

Modèles prédictifs du climat du futur

Introduction :

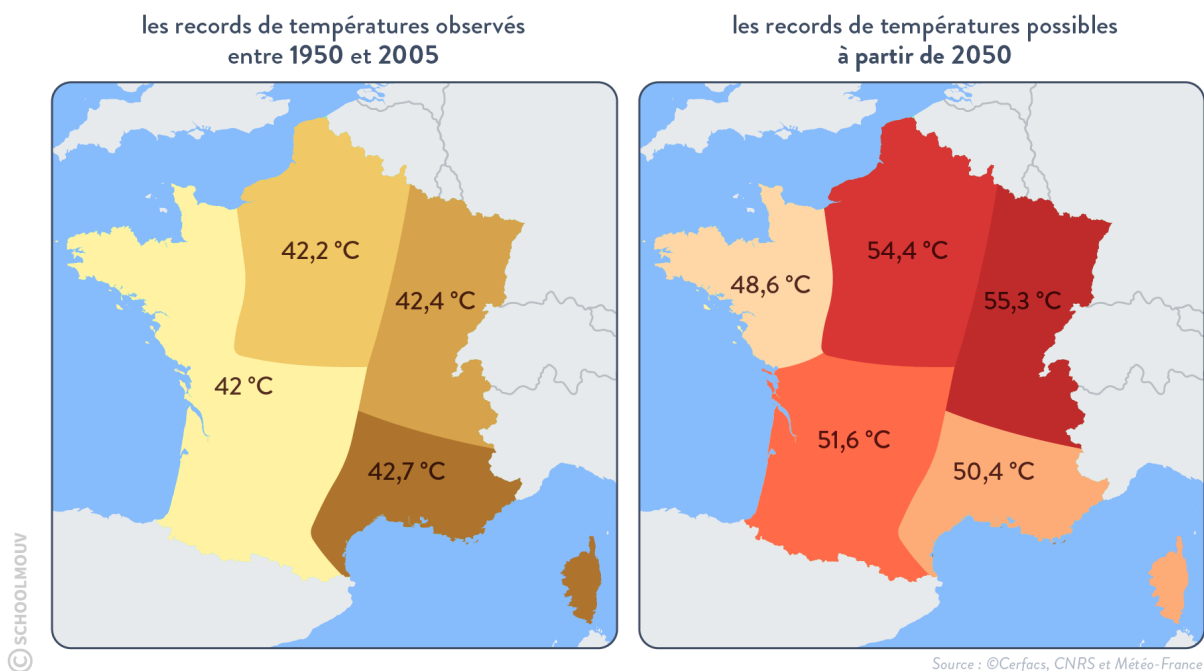
Pour connaître le climat du futur, les scientifiques développent des modèles climatiques. Ce sont des constructions numériques du système climatique qui mobilisent des outils mathématiques, physiques, chimiques et biologiques.

Ces modélisations permettent d'appréhender les interactions (échanges énergétiques) entre l'atmosphère, l'océan et les terres. La création de modèles climatiques est un travail autour du bilan radiatif de la Terre avec la prise en compte des actions et rétroactions des différentes enveloppes (atmosphère, hydrosphère, biosphère) vus au chapitre précédent.

Nous allons suivre et détailler la démarche scientifique sous-jacente à la construction des modèles climatiques. Le point de départ est la collecte de données météorologiques ou paléoclimatiques. Puis différents scénarios d'ordre climatique et/ou socio-économique vont venir poser des limites pour la construction du modèle. Enfin, l'étude des modélisations avec les corrections possibles, nous amènera vers les projections du Groupe d'experts intergouvernemental d'étude du climat (GIEC), faisant consensus dans la communauté scientifique.

1 | Recueil de données, scénarios et création des modèles

Les températures de 2050 pourraient atteindre les **50 °C** en France métropolitaine.



Mais comment les scientifiques établissent-ils ces prédictions ?



Les **modèles climatiques** s'appuient sur des données connues et fiables, à savoir les **données atmosphériques, terrestres et océaniques actuelles** faites par différents instituts à travers le monde, mais aussi les **données paléoclimatiques**.

Chaque modèle aura des limitations spatiales et temporelles. C'est la synthèse de ces différents modèles qui générera des modèles climatiques globaux.



Modèle climatique :

Simulation numérique du climat pour une zone donnée à partir des données climatiques réelles.

La création de scénarios permet aux scientifiques d'orienter le modèle pour l'avenir.



Données météorologiques et paléoclimatiques

En France, deux laboratoires majeurs travaillent sur deux modèles et donc sur des données un peu différentes. Il s'agit du **Centre national de recherches météorologiques (CNRM : Météo-France/CNRS)** et de l'**Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)**.

Résumé des variables météorologiques utilisées dans les modèles climatiques français

Paramètres météorologiques étudiés	CNRM	IPSL
Humidité relative et spécifique près de la surface (%)	X	
Flux de précipitations (mm/jour)	X	X
Flux de précipitations neigeuses (mm/jour)	X	
Précipitations totales ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$)	X	
Rayonnement infrarouge incident (W/m^2)	X	
Rayonnement visible incident (W/m^2)	X	
Températures (moyenne, minimale et maximale) près de la surface (en Kelvin)	X	X

Vitesse du vent (horizontale et maximum) à la surface (m/s)	x	x (horizontale)
---	---	--------------------

Les données de flux de précipitations, de températures et de vent sont nombreuses et sont disponibles sur des temps assez longs (une centaine d'années pour les mesures directes) et sur une échelle globale (pour l'ensemble de la planète).

→ La quantité importante de données fiables permet de limiter les marges d'erreurs dans les calculs des modèles climatiques.

Les **données paléoclimatiques** servent de base pour établir des comparaisons entre les situations actuelles et celles d'un passé parfois très lointain, ce qui permet de poser des limites aux modèles.

Ces comparaisons mettent notamment en avant le fait que le **paramètre anthropique** (lié à l'activité humaine), qui n'était pas présent il y a plusieurs dizaines de milliers d'années, est aujourd'hui au cœur des modèles climatiques.

b. Forçages anthropiques



L'intérêt de l'établissement des modèles climatiques est notamment de tenter de déterminer un degré d'influence des activités humaines sur l'évolution du climat et d'appréhender la réaction du système climatique face à ces forçages anthropiques.



Le **forçage radiatif** est une action qui introduit un degré de modification du bilan radiatif terrestre. Autrement, dit, il correspond à une perturbation de l'équilibre radiatif.

Il existe différents types de forçages :

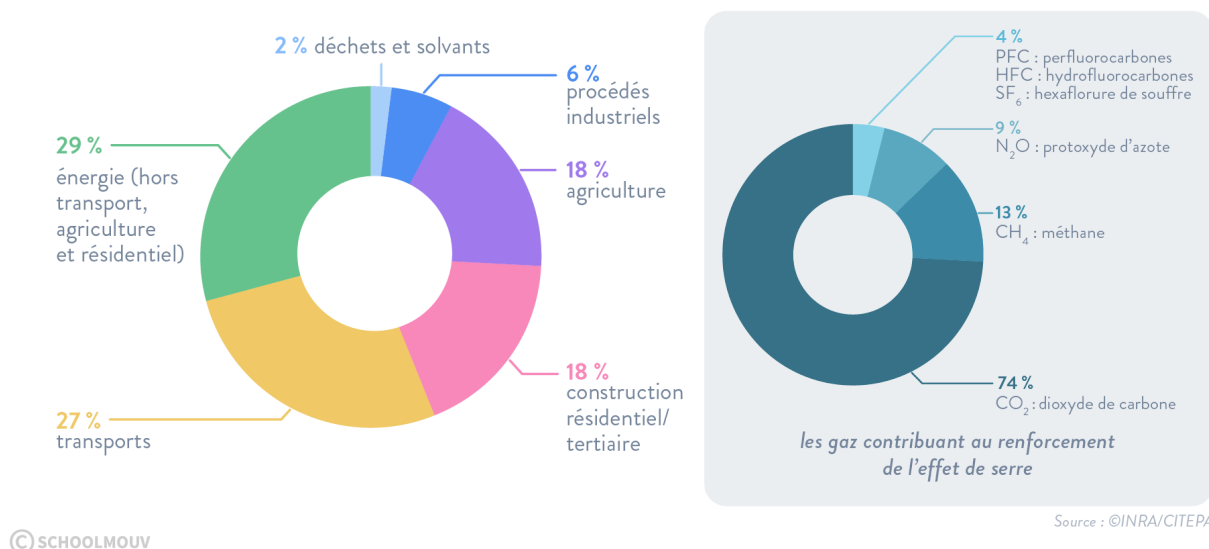
- des **forçages naturels** (exemple : éruptions volcaniques) ;

- des **forçages anthropiques**, c'est-à-dire liés aux activités humaines (exemple : émissions de gaz à effet de serre par les transports).

Les forçages anthropiques, et donc la part de l'évolution climatique liée aux activités de l'être humain, s'appréhendent grâce aux données sur les taux d'émissions des différents gaz à effets de serre.

Ces données ont permis aux scientifiques d'affirmer que l'augmentation de la température moyenne depuis la révolution industrielle est ainsi liée aux activités humaines.

Contribution des activités humaines à l'augmentation des gaz à effet de serre en France en 2012

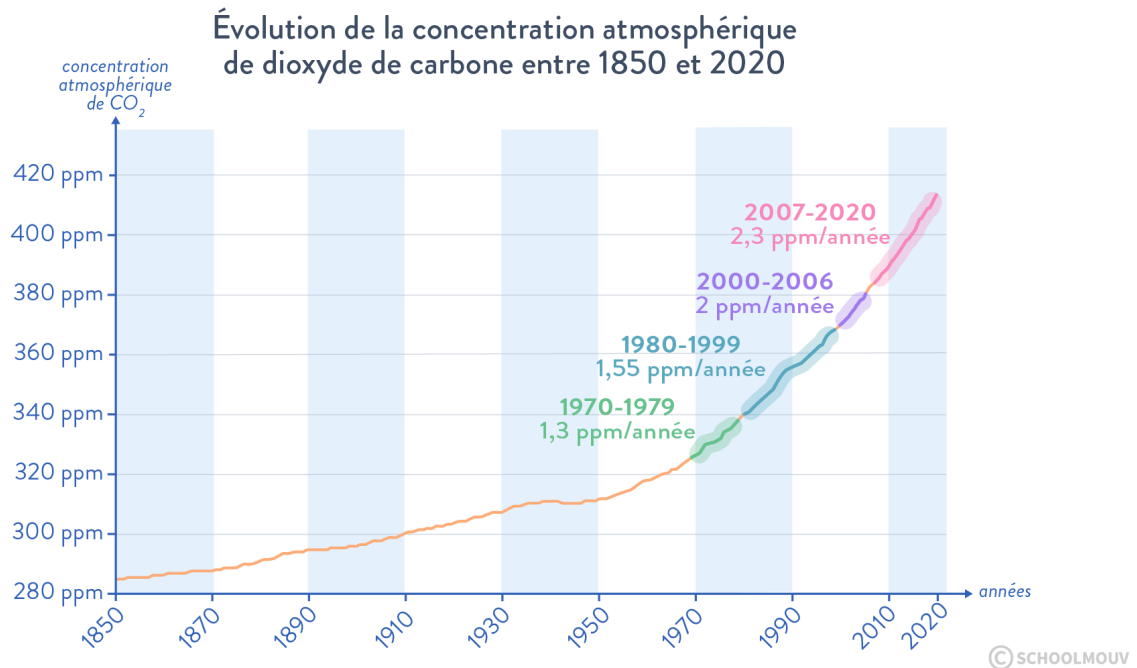


→ Les secteurs de l'énergie et du transport sont les principales sources d'injection massive de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère.

- Le GES le plus surveillé est le **dioxyde de carbone (CO₂)**.

Sa proportion dans l'atmosphère a subi quatre phases d'augmentation successives ces quarante dernières années. Cette dernière accélération n'était pas prévisible avec les données disponibles en l'an 2000. En effet, les phénomènes d'absorption du dioxyde de carbone par la biosphère et l'hydrosphère n'étaient pas intégrés au modèle climatique en 2000. Il est donc important d'actualiser les modèles avec les nouvelles données très régulièrement. Actuellement nous sommes dans une quatrième phase d'augmentation des taux.

Cette augmentation de la concentration atmosphérique de CO_2 est due à l'augmentation des émissions de CO_2 d'origine humaine, mais aussi à la moindre efficacité des puits naturels de carbone que sont les forêts et les océans.



→ On constate bien sur ce graphique que depuis les années 1950 la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère augmente de façon exponentielle. Aujourd'hui, nous avons même dépassé les **400 ppm** (partie par million).



L'unité **ppm** (partie par million) exprime une fraction massique.

L'augmentation d'origine anthropique du CO_2 dans l'atmosphère est due à 80 % à la combustion d'hydrocarbures, à environ 17 % à la déforestation tropicale et à 3 % à l'agriculture.

- Les données sur le **protoxyde d'azote (N_2O)** sont également étudiées. L'agriculture contribue notamment à l'augmentation de l'effet de serre par des émissions de protoxyde de N_2O liées à l'utilisation importante d'engrais azotés.



En France, l'Institut national pour la recherche agronomique (INRA) estime que l'agriculture contribue pour 85 % à la production humaine de N_2O .

Ce gaz a un **potentiel de réchauffement global (PRG)** presque 300 fois supérieur au CO_2 et reste plus de 120 ans dans l'atmosphère. Son augmentation, même en faible proportion, a donc un rôle important dans la prise en compte des évolutions climatiques.



Définition

Potentiel de réchauffement global (PRG) :

Le potentiel de réchauffement global ou PRG (en anglais *Global Warming Potential* ou *GWP*) est une unité de mesure qui permet de comparer l'influence de différents gaz à effet de serre sur le système climatique. Il est utilisé pour prédire les impacts relatifs de différents gaz sur le réchauffement climatique en se fondant sur leurs propriétés radiatives et leur durée de vie.

→ Par convention, pour une durée de vie de 100 ans, le PRG du dioxyde de carbone est de 1. Celui du méthane est de 25. Celui du protoxyde d'azote est de presque 300.

- Enfin, les données sur le **méthane (CH_4)** sont aussi prises en compte. Le méthane est un gaz à haut potentiel de réchauffement mais avec une vie atmosphérique courte (15 ans).

La concentration atmosphérique de ce gaz est d'ailleurs en forte augmentation depuis 2007, notamment avec la fonte du permafrost (ou pergélisol) et l'augmentation des températures dans les fonds marins.

Les émissions anthropiques proviennent essentiellement de l'utilisation des combustibles fossiles (gaz naturel notamment), de l'agriculture et de l'élevage intensifs (exemples : rizières, élevages de bovins), ou encore de la fermentation dans les décharges.



Exemple

En France, l'agriculture contribue à hauteur de 70 % aux émissions anthropiques de CH_4 .



À retenir

La première étape dans la construction d'un modèle est donc l'accumulation des données climatiques ainsi que la recherche des causes des variations observées, autrement dit les forçages. Ce processus est essentiel pour passer à la seconde étape de création des modèles : dessiner un scénario probable avec les connaissances acquises. En réalité, de multiples scénarios vont être créés pour s'adapter aux contextes nationaux et internationaux.



Scénarios et création des modèles climatiques

L'analyse des différentes données collectées (actuelles, paléoclimatiques) a permis au **Groupe d'experts intergouvernemental d'étude du climat (GIEC)**, regroupant de nombreux experts scientifiques à l'échelle internationale, de construire un modèle climatique s'appuyant sur différents **scénarios**.



Définition

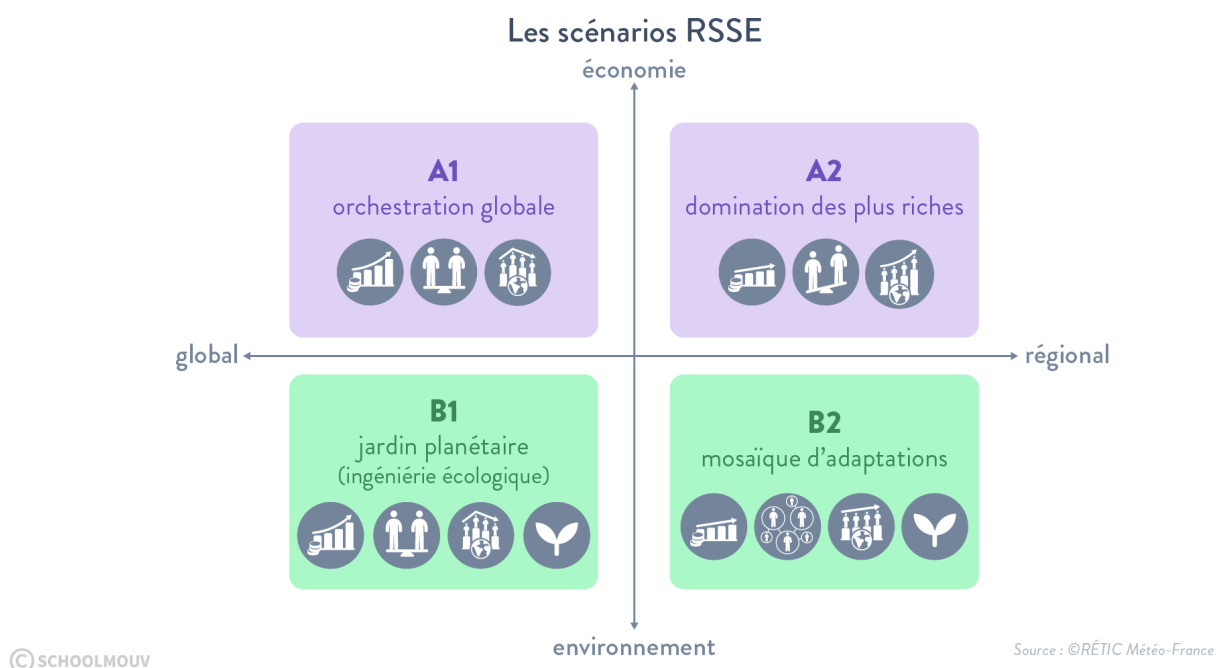
Scénario climatique :

Ensemble d'hypothèses sur l'évolution future des forçages (GES, aérosols, rayonnement solaire incident).

D'autres hypothèses d'ordre socio-économique peuvent également être intégrées.

Dans un premier temps (2001-2007), le GIEC a développé des **scénarios RSSE** (Rapport spécial sur les scénarios d'émissions), ou SRES (*Special Report on Emissions Scenarios*) en anglais.

Les paramètres pris en compte sont à la fois socio-économique (économie, population, développement industriel...) et climatiques (évolution des GES, aérosols...).



- **Scénario A1 :** Réduction des inégalités Nord-Sud et développement économique rapide sur la tendance actuelle ; augmentation de la population mondiale sur 50 ans puis diminution ; valeur économique donnée à l'environnement ; amélioration des technologies.
Ce scénario est découpé en trois groupes : A1F1 (usage de ressources énergétiques fossiles), A1B (usage équilibré entres combustibles fossiles et d'autres alternatives) et A1T (autres alternatives énergétiques privilégiées).
- **Scénario B1 :** Réduction des inégalités Nord-Sud et développement économique rapide plus soucieux de l'environnement (énergie verte, développement durable) ; augmentation de la population mondiale sur 50 ans puis diminution.
- **Scénario A2 :** Monde hétérogène avec une croissance économique plus faible ; accroissement des inégalités (d'ordre culturel ou moral, ressources) ; augmentation de la population mondiale ; régression technologiques.
- **Scénario B2 :** Monde hétérogène et développement économique plus lent et soucieux de l'environnement (solutions locales et durables) ; l'environnement prend une valeur à part entière ; population mondiale en faible augmentation.

Ces scénarios ne prennent pas en compte les décisions politiques liées aux grandes conférences pour le climat, comme le protocole de Kyoto en 1997

par exemple.

Il a donc été développé un second jeu de scénarios séparant l'aspect climatique et socio-économique.

De plus, les données socio-économiques ont évolués : le développement économique des pays émergents a été bien plus important que prévu et la démographie mondiale a été revue à la baisse (l'estimation est passée de 14 milliards en 2100 à 10 milliards à la même date). Les connaissances plus fines sur le système climatique ainsi que la puissance de calcul des ordinateurs ont aussi permis la création de ces nouveaux scénarios.

En 2014, le cinquième rapport du GIEC établit donc quatre nouvelles trajectoires d'émissions et de concentrations de gaz à effet de serre entre 2006 et 2100, parmi 300 scénarios possibles, avec des projections jusqu'en 2250 : les **scénarios RCP** (*Representative Concentration Pathways*, ou « Trajectoires représentatives des concentrations » en français).



Ces quatre trajectoires sont envisagées au regard du degré du forçage radiatif, c'est-à-dire du degré de modification du bilan radiatif de la Terre. En effet, on sait que l'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre vient perturber l'équilibre entre les flux radiatifs entrants et sortants.

On a ainsi :

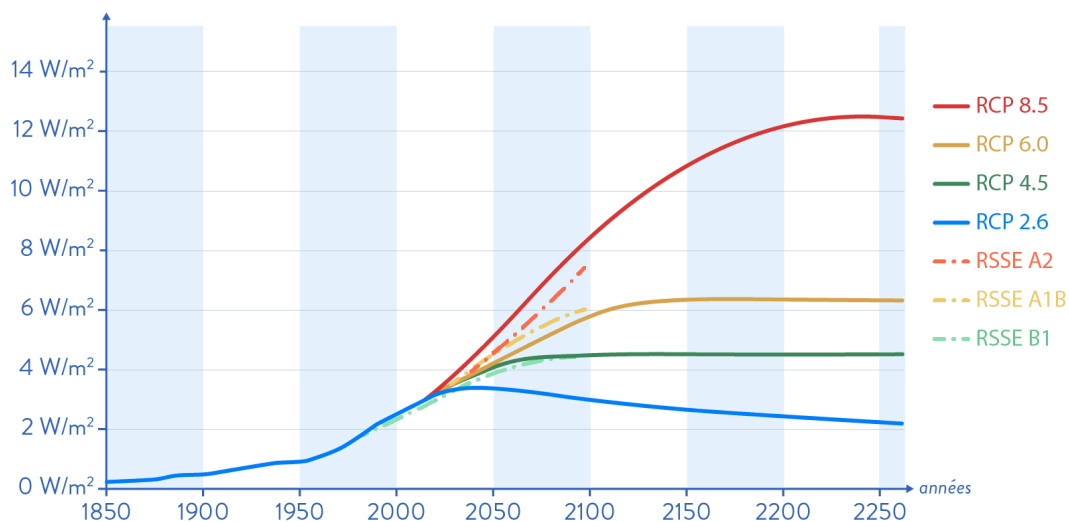
- le **scénario RCP 2.6**, qui est le scénario le plus optimiste avec une valeur du forçage radiatif faible ($2,6 \text{ W/m}^2$ avant 2100 puis déclin). Il s'appuiera sur une très forte coopération internationale avec un développement durable rapidement mis en œuvre, permettant une baisse du forçage radiatif ;
- les **scénarios RCP 4.5 et RCP 6.0**, qui sont les scénarios intermédiaires avec une stabilisation des émissions après 2100 ;
- le **scénario RCP 8.5**, qui est le scénario le plus alarmiste avec une valeur du forçage radiatif très importante ($8,5 \text{ W/m}^2$ en 2100). C'est

malheureusement aussi l'un des plus probables au vu de l'évolution actuelle. Il correspondrait à une croissance économique à tout prix avec un usage important des combustibles fossiles.



La donnée chiffrée associée à chaque RCP correspond à l'augmentation du forçage radiatif à l'horizon 2100.

Évolution des forçages radiatifs en W/m^2 entre 1850 et 2250 selon les scénarios RCP et RSSE



© SCHOOLMOUV

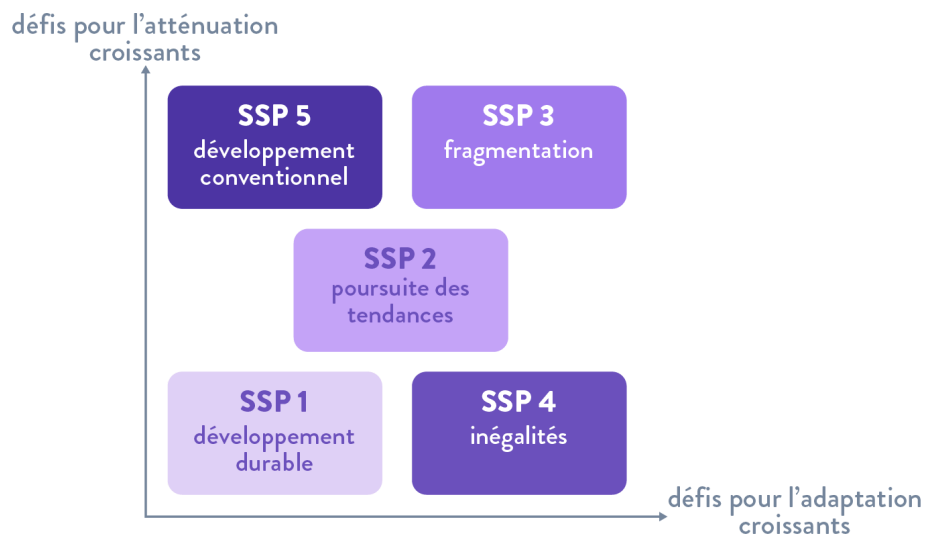
Source : ©GIEC, 2014

Les **SSP** (*Shared Socio-economic Pathways*, « Trajectoires socio-économiques communes » en français) correspondent quant à eux à des choix politiques, sociaux et économiques.

→ Pour obtenir un même RCP, le SSP peut varier. Cela permet d'appréhender les disparités existantes entre les pays et de laisser un éventail de possibilités d'évolution.

Les SSP prennent en compte l'**adaptation** au changement climatique et la contribution à son **atténuation** (*via* la diminution des GES).

Les 5 scénarios SSP et leur localisation en termes d'adaptation au changement climatique et d'atténuation des GES



© SCHOOLMOUV

- Si **SSP1** est caractérisé par une forte coopération internationale pour un développement durable et que **SSP2** correspond à une poursuite des tendances actuelles, **SSP3** décrit un monde de compétition entre les pays et peu soucieux de l'environnement.
- **SSP4** serait le scénario des inégalités à l'intérieur même des pays où une minorité serait responsable des émissions de GES et une grande majorité serait pauvre et vulnérable au changement climatique. L'atténuation serait plus aisée, car elle concernerait peu de personnes.
- **SSP5** engagerait une croissance rapide avec une grande consommation énergétique, ce qui générerait une plus grande capacité d'adaptation, mais qui ne répondrait pas à l'objectif d'atténuation du changement climatique.

Les scénarios RCP et SSP se croisent et permettent d'envisager différentes alternatives tant sur le plan socio-économique que climatique. D'après Tom Kram, chercheur néerlandais en stratégies climatiques, il existe toutefois des limites et donc des incompatibilités dans le croisement de ces scénarios :

Croisement des RCP et des SSP selon T. Kram

	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5
RCP 8.5			X		
RCP 6.0		X	X	X	X
RCP 4.5	X	X	X	X	X
RCP 2.6	X	X		X	

→ Le RCP 4.5 serait abordable par tous les types de développements socio-économiques envisagés.

La création de ces modélisations avec de nombreux scénarios trouve tout son sens dans la confrontation avec la réalité, au fur et à mesure que le temps passe. Le GIEC a commencé à exploiter ses premiers indicateurs au début des années 2000 : les chercheurs disposent donc d'environ 20 ans de recul. Ce temps court à l'échelle des temps géologiques est largement suffisant pour déceler des changements climatiques à l'heure actuelle.

2 | Confrontation de la modélisation à la réalité

a. Exemple du trou de la couche d'ozone

Au début des années 1980, des géophysiciens britanniques analysent des données satellites sur la couche d'ozone stratosphérique (protégeant la Terre des UV) et découvrent un « trou », ou plus précisément un affinement anormal de cette couche.

Cette découverte s'insère dans leurs travaux sur l'impact environnemental des chlorofluorocarbures (CFC), largement utilisés dans l'électroménager froid (réfrigérateur, congélateurs) et les sprays en bombe depuis les années 1950.

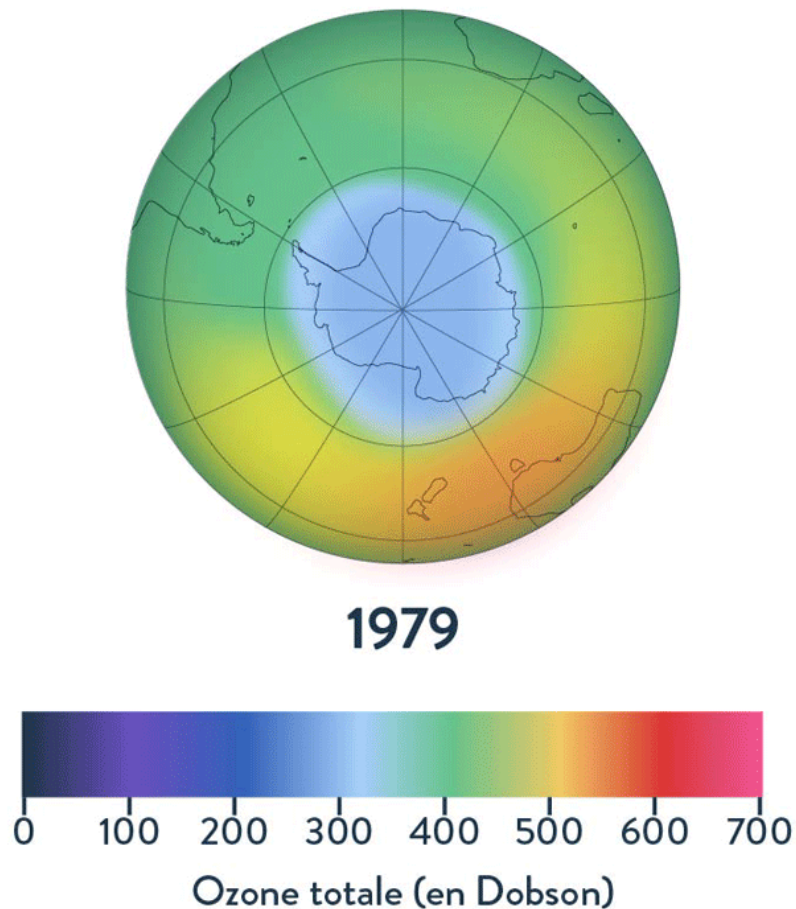
Une coopération internationale se met en place en 1989 pour signer le protocole de Montréal qui bannit l'usage des CFC. L'ensemble des pays le ratifie et contribue ainsi à la diminution des CFC dans l'atmosphère, suite à l'interdiction totale effective en 2009.

Si l'affinement périodique de la couche d'ozone est bien connu et documentée (mesures et modèles climatiques), les mesures exceptionnellement basses tendent à disparaître.

Cela dénote bien qu'avec une cohésion internationale, l'impact humain peut être réduit.

→ À partir des mesures sur la couche d'ozone et de la création des modèles sur sa dynamique, les scientifiques ont pu confirmer l'impact des CFC sur l'amincissement anormal de cette couche. Après une coopération internationale pour l'interdiction des CFC, les mesures sont à nouveau en phase avec les fluctuations naturelles prévues par les modèles.

Évolution de la concentration d'ozone au-dessus de l'Antarctique entre 1979 et 2019



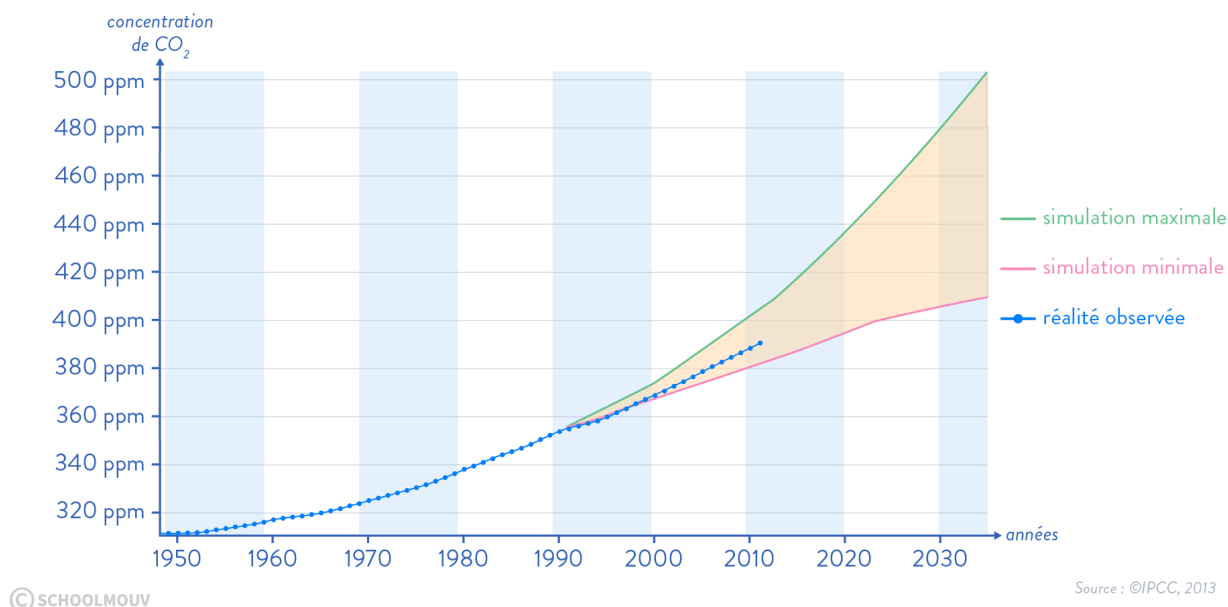
© SCHOOLMOUV

Source : ©NASA

b. Préviction du GIEC et réalité du début du XXI^e siècle

En 1990, les émissions de CO_2 étaient de l'ordre de **7,4 GT C**. Le GIEC faisait alors l'hypothèse qu'en 2025, elles seraient de **12,2 GT C**. En 2019, les scientifiques estiment ces émissions à **43 GT C** pour 2025.

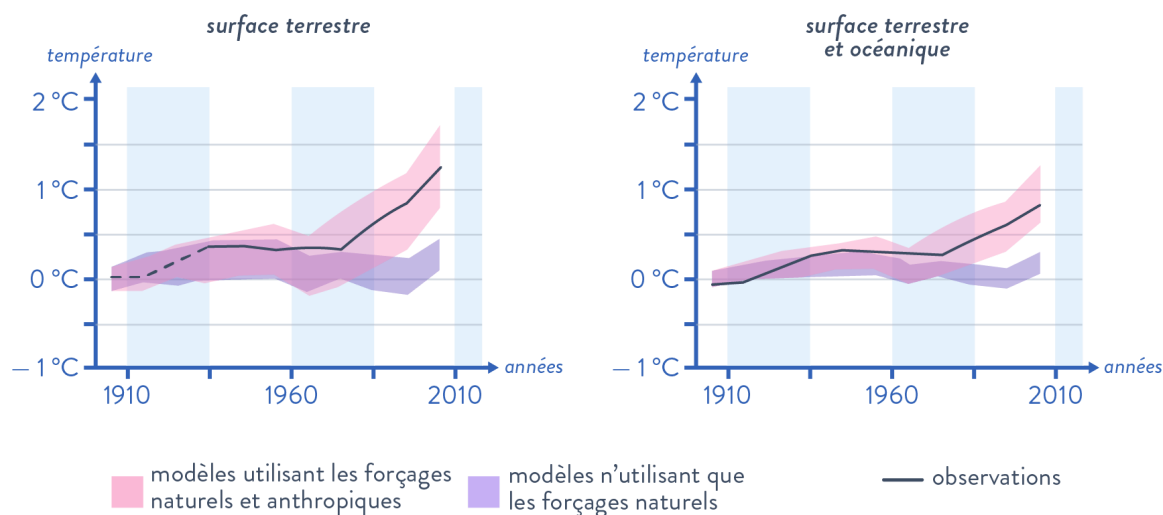
Modélisation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère



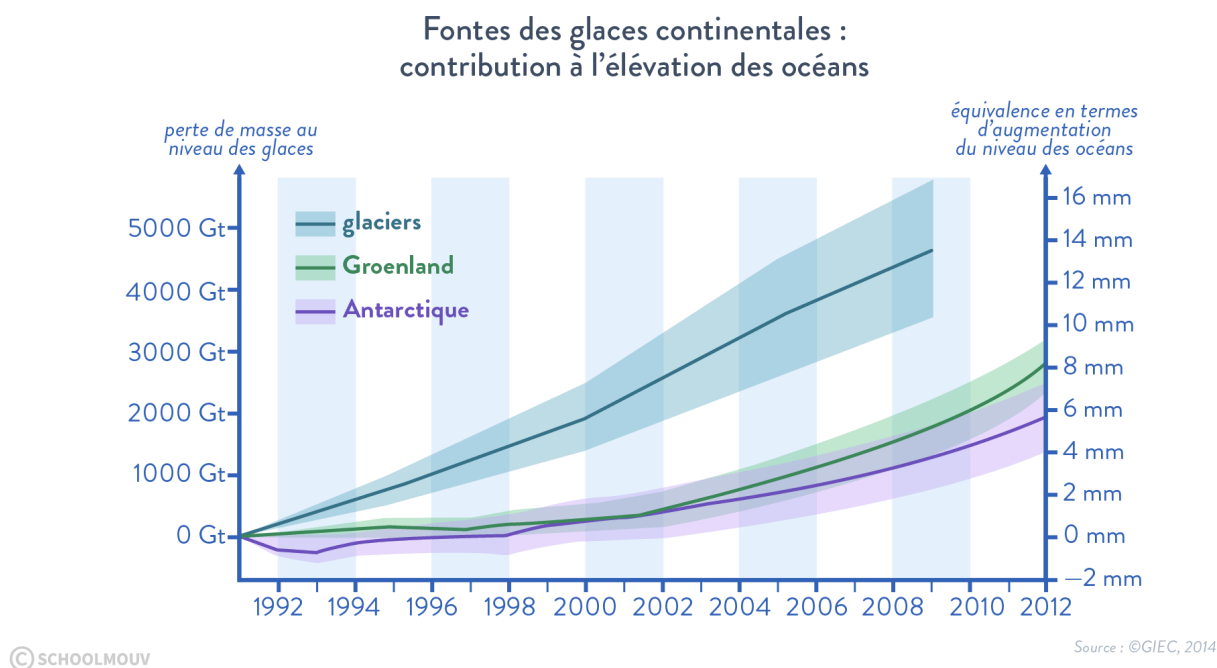
Si au début de la recherche sur l'évolution du climat, les valeurs modélisées n'étaient que peu fiables, les modèles actuels permettent une meilleure anticipation des valeurs à venir.

Les projections sur les variations de températures terrestres et océaniques sont assez fiables sur le début des années 2000. De plus, la comparaison de modèles, tous forçages confondus, avec des modèles n'utilisant que les forçages naturels permet de mettre clairement en évidence le rôle des êtres humains dans le changement climatique actuel :

Évolution de la température de surface entre 1889 et 2010



En 1990, les modèles estimaient que l'élévation du niveau des mers serait de l'ordre de **15 cm** à **95 cm** pour 2100. Les modèles actuels restent sur cette fourchette de valeurs. La perte de glace entre 1990 et 2010 correspond à une élévation de **20 mm** à **30 mm** environ. Les trajectoires semblent donc cohérentes :



Les modèles utilisés par le GIEC sont régulièrement confrontés à la réalité. Ainsi, les scientifiques peuvent affiner les modèles ou fournir des supports fiables pour les décideurs politiques. Cela nous amène à l'objectif premier du GIEC : compiler les données scientifiques pour dessiner notre avenir climatique.

3 | Projections et conséquences pour l'avenir, horizon 2100

Le dernier rapport global du GIEC (IPCC en anglais) date de 2014. Il s'agit d'une synthèse sur tous les aspects du changement climatique mesurés et/ou modélisés par le monde de la recherche.

Nous avons vu que les valeurs mesurées prises en compte vont jusqu'en 2005 en général, mais les projections se font jusqu'en 2100, voire 2250.



Les modélisations climatiques ont permis d'identifier d'importants changements d'un point de vue climatique, mais aussi de mettre en avant les conséquences pour l'avenir.

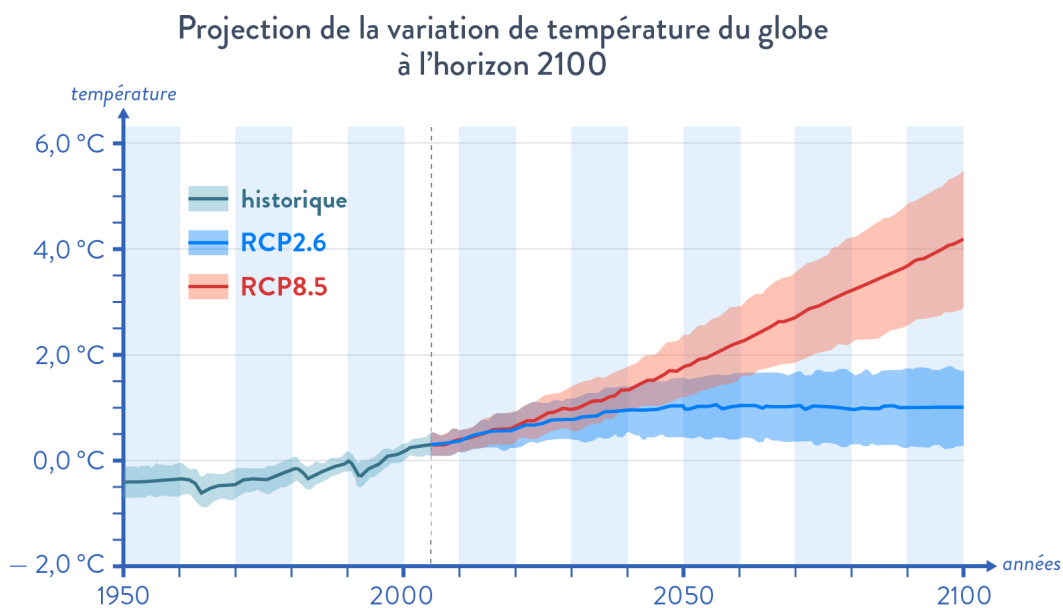
Ces conséquences concernent à la fois :

- l'atmosphère (augmentation des températures et des phénomènes climatiques majeurs) ;
- l'hydrosphère (élévation du niveau des océans et acidification des océans) ;
- et l'ensemble des écosystèmes terrestres et marins (disparitions d'espèces animales et végétales).

a.

Conditions climatiques (températures, événements majeurs)

Les températures moyennes de surface sont particulièrement parlantes quant à l'avenir climatique de la planète.

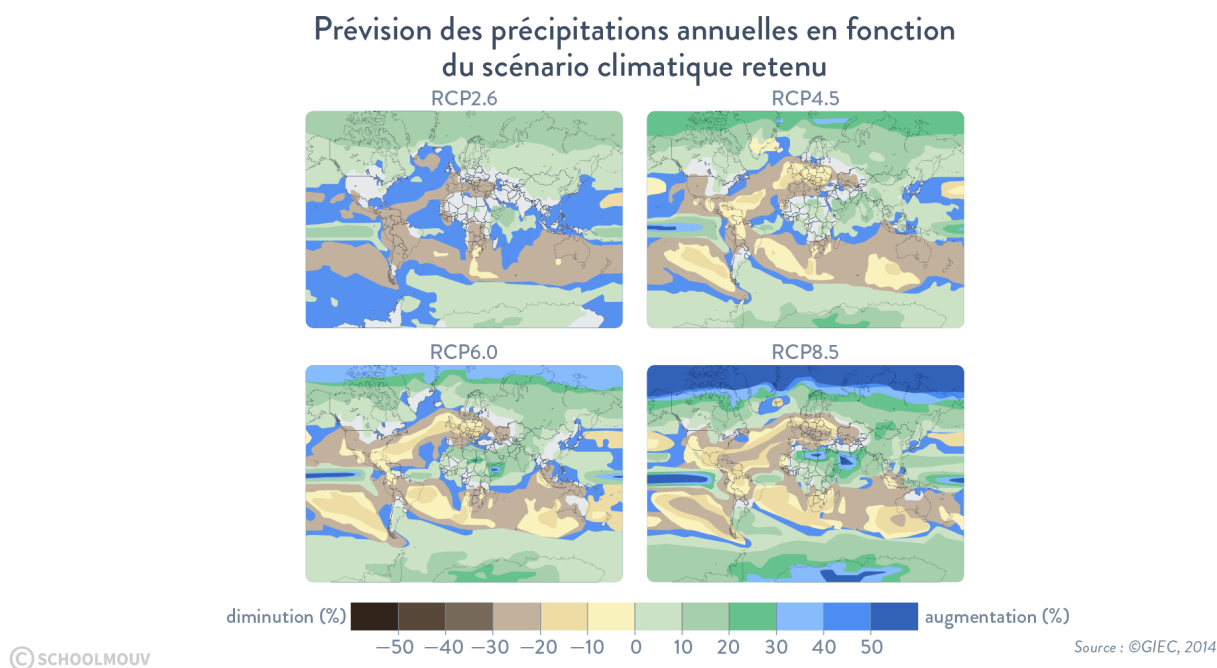


© SCHOOLMOUV

Source : ©GIEC, 2014

→ Selon le scénario que nous suivrons, la hausse des températures moyennes ira de $+0,5\text{ °C}$ pour le scénario le plus optimiste à $+5\text{ °C}$ pour le scénario le plus pessimiste.

Par ailleurs, la variation des précipitations devrait être déterminantes pour de nombreux pays dans leur gestion politique et socio-économique du climat : les zones subissant des fortes précipitations vont connaître des précipitations encore plus abondantes et les zones en déficit hydrique subiront des sécheresses encore plus importantes.



→ Le RCP 2.6 ressemblera à la situation actuelle et le RCP 8.5 modélise les prévisions si rien n'est fait.

Ce changement au niveau des températures et des précipitations va entraîner une augmentation du nombre d'**événements extrêmes** (cyclones tropicaux, moussons, tsunamis, etc.).

Ces phénomènes seront renforcés par un niveau de l'océan en augmentation.

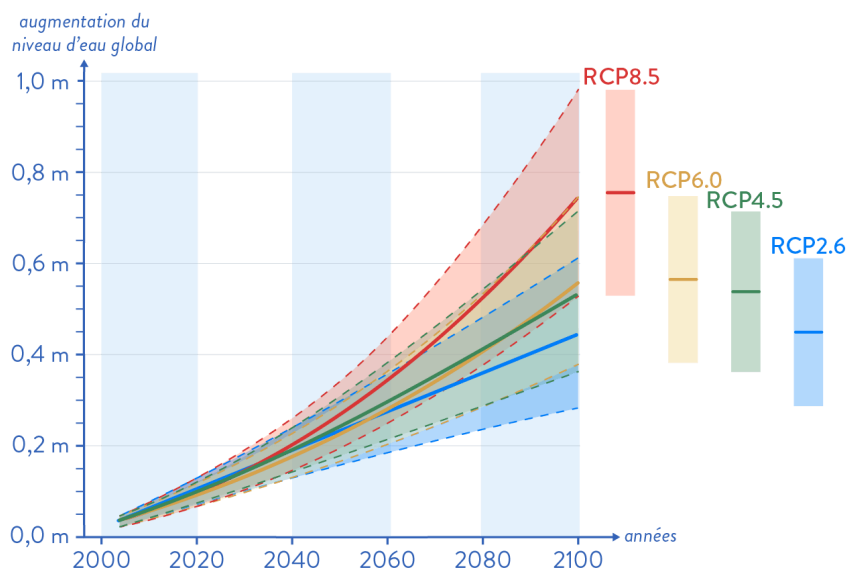
b. Impacts sur l'océan

L'**augmentation du niveau marin** est due à l'expansion thermique (environ 1 cm entre 2000 et 2010), mais aussi à la fonte des glaciers.

 **Attention**

Pour rappel, les glaciers ne désignent pas la banquise : les glaciers sont les glaces continentales, tandis que la banquise représente les glaces océaniques. La banquise n'influence pas le niveau marin.

Modélisation de l'augmentation du niveau global des océans



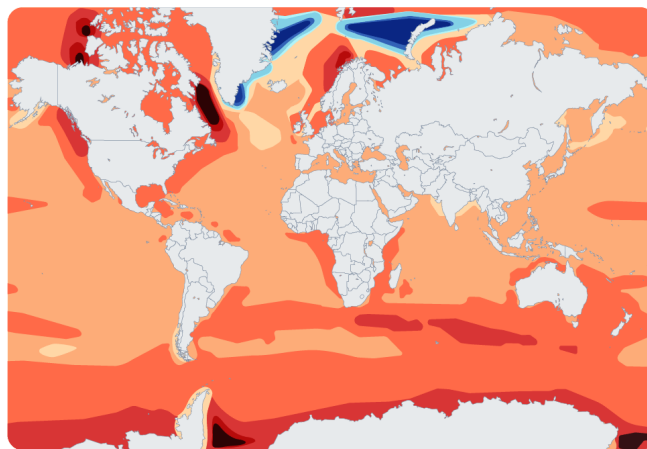
© SCHOOLMOUV

Source : ©GIEC, 2014

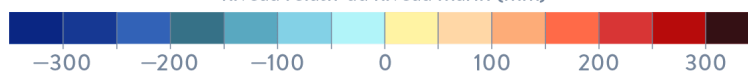
→ Cette augmentation sur le niveau mondial pourrait aller de **+0,3 m** à presque **+1 m**.

Une élévation de **40 cm** par exemple peut sembler faible, mais elle doit être remise dans un contexte géographique.

Modélisation de l'augmentation du niveau marin relatif entre 1901-1920 et 1996-2015



niveau relatif du niveau marin (mm)



© SCHOOLMOUV

Source : ©IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 2018

→ Les Pays-Bas (*c*) ou des atolls du Pacifique (*j*, *f*, *h*), par exemple, ont des altitudes maximales assez faibles. La montée des eaux induit des conséquences immédiates : des déplacements de population seront nécessaires. On parle de **réfugiés climatiques**.

La fonte des glaciers fait augmenter le niveau des mers d'environ **3 mm à 4 mm** par an. Sous le scénario RCP 2.6, ce taux serait de **4 mm à 9 mm** par an et pourrait atteindre **10 mm à 20 mm** par an sous le scénario RCP 8.5 pour l'horizon 2100.

Il est difficile de quantifier l'élévation des mers au-delà de 30 ans. Toutefois, les scientifiques estiment que le volume de glace au niveau des calottes polaires correspondrait en cas de fonte totale à une élévation de **65 m** du niveau des mers.

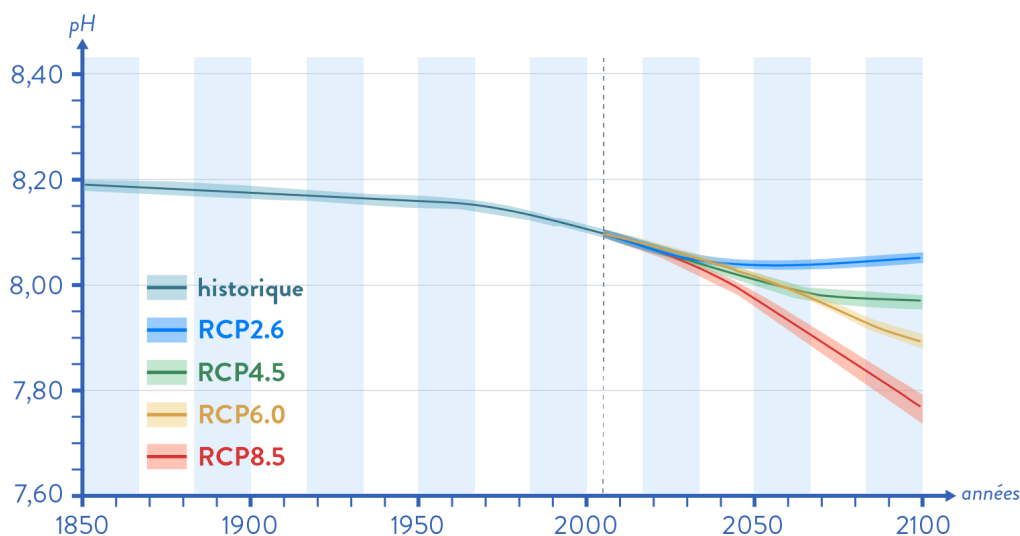
La modélisation scientifique a permis de mettre en avant une autre tendance : l'**acidification des océans**.

Ce constat découle de l'analyse d'un autre paramètre marin : le **pH** des océans.

La diminution du **pH** des océans est la conséquence directe de l'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère. L'océan en capte une grande part. Entre 1950 et 2018, on constate que le **pH** des océans est passé de **8,19 à 8,07**.

Le **pH** est une échelle logarithmique, donc une petite variation (0,1) engendre en réalité une acidification importante.

Modélisation de l'évolution du pH des océans



© SCHOOLMOUV

Source : ©GIEC, 2014

→ À l'horizon 2100, le **pH** pourrait se stabiliser à **8,05** sous le scénario RCP 2.6 ou diminuer jusqu'à **7,75** sous le scénario RCP 8.5.

L'acidification des océans a des impacts majeurs sur l'écosystème marin : l'eau est moins oxygénée, le plancton est fragilisé, détruisant les chaînes alimentaires qui en découlent.

La stratification des océans va se poursuivre avec l'accumulation de **CO₂** : la couche superficielle de l'océan ne parvient plus à compenser efficacement l'excès de **CO₂** atmosphérique. L'océan supérieur se décharge alors vers l'océan profond, mais à une vitesse très lente, car les mouvements de masse d'eau sont différents entre **0** et **-700 m** de profondeur et au-delà jusque dans les abysses. L'acidification risque ensuite de se généraliser aussi aux profondeurs.



L'acidification, combinée à la hausse des températures de l'océan, est déjà bien visible au niveau des barrières de corail, où les coraux subissent

un blanchissement (squelette calcaire sans vie).

L'impact sur les écosystèmes est aussi marqué au niveau terrestre, mais il est plus difficile de prédire comment cela va évoluer. En effet, la hausse des températures et les moindres précipitations sur les forêts pourraient être compensées par un effet de fertilisation du CO_2 : le dioxyde de carbone étant un produit nécessaire à la photosynthèse, les plantes en ayant plus sont moins limitées pour produire de la matière organique.

La déforestation et l'usage des terres vont impacter négativement la dynamique des biomes forestiers, par diminution des précipitations, augmentations des émissions de GES, mort des sols et donc modifications potentielles des cycles bio-géo-chimiques du carbone et de l'azote par exemple.

Il apparaît alors que les interactions dans la biosphère mais aussi avec les autres compartiments terrestres (atmosphère, hydrosphère, géosphère) engendrent une multitude de paramètres compliqués à régler pour les modèles climatiques.

L'avenir climatique est de mieux en mieux compris et évalué, mais toutefois, la conscience des enjeux climatiques reste le moteur pour poursuivre l'amélioration des modèles. Le GIEC publiera ainsi à partir de 2021 de nouveaux rapports permettant peut-être de mieux évaluer l'impact du climat sur la biosphère par exemple.

Conclusion :

La construction des modèles climatiques est complexe du fait d'une grande quantité de données à intégrer mais aussi à paramétrer. Contraindre un modèle peut se faire d'un point de vue purement climatique, mais aussi d'un point de vue socio-économique. Une confrontation régulière des modèles à la réalité permet d'affiner les résultats et de tendre vers des prévisions toujours plus proches d'une réalité future.

Le GIEC a un rôle majeur dans l'analyse et la synthèse des différents modèles climatiques utilisés à travers le monde. Il permet aussi de fournir des documents ayant fait consensus au sein de la communauté scientifique pour les grands décideurs de ce monde. Les rapports de ces experts permettent une synthèse globale mais aussi régionale qui pourra être investi par les météorologues.

On perçoit la difficulté pour les scientifiques d'anticiper les changements climatiques avec une forte probabilité. Mais il est apparu que les scénarios reposant sur le développement durable sont un chemin à prendre pour limiter le réchauffement climatique. Il faudra garder à l'esprit que cette démarche est un processus par l'humain pour la planète et pour les humains eux-mêmes. En effet, l'augmentation de phénomènes climatiques extrêmes ou l'augmentation du niveau des océans génèrera par exemple de plus en plus de réfugiés du climat si nous ne faisons rien.