

Notice d'exploitation de l'exposition « Quel climat pour demain? » dans le cadre de la promotion de t.écovoiturage

Table des matières

Notice d'exploitation de l'exposition.....	1
1. Fournitures.....	1
2. Présentation de l'exposition.....	2
3. Annexe 1 : Détail de l'exposition « Quel climat pour demain? ».....	3
i) Présentation rapide des panneaux.....	3
Quel climat pour demain?.....	3
Les activités humaines modifient le climat.....	3
L'effet de serre.....	3
Le climat va changer.....	3
Changement climatique : au delà du 21ème siècle ?	3
L'effet de serre d'un pays à l'autre.....	3
Pour produire 300 kg de CO2, il suffit de	3
ii) Fiches pédagogiques détaillées.....	4
Les activités humaines modifient le climat.....	4
L'effet de serre.....	6
Le climat va changer.....	8
Changement climatique au-delà du XXIè siècle.....	9
L'effet de serre d'un pays à l'autre.....	11
Pour produire 300 kg de CO2 il suffit de.....	13

1. Fournitures

Matériel mis à disposition par Fondaterra :

- Affiches tirées de l'exposition « Climat » (www.t-eco.org, rubrique *Le t.écovoiturage*)
- Affiches promotionnelles « t.écovoiturage » (www.t-eco.org, rubrique *Le t.écovoiturage*)
- Flyers promotionnels t.éco (www.t-eco.org, rubrique *Le t.écovoiturage*)
- Logiciel VGAS pour la simulation de l'impact en CO2 d'un individu (<http://alba.jrc.it/vgas/>)
- Notice d'explication des affiches pour les médiateurs (Annexe 1 du présent document)
- Manuel d'utilisation du site t.écovoiturage web/wap (www.t-eco.org, rubrique *Le t.écovoiturage*)
- Manuel d'utilisation de VGAS (www.t-eco.org, rubrique *Le t.écovoiturage*)
- Affiches semaine de la mobilité
- Calculateur d'empreinte CO2

Matériel à fournir par les associations/campus :

- Supports pour exposition (grilles d'affichages...)
- Ordinateur relié à Internet pour inscription directe sur le site web
- Autres projets en lien avec la thématique transports sur les campus

2. Présentation de l'exposition

L'exposition « Quel climat pour demain? », disponible sur commande auprès de Fondaterra, est composée de 11 panneaux au format A2.

Cette exposition a été proposée initialement aux collègues. Les 7 panneaux retenus (cf. Annexe 1) pour la semaine de la mobilité et la promotion de *t.écovoiturage* seront ceux présentant les impacts des transports dans les émissions de CO₂, et l'impact du CO₂ sur l'effet de serre:

- Affiche 1 : Les activités humaines modifient le climat
- Affiche 2 : L'effet de serre
- Affiche 3 : Le climat va changer
- Affiche 4 : Changement climatique au-delà du 21ème siècle
- Affiche 5 : L'effet de serre d'un pays à l'autre
- Affiche 6 : Pour produire 300 kg de CO₂, il suffit de...

IMPORTANT : Dans le cadre du partenariat Fondaterra/USEM (mutuelles régionales)/REFEDD, le kit d'expo de base (Affiches de l'expo climat, affiches et flyer t.écovoiturage) sera mis à disposition par les antennes des mutuelles régionales aux associations portant l'exposition sur les campus. Les contacts seront donnés par Fondaterra directement aux personnes concernées.

L'animation de l'exposition par les étudiants d'associations liés au REFEDD mettra en avant les comportements vertueux à adopter en matière de transports. C'est dans ce cadre qu'interviennent les outils *t.écovoiturage* fourni pour la promotion du service.

Un manuel d'utilisation de la plate-forme web est disponible en pdf sur www.t-eco.org, rubrique Le t.écovoiturage, pour les campus qui proposeront un ordinateur avec accès direct au service sur Internet (recommandé).

Les étudiants s'engagent à faire la promotion de *t.écovoiturage* comme solution permettant de favoriser l'autopartage/covoiturage (comme indiqué sur l'Annexe 1, fiche pédagogique du panneau « Le climat va changer » par exemple) .

Dans le cadre de l'accord Fondaterra/REFEDD, *t.écovoiturage* doit être présenté avec l'exposition lors de la semaine de la mobilité durable, du 16 au 22 septembre 2008. Des projets d'associations locales peuvent donc être proposés sous la condition de promouvoir *t.écovoiturage* en ce qui concerne le covoiturage.

En cas de rentrée tardive, il est tout à fait possible de proposer l'exposition dans les mêmes conditions plus tard dans l'année.



Exemple de disposition des panneaux et des affiches

3. Annexe 1 : Détail de l'exposition « Quel climat pour demain? »

i) Présentation rapide des panneaux

L'exposition est constituée de 7 panneaux de format A2 (59,4 cm x 42 cm) :

▣ ***Quel climat pour demain?***

Panneau titre

▣ ***Les activités humaines modifient le climat***

Ce panneau contient les données de base sur le changement climatique : la température est montée de 0,8 °C en un siècle, et une des causes les plus déterminantes en est l'augmentation de gaz à effets libérés par les activités humaines. Le responsable de cette augmentation est l'augmentation incessante de la consommation d'énergie.

▣ ***L'effet de serre***

Ce poster introduit l'effet de serre, effet qui met en jeu l'énergie transportée par les rayonnements infrarouges lointains notamment, et qui est à l'origine du changement climatique en cours. L'effet de serre est un effet bien compris mais assez compliqué, et différents éléments sont donnés dans ce poster pour s'en convaincre.

▣ ***Le climat va changer***

Quelles que soient nos décisions futures, il est sûr que le climat changera au 21^e siècle. Nous pouvons décider de continuer à le faire changer encore davantage ou de limiter l'ampleur des changements.

▣ ***Changement climatique : au delà du 21^e siècle ?***

L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre durant les dernières années aura des répercussions durant des millénaires, de la même façon que lorsque l'on a mis un train en marche, on ne peut pas l'arrêter tout de suite. Ce poster montre les ordres de grandeur des durées des phénomènes que nous avons déclenchés (les "échelles de temps").

▣ ***L'effet de serre d'un pays à l'autre***

Le CO₂ est émis dans certains pays, la France par exemple, plus que dans d'autres.

▣ ***Pour produire 300 kg de CO₂, il suffit de ...***

Où l'on réalise que chacun contribue à l'effet de serre (sans s'en apercevoir) : la majorité des émissions de CO₂ en France n'est pas due qu'aux gros industriels, mais au mode de vie de chacun d'entre nous. Il est possible de vivre en émettant moins de CO₂. Pour cela il est utile de connaître les ordres de grandeur des impacts des différentes activités : par exemple l'effet d'une lampe et celui d'une voiture. Diminuer les émissions d'un facteur 4 va imposer de sérieux changements de mode de vie !

ii) Fiches pédagogiques détaillées

▣ **Les activités humaines modifient le climat**

Ce panneau contient les données de base sur le changement climatique : la température est montée de 0,8 °C en un siècle, et une des causes les plus déterminantes en est l'augmentation de gaz à effets libérés par les activités humaines. Le responsable de cette augmentation est l'augmentation incessante de la consommation d'énergie.

La température a augmenté : le personnage qui lit des archives du climat nous apprend que la température au niveau du sol a augmenté de 0,8°C en un siècle.

Les responsables de l'augmentation de la température : Le dessin en bas du poster montre les principales sources d'apport en CO₂ des humains. Voiture, avion, usine, bâtiment, tous utilisent du pétrole, du gaz ou du charbon, énergies fossiles qui émettent toutes du dioxyde de carbone (CO₂), Celui-ci s'accumule d'année en année dans l'atmosphère de notre planète. La déforestation contribue également à l'augmentation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère.

Les graphes : Le poster comporte 3 graphes, qui montrent :

- 1) l'augmentation de la température depuis 150 ans
- 2) l'augmentation de la population, passée de 1 à 6 milliards d'individus
- 3) l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'air

L'augmentation de la population mondiale et l'augmentation de l'utilisation des sources d'énergie fossile se combinent pour entraîner une augmentation des rejets de CO₂. En fait, un examen plus approfondi montre que la population mondiale consomme de l'énergie de façon très inégale, et que les pays riches sont les principaux émetteurs de CO₂.

Chaque année, environ la moitié des rejets de CO₂ est absorbée par les « puits naturels » de carbone (l'océan, la végétation) mais l'autre moitié s'accumule dans l'atmosphère et les concentrations en CO₂ augmentent. Le temps de résidence du CO₂ dans l'atmosphère est de plusieurs siècles.

L'augmentation globale de température est reliée sur le poster à sa cause : l'augmentation de la concentration de CO₂ (à droite), elle même liée à l'augmentation de la population (graphe central) et à l'utilisation massive des sources d'énergie fossile (pétrole, charbon, gaz). Les travaux scientifiques ont permis d'affirmer en 2001, que ce sont les activités humaines qui sont la cause du réchauffement mesuré depuis 1970. Les variations de température avant 1970, de plus faible amplitude, ne peuvent pas être attribuées uniquement à des facteurs humains et semblent en partie dus à des causes naturelles.

Pour aller plus loin :

La température moyenne : Les variations rapides de la température ont été « lissées » pour mettre en évidence les tendances climatiques. Les variations d'une année à l'autre des températures globales sont faibles par rapport à ce réchauffement. Les scientifiques estiment que la précision sur les estimations de température globale est de 0,2°C pour le début du 20^{ème} siècle, 0,15°C dans les années 1950 (grâce à une meilleure couverture spatiale des stations météorologiques) puis 0,1°C depuis 1975 (grâce aux mesures par satellites). L'augmentation est plus rapide à partir de 1970-1975 (environs +0,6°C).

Le réchauffement n'est pas homogène pour toutes les régions de la Terre : il est plus marqué dans les régions polaires (Arctique, Péninsule Antarctique), et plus fort sur les continents qu'à la surface des océans.

L'amplification du réchauffement dans l'Arctique est lié à la fonte de la neige et de la glace (plus elle fondent, plus les surfaces, sols ou mers, deviennent sombres et absorbent d'avantage de rayonnements solaires).

L'inertie thermique des océans peut contribuer à la différence entre les continents et océans...

Avant ~1850 et la mise en place de réseaux météorologiques à grande échelle, il est possible d'estimer les variations de température de notre planète grâce à des indicateurs indirects : données météorologiques « historique », dates de vendanges, dendochronologie (mesure des anneaux de croissance des arbres)... Ces reconstructions montrent que le réchauffement observé depuis 1970 est sans précédent au cours des derniers 2000 ans.

L'abondance du CO₂ (graphe de droite) dans l'atmosphère et son évolution sur la même période :

Remarquer l'abondance des molécules de CO₂ : 380 ppmv, parties par million en volume, soit 0,38% . Ainsi,

dans chaque litre d'air, on trouverait en moyenne 0,0380 % de CO₂ (soit environ un demi dé à coudre de CO₂ par litre d'air). Localement, un moment donné, on peut observer des concentrations supérieures à cette moyenne globale, en particulier dans les zones urbaines.

Les mesures directes de CO₂ dans l'atmosphère ont démarré dans les années 1960. Pour les périodes plus anciennes, les relevés de l'abondance de CO₂ dans l'atmosphère proviennent de prélèvements en Antarctique, où l'air emprisonné dans la neige puis la glace « archive » directement la composition de l'atmosphère au cours du temps.

Il existe d'autres GES (gaz à effet de serre) que le CO₂, comme le méthane (CH₄), les oxydes nitreux, les chlorofluocarbones... L'accent est mis sur le CO₂ pour 2 raisons principales :

- i) il s'agit du composé ayant le plus fort effet radiatif (très facilement mesurable)
- ii) sa durée de vie dans l'atmosphère est élevée (plusieurs siècles à plusieurs dizaines de milliers d'années)

L'année 1850 comme point de départ : Pourquoi? C'est à partir de 1850 que l'on dispose de mesures de températures en nombre et avec une fiabilité suffisante pour calculer la température moyenne de la Terre. C'est également la période à partir de laquelle l'utilisation du charbon, du gaz et du pétrole « explose » à travers l'industrialisation.

L'atmosphère contenait déjà du CO₂ en 1850, mais les activités humaines deviennent un facteur clé pour l'évolution des concentrations globales en CO₂. L'industrie commence à utiliser plus d'énergie, et consommer plus de charbon, puis de pétrole que l'on va exploiter aux États Unis à partir de 1869, et qui est plus souple d'emploi que le charbon.

Actuellement, le niveau de CO₂ est de 30% supérieur à la concentration « naturelle » de 280 ppmv observée avant la période industrielle.

▣ **L'effet de serre**

Ce poster introduit l'effet de serre, effet qui met en jeu l'énergie transportée par les rayonnements infrarouges lointains notamment, et qui est à l'origine du changement climatique en cours. L'effet de serre est un effet bien compris mais assez compliqué, et différents éléments sont donnés dans ce poster pour s'en convaincre.

La Terre chauffée évacue sa chaleur : La Terre est chauffée par le Soleil. Le jour comme la nuit, la Terre et son atmosphère évacuent leur chaleur vers l'espace sous forme de rayons infrarouges (invisible à l'œil nu). Ceux que le sol émet ne peuvent pas traverser l'atmosphère sans être bloqués en chemin. L'atmosphère joue donc le rôle d'une « couverture » et limite ainsi le refroidissement de la Terre. Par conséquent, la surface de la Terre est plus chaude que ce qu'elle serait sans atmosphère.

Cet effet de serre, naturel, est en soit nécessaire à l'apparition de la vie sur Terre (nous ne survivrions pas sans atmosphère). Mais, inversement, son renforcement a des conséquences néfastes sur les êtres vivants.

Pour aller plus loin :

L'effet de serre climatique

La chaleur de la Terre est transmise à l'atmosphère par différents mécanismes. Les rayons infrarouges diffusés par la Terre sont absorbés par l'atmosphère qui les réémet dans toutes les directions. L'augmentation des concentration en GES entraîne donc un réchauffement du bas de l'atmosphère. Cette augmentation a pour effet d'augmenter l'altitude où sont émis les infrarouges qui vont effectivement quitter l'atmosphère. Selon sa température, la haute atmosphère est plus ou moins émettrice d'infrarouge.

La Terre sans l'effet de serre connaîtrait une température globale de -18°C , température que l'on obtient en égalant l'énergie apportée par le Soleil et celle des rayons infrarouges émis par la surface sur une Terre sans effet de serre, et dont la réflectivité serait la même que celle d'aujourd'hui. En pratique, la Terre serait alors gelée et blanche, ce qui diminuerait encore davantage sa température.

La vapeur d'eau et l'effet de serre : La vapeur d'eau est le principal GES, avant le CO_2 . Les calculs indiquent que sur environ 30° du à l'effet de serre (différence théorique entre la température de surface actuelle et ce qu'elle serait sans atmosphère), 20° sont dus à la vapeur d'eau, et 10° au CO_2 (les autres GES étant donc négligeable). L'air froid contient moins de vapeur d'eau que l'air chaud. C'est pourquoi l'effet de serre total est plus fort dans les zones tropiques que dans les zones polaires.

Une augmentation du CO_2 augmente l'effet de serre, donc la température moyenne de la Terre, donc une augmentation du taux de vapeur d'eau dans l'atmosphère par évaporation, ce qui renforce l'effet de serre, et donc la température. C'est une rétroaction positive.

Les autres GES :

D'autres molécules triatomiques ou plus complexes constituent des gaz très efficaces pour arrêter les rayons infrarouges dans les domaines de longueurs d'onde plus étroits. On peut mesurer leur impact en combinant leur efficacité à arrêter les infrarouges, et leur durée de vie dans l'atmosphère avant leur destruction, beaucoup plus longue que celle du CO_2 .

Quelques proportions de GES et leur origine (si connue) :

CO_2 dû aux combustibles fossiles : 59%

CO_2 dû à la déforestation : 10%

Méthane : 18% ; Protoxyde d'Azote : 5% ; Halocarbures : 8% (Source GIEC)

Quelques chiffres sur l'effet de serre :

Le Soleil émet 10% d'UV (rayons Ultra Violet), 40% de la lumière visible, 50% en infra rouge entre 0,8 microns et 4 microns. Environ 50% du rayonnement solaire est absorbé par la surface, et chauffe la Terre. Les nuages, l'air, la banquise, etc. renvoient environ la moitié de l'énergie lumineuse.

L'atmosphère est très transparente dans le visible. Heureusement, elle ne l'est pas pour d'autres rayonnement. C'est un mécanisme bien connu pour les rayons UV, grâce à l'effet de filtre de la couche d'ozone. Elle est aussi « opaque » à certains rayonnement dans l'infrarouge à cause des GES.

Loi d'émission des rayons infrarouges (IR) : L'émission des rayons IR d'un corps dépend de sa température (loi de Plank). Plus un corps est chaud, plus son émission est puissante. La « couleur » de la lumière émise dépend elle aussi de la température (jaune pour le soleil à 6000°C , rouge à 700°C , infrarouge à plus faible température et donc pour la Terre). Les rayons évacués par la Terre et l'atmosphère se situent entre 4 et 40 microns, alors que ceux émis par le Soleil sont entre 0,1 et 4 microns (UV, visible et proche IR).

▣ **Le climat va changer**

Quelles que soient nos décisions futures, il est sûr que le climat changera au 21^e siècle. Nous pouvons décider de continuer à le faire changer encore davantage ou de limiter l'ampleur des changements.

Selon les scénarios proposés par le GIEC, « ça va chauffer plus ou moins fort ».

Le graphe montre l'évolution que l'on peut choisir pour la concentration en CO₂, qui est figurée par des traits pointillés et qui aboutissent après 2100 à trois situations différentes.

Une Terre à 17°C en moyenne, une à 19°C en moyenne et une très chaude, à 21°C en moyenne, soit 5°C de plus que la température actuelle.

Il est important de comprendre qu'une partie du changement climatique est inéluctable, à cause du temps de résidence du CO₂ dans l'atmosphère, mais qu'en faisant un maximum d'efforts, il est possible de limiter le réchauffement à environ +2°C d'ici un siècle.

Si nous conservons notre mode de vie actuel, l'augmentation de la température de 5°C ou plus en 100 ans correspondrait à l'amplitude similaire à celle des transitions entre une Terre glaciaire et une Terre chaude, qui se produirait normalement en plusieurs millénaires.

Nous pouvons adapter nos habitudes de transport pour coller progressivement à un scénario visant à une augmentation raisonnable de la température. Le covoiturage et les moyens de transports en communs peuvent remplacer avantageusement la voiture individuelle, et les modes de circulation douce (vélo, roller...) doivent être préféré sur de courtes distance à la mobylette ou tout autre véhicule motorisé.

Pour aller plus loin:

Sur les campus, il existe maintenant différents projets visant à améliorer les conditions de déplacement des étudiants, tout en ayant un impact positif sur l'environnement. Un service de covoiturage national a été développé par la fondation Fondaterra, de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, l'opérateur de covoiturage Green Cove Ingénierie et l'opérateur de téléphonie SFR, avec le soutien de l'ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

Disponible sur tout les campus de France, t.écovoiturage permet aux étudiants, en s'inscrivant gratuitement sur le site www.tecovoiturage.org, d'organiser leurs trajets avec d'autres étudiants d'un même campus, pour des trajets domicile-campus, ou inter-modaux (domicile-gare-campus...).

D'une manière générale, l'utilisation combinée des différents modes de transports respectueux de l'environnement (inter-modalité) permet de réduire drastiquement son empreinte environnementale.

▣ **Changement climatique au-delà du XXI^e siècle**

L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre durant les dernières années aura des répercussions durant des millénaires, de la même façon que lorsque l'on a mis un train en marche, on ne peut pas l'arrêter tout de suite. Ce poster montre les ordres de grandeur des durées des phénomènes que nous avons déclenchés (les « échelles de temps »).

La plupart des prévisions sur le changement climatique portent sur le XXI^e siècle. On pourrait croire que la raison de l'exploration du risque climatique sur 1 siècle est le temps de calcul nécessaire pour faire ces simulations, qui au delà deviendrait trop long. En réalité, il y a essentiellement 2 raisons à cette focalisation :

- i) le XXI^e siècle est notre présent, nous y sommes donc plus sensible qu'à un autre siècle
- ii) il est difficile de faire des prévisions sur l'évolution des activités humaines (démographie, économie, nouvelles technologies, exploitation des énergies fossiles au-delà des réserves avérées de pétrole...)

Le changement climatique ne s'arrête pas dans 100 ans, et il est possible de faire quelques prédictions sur certains aspects du changement climatique au-delà du XXI^e siècle :

L'océan est un énorme réservoir, c'est lui qui va peu à peu absorber l'essentiel du CO₂ atmosphérique pendant les siècles à venir, même bien après que les émissions se soient arrêtées.

Ceci permettra alors une diminution de la concentration en CO₂. En absorbant du CO₂, l'océan augmente son acidité. Cela aura des conséquences sur de nombreux organismes marins. Par ailleurs, l'augmentation de température mettra, elle aussi, des siècles pour atteindre des profondeurs de l'océan. En se réchauffant, l'océan se dilate. C'est et ce sera la première cause, de l'augmentation du niveau des océans. Par ailleurs, les glaciers et les calottes polaires (marges et sud du Groenland, Antarctique de l'Ouest) vont fondre progressivement à l'échelle des siècles des millénaires à venir, ce qui va contribuer à la montée du niveau des océans.

Plusieurs études montrent que, si l'augmentation dépasse 3°C au Groenland pendant plusieurs siècles, alors cette calotte sera déstabilisée : elle représente l'équivalent de 6 m de niveau des mers. La déstabilisation de cette calotte illustre les aspects irréversibles liés aux changements climatiques.

Le carbone qui est injecté dans l'atmosphère lorsque l'on brûle des combustibles fossiles sera finalement digérée par la Terre. Le mécanisme de digestion nécessite de la dissolution de roches dans les sols. Ses mécanismes géologiques ont lieu sur une échelle de temps de dizaines de milliers d'années et c'est pourquoi les concentrations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère ne reviendront à des niveaux « naturels » que très progressivement.

Toutes les dates données sur ce poster sont approximatives. Pourtant, les mécanismes qui conduisent au réchauffement des océans, à son acidification, à sa dilatation, et à la fonte des calottes polaires commencent à être connus et modélisés. Mais l'évolution du climat au long terme dépend du comportement des êtres humains au cours des prochains siècles et de l'intensité de nos rejets de dioxyde de carbone.

Les effets examinés sur cette affiche sont :

Les émissions de CO₂ : nous avons choisi un scénario plausible qui estime que le maximum des émissions de CO₂ dans l'atmosphère sera atteint en 2080. La concentration en CO₂ ne peut baisser que si ce que l'on émet est inférieur à ce que la Terre absorbe, et une date plausible pour le maximum de concentration en CO₂ sera alors 2200. Le maximum de CO₂ correspond plus ou moins au maximum de température.

Le poster fait l'hypothèse qu'il reste encore un tout petit peu de charbon en 2500. C'est la raison pour laquelle il existe toujours des émissions de CO₂.

Mais mais en 3000 il y a plus d'émissions de CO₂. C'est vers 2500 – 3000 que l'océan, qui a absorbé une énorme quantité de CO₂, devient le plus acide. Cela a des répercussions sur les coquilles des animaux marins, et sur l'ensemble des écosystèmes marins, qui restent mal connus mais pourraient déstabiliser les ressources en pêche.

C'est à cette époque que le niveau des mers est le plus élevé. Le niveau de mer aura monté d'1 m au XXI^e siècle et de quelques mètres au cours du prochain millénaire.

Vers l'an 100 000 et au-delà le CO₂ est revenu à son niveau naturel, le cycle naturel du climat peut reprendre, principalement piloté par les paramètres de l'orbite de la Terre et les variations de l'ensoleillement.

▣ **L'effet de serre d'un pays à l'autre**

le CO2 est émis dans certains pays, la France par exemple, plus que dans d'autres.

L'affiche montre des ballons remplis de CO2 que chacun de nous remplit sans cesse...

Les ballons oranges indiquent les quantités moyennes de CO2 émises par an et par habitant, différents pays. Les chiffres ne concernent que le CO2 émis par la consommation du pétrole, gaz ou charbon, source d'énergie fossile. Ces rejets peuvent être mesurés en tonne de carbone ou bien en tonnes de CO2 par an. Il y a un facteur 3,664 entre les deux unités.

Les habitants des pays développés sont ceux qui émettent le plus. On observe que les Sénégalais émettent en moyenne peu de CO2, environ 10 fois moins que les Français, 40 fois moins que les Américains. Chaque année chaque Français remplit un ballon de CO2 qui pèse 6,3 t. C'est-à-dire que chaque jour il rajoute en moyenne 17 kg de CO2. Les Américains utilisent davantage d'énergie et rejettent trois fois plus de dioxyde de carbone que les Français.

Le ballon jaune montre la quantité moyenne par habitant sur terre par 6 milliards d'individus.

Le ballon vert montre la quantité moyenne de CO2 que la Terre absorbe chaque année. Si la moyenne mondiale (ballon jaune) était identique à cette valeur (ballon vert) il n'y aurait pas d'augmentation de gaz à effet de serre mais la moyenne mondiale est supérieure.

Le texte indique qu'il faut réduire d'un facteur supérieur à 2 (passer de 4,1 à 1,5), en moyenne mondiale. À y regarder de plus près, c'est un facteur 4 pour les Français. On diabolise souvent les États-Unis qui rejettent des quantités colossales de gaz à effet de serre : en fait tous les pays riches, et beaucoup de pays émergeant rejettent, par habitant, plus de gaz à effet de serre que la planète ne peut digérer...

La raison de la disparité des émissions est indiquée : elle reflète le niveau de consommation et mode de production d'énergie : utilisation de pétrole, gaz ou charbon, ou autres sources d'énergie comme le nucléaire et l'hydraulique. En France, une grande partie de l'électricité est produite par des centrales nucléaires et hydraulique, ce qui explique des émissions plus faibles qu'en Allemagne, alors que les modes de vie sont comparables. Mais nous utilisons aussi des centrales thermiques pour produire de l'électricité, du pétrole pour les transports routiers et aériens l'agriculture intensive du fuel et du gaz pour le chauffage, ce qui explique une grande partie de nos rejets élevés

Le texte constitue une introduction au protocole de Kyoto et aux politiques de réduction des émissions. Il montre aussi comment procéder pour réduire nos émissions dans un cas particulier, celui de la voiture : la voiture utilise de l'essence ou du gasoil est un gros émetteur de CO2 (et d'autres gaz ayant un impact climatique). Réduire d'un facteur quatre émissions de ce délai possible en diminuant par 4 :

- i) la consommation d'essence (nouvelles voitures plus économes)
- ii) en voulant moins
- iii) en utilisant d'autres moyens de transport collectifs
- iv) en n'utilisant pas la voitures sans passagers et en pratiquant le covoiturage. (t.écovoiturage)

L'absorption par les forêts : il faut faire attention au vocabulaire et distinguer l'absorption du total contenu ou stocké. Le mot stockage, comme le mot piégeage peut être compris dans un sens actif ou passif : être en train d'augmenter la quantité stockée, ou bien être cette quantité. Les climatologues utilisent encore une autre expression : la forêt est un puits de carbone : ce qui signifie qu'elle absorbe le CO2.

Actuellement la biomasse des forêts contient environ une fois et demie plus de carbone que l'atmosphère n'en contient. Au niveau mondial, toujours actuellement l'effet des forêts et d'absorber environ 25 % du CO2 anthropique : la respiration des plantes rejette du dioxygène (O2) et fixe le carbone qui participe à la croissance de plantes (au contraire une forêt à sa maturité qui se régénère sans arrêt, ne produit ni ne consomme de CO2 sur une année : son bilan est nul, si tout le reste égal par ailleurs, comme la quantité de CO2, la température, la quantité d'eau...).

Mais la surface des forêts change : elle a diminué d'environ 1,8 % en 10 ans à cause de la déforestation en Afrique, Amérique et Océanie. Elle a au contraire un connu une extension en Chine, Europe et Amérique du Nord. Ceci entraîne une diminution de l'efficacité du puits de carbone (en France, les forêts ont tendance à s'étendre mais l'absorption de carbone par nos forêts ne correspond qu'à une infime partie de nos rejets).

Dans les régions boréales, l'extension des forêts est favorisée par le réchauffement, ce qui pourrait sembler heureux. Mais la croissance des forêts boréales joue sur le climat dans deux directions opposées : absorption de dioxyde de carbone par leur extension, mais aussi réchauffement direct du climat à cause de l'effet d'albédo c'est-à-dire l'augmentation de l'absorption d'énergie solaire. L'essentiel de l'augmentation de la biomasse qui s'effectue en moyenne et haute latitude (forêt boréale), entraînera vraisemblablement un réchauffement supplémentaire, avec son cortège de conséquences en particulier la diminution de pluie, le déclin d'espèces végétales... Et donc une diminution progressive des capacités d'absorption du CO₂ par les forêts.

Il est même possible que vers 2100, les forêts au lieu de constituer un puits de carbone commencent à en déstocker.

L'absorption par les océans : le cycle du carbone océanique est complexe : l'océan rejette du CO₂ par endroits, et en absorbe en d'autres. Le résultat en ce moment est que les océans sont un puits de carbone (ballon vert). Il est important de comprendre que le climat et le cycle du carbone interagissent étroitement: les simulations d'évolution future du climat montrent qu'un ralentissement de la circulation océanique profonde pourrait entraîner une diminution de ce puits de carbone océanique et donc une proportion plus grande des rejets de dioxyde de carbone par l'océan qui s'accumuleraient dans l'atmosphère.

Le protocole de Kyoto signé entre 1997 et 2004 :

75 pays, surtout industriels, se sont engagés à atteindre en 2008 – 2012 une réduction de leurs émissions de CO₂, de 5,2 % par rapport niveau de 1990. Cela se traduit par des réductions différentes selon les pays : les pays riches doivent consentir à des efforts importants pour permettre aux pays en voie de développement d'utiliser comme nous l'avons fait les énergies fossiles pour améliorer les conditions de vie de leurs habitants. Le protocole de Kyoto est un premier pas indispensable, qui responsabilise les états par rapport aux émissions de gaz à effet de serre, mais qui reste insuffisant puisqu'il faudrait diviser par deux (au niveau mondial) les émissions par rapport au niveau de 1990, et par quatre les émissions françaises. Le protocole de Kyoto est entré en vigueur en janvier 2005.

Les engagements de la France :

au-delà du protocole de Kyoto, la France s'était engagée à réduire d'un facteur 4 les émissions en 2050. Pour cela le gouvernement a élaboré un plan climat et pris un certain nombre de mesures qui sont décrites sur le site <http://www.effet-de-serre.gouv.fr/>

La charte gouvernementale a été votée par le Parlement en 2005, et a nécessité la modification de la constitution. Elle énonce les principes fondamentaux, à portée universelle, du droit à un environnement sain, idéalement durable, et inscrit dans la constitution le principe de précaution.

▣ **Pour produire 300 kg de CO2 il suffit de...**

Animation : Ce panneau pourra être accompagné d'une borne informatique (ordinateur portable...) sur laquelle tourne le logiciel VGAS. Confère la « Notice d'utilisation de VGAS et fiches pédagogiques » pour son utilisation.

Où l'on réalise que chacun contribue à l'effet de serre (sans s'en apercevoir), la majorité des émissions de CO2 en France n'est pas due aux gros industriels mais au mode de vie de chacun d'entre nous. Il est possible de vivre en émettant moins de CO2. Pour cela il est utile de connaître les ordres de grandeur des impacts des différentes activités : par exemple l'effet d'une lampe est celle d'une voiture diminuée d'un facteur quatre vint poser de sérieux changements de mode de vie !

Les exemples ont été pris dans tous les domaines d'activité. Les chiffres sont des ordres de grandeur estimée à la louche qui ne tiennent pas compte des nuances intéressantes : par exemple, à énergie égale, le gaz émet un peu moins de CO2 que le fuel, pour une puissance identique. Les grosses voitures et mettent en général plus que les petites, mais il y a des petites voitures de grosse cylindrée qui émettent autant de CO2 qu'une grosse voiture etc. Le but est de responsabiliser chacun vis-à-vis des gestes de tous les jours et de mettre en évidence les possibilités d'action, dans l'optique de réduction d'un facteur quatre des émissions de CO2.

Le poster sa tâche à 300 kg de CO2, plutôt que 1,5 t car les quantités correspondantes sont plus facilement compréhensibles.

Petite voiture, grosse voiture, avion, train ou vélo : la combustion de l'essence ou du gasoil produit du CO2. Une petite voiture (5 l aux 100 km de consommation moyenne) rejette environ 150 g de CO2 par kilomètre parcouru. Ainsi, 10 000 km seul dans une petite voiture représente l'objectif annuel d'émissions d'une personne (1,5 t de CO2 par an). *Le covoiturage permet de diviser par le nombre de passagers ces émissions! Penser au t.écovoiturage.*

Peu de gens savent que les avions sont aussi de gros émetteurs de CO2 : les émissions d'un avion sur un trajet donné sont proches de celles que l'on obtiendrait si chaque passager faisait la même distance dans une petite voiture. Un aller retour à New York (12 000 km) et met 1,8 t de CO2 par passager ! le développement des transports aériens à bas prix va donc dans le sens d'une accélération des rejets de gaz à effet de serre et donc de la dérive climatique. Par contre le TGV tout comme le RER et le métro peuvent être utilisés chaque jour sans contribution importante à l'effet de serre car ils utilisent l'électricité essentiellement nucléaire. *A défaut de transports en commun, le covoiturage est la solution alternative la plus économe en émission de CO2 par personne. Pour des petits trajets, les modes doux (vélo...) devraient être privilégiés.*

Consommation d'électricité : les chiffres qui sont donnés ici concernent la France. La production électrique en France fait assez peu appel aux combustibles fossiles, grâce à l'utilisation des barrages hydroélectriques et aux centrales nucléaires. Dans d'autres pays qui utilisent essentiellement des combustibles fossiles pour la production électrique, comme le Danemark, les rejets de CO2 associés à la consommation électrique (dont l'éclairage) sont beaucoup plus élevés que ceux montrés ici. Pendant les périodes de pointe (forte demande d'électricité), EDF doit mettre en route des centrales thermiques et les rejets de dioxyde de carbone augmentent. Ainsi, même lorsque le chauffage est électrique, en diminuant la température de quelques degrés ou en améliorant l'isolation de la maison, on économise du CO2. L'utilisation d'appareils ménagers à basse consommation (éclairage réfrigérateur, machines à laver) permet aussi de réduire la production de CO2 via la production d'électricité.

Chauffage au gaz : le chauffage au gaz est plus efficace que chauffage fioul (la quantité de chaleur produite est plus élevée par tonnes de dioxyde de carbone rejeté). Mais même ce mode de chauffage est mauvais et en menant de CO2, surtout si l'on habite en pavillons individuels. Soulignons qu'il sera nécessaire de très bien isoler les maisons. (Utile en hiver quand il fait froid et en été quand il fait trop chaud, pour ne pas avoir besoin de climatiseur qui accroît la consommation d'électricité et dont les fluides sont des gaz à effet de serre).

Acheter 700 € de produits de consommation : de manière générale, tous les produits manufacturés engendrent des émissions de gaz à effet de serre que ce soit à directement pour leur fabrication, pour leur transport, ou indirectement pour la copie quotidienne de ceux qui le fabriquent. Il existe une relation assez stable entre le produit intérieur brut d'un pays et son émission de CO2. Cette relation est utilisée pour donner un ordre de grandeur des émissions associées à la fabrication de produits manufacturés. Cette émission

peut varier fortement d'un produit à l'autre. Il est difficile d'imaginer comment faire des économies de CO2 sur sa consommation si ce n'est en dépensant moins ! Il est possible en consommant autant de produits, de choisir ceux dont la production (de façon indirecte) et le transport engendrent le moins de GES.

Construire une seule pièce d'une maison : la fabrication du ciment émet beaucoup de CO2. Mais la construction d'une maison est un investissement sur des dizaines d'années, et donc une dépense de nature différente, qui pourrait être divisé par le nombre d'années d'utilisation si elle doit être comparée aux autres dépenses.

L'alimentation : l'alimentation est une source importante de gaz à effet de serre. Des chiffres donnés sont en équivalent CO2 comme pour les autres activités humaines. L'agriculture nécessite du pétrole dans la combustion émet du CO2. Le transport des denrées constitue ainsi une source indicative de CO2, lorsqu'on importe de régions éloignées et même d'autres continents. Outre le CO2, l'agriculture est la source la plus importante des autres gaz à effet de serre que sont le méthane et le protoxyde d'azote. Le méthane est émis par les ruminants et les cultures de type rizières. Le protoxyde d'azote est émis par les seuls fertilisés. Ainsi, les émissions de gaz à effet de serre dépendent de nos choix de nourriture. La production de 100 g de boeuf ou de moutons engendrent 1,5 kg équivalents CO2. La production de boeuf engendre 50 à 100 fois plus d'émissions de GES que celle du blé.

On peut donc réduire l'émission de GES, en consommant des produits qui n'ont pas beaucoup voyagé, qui ne sont pas surgelées, en réduisant la consommation de viande rouge.

Origine des chiffres cités

Électricité : les émissions moyennes de CO2 par kilowatt-heure produit par EDF en France sont d'environ 50 g de CO2 par kilowatt-heure. EDF et l'ADEME proposent un coût en CO2 différents suivant que l'on consomme en kilowatts heure pour se chauffer ou pour d'autres usages. En effet, le chauffage par exemple, est beaucoup utilisé pendant des périodes de pointe, pendant lesquelles EDF met en route des centrales thermiques. Les chiffres proposés vont jusqu'à 180 g CO2 par kilowatt-heure pour le chauffage. À l'inverse, ils proposent 140 g CO2 pour les usages d'électricité de base. Le chiffre donné de 300 kg pour 7000 kWh correspond donc aux émissions par kilowatt-heure fabriqué, ou une émission par kilowatt-heure consommé pour un usage de base. Pour du chauffage, 300 kg est fortement sous-estimé.

Le transport en avion : un avion émet environ 150 g de CO2 par kilomètre et par passager. Ce chiffre tient compte du fait que les avions ne sont pas toujours pleins. C'est une moyenne entre les court-courriers qui consomment plus et les long-courriers qui consomment moins au prorata du nombre de passagers.

Transports en véhicules terrestres : les émissions typiques d'une petite voiture sont de 150 g de CO2 par kilomètre, contre 300 g de CO2 par kilomètre. Les chiffres donnés sur le kilométrage possible avec 300 g de CO2 sont déduits directement bien entendu, ils diffèrent suivant les modèles, le mode de conduite, et ne sont pas les mêmes en ville ou sur route nationale.

Éclairage : une famille française typique consomme 4000 kWh par an. L'éclairage représente environ 15 % de ce chiffre, donc 600 kWh par an. EDF et ademe propose, pour l'éclairage, 100 g de CO2 par kilowatt-heure. Donc, les rejets d'une famille pour éclairage sont de 60 kg CO2 par an. 300 kg de CO2 correspondent donc à cinq années d'éclairage.

Chauffage : là aussi il faut faire des hypothèses sur le nombre de personnes dans le logement et le type de consommation.

Produits manufacturés : le chiffre résultat rapport entre les PIB d'un certain nombre de pays et leurs émissions de CO2. Au premier ordre, le PIB correspond à la vente finale de produits (et des services, qui ne sont pas comptées, mais il s'agit d'ordres de grandeur).

Pour plus de chiffres, on pourra se référer soit sur le site de l'ADEME, ou le réseau action climat :

<http://www.ademe.fr/>

<http://www.rec-f.org/>