

Fiche 1.1. Qu'est ce que le changement climatique ?

● Qu'est-ce que la climatologie ?

Le climat, les conditions moyennes à un endroit donné

La climatologie s'intéresse aux conditions atmosphériques moyennes pouvant caractériser une région donnée, pendant une période de temps donnée. Elle s'appuie sur l'analyse statistique de différents paramètres : la température, l'ensoleillement, les précipitations, l'humidité, les vents. Elle permet ainsi de dégager des tendances climatiques (saisonniers, annuelles, pluri-annuelles). On s'y réfère pour comprendre les évolutions anormales et imaginer les évolutions futures sur un territoire.



La météo, le « temps qu'il fait »

La météorologie étudie les phénomènes atmosphériques observables.

Elle suit l'évolution des dépressions (zone de basse pression) et des anticyclones (zone avec une pression élevée), la formation des nuages, les précipitations liquides ou solides... dans le but de faire des prévisions localisées à court terme (de quelques jours à quelques semaines). Pour cela, elle s'attarde aux interactions entre plusieurs facteurs tels que la pression atmosphérique, la température, l'humidité, le vent, la couverture nuageuse, etc... On fait ainsi référence à la météo au quotidien, pour prévoir nos activités à court terme.



Ainsi, un "changement climatique", ou "dérèglement climatique", correspond à **une modification durable du climat global de la Terre ou de ses divers climats régionaux.**

● Qu'est ce que le « GIEC » ?

Le GIEC est un organisme intergouvernemental ouvert à tous les pays membres de l'ONU. Il évalue l'état des connaissances sur l'évolution du climat, ses causes, ses impacts et les possibilités de limiter l'ampleur du réchauffement. Ses rapports synthétisent les publications de milliers de chercheurs qui analysent, modélisent et quantifient le changement climatique et ses impacts.



Pour en savoir plus sur le GIEC



● Qu'est-ce que l'effet de serre ?

L'effet de serre est un processus naturel et essentiel à la vie car il permet de maintenir une température moyenne autour de 15 °C sur Terre. Certains composants gazeux présents majoritairement de manière naturelle dans l'atmosphère captent une part de l'énergie thermique (la chaleur) renvoyée vers l'espace par la Terre. On les appelle les « gaz à effet de serre » (GES). La concentration de GES est de plus en plus importante dans l'atmosphère terrestre : les émissions d'origine anthropique se sont intensifiées depuis la période industrielle. La chaleur est donc davantage maintenue autour de la Terre, ce qui accentue l'effet de serre et cause un réchauffement planétaire.

Les 7 gaz à effet de serre ciblés par le protocole de Kyoto*

- PFC** : Hydrocarbures perfluorés
- SF6** : Hexafluorure de soufre
- CO2** : Dioxyde de carbone
- N2O** : Protoxyde d'azote
- CH4** : Méthane
- HFC** : Hydrofluorocarbones
- NF3** : Trifluorure d'azote

(* Le protocole de Kyoto, un accord international bâti sur la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, vise principalement la réduction de sept gaz à effet de serre (GES) © Ministère de l'Ecologie français



Mécanisme de l'effet de serre © ADEME

Les paramètres les plus marquants des évolutions climatiques sont les températures et les précipitations, qu'il s'agisse tant des évolutions graduelles que des événements extrêmes.

Fiche 1.1. Qu'est ce que le changement climatique ?

- Quelle est l'origine du changement climatique actuel ?

La planète a déjà subi plusieurs évolutions de climat...

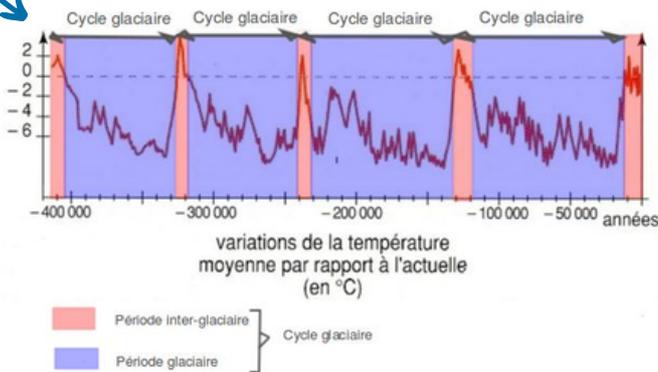
Le climat de la Terre a évolué à de nombreuses reprises depuis sa formation.

Depuis 60 millions d'années, il connaît **un refroidissement progressif**, qui a permis la mise en place des calottes polaires en Antarctique et au Groenland il y a respectivement 34 et 3 millions d'années.

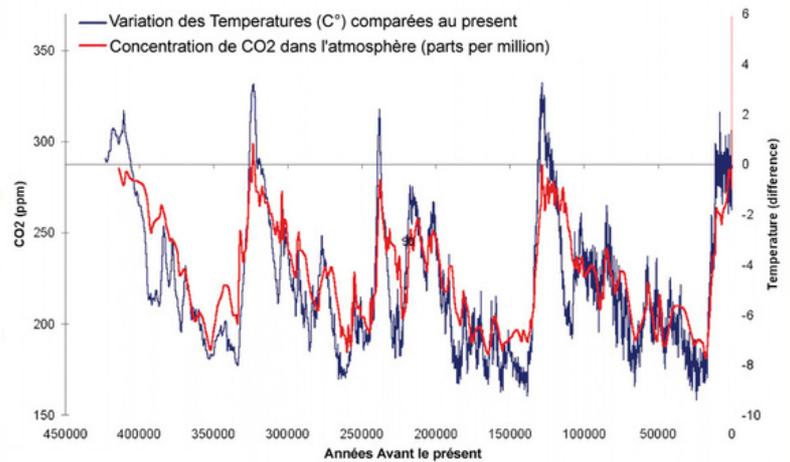
La variabilité climatique aurait néanmoins augmenté depuis environ 3 millions d'années, avec l'intensification des **cycles glaciaires (période froide) / interglaciaires (période chaude)**, associés à des cycles de « construction » puis de disparition d'autres calottes glaciaires sur le nord des continents américain et eurasien.

La dernière période glaciaire a connu son point culminant il y a 20 000 ans. La température moyenne du globe aurait pu être de l'ordre de 6 °C inférieure à la température actuelle. L'Europe du Nord et le Canada étaient recouverts par les glaces.

Nous sommes actuellement dans une période interglaciaire (donc chaude), qui pourrait être prolongée plus longtemps que prévu avec l'effet des activités humaines.



Températures et CO2 sur les 400 000 dernières années



... mais ces évolutions n'ont jamais été aussi brutales qu'actuellement

Ce qui est exceptionnel avec le changement climatique actuel, ce n'est pas tant l'amplitude que la rapidité extrême à laquelle les concentrations en CO2 dans l'atmosphère augmentent : cela relève plus de la crise climatique que d'une lente variation du climat.

Au cours des périodes inter-glaciaires (=chaudes) précédentes, les concentrations maximales en CO2 atteignaient 280 ppm (partie par million), **contre 412 ppm mesurées en 2020 ! Il faut remonter des millions d'années en arrière pour trouver de telles concentrations en CO2 dans l'atmosphère**, à une époque où la calotte glaciaire groenlandaise n'existait pas encore.

Or l'augmentation des températures est corrélée à une augmentation des concentrations en CO2 dans l'atmosphère.

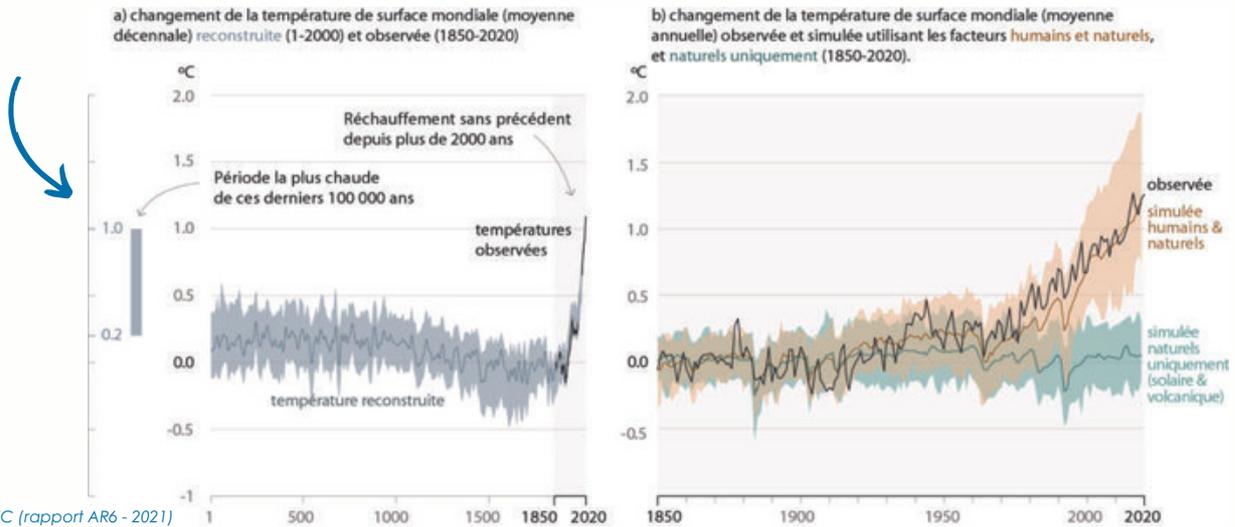
● Les conclusions du 6ème rapport du GIEC

Publié en aout 2021, le 1er tome du 6ème rapport du GIEC rappelle que l'ampleur vraisemblable du réchauffement climatique sur la surface mondiale causée par l'activité humaine **entre les périodes 1850-1900 et 2010-2019 est de + 1,07 °C**. Les océans se réchauffent moins vite que les terres, et l'équateur se réchauffe moins vite que les pôles. Le rapport rappelle qu'en 2019, les concentrations atmosphériques de CO2 étaient plus élevées qu'à n'importe quel moment sur au moins 2 millions d'années.

Voir la suite page suivante.

Fiche 1.1. Qu'est ce que le changement climatique ?

Ci-dessous, le graphique a) issu du 6ème rapport montre que la température actuelle est plus élevée que lors de la dernière période la plus chaude enregistrée depuis 100 000 ans. Avant cela, il faut remonter à l'ère interglaciaire (=chaude) précédente (125 000 ans) pour retrouver une température aussi élevée. Le graphique b) compare l'évolution climatique simulée sans impact de l'activité humaine sur le climat (sans émission de gaz à effet de serre) et avec l'impact de l'activité humaine.



Source : GIEC (rapport AR6 - 2021)

Au niveau des projections climatiques, le rapport conclut que la température à la surface du globe continuera d'augmenter au moins jusqu'au milieu du siècle, quelque soit le scénario d'émissions de gaz à effet de serre envisagé. Le réchauffement planétaire dépassera **les 2 °C au cours du XXIe siècle**, à moins que des réductions considérables des émissions de CO2 et d'autres gaz à effet de serre n'interviennent dans les prochaines décennies, et qu'elles soient enclenchées immédiatement.

Le niveau de la mer devrait s'élever pendant des siècles, voire des millénaires, en raison du réchauffement continu des océans profonds et de la fonte des calottes glaciaires, et restera élevé pendant des milliers d'années. Au cours des deux mille prochaines années, le niveau moyen de la mer augmentera d'environ **2 à 6 m**, si le réchauffement est limité à 2 °C ; et de **19 à 22 m avec un réchauffement de 5 °C**.

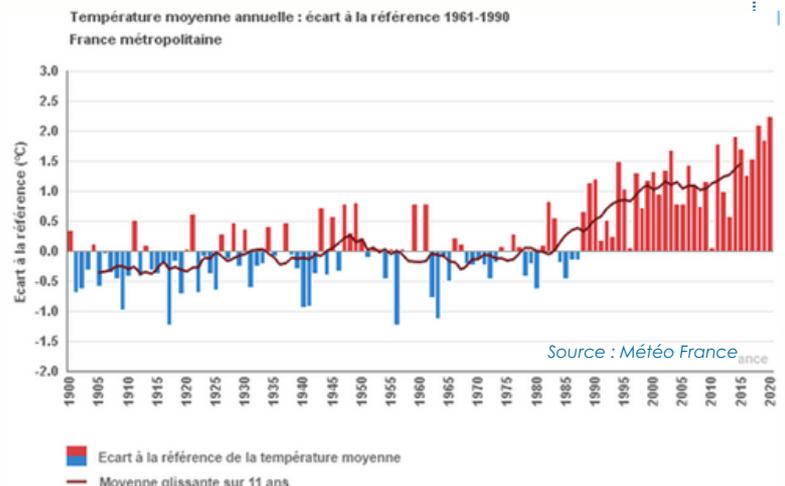
Le changement climatique en France



Depuis 1900, la température moyenne du globe a augmenté d'environ 1 °C et celle de la France métropolitaine de plus de 1,5 °C : toutes les parties de la planète ne se réchauffent pas au même rythme et en particulier la hausse de la température des terres est plus élevée que celle des océans.

En raison d'une forte variabilité naturelle, la température moyenne peut, certaines années, être plus basse que celle des années précédentes. **Mais cette variabilité interannuelle ne doit pas être confondue avec l'évolution de fond : une tendance générale à la hausse marquée depuis plus d'un siècle.** Pour la pluviométrie, à l'exception de quelques régions de l'est de la France ou proches de la Méditerranée, **il n'y a pas de tendance nette** et les évolutions peuvent varier selon la période d'étude couverte par l'analyse. Les vagues de chaleur sont devenues plus fréquentes et plus intenses. On observe également une intensification des pluies extrêmes dans la région méditerranéenne française (notamment les épisodes cévenols). En revanche, aucune tendance marquée ne se dégage sur l'évolution des tempêtes d'après Météo France.

Le graphique ci-dessous illustre la hausse des températures moyennes à l'échelle de la France métropolitaine.



Fiche 1.1. Qu'est ce que le changement climatique ?

● D'où viennent les projections climatiques ?

Modéliser, c'est construire une représentation d'un phénomène afin d'être en mesure de comprendre, d'étudier ou d'expliquer plus facilement ce dernier.

On peut traduire la modélisation climatique comme la traduction numérique des principaux processus physiques, géophysiques, chimiques et biologiques qui régissent le système climatique dans le but d'obtenir une représentation simplifiée du système terrestre.

Pour modéliser le climat sous effet du changement climatique, il faut inclure dans le modèle ce qu'on appelle des forçages climatiques. Ces forçages climatiques sont des perturbations d'origine extérieure au système climatique qui impactent son bilan radiatif. Les profils RCP (Representative Concentration Pathways) sont des trajectoires d'évolution des émissions et des concentrations des gaz à effet de serre et des aérosols.



Qu'est ce que le "bilan radiatif de la Terre" ?

Le bilan radiatif de la Terre quantifie la différence entre l'énergie reçue et perdue par le système climatique terrestre, au niveau de l'atmosphère, du sol et des océans. Lorsque le bilan est nul, la température moyenne de notre planète reste stable.

Les 4 RCP ci-dessous présentent des évolutions possibles à l'horizon 2100 en fonction de l'évolution des émissions. Leur numéro correspond au forçage de bilan radiatif atteint en 2100. Plus la valeur du bilan radiatif est élevée, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.

Dans le cadre de l'étude, nous retiendrons les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 ; le RCP 2.6 étant considéré comme dépassé, et le RCP 6 ayant été peu modélisé (il n'est ainsi pas disponible sur le portail DRIAS).

A – **Le scénario RCP 2.6** : Il s'agit du scénario le plus optimiste construit par le GIEC. Il considère une forte diminution des émissions de gaz à effet de serre avec un pic culminant avant 2050. Il permettrait de conserver un écart à la température moyenne sur le globe inférieur à 2 °C et serait le seul qui permettrait le respect de l'accord de Paris (limiter l'augmentation de la température à + 1,5 °C).

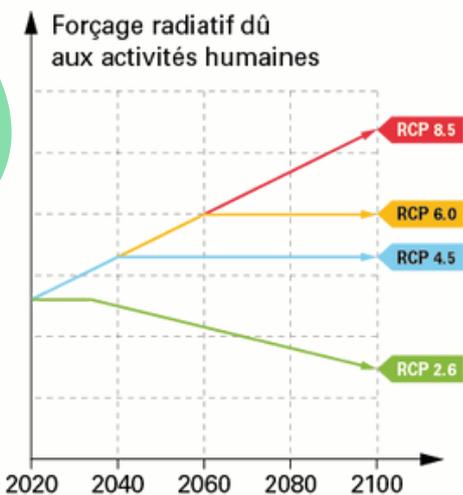
B – **Le scénario RCP 4.5** : C'est le scénario dit moyen-bas qui considère une stabilisation des émissions de gaz à effet de serre avant la fin du 21ème siècle à un niveau faible.

C – **Le scénario RCP 6** : C'est le scénario dit moyen-haut considérant une stabilisation des émissions actuelles de gaz à effet de serre avant la fin du 21ème siècle à un niveau moyen.

D – **Le scénario RCP 8.5** : Il s'agit du scénario le plus pessimiste qui considère une absence de politique de diminution des émissions de gaz à effet de serre. Les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter et entraînent des conséquences catastrophiques.



DRIAS = Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement



Émissions de GES croissantes

- RCP 8.5** On ne change rien. Les émissions de GES continuent d'augmenter au rythme actuel. C'est le scénario le plus pessimiste.
- RCP 6.0** Scénario avec stabilisation des émissions avant la fin du XXI^e siècle à un niveau moyen.
- RCP 4.5** Scénario avec stabilisation des émissions avant la fin du XXI^e siècle à un niveau faible.
- RCP 2.6** Scénario à très faible émissions avec un point culminant avant 2050. C'est le scénario le plus optimiste.

Les graphiques de projections pour chaque indicateurs concernent l'ensemble du périmètre du SR3A (pas l'échelle nationale) ou certains bassins (mentionné le cas échéant).

source : ONERC / GIEC

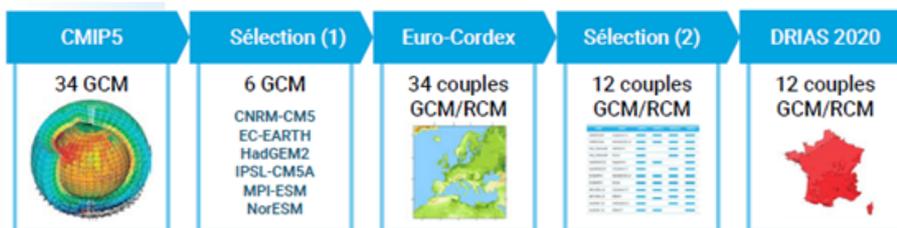
Fiche 1.1. Qu'est ce que le changement climatique ?

● D'un modèle global à un modèle régional

Les scénarios d'émission RCP sont donc utilisés en entrée de modèles climatiques établis à l'échelle de la planète (=modèles climatiques globaux ou GCM). Les résultats peuvent différer d'un modèle à l'autre, car ils ne reprennent pas tous les mêmes hypothèses : certains phénomènes ne sont pas encore parfaitement maîtrisés (par exemple la nébulosité, c'est-à-dire la couverture nuageuse).

La résolution des modèles globaux (200 km) est cependant insuffisante pour représenter les phénomènes météorologiques locaux et les événements extrêmes. Il faut donc opérer une **descente d'échelle, qui consiste en l'utilisation de modèles climatiques régionaux (RCM), qui sont beaucoup plus fins.**

● Les projections disponibles sur le portail DRIAS



[Pour en savoir plus sur les modélisations DRIAS](#)



Le portail DRIAS géré par Météo France met à disposition un jeu de données de 12 couples de modèles globaux et régionaux, soit 12 simulations. Ces simulations ont ensuite été corrigées par Météo France afin d'éliminer les biais par rapport aux observations locales. En l'occurrence, les jeux de données historiques ont été corrigés avec les données SAFRAN (Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie) : correction de la distribution des données simulées. Les projections intègrent les différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre.

À partir des modèles climatiques, on peut générer des projections climatiques suivant les différents scénarios d'émissions de GES. Elles constituent alors des scénarios climatiques, qui renvoient à des descriptions possibles du climat futur.

Dans le cadre de cette étude prospective, nous avons utilisé les différentes projections du portail DRIAS, en ciblant les scénarios RCP 4.5 et 8.5. Il a été considéré que le scénario RCP 2.6 devenait peu probable compte tenu des tendances actuelles d'émission de GES, et le RCP 6 n'est pas disponible sur le portail DRIAS.

Les graphiques des projections sont établis à l'échelle du périmètre d'étude ainsi qu'à celle des sous-bassins versants (lorsque cela est mentionné) ; les résultats des simulations étant disponibles à l'échelle de points de grille de 8 x 8 km.

[Le rapport grand public du Haut Conseil pour le Climat \(2021\).](#)
hautconseilclimat.fr



Réponses scientifiques et rigoureuses aux questions que peut se poser un public non spécialiste sur le climat - site géré par plusieurs laboratoires de recherche



Si vous lisez ce document en version numérique, vous avez la possibilité de cliquer sur les liens.. qui vous redirigerons vers plus de détails.

Fiche 1.1. Qu'est ce que le changement climatique ?

● Les données de projection climatique pour caractériser le climat futur

Nous avons mobilisé depuis le portail DRIAS les données suivantes :

- Les **projections climatiques des 12 couples de modèles globaux / régionaux disponibles sur le portail DRIAS**. Il s'agit de chroniques au pas de temps journalier jusqu'à 2100 pour les paramètres de précipitations, de température, d'ETP « FAO », de pluies efficaces, d'humidité des sols, etc ; et ce pour les deux scénarios RCP 4.5 et 8.5.
- Les **indicateurs climatiques** calculés à partir des 12 couples de modèles et qui sont exprimés en valeur relative (ex : nombre de jours de gels à horizon lointain) et en écart à la période de référence (ex : + 10 jours d'été à horizon moyen par rapport à la période de référence). Les indicateurs sont produits à horizon moyen (2040-2070) et lointain (2070-2100). La période référence est la période 1975-2005.

Ces données sont **spatialisées à l'échelle de mailles de 8 x 8 km** (identiques aux mailles SAFRAN). Pour la production des indicateurs globaux, nous avons donc **moyenné les résultats à l'échelle du périmètre de l'étude, mais aussi à l'échelle des sous bassins versant pour caractériser certains contextes spécifiques (exemple : évolution des cumuls neigeux)**.

Les graphiques rendant compte des projections climatiques sont présentés en identifiant la valeur médiane des 12 couples de modèles et les incertitudes : la gamme de résultats est représentée par des percentiles.



Ces projections climatiques sont de la "génération" du 5ème rapport du GIEC. Les projections du 6ème rapport sont plus précises, mais ne sont pas disponibles publiquement en version corrigée. Avec ces projections, le signal d'évolution de la température et des précipitations est inchangé, mais l'incertitude est réduite et l'ampleur du réchauffement plus important.

● Les données de projection climatique pour caractériser l'hydrologie future

Les projections du portail DRIAS-EAU ont permis de décrire l'évolution possible du climat futur, mais également de modéliser l'évolution de la ressource en eau :

- Reprise des résultats de modélisation Modcou (chaîne SIM2, modèle physique de MétéoFrance) des débits jusqu'en 2100, forcés avec les 12 couples de modèles climatiques du portail DRIAS et les 2 RCP (4.5 et 8.5)
- Il s'agit de débits "pseudo-naturels", qui ne prennent pas en compte les influences anthropiques
- 14 stations sur le périmètre d'étude, sachant que les dynamiques sont identiques sur les stations d'un même cours d'eau et proches. L'Ain, l'Albarine, et le Suran disposent de stations SIM2.

Ces projections, réalisées dans le cadre du projet national Explore 2, **permettent de connaître les évolutions possibles de l'hydrologie naturelle (non influencée)** sur les grands cours d'eau du périmètre.

Les indicateurs présentés sont :

- l'évolution des régimes hydrologiques (débits journaliers interannuels à différents horizons) ;
- l'évolution des QMNA, débits médians et débits crue (débit classé : Q90) jusqu'en 2100.

Les graphiques rendant compte des projections hydrologiques sont présentés en identifiant la valeur médiane des 12 couples de modèles et les incertitudes : la gamme de résultats est représentée par des percentiles.