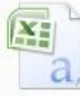


# Les climats du futur

Les activités proposées ici peuvent être utilisées en seconde dans la partie consacrée aux enjeux planétaires contemporains, en terminale spécialité dans la partie concernant le climat ou en EDE.

Documents à télécharger sur le site Eduterre

|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |
| Climats du globe.kmz                                                              | Données GES.pdb                                                                   | Planisphèreclimat.pdf                                                              | SEGES.xls                                                                           | RCP.xls                                                                             |

## Activité 1 - Impacts des Gaz à effet de serre de 1900 à nos jours.

Depuis une cinquantaine d'années de fortes canicules sévissent sur le globe y compris dans des régions qualifiées de tempérées. On parle constamment de réchauffement climatique mais en quoi ce réchauffement peut-il modifier notre environnement ?

- **Ouvrir** le fichier : Climats du globe.kmz ; le fichier s'installe dans "Lieux temporaires" ; 3 dossiers sont disponibles :
  - un 1<sup>er</sup> dossier d'aide à la navigation qui rappelle les consignes d'utilisation des fichiers kmz.
  - un 2<sup>nd</sup> dossier propose des données relatives aux climats à la surface des continents
  - un 3<sup>ème</sup> dossier contient des données relatives aux océans.
- **Ouvrir** le dossier "Au niveau des continents" puis **choisir** "Climats observés". En cliquant successivement sur chaque case d'option il est possible de voir l'évolution du climat de 1900 à l'actuel. Pour faciliter la lecture géographique des pays il est possible de **cocher** dans l'onglet "Calque" la case frontières et légendes.
- **Cliquer** à l'aide de la souris sur l'une des couleurs de la carte, la légende apparaît dans une bulle d'information, elle précise le climat et ses caractéristiques.
- **Etudier** l'évolution du climat :
  - dans les Pyrénées et les Alpes.
  - sur les bordures maritimes de la métropole (Atlantique et Méditerranée)
- **Noter** l'évolution du climat des pays situés autour du bassin méditerranéen, **rechercher** ceux
  - qui se désertifient
  - dont les climats s'adoucissent.

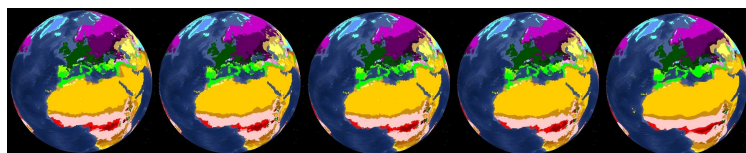
La végétation est sensible aux précipitations et à la température, elle est donc en interrelation avec le climat.

- **Ouvrir** le dossier "Couverture végétale à la surface de la terre", **cocher** "légende" puis "2011"
- **Corréler** les types de végétations présents en 2011 dans un climat donné et **observer** l'évolution de la végétation des zones étudiées précédemment.

## Activité 2 - Influence des GES sur l'évolution du climat continental au 21ème siècle.

Le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) a réalisé à l'aide des données recueillies depuis plusieurs décennies des extrapolations numériques, à partir des projections de l'évolution socio-économique des pays, de l'évolution du climat mondial. Il a proposé différents scénarios, liés notamment à l'évolution de la quantité de gaz à effet de serre émis par les différents états (cf doc.3 situé dans le dossier : "Données GES" téléchargeables ci-dessous). Ces scénarios n'incluent pas les initiatives climatiques supplémentaires de certains pays (notamment l'application des conventions des Nations Unies ni du protocole de Kyoto).

- **Ouvrir** le dossier "Au niveau des continents" puis choisir le répertoire "4 scénarios de prévisions climatiques" 4 scénarios sont proposés.



# Les climats du futur

- **Cliquer** sur le titre du dossier (en gras) (ex ici : **Scénario A1**) pour faire apparaître la légende.
- **Choisir** l'un des scénarios d'étude et **ouvrir** le dossier excel "SEGES.xls"
- **Réaliser** un graphique de l'évolution de l'émission mondiale des GES en équivalent CO<sub>2</sub> au cours du temps, dans lequel le scénario choisi sera mis en évidence. **Préférer** la fonction "nuage de point" puis **relier** les points.
- **Copier** le graphique sur une page de traitement de texte et **faire** l'étude de l'évolution du climat au cours du temps à l'aide des données du dossier du scénario choisi :
  - En France.
  - Dans les hautes latitudes : pour cela il faut se placer à une altitude d'environ 10000 km au-dessus de l'Eurasie ou du Canada.
- **Observer** l'évolution des bandes climatiques au cours du temps et **proposer** une évolution de la végétation en croisant les données avec celles du dossier "Couverture végétale"

## Activité 3 - Evolution des GES sur l'évolution de la santé des océans.

Les océans mondiaux sont des puits à carbone très importants. Le CO<sub>2</sub> est facilement dissous dans l'eau ce qui favorise le développement du phytoplancton, d'où la fabrication à partir du CO<sub>2</sub> de matière organique et de tests carbonatés l'un et l'autre piégés dans les sédiments océaniques. Cependant les modifications actuelles du climat notamment liées aux émissions anthropiques de GES ont de multiples conséquences sur les équilibres de dissolution du CO<sub>2</sub> et des carbonates, sur le pH, sur la dilatation de l'eau potentiellement responsable de l'accroissement du niveau de la mer et des perturbations des écosystèmes.

Ces perturbations sont très inquiétantes dans les régions où l'économie est en grande partie fondée sur les ressources marines et l'étude proposée ici concerne les îles coralliennes françaises. Les récifs coralliens se développent dans des régions où la température des eaux bien que chaude doit rester dans un certain équilibre de température sous peine d'observer la fuite des algues symbiotiques des tissus des polypes et de pH sous peine d'observer la dissolution du récif. L'accroissement du niveau de la mer ne pouvant être supporté par la population des îles que si le récif croît en suivant l'élévation des eaux et est donc en bonne santé.

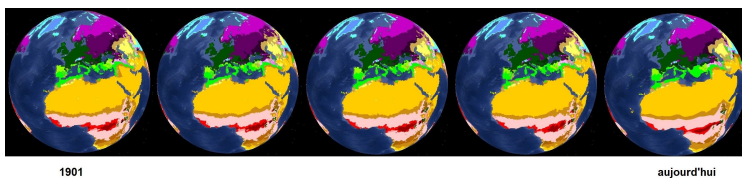
- **Télécharger** puis ouvrir successivement le dossier "Climats du globe.kmz", "Au niveau des océans", "Les récifs d'outre-mer". Dans la barre de "Menu" **cliquer** sur "Affichage" puis "Grille".
- **Observer** la répartition latitudinale des récifs, **représenter** sur le planisphère l'équateur, les deux tropiques (sous forme de traits bleus) et **localiser** l'emplacement des zones récifales françaises (sous forme de croix noires ou cercle noir pour la Polynésie).

Dans ces régions la température des eaux varie peu au cours de l'année (- 3° pendant l'hiver par rapport aux valeurs d'été). Les écosystèmes coralliens sont adaptés à de faibles variations thermiques et leur seuil de tolérance thermique maximale est de 29°C.

- **Ouvrir** le fichier "température des eaux en 1997" afin d'observer les valeurs des isothermes moyens enregistrés en été 1997 à la surface des eaux. **Localiser** en cliquant sur les différentes lignes isothermes celles qui correspondent aux isothermes 25°C et 29°C.
- **Représenter** sur le planisphère l'isotherme 25° en vert et l'isotherme 29°C en bleu et **comparer** la localisation des récifs français par rapport à ces températures.

Le GIEC a proposé dans son rapport de 2013 des simulations basées sur le forçage radiatif lié à des doses croissantes de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère : 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5.

- **Télécharger** le fichier RCP.xls et **ouvrir** l'onglet "Températures 1950 -2100".
- **Réaliser** un graphique à l'aide des données (en nuage de points reliés) afin de quantifier l'élévation de la température de chaque type de modélisation.
- **Observer** l'évolution de la température par rapport aux moyennes d'aujourd'hui selon les deux modèles extrêmes RCP2,6 et RCP8,5



# Les climats du futur

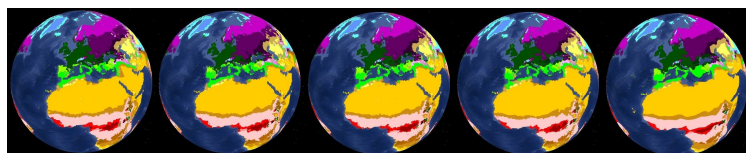
- **Fermer** le fichier "température des eaux en 1997" et **ouvrir** "température des eaux en 2100" et **choisir** un forçage de 2,6 pour les eaux de surface.
- **Représenter** sur le planisphère les isothermes 25° (en jaune) et 29°C (en orange) de la projection en 2100 avec un forçage RCP2,6.
- **Discuter** de l'évolution des températures de surfaces au niveau des îles coralliennes avec ce forçage.
- **Fermer** le fichier du forçage 2,6 et **ouvrir** le fichier de la température des eaux de surface pour le forçage 8,5.
- **Représenter** sur le planisphère les isothermes 25°C (en rose) et 29°C (en violet) de la projection RCP8,5.
- **Discuter** de l'évolution de la température des eaux dans les zones étudiées et des réactions prévisibles des récifs.

Un accroissement des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère induit une augmentation du CO<sub>2</sub> dissous dans l'eau, cet accroissement entraîne une modification du pH de l'eau qui diminue en fonction de la concentration en CO<sub>2</sub>. Le squelette des coraux est constitué de calcaire et une baisse du pH peut perturber la fabrication de nouveaux squelettes mais aussi dissoudre ceux existant.

- **Ouvrir** le dossier "décalcification et scénarios RCP", **choisir** le forçage RCP2,6 et se **déplacer** sur les différents récifs français. Un forçage de 2,6 induira une diminution du pH de l'eau dont la valeur en 2100 devrait être de 8,05, c'est à dire une diminution de 0,015 par rapport à sa valeur de 2015 : 8,075).
- **Noter** les valeurs minimales et maximales de la décalcification pour chaque zone récifale.
- **Fermer** les données RCP2,6 et **ouvrir** le fichier RCP8,5 qui correspond à une valeur de pH de l'eau de 7,76 en 2100.
- **Noter** à nouveau les valeurs minimales et maximales de la décalcification dans ces conditions.
- **Discuter** des effets de l'élévation de la température de l'eau et de son acidification sur la pérennité des récifs d'outre-mer. **Noter** ceux qui risquent d'être le plus touchés.

Le niveau de la mer va s'accroître dans les pires des scénarios de 0,82 m. Dans des conditions normales de développement des récifs, ceux-ci sont capables de pousser et de compenser l'élévation du niveau de la mer. Cependant si les récifs périclitent le récif va s'ennoyer et les îles soumises aux éléments deviendront inhabitables.

- **Choisir** une île récifale et faire l'étude de l'évolution du récif par rapport aux données précédemment relevées dans les scénarios les plus alarmants.
- **Faire** une capture d'écran de l'île avec son récif.
- En utilisant les fonctionnalités de Google earth (voir ex ci-dessous) **déterminer** l'altitude des zones émergées et de la bathymétrie des récifs.
- **Noter** les zones susceptibles de s'ennoyer notamment les zones peuplées.
- **Rechercher** sur le net la population et les infrastructures locales présentes sur l'île étudiée.
- **Tirer** une conclusion sur l'impact des modifications du climat sur cette île.
- **Mutualiser** les informations recueillies afin de faire un bilan pour la France.



# Les climats du futur

Documents 1 : Composition de l'atmosphère (cases grisées : gaz favorisant l'effet de serre).

| Gaz constituants de l'air sec                              | Volumes (en % ou en ppb : partie par billion avant industrialisation et actuel) |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Azote (N <sub>2</sub> )                                    | 78,09                                                                           |
| Oxygène (O <sub>2</sub> )                                  | 20,95                                                                           |
| Argon (A)                                                  | 0,93                                                                            |
| Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )                      | 0,035 (280000 – 391000 )                                                        |
| Néon (Ne)                                                  | 1,8 10 <sup>-3</sup>                                                            |
| Hélium (He)                                                | 5,24 10 <sup>-4</sup>                                                           |
| Krypton (Kr)                                               | 1,0 10 <sup>-4</sup>                                                            |
| Hydrogène (H <sub>2</sub> )                                | 5,0 10 <sup>-5</sup>                                                            |
| Xénon (Xe)                                                 | 8,0 10 <sup>-6</sup>                                                            |
| Ozone (O <sub>3</sub> )                                    | 1,0 10 <sup>-6</sup> (10-20 à 60)                                               |
| Radon (Rn)                                                 | 6,0 10 <sup>-18</sup>                                                           |
| Méthane (CH <sub>4</sub> )                                 | Traces (700 - 1819 )                                                            |
| Protoxyde d'Azote (N <sub>2</sub> O)                       | Traces (265 – 325)                                                              |
| Eau (H <sub>2</sub> O) sous les 3 états<br>A l'état gazeux | Proportions variables : 0.1% Sibérie<br>5% régions maritimes équatoriales       |

Document 2 : quelques exemples de gaz à effet de serre additionnel :

| Gaz rejetés par l'homme                    | Taux (ppb avant industrialisation et actuel) |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Hydrochlorofluorocarbures (HCFC22 = fréon) | 0 - 0.175ppb                                 |
| Chlorofluorocarbures (CFC-12)              | 0 - 0.530                                    |
| Tétrafluorométhane (CF <sub>4</sub> )      | 0.04 – 0.08                                  |
| Hexafluorure de soufre (SF <sub>6</sub> )  | 0 – 0.008                                    |

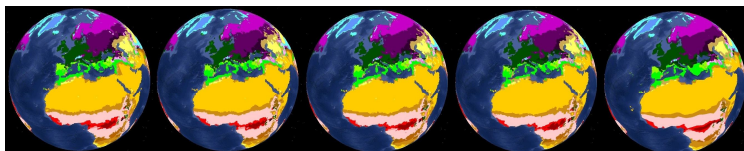
Document 3 : potentiel de réchauffement global des GES, la référence prise ici est le CO<sub>2</sub>

Le Potentiel de Réchauffement Global (PRG) est utilisé afin de comparer la capacité des différents gaz à effet de serre à capturer la chaleur dans l'atmosphère. Le dioxyde de carbone est utilisé comme référence pour toutes les mesures ; son potentiel de réchauffement global est donc égal à 1. Plus le PRG est élevé, plus la masse de chaleur que le gaz peut capter sera importante. Donc, plus il y a de gaz à Haut Potentiel de Réchauffement Climatique qui entre dans notre atmosphère et plus le climat changera rapidement

| GES      | Sur 20 ans | Sur 100 ans | Sur 500 ans |
|----------|------------|-------------|-------------|
| CO2      | 1          | 1           | 1           |
| CH4      | 62         | 23          | 7           |
| N2O      | 275        | 296         | 156         |
| CFC-12   | 10200      | 10600       | 5200        |
| HCFC -22 | 4800       | 1700        | 540         |
| CF4      | 5210       | 7390        | -           |
| SF6      | 16300      | 22800       | -           |

A mesure que le temps passe, le potentiel de réchauffement d'un gaz à effet de serre généralement diminue, mais dans le cas des gaz fluorés, comme le potentiel de réchauffement est très élevé il faut beaucoup de temps pour qu'ils perdent leur capacité à retenir la chaleur. Ce qui est encore plus grave c'est que ces gaz fluorés sont créés exclusivement par l'activité humaine et normalement ils ne se trouvent pas dans la nature. Il n'y a pas de processus naturel permettant de faire disparaître ces gaz de l'atmosphère progressivement.

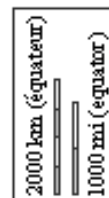




1901

aujourd'hui

# Les climats du futur



© Daniel Datt

Proposé par I. Veltz

