

# Changement climatique mondial et science

Cette section de *Healing Earth* vous aide à commencer à répondre à l'ensemble des questions suivantes posées à la fin de l'étude de cas :

- Qu'est-ce que le changement climatique mondial et comment s'est-il produit ?
- Quels sont les impacts du changement climatique mondial ?

## **Climat, météo et atmosphère**

Les termes « temps » et « climat » sont parfois utilisés de manière interchangeable, mais il existe d'importantes différences entre eux.

Le temps fait référence aux changements quotidiens de l'atmosphère sur une base locale. Le temps est composé d'une combinaison de facteurs, tels que la température, l'humidité, la couverture nuageuse, les précipitations et le vent. Alternativement, le climat décrit la moyenne, ainsi que les extrêmes des conditions météorologiques dans un emplacement régional sur de longues périodes de temps. Les changements climatiques sur de longues périodes sont détectés par les climatologues, qui étudient les tendances météorologiques et identifient les tendances à long terme.

Visitez la page Web de la NASA [U. S. National Aeronautics and Space Administration](https://www.nasa.gov/education/earth/earthclimate.html) des États-Unis et apprenez-en plus sur la différence entre le temps et le climat.

## **L'atmosphère terrestre**

Le temps et le climat ont lieu dans l'atmosphère terrestre, qui est la fine couche de gaz entourant la Terre qui est maintenue en place par la gravité terrestre. Sans l'atmosphère, la vie sur Terre ne pourrait pas exister. Il contient l'oxygène que nous respirons, aide à réchauffer la Terre, nous protège des rayons ultraviolets nocifs du soleil (UV) et est une partie vitale du cycle de l'eau, comme cela a été discuté dans le chapitre sur l'eau.

L'atmosphère est constituée d'un mélange de différents gaz, de minuscules gouttelettes d'eau et de minuscules particules solides en suspension (voir tableau 1). Certains de ces composants sont considérés comme des composants permanents, tandis que d'autres sont variables. Les composants permanents, tels que l'azote et l'oxygène, se caractérisent par leur présence stable et constante dans l'atmosphère à tout moment. Cependant, la présence et la quantité de composants variables, tels que la vapeur d'eau, peuvent fluctuer en fonction de différents facteurs qui seront discutés plus loin ci-dessous.

Vous apprendrez dans la prochaine section Changement climatique mondial et spiritualité que dans certaines religions, l'air que nous respirons est un symbole spirituel du souffle de Dieu.

Constituants permanents		Constituants variables	
Constituant	ppm(Volume)	Constituant	ppm(Volume)
Azote (N <sub>2</sub> )	780 840	Vapeur d'eau (H <sub>2</sub> O)	0 à 40 000
Oxygène (O <sub>2</sub> )	209 460	Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	399
Argon (Ar)	9 340	Méthane (CH <sub>4</sub> )	1,8
Néon (Ne)	18,18	Oxyde nitreux (N <sub>2</sub> O)	0,320
Hélium (He)	5,24	Ozone (O <sub>3</sub> )	0,01-0,10
Hydrogène (H <sub>2</sub> )	0,56	Particules (poussières, etc.)	0,01
Xénon (Xe)	0,09	Chlorofluorocarbones (CFC)	0.0002

Adapté de Thomas W. Schlatter, Atmospheric Composition and Vertical Structure.

Tableau 1 : Composition de l'atmosphère terrestre. [efn\_note] Adapted from [https://ruc.noaa.gov/AMB\\_Publications\\_bj/2009%20Schlatter\\_Atmospheric%20C...](https://ruc.noaa.gov/AMB_Publications_bj/2009%20Schlatter_Atmospheric%20C...) [/efn\_note]

Comparée au rayon de la Terre, la profondeur ou l'épaisseur de l'atmosphère terrestre est très mince. Plus de 99% des molécules gazeuses (en masse) qui composent l'atmosphère terrestre se trouvent dans la couche épaisse de 50 kilomètres la plus proche de la surface de la Terre (voir figure 1).

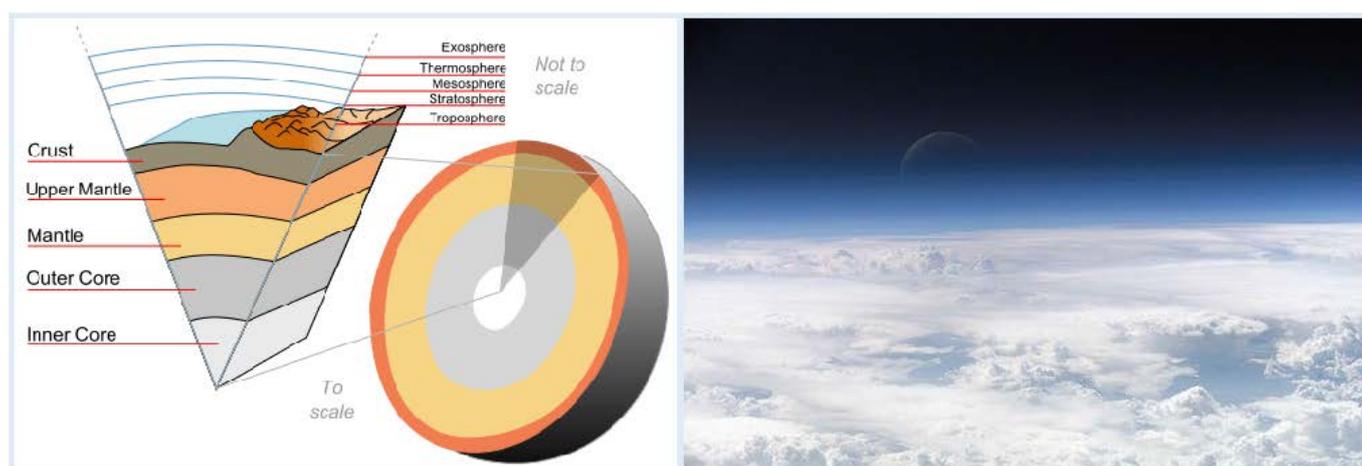


Figure 1 : L'atmosphère terrestre est une couche de gaz relativement mince et fragile- a. une représentation d'artiste, b. une image satellite : la fine bande bleue de gaz vue ici planant au-dessus de la surface de la terre est notre atmosphère fragile. Dans cette bande, qui ne fait que 50 km d'épaisseur, se trouvent 99,8% des molécules de gaz qui soutiennent et protègent toutes les formes de vie sur terre.

[efn\_note] a. By Surachit CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons b. By NASA Earth Observatory [Public domain], via Wikimedia Commons Source: a.

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AEarth-crust-cutaway-english.svg> ,

b.[https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ATop\\_of\\_Atmosphere.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ATop_of_Atmosphere.jpg) [/efn\_note]

Les deux gaz les plus abondants dans l'atmosphère terrestre sont l'azote ( $N_2$ ), qui représente 78% du volume de l'atmosphère, et l'oxygène ( $O_2$ ), qui représente 21%. Bien que l'azote et l'oxygène ainsi que les autres gaz permanents représentent presque toute l'atmosphère (> 99%) et soient cruciaux pour la vie sur Terre, ils ont peu ou pas d'impact sur le temps et le climat. Ce sont les composantes variables rares, comme la vapeur d'eau ( $H_2O$ ), le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ), méthane ( $CH_4$ ), et l'oxyde nitreux ( $N_2O$ ) qui influencent les conditions météorologiques et le climat.

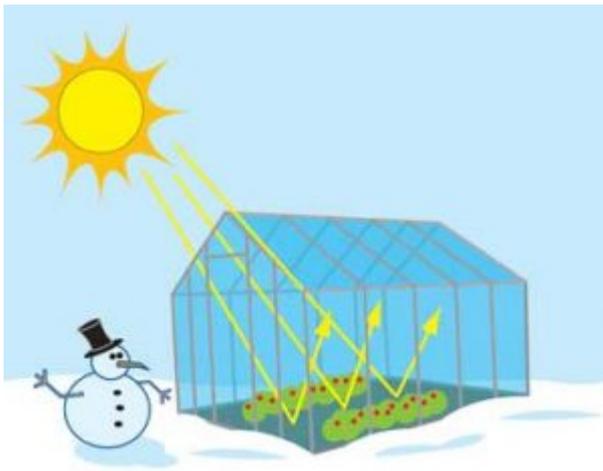


Figure 2. Une serre est constituée de fenêtres en verre ou en plastique. La lumière du soleil passe à travers les fenêtres mais la chaleur est emprisonnée à l'intérieur. Les légumes et les fleurs peuvent pousser même pendant les mois les plus froids. [efn\_note] Courtesy NASA/JPL-Caltech Source: <https://climatekids.nasa.gov/review/greenhouse> [/efn\_note]

La vapeur d'eau est le plus abondante des composants variables de l'atmosphère. Sa concentration change de temps en temps et d'un endroit à l'autre. En moyenne, la vapeur d'eau représente 0,25% de l'atmosphère. Comme indiqué dans le chapitre sur l'eau, le cycle hydrologique forme des nuages à partir de la vapeur d'eau et produit des précipitations qui reconstituent l'eau dans les sols, les lacs et les rivières. Ce processus de condensation (le refroidissement de la vapeur d'eau pour former de l'eau liquide) libère également la chaleur stockée, qui joue un rôle important dans le développement des tempêtes. De cette façon, la vapeur d'eau joue un rôle essentiel dans les conditions météorologiques.

Vous apprendrez dans la prochaine section sur le changement climatique mondial et l'éthique que l'atmosphère terrestre a une valeur intrinsèque. Ici, vous voyez la raison pour laquelle une atmosphère saine est nécessaire à toute vie sur Terre.

D'autres gaz parmi les composants variables de l'atmosphère sont présents en très petites quantités, mais peuvent avoir une puissante influence sur les conditions météorologiques. Dans certains cas, ces gaz à traces variables sont également extrêmement importants pour la vie sur Terre.

Par exemple, l'ozone, qui se produit naturellement dans la stratosphère (10 à 50 km d'altitude dans l'atmosphère), filtre les rayons ultraviolets (UV) du soleil qui, autrement, atteindraient la surface de la Terre à des niveaux préjudiciables aux organismes vivants. Le dépistage du rayonnement UV se produit à de très faibles concentrations d'ozone (0,000004%). L'ozone est également l'un des gaz à effet de serre (GES) et a une forte influence sur le réchauffement climatique.

De même, le dioxyde de carbone ne représente que 0,04% de l'atmosphère, mais est un important gaz à effet de serre qui contribue au réchauffement de la Terre, et est également essentiel pour la photosynthèse, fournissant aux plantes et aux animaux leur source ultime de carbone.

Dans la section Changement climatique mondial et spiritualité, vous apprendrez que les traditions spirituelles telles que l'hindouisme et l'islam croient que la relation interdépendante entre l'atmosphère, les plantes, les animaux, l'eau et le sol est un équilibre sacré.

## **Gaz à effet de serre**

De nombreuses composantes variables de l'atmosphère sont particulièrement pertinentes pour une discussion sur le changement climatique mondial car elles absorbent le rayonnement infrarouge à ondes longues (IR ou chaleur). Ces gaz sont appelés gaz à effet de serre (GES) car ils fonctionnent de manière similaire à une serre et comprennent  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $O_3$ , et CFCs.

Les serres sont utilisées pour faire pousser des plantes pendant les saisons froides et sont constituées de toits et de murs en verre ou en plastique qui laissent passer la lumière du soleil (voir la figure 2). Lorsque la lumière du soleil atteint les plantes et le sol, ou toute autre surface de la serre, elle est absorbée et convertie en IR ou en chaleur. Le toit en verre / plastique retient cette chaleur afin que les plantes puissent pousser à l'intérieur pendant les hivers froids.

La lumière solaire passe à travers l'atmosphère et réchauffe la surface de la terre. La chaleur générée est projetée vers l'espace.

La grande partie de cette chaleur est absorbée par les molécules de gaz à effet de serre et re-émise dans toutes les directions, réchauffant ainsi la surface de la terre et l'atmosphère.

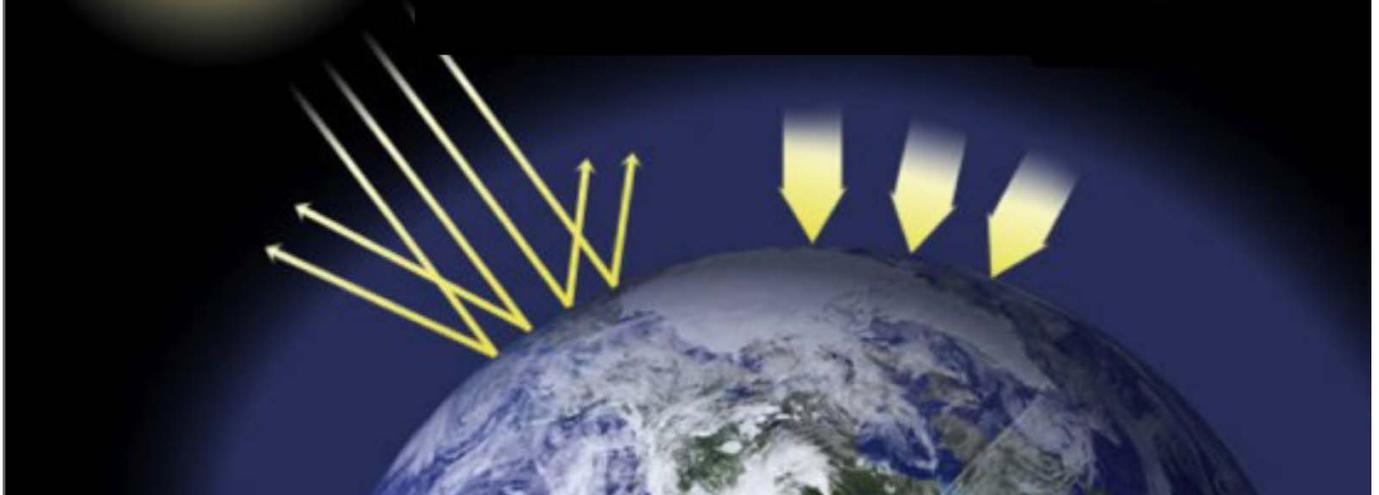


Figure 3. L'effet de serre. Le rayonnement solaire à ondes courtes (lumière) pénétrant dans l'atmosphère est absorbé par la surface de la Terre et émis sous forme de rayonnement infrarouge à ondes longues (chaleur) qui est ensuite absorbé par les gaz à effet de serre qui chauffent l'atmosphère. [efn\_note] Courtesy NASA/JPL-Caltech. Source: <https://climate.nasa.gov/causes/> [/efn\_note]

Comme le verre ou le plastique d'une serre, l'atmosphère terrestre est presque transparente au rayonnement solaire entrant, qui est principalement composé de rayonnement de courte longueur d'onde (lumière). En conséquence, la majeure partie de la lumière du soleil traverse l'atmosphère sans être absorbée. Lorsque la lumière du soleil atteint la Terre, elle est absorbée par des structures liquides et solides telles que l'eau, le sol, les plantes et les bâtiments. Une fois la lumière absorbée, elle est convertie en rayonnement infrarouge (IR) à longue longueur d'onde ou en chaleur. Cette chaleur réchauffe la surface de la planète, la rendant adaptée à la vie sur Terre. De cette façon, la mince couche atmosphérique de la Terre aide à garder la Terre au chaud, tout comme le verre / plastique de serre contribue à maintenir la chaleur dans la structure de la serre.

La surface de la Terre reflète une partie du rayonnement solaire qu'elle reçoit dans l'espace. Cette réflectance est appelée albédo de la Terre, et elle varie d'une région à l'autre. Les concentrations naturelles de gaz à effet de serre atmosphériques absorbent cet IR libéré, ralentissant ainsi la perte de chaleur de la Terre dans l'espace (voir la figure 3). Ce phénomène, appelé effet de serre, lorsqu'il est en équilibre, aide à maintenir la plage de température sur Terre adaptée aux organismes vivants.

Sans effet de serre, la température de surface moyenne de la Terre serait de  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ), trop froide pour soutenir la plupart des plantes et des animaux. Cependant, trop de gaz à effet de serre dans l'atmosphère a provoqué les changements climatiques mondiaux et les effets du réchauffement que la

Terre connaît aujourd'hui.

Différents gaz à effet de serre (GES) ont différentes capacités de piéger la chaleur. Par exemple, parmi les cinq principaux gaz à effet de serre, la vapeur d'eau est la plus abondante et contribue à 90% de l'effet de serre. Alors que le méthane ( $\text{CH}_4$ ) et l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ne sont pas aussi abondants que le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), ils sont respectivement 20 et 300 fois plus puissants que le  $\text{CO}_2$  pour piéger la chaleur.

Les activités humaines telles que la combustion de combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel), les pratiques agricoles industrielles et la déforestation ont entraîné une augmentation abrupte des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère depuis le début de la révolution industrielle au milieu du XVIIIe siècle (Figure 4).

Les pratiques agricoles industrielles produisent plus d'émissions de gaz à effet de serre que toute autre activité humaine unique grâce à la fabrication d'engrais inorganiques, au fonctionnement des machines de terrain, au transport des fournitures vers les fermes et de la nourriture au marché et à l'énergie requise pour l'irrigation par pompe.

La déforestation dans le monde est principalement menée pour développer l'agriculture et le développement, et élimine un « puits » extrêmement important de dioxyde de carbone en enlevant la végétation forestière dense. En éliminant la végétation photosynthétique qui «absorbe» le dioxyde de carbone, nous augmentons efficacement les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Les combustibles fossiles et les forêts ont une valeur instrumentale pour la vie humaine. Cependant, lorsque nous utilisons ces ressources d'une manière qui n'est pas durable pour l'atmosphère terrestre, nous violons moralement la valeur intrinsèque de la nature. Cette question est abordée dans la prochaine section Biodiversité et éthique.

Par exemple, le dioxyde de carbone atmosphérique mondial moyen est passé de 280 ppm à plus de 400 ppm depuis le milieu du XVIIIe siècle. En novembre 2018, les niveaux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont dépassé tous les niveaux élevés précédemment enregistrés. Consultez la [US National Oceanic & Atmospheric Administration](#) (NOAA) des États - Unis pour connaître la concentration actuelle de  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère. L'augmentation du dioxyde de carbone a amplifié l'effet de serre et, par conséquent, a contribué à une augmentation de la température de surface de la Terre. Une discussion plus détaillée de la façon dont la combustion de combustibles fossiles perturbe l'équilibre naturel du cycle du carbone de la Terre est décrite plus loin dans ce chapitre.

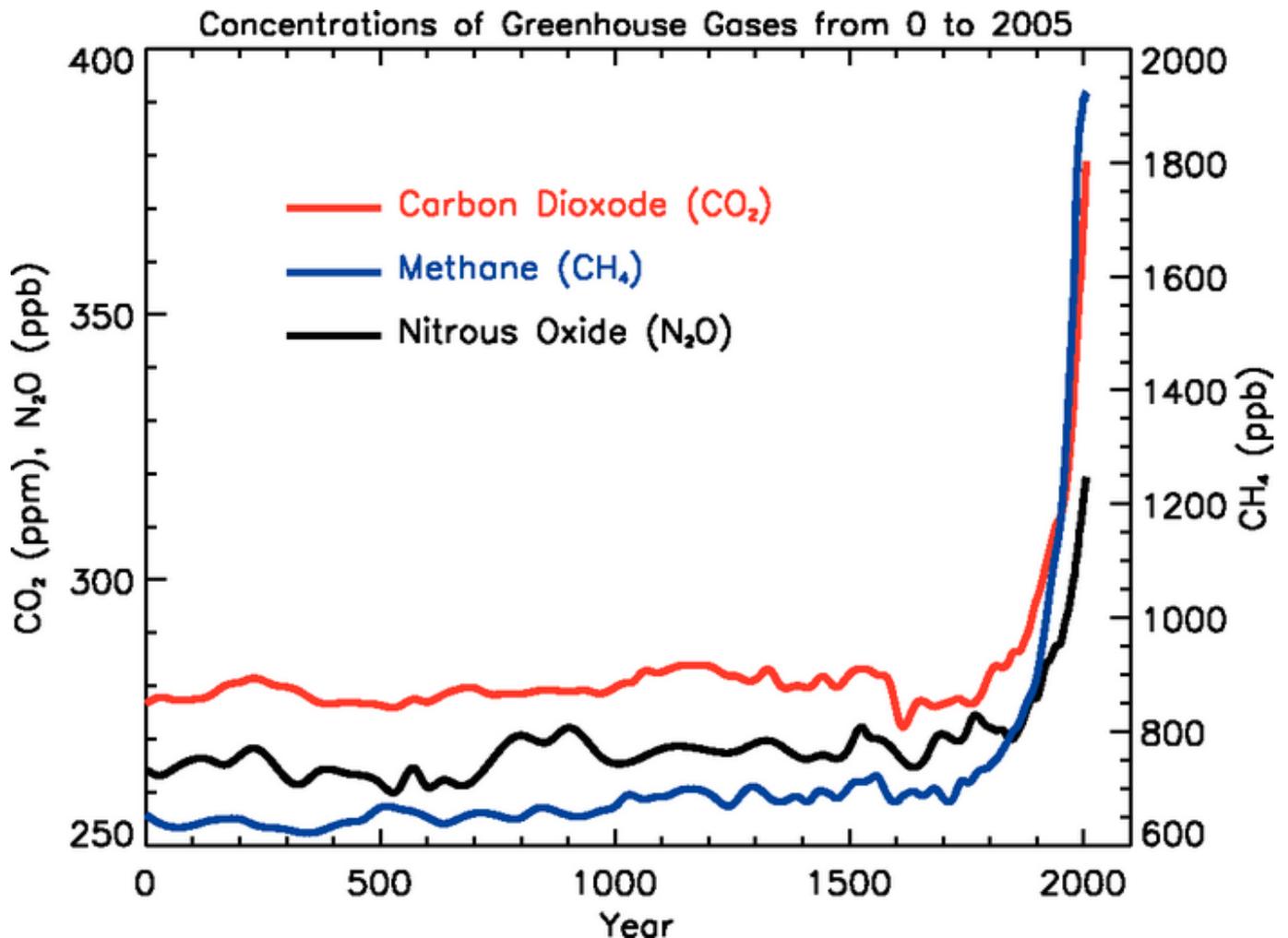


Figure 4 : Concentrations atmosphériques de 3 gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane et protoxyde d'azote) au cours des 2 000 dernières années. A noter que chacun de ces gaz a augmenté depuis 2005, et le CO<sub>2</sub> oscille désormais autour de 400 ppm. Vous pouvez consulter les valeurs de concentration les plus récentes de ces gaz à effet de serre au Centre d'analyse des informations sur le dioxyde de carbone. [efn\_note] IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Source: [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/fig/faq-2-1-figure-1-l.png](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/fig/faq-2-1-figure-1-l.png) [/efn\_note]

Avez-vous, demandez-leur s'ils ont personnellement vécu un changement dans les conditions météorologiques et le climat au cours de leur vie.

- S'ils ont connu des changements climatiques au cours de leur vie, quels facteurs pensez-vous pourraient expliquer ces changements ?
- Quelle signification ont leurs expériences sur votre façon de penser les conditions météorologiques et le climat ?