

Caractérisation et évolution du climat en Bretagne



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 Bretagne » (2019). Cette étude a reçu le soutien financier du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation via le dispositif Adevois.

CRPF Bretagne-Pays de la Loire
Décembre 2019

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 Bretagne et à mettre en évidence ses impacts sur la forêt bretonne.

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 Bretagne 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 Bretagne

La Bretagne est caractérisée par un climat doux océanique : températures douces (moyenne annuelle de 10,5 à 13 °C) et pluviométrie relativement abondante répartie tout au long de l'année avec un maximum d'octobre à mars. Néanmoins, des contrastes importants peuvent être observés entre l'Ouest et l'Est (diminution de l'influence océanique), entre le Nord et le Sud (effet lié à l'insolation) et entre le littoral et l'intérieur (effet côtier, effet du relief).

Les températures

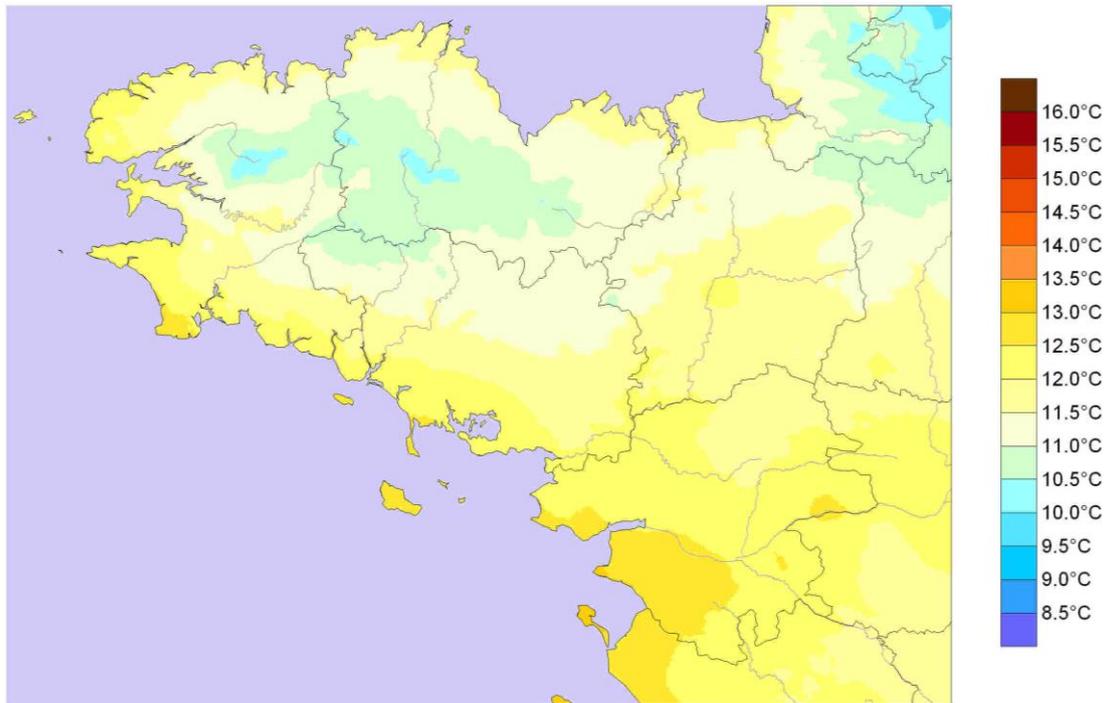


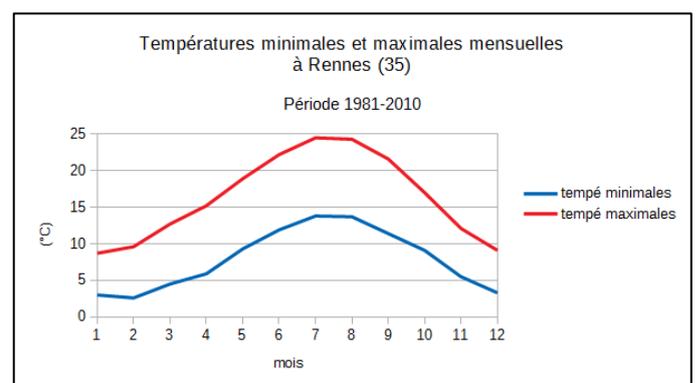
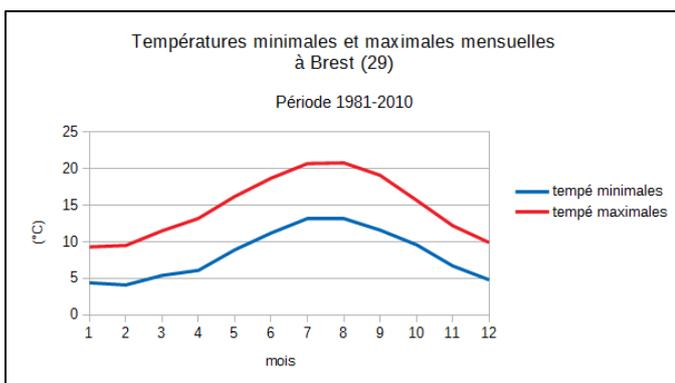
Figure 1 Température annuelle moyenne, normales 1981-2010 en Bretagne

Les températures sont douces avec :

- des minimales mensuelles les plus basses de décembre à février (de 3 à 5 degrés de l'intérieur vers les côtes);
- des maximales mensuelles les plus hautes de fin juin à août (de 20 à 25 degrés du nord-ouest au sud-est de la Bretagne).

De par l'influence de la mer, les températures littorales sont plus douces en hiver et plus fraîches en été que celles de l'intérieur (surtout sur les côtes nord et ouest).

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 Rennes, on trouve des gelées après le 21 avril à la fréquence d'une année sur 5.



Le phénomène de chaleur (nombre de **jours de chaleur**) : c'est un phénomène rare sur les côtes (surtout au nord et à l'ouest, 5 à 10 jours par an) qui s'accroît au fur et à mesure en allant vers le Sud-Est de la région (40 jours par an en été).

Les précipitations

La pluviométrie moyenne peut varier du simple au double entre le bassin rennais (cumul annuel <700 mm) et les reliefs finistériens (cumul annuel > 1300 mm).

La partie ouest de la Bretagne est globalement plus arrosée, les zones vallonnées l'étant par ailleurs bien plus que le littoral.

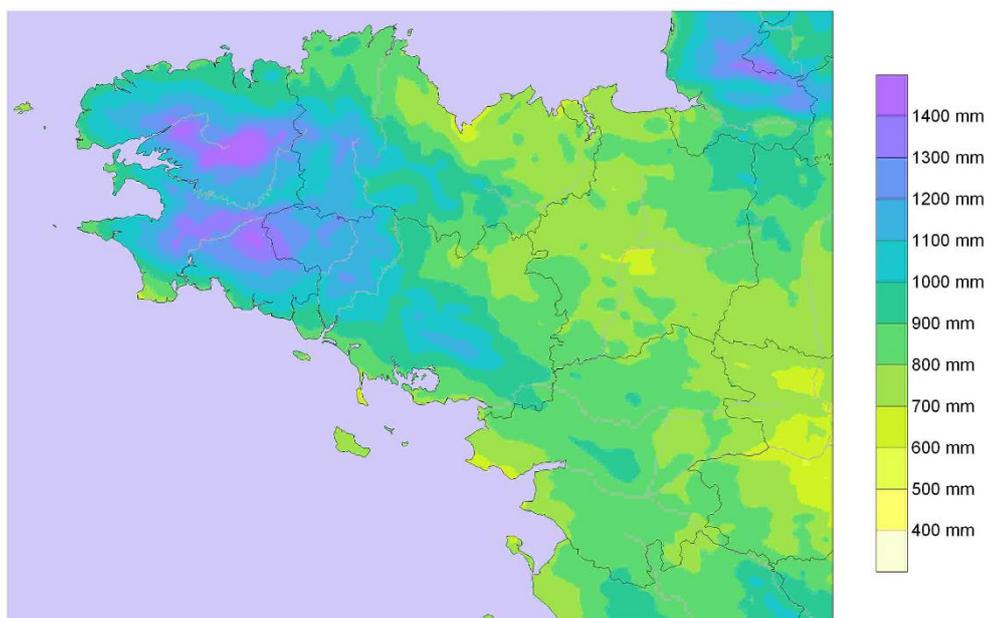
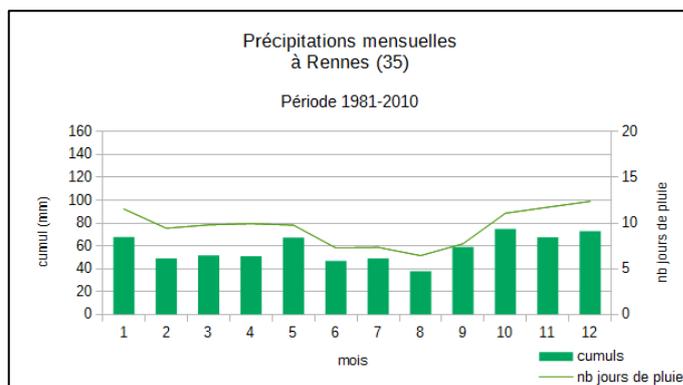
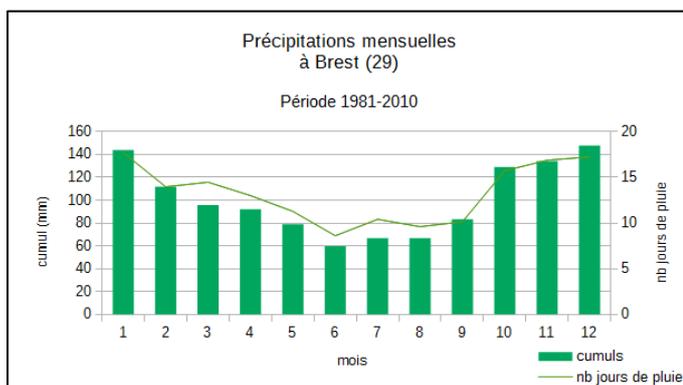


Figure 2 Cumul moyen annuel de précipitations 1981-2010

Cette répartition spatiale des précipitations est particulièrement vérifiée 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 Brest alors que la pluviométrie mensuelle de Rennes est comprise dans une fourchette assez étroite, de 40 à 80 mm.

La Bretagne est très peu touchée par les fortes pluies (>10 mm, 18 journées en moyenne à Rennes) et les orages (12 journées en moyenne par an à Rennes). La grêle ou la neige sont peu fréquentes.



L'ensoleillement annuel

Il varie de 1400 à 2000 heures des Monts d'Arrée aux côtes sud du Morbihan.

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

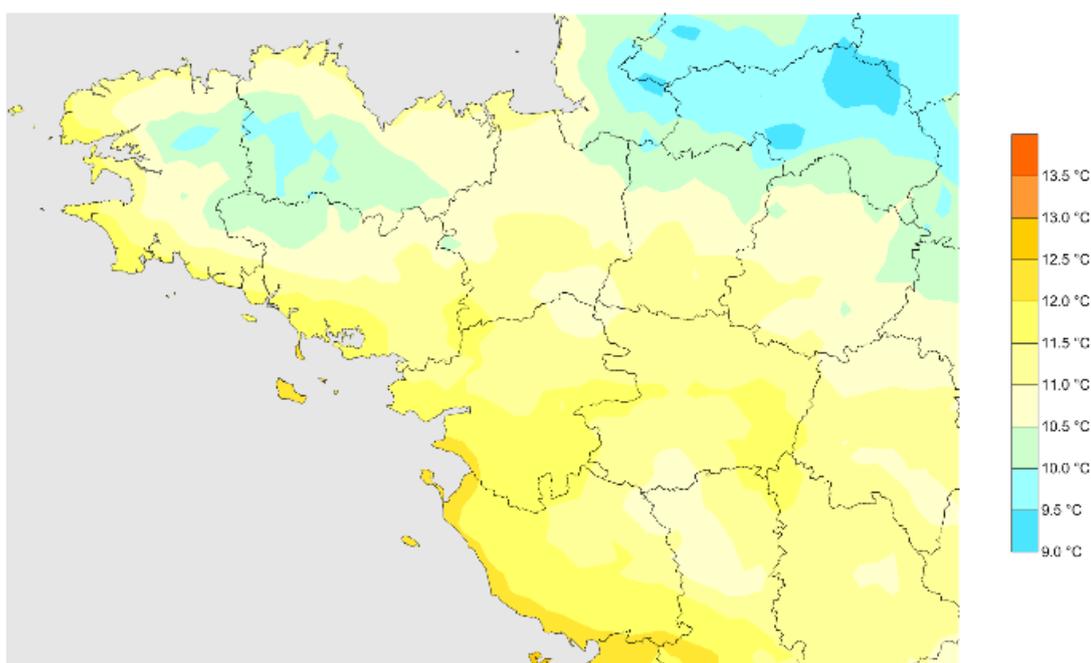
Les températures

La Bretagne connaît 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.

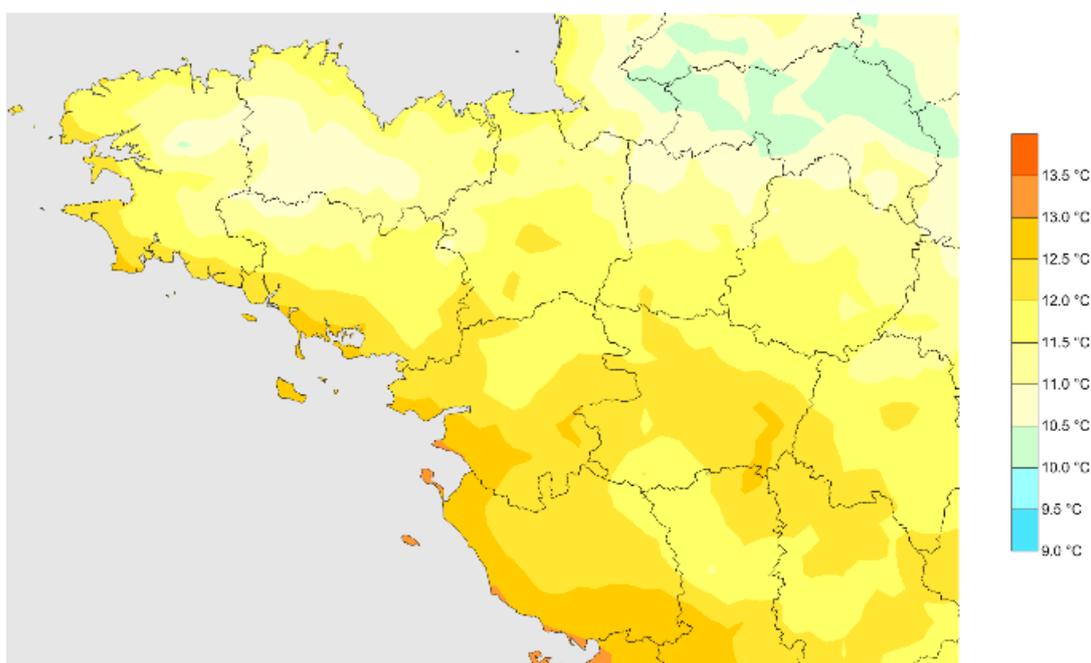
Globalement, en trente ans (entre 1959-1988 et 1989-2018) les températures gagnent 1 degré en moyenne annuelle.

Le sud de l'Ille-et-Vilaine, l'intérieur du Finistère, le nord-ouest du Morbihan et le sud-ouest des Cotes-d'Armor connaissent la plus forte hausse : de 1° à 1,2° contre 0,8° à 1° ailleurs.

**Moyennes annuelles des températures
Moyennes 1959 - 1988**



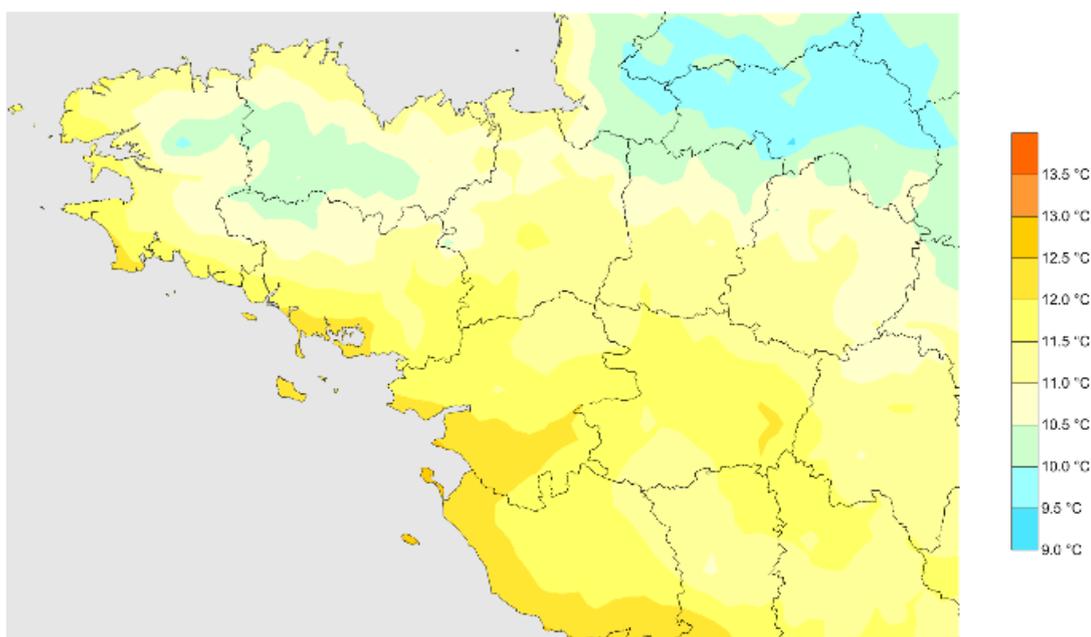
**Moyennes annuelles des températures
Moyennes 1979 - 2008**



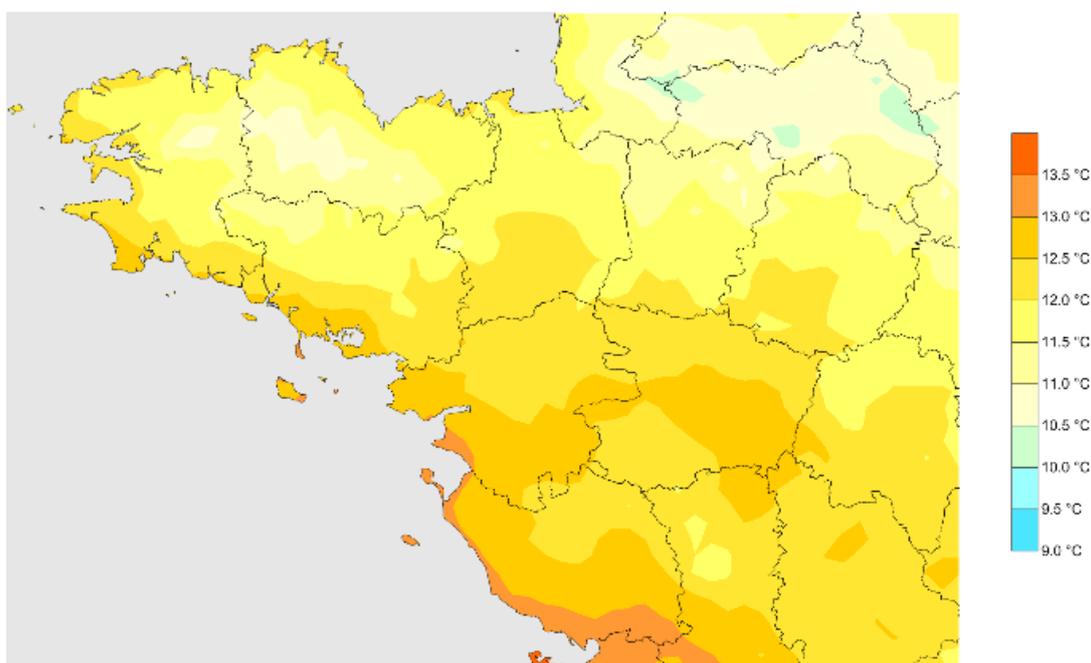
L'examen des indicateurs liés directement à la température a permis de distinguer plusieurs territoires en Bretagne.

- le **sud de l'Ille-et-Vilaine et l'est du Morbihan** connaissent la **hausse la plus rapide** des températures, en particulier en été (+1,2 à +1,4°C en 30 ans) ;
- la majeure partie du **Finistère** sauf le littoral et le Léon connaît une **hausse marquée des températures de la journée** ;
- le **littoral atlantique** est également touché par la hausse des températures, en particulier les **températures nocturnes de l'été**, en relation avec un probable réchauffement de la mer ;
- le **centre de la Bretagne** (territoire compris dans le triangle St-Brieuc – Pontivy - Josselin) connaît un **net radoucissement des températures minimales**, en progressant **moins vite** que ses voisins dans les **situations chaudes**. La topographie de ce territoire lui confère un comportement différent des autres territoires.

**Moyennes annuelles des températures
Moyennes 1969 - 1998**

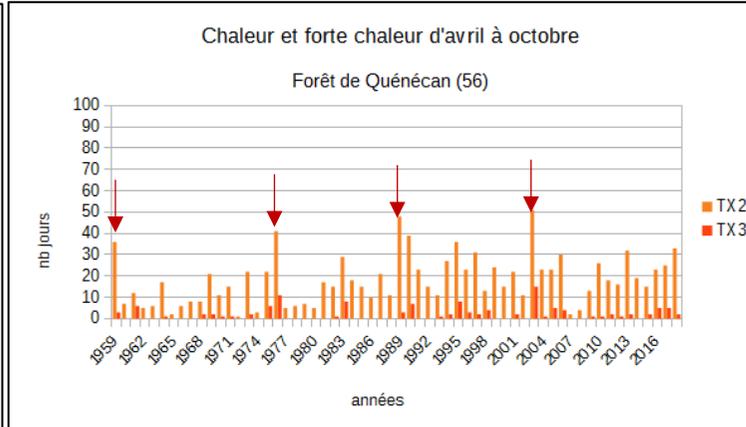
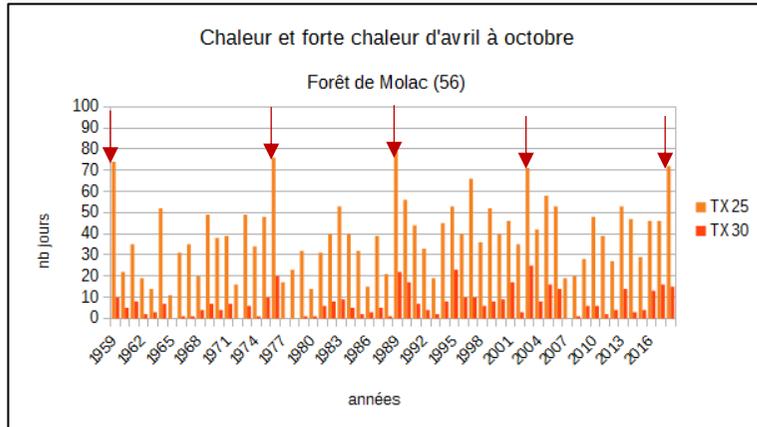
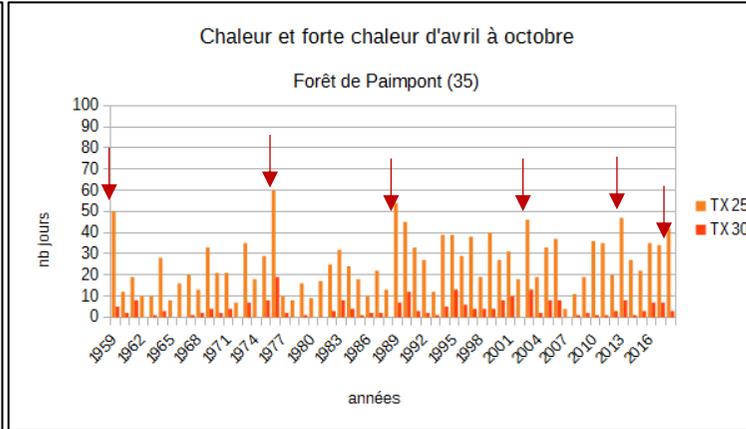
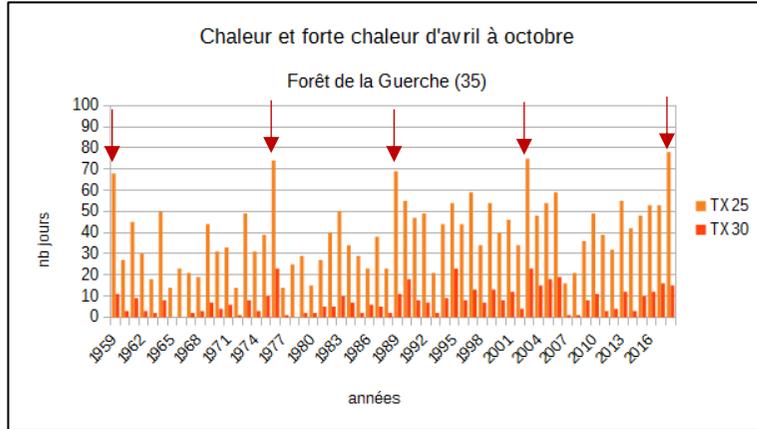
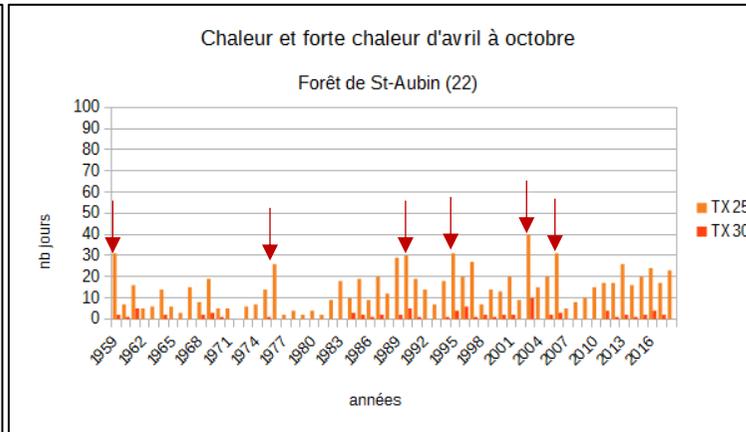
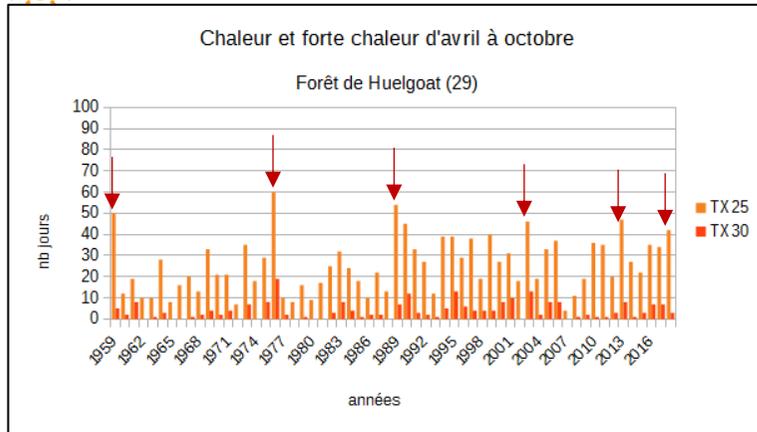


**Moyennes annuelles des températures
Moyennes 1989 - 2018**





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 Bretagne.

On constate globalement une fréquence plus importante du phénomène de chaleur d'avril à octobre, davantage sur les zones à la fois les plus méridionales et les plus intérieures. **En moyenne on gagne une douzaine de jours de chaleur entre la période 1959-1988 et la période 1989-2018.**

Sur la forêt de la Guerche, les années 2003 à 2006, puis 2015 à 2018 ont connu plus de 10 jours par an avec des températures égales ou supérieures à 30 °C. Ce n'est pas visible avant 2003 avec une telle intensité, mais si on considère le seuil 25°C, ces mêmes années dépassent 40 jours ainsi que les années 1989-1992 et 1994 à 1997. En forêt de Huelgoat, si on prend le seuil de 30 jours par an avec des températures égales ou supérieures à 25°C, on décompte 5 années avant 1989 et 17 années à partir de 1989, dont les 3 dernières années !

Les 3 années les plus chaudes depuis 1959 en Bretagne (2011, 2014 et 2018) sont 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 (avec des variations selon les territoires) : 1959, 1976, 1989, 2003, 2018. L'été 2003 est l'été le plus chaud depuis 1959 en Bretagne devant l'été 1976.



Le gel printanier

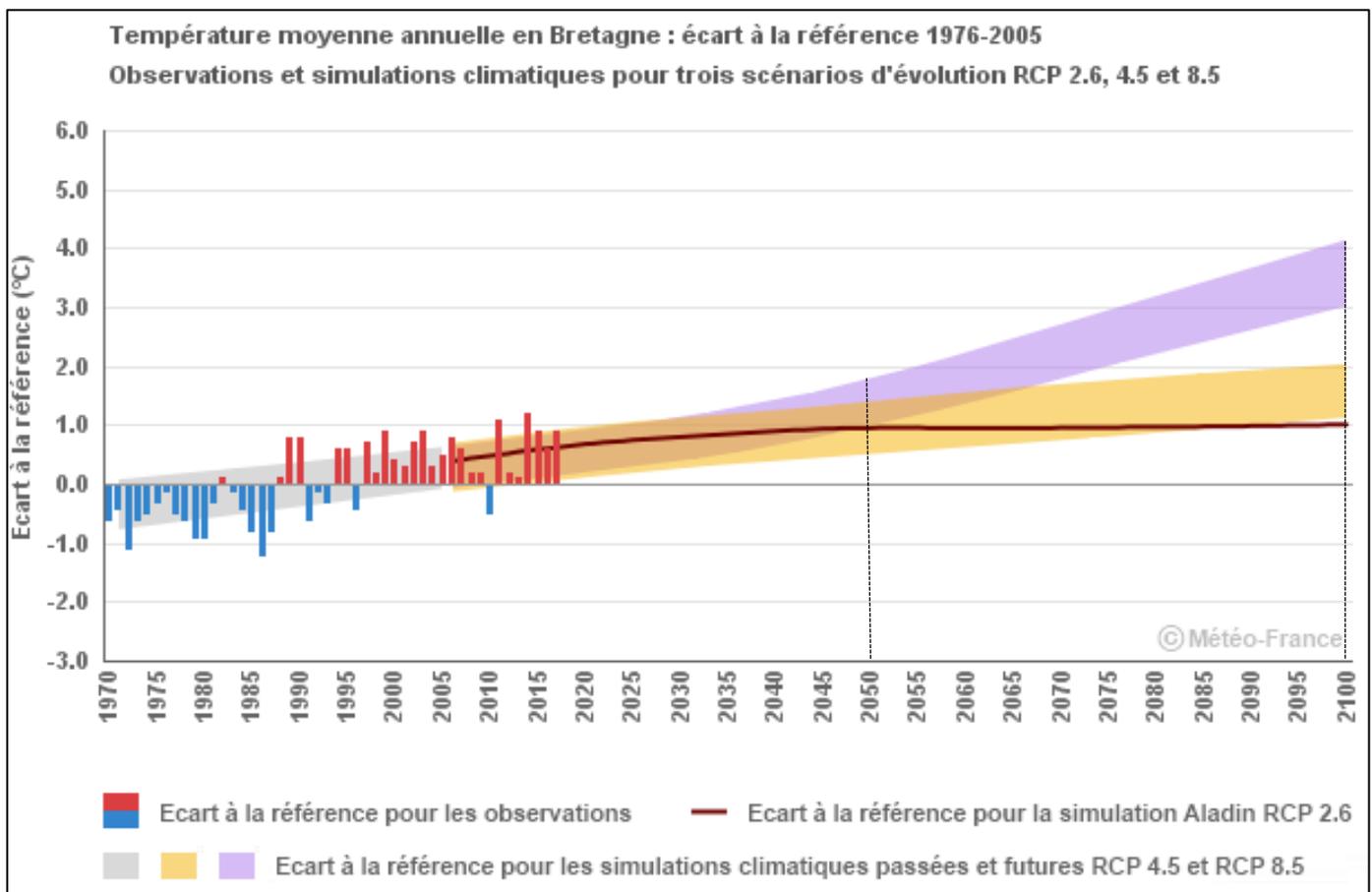
On constate une nette diminution des gelées entre 1959-1988 et 1989-2018 : de -4 à -6 jours pour les zones les plus froides, voire -10 jours sur les landes du Mené. Cette diminution est sans incidence constatée à ce stade sur les « accidents » de type gelée tardive (occurrence pas forcément moins tard). La même absence de tendance est constatée pour les premières gelées d'automne.

Les projections futures

En Bretagne, 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 en lien avec la poursuite du réchauffement. 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 12 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 38 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 11 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 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.

Toutefois, la comparaison des indicateurs associés entre 1959-1988 et 1989-2018 révèle une augmentation des précipitations de l'été à l'hiver, et une diminution printanière peu marquée (-5 % au plus).

Le Finistère et plus généralement les reliefs de l'ouest breton bénéficient d'une hausse plus significative de la pluviométrie par rapport au reste de la région, dont une partie est due aux pluies d'été (+10 à 20% soit + 20 à 40 mm en 30 ans). Cette augmentation est associée à un nombre de jours de pluie légèrement croissant, donc on ne peut pas l'imputer à des pluies qui seraient plus intenses (orages par exemple).

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

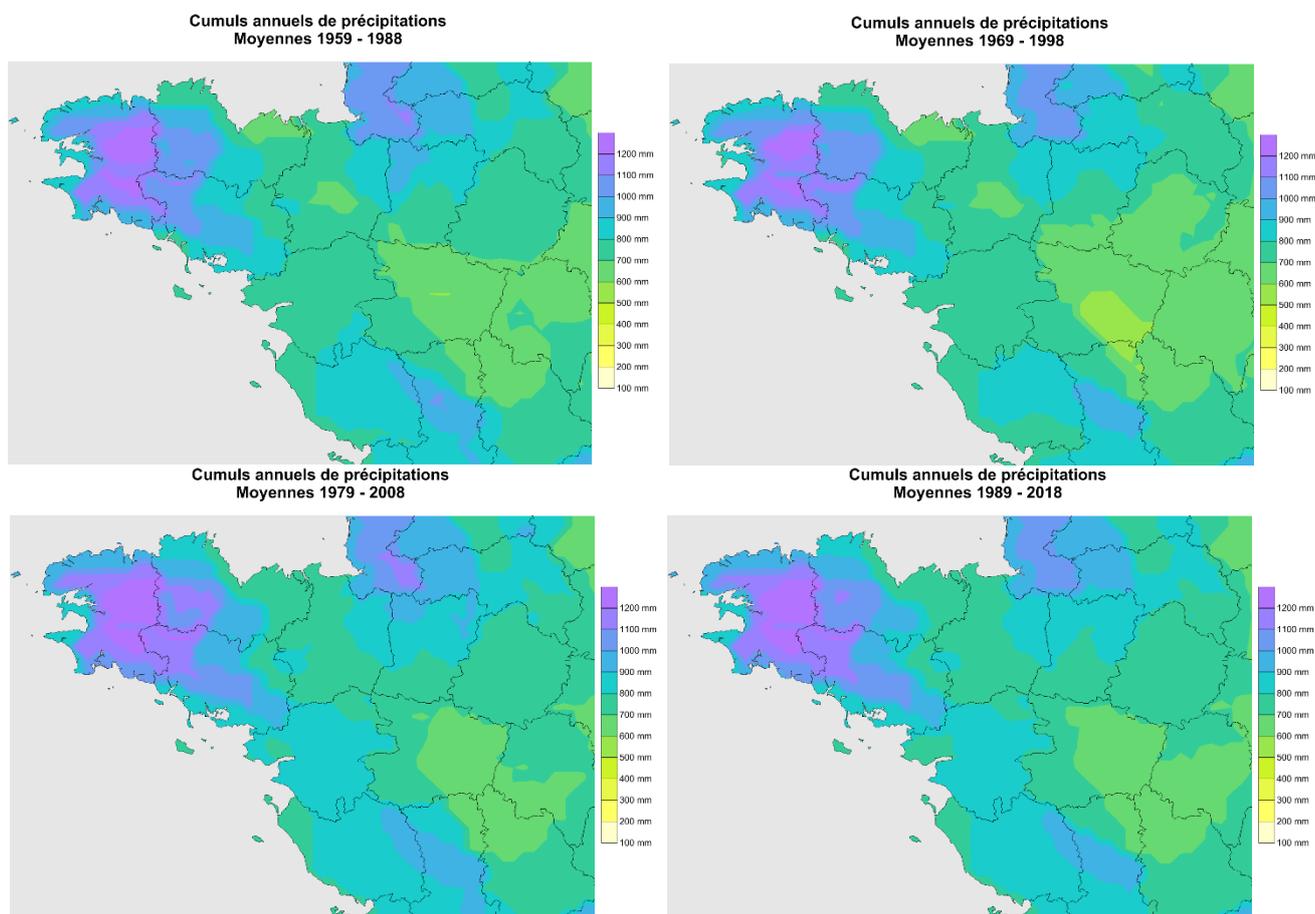


Figure 3 Evolution des cumuls de précipitation moyens annuels (succession des 4 périodes trentenaires)

Les projections futures

En Bretagne, quel que soit le scénario considéré, les projections climatiques montrent peu d'évolution des précipitations annuelles d'ici la fin du XXI^e siècle.

Le bilan hydrique climatiques P-ETP

Sur la période de végétation, l'ETP augmente modérément de 50 à 100 mm en 30 ans. Avec les évolutions contrastées de la pluviométrie il en résulte que le P-ETP d'une grande moitié ouest de la région reste stable alors qu'il baisse d'environ 100 mm sur l'Ille-et-Vilaine.

En été, la baisse de bilan entre les 2 périodes n'est plus aussi visible : on constate que l'ouest de la région voit son bilan remonter légèrement, pendant que l'est de la région connaît une baisse d'environ 10 à 15 % (20 mm). On en déduit que **dans la saison de végétation, la baisse du bilan hydrique ne se concentre pas principalement en période estivale.**

L'est de la région, en particulier l'est du Morbihan et le sud-ouest de l'Ille-et-Vilaine, subit une augmentation d'ETP plus forte que celle de la pluviométrie : c'est donc une zone susceptible de connaître des situations plus critiques.

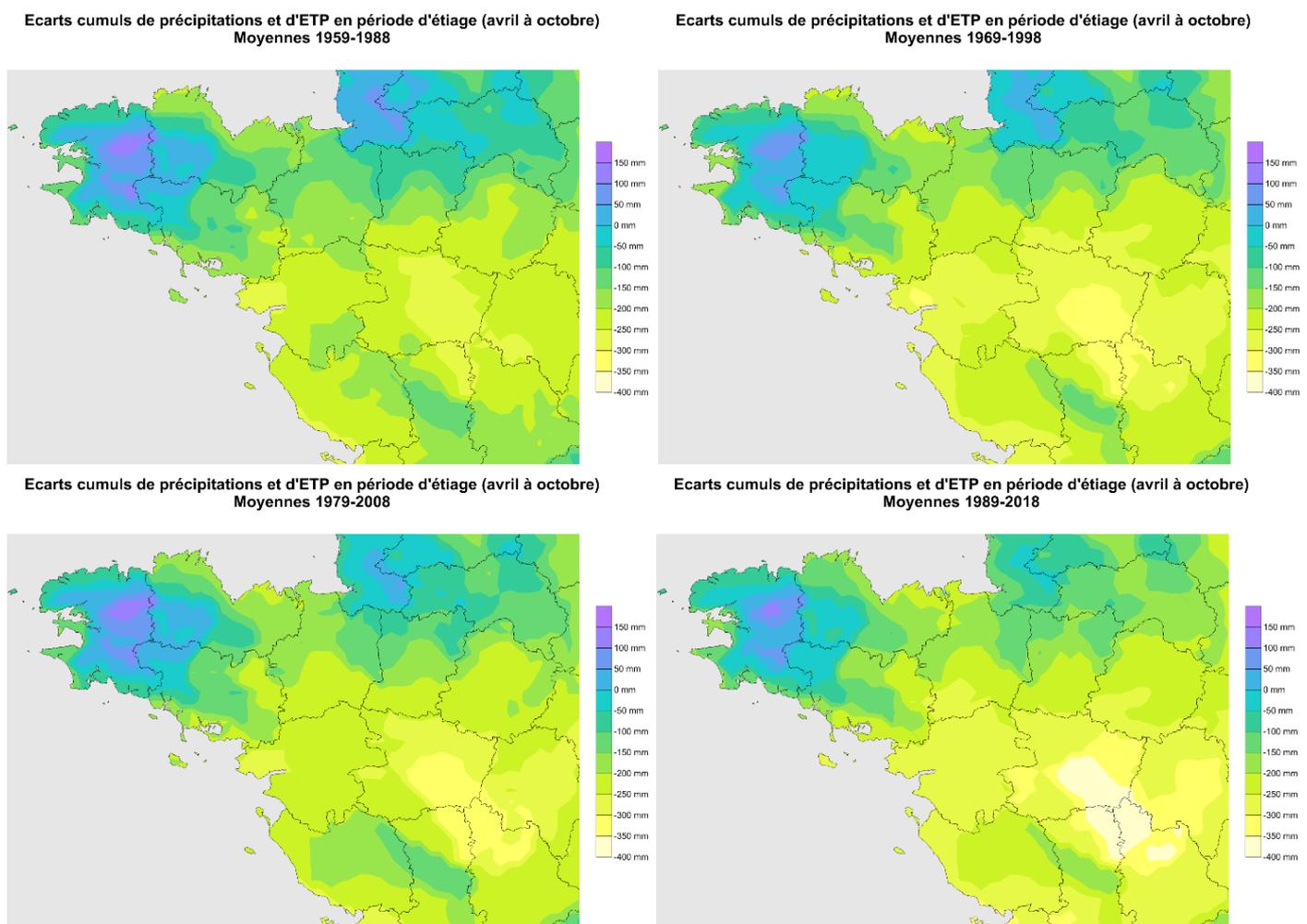


Figure 4 Evolution du bilan hydrique climatique (avril à octobre) : succession des 4 périodes trentennaires

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 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 XXI^e 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.

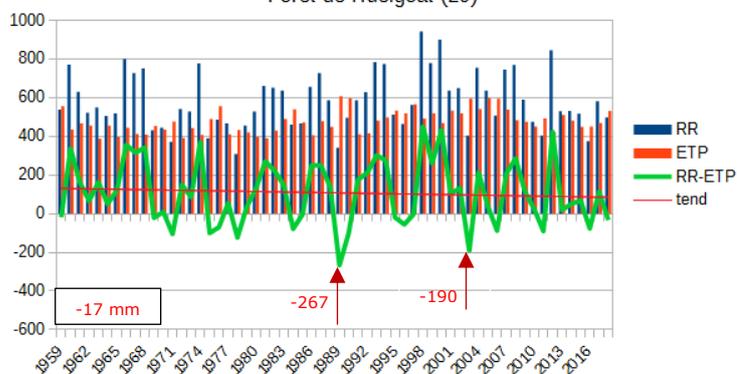
Les graphiques ci-dessous montrent l'évolution depuis 1959 du bilan hydrique climatique P-ETP en saison de végétation (avril à octobre). Les courbes de tendances permettent de mettre en évidence une évolution plus ou moins marquée de ce bilan hydrique climatique selon les secteurs analysés.

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

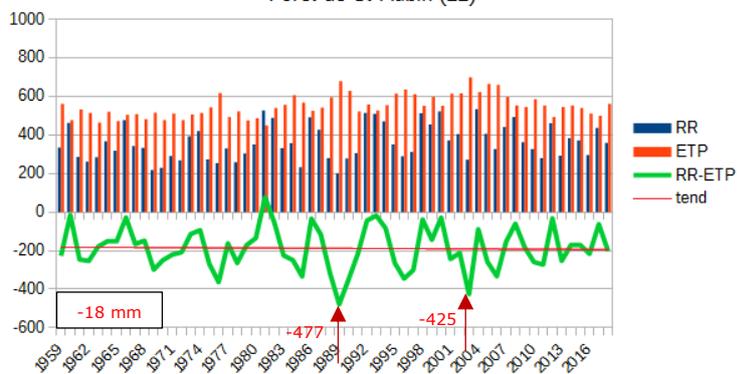
Globalement le bilan hydrique baisse mais de façon plus significative pour les deux sites situés en Ille et Vilaine. Les valeurs négatives les plus extrêmes de P-ETP sont observées après les années 70.

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.

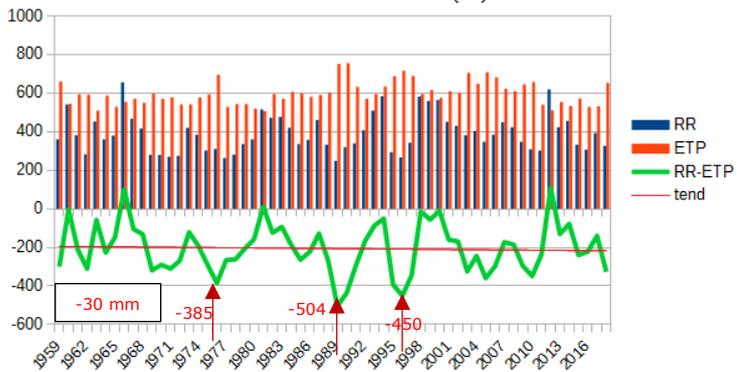
Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de Huelgoat (29)



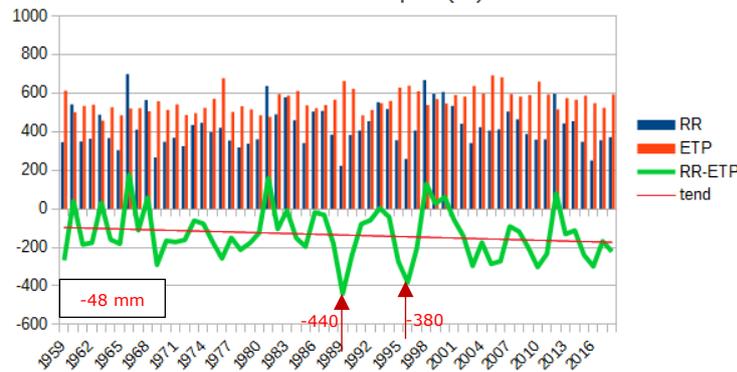
Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de St-Aubin (22)



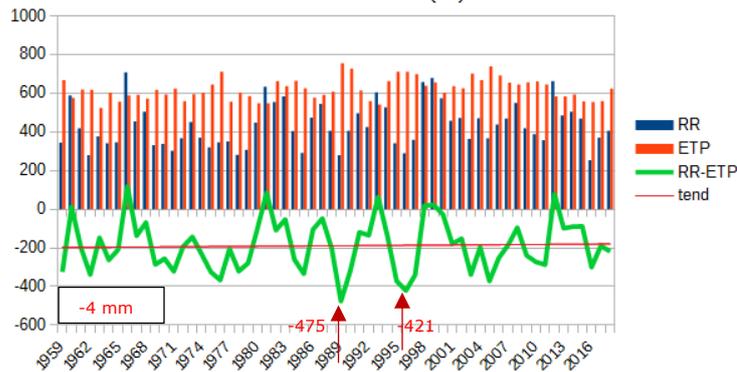
Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de La Guerche (35)



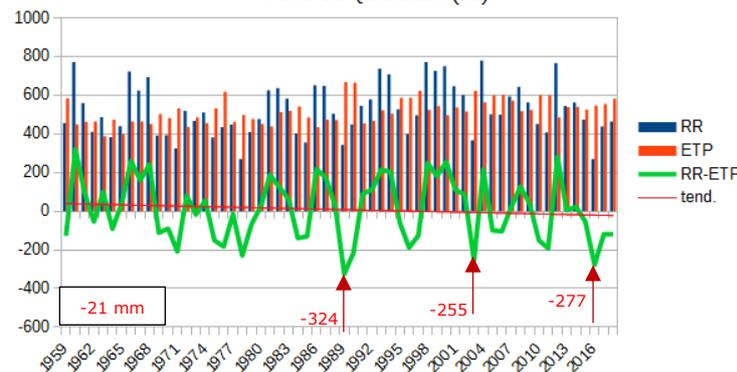
Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de Paimpont (35)



Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de Molac (56)



Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre
Forêt de Quénécan (56)



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 évaporerait 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.

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/m² (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.

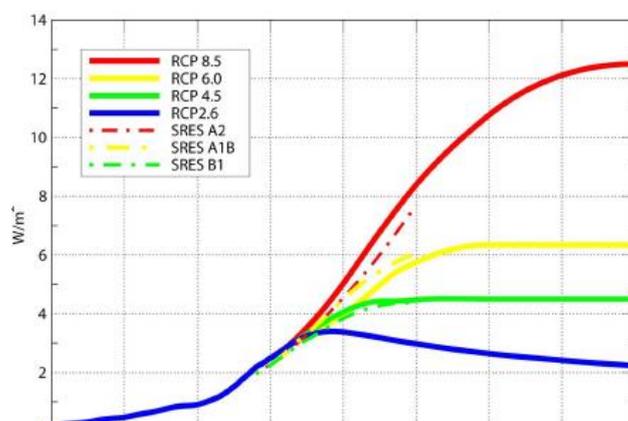


Figure 5 Evolution du forçage radiatif selon les scénarios RCP (et les anciens scénarios SRES de 2007)