

Chapitre 2 : Comprendre les conséquences du réchauffement climatique et les possibilités d'action



Vidéo : Différence météo et climat : https://www.youtube.com/watch?v=3FelmjN7fxw&ab_channel=IcebreakerStudios

I) Rappels : Les différents facteurs qui influencent le climat terrestre

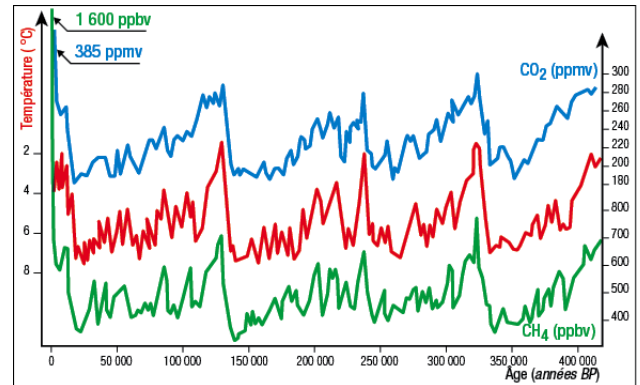
A- L'effet de serre

L'effet de serre est un mécanisme complexe basé sur le déséquilibre du bilan radiatif terrestre. L'énergie solaire qui réchauffe le sol (au travers de l'atmosphère et de la couverture nuageuse), est réémise en partie par le sol sous forme d'IR. Ces IR sont absorbés au niveau de l'atmosphère terrestre et participent à son réchauffement. Ce mécanisme est essentiellement basé sur la capacité de certains gaz à absorber le rayonnement IR, on parle de gaz à effet de serre (vapeur d'eau CO₂, CH₄ etc...)

Expérimentalement, la concentration en gaz à effet de serre de l'atmosphère terrestre a un impact sur la température atmosphérique et les climats

Graphiques des variations de gaz à effet de serre à différentes échelles de temps

Quelle relation pouvez-vous établir entre gaz à effet de serre et température ?



Au cours du dernier siècle, la concentration en CO₂ a augmenté de 30%. Parallèlement, la température a augmenté de 0.8°C environ. Neuf des 10 années les plus chaudes depuis 150 ans sont postérieures à l'an 2000.

L'étude des mécanismes de l'effet de serre permet de supposer qu'il existe un lien de cause à effet : l'augmentation de la teneur atmosphérique en gaz à effet de serre induit une augmentation de la température terrestre.

B- L'albedo

<http://www.cea.fr/multimedia/Pages/animations/climat-environnement/effet-albedo.aspx>

Une planète réfléchit une partie de l'énergie qu'elle reçoit (essentiellement dans le domaine visible). La fraction de l'énergie réfléchie par la planète est appelée **albédo** (A = pouvoir de réflexion d'un objet). L'albédo correspond au rapport de **l'énergie solaire réfléchie et l'incidente**. Sa valeur dépend de la couleur de la planète et est comprise entre 0 (aucune réflexion, planète noire) et 1 (réflexion totale, planète blanche). À une distance donnée du Soleil, plus l'albédo de la planète est élevé plus la température de la planète diminue.

reçu 100	renvoyé 100	Albédo = <u>1</u>	(planète blanche)
reçu 100	renvoyé 0	Albédo = <u>0</u>	(planète noire)
reçu 100	renvoyé 30	Albédo = <u>0.3</u>	(planète Terre)

Lorsque la Terre est froide, la Terre comporte beaucoup de glace et devient plus blanche, son albédo augmente ce qui accentue la baisse de température (autre rétroaction positive). Cela peut conduire à une baisse sensible et très rapide de la température et donc du niveau de la mer.

Ainsi, le niveau de la mer était de -130 m il y a 20 000 ans par rapport à actuellement.

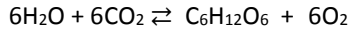
L'albédo moyen de la Terre est de 0,3, donc 30 % de l'énergie solaire reçue est réfléchi et que 70 % est absorbé. En tenant compte de la distance et de l'albédo, la température moyenne de surface de la Terre a pour valeur -17°C.

L'homme modifie-t'il l'albédo ? et si oui, comment ?

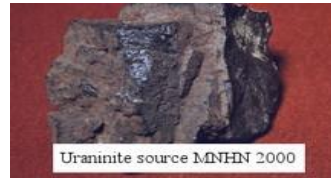
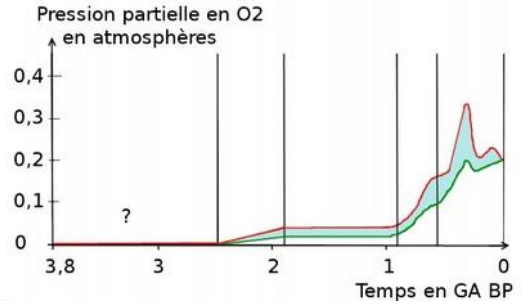


C- Les processus biologiques

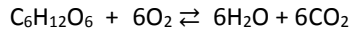
- Les réactions de la photosynthèse se caractérisent en particulier par une consommation de CO₂, (permettant une production de matière organique (CHO)_n) et le rejet de dioxygène .



Rq : Noter que la photosynthèse n'a pas toujours existé. En atteste l'absence de O₂ de l'atmosphère terrestre pendant plus de 2 GA (présence de roches/minéraux nécessitant un milieu réducteur avant 2 GA uraninite, pyrite ...).



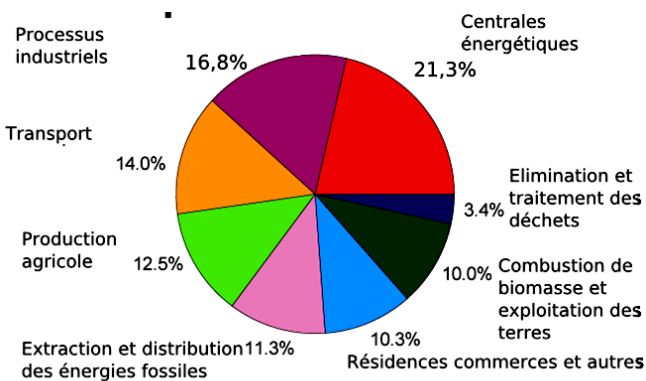
- La plupart des êtres vivants sont capables de respirer et/ou de fermenter (voir chapitre sur l'énergie), or, ces réactions produisent du CO₂ qui vient donc s'ajouter à celui présent dans l'atmosphère.



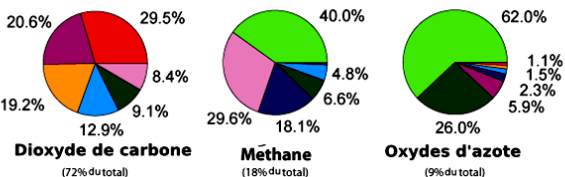
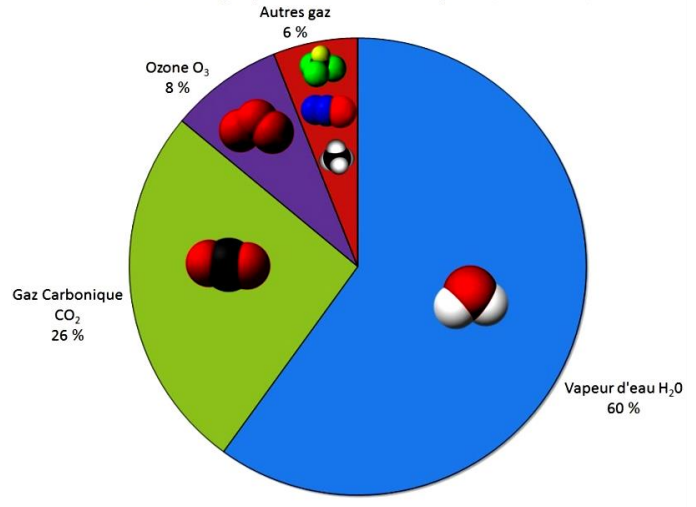
- Comme la production de carbonates, la fossilisation de la matière organique en particulier sous forme de pétrole et de charbon provoque une baisse du CO₂ atmosphérique. Il s'agit de végétaux aquatiques (pétrole) ou terrestres (charbon).

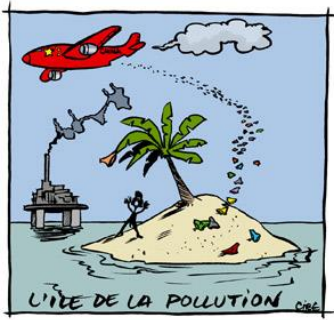


D- L'activité humaine



Répartition des contributions à l'effet de serre total des différents gaz présents dans l'atmosphère (Source : GIEC)

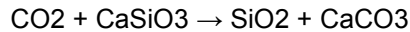




Les activités humaines sont la principale source d'augmentation des GES

E- Production des carbonates

L'hydrosphère a été un des facteurs majeurs de l'évolution du climat en permettant la production de carbonates conduisant à une baisse très importante de l'effet de serre.



Si la production de carbonates est supérieure à leur destruction, cela provoque une baisse de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère. Ces processus sont probablement à l'origine de la baisse très importante du CO₂ atmosphérique sur la plus grande partie de l'histoire de la Terre.

F- Le volcanisme

Lors de leurs éruptions, les volcans éjectent toutes sortes de poussières et de gaz, dont du dioxyde de carbone. Ces émissions se sont produites de tout temps, parfois avec plus d'intensité, et influencent le climat terrestre. Les scientifiques estiment ces émissions autour de 130 à 230 millions de tonnes de CO₂ par an. C'est beaucoup moins que les 27 milliards de tonnes de CO₂ émises chaque année par les activités humaines. Les émissions volcaniques de CO₂ sont donc en moyenne 130 fois plus faibles que les émissions d'origine anthropiques.



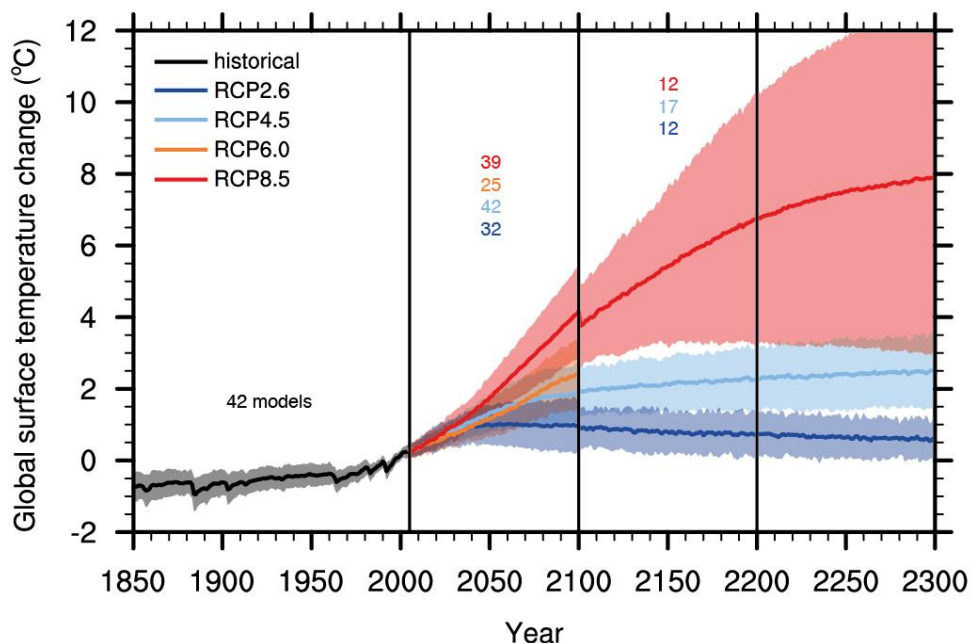
<https://www.lci.fr/sciences/super-volcan-de-yellowstone-un-risque-sur-1000-d-avoir-une-eruption-dramatique-2067408.html>

II) Les climats futurs

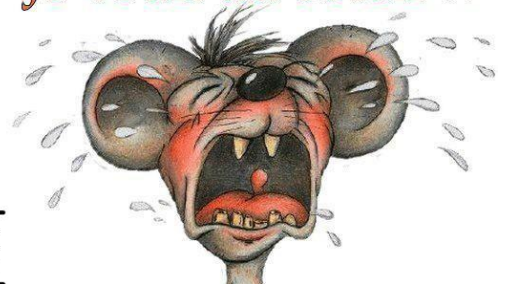
Vidéo GIEC : https://www.youtube.com/watch?v=3D-RP1EYByE&ab_channel=IcebreakerStudios

Activité : Les prévisions des climats futurs, une entreprise hasardeuse

A l'aide des documents de la clé USB Quelques documents sur l'avenir du climat et du graphique ci-dessous, résumer les contraintes et les difficultés pour réaliser une modélisation fiable de l'évolution du climat.



Je veux du soleil !!

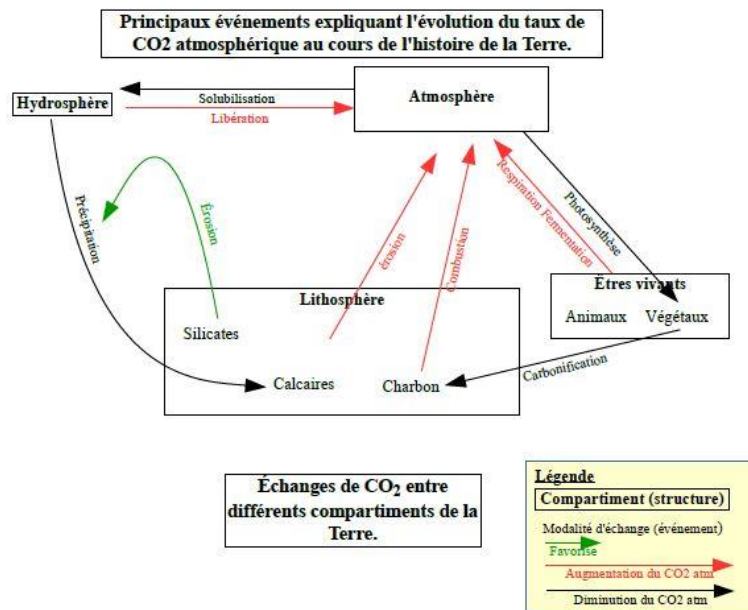
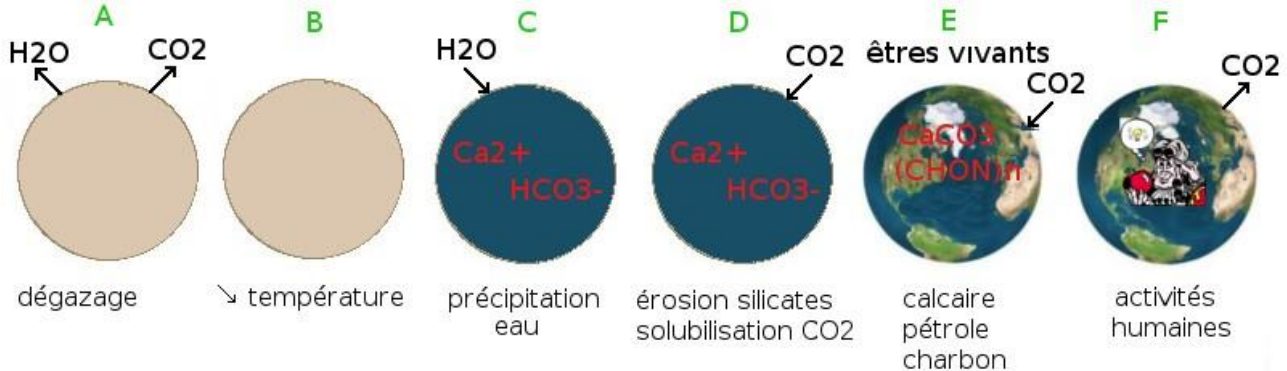


La modélisation du climat passe par l'estimation de la production anthropique de gaz à effet de serre. Elle inclut donc le développement économique, l'agriculture, la démographie, les sources d'énergie etc... s'ajoute à cela la capacité des différents réservoirs à absorber les excès de gaz. Enfin, il faut corréliser la teneur en CO₂ avec une température. Tous ces éléments participent à l'incertitude concernant les climats du futur. Cependant, toute la communauté scientifique s'accorde à dire que le meilleur scénario (qui n'est pas le plus probable), ne fera que limiter une augmentation de température déjà amorcée et inévitable (au moins 2°C)

Pour déterminer quelle sera l'évolution du climat dans le futur, il est donc nécessaire de mettre en œuvre des modèles climatiques :

- prenant en compte l'ensemble des facteurs naturels connus
- de prendre en compte l'action de l'homme.

Ainsi, la transformation de l'atmosphère est la conséquence, à la fois de phénomènes physico-chimiques, du développement de la vie et de l'action de l'homme. L'histoire de cette transformation se trouve inscrite dans les roches, en particulier celles qui sont sédimentaires.



Certains éléments semblent bien établis. Ainsi en est-il du réchauffement climatique qui ne fait guère de doute. Ainsi en est-il de l'augmentation d'origine anthropique du taux de CO₂ atmosphérique qui, elle non plus, ne fait plus guère de doute. Par contre, Le lien entre ces 2 modifications est le point qui est l'origine des discussions les plus vigoureuses sur le sujet. Les réchauffements naturels (hors action de l'homme) existant, il est nécessaire de distinguer ce qui, dans le réchauffement actuel, relève d'une

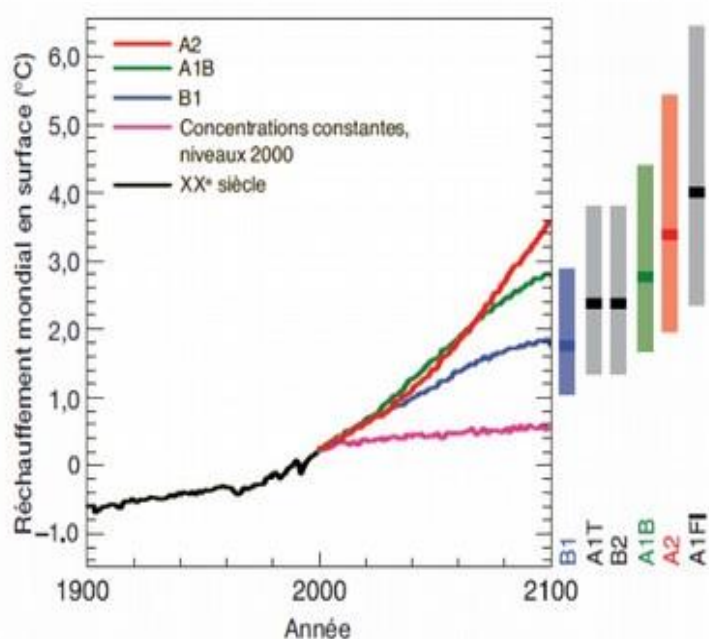
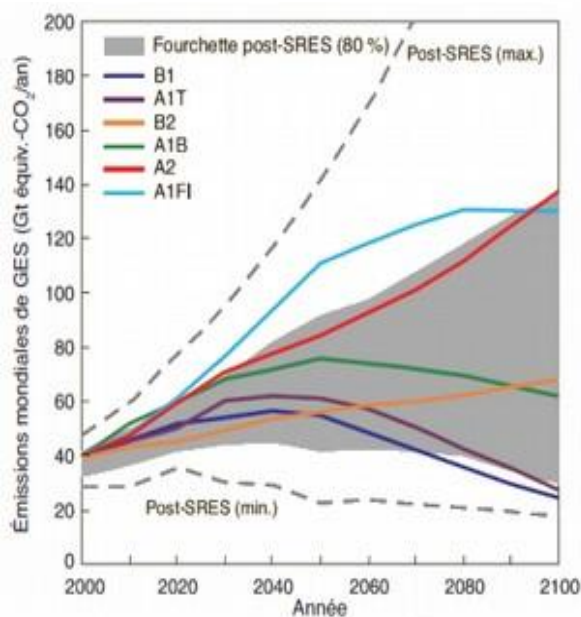
variation naturelle et ce qui relève de l'action de l'homme. Si on admet une relation entre augmentation du taux de CO₂ et réchauffement climatique, différents scénarios sont possibles en fonction du comportement adopté par l'espèce humaine dans les années à venir :

Scénarios d'évolution du climat en fonction du comportement adopté par l'espèce humaine

Chacun de ces scénarios aboutit à une augmentation des gaz à effets de serre (voir courbe de gauche ci-dessous) qui a un impact particulier sur la température (courbe de droite ci-dessous).

	Scénarios A1	Scénario B1	Scénario A2	Scénario B2
Évolution démographique	Croissance jusqu'en 2050 et décroissance après		Forte croissance	Croissance moyenne
Évolution économique	Croissance très rapide		Croissance très hétérogène	
Évolution technologique	Adoption rapide de nouvelles technologies plus efficaces utilisant les énergies surtout fossiles (A1FI), surtout non fossiles (A1T) ou un équilibre entre les deux (A1B)	Adoption rapide de nouvelles technologies plus efficaces utilisant surtout les énergies non fossiles	Croissance très hétérogène	

Les différentes évolutions démographiques, économiques et technologiques prévues par les différentes familles de scénarios du SRES (2000).
D'après IPCC



La température moyenne terrestre reste stable lorsque le bilan radiatif est équilibré : la quantité d'énergie reçue par le système climatique Terre-Atmosphère et la quantité d'énergie réémise vers l'espace sont identiques. C'est ce que l'on observe en 1750. Toute perturbation dans l'équilibre énergétique de la Terre engendre des changements de température. On parle de forçage. Il existe différents forçages naturels tels que les variations orbitales de la Terre, les variations d'intensité du rayonnement solaire, les éruptions volcaniques, les émissions de cendres qui voilent la lumière du soleil. L'effet d'un forçage peut être direct mais également indirect avec des phénomènes d'amplification : modification de l'albédo, modification de la solubilité du CO₂. On parle alors de rétroactions climatiques.

III) Conséquences du changement climatique et risques associés

Vidéo Climatosceptiques : https://www.youtube.com/watch?v=YbcgpYZBExQ&ab_channel=IcebreakerStudios

TD1 Réchauffement climatique et conséquences

Vidéo 1 Trump : https://www.youtube.com/watch?v=QzBnBHskf-c&ab_channel=LeParisien

Vidéo 2 Trump : https://www.youtube.com/watch?v=Sp19lfZfO7Y&ab_channel=AFP

Vidéo 3 Trump : https://www.youtube.com/watch?v=RzE0wTffdOY&ab_channel=Brut

A- La multiplication des événements climatiques extrêmes

Il y a une amplification des phénomènes météorologiques, les masses d'air sont redistribuées à la surface de la planète et cela provoque une multiplication des événements climatiques extrêmes comme les cyclones, vagues de chaleur,...

B- Conséquences sur les systèmes humains

Les systèmes humains sont de plus en plus vulnérables face aux risques associés au réchauffement. Dans les années à venir cette vulnérabilité dépendra principalement de leur capacité à s'adapter

1/ Problèmes sanitaires

En cas de fortes chaleurs (canicules, incendies), on note une hausse des problèmes de santé et de la mortalité.

Le réchauffement provoque la remontée d'animaux vecteurs de maladies vers les hautes latitudes. C'est le cas des moustiques porteurs de la Dengue ou du Chikungunya et même du Paludisme responsable de plus d'un million de morts chaque année et qui tend à se propager à des régions jusqu'à présent épargnées.

Analyser un suivi de la répartition des espèces

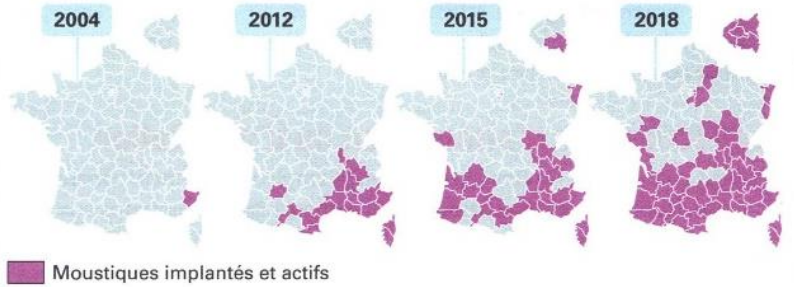
Vecteur de nombreuses maladies (dengue, chikungunya, zika...), le développement du moustique tigre est un problème de santé publique.

Montrer comment la répartition du moustique tigre en France évolue parallèlement au réchauffement climatique.

Ét
m
et
ai
Ét
pi
-
di
Ét
pi
Il
pc

Doc Évolution de l'aire de répartition du moustique tigre *Aedes albopictus*

Venant d'Asie, le moustique tigre résiste à des températures plus froides que les autres espèces tropicales. Ses œufs, qui peuvent survivre pendant des mois en milieu sec, donnent un adulte en 10 jours à 20 °C, contre 6 jours seulement à 28 °C.



[Vidéo Invasion de criquets Afrique de l'Est : https://www.youtube.com/watch?v=vP3BoMAwdoU&ab_channel=BFMTV](https://www.youtube.com/watch?v=vP3BoMAwdoU&ab_channel=BFMTV)

Les inondations sont également des vecteurs de maladies par exemple par contamination des eaux potables

2/ Baisse des rendements agricoles

L'augmentation du taux en CO2 devrait augmenter la photosynthèse et donc la productivité. Mais les sécheresses, inondations, incendies, multiplication des insectes ravageurs ont un impact négatif sur les cultures.

La population mondiale croit, avec une augmentation des besoins de 14% par décennie et la productivité du blé, par exemple, diminue elle de 2% par décennie

[Article BFM baisse de productivité : https://www.bfmtv.com/economie/emploi/le-rechauffement-climatique-va-faire-baisser-la-productivite-mondiale-AN-201907010050.html](https://www.bfmtv.com/economie/emploi/le-rechauffement-climatique-va-faire-baisser-la-productivite-mondiale-AN-201907010050.html)

C- Problèmes socio-économiques et géopolitiques

Les événements climatiques provoquent la dégradation des infrastructures comme les routes...

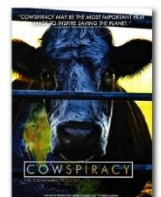
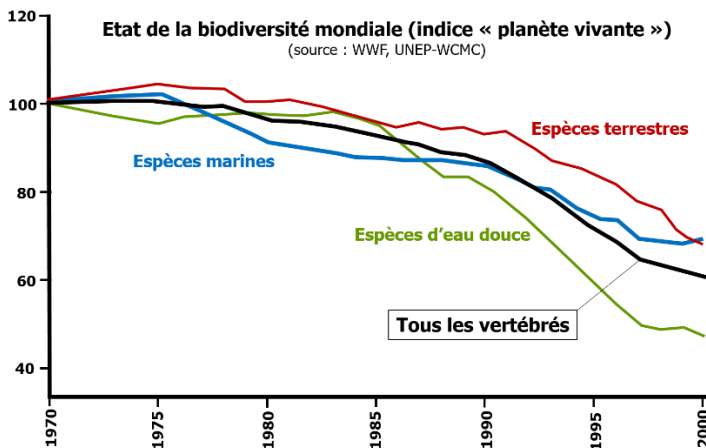
Et comme ce sont principalement des populations pauvres qui sont affectées en ce moment par le réchauffement climatique cela amplifie les conséquences. Phénomènes pouvant aboutir à des guerres civiles

Au Bangladesh, la montée des eaux devrait provoquer la migration de plus de 100 millions de personnes !

[Vidéo écoles flottantes : https://www.youtube.com/watch?v=9wLUot4BX2o&ab_channel=France%E2%80%A2TVNewDelhi](https://www.youtube.com/watch?v=9wLUot4BX2o&ab_channel=France%E2%80%A2TVNewDelhi)

D- Perturbation des écosystèmes.

Une des principales perturbations est la baisse de la biodiversité (voir programme de seconde).



Oral 1 : Perturbation des écosystèmes

a) Conséquences sur la biodiversité

Le réchauffement climatique réduit les aires de répartition de nombreuses espèces terrestres et aquatiques. Cela devrait conduire à une crise majeure d'extinction.

Le plus grand problème, n'est pas l'ampleur du changement mais vitesse à laquelle il se produit et qui ne permet aucune adaptation espèces animales et végétales

b) Conséquences sur les écosystèmes

La hausse du niveau des mers et la multiplication des tempêtes pourrait provoquer la submersion temporaire ou définitive de certaines zones entraînant la disparition d'écosystèmes littoraux. Disparition qui ne sera pas sans conséquences sur l'économie, par exemple.

- Les populations les plus pauvres sont les plus vulnérables, ce qui augmente le risque de marginalisation sociale, économique,
- Il y a des effets en cascade qui vont au-delà de simples problèmes climatiques : instabilité économique, hausse des conflits,.....



la
des

Oral 2 : Vérifications de connaissances

A l'oral, expliquez les conséquences du changement climatique sur :

- L'agriculture
- L'eau potable
- La santé
- La fonte des glaces polaires
- L'acidification des océans
- L'économie

