié). Indicateur spatialisé rapporté au territoire de chaque département. Données fournies par Météo-France.

🕒 Indicateur

Le présent document ne permet pas de présenter de façon exhaustive les données (4 saisons par département) de chacun des 10 départements au risque d'un alourdissement excessif. Les données de l'Aube, de la Meurthe-et-Moselle et du Bas-Rhin sont les seules présentées graphiquement mais l'analyse de tendance qui suit est faite sur les résultats obtenus sur l'ensemble des départements.

Ardennes (08) :	1959-2015
Aube (10) :	1959-2015
Marne (51) :	1959-2015
Haute-Marne (52) :	1959-2015
Meurthe-et-Moselle (54) :	1959-2015
Meuse (55) :	1959-2015
Moselle (57) :	1959-2015
Bas-Rhin (67) :	1959-2015
Haut-Rhin (68) :	1959-2015
Vosges (88) :	1959-2015



📊 Calcul de l'indicateur

Rappel : l'évapotranspiration potentielle (ETP) est la quantité d'eau évaporée par le sol et transpirée par une culture de référence dans des conditions climatiques données et lorsque la disponibilité en eau n'est pas limitante.

Au moyen de la chaîne de modélisation SIM, les bilans d'eau et d'énergie au niveau du sol sont calculés jour par jour en chaque point d'une grille de 8 km de côté couvrant le territoire régional. Ceci fournit les évapotranspirations potentielles journalières en chacun de ces points.

L'évapotranspiration potentielle en chacun de ces points est ensuite cumulée par trimestre correspondant aux saisons des climatologues :

- Hiver : Décembre - Janvier - Février
- Printemps : Mars - Avril - Mai
- Été : Juin - Juillet - Août
- Automne : Septembre - Octobre - Novembre

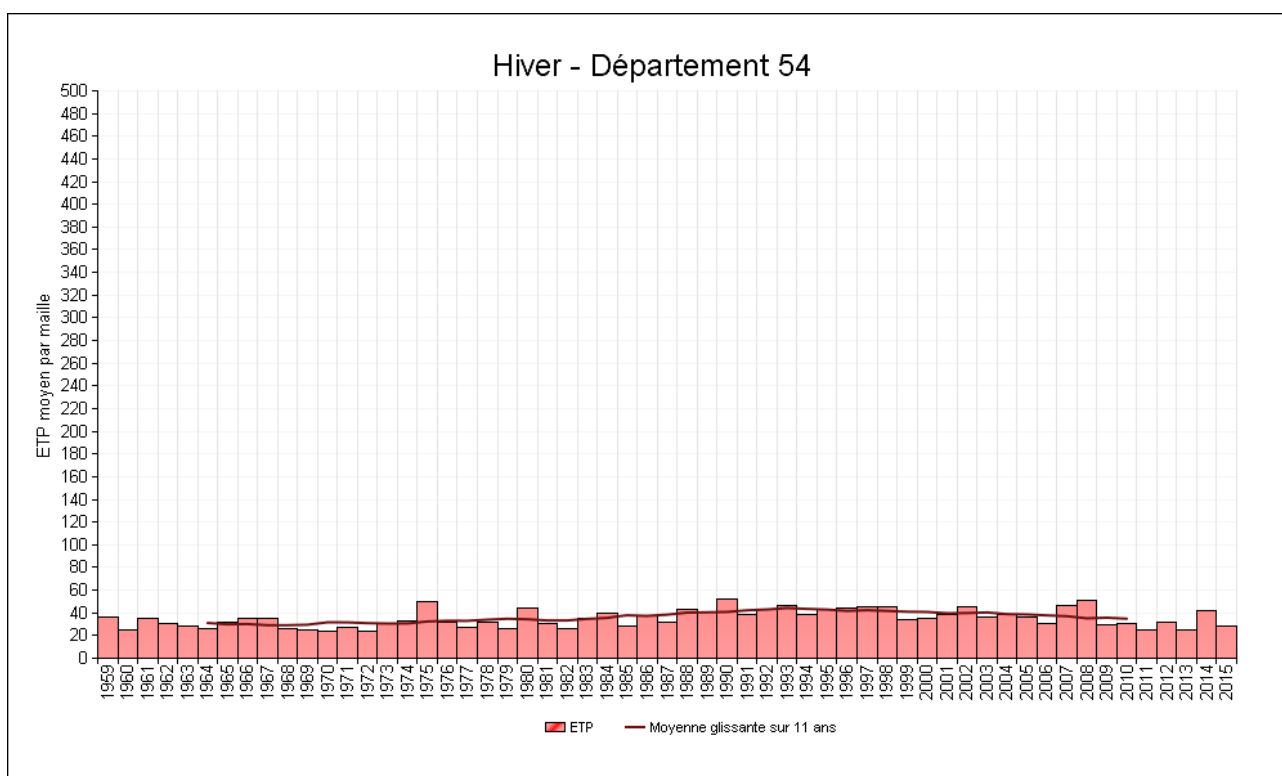
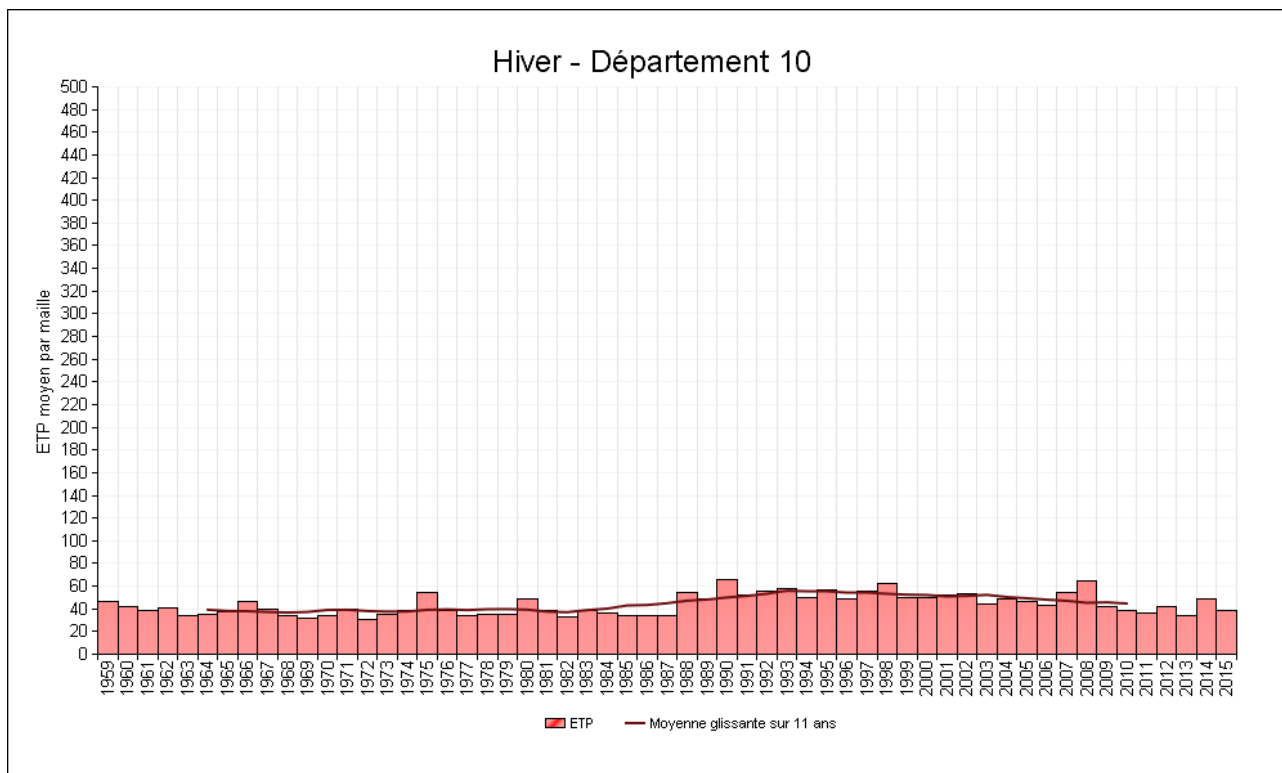
On obtient ainsi l'évapotranspiration potentielle trimestrielle (saisonnière) par point.

En dernier lieu, dans chaque département la moyenne des évapotranspirations potentielles annuelles de tous les points du département est calculée pour délivrer l'évapotranspiration potentielle saisonnière départementale. Pour finir, cette opération est répétée pour chaque de 1959 à 2015.



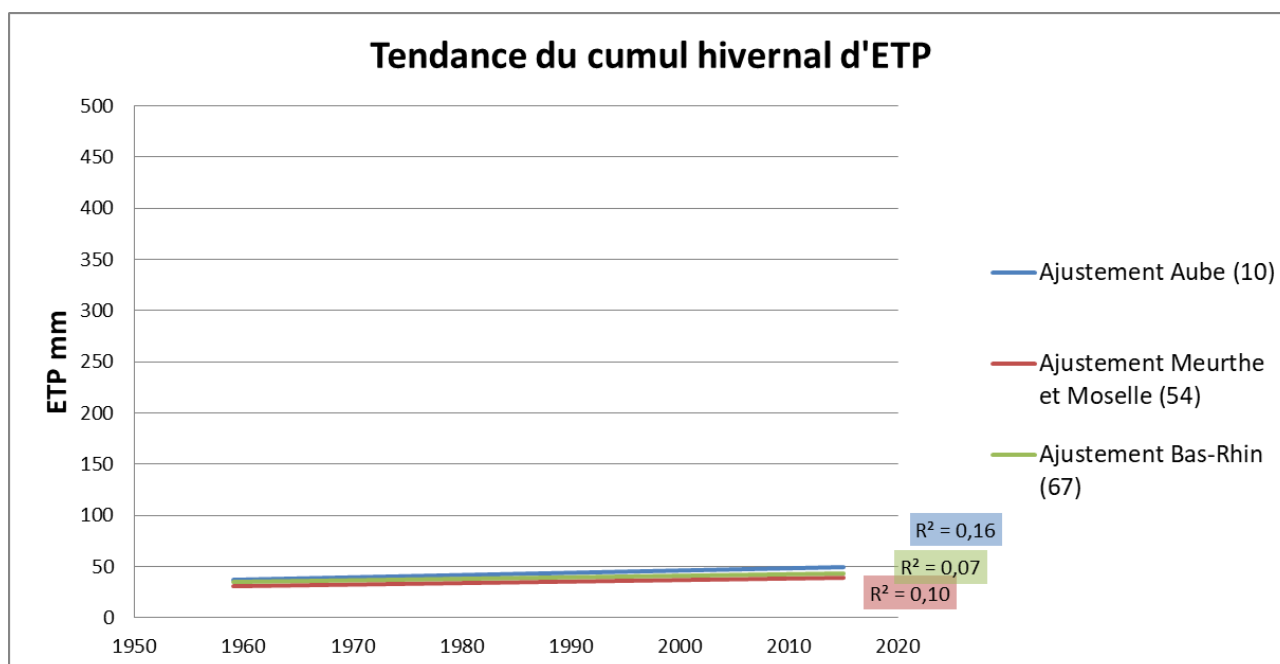
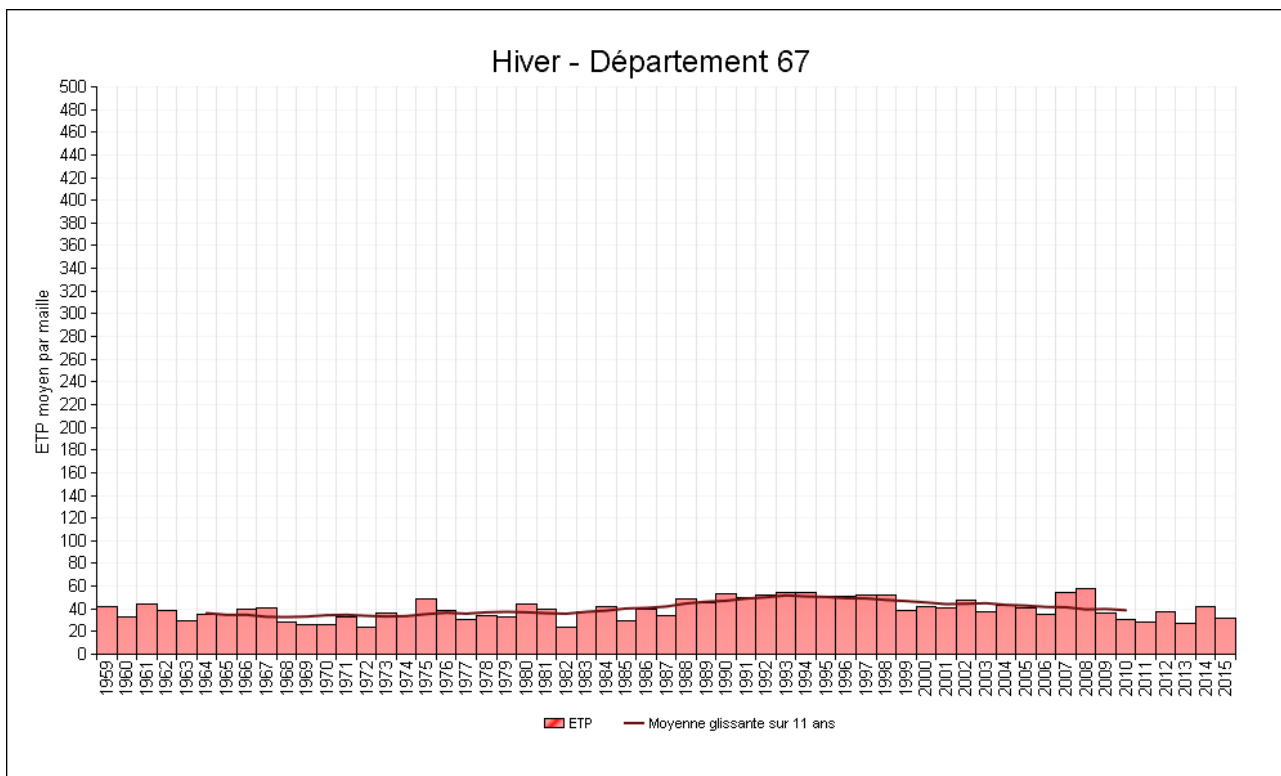
Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)

Evolution observée en hiver : de Décembre à Février





Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)



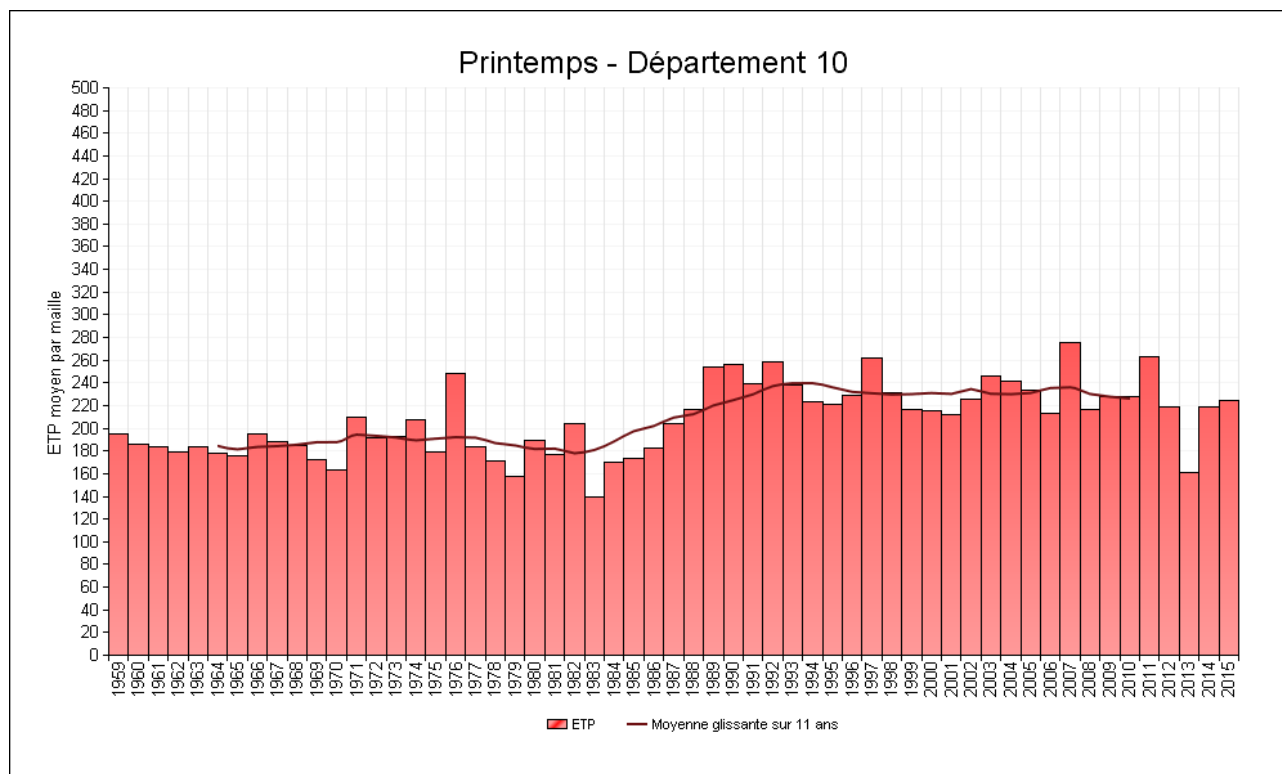


Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)

	Evolution du cumul hivernal (décembre à février) d'ETP (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R ²)
Ardennes (08)	-0,11 ± 0,59 mm/dec ^{ns}	0,00
Aube (10)	2,18 ± 0,68 mm/dec ^{**}	0,16
Marne (51)	1,20 ± 0,7 mm/dec ^{ns}	0,05
Haute-Marne (52)	0,89 ± 0,64 mm/dec ^{ns}	0,03
Meurthe-et-Moselle (54)	1,47 ± 0,59 mm/dec [*]	0,10
Meuse (55)	1,22 ± 0,65 mm/dec ^{ns}	0,06
Moselle (57)	1,32 ± 0,64 mm/dec [*]	0,07
Bas-Rhin (67)	1,44 ± 0,69 mm/dec ^{ns}	0,07
Haut-Rhin (68)	2,03 ± 0,62 mm/dec ^{**}	0,16
Vosges (88)	3,33 ± 0,6 mm/dec ^{***}	0,36

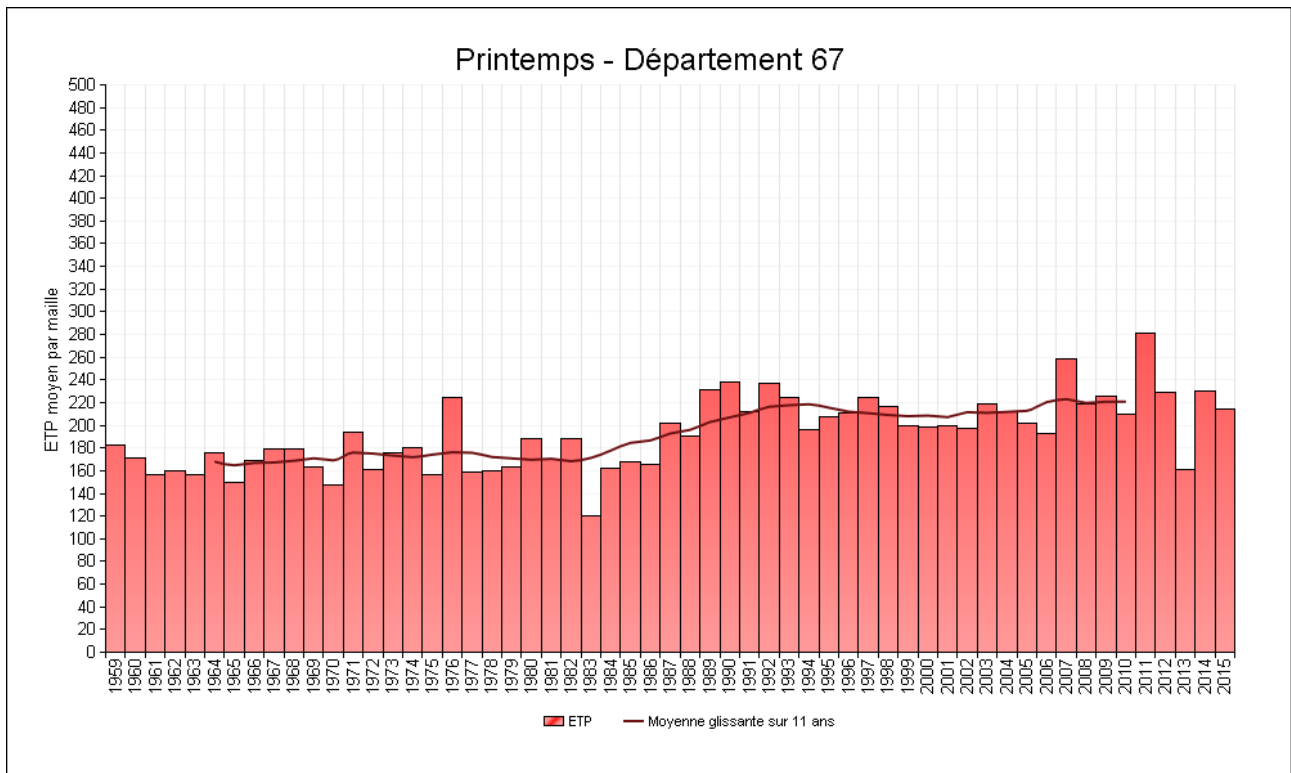
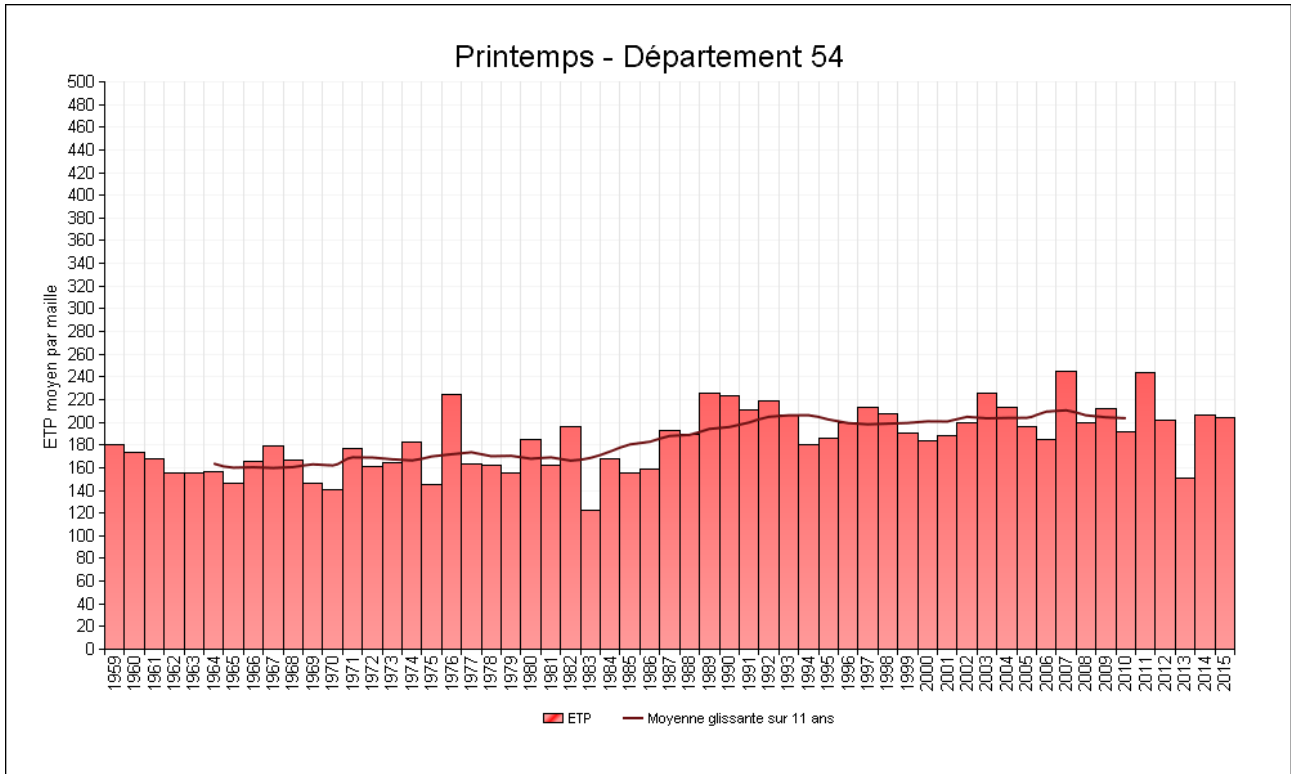
Note : ns= non significatif; *= significatif à P<0,05; **= significatif à P<0,01; ***= significatif à P<0,001

Evolution observée au printemps : Mars à Mai



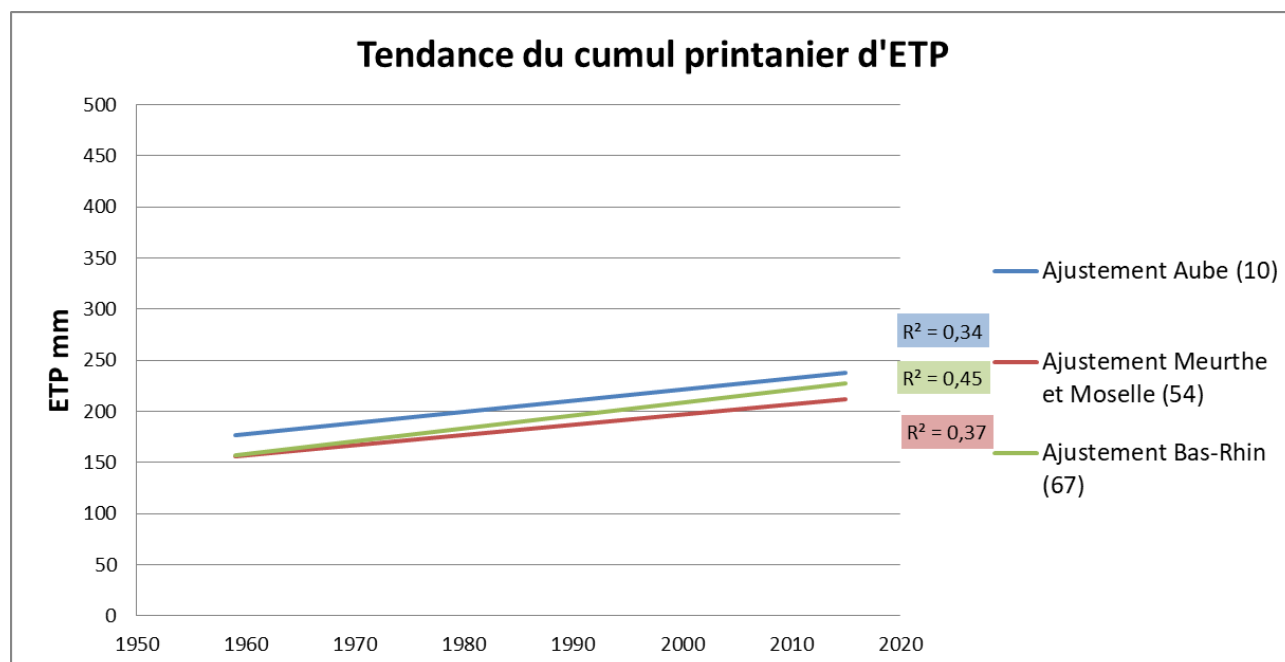


Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)





Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)



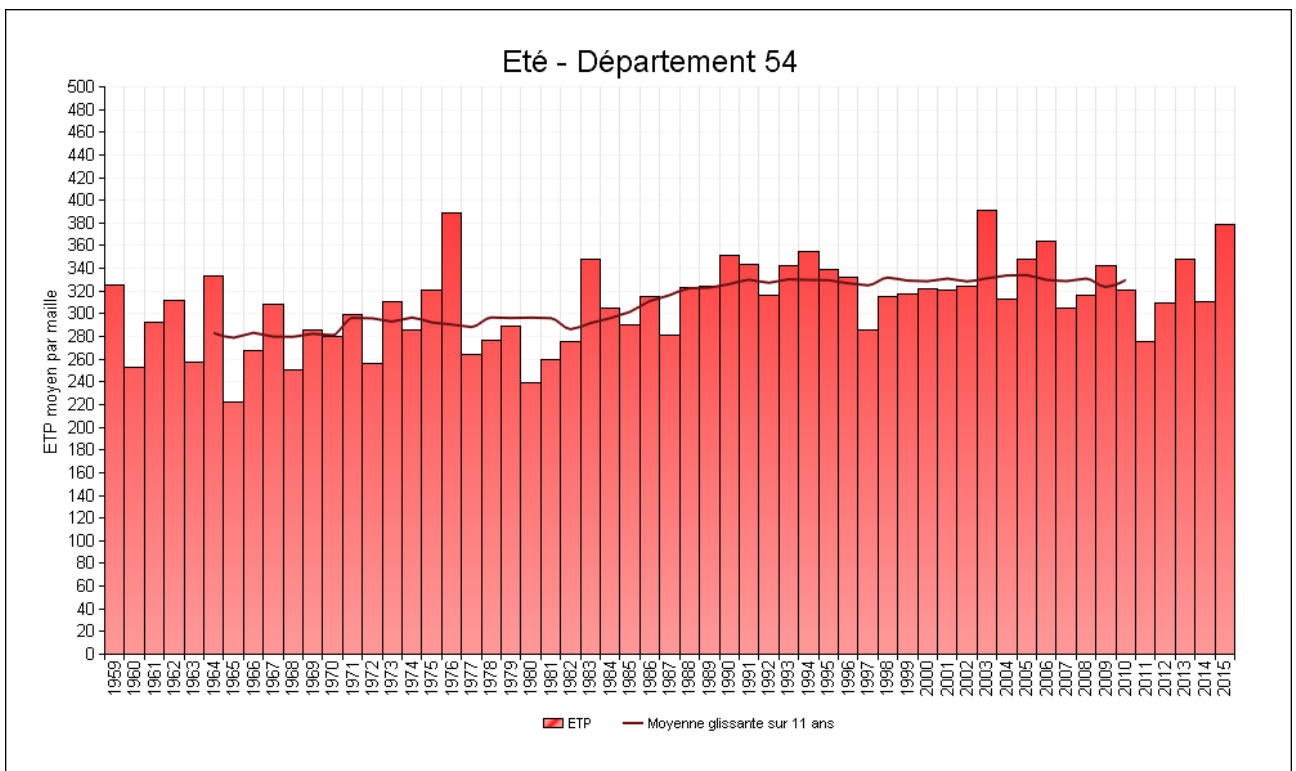
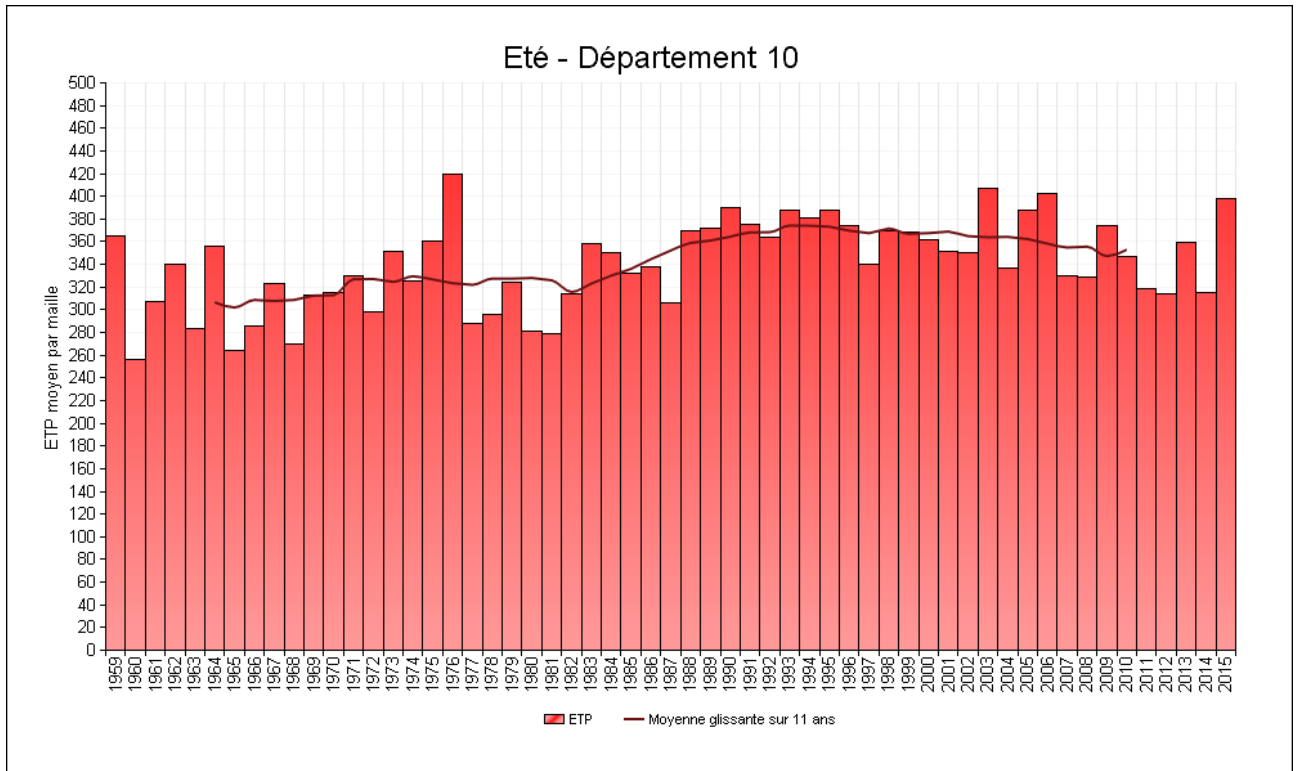
	Evolution du cumul printanier (mars à mai) d'ETP (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R^2)
Ardennes (08)	$4,96 \pm 1,78$ mm/dec**	0,12
Aube (10)	$10,87 \pm 2,05$ mm/dec***	0,34
Marne (51)	$12,43 \pm 2,11$ mm/dec***	0,39
Haute-Marne (52)	$11,66 \pm 1,95$ mm/dec***	0,40
Meurthe-et-Moselle (54)	$9,88 \pm 1,75$ mm/dec***	0,37
Meuse (55)	$10,32 \pm 1,92$ mm/dec***	0,34
Moselle (57)	$13,42 \pm 1,87$ mm/dec***	0,48
Bas-Rhin (67)	$12,49 \pm 1,88$ mm/dec***	0,45
Haut-Rhin (68)	$10,17 \pm 1,79$ mm/dec***	0,37
Vosges (88)	$14,57 \pm 1,78$ mm/dec***	0,55

Note : ns= non significatif; *= significatif à $P < 0,05$; **= significatif à $P < 0,01$; ***= significatif à $P < 0,001$



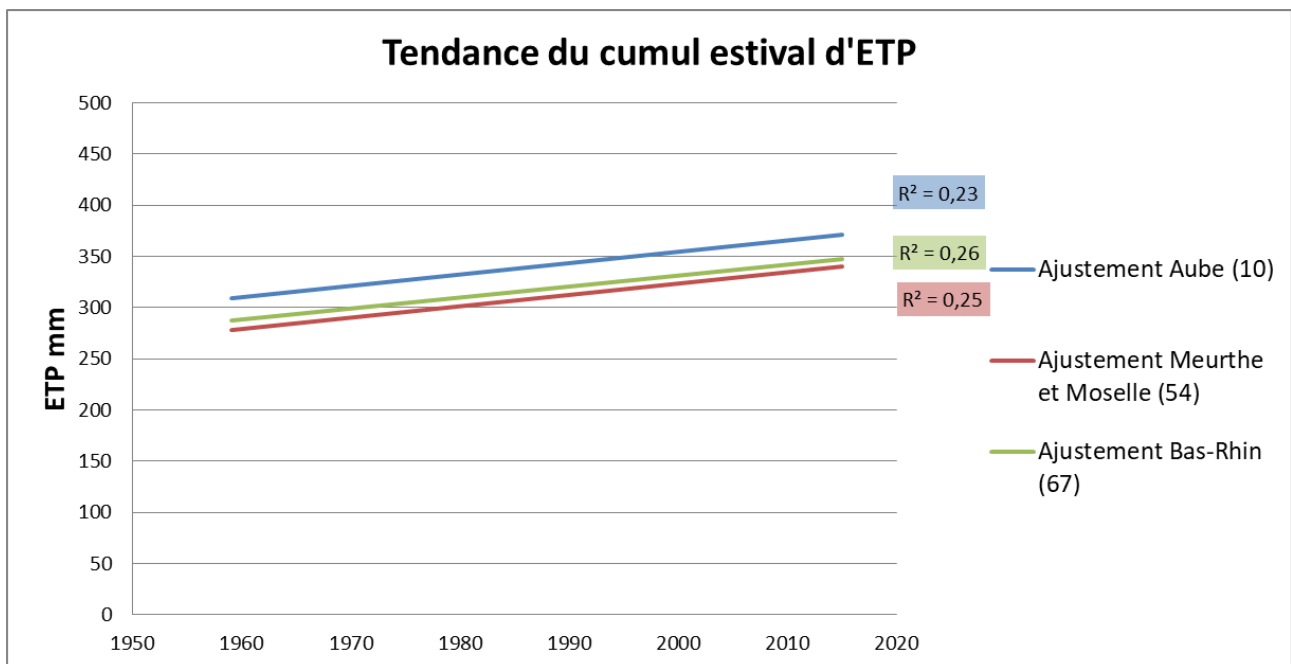
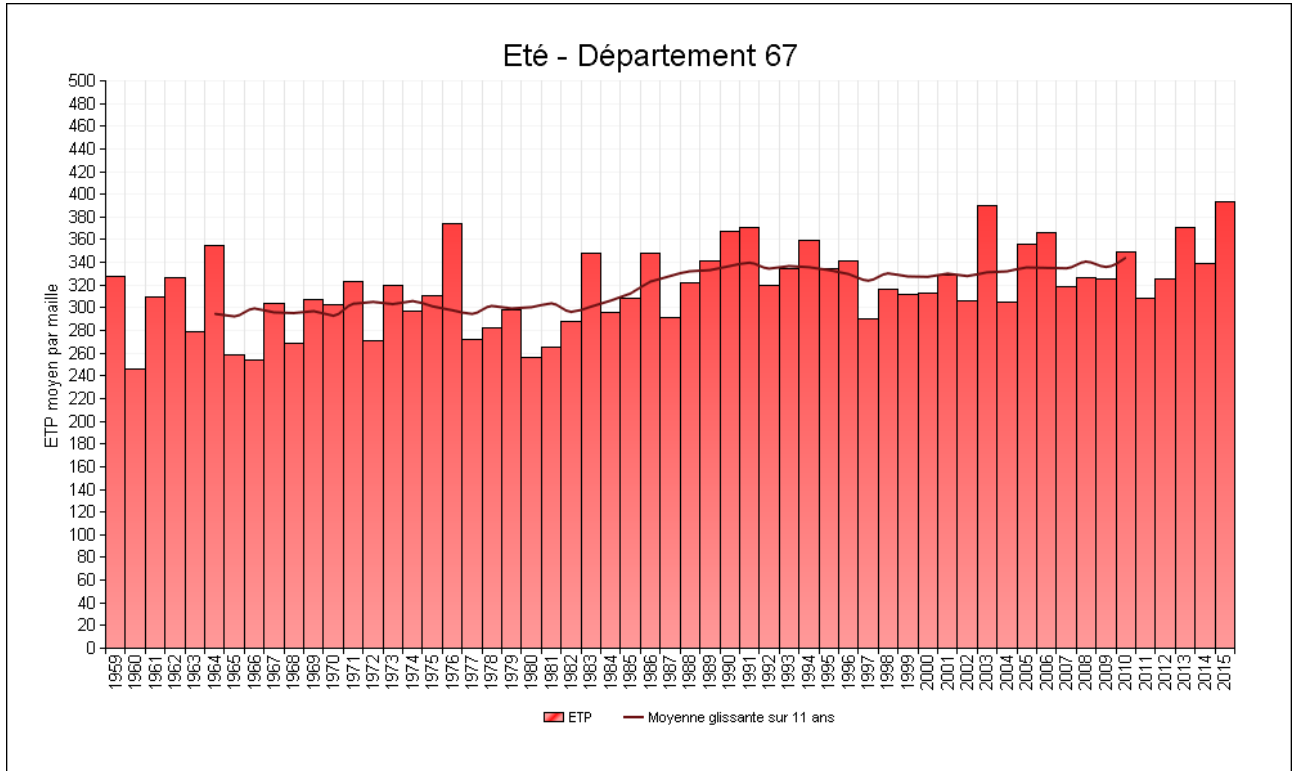
Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)

Evolution observée en été: Juin à Juillet





Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)



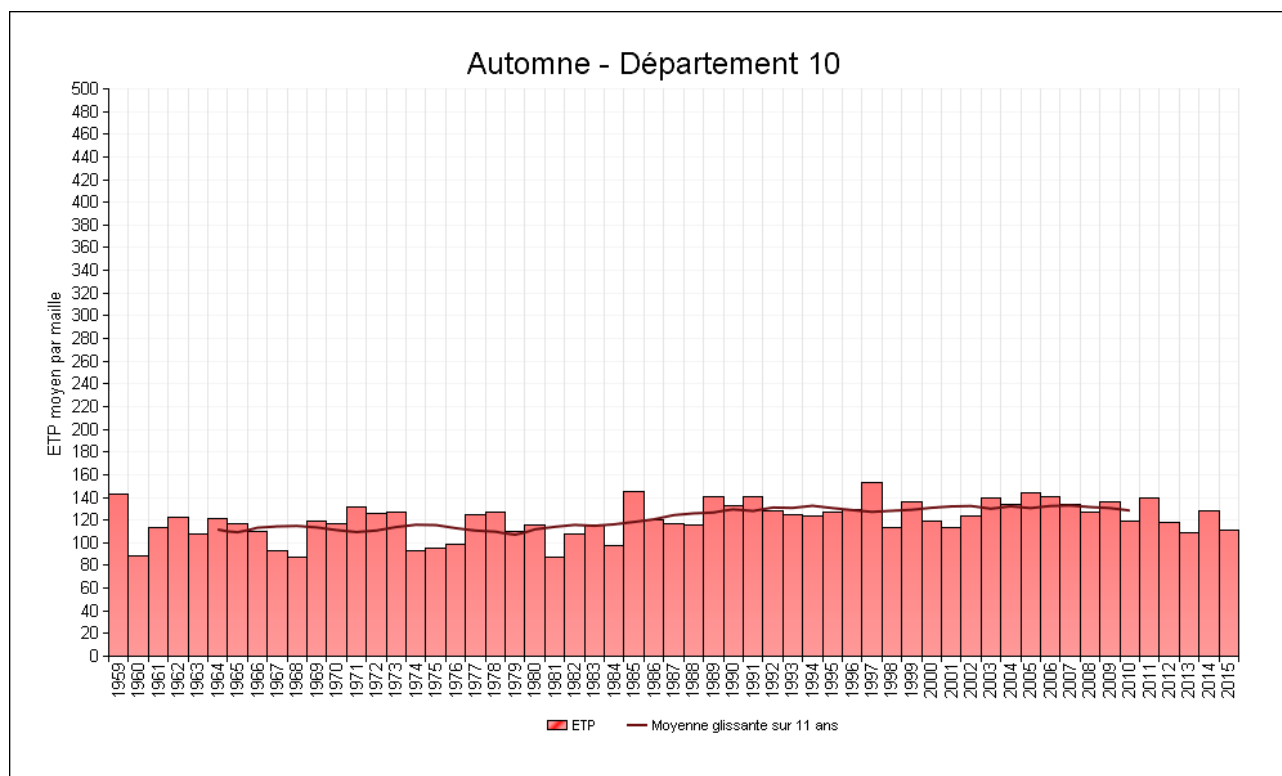


Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)

	Evolution du cumul estival (juin à août) d'ETP (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R ²)
Ardennes (08)	2,61 ± 2,27 mm/dec ^{ns}	0,02
Aube (10)	11,17 ± 2,76 mm/dec ^{***}	0,23
Marne (51)	14,68 ± 2,87 mm/dec ^{***}	0,32
Haute-Marne (52)	14,29 ± 2,85 mm/dec ^{***}	0,31
Meurthe-et-Moselle (54)	11,11 ± 2,57 mm/dec ^{***}	0,25
Meuse (55)	10,52 ± 2,7 mm/dec ^{***}	0,22
Moselle (57)	14,16 ± 2,65 mm/dec ^{***}	0,34
Bas-Rhin (67)	10,70 ± 2,44 mm/dec ^{***}	0,26
Haut-Rhin (68)	7,76 ± 2,34 mm/dec ^{**}	0,17
Vosges (88)	14,91 ± 2,46 mm/dec ^{***}	0,40

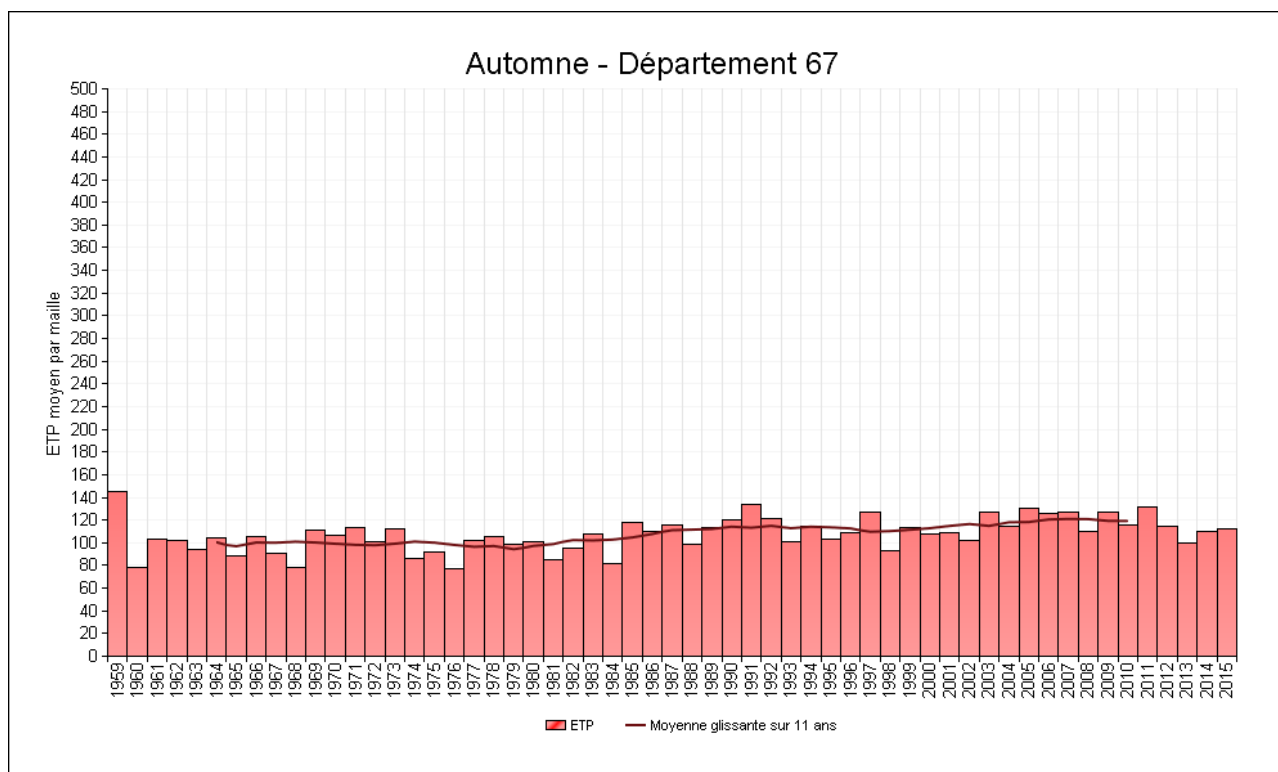
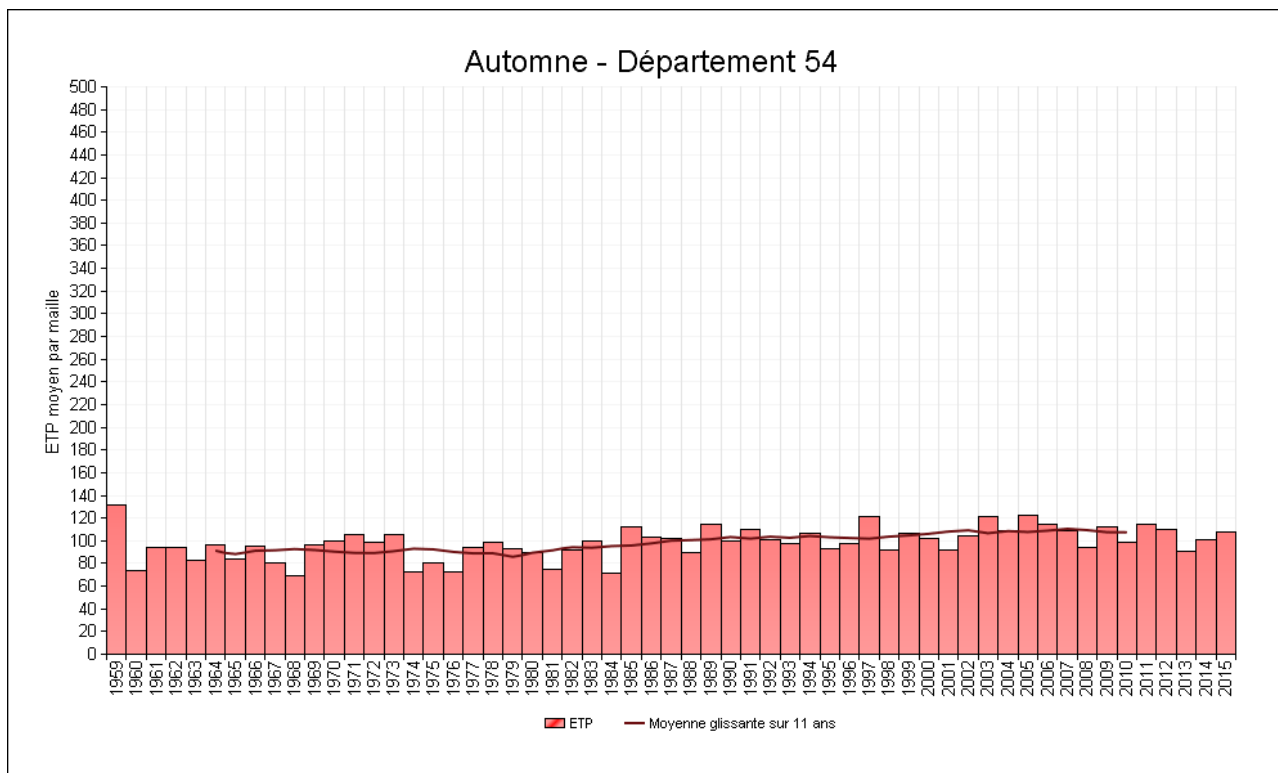
Note : ns= non significatif; *= significatif à P<0,05; **= significatif à P<0,01; ***= significatif à P<0,001

Evolution observée en automne : Septembre à Novembre



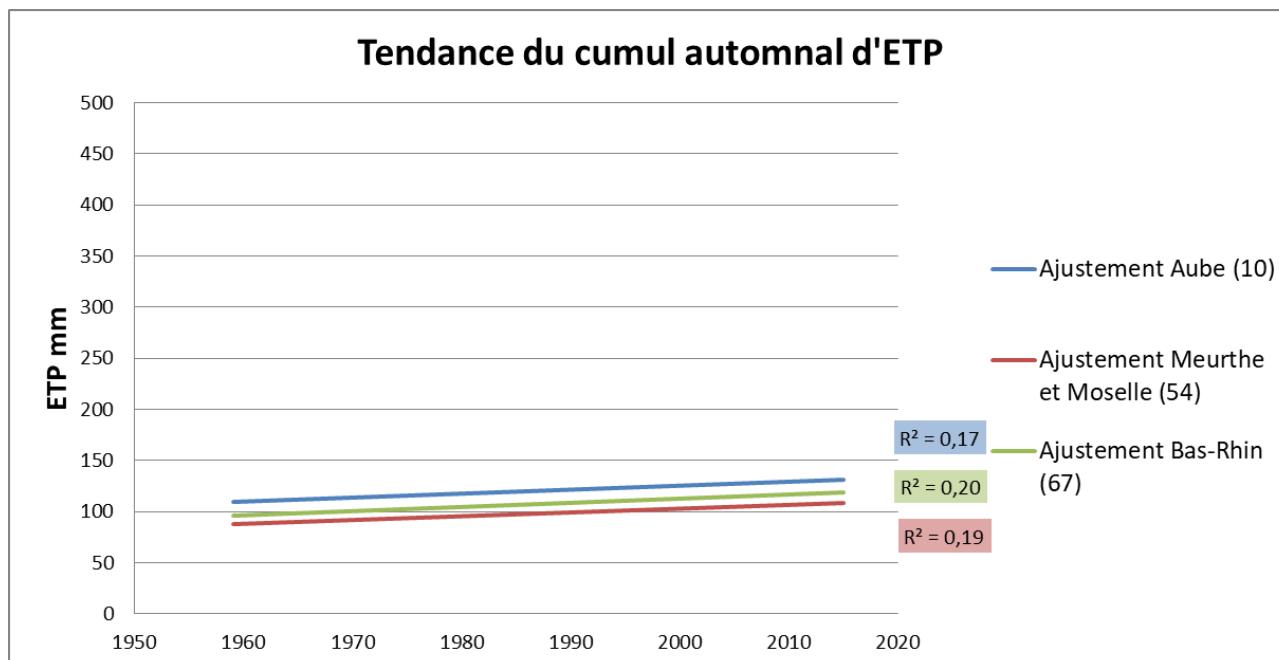


Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)





Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)



	Evolution du cumul automnal (septembre à novembre) d'ETP (mm/décennie)	Coefficient de détermination (R ²)
Ardennes (08)	1,01 ± 1,15 mm/dec ^{ns}	0,01
Aube (10)	3,87 ± 1,16 mm/dec ^{**}	0,17
Marne (51)	5,94 ± 1,25 mm/dec ^{***}	0,29
Haute-Marne (52)	3,94 ± 1,2 mm/dec ^{**}	0,16
Meurthe-et-Moselle (54)	3,64 ± 1 mm/dec ^{***}	0,19
Meuse (55)	3,82 ± 1,12 mm/dec ^{**}	0,17
Moselle (57)	4,61 ± 1,13 mm/dec ^{***}	0,23
Bas-Rhin (67)	4,01 ± 1,07 mm/dec ^{***}	0,20
Haut-Rhin (68)	3,90 ± 1,03 mm/dec ^{***}	0,21
Vosges (88)	6,76 ± 1,05 mm/dec ^{***}	0,43

Note : ns= non significatif; *= significatif à P<0,05; **= significatif à P<0,01; ***= significatif à P<0,001



Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)

Analyse

Les tendances globales observées sur l'ensemble de la période 1959 – 2015 sont assez régulières avec une augmentation de l'ETP répartie sur l'ensemble des saisons mais une prééminence de la période printanière.

Les résultats du département des Ardennes se détachent par l'absence de tendance significative 3 saisons sur 4.

Sur les 4 saisons, les Vosges présentent des augmentations de l'ETP saisonnière plus importantes que les autres départements.

Lorsque les tendances sont considérées sur l'ensemble de la période (1959 - 2015) de manière **absolue** on obtient le tableau suivant :

	Hiver	Printemps	Été	Automne
Ardennes (08)	NS	+ 28 mm	NS	NS
Aube (10)	+ 12 mm	+ 61 mm	+ 63 mm	+ 22 mm
Marne (51)	NS	+ 70 mm	+ 82 mm	+ 33 mm
Haute-Marne (52)	NS	+ 65 mm	+ 80 mm	+ 22 mm
Meurthe-et-Moselle (54)	+ 8 mm	+ 55 mm	+ 62 mm	+ 20 mm
Meuse (55)	NS	+ 58 mm	+ 59 mm	+ 21 mm
Moselle (57)	+ 7 mm	+ 75 mm	+ 79 mm	+ 26 mm
Bas-Rhin (67)	NS	+ 70 mm	+ 60 mm	+ 22 mm
Haut-Rhin (68)	+ 11 mm	+ 57 mm	+ 43 mm	+ 22 mm
Vosges (88)	+ 19 mm	+ 82 mm	+ 83 mm	+ 38 mm

Lorsque les tendances sont considérées sur l'ensemble de la période (1959 - 2015) de manière **relative** (par rapport à la moyenne (1959-2015) on obtient le tableau suivant :

	Hiver	Printemps	Été	Automne
Ardennes (08)	NS	+ 14 %	NS	NS
Aube (10)	+ 28 %	+ 29 %	+ 18 %	+ 18 %
Marne (51)	NS	+ 34 %	+ 25 %	+ 29 %
Haute-Marne (52)	NS	+ 35 %	+ 26 %	+ 22 %
Meurthe-et-Moselle (54)	+ 23 %	+ 30 %	+ 20 %	+ 21 %
Meuse (55)	NS	+ 30 %	+ 19 %	+ 21 %
Moselle (57)	+ 21 %	+ 38 %	+ 24 %	+ 25 %
Bas-Rhin (67)	NS	+ 36 %	+ 19 %	+ 21 %
Haut-Rhin (68)	+ 30 %	+ 32 %	+ 14 %	+ 22 %
Vosges (88)	+ 57 %	+ 46 %	+ 28 %	+ 40 %



Cumul saisonnier d'évapotranspiration potentielle (ETP)

A RETENIR

La tendance significative à la hausse de l'évapotranspiration potentielle est commune aux trois saisons hors hiver mais est renforcée au printemps.

La disparité territoriale est mise en évidence :

- Au printemps, l'augmentation va de + 14 % dans les Ardennes à + 46 % dans les Vosges,
- En été, l'augmentation va de + 14 % dans le Haut-Rhin à + 28 % dans les Vosges,
- En automne, l'augmentation va de + 18 % dans l'Aube à + 40 % dans les Vosges.