

## CHAPITRE 3 : LE CLIMAT DU FUTUR

<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/le-climat-futur-a-l-echelle-du-globe>

Les variations climatiques sont aujourd'hui avérées, observées et mesurées. Pour envisager des stratégies d'action, anticiper l'évolution du climat est crucial et les modèles numériques vont jouer un grand rôle dans cette anticipation.

**Problématique : Comment prévoir le climat du futur ? Quelles sont les conséquences des activités humaines sur le climat ?**

**Objectif du chapitre : Savoir mettre en évidence** le rôle des différents paramètres de l'évolution climatique, par lecture graphique (**Activité 1 et 2**) **Exploiter les résultats** d'un modèle climatique pour expliquer des corrélations par des lien de cause à effet (**Activité 3**)

### I. MODELISER LE SYSTEME CLIMATIQUE

#### Activité 1. La construction d'un modèle climatique

Correction I. La modélisation du climat	Compétences travaillées
<p>Un modèle climatique est une représentation numérique simplifiée du système climatique terrestre permettant d'améliorer la compréhension et de réaliser des prévisions et des projections climatiques.</p> <p>Pour construire un modèle climatique on divise la Terre en mailles. Les relations entre ces mailles sont exprimées par une mise en équation des grandeurs qui régissent le système. Ces équations sont résolues par traitement informatique.</p> <p>La pertinence des modèles élaborés est évaluée par leur capacité à reproduire les observations actuelles et les variations climatiques passées. Leur précision permet d'avoir une meilleure vision de l'évolution climatique globale ou locale sur quelques dizaines d'années ou quelques siècles.</p>	<p>C3.3 Extraire et organiser des informations</p>
<p><b>Correction II. Utiliser des modèles climatiques pour émettre des projections climatiques</b></p>	<p>C1.4 Interpréter des résultats et en tirer des conclusions</p>
<p><b>Résultats :</b></p> <p>Figure 1 : Copie d'écran de la page d'affichage des résultats de SimClimat montrant 3 projections climatiques de 100 ans, selon 3 scénarios d'émission différents : émissions identiques à l'actuel (violet), triples (24 Gt/an de carbone, rouge) et nulles (bleu).</p>	<p>C4.2 Communiquer scientifiquement à l'écrit</p>
<p><b>Interprétations :</b></p> <p>Plus les émissions anthropiques sont fortes, plus la concentration en CO<sub>2</sub> augmente rapidement (courbe rouge). La température augmente aussi plus rapidement. Le réchauffement atteint presque 3°C au bout de 100 ans. L'élévation du niveau des mers est lui aussi amplifiée. Il atteint 70 cm au bout de 100 ans. Au contraire, quand les émissions sont nulles, la température augmente peu (courbe bleue). Elle augmente malgré tout de quelques dixièmes de °C, à cause de l'inertie du système climatique.</p> <p><b>Conclusion</b></p> <p>On conclut que l'évolution future du climat dépend du comportement futur des humains et s'ils prennent ou non des mesures pour limiter les émissions de gaz à effets de serre. Ce comportement et les choix de société liés ne sont pas prévisibles. On ne peut donc pas réaliser de « prévisions climatiques ».</p> <p>On élabore plutôt différents scénarios d'émissions de CO<sub>2</sub>, qui résultent de différents choix de société. Les scénarios les plus émetteurs sont dits « pessimistes », et les scénarios les moins émetteurs sont dits « optimistes ».</p> <p>La « prévision » du climat pour un scénario d'émission donné s'appelle une <b>projection climatique</b>.</p>	<p><b>Savoir-faire</b></p>

- 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**.
- Pour construire un modèle climatique on divise la Terre en mailles. Les relations entre ces mailles sont exprimées par une mise en équation des grandeurs qui régissent le système. Ces équations sont résolues par traitement informatique.
- La pertinence des modèles élaborés est évaluée par leur capacité à reproduire les observations actuelles et les variations climatiques passées. Leur précision permet de prévoir l'évolution climatique globale ou locale sur quelques dizaines d'années ou quelques siècles.

**Modèle climatique** : représentation numérique simplifiée du système climatique terrestre permettant d'en améliorer la compréhension et de réaliser des prévisions et des projections climatiques.

## II. UN DEREGLEMENT D'ORIGINE HUMAINE ?

Depuis les premières alertes de la communauté scientifique et la création du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) en 1988 des climato-sceptiques contestent la réalité et l'origine anthropique du réchauffement climatique.

*Sur quels éléments l'affirmation de la responsabilité humaine du changement climatique de climat se fonde-t-elle ?*

### Activité 2. Emission de GES et activités humaines

<p><b>Groupe 1 :</b></p> <p>1. Lors de la combustion du charbon dans les usines à charbon, il y a libération de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère liée à l'équation suivante : <math>CxHy + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O</math>. La combustion du charbon permet une libération importante d'énergie pour l'industrie. L'utilisation de ce processus a pour conséquence une augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Pour fabriquer du ciment, il faut faire cuire de l'argile et du calcaire à environ 1 450 °C. Ce processus se nomme la clinkérisation. Le calcaire a pour formule CaCO<sub>3</sub> et l'élévation de la température provoque la décarbonatation de ce dernier selon la formule suivante :</p> $CaCO_3 \quad (\text{calcaire}) \quad \rightarrow \quad CaO \quad + \quad CO_2$ <p>La fabrication du ciment génère donc une augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Cette augmentation peut être quantifiée en France grâce aux données fournies dans le document : 16 millions de tonnes × 656 kg de CO<sub>2</sub> = 10 496 000 tonnes de CO<sub>2</sub> libérées par an en France à cause de la production de ciment.</p> <p>2. Les forêts constituent un équilibre entre capture et libération de CO<sub>2</sub>. Lors de leur croissance, la photosynthèse permet la capture de CO<sub>2</sub> et elles constituent donc des puits de CO<sub>2</sub>. Lors de la déforestation, il y a du défrichage et des feux de forêts, ce qui engendre une libération massive du carbone stocké dans la végétation et les sols. De plus, la déforestation est accompagnée le plus souvent d'une conversion des sols pour servir l'industrialisation ou l'agriculture qui sont des secteurs générateurs de CO<sub>2</sub> atmosphérique. On pourrait penser que la reforestation peut constituer une solution, mais la capture et l'accumulation du carbone est plus lente. La déforestation engendre une augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique de manière directe avec la libération du stock de carbone dans la végétation et les sols, et de manière indirecte avec la réhabilitation des sols qui génère des émissions de gaz à effet de serre.</p> <p><b>Groupe 2 :</b></p> <p>1. Il existe différentes sources d'émissions de méthane :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les fuites de gaz naturel. C'est ce qui s'est passé dans l'exemple d'Aliso Canyon. Lors de l'exploitation de gaz naturel (utilisation pour le gaz de ville notamment), le gaz peut s'échapper par des fuites naturelles, ce qui engendre une augmentation de la concentration en méthane atmosphérique.</li> <li>- les élevages (notamment ceux de bovins). Chez la vache, par exemple, il y a un phénomène de fermentation lié à la vie microbienne (bactéries et champignons) dans le rumen. Cette fermentation, nécessaire à la digestion de l'animal, génère la libération de 70 à 120 kg de CH<sub>4</sub> (méthane) par jour. On peut quantifier la production de méthane pour les élevages : 100 kg de CH<sub>4</sub> × 19 millions de bovins = 1 900 millions de kg de CH<sub>4</sub> par an, soit 1,9 millions de tonnes en France.</li> <li>- les fermentations dans les décharges. Lors de la décomposition des déchets dans les décharges s'opère une fermentation, liée à la présence de microorganismes. La fermentation engendre la libération de gaz à effet de serre, comme le méthane qui est diffusé alors dans l'atmosphère.</li> </ul> <p>2. Le méthane, tout comme le CO<sub>2</sub>, est un gaz à effet de serre. L'augmentation de la teneur atmosphérique en méthane liée à l'agriculture, les fuites de gaz naturel ou encore la fermentation dans les décharges va amplifier l'effet de serre. L'amplification de l'effet de serre (qui est un phénomène naturel) est à l'origine du réchauffement climatique observé ces dernières années.</p> <p><b>Lister les 3 principaux GES et corrélés leurs émissions aux activités humaines.</b> Dioxyde de carbone (combustibles fossiles, déforestation et production de ciment), le méthane (gaz naturel, agriculture et décharges) et le protoxyde d'azote.</p>	<p><b>Compétences travaillées</b> C3.3 Exploiter des documents</p> <p><b>Savoir-faire</b></p>
---	---

Notre planète connaît depuis le début de l'ère industrielle une augmentation de la température moyenne d'environ **1,3 °C**. Les études scientifiques montrent avec une certitude de 95% qu'elle est liée à **l'émission de gaz à effet de serre d'origine anthropique** parmi lesquels se trouvent le dioxyde de carbone (combustibles

fossiles, déforestation et production de ciment), le méthane (gaz naturel, agriculture et décharges) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O, dégradation de déchets organiques et engrais minéraux de l'agriculture).

### III. LE CLIMAT AU XXIÈME SIÈCLE

---

**Activité 3.** Le climat du futur pourrait être influencé par nos décisions actuelles

Pour la correction de l'activité 3 : Voir proposition de corrigé en pièces jointes

Sans changement de nos émissions de GES les modèles climatiques prévoient entre 2020 et la fin du XXIème siècle :

- une **augmentation de 1,5 à 5°C** de la température moyenne.
- une **élévation du niveau moyen de la mer** de 1m.
- une modification du **régime des pluies**
- des événements **climatiques extrêmes** plus nombreux
- une acidification des océans.

Tout ceci entrainera une **modification majeure des écosystèmes planétaires**.

Pour limiter ces impacts des efforts sont envisagés, notamment par des stratégies économiques et environnementales efficaces.

**Schéma bilan : voir page 77 de votre manuel**

**Les mots-clés du chapitre : voir manuel p 76**

**Histoire Enjeux Débats : Un enjeu mondial ; l'océan Nathan p 84-85**

**Les arguments de chaque équipe :**

Équipe 1- Explorateurs et chercheurs : Grâce aux progrès techniques de la plongée sous-marine (détendeur, cloche à plonger...) et de l'exploration des plaines abyssales et fosses océaniques (Sonar, bathyscaphe...), l'être humain prend conscience de la richesse de la biodiversité sous-marine, de sa fragilité, de son intérêt pour notre survie mais aussi de son rôle écologique au sein de la planète. Des applications biotechnologiques issues de la recherche et basées sur les ressources marines aboutissent à des découvertes importantes dans le domaine médical et la génétique (Recherche contre le cancer, colles chirurgicales, médicaments, PCR, séquençage, empreinte génétique) mais aussi dans l'industrie alimentaire et cosmétique (découvertes de macromolécules aux propriétés gélifiantes).

Équipe 2 - Exploitants et commerciaux : L'exploration des fonds océaniques présente un intérêt économique et industriel majeur dans un contexte international de hausse de la demande en métaux et terre rares liée au développement des nouvelles technologies (nucléaire, stockage électrique...) mais aussi de prospection d'énergie fossile (pétrole charbon et gaz). De grandes compagnies mettent au point des technologies permettant d'exploiter les concrétions métalliques formées au niveau des dorsales (fumeurs noirs) ainsi que les champs de nodules polymétalliques des plaines abyssales. La fonte des glaces polaires permet l'ouverture de nouvelles voies navigables, plus courtes, plus rapides ainsi que de nouvelles zones d'exploitation pétrolière. Ces nouveaux enjeux économiques fortement disputés présentent un intérêt stratégique pour les grandes puissances mondiales.

En commun : Le monde abyssal joue un rôle central dans l'équilibre écologique de la planète en participant à la régulation du climat, aux échanges de chaleur, de gaz et d'eau avec l'atmosphère, au maintien de la biodiversité. Il pourrait être source de ressources pour notre quotidien (alimentation, santé, médicaments, produits industriels). Les découvertes réalisées dans les fonds abyssaux ont permis de faire avancer la science, d'en apprendre davantage sur l'évolution géologique de notre planète, de la formation des océans en passant par le déplacement des continents

## Bilan HED : Un enjeu mondial : l'océan

Actuellement, plus de 75 % des zones très profondes restent inexplorées. Développer un système performant qui résiste aux fortes pressions nécessite des prouesses technologiques et a un coût très élevé.

À travers le monde, des milliards de personnes dépendent de la biodiversité marine et côtière pour leurs besoins en ressources alimentaires, énergétiques et pharmaceutiques. La croûte océanique, très riche en minerais contient des terres rares, indispensables au développement de produits de haute technologie.

La fonte des glaces polaires au niveau de l'arctique suscite l'intérêt des compagnies pétrolières et offre de nouvelles voies navigables, des routes maritimes plus courtes donc de nouveaux enjeux économiques et militaires.

Les océans jouent un rôle majeur de régulateur climatique en absorbant plus d'un tiers des émissions de CO<sub>2</sub> émises par les activités humaines, d'où l'intérêt d'une **exploitation durable et responsable !**

