

Une ressource  
produite en  
partenariat avec  
l'[Office for Climate  
Education](#)



## ÉTABLIR LE RÔLE DE DIFFÉRENTS PARAMÈTRES SUR L'ÉVOLUTION CLIMATIQUE EN EXPLOITANT UN LOGICIEL DE SIMULATION

Il s'agit de présenter une animation numérique qui montre l'évolution de la concentration atmosphérique, à différentes échelles de temps : de 1980 à 2019, puis en remontant le temps jusqu'à - 800 000 ans.

### Description

Le logiciel SimClimat est un logiciel pédagogique qui permet de réaliser des simulations climatiques à différentes échelles de temps. On propose ici une utilisation du logiciel pour tester l'influence de divers paramètres sur l'évolution du climat.

### Mots-clés

Modélisation numérique ; corrélations ; changement climatique ; gaz à effet de serre

### Références au programme

#### Thème 1 – Science, climat et société

#### 1.3- Le climat du futur

#### Savoirs

Les modèles climatiques [...] nombreux et indépendants, réalisent des projections climatiques. Après avoir anticipé les évolutions des dernières décennies, ils estiment les variations climatiques globales et locales à venir sur des décennies ou des siècles.

[...] l'augmentation de température moyenne depuis le début de l'ère industrielle est liée à l'activité humaine : CO<sub>2</sub> produit par la combustion d'hydrocarbures, la déforestation, la production de ciment ;

#### Savoir-faire

Mettre en évidence le rôle des différents paramètres de l'évolution climatique, en exploitant un logiciel de simulation de celle-ci, ou par la lecture de graphiques.

### Catégorie de ressource

Logiciel de simulation : SimClimat élaboré par Camille RISI, gratuit, utilisable sur ordinateurs, tablettes et smartphones : <http://www.lmd.jussieu.fr/~crlmd/simclimat/>

Notice d'utilisation : [https://www.lmd.jussieu.fr/~crlmd/simclimat/documentation\\_2019.pdf](https://www.lmd.jussieu.fr/~crlmd/simclimat/documentation_2019.pdf)

## Le logiciel SimClimat

### Présentation du logiciel

SimClimat est basé sur des équations modélisant les phénomènes climatiques. Le modèle physique utilisé par le logiciel s'appuie sur l'hypothèse d'un équilibre radiatif simple à l'échelle globale. Les autres composantes du système climatique (océan, cycle du carbone, calottes de glaces) sont prises en compte de façon très simple.

SimClimat n'est pas une animation pédagogique car aucun résultat n'est préenregistré. Tous les calculs se font lors du lancement de la simulation, selon les paramètres choisis par l'utilisateur. Une infinité de simulations est possible.

SimClimat se distingue des modèles de climat utilisés par les laboratoires de recherche car les équations sont très simplifiées pour limiter le temps de calcul, afin de pouvoir obtenir des résultats de simulation en quelques secondes.

Modèles	Modèle de climat utilisé par le GIEC	SimClimat
Représentation spatiale de l'atmosphère	3D	atmosphère uniforme
Dynamiques atmosphériques et océaniques	Oui	Non
Pas de temps	Quelques min / secondes	Quelques années
Rayonnement, bilan radiatif de surface	Oui	Très simplifié
Effet des nuages	Oui	Non
Cycle du carbone	Non	Oui
Calottes	Non	Oui
Estimation des incertitudes	Dispersion entre modèles	Non

### Principales fonctionnalités du logiciel

Consulter la notice pour plus de détails.

#### Pour effectuer une simulation

On choisit un état initial qui peut être :

- "Le monde d'aujourd'hui" : la température moyenne est de 15,3°C, la concentration en CO<sub>2</sub> de 405 ppm, les émissions de CO<sub>2</sub> de 8 GtC/an, l'anomalie du niveau de la mer de 0 m.
- "Le monde pré-industriel" : les variables climatiques sont celles de l'époque pré-industrielle : la température moyenne est de 14,4 °C, la concentration en CO<sub>2</sub> de 280 ppm, le niveau de la mer de -0,2 m, les émissions de CO<sub>2</sub> sont nulles.
- Un état préenregistré lors d'une simulation précédente.

On choisit une échéance qui peut être comprise entre 100 ans et 10 millions d'années (par exemple, pour étudier le réchauffement climatique actuel, des échelles de temps de l'ordre de 100 à 500 ans sont conseillées).

Retrouvez éducol sur



On peut faire varier 3 types de paramètres :

- les paramètres astronomiques : distance Terre-Soleil, puissance solaire, excentricité, obliquité, précession ;
- la concentration ou émission de CO<sub>2</sub> : on a le choix entre fixer la concentration de CO<sub>2</sub> à une valeur constante ou fixer les émissions (la concentration est alors calculée interactivement par le modèle, selon les sources ou puits choisis par l'utilisateur) ;
- les rétroactions climatiques : quatre types de rétroactions climatiques sont prises en compte et peuvent être « réglées » ou « débranchées » par l'utilisateur : albédo, océan, végétation, vapeur d'eau.

Pour chaque paramètre, on peut afficher un petit texte explicatif et/ou un schéma.

### Résultats des simulations

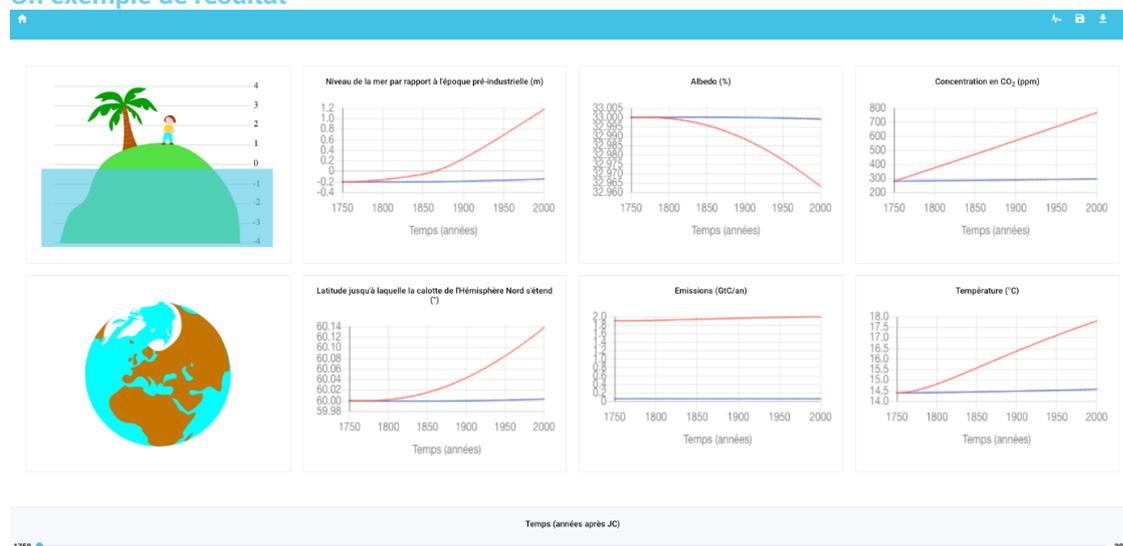
Les différentes variables dont on peut afficher l'évolution sous forme de courbes sont :

1. la température moyenne globale et annuelle à la surface de la Terre, en °C
2. la concentration en CO<sub>2</sub>, en ppm
3. les émissions de CO<sub>2</sub>, en Gt de Carbone par an (GtC/an)
4. le niveau de la mer, en m par rapport à l'actuel
5. l'albédo, en pourcentage
6. la latitude jusqu'à laquelle la calotte de l'hémisphère Nord s'étend

Il est possible de télécharger les résultats d'une simulation sous format numérique .csv, qui peut être lu par des logiciels de type tableurs.

En plus de ces courbes, deux schémas s'affichent : un qui représente la hausse du niveau de la mer, et le second qui représente l'extension des calottes polaires. Ces schémas évoluent lorsque l'utilisateur déplace le curseur du temps, situé en bas de l'écran.

### Un exemple de résultat



En rouge, les courbes retraçant l'évolution des différents paramètres depuis 1750, en bleu celles traduisant ce qui se serait passé si la concentration de CO<sub>2</sub> était restée constante, égale à sa valeur de l'époque pré-industrielle.

Retrouvez éducol sur



## *Pistes d'exploitation pédagogique*

Avec le logiciel SimClimat les élèves peuvent modifier des paramètres, dont les émissions de CO<sub>2</sub>, mais aussi l'albédo, les puits de carbone, etc. et constater les effets de cette modification à l'échelle du globe (niveau de la mer, fonte des glaces, température...).

On peut par exemple proposer aux élèves d'utiliser cette ressource pour :

- simuler le rôle du CO<sub>2</sub> dans l'élévation de température globale du globe ;
- simuler les effets d'une augmentation de la concentration atmosphérique de CO<sub>2</sub> sur le niveau de la mer, la fonte des glaces... ;
- dégager des arguments en faveur du rôle de la végétation comme puits de carbone ;
- reconstituer des conditions climatiques sur de longues échelles de temps (en lien avec le programme de spécialité de SVT en terminale).

Le site de Météo-France dédié aux ressources et aux outils pour l'enseignement propose également des pistes d'exploitation pédagogique : <http://education.meteofrance.fr/lycee/animations/logiciel-simclimat-un-modele-simple-de-bilan-radiatif-de-la-terre>

Des suggestions pédagogiques sont également disponibles sur le site [éduthèque](http://eduthèque).

## *Commentaires et points d'attention*

Dans un monde où les outils et les représentations numériques sont très nombreux et pas toujours scientifiquement exacts, il est très important d'expliquer aux élèves la nature logiciel SimClimat et ses limites.

SimClimat est construit à partir des données, issues de laboratoires scientifiques renommés (tel que l'Institut Pierre-Simon Laplace) et grâce à la participation de l'Office for Climate Education. Il s'appuie sur des modèles scientifiques certes simplifiés mais permettant de retrouver un grand nombre de résultats de simulations plus avancées. SimClimat constitue donc un outil d'exploration des conséquences d'un modèle qui permet aux élèves de se familiariser avec une activité fréquemment pratiquée par les scientifiques.

Cependant, ce logiciel pédagogique, bien que très puissant, ne suffit pas pour démontrer l'impact de tel ou tel facteur sur l'évolution du climat. Son utilisation doit être complétée par l'étude de données expérimentales et de données issues de modèles de recherche.

Les concepts abordés sont complexes ; il est donc préférable de s'assurer de la bonne maîtrise des notions clés (par exemple : notions de sources et de puits de carbone, etc.) et des relations de causes à effets en jeu dans l'évolution climatique, avant de proposer l'utilisation du logiciel.

Pour éviter que certains élèves soient tentés de cliquer au hasard, réalisant alors des simulations fantaisistes, on pourra utilement travailler en amont avec la classe pour établir une liste d'hypothèses plausibles qu'il s'agira ensuite de tester.

Pour tester une hypothèse à l'aide du logiciel, les élèves sont amenés à suivre des étapes de la démarche scientifique classiquement développée en classe : imaginer et formuler une stratégie, la mettre en œuvre, observer les résultats obtenus puis les interpréter et les communiquer. À ce stade, il est important de prendre la distance critique indispensable et de bien distinguer causalité et corrélation, modèle et réalité.

Retrouvez éducol sur

