

PROJET SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE EN ÉQUIPE



L'impact de l'Homme sur le climat : acquis, incertitudes, enjeux

Rapport final

Introduction

Depuis quelques années, le réchauffement climatique est devenu l'un des enjeux majeurs de l'ère moderne. Avec ses activités, l'Homme contribue largement au réchauffement de la planète. S'il n'agit pas rapidement, l'Homme pourrait modifier profondément le climat de la Terre. Nous avons déjà évoqué les conséquences dans le *Bilan des Informations Collectées*. Dans ce rapport final, nous analyserons la façon dont l'Homme modifie le climat terrestre, ainsi que les solutions qu'il cherche pour lutter contre le changement climatique. Nous finirons par présenter le programme que nous avons réalisé, qui permet d'évaluer la masse de CO₂ rejetée par une personne sur un an, grâce à des questionnaires.

Ceci nous amène à la problématique suivante :

Comment l'Homme influe-t-il sur le climat, et quelles solutions trouve-t-il pour y remédier ?

1/Partie théorique

1.1/L'influence de l'Homme sur le climat

Dans cette première partie, nous verrons comment l'Homme contribue au réchauffement de la Terre. Nous verrons les notions de bilan radiatif de la Terre, ainsi que l'absorption des rayonnements. Ensuite, nous analyserons les solutions que l'Homme tente de mettre en place pour remédier à ce réchauffement.

1.1.1/Émission des gaz à effet de serre par secteur d'activités

L'impact de l'homme sur le climat est aujourd'hui non négligeable. Le développement économique à travers la révolution industrielle a accéléré ce processus. Dans tous les secteurs d'activités, le rejet des gaz à effet de serre est présent.

Emissions annuelles de gaz à effet de serre par secteur

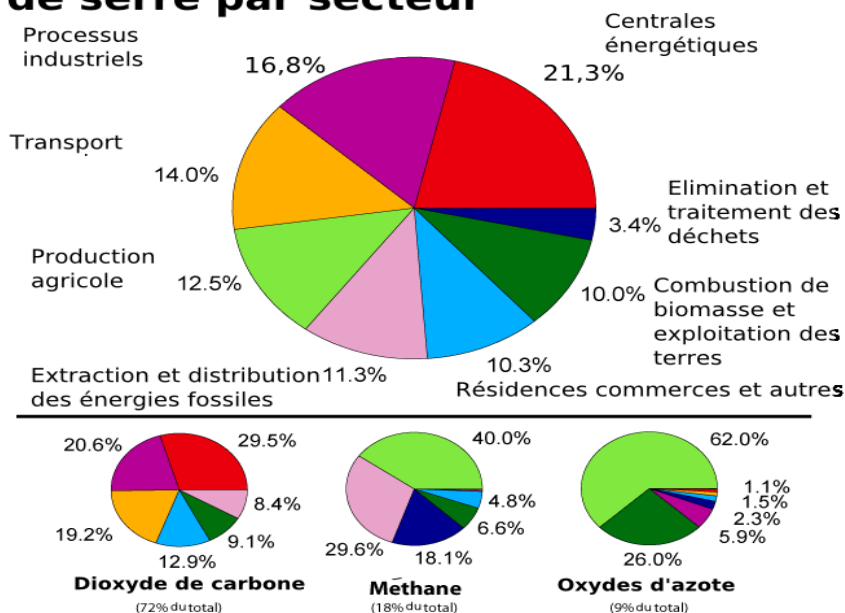


Figure 1: Émissions de gaz à effet de serre par secteurs d'activités en 2007

Les centrales énergétiques ainsi que les processus industriels utilisent la combustion des énergies fossiles qui émet abondamment du dioxyde de carbone. Le transport comporte les déplacements en voiture et en avion principalement. Ce sont les trois secteurs qui sont les plus polluants dans le monde.

De plus, depuis 1990, les émissions en gaz à effet de serre ont augmenté dans les secteurs des transports et des bâtiments. En revanche, il y a une nette diminution de ces émissions dans les industries.

1.1.2/Bilan radiatif

Le bilan radiatif permet de connaître la quantité d'énergie reçue par la Terre et la quantité renvoyée par celle-ci (rayonnement solaire réfléchi + rayonnement terrestre infrarouge). Lorsque la différence est nulle entre ces deux valeurs, la température terrestre est constante.

La principale source d'énergie reçue par la Terre vient du rayonnement solaire. En raison de la sphéricité de la Terre, l'apport d'énergie solaire varie selon la latitude : plus élevé au niveau de l'équateur, moins élevé au niveau des pôles comme on peut le voir dans le schéma ci dessous. En moyenne, le rayonnement solaire reçu par la Terre est de 342 W.m^{-2} .

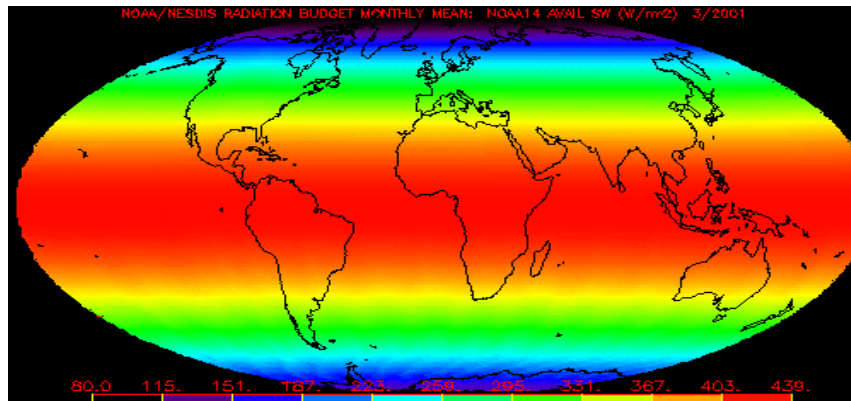


Figure 2: Répartition du rayonnement solaire

Cependant, toute l'énergie reçue par la Terre n'est pas absorbée par celle-ci. En effet, une partie de cette énergie est réfléchiée par la surface terrestre. Les différents éléments permettant cette réflexion sont l'atmosphère, les nuages, la surface des océans, celle des continents qui réfléchissent plus ou moins les radiations solaires.

Pour évaluer cette réflexion, on calcule l'albédo. Il s'agit d'un indicateur de rayonnements solaires qui est réfléchi. L'albédo terrestre est d'environ 30%, ce qui correspond à 102 W.m^{-2} . Cette énergie est donc perdue par la Terre.

Le reste du rayonnement solaire, c'est à dire 240 W.m^{-2} , est absorbé par les gaz de l'atmosphère, par les nuages, les océans, et la surface des continents. Cette absorption entraîne un échauffement de la Terre.

Enfin, cet échauffement a pour conséquence une émission de radiations. En effet, tout corps porté à une certaine température émet à son tour des radiations. La longueur d'onde de celle-ci dépend de la température de la surface émettrice. Par exemple, la Terre (surface et atmosphère) émet un rayonnement infrarouge. Étant donné que ce rayonnement est émis vers l'espace, il représente donc une perte d'énergie pour la Terre.

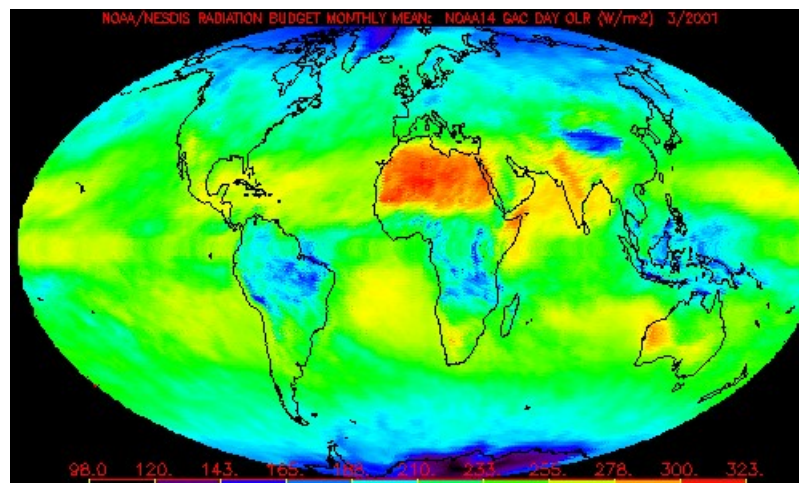


Figure 3: Rayonnement émis par la Terre

Par conséquent, la Terre reçoit un rayonnement solaire. Ce rayonnement est réfléchi par l'albédo. L'autre partie de ce rayonnement est absorbée par la Terre. Or à cause de cet échauffement, la terre émet un rayonnement infrarouge. La différence entre le flux solaire absorbé et le flux envoyé vers l'espace permet d'obtenir alors le bilan radiatif de la Terre.

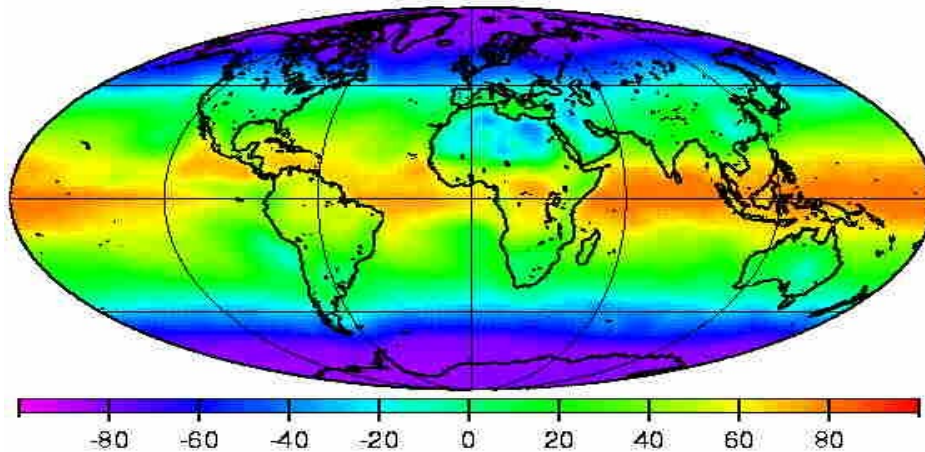


Figure 4: Bilan radiatif de la Terre

Le réchauffement climatique est dû à l'augmentation de la présence en gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cette hausse entraîne à la fois une absorption de la lumière infrarouge émise par le soleil et celle émise par la Terre. La conclusion est évidente : ce phénomène entraîne un déséquilibre du bilan radiatif : la quantité d'énergie absorbée par le système Terre et atmosphère est supérieure à celle réémise vers l'espace. En conséquence, la température moyenne de la Terre augmente tant que ce déséquilibre perdure.

1.1.3/Absorption des rayonnements

Nous avons vu que l'effet de serre était accentué par la présence des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les deux principaux gaz à effet de serre sont l'eau et le dioxyde de carbone. Sur le schéma ci dessous, on remarque que les autres gaz comme le méthane, le protoxyde d'azote et l'ozone sont négligeables par rapport aux deux autres gaz.

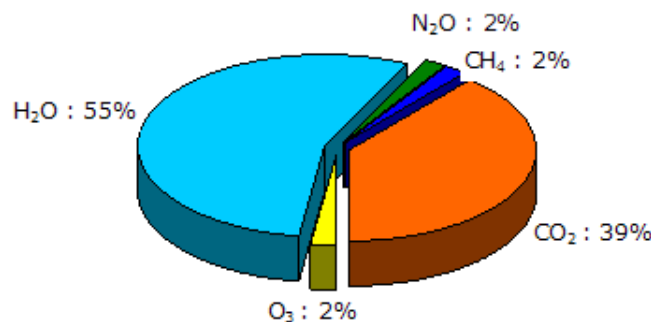


Figure 5: Contribution à l'effet de serre naturel des différents gaz présents dans l'atmosphère

Lorsque la Terre émet ses rayonnements infrarouges, seule une petite partie est rejetée vers l'espace, tandis que la plupart de ce rayonnement, qui est intercepté en partie par l'atmosphère elle-même, mais aussi par les GES, est renvoyé vers la Terre, ce qui a pour conséquence d'augmenter la température à sa surface.

L'effet de serre est en fait relié à une propriété physique : l'absorption du rayonnement infrarouge par un corps. Ainsi tous ces gaz qui sont transparents au rayonnement visible et qui absorbent partiellement le rayonnement infrarouge participent à l'effet de serre. Cependant, tous ces gaz n'absorbent pas la même quantité de rayonnements infrarouges. Cela dépend de la structure de la molécule. Ainsi, les molécules bi-atomiques et symétriques tels que O_2 , N_2 , H_2 sont peu ou pas absorbantes dans le domaine de l'infrarouge tandis que les molécules triatomiques ou non symétriques tels que H_2O , CO_2 , CH_4 absorbent beaucoup plus. Par ailleurs, parmi ses gaz, certains absorbent mieux ce rayonnement infrarouge comme c'est le cas pour CO_2 (qui est relativement abondant et qui possède une bande d'absorption là où la Terre émet le plus de rayonnement, $15\mu m$).

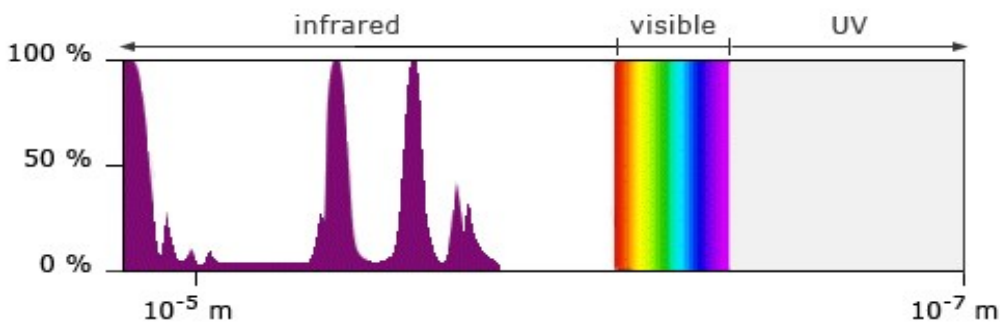


Figure 6: Pourcentage d'absorption du dioxyde de carbone

On observe des pics d'absorption au niveau des rayonnements infrarouges pour le dioxyde de carbone.

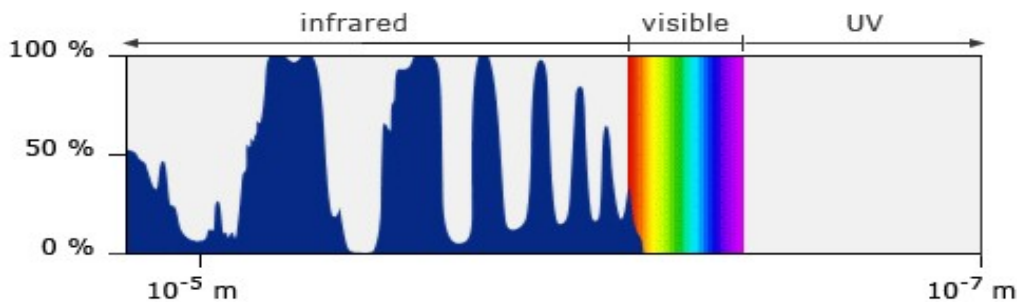


Figure 7: Pourcentage d'absorption de la vapeur d'eau

On observe d'autant plus de pics d'absorption pour la vapeur d'eau.

Ainsi, la présence de ces deux gaz dans l'atmosphère en grosse quantité permet d'absorber abondamment les rayonnements infrarouges émis par la Terre.

Cette capacité d'absorption s'explique par la quantification de l'énergie. En effet, la bande fondamentale en absorption est associée à la transition entre les niveaux $u=0$ et $u=1$. Lors de l'absorption, les molécules considérées peuvent absorber un photon (particule élémentaire du rayonnement électromagnétique) lorsque celui-ci correspond à la bande d'absorption de la molécule et ainsi passer de l'état fondamental à un état excité de vibration.

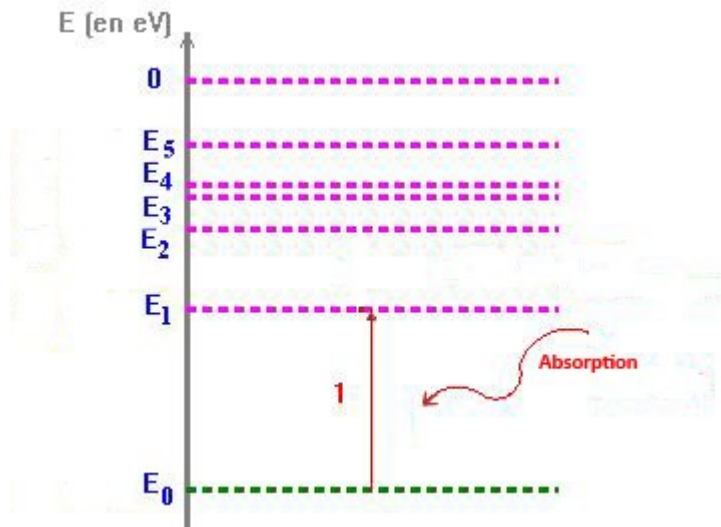


Figure 8: Diagramme d'état

Selon la mécanique quantique, le mouvement d'une molécule est régi par l'équation de Schrödinger. On a alors E l'énergie totale de la molécule tel que :

$$E = h n \left(u + \frac{1}{2} \right)$$

avec h la constante de Planck, u nombre quantique et n la fréquence.

La fréquence d'absorption, notée pour l'instant n_{mn} est reliée à la différence d'énergie entre ces deux niveaux par la relation :

$$E_{transition} = h n_{mn}$$

La transition entre le niveau fondamental et celui avec $u=1$ est alors modélisée par :

$$E_{transition} = E_{u=1} - E_{u=0} = h n \frac{3}{2} - h n \frac{1}{2} = h n$$

Ainsi la fréquence du rayonnement d'un photon est directement relié à l'absorption de celui ci par une molécule. Dans notre cas, la Terre émet un rayonnement infrarouge de longueur d'onde $\lambda = 15,0 \text{ mm}$,

c'est à dire de fréquence $n = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{15 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{13} \text{ Hz}$ avec c célérité de la lumière.

1.2/L'Homme cherche des solutions

Nous allons voir maintenant quelles solutions l'Homme a mis en place (ou compte mettre en place) afin de préserver la planète et réduire le réchauffement climatique dont il est responsable.

1.2.1/Les décisions politiques

La lutte contre le réchauffement climatique passe d'abord par d'importantes décisions politiques. Nous en verrons ici deux : le protocole de Kyōto et le Grenelle de l'Environnement.

- Le protocole de Kyōto est encore une avancée pour lutter contre le changement climatique. Il vise à réduire émissions de gaz à effet de serre.

Les gaz concernés sont les suivants :

- Le CO₂ (gaz carbonique) le plus souvent dû à la déforestation et à la combustion.
- Le CH₄ (méthane) qui est dû la plupart du temps aux décharges, aux ordures ménagères, à la culture du riz, et aux les exploitations pétrolières.
- HFC et PFC (les halocarbures) sont les gaz réfrigérants utilisés dans les systèmes de climatisation par exemple.
- N₂O (oxyde nitreux) qui provient de l'utilisation d'engrais.
- SF₆ (hexafluorure de soufre) présent dans les transformateurs électriques.

Les pays signataires se sont donnés des objectifs afin de diminuer leurs émissions entre 2008 et 2012 : 7% pour les États-Unis, 6% pour le Japon, 8% pour l'Europe et globalement 5,5% pour les autres pays développés. Entre 2008 et 2012, la France est censée stabiliser ses émissions de gaz à effet de serre à leur niveau de 1990. Le 16 février 2005 le protocole de Kyōto est entré en vigueur. Les États-Unis émettant environ 35% du total des gaz à effet de serre d'origine humaine a décidé de ne pas ratifier le Protocole.



Figure 9: Pays signataires du protocole de Kyōto

Le Protocole de Kyōto étant un projet ambitieux et important, les pays adhérant possèdent des mécanismes de flexibilité :

-Les **permis d'émissions** permettent de vendre ou d'acheter des droits à émettre entre pays industrialisés.

-La **mise en œuvre conjointe** qui permet entre pays développés d'investir dans des domaines qui visent à réduire les émissions de gaz à effet de serre hors de leur territoire et ainsi de bénéficier des crédits d'émission qui visent à générer des réductions.

- Le **mécanisme de développement propre** qui est très proche du mécanisme précédent. La seule différence c'est que l'investissement se fait d'un pays développé vers un pays en voie de développement.

Selon les chiffres, la réduction atteint 2,8% en 2005. Il faudra fournir encore beaucoup d'efforts afin d'atteindre les -5% en 2012.

Selon le secrétariat de la Convention sur le Changement Climatique, ces efforts vont devoir être réalisés dans les pays qui continuent à augmenter leurs émissions. Par exemple l'Espagne qui a augmenté de 53,3% ses émissions par rapport à 1990, du Portugal (+42,8%), de la Turquie (+74,4%) ou encore de la Nouvelle-Zélande (+24,7%). Le secrétariat mise sur tous les outils disponibles : marché d'échange de quotas, mécanismes de développement propre (MDP) et la mise en œuvre conjointe (MOC).

- Le Grenelle est un ensemble de rencontres politiques organisées en France en octobre 2007, visant à prendre des décisions à long terme en matière d'environnement et de développement durable. Le terme « Grenelle » renvoie aux accords de Grenelle (mai 1968).

Le débat a été organisé autour de huit groupes de travail rassemblant chacun 40 membres répartis en 5 collèges. Ces collèges ont pour vocation de représenter les acteurs du développement durable : l'État, les collectivités locales, les ONG, les employeurs et les salariés.

Voici la liste des huit groupes :

- Biodiversité et les ressources naturelles
- Changements climatiques
- Environnement et santé
- Production et consommation
- Gouvernance et éducation
- Compétitivité et emploi
- OGM (Organismes Génétiquement Modifiés)
- Déchets



Les résultats arriveront octobre 2007. En effet, présidée par Nicolas Sarkozy, la table ronde du Grenelle de l'environnement a eu lieu les 24 et 25 octobre 2007 en présence de Wangari Maathai d'Al Gore, tous deux Prix Nobel de la Paix et de José Barroso, président de la Commission Européenne, afin d'aboutir à la définition d'un certain nombre de propositions, mesures et annonces.

Trois grands principes ressortent de cette table ronde : la lutte contre le réchauffement climatique, la protection de la biodiversité et la réduction des pollutions.

On peut citer par exemple, au niveau des transports, la création de 1.500 km de lignes de tramway hors Île-de-France (contre 329 en 2007) (Investissement évalué à 17 milliards d'euros), ou l'éducation au développement durable (EDD) qui aurait lieu dans l'enseignement supérieur, agricole et sportif. Une autre action de ce grenelle de l'environnement est le bonus/malus pour tout achat d'une voiture neuve.

Mais de nombreuses associations françaises ont fustigé ou critiqué l'initiative gouvernementale du "Grenelle environnement" dès l'été 2007, appelant à animer un « Contre-Grenelle de l'environnement ». Certains voient le Grenelle de l'environnement comme une imposture. Les principaux sujets de dissensus étant le nucléaire, les OGM ou les agro-biocarburants.

1.2.2/ Les avancées technologiques

Nous avons choisi de traiter ici une seule avancée technologique, les panneaux solaires. Considérée comme un luxe il y a encore quelques années, le panneau solaire est de nos jours adopté par de nombreuses familles qui souhaitent produire leur propre énergie grâce au Soleil. Voyons comment fonctionne cette technologie écologique.

Il existe 2 types de panneaux solaires : les photovoltaïques et les thermiques.

Commençons par les photovoltaïques :

L'élément de base des panneaux solaires photovoltaïques sont les cellules du même nom constituées de cristaux de silicium.

Ces dernières permettent de produire de l'électricité grâce à l'énergie solaire en utilisant l'effet photovoltaïque. L'emploi de ces cellules reste limité en raison de leur prix et de leur rendement de conversion. Il faut en effet 5 ans de fonctionnement au panneau solaire pour recréer l'énergie qui a permis de créer ce dernier.

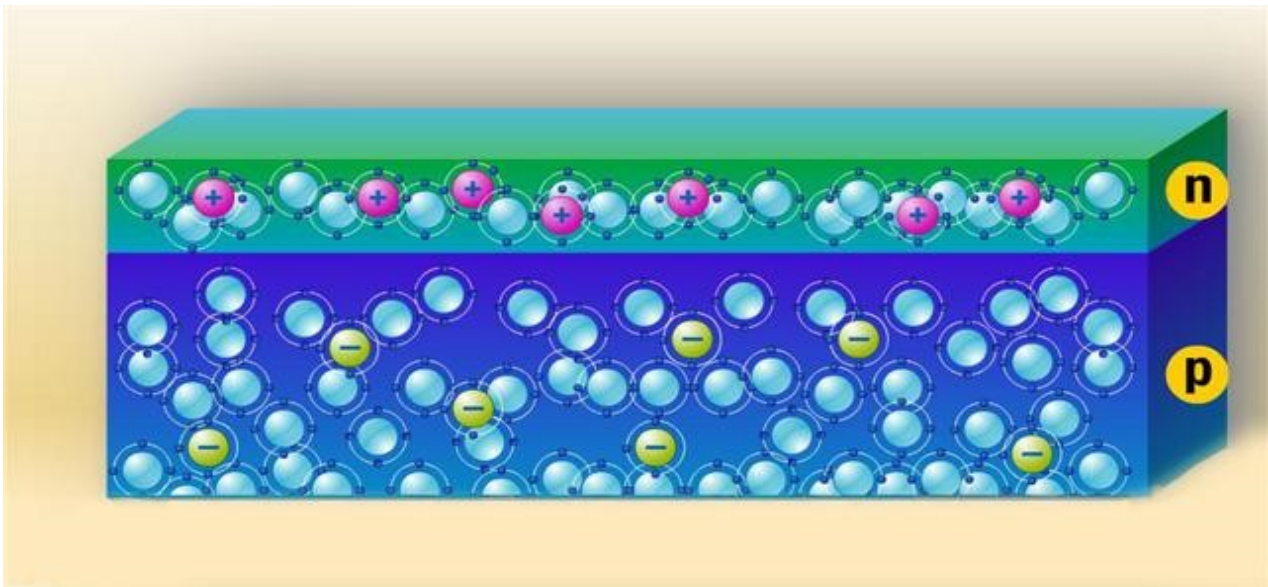


Figure 10: Schéma représentant les cristaux de silicium

Les cristaux de silicium sont disposés en deux couches n et p qui permettent la création d'un champ électrique.

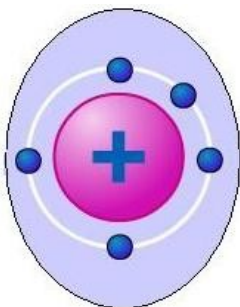


Figure 11: Couche n

Dans la couche n , des atomes de phosphore ont été mélangés au silicium. Or le phosphore possède un électron de plus en périphérie que le silicium, n est excédentaire en électrons.

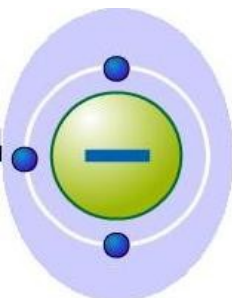


Figure 12: Couche p

Dans la couche p , ce sont les atomes de bore qui sont introduit dans le cristal de silicium. Le bore possédant un électron de moins que le silicium, p est déficitaire en électrons.

Lorsque les couches *n* et *p* sont mis en contact, les électrons en excès dans le matériau *n* diffusent dans le matériau *p*. La zone *n* devient chargée positivement, un équilibre se crée, il en résulte un champ électrique *E*.

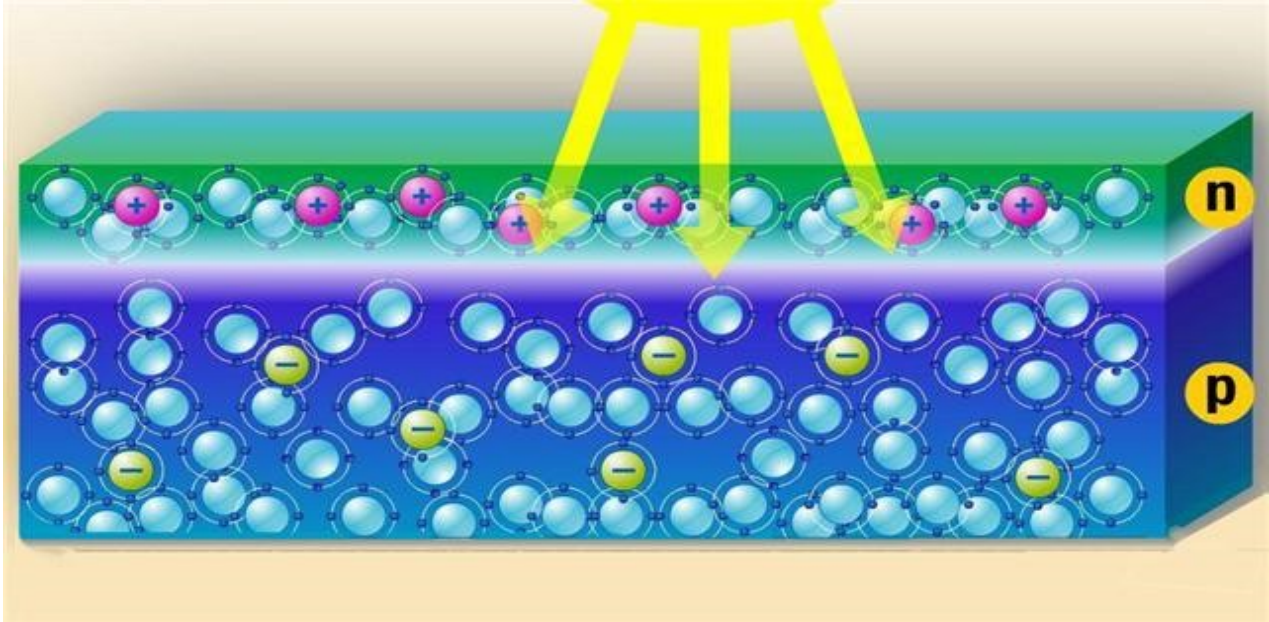
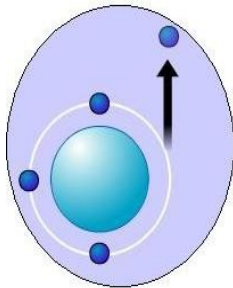
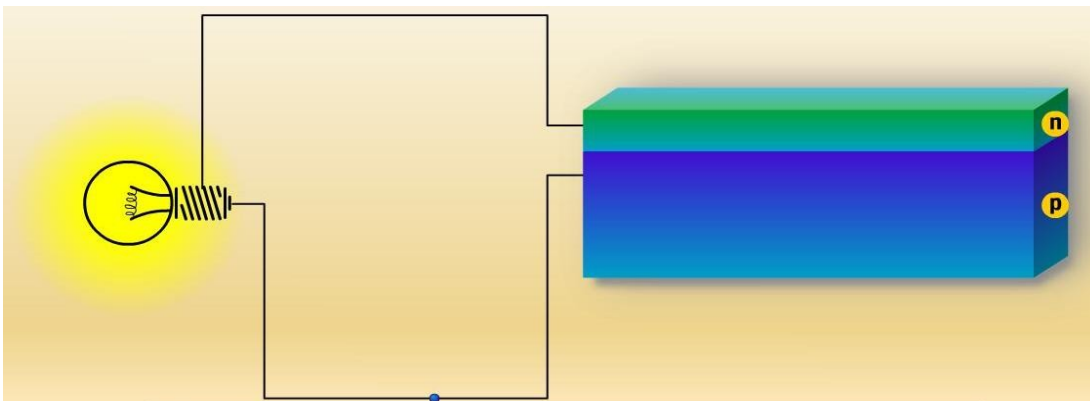


Figure 13: Contact entre les deux couches

Lorsque la lumière pénètre dans le cristal, elle arrache un électron aux atomes de silicium.

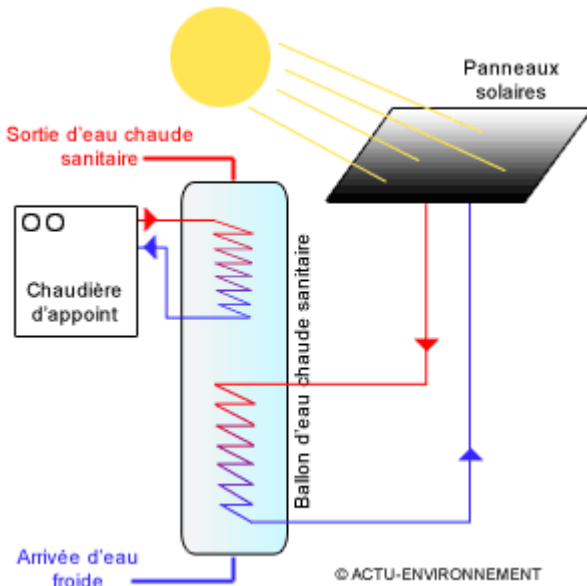


Le champ électrique entraîne l'électron ainsi libéré vers le circuit électrique.



L'électron perdu par l'atome de silicium est récupéré en bouclant le circuit électrique . Plus l'énergie lumineuse est intense, plus intense est le courant.

Voyons maintenant le fonctionnement des panneaux solaires thermiques :



Les panneaux solaires thermiques servent à transformer la **lumière en chaleur**. Pour cela, les rayons du soleil passent d'abord par une plaque de verre transparente à la lumière. Sous ce verre, un absorbeur noir (plaque de métal recouverte d'une fine couche de chrome) absorbe 80 à 90% des rayons lumineux. L'absorbeur transforme ces rayons lumineux en chaleur, grâce au transfert thermique par rayonnement. En s'échauffant, l'absorbeur émet des infrarouges. Ces infrarouges sont bloqués entre la plaque de métal et la plaque de verre, c'est le principe de l'effet de serre. Ainsi, l'air entre les deux plaques s'échauffe et améliore le rendement. Par conduction, l'énergie thermique ou chaleur de l'absorbeur est transmise à un circuit d'eau (c'est le liquide caloporteur). Celle-ci s'échauffe et est ensuite acheminée vers un ballon d'eau chaude à l'aide d'une pompe, ou bien par la simple gravité. Dans l'accumulateur, le liquide caloporteur chaud parcourt un circuit et transfère sa chaleur à l'eau domestique.

1.2.3/La prise de conscience

Avant tout, on peut dire que la lutte contre le réchauffement climatique passe par une prise de conscience générale de chaque citoyen de la planète. Nous avons répertorié quelques gestes au quotidien qui permettent de réduire à notre échelle nos émissions de gaz à effet de serre.

Pour vos courses :



- Il vaut mieux choisir les produits éco-labellisés NF-Environnement ou Ecolabel Européen qui assurent la double garantie « qualité et environnement ».
- Privilégier les produits rechargeables, réutilisables et concentrés.
- Prendre des cabas plus que des sacs plastiques.

- Remplacer ses ampoules par des ampoules basse consommation.
- Sélectionner son électroménager grâce à l'étiquette d'énergie.

Pour votre alimentation :



- Privilégier les produits certifiés « Agriculture Biologique » ou issus du commerce équitable pour favoriser les modes de production les plus respectueux de l'environnement et des conditions sociales.

- Recentrer ses achats sur des produits locaux et de saison (évite le transport et l'usage de serre chauffées)
- Diversifier son alimentation en privilégiant les fruits et légumes.

Pour vos déchets :



- Trier au mieux les déchets résiduels.
- Composter les déchets dégradables.
- Apposer un « stop pub » sur votre boîte aux lettres.
- Penser à la seconde vie de nos produits (réparer, réutiliser, donner...)

Pour l'eau :



- Éviter les fuites : un écoulement goutte à goutte peut faire dépenser plus de 4 000 litres d'eau par an.
- S'équiper de dispositifs pour réduire le débit d'eau (chasse d'eau à double commande).

-Prendre des douches plutôt que des bains.

Réduire vos consommations d'énergie :



- Se fier à l'étiquette énergie : choix du véhicule, du logement mais aussi des équipements électroménagers et des lampes.
- Privilégiez les transports en communs ou le covoiturage.

Améliorer votre habitat :



- Lors de l'achat ou de la location, prendre en compte le diagnostic de performance -énergétique (DPE) de votre future habitation.
- Penser à améliorer l'isolation et à intégrer des énergies renouvelables (chauffage bois, énergie solaire, photovoltaïque ou thermique...)

- Au quotidien, ventiler votre habitat afin d'améliorer la qualité de l'air ambiant.
- Éco-prêt et crédit d'impôts peuvent vous permettre de réduire les coûts d'investissement.

Pour vos vacances :



- Ne pas rapporter de plantes ou d'animaux, cela pourrait contribuer à leur disparition.
- Se conduire en vacances comme à la maison en matière de préservation de l'eau et de réduction des déchets

-Respecter et soutenir les cultures et organisations locales.

- Favoriser les modes de déplacements les moins impactant (ex: train) ou, à défaut, compenser les trajets, notamment si vous utilisez l'avion.

Pour vos déplacements :



- Privilégiez avant tout les transports en commun et les modes de déplacement doux.
- Favoriser le covoiturage et l'éco-conduite.
- Opter pour un véhicule qui bénéficie du bonus écologique maximal.

2/Partie expérimentale

Dans la partie expérimentale, nous avons choisi de réaliser, conformément au cahier des charges, un programme permettant d'évaluer grâce à un questionnaire thématique la masse de dioxyde de carbone rejetée par un individu sur un an. Pour cela, nous avons trouvé sur internet diverses sources chiffrant les émissions à l'échelle humaine. Nous avons préféré rester sur le CO₂, car il était plus aisé de trouver des chiffres pour ce gaz plutôt que pour d'autres gaz à effet de serre.

2.1/Développement et tests

Nous avons commencé par réaliser une interface graphique à l'aide de la librairie **GTK+**. Cette librairie est particulièrement adaptée à notre programme, tout d'abord car elle est codée en **langage C**, celui que nous utilisons pour notre projet. Ensuite, car elle permet de créer une interface avec des boutons et des fenêtres, le tout avec une approche événementielle (gestion de la souris par exemple). Le seul inconvénient est que le tout est un peu « triste », avec des tons assez gris. Nous y avons ensuite intégré les questions, le calcul du bilan, puis quelques conseils pour réduire ses émissions de dioxyde de carbone. Nous avons également créé un module d'installation, pour que chacun puisse l'installer sur son ordinateur.

Le tableau ci-dessous répertorie les principales évolutions du programme durant cette année :

Version	Date de finalisation	Fonctionnalités
alpha 1.0.21.12	21/12/2008	Interface graphique : menu principal
alpha 2.0.15.01	15/01/2009	Interface graphique : questions
bêta 1.0.22.02	22/02/2009	Implémentation des questions et du calcul du bilan (en mémoire)
bêta 2.0.10.03	10/03/2009	Refonte de l'interface graphique et ajout des images du menu
RC 4.12.29.1010	12/04/2009	Ajout des crédits, des conseils et correction de bugs
RC 5.7.29.1619	07/05/2009	Création de l'installateur (version finale) et correction de bugs

Pendant toute la phase de développement, nous avons recherché sur Internet des sites où l'on pouvait trouver des chiffres clairs sur la masse de dioxyde de carbone rejetée pour chaque « action ». Nous en avons ensuite tiré les différentes questions auquel l'utilisateur devra répondre.

Voici l'environnement de développement (et compilateur) que nous avons utilisé, **Code::Blocks** :

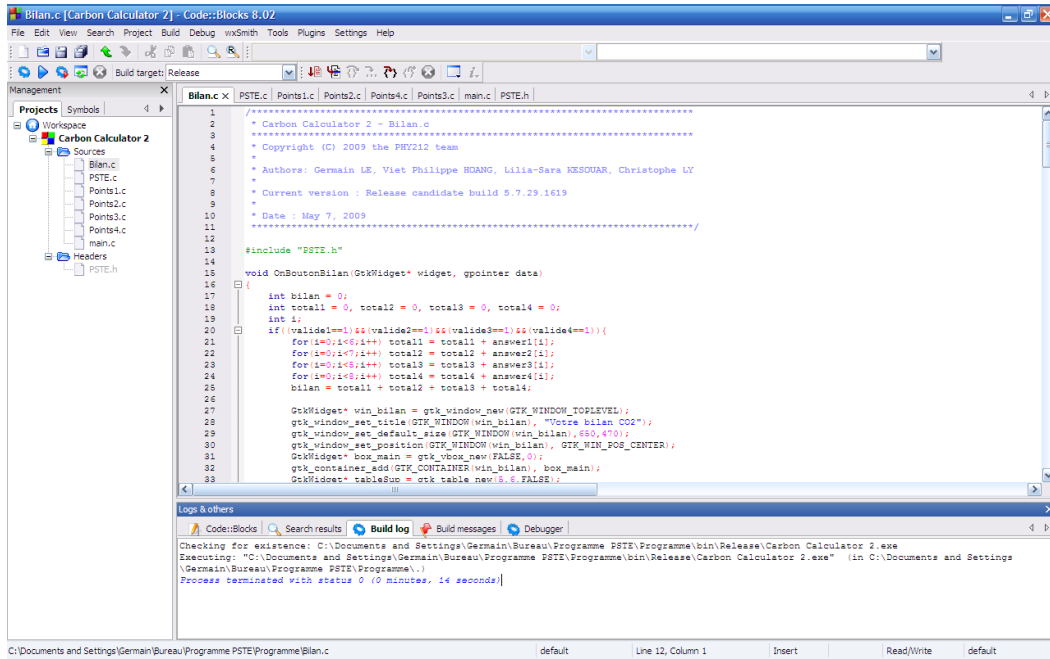


Figure 17: Interface de Code::Blocks

Le projet en lui-même se compose d'un fichier en-tête (*PSTE.h*), comprenant les prototypes de toutes les fonctions du programme, ainsi que les variables globales. Ensuite, le fichier source principal (*main.c*) permet de créer la fenêtre d'accueil. Il sert de « porte d'accès » aux questionnaires, répartis sur quatre thèmes (donc quatre fichiers *Points1.c*, *Points2.c*, *Points3.c*, *Points4.c*) et au bilan (*Bilan.c*). Enfin, le fichier source *PSTE.c* regroupe les autres fonctions nécessaires au fonctionnement du programme (fermeture de fenêtre, ouverture de la fenêtre des conseils etc.) Au total, le programme comporte environ 2.500 lignes de code.

En ce qui concerne les tests, nous avons d'abord compilé le programme en mode *Debug*, pour pouvoir avoir accès à la console, et voir les éventuels bugs au niveau des variables. Lorsque tout était réglé, nous sommes passé en mode *Release* (d'où les versions *Release Candidate* ou *RC*), ce qui permettait d'enlever le mode console, inutile et encombrant pour la version finale.

Nous avons également procédé nous-mêmes à des tests afin de détecter d'éventuelles erreurs d'affichage, ou de comptage de points.

Pour le fichier d'installation, nous avons utilisé le logiciel **Inno Setup**. Gratuit et performant, il nous a permis de réaliser un fichier *.exe* avec toutes les librairies et images nécessaires à notre programme.

Globalement, le cahier des charges a été respecté. Nous avons juste remanié les catégories en fonction des chiffres que nous avons trouvé sur Internet.

2.1/Fonctionnement

Voyons maintenant, captures d'écran à l'appui, comment réaliser ce bilan :

Pour lancer l'installation, il suffit de double-cliquer sur l'icône :



L'installation se lance alors :



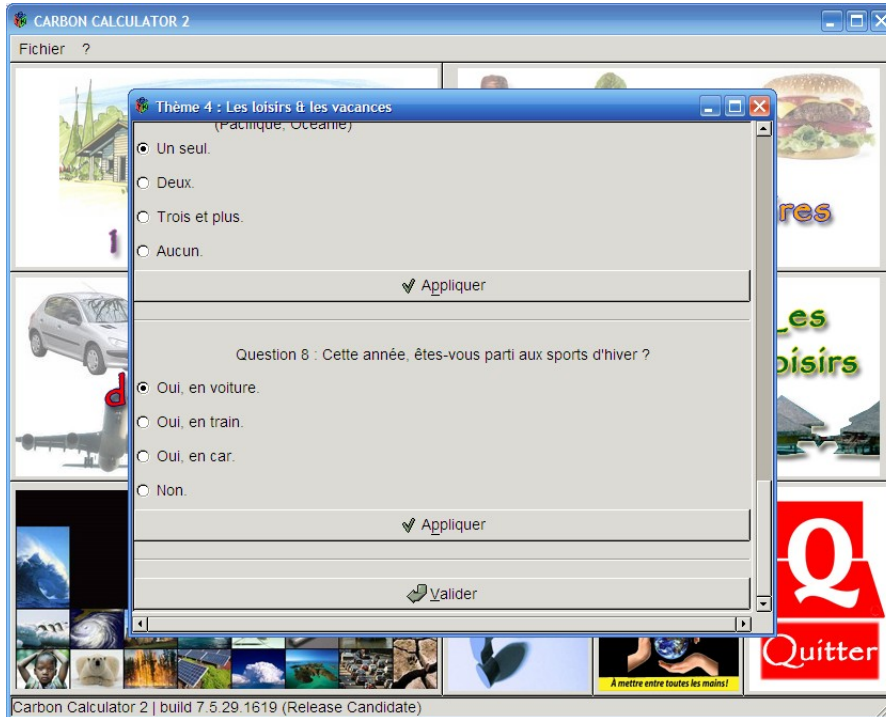
Lorsque l'on lance le programme, on arrive d'abord sur une fenêtre d'accueil :



Puis, la fenêtre principale de jeu se lance :



Pour faire le test, il suffit de répondre aux questions des quatre catégories, puis de cliquer sur « BILAN ». Voici à quoi ressemble un questionnaire :



L'utilisateur doit cliquer sur « Appliquer » pour valider sa réponse, puis cliquer sur « Valider » pour que ses réponses soient prises en compte par le programme. Évidemment, tant qu'il n'a pas validé le questionnaire, il est libre de changer sa réponse à une question. Il faudra alors cliquer à nouveau sur « Appliquer ».

Remarque : L'utilisateur doit avoir répondu à toutes les questions avant de valider le questionnaire.

Lorsque l'utilisateur a terminé de répondre à toutes les questions, il appuie sur « BILAN » :



Les barres de pourcentage permettent d'avoir une approche visuelle de la masse de dioxyde de carbone rejetée par l'utilisateur. Les pourcentages sont calculés à partir de la masse de CO₂ maximum définie par les réponses aux différentes questions. Ici, le total n'a pas l'air très élevé, car l'utilisateur n'a que 4% du maximum dans la catégorie « Loisirs & Vacances ». En effet, dans cette catégorie, nous comptons les voyages en avion, qui émettent beaucoup de dioxyde de carbone. Il y a également un petit commentaire en dessous pour que l'utilisateur puisse se situer.

Remarque : Tant qu'il n'a pas validé les quatre questionnaires, l'utilisateur ne peut pas faire son bilan.

Le reste des fonctionnalités ne sera pas détaillé ici (faute de place), nous en ferons la démonstration pendant la soutenance. D'autres améliorations seront peut-être ajoutées d'ici la soutenance.

3/Organisation de l'équipe

Durant toute l'année, nous avons gardé globalement la même répartition du travail : Viet Philippe et Germain se sont occupés du programme GTK+, Christophe et Lilia-Sara ont pris en charge toute la partie théorique du projet. Le planning a été plus ou moins respecté, mais nous avons essayé de travailler de façon régulière tout au long de la durée du projet.

Conclusion

Nous avons pu voir que même si l'Homme modifie son climat de par ses activités, il cherche également des solutions pour pouvoir réduire ce réchauffement. Bien sûr, les avancées technologiques ne feront pas tout. Cette lutte passe aussi par une prise de conscience et par des décisions politiques. Nous devons tous être actifs dans la protection de la planète, pour laisser aux générations futures un endroit habitable. Avec l'élection de Barack Obama à la présidence des États-Unis, le pays devrait enfin ratifier le protocole de Kyōto, et peut-être faire avancer le monde dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Sources

Partie théorique :

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/>

<http://wwwens.uqac.ca/chimie/>

http://www.fnh.org/francais/faq/effet_serre/contenu.htm

http://fr.wikipedia.org/wiki/Bilan_radiatif_de_la_Terre

<http://www.educnet.education.fr/>

<http://crrdp.ac-amiens.fr/>

<http://www.chimix.com/an7/bac7/ant74.htm>

http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2_Rayonnement_et_gaz_effet_de_serre/-_bilan_radiatif_et_effet_de_serre_2tv.html

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

<http://www.legrenelle-environnement.gouv.fr/>

http://www.actu-environnement.com/ae/news/ccnucc_objectif_protocole_kyoto_3946.php4

http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/terre-1/d/protocole-de-kyoto_3540/

Partie expérimentale :

<http://gtk.developpez.com/cours/gtk2/>

<http://www.siteduzero.com/>

<http://menaceclimatique.free.fr/>

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

Pour les images, voir les crédits dans le programme.