

Partie 1

La Terre, l'environnement et l'action humaine

SÉQUENCE 1

Chapitre 1 : Les climats de la Terre

De tout temps, le climat a évolué. Ce facteur peut alors être étudié à l'échelle de l'histoire de la planète Terre mais aussi à l'échelle de l'humanité.

Comment expliquer les phénomènes météorologiques et climatiques, et quels sont les risques associés ?

Distinguer météorologie et climatologie

La **météorologie** est la science ayant pour objet l'étude des phénomènes atmosphériques et la prévision du temps.

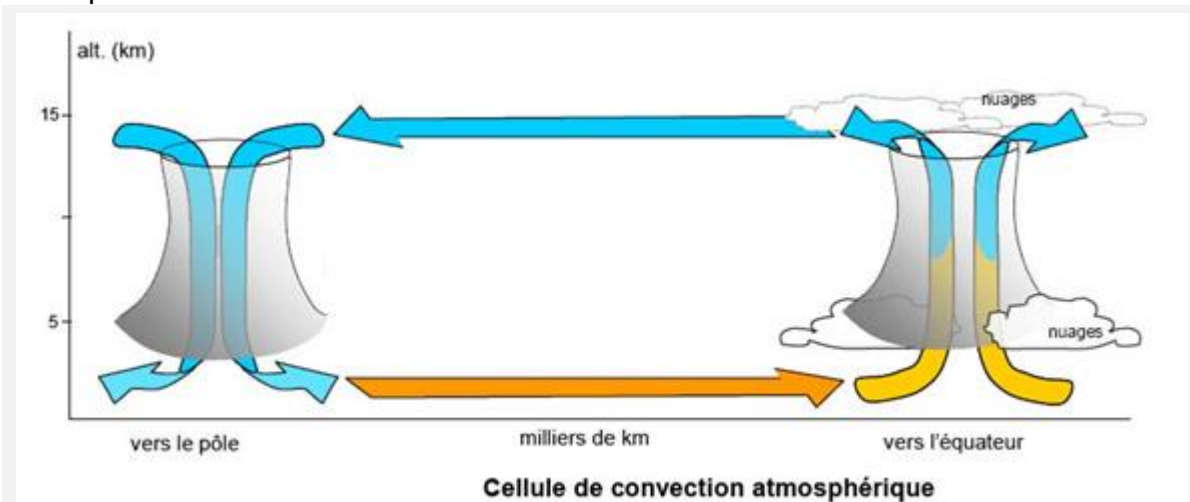
1. Prévoir la météo

Chaque jour est donné le bulletin météo. Il donne une prévision du temps qu'il fera grâce à l'étude de plusieurs **paramètres** :

- La température donnée en degré Celsius (°C)
- Le vent : vitesse donnée en km/h, direction et sens
- La pression atmosphérique qui correspond au poids de l'air sur la surface terrestre, est donnée en hectopascal (hPa) ou en bar (1 bar = 1 000 hPa).

Les masses d'air se concentrent dans les premiers kilomètres (basse altitude), au niveau de la troposphère, plus épaisse à l'équateur qu'aux pôles (entre 8 et 15 km). Elles sont inégalement réparties et on parle de dépression pour désigner une zone de basse pression (BP), et d'anticyclone pour désigner une zone de haute pression (HP).

Les masses d'air (vents) se déplacent des zones de haute pression vers les zones de basse pression selon le schéma suivant :



L'augmentation de température des masses d'air au niveau du sol se traduit par une diminution de leur masse volumique et leur élévation dans l'atmosphère. En se refroidissant au cours de leur ascension, la vapeur d'eau qu'ils contiennent se condense formant des nuages. Les nuages peuvent se déplacer grâce au vent et être stoppés par les reliefs. L'eau liquide contenue dans les nuages retombe sous forme de pluies.

- L'humidité.

La prévision se fait à **un moment donné et en un lieu donné**, mais sa fiabilité dépend de l'échéance : à 24h, elle est fiable à 90 % mais cette valeur diminue plus l'échéance augmente.

Cela s'explique grâce aux outils utilisés : aujourd'hui, ce sont de puissants ordinateurs qui réalisent des modélisations de la troposphère et simulent l'évolution des masses d'air. Cette étude est complémentaire de l'observation.

Cependant, le comportement des masses n'est pas stéréotypé, ce qui rend l'interprétation des observations et les modélisations parfois erronées.

On peut comparer les métiers de météorologue et de climatologue dans le tableau suivant, grâce aux documents p.12-13 :

	Météorologue	Climatologue
Données étudiées		
Durée de l'étude		
Échelle géographique		
Type de matériel		
Objectifs		

2. Les humains face au risque météorologique

Prenons un exemple d'aléa résultant de l'activité externe du globe et mettons-le en relation avec les enjeux que cela implique : à l'aide des documents suivants, **expliquer que le pourtour méditerranéen soit la seule région de France touchée par des épisodes pluvieux très intenses (pluies diluviennes) surtout au printemps et à l'automne alors qu'il s'agit qu'une région où le climat est généralement sec.**

Document 1

Consulter les phénomènes méditerranéens mémorables sur :

http://pluiesextremes.meteo.fr/une-selection-d-evenements-memorables-majeurs_r52.html.

Exemples :

- 18 juin 2013 - dans les Pyrénées - la ville de Lourdes est ravagée
- 15 juin 2010 - Draguignan
- 5 au 9 septembre 2005 - le Gard
- 8 et 9 septembre 2002 - le Gard
- 12 et 13 novembre 1999 - les Corbières
- octobre 1993 - crue majeure en basse vallée du Rhône - Inondations en Camargue
- 22 septembre 1992 - Vaison-la-Romaine.

Exemple détaillé.

Dans la nuit du 03 au 04 octobre 2015, un système orageux a traversé le Sud-est de la France avec une intensification brutale sur les Alpes-Maritimes, avec des cumuls de près de 200 mm en 2 heures. Malgré la diffusion d'une carte de vigilance qui plaçait ce département en zone orange, 20 personnes sont mortes dans toutes les Alpes-Maritimes. Les victimes ont été prises au piège dans un parking souterrain à Mandelieu-la-Napoule, coincées sous un tunnel à Vallauris-Golfe Juan, ou noyées dans leur maison de retraite submergée au Biot (Biot et Mandelieu-La Napoule sont deux communes françaises voisines situées dans le département des Alpes Maritimes en région Provence-Alpes-Côte d'Azur).

Vigilance météorologique

La carte est actualisée au moins 2 fois par jour, à 6h et 16h.

Une vigilance absolue s'impose des phénomènes dangereux d'intensité exceptionnelle sont prévus...

Soyez très vigilant, des phénomènes dangereux sont prévus...

Soyez attentif si vous pratiquez des activités sensibles au risque météorologique...

Pas de vigilance particulière.



Les vigilances pluie-inondation et inondation sont élaborées avec le réseau Vigicrues du Ministère du Développement durable

VIGICRUES



6 départements en Orange.

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

meteofrance.com

Diffusion : le samedi 03 octobre 2015 à 11h00

Validité : jusqu'au dimanche 04 octobre 2015 à 06h00

Actualise la carte du samedi 03 octobre 2015 à 08h00

Consultez le **bulletin national**

Episode de fortes précipitations orageuses se mettant en place à la mi-journée sur le Gard, le Vaucluse et la Drôme ainsi que les Bouches du Rhône, le Var et les Alpes-Maritimes.

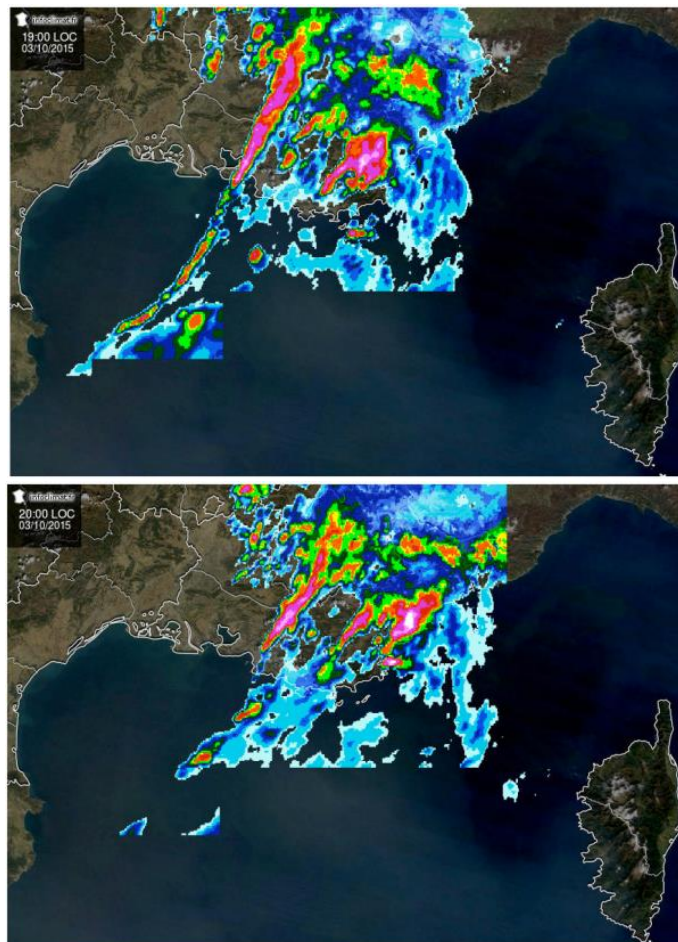
Cliquez sur la carte pour lire les **bulletins régionaux**

Conseils des pouvoirs publics :

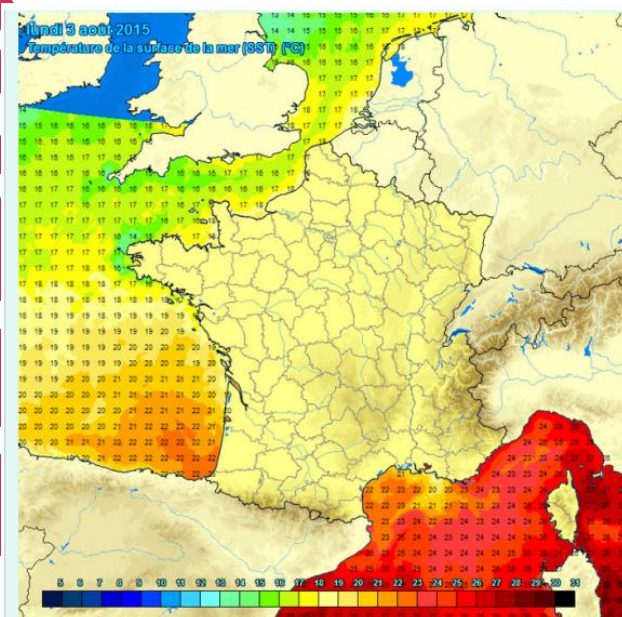
Orages/Orange - Soyez prudents, en particulier dans vos déplacements et vos activités de loisir. - Evitez d'utiliser le téléphone et les appareils électriques. - A l'approche d'un orage, mettez en sécurité vos biens et abritez-vous hors des zones boisées. Précipitations/Orange - Evitez les abords des cours d'eau. - Soyez prudents face au risque d'inondations et prenez les précautions adaptées. - Renseignez-vous sur les conditions de circulation. - Ne vous engagez en aucun cas, à pied ou en voiture, sur une voie immergée ou à proximité d'un cours d'eau.

Copyright Météo-France

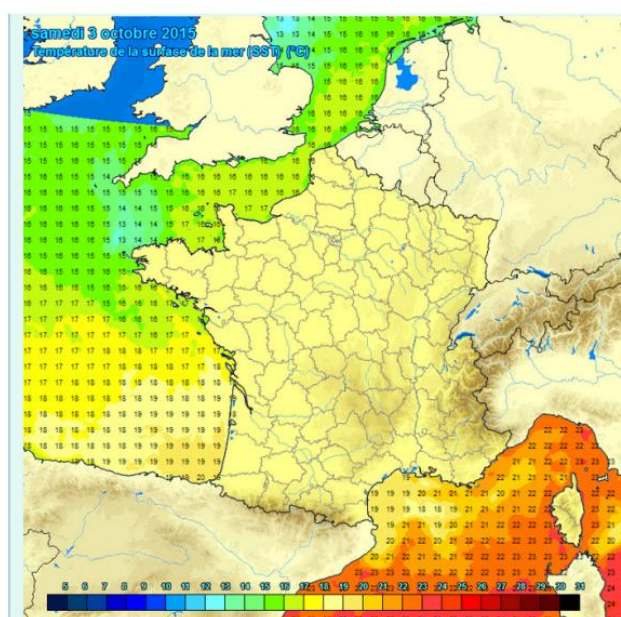
Document 2 : Observation des images radar pluviométrique pour visualiser le déplacement et l'intensité des pluies, sur le site infoclimat (<https://www.infoclimat.fr/>).



Document 3 : Recherche de la température de la mer Méditerranée et comparaison en fonction des saisons, sur le site météo ciel (<https://www.meteociel.fr/observations-meteo/temperature-de-la-mer.php>).

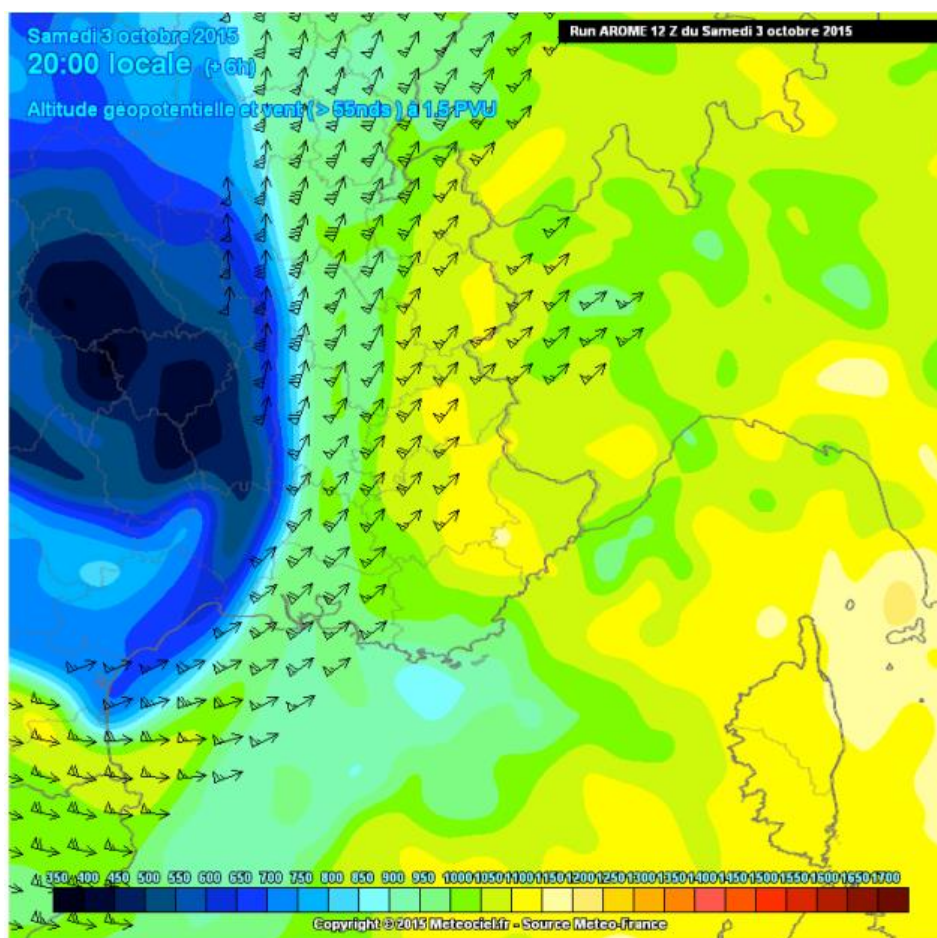


Précision : Cette carte de température de la mer a été réalisée à partir des données de l'analyse SST de Medspiration (précision d'environ 2km) pour l'analyse France, et à partir de l'analyse RGHST 0.083° deg d'hier pour la carte monde. La réactualisation s'effectue autour de 21h le soir.



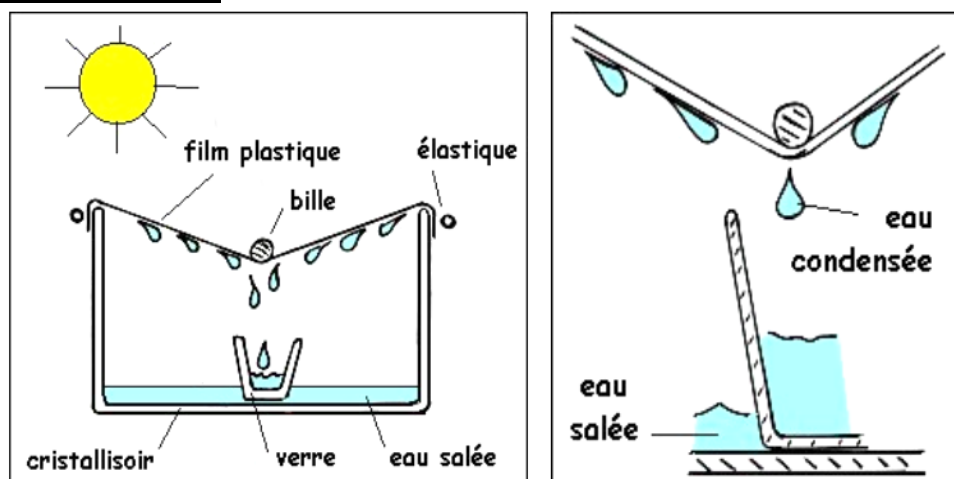
Précision : Cette carte de température de la mer a été réalisée à partir des données de l'analyse SST de Medspiration (précision d'environ 2km) pour l'analyse France, et à partir de l'analyse RGHST 0.083° deg d'hier pour la carte monde. La réactualisation s'effectue autour de 21h le soir.

Document 4 : Recherche de la direction et la vitesse des vents le samedi 3 octobre 2015.



Document 6 : Modélisation analogique des phénomènes d'évaporation, de condensation et de précipitation.

Schéma de la modélisation :



Réponse au problème posé.

À l'automne, la mer Méditerranée est encore chaude et les températures de l'air en altitude se refroidissent, ce qui crée une dépression (document 3). Ainsi, cela entraîne une forte évaporation (document 6). Les masses d'air chaud et humide remontées sont poussées par les vents en direction des reliefs de l'arrière-pays méditerranéen (documents 2, 4 et 5). À cet endroit, l'importante quantité de vapeur d'eau se refroidit et se condense (document 6), ce qui provoque des pluies très intenses. Ainsi, il peut tomber en quelques heures ou une nuit, l'équivalent de deux mois de pluie ou plus (document 1).

Ce type de phénomène existe à plus grande échelle : on peut citer el Niño et la Niña : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/El-Nino.html>

--Leçon à retenir--

La **météorologie** est la science ayant pour objet l'étude des phénomènes atmosphériques et la prévision du temps.

La pression atmosphérique est inégalement répartie à la surface de la Terre. Il existe :

- des zones de hautes pressions appelées **anticyclone**
- des zones de basses pressions appelées **dépression**

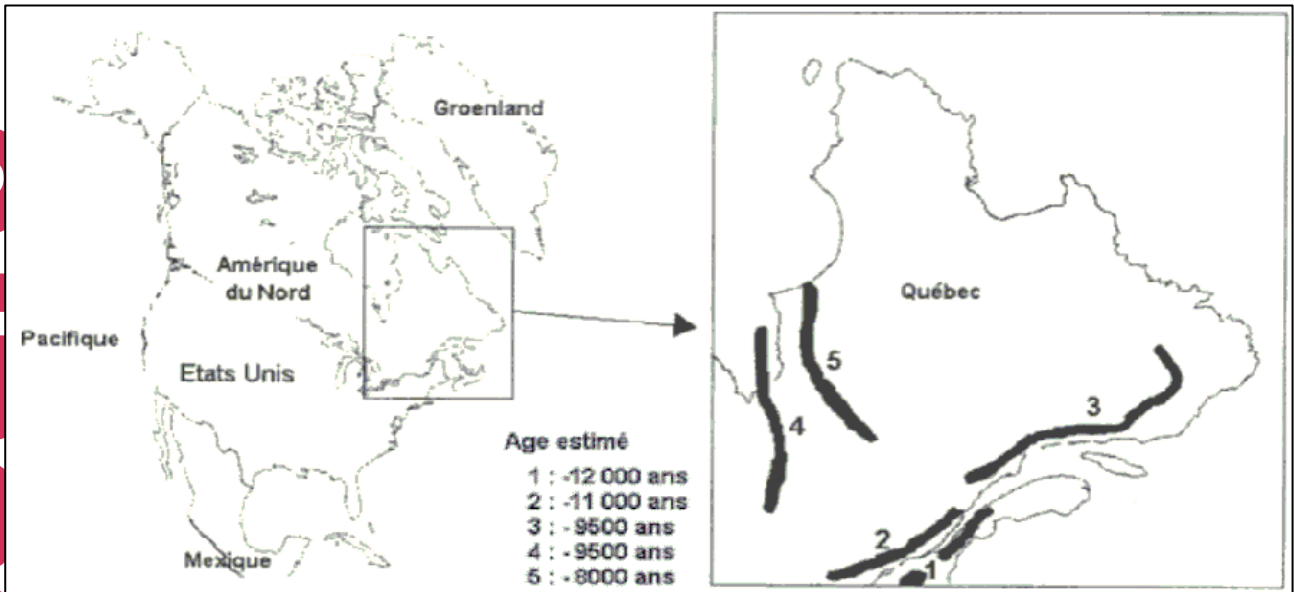
Les vents se déplacent des zones de hautes pressions vers les zones de basses pressions. Les mouvements des masses d'air et des masses d'eau sont à l'origine des phénomènes météorologiques.

Les phénomènes météorologiques sont des **aléas** qui engendrent des risques pour l'être humain dans une zone géographique déterminée. Le risque résulte de la conjonction d'un aléa et des enjeux en présence. L'être humain se préoccupe de prévenir les risques. Il prend en compte le risque dans l'aménagement du territoire en cartographiant les zones à risques et en établissant des réglementations.

4. Repérer un changement climatique passé

En considérant une échelle de temps qui est celle de l'humanité, on trouve de nombreux exemples témoignant de climats passés différents du climat actuel. Pour montrer que le climat a changé, il faut repérer des indicateurs permettant de retracer les climats passés : les traces de calottes glaciaires, les traces d'activités humaines, l'analyse des carottes de glace, l'étude des pollens (documents p. 14-15).

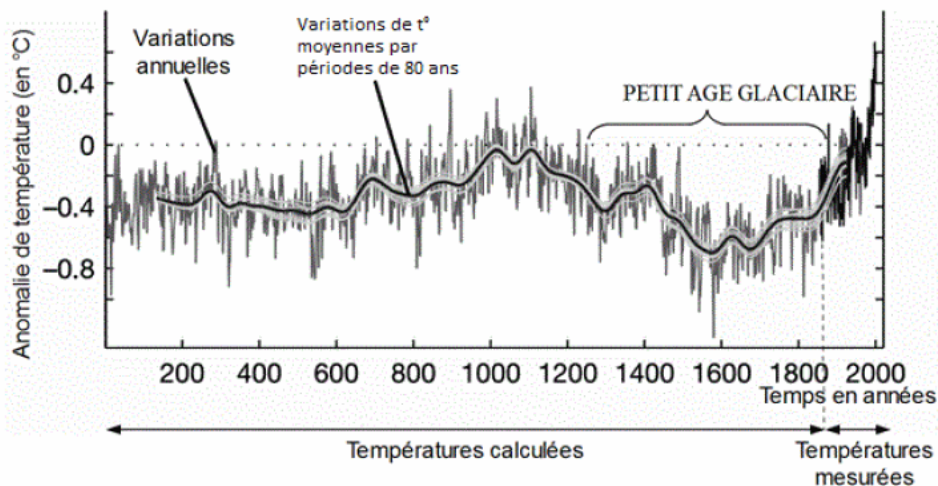
- Le **Quaternaire** est une époque marquée par de nombreuses **glaciations** (au moins 17). Elle a débuté il y a environ 2,5 millions d'années. Ainsi, périodes glaciaires et interglaciaires s'alternent et nous sommes aujourd'hui dans une période interglaciaire depuis 12 000 ans (optimum Holocène). Lors des périodes de glaciation, les calottes polaires sont plus étendues, et l'on peut en retrouver des traces aujourd'hui, comme au Québec :



Par exemple, il y a 18 000 ans, en France, comme le montre le document 1 p.14, les peintures rupestres représentent des animaux adaptés au climat froid (Auroch, Cerf, Cheval, Pingouin), la carte montre la présence de glaciers au Nord de l'Europe et dans les zones montagneuses françaises, et les terres émergées étaient plus étendues (passage à pied entre la France et l'Angleterre) ce qui signifie un niveau marin plus bas. L'analyse des pollens (document 3 p.15) montre qu'il y a beaucoup moins d'arbres il y a 18 000 ans qu'il y a 5 000 ans, ce qui signifie que le climat était plus froid il y a 18 000 ans.

- Le **petit âge glaciaire** est une période de l'histoire située entre 1250 et 1850, caractérisée par un climat froid.
- Le petit âge glaciaire succède à l'**optimum climatique médiéval**, période plus chaude qui s'étend entre 800 et 1300, c'est-à-dire pendant le Moyen-Âge en Europe. C'est à cette époque que les Vikings venus d'Islande colonisent ce qu'ils nomment le Groenland (la terre verte) qui n'était pas recouverte de glace. La vigne était cultivée à des latitudes bien plus importantes qu'aujourd'hui.

Estimation de l'anomalie de la température moyenne de surface (écart de température moyenne par rapport à la période 1961 - 1990) dans l'hémisphère nord (d'après Moberg et al., Nature, 10 février 2005)



Pour quelles raisons le climat s'est-il modifié par le passé ?

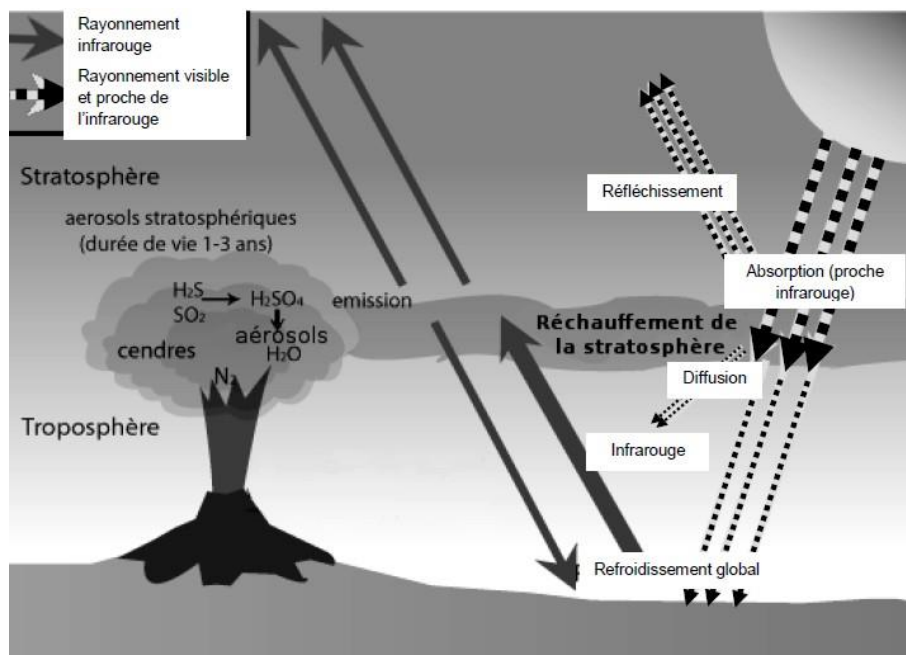
Ces variations ne peuvent s'expliquer que par des causes naturelles.

Au Quaternaire, les périodes froides en lien avec la position des continents entraîne la formation de glaciers à haute latitude et altitude. Or un effet amplificateur est l'**albédo** : plus une surface est claire, plus elle réfléchit l'énergie reçue et donc moins elle se réchauffe.

Appliquée aux surfaces terrestres, cela signifie que ce sont les glaciers qui ont le plus fort albédo : ainsi, plus il fait froid, plus il y a de glaciers, plus le climat se refroidit.

Pour les périodes de refroidissement plus récentes, de nombreuses études montrent que les éruptions volcaniques majeures ont entraîné une période de refroidissement du climat. Les volcans concernés sont des supervolcans surtout situés dans la partie tropicale de la Terre.

Effet des émissions volcaniques sur la température globale de l'atmosphère terrestre



L'effet de refroidissement est lié à la présence d'aérosols dans la haute atmosphère, aérosols formés notamment à partir du sulfure d'hydrogène H_2S et du dioxyde de soufre SO_2 émis par l'épisode volcanique. Ce phénomène est relativement bref et peut s'étendre à l'échelle globale dans le cas des éruptions explosives violentes : les aérosols et les cendres sont alors injectés jusqu'à la stratosphère, où ils peuvent résider assez longtemps pour se disperser sur une grande surface (5 - 10 ans). On parle d'hiver volcanique. Le refroidissement à l'échelle de la planète est de l'ordre de $0,5\text{ °C}$ avec des disparités selon les régions.

D'après « les crises de la biodiversité », Muséum National d'Histoire Naturelle (<http://www.mnhn.fr/mnhn/geo/biodiversite-crisis/page4.htm>) et Géologie, Dercourt et Paquet, 12^{ème} édition

--Leçon à retenir--

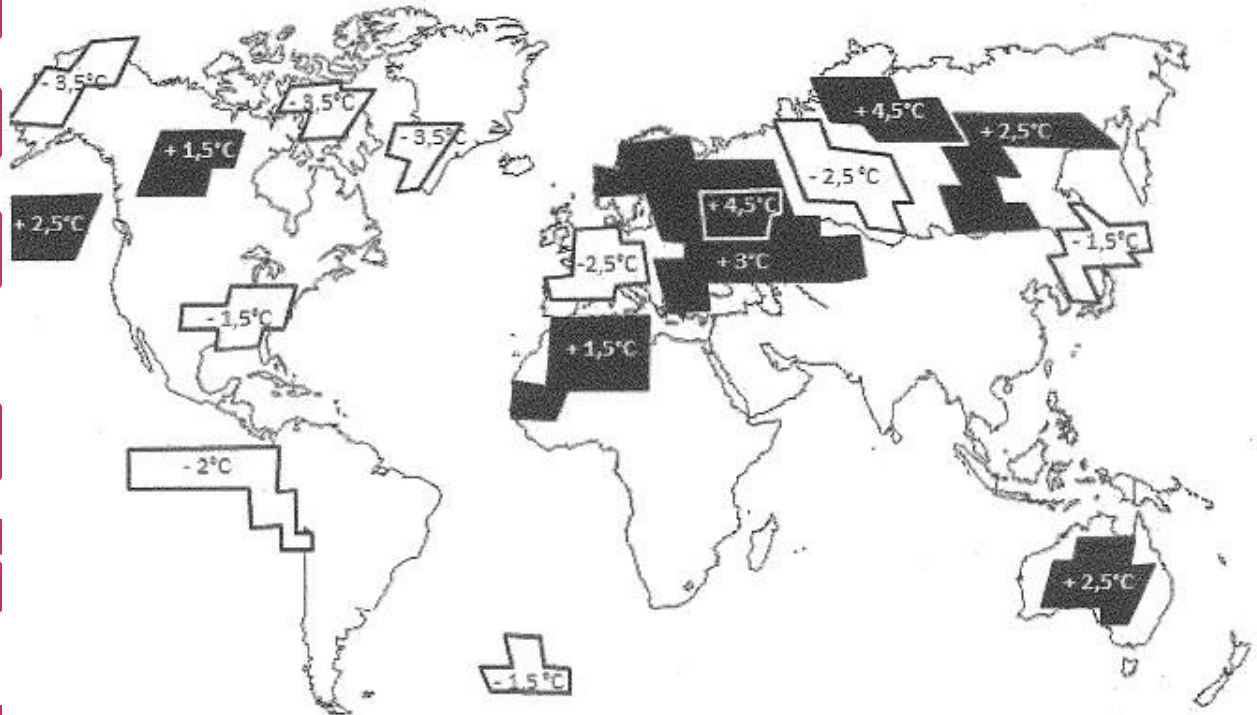
De tout temps, le climat de la Terre a été instable. Ainsi le Quaternaire a été marqué par des glaciations sur des milliers d'années. À une échelle de temps plus courte et plus proche de nous, l'optimum climatique médiéval puis le petit âge glaciaire ont représenté des périodes respectivement anormalement chaude et anormalement froide, sur quelques d'années.

III. Le réchauffement climatique actuel et ses effets à long terme

1. Climat d'aujourd'hui et de demain

Depuis la Révolution Industrielle vers 1850, on observe une augmentation continue des températures. Plus récemment, les anomalies climatiques deviennent de plus en plus nombreuses et se généralisent à l'ensemble du globe.

Anomalies de température atmosphérique enregistrées au-dessus des océans et des continents en mai 2013, d'après NOAA's national climatic data center
(Seuls les écarts de température de + de 1°C par rapport à la moyenne sont indiquées).



Le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) produit à intervalles réguliers (5 à 8 ans) des rapports d'évaluation concernant l'état des connaissances sur les changements climatiques. Le rapport 2001 compare le réchauffement climatique actuel : « ...les faits actuels ne permettent pas d'affirmer qu'il y ait eu des périodes synchrones de refroidissement ou de réchauffement anormal sur la période considérée, et les termes conventionnels de « petit âge glaciaire » et d'« optimum climatique » s'avèrent être de peu d'utilité pour décrire les tendances, à l'échelle d'un hémisphère ou du monde, des changements de température moyenne des siècles passés ». « Ce que montrent les traces existantes est qu'il n'y a pas eu de période pluri-séculaire sur laquelle les températures de l'hémisphère ou du monde aient pu atteindre ou dépasser celles du XX^e siècle » selon l'agence des États-Unis responsable des études océaniques et atmosphériques (NOAA).

Un rapport d'évaluation sera finalisé pour septembre 2022 mais les volets sont publiés au fur et à mesure ; voici le volet intitulée « Changement climatique : impacts, adaptation et vulnérabilité » via le lien suivant : <https://onu-geneve.delegfrance.org/Publication-du-nouveau-rapport-du-GIEC-28-fevrier-2022>

Quelles sont les causes du réchauffement climatique actuel observé qui fait craindre une 6^e crise biologique ?

L'**effet de serre** est le processus naturel de piégeage des rayons infra-rouges (IR), issus du Soleil et réémis par la Terre, par les gaz atmosphériques. Les principaux gaz à effet de serre (GES) sont principalement le dioxyde de carbone (CO_2), l'ozone (O_3), le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O) et la vapeur d'eau (H_2O). Chaque GES est en concentration différente dans l'atmosphère et a un effet plus ou moins important.

Principe de l'effet de serre

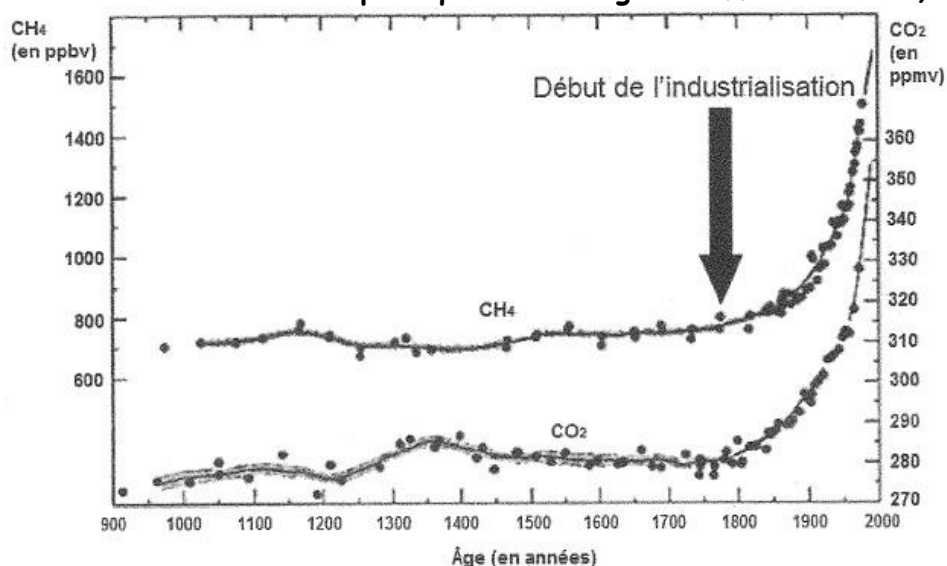


L'énergie évoquée sur ce dessin est celle des rayons infra-rouges du Soleil.

L'effet de serre participe normalement au réchauffement de la planète : il maintient la température moyenne sur Terre à 15 °C au lieu de -18 °C . Cependant, l'augmentation de la teneur atmosphérique en CO_2 , liée à l'utilisation massive des énergies fossiles, se traduit par une augmentation anormale de cet effet, et donc de la température.

Le réchauffement climatique est mesuré scientifiquement grâce au travail des climatologues qui utilisent des modèles simulant l'évolution selon plusieurs scénarios dépendant des mesures prises par les états :

Évolution de la concentration atmosphérique de deux gaz à effet de serre, d'après CNRS



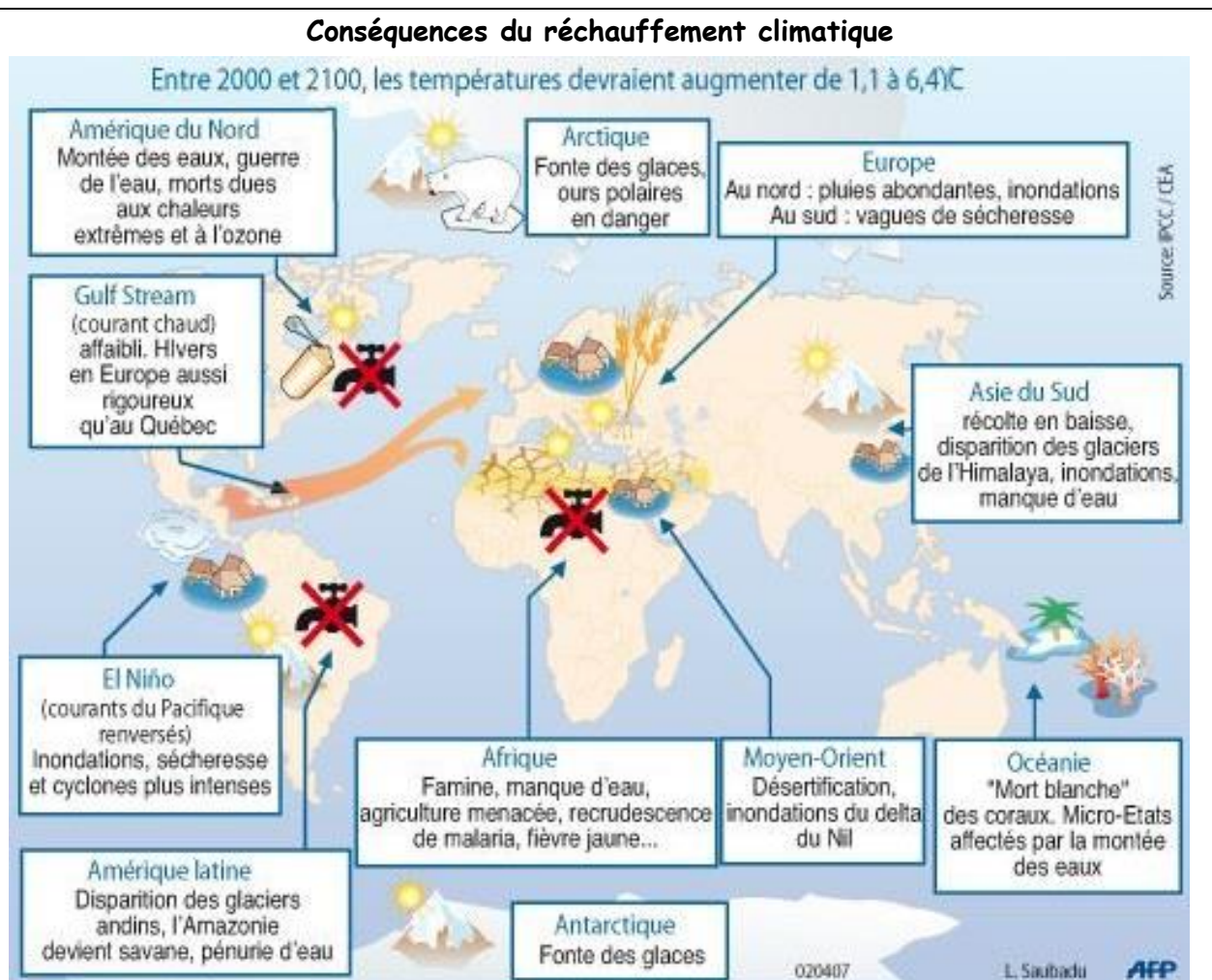
ppmv : partie par million en volume ; ppbv : partie par milliard en volume

2. Les populations face au risque climatique

Une mise en relation de l'effet de serre et du réchauffement climatique, et de ses conséquences sur le climat puis de son incidence sur les modifications et la fréquence des aléas météorologiques associés est possible.

Si les hommes poursuivent leurs activités, la température moyenne augmentera de 4,6 °C d'ici la fin du siècle. Cette augmentation de température aura pour conséquences :

- une fonte des glaces, comme modélisé dans le document 4 p.17 :
 - les glaces de l'Arctique ne feront pas augmenter le niveau des mers
 - les glaciers terrestres (dont ceux de l'Antarctique et du Groenland), s'ils fondent, viendront se rajouter à l'eau des océans et feront augmenter le niveau de l'eau sur la planète en réduisant la surface des terres émergées
- une élévation de la température des océans qui augmente également leur volume
- une désertification à certains endroits
- une augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes (tempête, ouragan, cyclone, inondation, vague de chaleur, sécheresse, etc)
- une modification de la répartition d'une partie de la biodiversité sur Terre.



On n'identifie pas encore toutes les conséquences du réchauffement climatique sur la biodiversité.

De nombreuses régions côtières, aujourd'hui très habitées, sont menacées :

https://www.francetvinfo.fr/meteo/climat/cop21/cartes-neuf-regions-du-monde-menacees-en-cas-de-montee-du-niveau-de-la-mer_1078159.html.

Les populations concernées n'auront pas d'autre choix que de se déplacer : ce sont **des réfugiés climatiques**.

Des initiatives collectives sont prises pour limiter le réchauffement. Des COP sur le climat se tiennent régulièrement depuis 1995. Lors de la 3^e COP en 1997, le protocole de Kyoto a été signé par 37 pays, il est entré en vigueur en 2005, afin de limiter les émissions de GES : https://www.assemblee-nationale.fr/12/controle/delat/dates_cles/protocole_kyoto.asp. Lors de la COP26 qui s'est tenue en novembre 2021 à Glasgow en Ecosse, dans l'objectif de limiter le réchauffement de la planète à 1,5 °C, il est apparu qu'il faudra réduire les émissions de GES de 45 % d'ici 2030 et atteindre un niveau « net zéro » d'ici 2050. A l'heure actuelle, ces objectifs sont bien loin d'être atteints.

--Leçon à retenir--

Aux variations naturelles se substituent aujourd'hui des **variations anthropiques**, dues à l'augmentation continue de l'émission des gaz à effet de serre (GES) dont le CO₂ fait partie et est produit par la combustion des énergies fossiles. Le **réchauffement climatique** est ainsi modélisé par différents scénarios selon les mesures qui seront prises à l'échelle internationale afin de limiter les émissions de GES.

Les conséquences du réchauffement climatique impactent à la fois la biodiversité mais aussi les humains : modification des milieux de vie océaniques et terrestres, augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes, migrations des réfugiés climatiques.

QCM

Souligne la ou les bonne(s) réponse(s) à chaque question.

1. Un climat est caractérisé par sa moyenne des températures et pluviométrie sur :
 - une saison
 - un an
 - au moins 10 ans
 - au moins 30 ans.
2. Les émissions anthropiques de CO₂ :
 - existent depuis la Préhistoire
 - sont liées à notre de vie actuel
 - sont en constante augmentation
 - sont limitées grâce des actions internationales.
3. Le climat de la Terre :
 - est instable
 - a été marqué par des glaciations au Moyen-Âge
 - a été marqué par des alternances de périodes glaciaires et interglaciaires au Quaternaire
 - sera plus froid qu'actuellement en 2100.
4. Depuis la Révolution Industrielle, la température moyenne terrestre :
 - est stable
 - augmente
 - diminue.
5. La réchauffement climatique entraîne à l'échelle du globe :
 - une hausse du niveau des océans
 - une augmentation du volume des icebergs
 - des évènements climatiques extrêmes de plus en plus fréquents
 - des migrations climatiques
 - une fonte des glaciers continentaux.
6. Sont des mesures de prévention :
 - l'installation de bouées de mesure des vagues
 - la mise en place d'un plan d'évacuation
 - l'installation d'une station de surveillance sismique
 - la construction d'abris anti-nuée ardente.

CORRECTION DU QCM

Souligne la ou les bonne(s) réponse(s).

1. Un climat est caractérisé par sa moyenne des températures et pluviométrie sur :

- une saison
- un an
- au moins 10 ans
- au moins 30 ans.

2. Les émissions anthropiques de CO₂ :

- existent depuis la Préhistoire
- sont liées à notre de vie actuel
- sont en constante augmentation
- sont limitées grâce des actions internationales.

3. Le climat de la Terre :

- est instable
- a été marqué par des glaciations au Moyen-Âge
- a été marqué par des alternances de périodes glaciaires et interglaciaires au Quaternaire
- sera plus froid qu'actuellement en 2100.

4. Depuis la Révolution Industrielle, la température moyenne terrestre :

- est stable
- augmente
- diminue.

5. La réchauffement climatique entraîne à l'échelle du globe :

- une hausse du niveau des océans
- une augmentation du volume des icebergs
- des évènements climatiques extrêmes de plus en plus fréquents
- des migrations climatiques
- une fonte des glaciers continentaux.

6. Sont des mesures de prévention :

- l'installation de bouées de mesure des vagues
- la mise en place d'un plan d'évacuation
- l'installation d'une station de surveillance sismique
- la construction d'abris anti-nuée ardente.

EXERCICES AUTOCORRECTIFS

Exercice 1 : Relie chaque mot à la définition qui correspond le mieux.

- | | |
|----------------------------|---|
| - Météorologie | - Augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre |
| - Climatologie | - Science ayant pour objet l'étude des phénomènes atmosphériques et la prévision du temps |
| - Réchauffement climatique | - Gaz augmentant l'effet de serre naturel |
| - Albédo | - Science qui étudie les climats |
| - GES | - Chiffre indiquant le pouvoir réfléchissant d'une surface |

Exercice 2 : Réponds aux questions par Vrai ou Faux, et corrige les phrases fausses.

1. Un risque météorologique est défini en fonction d'un aléa et des enjeux présents.
2. L'air chaud atmosphérique est plus dense que l'air froid.
3. Les climats n'ont pas changé depuis des millions d'années.
4. Les scientifiques mesurent avec certitude les températures du passé.
5. Les climats peuvent varier sur quelques siècles.

Ex 5 p.21.

Ex 6 p.22.

Ex 7 p.22.

CORRECTION DES EXERCICES AUTOCORRECTIFS

Exercice 1 : Relie chaque mot à la définition qui correspond le mieux.

- | | |
|----------------------------|---|
| - Météorologie | Augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre |
| - Climatologie | Science ayant pour objet l'étude des phénomènes atmosphériques et la prévision du temps |
| - Réchauffement climatique | Gaz augmentant l'effet de serre naturel |
| - Albédo | Science qui étudie les climats |
| - GES | Chiffre indiquant le pouvoir réfléchissant d'une surface |

Exercice 2 : Réponds aux questions par Vrai ou Faux, et corrige les phrases fausses.

1. Un risque météorologique est défini en fonction d'un aléa et des enjeux présents. **Vrai**

2. L'air chaud atmosphérique est plus dense que l'air froid.

Faux : l'air chaud atmosphérique est moins dense que l'air froid.

3. Les climats n'ont pas changé depuis des millions d'années.

Faux : les climats ont beaucoup changé depuis des millions d'années.

4. Les scientifiques mesurent avec certitude les températures du passé.

Faux : les scientifiques ne mesurent pas mais reconstituent les températures du passé avec une certaine marge d'erreur.

5. Les climats peuvent varier sur quelques siècles. **Vrai**

Ex 5 p.21.

Le document a traite de météo car il indique les valeurs de températures et de précipitations sur une journée précise donc un temps court.

Le document b traite du climat car il indique des valeurs moyennes de températures et de précipitations sur une période de presque 30 ans donc un temps long.

Le document c traite de de météo car il indique les valeurs de températures, de précipitations, d'humidité et de vent sur une journée précise donc un temps court.

Le document d traite du climat car il indique des valeurs moyennes de précipitations sur plusieurs années donc un temps long.

Ex 6 p.22.

1. Le niveau marin s'est élevé de $36 + 80 = 116$ m.

2. $116 / 3,6 = 32,2$. Un immeuble dont la hauteur correspondrait à cette élévation du niveau marin comporte 32 étages.

3. Il y a 7 000 ans, l'entrée de la grotte a dû être immergée, ce qui a rendu impossible l'occupation de la grotte par les humains.

Ex 7 p.22.

1. L'élévation de température d'ici 2100 serait de :

- 0,5 °C à 1,5 °C (en moyenne 1 °C) selon les prévisions les plus optimistes.
- 3 °C à 5,5 °C (en moyenne 4,2 °C) selon les prévisions les plus pessimistes.

L'élévation du niveau marin en 2100 serait de :

- 30 à 60 cm (en moyenne 45 cm) selon les prévisions les plus optimistes.

- 50 cm à 1 m (en moyenne 75 cm) selon les prévisions les plus pessimistes.

2. L'accord obtenu à la COP21 a pour objectif de contenir d'ici 2100 à +2 °C l'élévation de température, ce qui pourrait permettre de limiter l'élévation du niveau marin entre 30 et 60 cm. Ralentir le réchauffement climatique a pour objectif de ralentir les impacts de ce réchauffement (élévation du niveau marin, sécheresse, évènements climatiques exceptionnels, ...).

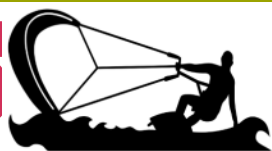
DEVOIR 1 À ENVOYER À LA CORRECTION

Les réponses doivent être impérativement rédigées sur une copie.

2 points sont accordés pour la présentation de la copie et l'utilisation de la langue française.

L'usage de tout document est interdit.

Exercice 1 : Brise de terre et brise de mer (9 points).



Le kitesurf est un sport nautique où le pratiquant est tracté par une voile. Les accidents de kitesurf ont lieu principalement lors du départ de la plage (le sportif peut être projeté contre les rochers par le vent) ou lorsque le vent emporte le sportif vers le large. Donc une bonne connaissance des vents est préconisée pour cette pratique.

<https://www.weareucpa.com>

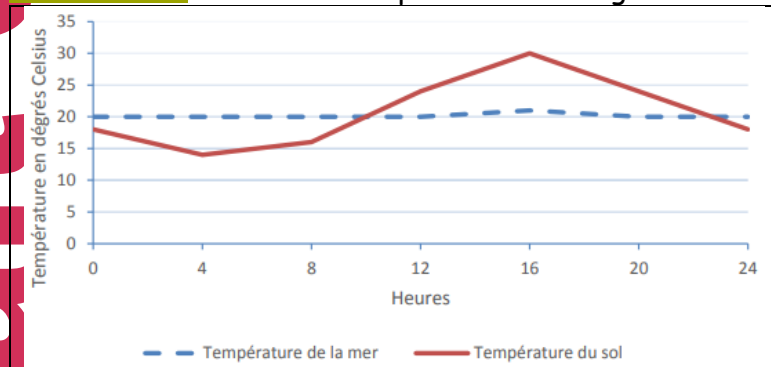
Document 1 : Au cours d'une journée d'été bien ensoleillée, un phénomène apparaît sur une petite zone située proche des plages. On parle de brise de mer ou brise de terre.

Définitions : La **climatologie** étudie des phénomènes météorologiques sur une zone étendue du globe et sur une longue durée (de l'ordre de plusieurs mois) alors que la **météorologie** étudie le temps qu'il fait à court terme (de l'ordre de l'heure à plusieurs journées) et sur une zone limitée (quelques kilomètres).

Question 1. (1,5 points)

À partir du document 1, justifiez le fait que les brises de terre et brises de mer ne sont pas des phénomènes climatiques.

Document 2 : Relevés de températures en degrés Celsius (°C) au cours d'une journée ensoleillée.



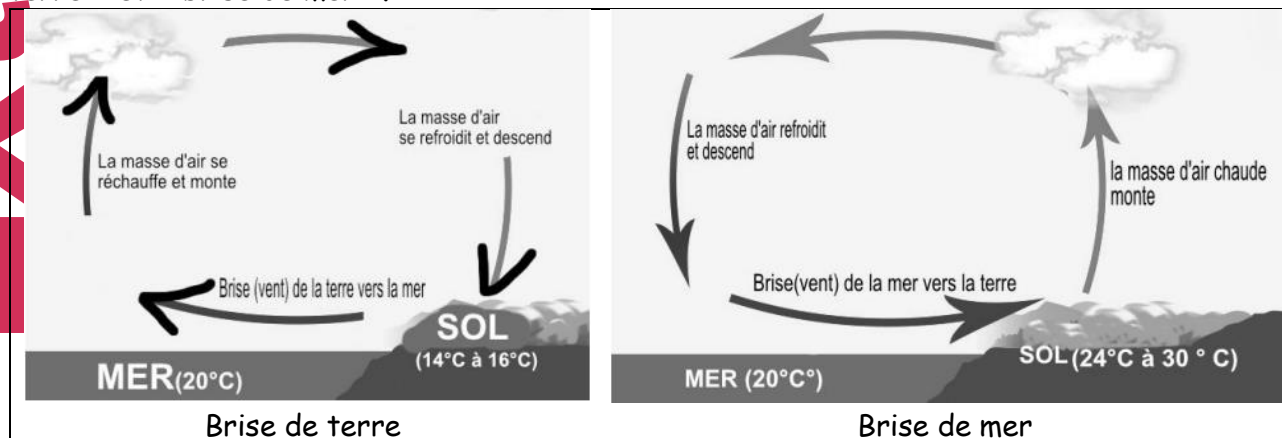
Question 2. (1,5 points)

En utilisant le document 2 :

2a. Indiquez quelle est la température du sol à 16h00.

2b. Comparez l'évolution de la température de la mer et du sol au cours d'une journée d'été.

Document 3 : Schémas expliquant l'apparition des phénomènes météorologiques « brise de terre » et « brise de mer ».



Question 3. (3 points)

À partir du document 3 :

3a. Identifiez le risque encouru par un kitesurfeur selon la brise qui se produit.

3b. Déduisez des schémas le moment de la journée (matin ou après-midi) où peut se produire une brise de mer.

Document 4 : Modélisation de déplacements des masses d'air.

Des élèves ont cherché à modéliser l'apparition du vent.

Pour cela, ils ont placé un glaçon dans une coupelle au-dessus d'une colonne en verre pour refroidir l'air dans la colonne et de l'eau chaude dans une coupelle au-dessus d'une deuxième colonne en verre pour réchauffer l'air dans la deuxième colonne.

Ils ont positionné un cône d'encens dans une coupelle sous les deux tubes collecteurs reliés aux deux colonnes.

Le résultat est schématisé ci-dessous :

**Question 4.** (3 points)

À partir du document 4 :

4a. Indiquez quelle est l'hypothèse testée dans la modélisation.

4b. Expliquez l'intérêt d'utiliser la fumée produite par l'encens.

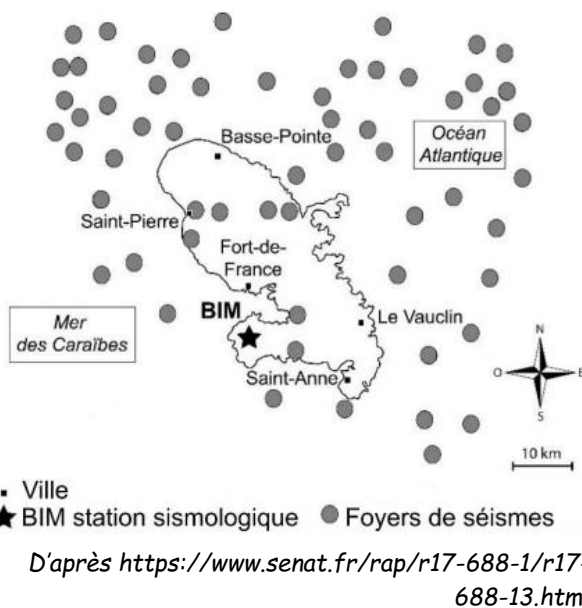
4c. Indiquez ce que représentent les deux colonnes de température différente.

Exercice 2 : Préparer une population face à un risque de tsunami (9 points).

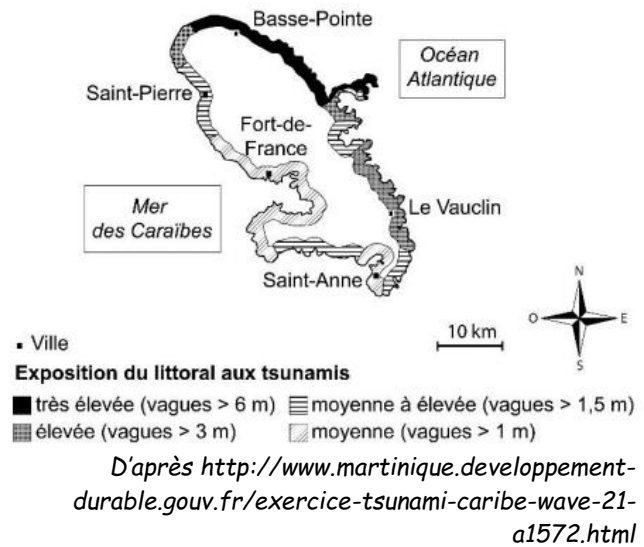
CARIBE WAVE est l'exercice annuel sur les tsunamis de la Commission Océanographique rattachée à l'Organisation des Nations Unies.

Le but de cet exercice est de faire progresser les efforts de préparation aux tsunamis dans les Caraïbes et notamment dans les Petites Antilles (Guadeloupe, Martinique, etc.).

Document 1 : Aléa sismique en Martinique entre 1996 et 2011 (séismes de magnitude supérieure à 3).



Document 2 : Carte d'exposition du littoral de la Martinique aux tsunamis.



Document 3 : Origine d'un tsunami.

Un tsunami se crée lorsqu'une grande masse d'eau est déplacée, suite à un séisme, un glissement de terrain ou une éruption volcanique, par soulèvement ou affaissement du fond océanique. La surface de l'eau commence alors à osciller et les vagues se propagent dans toutes les directions. Plus le volume d'eau déplacé est grand, plus la distance parcourue par le tsunami sera longue, plus les dégâts risquent d'être importants.

D'après <https://www.gouvernement.fr/risques/tsunami>

Question 1. (1 point)

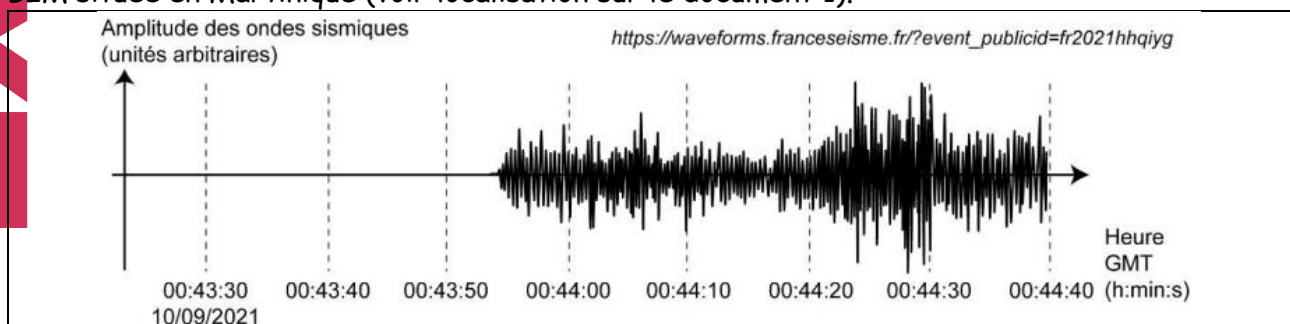
À l'aide des documents 1 et 3, justifiez que la Martinique soit une zone à risque concernant les tsunamis.

Question 2. (2 points)

À l'aide du document 1 et des données chiffrées du document 2, comparez l'exposition des côtes caraïbe et atlantique de la Martinique aux tsunamis, puis proposez, à l'aide du document 3, une explication à la différence observée.

Document 4 : Sismogramme enregistré à la station BIM.

Un séisme a eu lieu à environ 255 km au nord de la Martinique, le 10 septembre 2021 à 0 h 43 min et 17 s (00:43:17) GMT (heure de Greenwich), et a été enregistré par la station sismologique BIM située en Martinique (voir localisation sur le document 1).



Document 5 : Propagation des ondes sismiques et du tsunami.

Les ondes sismiques se propagent au moins 40 fois plus rapidement dans les roches qu'un tsunami ne se déplace en pleine mer. On peut donc détecter ces ondes avant qu'un éventuel tsunami n'atteigne la côte. L'apparition d'un tsunami peut ensuite être vérifiée par des bouées en pleine mer mesurant la hauteur des vagues.

D'après <https://theconversation.com/alertes-aux-seismes-et-tsunamis-comment-gagner-de-precieuses-secondes>

Document 6 : Un enjeu en Martinique : être prêt à évacuer en cas de tsunami.

Secousses sismiques violentes ou prolongées, comportement anormal de l'océan (bruit / retrait / élévation), peuvent annoncer l'arrivée d'un tsunami

SOYEZ VIGILANT
aux signes précurseurs d'un tsunami

En cas d'alerte ou de signes précurseurs,
**REJOIGNEZ LES HAUTEURS A PIED ET
FUYEZ LE LITTORAL**

ATTENTION
L'itinéraire peut être encombré suite au séisme

EVACUEZ
la zone de danger

Libérez les lignes téléphoniques
Restez en lieu sûr avant un avis des autorités signalant tout danger écarté
Faites un point de situation : victimes, dégâts, besoins à indiquer aux secours
Attention aux lignes électriques

RESTEZ EN SECURITE
au niveau du site refuge (altitude > 10 mètres)

Lors de l'exercice de 2019, 220 enfants d'une école ont été évacués et ont trouvé refuge à une centaine de mètres de l'école sur une hauteur.

<https://www.martinique.franceantilles.fr/>

Question 3. (3 points)

À l'aide des documents 4 et 5, pour chaque question, recopiez la bonne réponse.

3.1. Il n'y a aucune onde enregistrée sur la première partie de l'enregistrement car :

- les ondes sismiques ne sont pas encore arrivées à la station BIM
- le séisme n'a pas encore eu lieu
- la station BIM est trop proche du séisme.

3.2. Les premières ondes sont arrivées à la station BIM à environ :

- 0 h 43 min 17 s
- 0 h 43 min 54 s
- 0 h 44 min 25 s
- 0 h 44 min 40 s.

3.3. Les premières ondes ont mis environ 37 secondes pour parvenir à la station BIM. Si ce séisme avait produit un tsunami, la vague, pour parvenir sur les côtes de la Martinique, aurait mis environ :

- 37 secondes
- 10 minutes
- 25 minutes
- 40 minutes.

Question 4. (3 points)

4a. Définissez le risque géologique à l'aide de vos connaissances.

4b. À partir des documents 4, 5 et 6, comment peut-on prévoir l'arrivée d'un tsunami et préparer les populations à réagir pour se protéger.