

Caractérisation et évolution du climat en Pays de la Loire



Centre Régional de la Propriété Forestière
BRETAGNE – PAYS DE LA LOIRE

Cette synthèse a été rédigée par le Centre Régional de la Propriété Forestière Bretagne-Pays de la Loire à partir de l'étude commandée à Météo France Ouest « Caractérisation et évolution du climat en Pays de la Loire » (2019). Cette étude a reçu le soutien financier du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation via le dispositif Adevois.

Décembre 2019
CRPF Bretagne-Pays de la Loire

Introduction

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la prise en compte des changements climatiques dans la gestion forestière, qui constitue un des enjeux fort du programme régional de la Forêt et du Bois (PRFB). Cela consiste à caractériser le changement climatique en Pays de la Loire et à mettre en évidence ses impacts sur la forêt ligérienne.

Ce document fait la synthèse du premier volet de l'étude, à savoir la caractérisation du climat réalisée par Météo France Ouest. Les mots expliqués dans le lexique sont écrits en gras et italique.

L'Organisation Météorologique Mondiale recommande de caractériser le climat d'un territoire par des statistiques calculées sur 30 ans. Les moyennes des indicateurs climatiques obtenues sont appelées « normales » et servent de valeurs de référence. Le climat actuel est caractérisé avec les normales 1981-2010.

Météo France dispose ainsi de séries de données météorologiques homogénéisées depuis 1959. Afin de dresser les grandes tendances d'évolution du climat en Pays de la Loire depuis 60 ans, des cartes de différents indicateurs climatiques ont été produites pour 4 périodes trentenaires : 1959-1988, 1969-1998, 1979-2008 et 1989-2018. La succession des cartes permet d'analyser les tendances de fond sur le territoire. De plus, pour l'analyse, des cartes d'écarts entre la période 1959-1988 et la période 1989-2018 ont permis de distinguer les territoires soumis à des évolutions différenciées.

Pour analyser le changement climatique de manière prospective, le Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC) a défini en 2014 de nouveaux scénarios concernant les émissions et concentrations de gaz à effet de serre, d'ozone et d'aérosols ainsi que d'occupation des sols. Les quatre profils d'évolution des concentrations des gaz à effet de serre ainsi définis sont baptisés **scénarios RCP** (« Profils représentatifs d'évolution de concentration »). Les climatologues en déduisent des projections climatiques globales ou régionales.

L'étude a porté essentiellement sur l'analyse des températures, les précipitations et **l'évapotranspiration potentielle ETP**. Pour appréhender les effets d'un climat sur la végétation, il est nécessaire de savoir si celui-ci comporte des périodes de déficit hydrique important (notamment printanier et estival), sources de stress pour les plantes. Pour caractériser plus finement les niveaux de contrainte hydrique subis par les arbres, on réalise un calcul de bilan hydrique.

Le bilan hydrique le plus simple consiste à faire la différence entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle, (P-ETP), généralement calculée au pas de temps mensuel sur la période de végétation ou la période estivale. On parle généralement de « bilan hydrique potentiel » ou « climatique » car il ne tient pas compte de la réserve en eau du sol et du couvert forestier.

La caractérisation du climat en Pays de la Loire

Les Pays de la Loire bénéficient d'un climat doux océanique qui se nuance au fur et à mesure de l'éloignement du bord de mer. La région s'étire du littoral atlantique aux collines du Perche ; cette configuration spatiale est à l'origine de forts contrastes entre les territoires. Les températures sont clémentes (moyenne annuelle de 10 à 12.5°C) et la pluviométrie annuelle moyenne varie de 650 mm sur le Layon à 1000 mm et sur les reliefs du nord de la Mayenne ou les Gâtines en Vendée.

Les températures

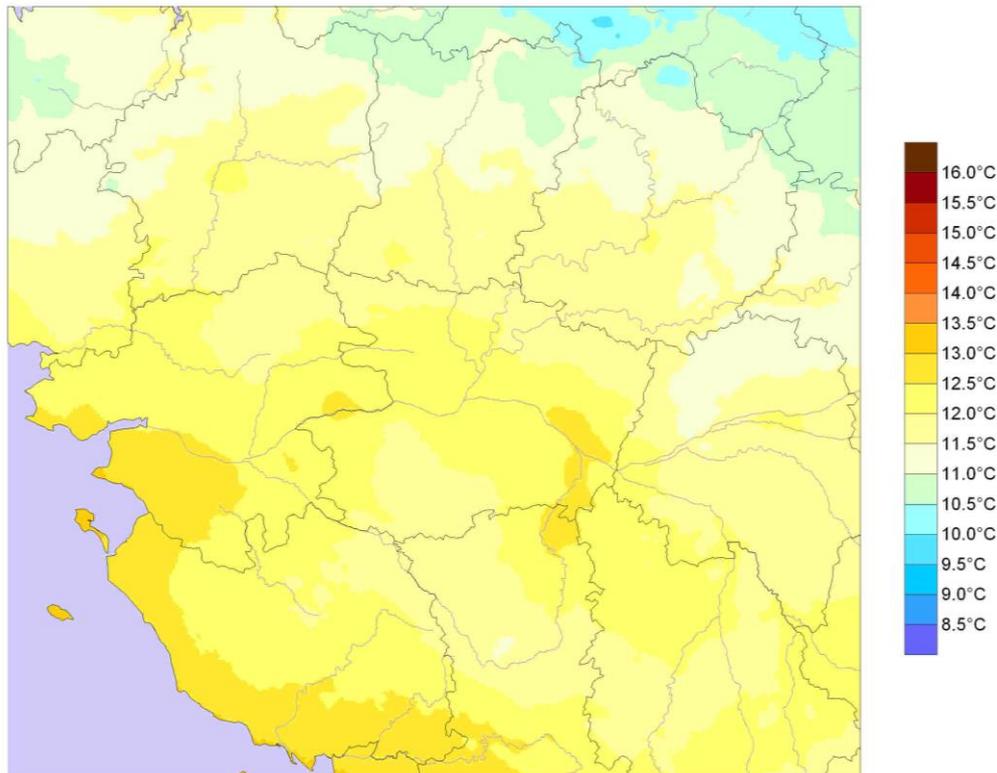
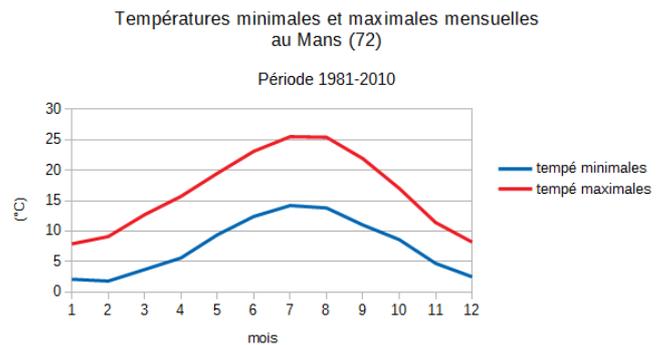
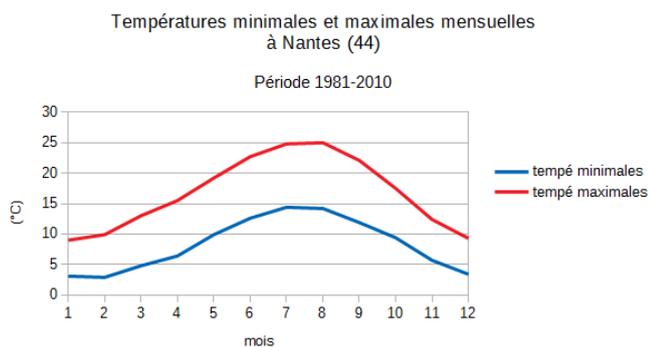


Figure 1 Température annuelle moyenne en Pays de la Loire, normales 1981-2010

Les températures sont douces avec :

- des minimales mensuelles les plus basses de décembre à février (de 1 à 4 degrés du Pays de Pail en Mayenne aux côtes atlantiques) ;
- des maximales mensuelles les plus hautes de fin juin à août (de 22 degrés sur littoral de Loire-Atlantique et les collines d'Ernée à 26 degrés sur le sud-est du Maine et Loire).

De par l'influence de la mer, les températures littorales sont plus douces en hiver et plus fraîches en été. Les hauteurs des Gâtines, les collines d'Ernée et les Alpes Mancelles subissent en revanche des températures hivernales plus froides. Les températures maximales sont très dépendantes de la latitude en lien avec l'ensoleillement et augmentent en allant vers le Sud (et à l'intérieur en été).



Certains phénomènes sont plus fréquents à l'intérieur des terres qu'en bord de mer...



Le gel ($T < 0^{\circ}\text{C}$) : Les gelées se produisent généralement entre novembre et mars. Cependant, des gelées tardives peuvent surprendre jusque début mai. A Nantes, on trouve des gelées après le 15 avril à la fréquence d'une année sur 5. Au Mans, les mêmes statistiques se produisent jusqu'au 4 mai en moyenne.



Le phénomène de chaleur (nombre de **jours de chaleur**) : Ce phénomène est plus sensible dans l'intérieur que sur les côtes (environ 30 jours de chaleur), mais s'accroît au fur et à mesure de la progression vers le sud de la région pour atteindre environ 55 jours par été.

Les précipitations

Le cumul annuel des précipitations varie de moins de 500 mm sur le Saumurois à plus de 1000 mm au point culminant du Haut-Bocage de Vendée et plus de 900 mm sur le nord-ouest de la Mayenne. L'arc formé par la Mayenne, la Loire-Atlantique et la Vendée est donc globalement plus arrosé. Ce contraste spatial de la pluviométrie est particulièrement visible sur la période hivernale qui voit circuler les perturbations océaniques. Les hauteurs d'eau mensuelles hivernales représentent souvent plus du double de celles d'été à l'ouest de cet arc alors qu'à l'arrière de cette barrière, la pluviométrie mensuelle est comprise dans une fourchette assez étroite tout au long de l'année, de 40 à 70 mm.

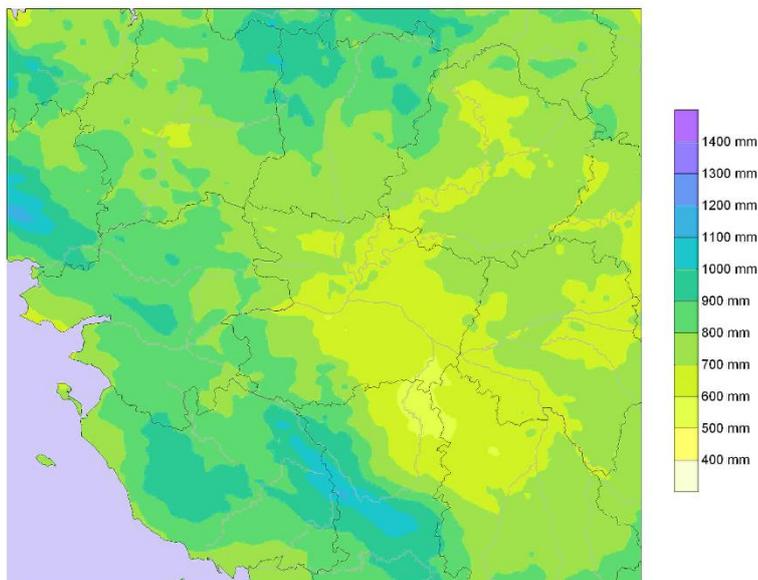
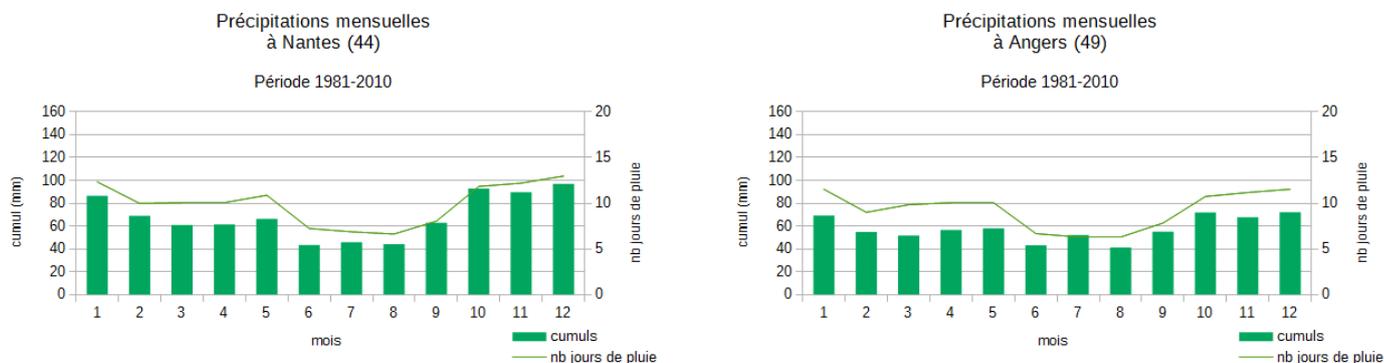


Figure 2 Cumul moyen annuel de précipitations 1981-2010

On ne dégage pas de tendance nette dans la variabilité interannuelle des précipitations ni de lien dans l'évolution d'une saison à l'autre.

Les Pays de la Loire sont peu touchés par les fortes pluies (>10 mm, 24 journées en moyenne à Nantes), les orages (moins de 15 journées en moyenne par an sur le territoire). La grêle ou la neige ne sont pas fréquents mais pas non plus totalement absents, en particulier sur la Sarthe et la Mayenne.



L'ensoleillement annuel

Il varie de 1600 à 2000 heures des collines normandes aux côtes vendéennes.

Les vents

Ils soufflent majoritairement d'ouest à sud-ouest et peuvent se déchaîner lors de tempêtes océaniques 2 à 3 fois par an en moyenne.

Les tendances d'évolution du climat depuis 1959 et les projections futures

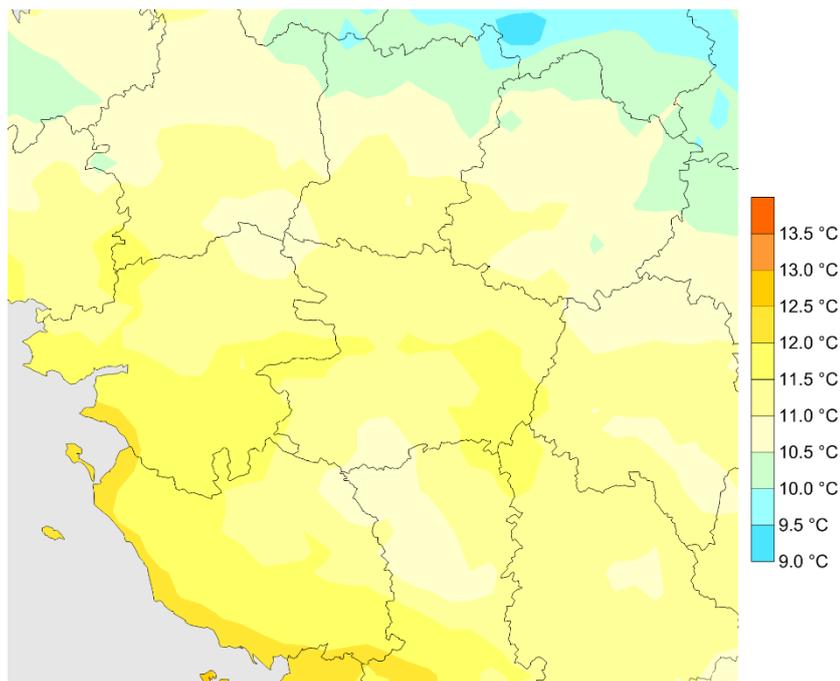
Les températures

Les Pays de la Loire connaissent comme le reste du territoire français une hausse générale des températures.

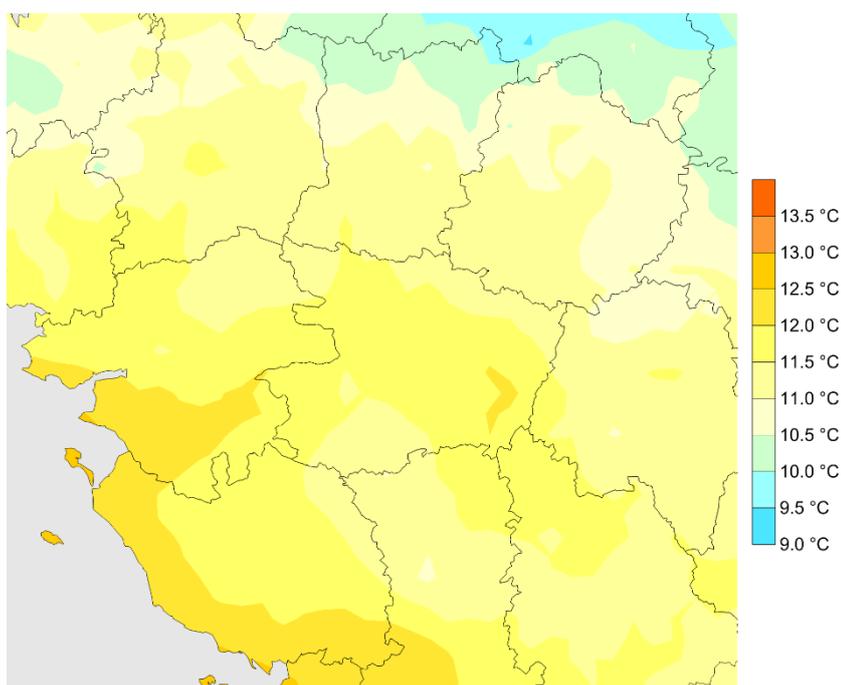
Cette tendance à la hausse est observée aussi bien pour les températures minimales que pour les températures maximales, pour les températures estivales que les températures hivernales. La distribution spatiale des températures reste identique dans le temps.

Globalement, en trente ans (entre 1959-1988 et 1989-2018), les températures gagnent 1 degré en moyenne annuelle.

Le sud du Maine-et-Loire connaît la plus forte hausse : de 1,2 à 1,4 degré. L'est de la Loire-Atlantique, de la Sarthe et de la Vendée le suivent de près, de 1 à 1,2 degré. Ailleurs la hausse se limite de 0,8 à 1 degré, sauf sur le centre de la Mayenne qui connaît une hausse plus limitée entre 0,4 à 0,8 degré.



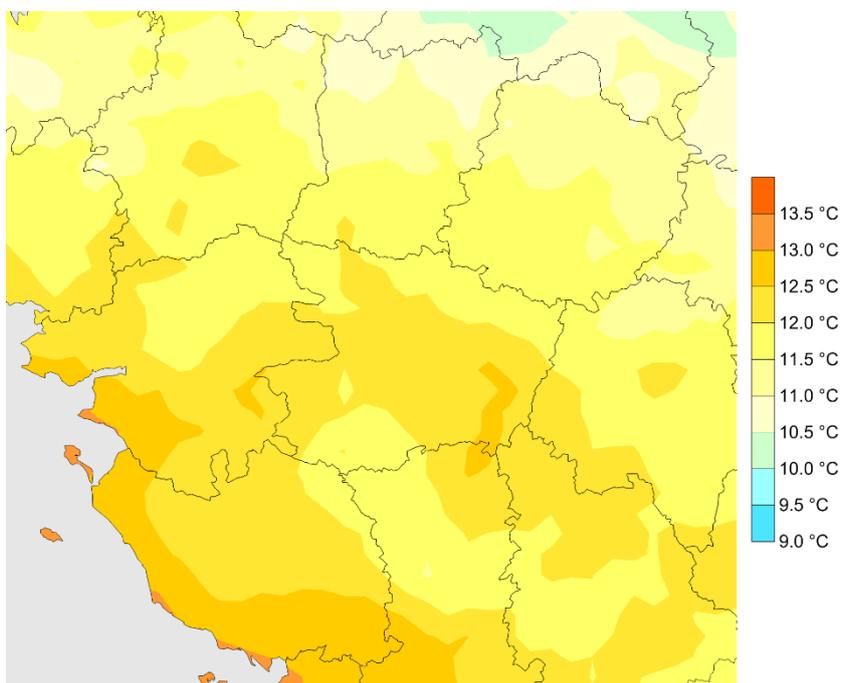
Températures moyennes annuelles 1959-1988



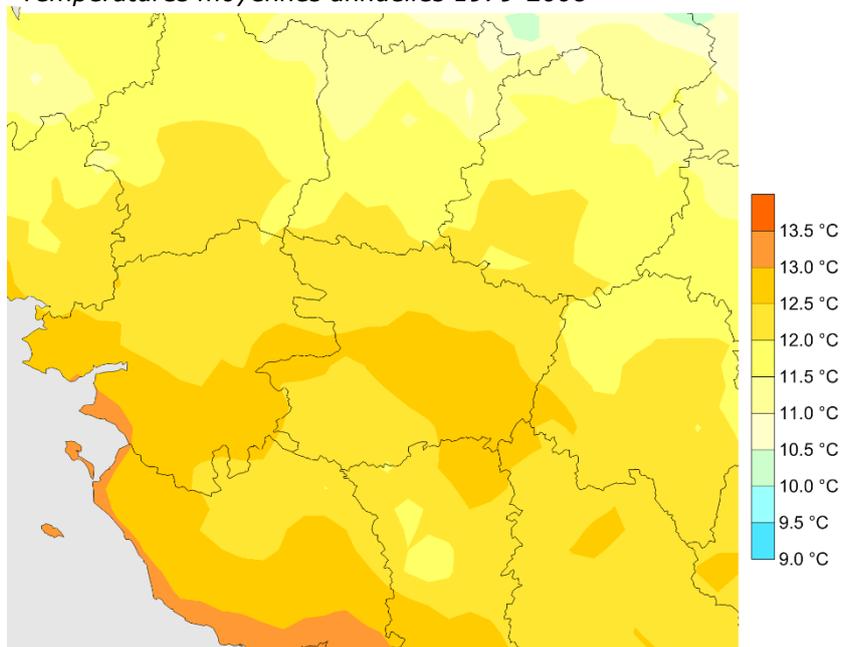
Températures moyennes annuelles 1969-1998

La hausse des températures est générale mais se traduit différemment suivant les territoires :

- **l'est des Pays-de-la-Loire** (Layon, Saumurois, sud Sarthe) observent une **élévation marquée des températures maximales**, particulièrement les températures d'été (de 1,6 à 2 °C) ;
- **le centre de la Mayenne**, qui correspond à la vallée de la Mayenne, semble conserver une **certaine inertie par rapport à l'évolution des températures**. La hausse est confirmée mais limitée par rapport aux territoires voisins beaucoup plus réceptifs, le phénomène est visible sur les températures maximales (de +0,6 à +0,8 °C) comme sur les températures minimales (de +0,2 à +0,4 °C), et la moindre évolution des phénomènes de chaleur et de gel ;
- on assiste également à un **recul du froid**, qui se traduit par une élévation des températures hivernales (1 °C en moyenne) ;
- **les côtes atlantiques sont préservées du fort réchauffement, mais sont plus sensibles au réchauffement nocturne** et le nombre de nuits dites tropicales augmente plus vite qu'ailleurs en raison de la proximité de la mer dont l'inertie thermique est plus grande (+ 10 nuits en moyenne annuelle avec une température nocturne à 18 °C ou plus).



Températures moyennes annuelles 1979-2008

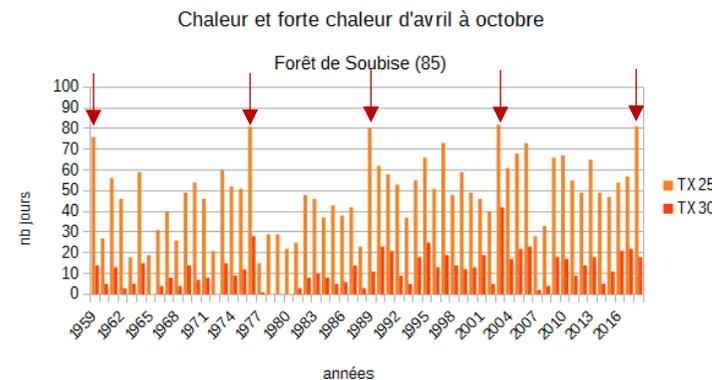
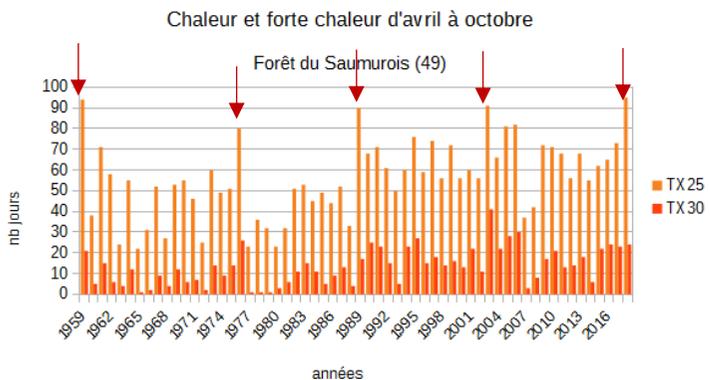
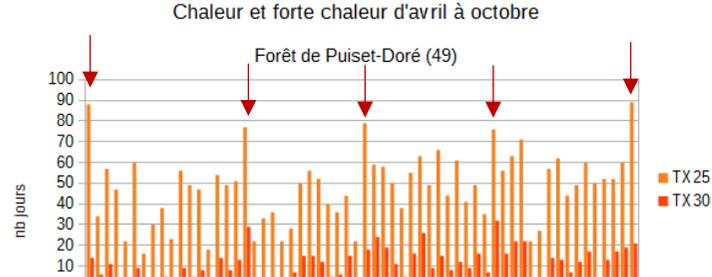
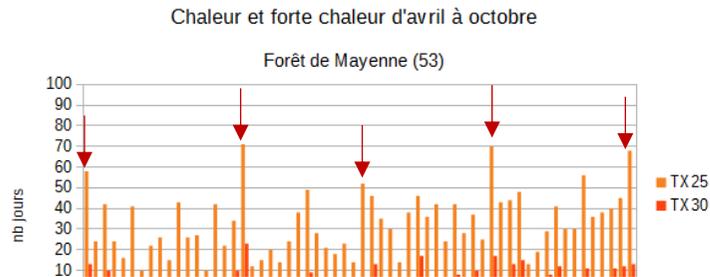
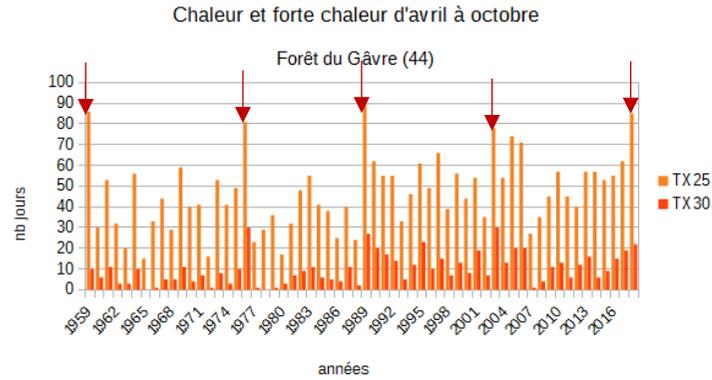
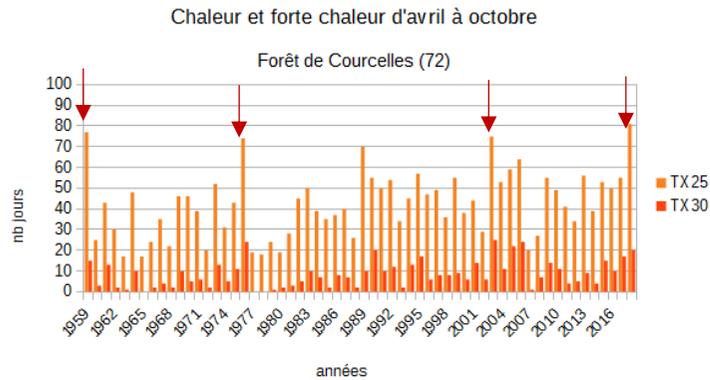


Températures moyennes annuelles 1989-2018



Le phénomène de chaleur

Les graphiques ci-contre représentent l'évolution du nombre de **jour de chaleur** et du nombre de **jours de très fortes chaleurs** pour 6 sites forestiers en Pays de la Loire.



On constate globalement une fréquence plus grande du phénomène de chaleur. Il y a en moyenne annuelle **une douzaine de jours de chaleur en plus entre 1959-1988 et 1989-2018**, un peu moins sur le nord de la Mayenne (+ 8 à 10 jours) mais davantage sur **le Layon et le Saumurois** où le gain atteint **jusqu'à 27 jours**.

Les trois années les plus chaudes depuis 1959 dans les Pays de la Loire, 2011, 2014 et 2018, ont été observées au XXI^{ème} siècle.

Les flèches en rouge permettent de mettre en évidence les années où le phénomène de chaleur a été plus particulièrement marqué. **1976, 1989, 2003 et 2018 sont les années ayant connu le plus grand nombre de journées chaudes.** 2018 est une année record avec plus de 80 journées chaudes observées à l'intérieur des terres.

Sur la forêt du Saumurois, les années 2003 à 2006, puis 2015 à 2018 ont connu plus de 20 jours par an avec des températures égales ou supérieures à 30°C. Avant 2003, dépasser le seuil de 30°C plus de 20 jours par an présente une occurrence plus ponctuelle : en 1959, en 1976, en 1990 et 1991, en 1994 et 1995. En forêt de Mayenne située en zone plus fraîche, on compte tous les ans plus de 30 jours à 25°C ou plus ces 10 dernières années, alors qu'avant 1976, ce phénomène n'arrivait qu'une année sur 3 !

Les 3 étés les plus chauds depuis 1959 ont été observés en 1976, 2003 et 2018.



Le gel printanier

On constate une nette diminution des gelées entre 1959-1988 et 1989-2018 : on perd en moyenne 5 ou 6 jours sur le sud de la Sarthe, l'est de la Vendée et le nord-est de la Mayenne, de 2 à 4 jours ailleurs, sauf sur le centre de la Mayenne où la réponse au réchauffement semble plus limitée. **Cette diminution est sans incidence constatée à ce stade sur les « accidents » de type gelée tardive** (occurrence pas forcément moins tard). La même absence de tendance est observée pour les premières gelées d'automne.

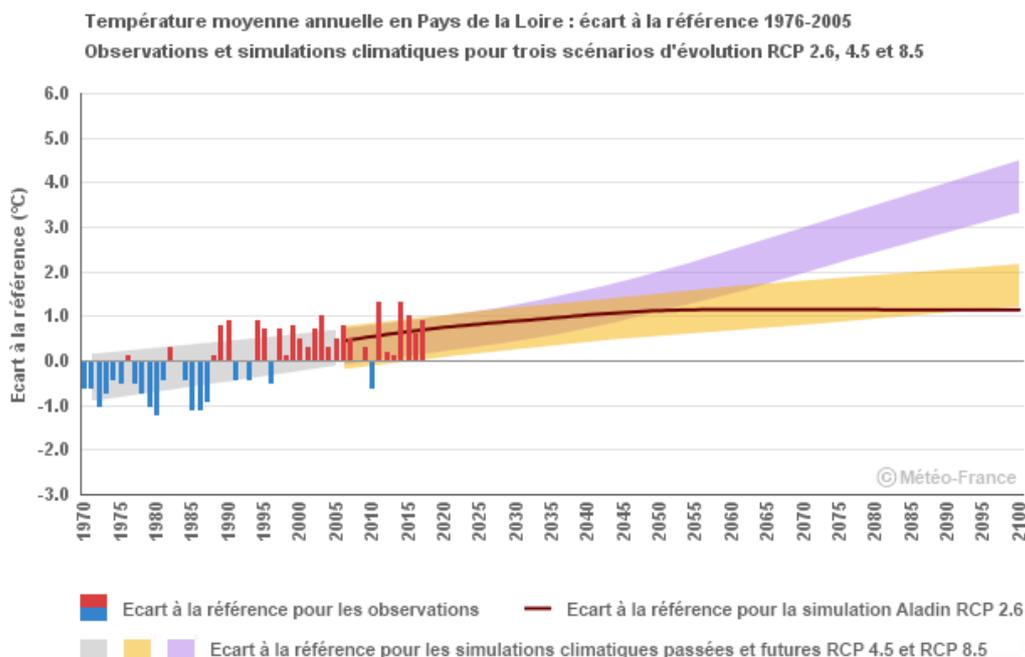
Les projections futures

En Pays de la Loire, les projections climatiques montrent une poursuite du réchauffement annuel jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario.

Sur la seconde moitié du XXI^e siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario RCP2.6 (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO₂). Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), le réchauffement pourrait dépasser 3°C à l'horizon 2071-2100.

Le nombre de journées chaudes est également en augmentation. Sur la première partie du XXI^e siècle, cette augmentation est similaire d'un scénario à l'autre. A l'horizon 2071-2100, cette augmentation serait de l'ordre de 19 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP4.5 (scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂), et de 51 jours selon le RCP8.5.

Le nombre de gelées est en diminution en lien avec la poursuite du réchauffement. Jusqu'au milieu du XXI^e siècle cette diminution est assez similaire d'un scénario à l'autre. A l'horizon 2071-2100, cette diminution serait de l'ordre de 17 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP4.5, et de 17 jours selon le RCP8.5.



Les précipitations

Les 4 périodes de 30 ans disponibles montrent des fluctuations et ne peuvent permettre de conclure à des tendances.

La comparaison entre 1959-1988 et 1989-2018 montre que globalement il n'y a pas d'évolution des hauteurs d'eau annuelles. On notera seulement une augmentation significative (de 5 à 10 %) de la pluviométrie annuelle sur certains territoires (en particulier en proximité de la Loire : Loire atlantique et ouest du Maine et Loire) et une diminution significative sur le nord-ouest de la Mayenne (les collines d'Ernee).

Suivant les saisons, les territoires se comportent différemment :

- **en été, les précipitations baissent sur les Mauges mais le reste de la région bénéficie plutôt d'une petite augmentation**, plus visible sur la Sarthe et le nord-est du Maine-et-Loire (de + 5 à 10 %). Cette augmentation est associée à un nombre de jours de pluie légèrement croissant, en particulier sur le littoral atlantique (+2 à 3 jours) et ne peut pas être imputée uniquement à des pluies qui seraient plus intenses (orages par exemple) ;

- **en période de végétation le nord-ouest de la Mayenne perd 5 % environ de sa pluviométrie**, ce qui signifie que le gain estival (moins de 5 %) est effacé par des pertes au printemps ou à l'automne ; la hausse de la pluviométrie hivernale compense les variations observées au printemps et à l'automne, sauf sur les collines d'Ernée.

Les travaux qui ont été menés sur les tempêtes ne montrent aucune tendance sur la fréquence de tempêtes en Pays de la Loire. De plus, il n'est pas possible d'établir de tendances concernant les orages et de leur intensité.

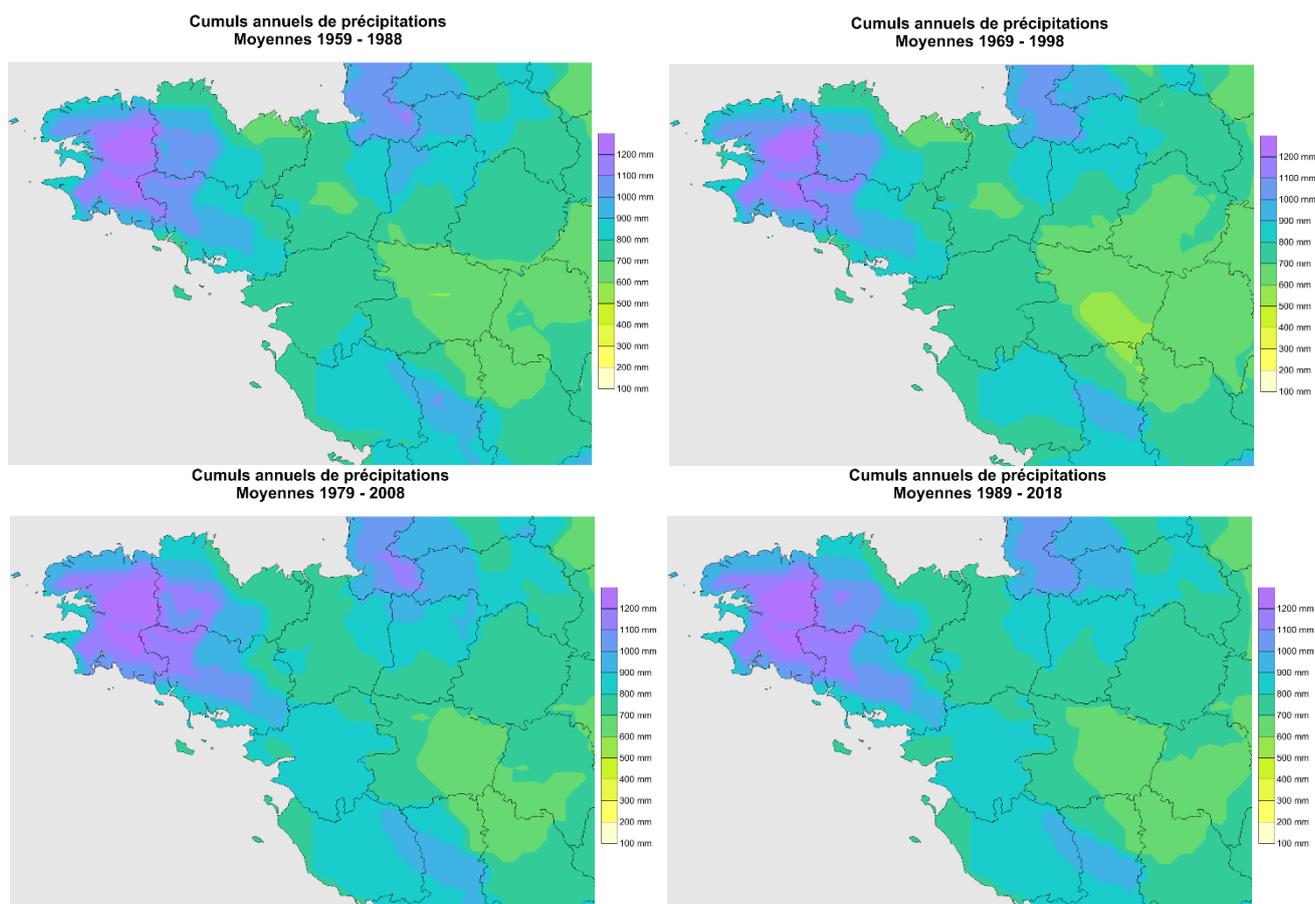


Figure 3 Evolution des cumuls de précipitation moyens annuels (succession des 4 périodes trentenaires)

Les projections futures

En Pays de la Loire, quel que soit le scénario considéré, les projections climatiques montrent peu d'évolution des précipitations annuelles d'ici la fin du XXIe siècle.

Le bilan hydrique climatiques P-ETP

Sur l'année, le bilan P-ETP perd entre 50 et 100 mm, ce qui représente :

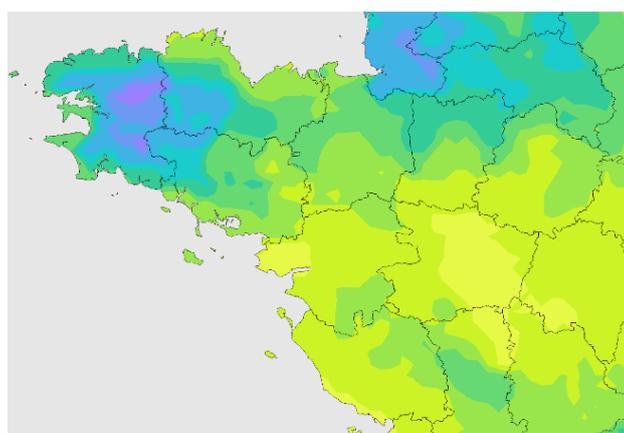
- pour la côte atlantique, la Vendée et le sud de la Mayenne -20 à -40 % du bilan annuel de la période 1959-1988,
- pour le Layon et le Saumurois une baisse de 50 à 80 %.

En été, la baisse de bilan entre les 2 périodes concerne surtout la Loire-Atlantique et le Maine-et-Loire avec une perte de 20 à 60 mm en allant du littoral vers les Mauges, le Layon et le Saumurois.

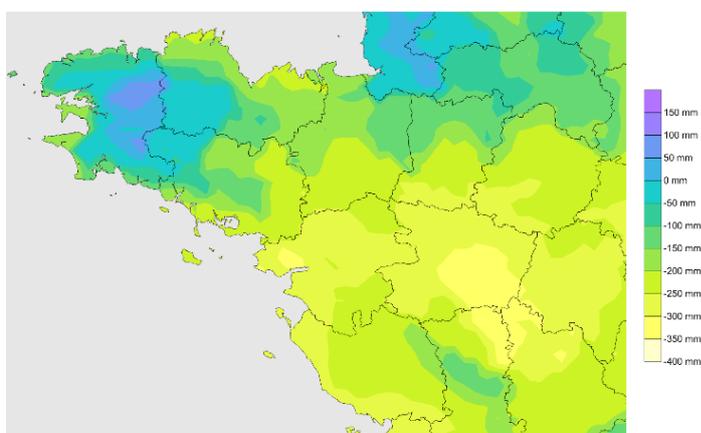
La Vendée, la Mayenne et la Sarthe affichent une baisse de bilan plus limitée, de l'ordre de 20 à 40 mm. Sur l'été, c'est une diminution de bilan de 25 à 50 %. Sur la période de végétation, la baisse du bilan entre les 2 périodes varie de 20 mm (-10%) sur le sud de la Mayenne, à 100 mm (-30 %) au sud du Maine-et-Loire.

L'augmentation de la pluviométrie pour une grande partie de la région sur la période de végétation (surtout en été) explique sans doute pourquoi la baisse du bilan sur ces 7 mois n'est pas plus forte.

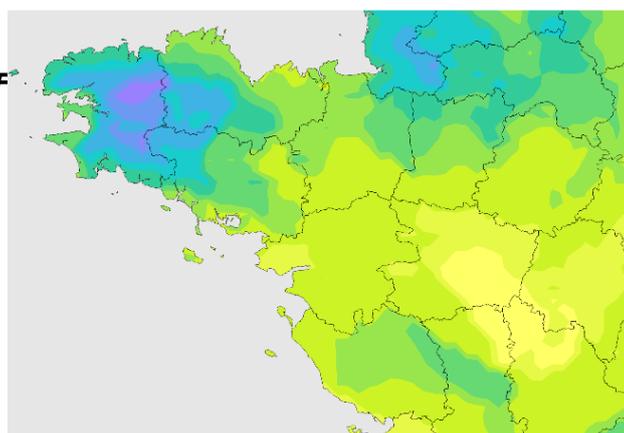
Ecarts cumulés de précipitations et d'ETP en période d'été (avril à octobre)
Moyennes 1959-1988



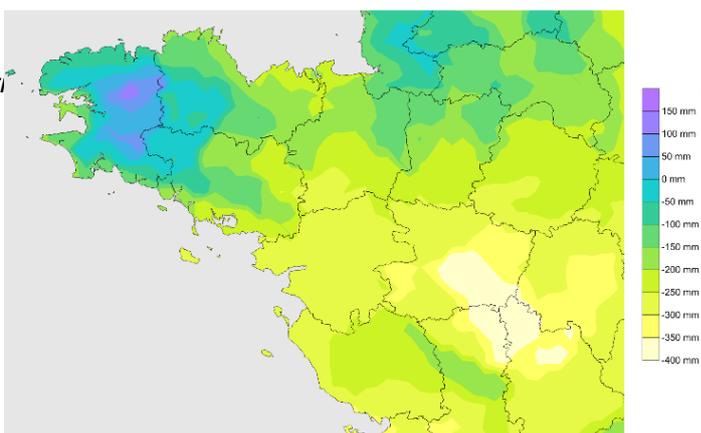
Ecarts cumulés de précipitations et d'ETP en période d'été (avril à octobre)
Moyennes 1969-1998



Ecarts cumulés de précipitations et d'ETP en période d'été (avril à octobre)
Moyennes 1979-2008



Ecarts cumulés de précipitations et d'ETP en période d'été (avril à octobre)
Moyennes 1989-2018



Les projections futures : Il n'y a pas de projections climatiques disponibles pour l'ETP. On peut supposer que celle-ci devrait continuer à augmenter avec l'évolution des températures. Néanmoins, il reste toujours une incertitude sur l'évolution de la pluviométrie selon les territoires avec des projections climatiques qui globalement ne montrent pas d'évolution tranchée.

Concernant le phénomène de sécheresse, on peut néanmoins s'intéresser à l'indicateur d'humidité du sol calculé par Météo France et pour lequel des projections climatiques ont été produites.

La comparaison du cycle annuel d'humidité du sol en Pays de la Loire entre la période de référence climatique 1961- 1990 et les horizons temporels proches (2021-2050) ou lointains (2071-2100) sur le XXIe siècle (selon un scénario sans politique climatique) montre un assèchement important en toute saison. En termes d'impact potentiel pour la végétation et les cultures non irriguées, cette évolution se traduit par un allongement moyen de la période de sol sec de l'ordre de 2 à 4 mois. On note qu'en été, l'humidité moyenne du sol en fin de siècle pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui.

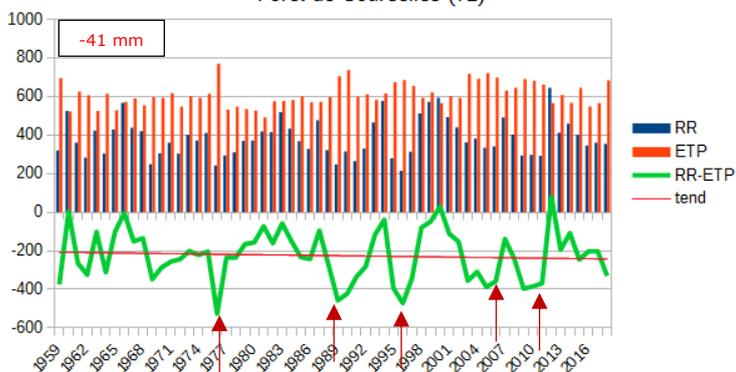
Les graphiques ci-dessous montrent l'évolution depuis 1959 du bilan hydrique climatique P-ETP en saison de végétation (avril à octobre). Les courbes de tendances permettent de mettre en évidence une évolution plus ou moins marquée de ce bilan hydrique climatique selon les secteurs analysés.

La valeur encadrée en haut à gauche des graphiques est la différence entre la moyenne trentenaire 1989-2018 et la moyenne trentenaire 1959-1988 de P-ETP.

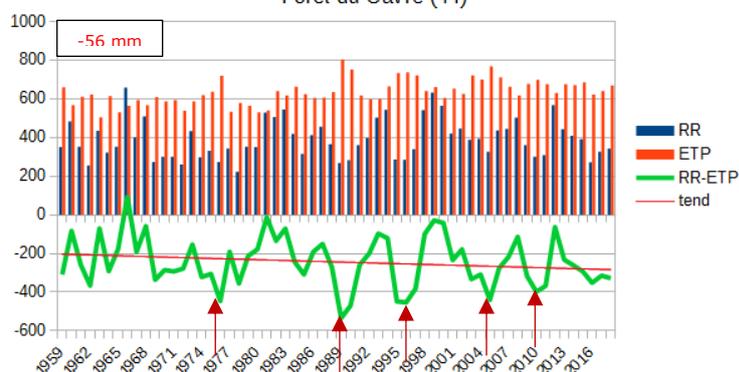
Globalement le bilan hydrique baisse et de façon plus importante pour les sites situés dans le Maine et Loire.

Ces graphiques permettent aussi de repérer les années où le déficit hydrique climatique de la saison de végétation a été particulièrement important sur chaque site considéré. L'évolution du bilan hydrique année par année met en évidence des périodes plus sèches comme les années 1976, 1989, 1990 ou encore 2005.

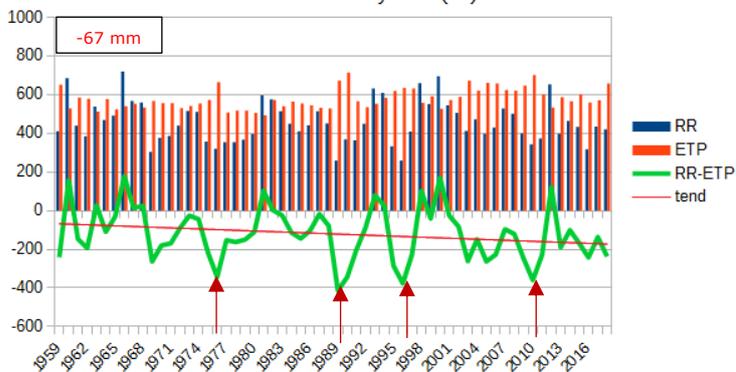
Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de Courcelles (72)



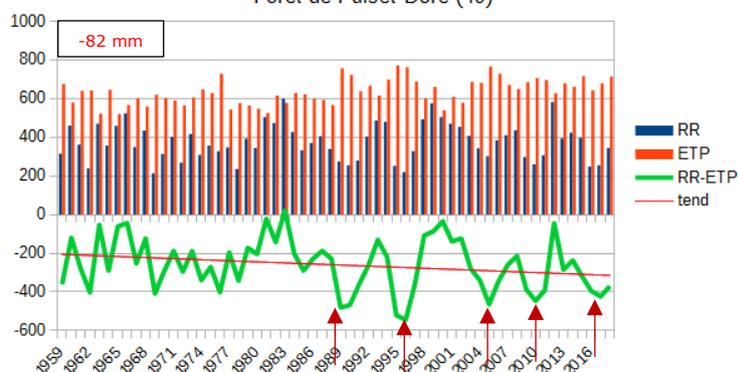
Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt du Gâvre (44)



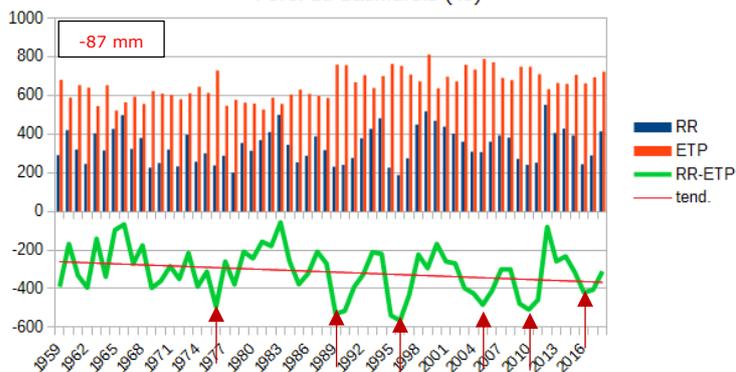
Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de Mayenne (53)



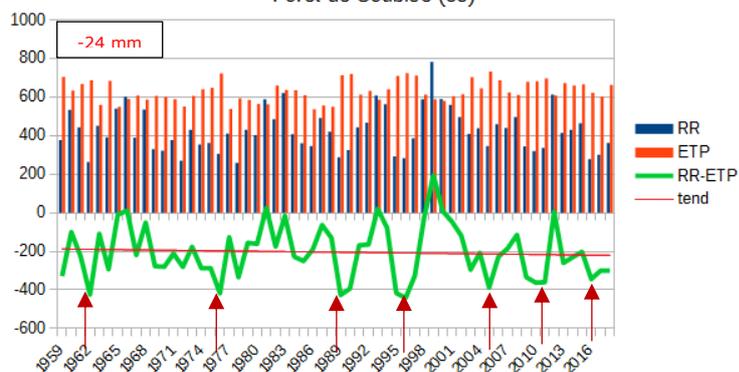
Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de Puiset-Doré (49)



Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt du Saumurois (49)



Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de Soubise (85)



Glossaire

Jour de chaleur

Températures maximales >25°C

Jour de très forte chaleur

Températures maximales >30°C.

Evapotranspiration

L'évapotranspiration concerne l'ensemble des processus renvoyant dans l'atmosphère sous forme gazeuse une partie des précipitations (forme liquide). Ce phénomène combine les pertes en eau par évaporation directe d'eau liquide (eau libre ou eau du sol dans les 15 premiers cm environ) et par transpiration de la biomasse. L'évapotranspiration s'exprime en mm d'eau pour une période donnée.

Evapotranspiration potentielle : l'évapotranspiration est dite potentielle quand l'énergie nécessaire à la vaporisation est le seul facteur limitant. L'ETP est donc une variable qui ne dépend que du climat (demande climatique en eau). Un sol nu, mouillé en surface par une pluie, évapore une quantité d'eau équivalente à l'ETP.

Evapotranspiration réelle : un couvert végétal de par sa structure offre une certaine résistance au transfert de la vapeur d'eau et évaporera toujours moins que l'ETP. La disponibilité réelle en eau dans le sol conditionne également l'évapotranspiration. L'évapotranspiration réelle (ETR) se définit ainsi comme la quantité d'eau réellement transpirée dans les conditions naturelles.

Scénarios SRES et scénarios RCP

L'analyse des experts du GIEC entre 2001 et 2007 reposait sur un faisceau de futurs possibles de nos sociétés et de nos modes de vie. Ces scénarios socio-économiques (SRES), organisés en 4 familles (A1, A2, B1 et B2), étaient traduits chacun en termes d'émissions de gaz à effet de serre pour le XXI^{ème} siècle. Ces évolutions des émissions ou des concentrations de gaz à effet de serre et d'aérosols étaient alors utilisées par les climatologues comme données d'entrée des modèles simulant le climat futur.

| Famille A1 | Famille A2 | Famille B1 | Famille B2 |
|---|---|---|---|
| Elle postule une croissance économique très rapide et répartie de façon homogène sur la planète. La population mondiale atteint un maximum de 9 milliards d'individus au milieu du siècle pour décliner ensuite. De nouvelles technologies énergétiquement efficaces sont introduites rapidement. | Elle prévoit un monde beaucoup plus hétérogène : la croissance économique et le développement des technologies énergétiquement efficaces sont très variables selon les régions. La population atteint 15 milliards d'habitants à la fin du siècle sans cesser de croître. | Ce scénario est le plus optimiste. Elle décrit la même hypothèse démographique que la famille A1 mais avec une économie rapidement dominée par les services et dotée de technologies énergétiquement efficaces. Mais sans initiatives supplémentaires par rapport à aujourd'hui pour gérer le climat. | Elle décrit un monde à mi-chemin des scénarios A1 et A2 sur les plans économiques et technologiques, qui voit sa population atteindre à 10 milliards d'habitants en 2100, sans cesser de croître. |

Lors de la préparation du 5^{ème} Rapport du GIEC (2014), une approche différente a été adoptée afin d'accélérer le processus d'évaluation. Les experts du GIEC ont cette fois définie a priori quatre trajectoires d'émissions et de concentrations de gaz à effet de serre, d'ozone et d'aérosols, ainsi que d'occupation des sols baptisés RCP (Profils représentatifs d'évolution de concentration).

Les quatre profils d'évolution des concentrations des gaz à effet de serre retenus par les experts du GIEC dans le 5^{ème} rapport ont été traduits en termes de forçage radiatif, c'est-à-dire de modification du bilan radiatif de la planète. Le bilan radiatif représente la différence entre le rayonnement solaire reçu et le rayonnement infrarouge réémis par la planète. Ces RCP sont utilisés par les différentes équipes d'experts qui travaillent pour la première fois en parallèle. Les climatologues en déduisent des projections climatiques globales ou régionales. Les économistes établissent des scénarios qui explorent toutes les possibilités d'évolutions technologiques et socio-économiques compatibles avec les RCP.

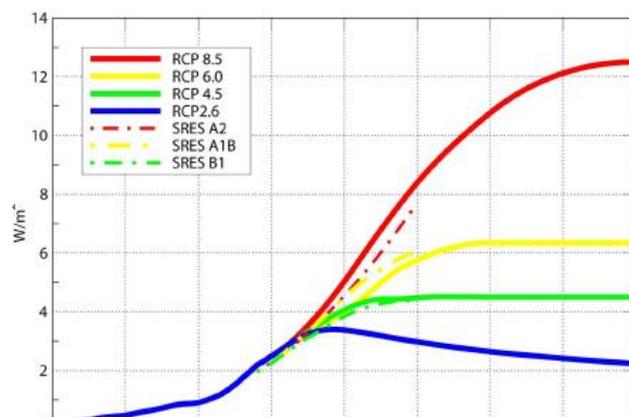


Figure 5 Evolution du forçage radiatif selon les scénarios RCP (et les anciens scénarios SRES de 2007)

Les 4 profils RCP correspondent chacun à une évolution différente de ce forçage à l'horizon 2300. Ils sont identifiés par un nombre, exprimé en W/m^2 (puissance par unité de surface), qui indique la valeur du forçage considéré. Plus cette valeur est élevée, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.

Le profil RCP 8.5 est le plus extrême (pessimiste). Il est un peu plus fort que le scénario le plus marqué utilisé dans les simulations du rapport du GIEC 2007 (A2). Les profils RCP 6.0 et RCP 4.5 correspondent sensiblement et respectivement aux scénarios A1B et B1. Enfin, le profil RCP 2.6 est sans équivalent dans les anciennes propositions du GIEC. En effet, sa réalisation implique l'intégration des effets de politiques de réduction des émissions susceptibles de limiter le réchauffement planétaire à 2°C.