



# CAUSES & ENJEUX DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

*Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC « Causes et enjeux du changement climatique ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.*

## *Les projections climatiques : températures*

**Laurent BOPP**

*Directeur de recherche – CNRS*

Dans cette vidéo, je vais vous présenter la façon dont sont réalisées les projections climatiques et pour ça, je vais prendre l'exemple de l'évolution des températures à la surface du globe.

Sur ce premier transparent, vous avez les ingrédients nécessaires à la réalisation d'une projection climatique.

- Alors, une projection climatique, c'est la réponse du système climatique à un scénario d'évolution des gaz à effet de serre, des aérosols, du forçage radiatif et cette réponse du système climatique est calculée grâce à un modèle climatique.
- Les deux ingrédients indispensables à la réalisation de projections climatiques sont donc d'une part des scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre par exemple, comme sur la gauche de ce transparent et, évidemment, un modèle climatique qui vous est ici décrit, présenté succinctement sur la droite de ce transparent.

Alors ces scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre et modèles climatiques ne sont pas suffisants, d'autres ingrédients sont aussi nécessaires pour réaliser ces projections climatiques.

- Les scientifiques utilisent aussi une indication sur l'évolution de forçages naturels et en particulier le forçage solaire (quelle est la variation de l'intensité de l'irradiance solaire) et sur le forçage volcanique.

- Alors, en l'absence d'indications précises, on utilise par exemple l'évolution à 11 ans avec ce cycle à 11 ans de l'évolution du forçage solaire au cours des prochaines décennies.

Les simulations de projection climatique démarrent aujourd'hui et vont se poursuivre sur plusieurs décennies jusqu'à par exemple la fin du XXIe siècle, mais les scientifiques ont aussi besoin d'un état initial : comment démarrer la projection climatique ?

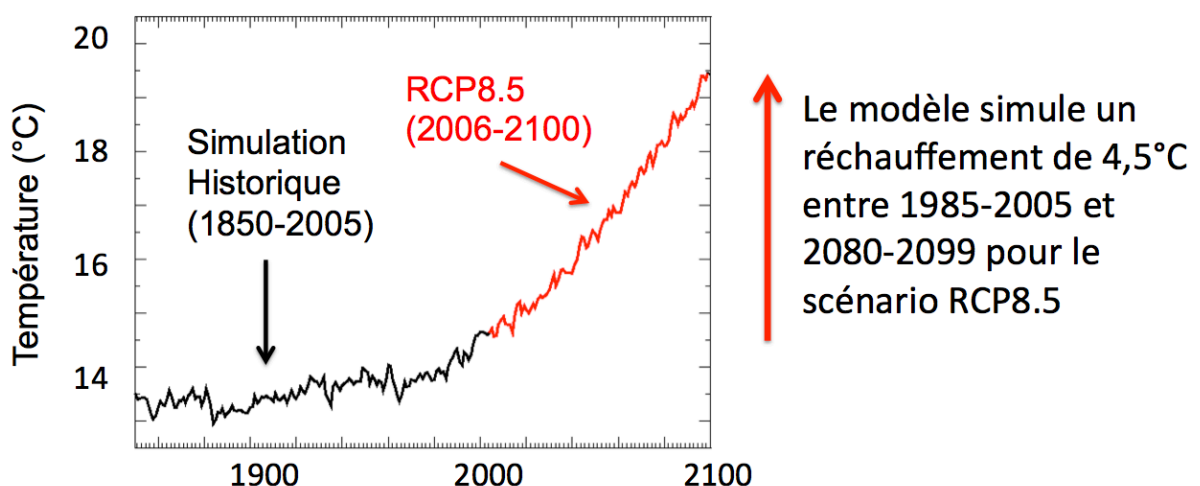
- Alors cet état initial est obtenu avec ce que l'on appelle une simulation historique qui va couvrir l'ensemble de la période historique où l'on utilise aussi un modèle climatique mais cette fois-ci forcée par l'évolution des gaz à effet de serre sur la période historique, telle que enregistrée dans, par exemple les glaces des pôles, mais aussi l'évolution des forçages naturels, grandes éruptions volcaniques comme on le voit ici sur ce transparent ou variations de l'irradiance solaire.

- Une fois que vous avez l'évolution des émissions des concentrations de gaz à effet de serre et un modèle climatique, vous êtes capables de réaliser une projection.

⇒ Je vous en montre ici un exemple avec le modèle de l'IPSL, on regarde l'évolution de la température moyenne de surface du globe depuis 1850 jusqu'à la fin du XXIe siècle.

⇒ En noir, est représentée l'évolution de la température dans la simulation historique. La fin de cette simulation historique sert à initialiser votre projection climatique et en rouge, vous avez l'évolution de la température calculée par votre modèle climatique de 2005 à 2100.

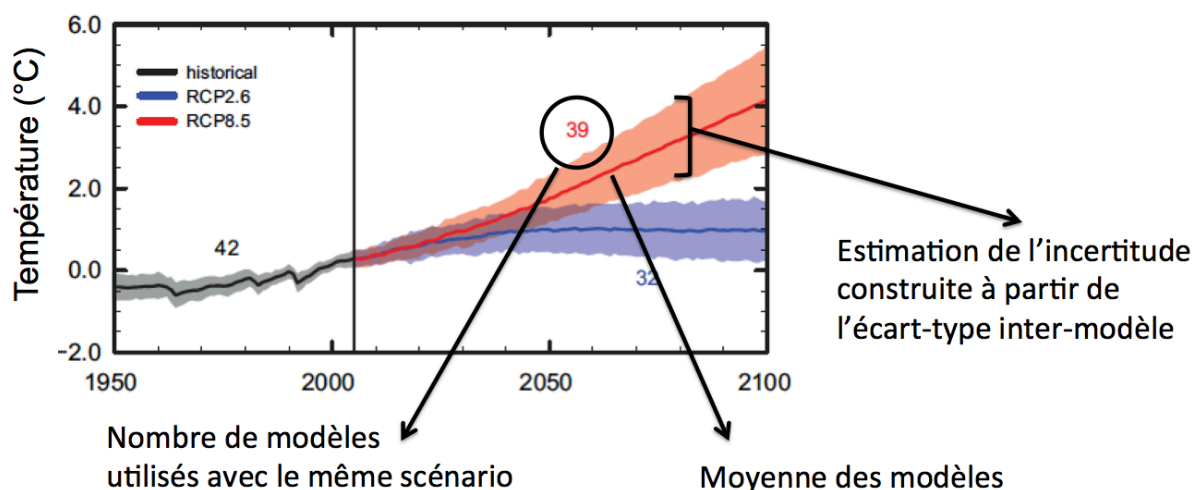
## Évolution de la température de surface (moyenne globale)



- Dans le cas de ce scénario, le scénario RCP 8,5, les émissions de CO2 et d'autres gaz à effet de serre sont importantes et le réchauffement simulé à la fin du XXIe siècle atteint +4,5°C par rapport à l'époque actuelle.

- Avec le même modèle ont été réalisées plusieurs projections climatiques qui, chacune, est liée à un scénario d'évolution des émissions ou des concentrations de gaz à effet de serre.
- ⇒ Et vous avez ici les quatre projections climatiques classiques qui ont été utilisées par les scientifiques dans le cadre du dernier rapport du GIEC avec le scénario rouge (RCP 8,5) en haut, augmentation de température de 4,5°C et par exemple le scénario vert, en bas, le RCP 2,6 où la température n'augmente que de 1,2-3°C à la fin du XXIe siècle par rapport à la période actuelle.
- Les résultats présentés ici ont été établis avec un seul modèle climatique. En fait la communauté internationale développe à peu près une quarantaine de modèles climatiques et ces différents résultats ont été réunis dans le dernier rapport du GIEC et c'est ce que vous avez ici sur cette figure-là, c'est la projection de l'anomalie de température de surface (toujours en moyenne globale) pour les, à peu près, 40 modèles.
- ⇒ Pour les deux mêmes scénarios, en rouge le scénario RCP 8,5 et en bleu le scénario RCP 2,6.
- Alors, pour utiliser les différents modèles, les scientifiques font deux choses :
  - Ils font la moyenne des différentes projections, c'est la courbe située dans l'enveloppe rouge et puis dans l'enveloppe bleue et autour de cette courbe, de cette moyenne de modèle, vous avez une représentation de l'écart entre les différents modèles qui finalement donnent accès à une incertitude autour de la projection de température au cours des prochaines décennies.

### Anomalies de la température de surface (moyenne globale)



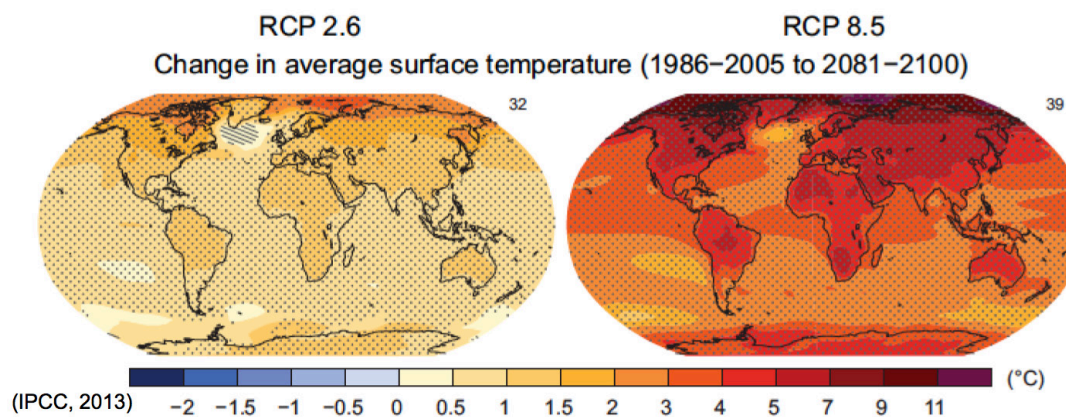
Alors, ces modèles climatiques ont été utilisés pour projeter encore une fois l'évolution de température dans le cadre de ces quatre scénarios et ils nous permettent d'obtenir une incertitude autour de ces projections.

⇒ Pour le scénario 8,5 par exemple, l'incertitude va de +2,6 à +4,8°C à la fin du XXIe siècle par rapport aux 20 dernières années.

L'utilisation de modèles climatiques permet évidemment de s'intéresser à l'évolution de la température moyenne globale, mais ces modèles climatiques nous permettent également de nous intéresser à l'évolution des températures régionales ou locales.

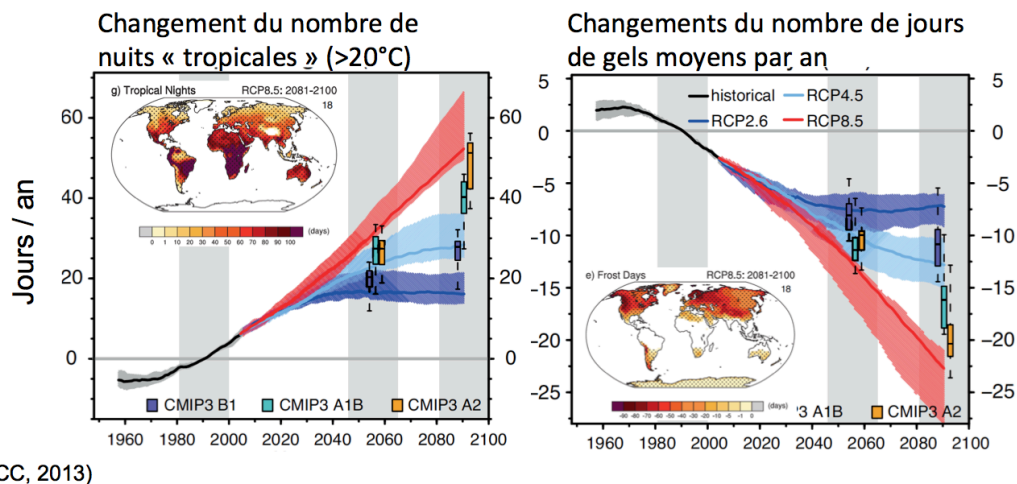
⇒ Et donc vous avez ici deux cartes qui vous indiquent le changement de température à la fin du XXIe siècle par rapport aux 20 dernières années, pour le scénario RCP 8,5 (donc le scénario où les émissions de gaz à effet de serre augmentent de façon importante), c'est ce que vous avez sur la droite de ce transparent et sur la gauche du transparent, vous avez l'évolution des températures pour le scénario bas, le scénario RCP 2,6.

### Anomalies de la température de surface (moyenne annuelle)



- On voit ici que les deux cartes sont évidemment très différentes :
  - une augmentation beaucoup plus importante dans le cas du scénario RCP 8,5 qui peut atteindre jusqu'à 10°C en Arctique par exemple ;
  - une augmentation de température qu'on voit nettement plus importante sur les continents que sur les océans ;
  - et dans le cas du scénario du RCP 2,6, il y a aussi des contrastes entre continents et océans, entre l'océan Arctique et puis le reste du globe, mais l'augmentation de température est nettement réduite par rapport à ce qu'on a sur le scénario RCP 8,5.
- Donc au-delà des aspects globaux et des aspects régionaux, les modèles de climat nous permettent aussi de nous intéresser à d'autres aspects de l'évolution de température.
- Je vous montre ici deux exemples de l'évolution de certains extrêmes de température.
  - Sur la droite, vous avez l'évolution du changement du nombre de nuits tropicales, donc ce sont les nuits dont la température moyenne est au-delà de 20 °C (évidemment plutôt concentrées dans les pays tropicaux).

## Évènements extrêmes



- ⇒ Ce que montrent les modèles climatiques, c'est que le nombre de nuits tropicales simulées par an va augmenter de façon importante dans le cas de certains scénarios climatiques.
- ⇒ Et vous voyez qu'avec le scénario RCP 8,5 qui est le scénario où les émissions sont importantes, le nombre de nuits tropicales en moyenne à l'échelle du globe augmente de près de 50 - 60 jours par an à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle.
- Sur la droite, vous avez un autre type d'événement extrême, cette fois-ci c'est le nombre de jours de gel moyen par an, évidemment plutôt situés aux hautes latitudes et vous avez leur évolution en fonction des différents types de scénarios utilisés par les climatologues.

Pour conclure, j'aimerais rappeler ici que pour le même scénario, les modèles projettent des changements de température différents. C'est ce qui donne accès aujourd'hui à une estimation de l'incertitude autour des projections. Et le fait que les modèles projettent des changements de température différents, en fait, témoigne du fait que les modèles sont construits de façon un peu différente, font des hypothèses un peu différentes et donc que chacun des modèles a une sensibilité climatique à la même augmentation de gaz à effet de serre différente.

Cependant, il est important de noter que la principale incertitude n'est pas l'incertitude climatique mais bien l'incertitude du scénario choisi.

- ⇒ C'est ce que l'on a vu sur ces courbes bleues et ces courbes rouges, elles sont différentes même si on tient compte de l'incertitude et donc de ces barres d'erreur autour de ces moyennes de température.

Enfin dernier point, le changement de température à l'échelle régionale est très contrasté et non uniforme avec des augmentations de températures plus importantes sur les continents, dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud et les modèles, les projections climatiques donnent aussi accès à des informations temporelles sur l'évolution des événements extrêmes

et de façon assez évidente, on a plus d'événements extrêmes chauds et moins d'événements extrêmes froids avec le changement climatique.