

Pour prévoir l'évolution du climat futur les scientifiques s'appuient sur des données du passé. Ils rassemblent pour cela le plus de données possibles, analysent leur évolution dans le temps et tentent de les prolonger vers le futur en s'aidant d'outils mathématiques modélisés par des outils numériques.

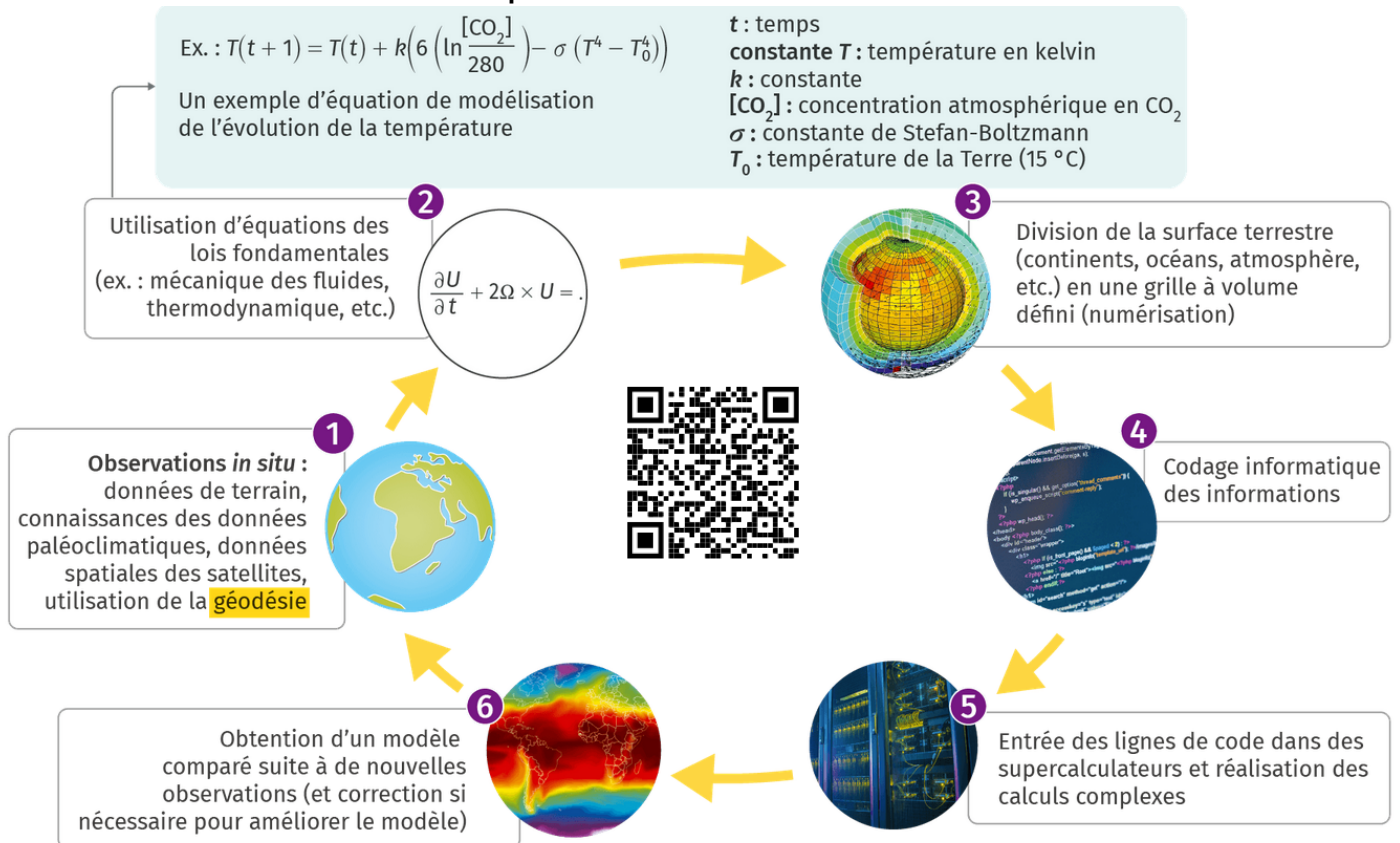
Problème : Comment élabore-t-on des modèles climatiques et comment évaluer leurs pertinences ?

I. La modélisation du climat

À partir des documents 1 et 2 ci-dessous, rédigez un texte d'une dizaine de lignes, dans lequel :

- Vous justifierez qu'un modèle climatique est une modélisation mathématique du climat.
- Vous décrierez comment est évaluée la pertinence d'un modèle climatique.
- Vous montrerez comment les modèles se précisent (ex : évolution des techniques, conception collective...)

Doc 1. Construction d'un modèle climatique

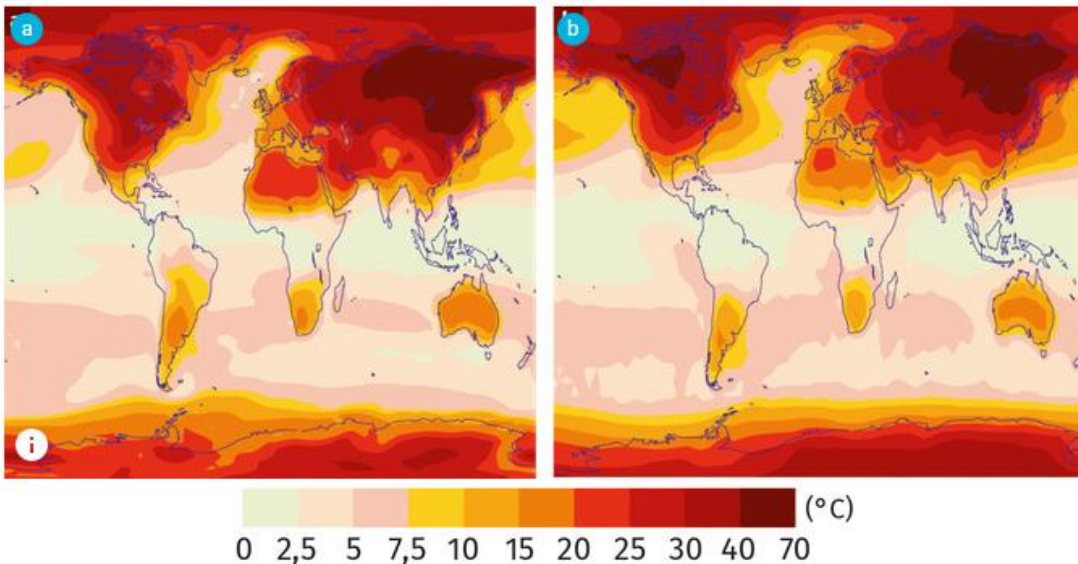


Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité. Un modèle climatique vise ainsi à représenter le climat et son évolution. Comme le climat est complexe, les modèles climatiques peuvent prendre en compte un nombre fixé de variables et donc se rapprocher plus ou moins de la réalité. Mais la prise en compte d'un grand nombre de phénomènes rallonge le temps de calcul. **Les modèles climatiques sont ensuite testés sur les climats connus** des dernières décennies pour voir s'ils sont efficaces en termes de prévisions. Ils sont améliorés, puis utilisés pour estimer les variations futures.

L'établissement d'un modèle climatique comporte plusieurs étapes. Les scientifiques réalisent d'abord des observations (directes et indirectes) et appliquent ensuite les lois fondamentales de physique, chimie, biologie et mathématiques connues.

Ils étudient des portions de la planète Terre découpée en grille à volume défini pour plus de simplicité. De nombreux supercalculateurs permettent d'établir un modèle qui est ensuite comparé aux observations afin d'être amélioré et donc plus précis. **Les modèles peuvent être utilisés à différentes échelles de temps** (court, moyen ou long terme) et d'espace (région, pays, monde, etc.). Il existe **beaucoup de modèles climatiques indépendants**, chacun prenant en compte des données multiples et variées, comme le modèle atmosphérique ARPEGE-Climat. C'est un modèle numérique qui a été développé par le Centre national de recherches météorologiques et le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme.

Doc 2. Valider un modèle climatique en le confrontant à des observations connues récentes



Distribution géographique de la variation de l'amplitude thermique du cycle saisonnier de la température de l'air de surface ①, simulée par le modèle IPSL-CM4 et observée effectivement ②.

Lors de la simulation du climat, les modèles calculent un ajustement entre l'énergie reçue et perdue par la Terre. Si, lors de la réalisation du modèle ou des mesures, une erreur est commise sur les flux de chaleur océaniques ou continentaux, elle se traduit directement par un écart entre la température de surface simulée par le modèle et la température mesurée effectivement. Ces erreurs, alors fréquentes au XXe siècle, conduisaient à la nécessité d'appliquer de nombreuses corrections aux modèles climatiques pour éviter ces écarts. Désormais, les modèles actuels sont beaucoup plus performants, et ne nécessitent plus (ou très peu) l'application de corrections, ce qui illustre bien les progrès réalisés. Ces modèles sont donc d'excellents outils de modélisation et de prévision du climat.

II. Utiliser des modèles climatiques pour émettre des projections climatiques

Constat : L'augmentation de la concentration en CO_2 causée par les activités humaines a entraîné une élévation de la température de la Terre d'environ $1^\circ C$ depuis 150 ans

Problème : Comment le climat de la Terre va-t-il évoluer dans les 100 prochaines années ? La température va-t-elle continuer à augmenter ?

Hypothèses : L'évolution du climat à l'avenir dépend de la quantité de gaz à effet de serre émise par les activités humaines.

- Scénario 1 : On peut imaginer que les émissions de CO_2 resteront constantes. On peut aussi imaginer qu'à cause de la croissance démographique et de l'amélioration du niveau de vie dans le monde, les émissions continueront à augmenter.
- Scénario 2 : On peut au contraire imaginer que face à l'ampleur des risques liés au réchauffement climatique, les gouvernements des différents états prendront des mesures drastiques pour limiter les émissions.



Expérience témoin : On démarre une simulation avec SimClimat à partir de « maintenant » ou « le monde en 2007 pour la version PC » d'une durée de 100 ans.

On laisse les émissions comme à l'actuel : environ 8 Gt de carbone par an. (couleur de courbe violette)

Test des hypothèses : Réaliser deux simulations identiques à l'expérience témoin, mais pour la première, les émissions anthropiques de CO_2 sont le triple soit 24 Gt de carbone par an des émissions actuelles (**Scénario 1 en rouge**=scénario de développement démographique et économique important) ; et pour la deuxième, elles sont nulles (**Scénario 2 en bleu**= scénario où les émissions anthropiques sont stoppées grâce à la réglementation).

Résultats : Faites une capture d'écran de vos résultats et titrez votre document numérique.

Interprétations : Que constatez-vous lors de l'analyse des différentes courbes ?

Conclusion : Conclure sur l'évolution future du climat.