

CHAP I.

L'ENERGIE

1) Introduction

L'énergie est indispensable à toute vie. Elle y est aussi intimement liée.

Pour vivre un organisme utilise de l'énergie, énergie qu'il trouve dans les éléments de son écosystème, (lumière solaire, énergie chimique d'autres organismes qu'il consomme...)

Dans sa capacité à créer et utiliser des outils, l'homme a très vite appris à domestiquer l'énergie.

Le feu (le bois), l'eau, le vent et la force animale ont rempli ses besoins jusqu'il y a peu.

A la fin du XVIIIe siècle, **au cours de la révolution industrielle**, une série de découvertes vont accélérer le développement technologique et industriel (machine à vapeur, métiers à tisser mécanisés ('spinning Jenny')).

Les besoins en énergie vont alors augmenter de façon importante, les énergies traditionnelles ne suffisent plus (charbon de bois, énergie animale,...), le **CHARBON** (de terre) entre dans la danse. Son pouvoir énergétique va permettre aux industries de compenser le pauvre rendement de leur matériel et de monter en puissance, de limiter en volume le stockage du combustible (car il est plus performant) ce qui est important en ville ou à bord de véhicules (train, bateau à vapeur...). Le confort énergétique ainsi créé profite plus aux quantités produites qu'à l'optimisation des procédés : **le gaspillage est immédiat et les machines ont des rendements faibles (2 à 5%)**

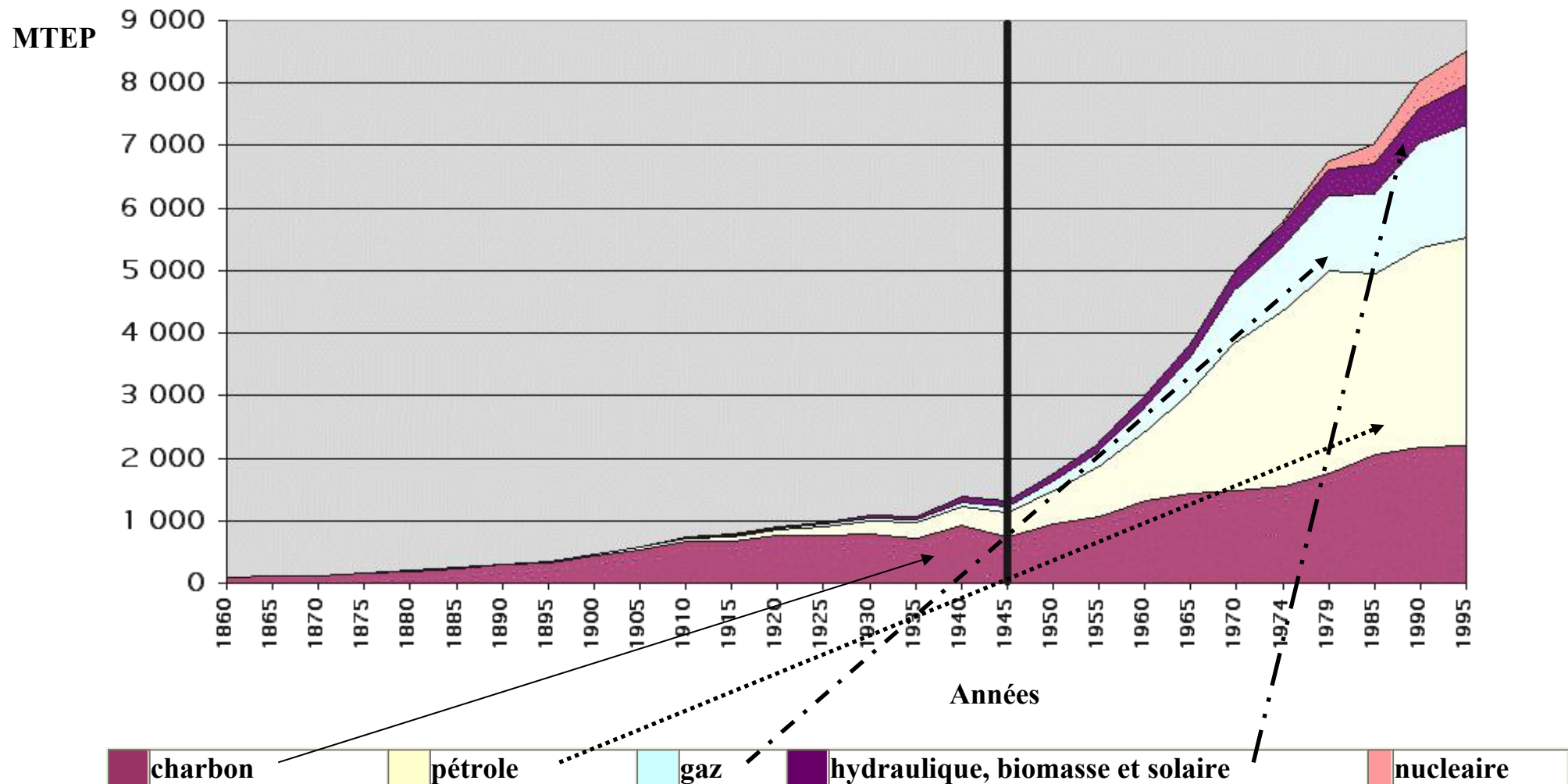
A la fin du XIXe siècle intervient une deuxième révolution : la maîtrise industrielle de l'**ÉLECTRICITÉ**. Dès lors, l'énergie prend un côté propre, silencieux, inodore,...(pour autant que l'on habite pas près d'une centrale!)

Parallèlement on commence l'extraction du **PÉTROLE** dont l'importance dépassera celle du charbon après la seconde guerre mondiale. Entre temps, l'industrie fournit deux nouveaux types de produits : l'électroménager et le véhicule individuel automobile. Et c'est le feu aux poudres, la courbe de consommation énergétique croît de façon exponentielle.

L'arrivée du **NUCLÉAIRE** n'a pas calmé la boulimie humaine en énergie, que du contraire...

Sur le graphe ci-dessous on voit l'accélération de la consommation après la deuxième guerre mondiale (trait noir) (en millions de tonnes équivalent pétrole) (MTEP)

Consommation d'énergie en millions de T Equivalent Pétrole (MTEP) (1960-1995)



L' « homo energivorus » consomme ainsi de plus en plus d'énergie et ce, depuis les années 1945 (augmentation quasi exponentielle de la consommation énergétique en MTEP).

2) Définition de l' « énergie »

L'énergie est un des éléments fondamentaux de la physique. Tous les grands changements de la société ont eu des conséquences sur la distribution, la transformation et l'utilisation de l'énergie. L'énergie est si importante pour la vie sur terre que chaque modification au niveau de la distribution, de la transformation ou de l'utilisation a des répercussions sur l'équilibre écologique de toute la planète.

L'énergie est une notion abstraite.

Elle représente la différence d'"état" dans la transformation physique d'un corps. (exemple : l'eau chaude a gagné de l'énergie par rapport à l'eau froide). Elle permet d'évaluer cette transformation et de comparer les transformations entre elles. L'énergie peut se transmettre d'un corps à l'autre (exemple : choc entre deux billes).

Les formes communes d'énergie sont l'énergie mécanique (potentielle et cinétique), l'énergie thermique, l'énergie électromagnétique (électricité, lumière), l'énergie nucléaire ou radiative, et l'énergie chimique.

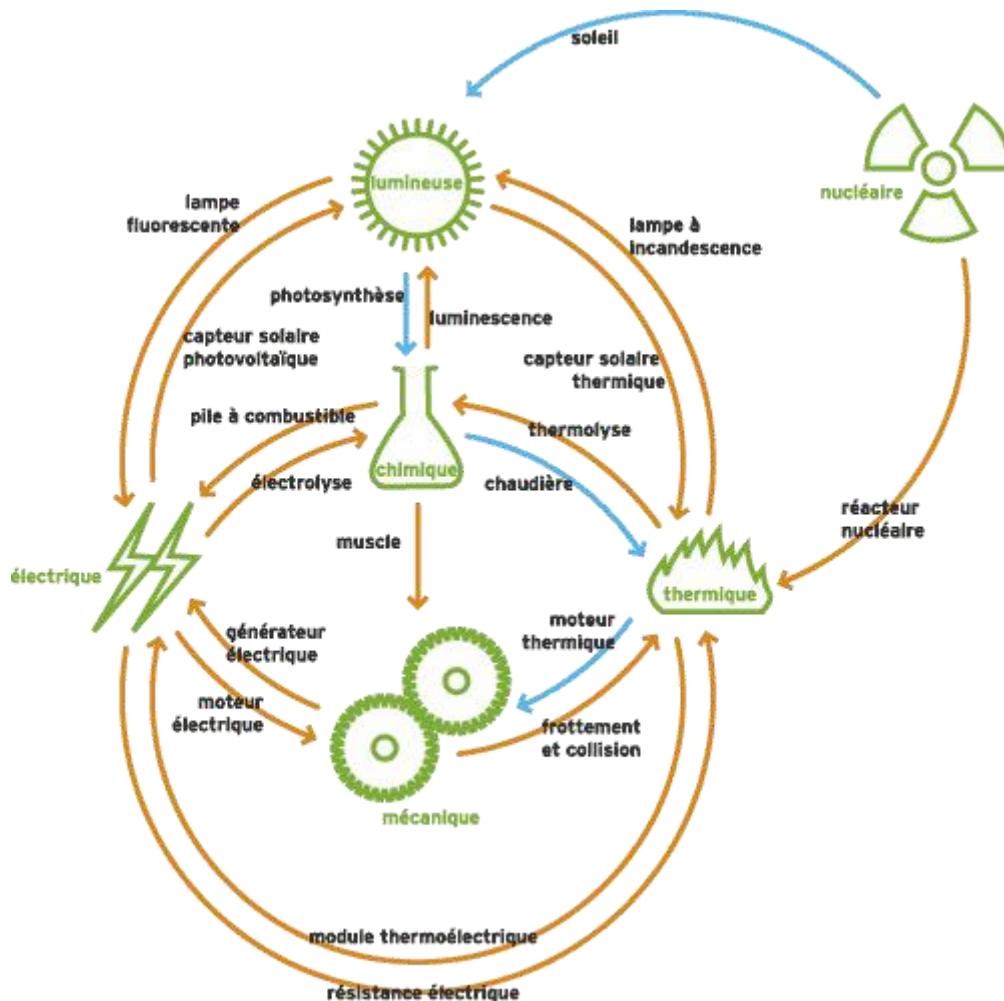
L'énergie peut se diviser et se **transformer** mais la somme des énergies transformées est toujours égale à l'énergie initiale (premier principe de thermodynamique). Exemple : dans un moteur électrique, l'énergie électromagnétique se transforme en énergie mécanique (mouvement) ET en énergie thermique (chaleur). Malheureusement, on arrive JAMAIS à récupérer toute l'énergie transformée, une partie se dissipe en chaleur dans la "nature" (deuxième principe de thermodynamique : l'entropie).

Les questions liées à l'énergie et l'activité humaine sont :

- les sources et le stockage (disponibilité, dépendance, contrôle...),
- le transport (pertes dans le réseau, contrôle de l'approvisionnement...),
- et la conversion utile (utilisation, perte dans les transformations, économies...)

La problématique recouvre donc aussi bien des aspects technologiques (meilleurs rendements...), sociaux (économie, distribution...), que ... géopolitiques (stratégie...).

Exemple de transformations successives :



En bleu : l'énergie nucléaire (radiative) du coeur du soleil se transforme en lumière (énergie électromagnétique), que les végétaux transforment en fibres (conversion chimique), qui, dans un moteur, se transforment en chaleur (énergie thermique) puis en mouvement (énergie mécanique).

3) Les sources d'énergie et notions de cycle du carbone

3.a) Les sources d'énergie

Sur terre, il y a deux sources principales d'énergie : **le soleil et la gravité**:

- les plantes stockent le **carbone** (v cycle du carbone) (**énergie de la biomasse et énergies fossiles**), le vent souffle (**énergie éolienne**), la terre est chauffée par le soleil (**énergie solaire**) et l'eau remonte dans les nuages, le rayonnement solaire peut induire également des tempêtes « électriques » (**auroras boréales**) (**énergie électromagnétique**);

- l'eau redescend des montagnes (**énergie hydraulique**), les poids de l'horloge font tourner les rouages (mécanique) **grâce à la gravité terrestre**;

- **l'énergie chimique** (niveau moléculaire), la **fusion** et la **fission** nucléaire (niveau du noyau) utilise directement les forces de cohésion entre atomes

Par rapport au changement climatique et au développement durable, on distingue deux types d'énergies : les **énergies propres** (pas de déchets) et les **énergies polluantes** (déchets récurrents).

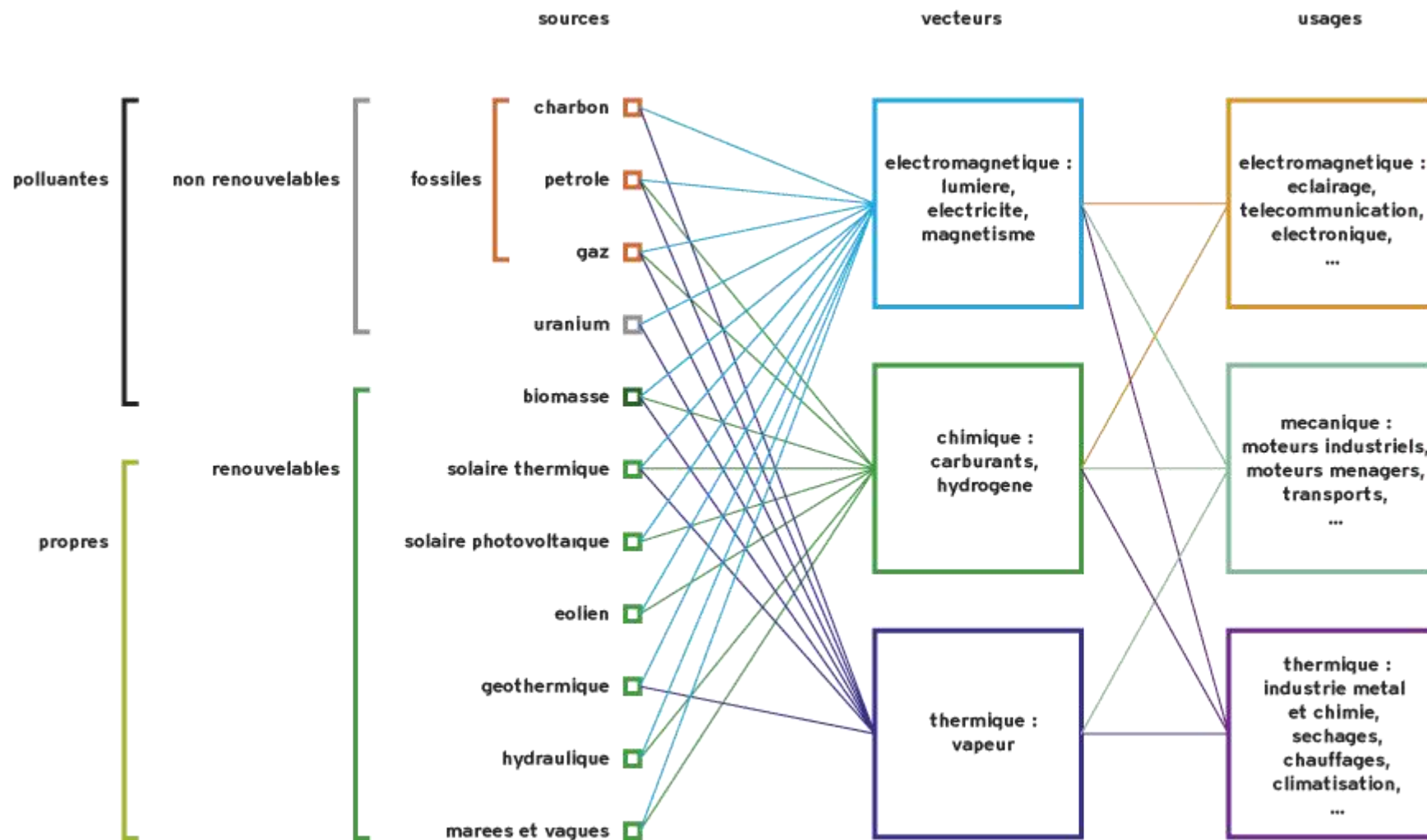
Il y a aussi le cas particulier de l'électricité. Ce n'est pas une source d'énergie en soi, mais c'est devenu une forme d'énergie de **transition** (ou énergie secondaire) entre les sources d'énergie et les consommateurs.

Pour évaluer une source d'énergie, il faut prendre en compte de nombreux paramètres qui dépendent entre autres de l'utilisation finale de cette énergie ou du nombre de transformations successives, par exemple :

1 : la "performance énergétique" (rendement de la filière)	
	- proximité du "stock" avant transformation (perte d'énergie dans le transport) - énergie nécessaire pour construire l'infrastructure de transformation - rendement de la transformation (quantité d'énergie utilisable et quantité perdue) - traitement des déchets, stockage des déchets - énergie nécessaire pour construire le réseau de distribution - efficacité du réseau de distribution (perte d'énergie dans le transport) - rendement de la transformation au point d'utilisation
2 : la disponibilité	
	- accès au "stock", volume des stocks, maîtrise du prix - correspondance entre l'offre et la demande - sensibilité du réseau aux perturbations - facilités d'accès à l'énergie pour tous
3 : l'empreinte écologique	
	- pollutions liées à l'extraction et aux transports (matériaux, déchets et énergie) - pollutions liées à l'infrastructure de transformation et de distribution (matériaux, déchets et énergie) - pollutions liées à la transformation (CO₂, déchets...) - pollution sonore - pollution esthétique

La figure 2_ montre un résumé des différentes énergies disponibles , les sources de ces dernières et les vecteurs (c'est-à dire le type d'énergie qu'elles peuvent donner)

Figure 3 : Les différents types d'énergie , les sources , les vecteurs et les principaux usages de ces dernières



Sources : www.climat.be (site du gouvernement fédéral)

3 .b) Le cycle du carbone (simplifié)

Les végétaux extraient le carbone du CO_2 de l'atmosphère à l'aide de l'énergie solaire et le recombinaient avec l'eau pour construire leurs tissus (glucose). L'opération rejette de l'oxygène (O_2) (C'est la **PHOTOSYNTHESE**)

Le carbone est donc stocké dans le végétal. Dans l'écosystème, on appelle les végétaux, les **"producteurs" (production)**

Les animaux qui mangent les végétaux stockent à leur tour une partie du carbone, une partie est "perdue" dans les excréments et le reste est brûlé pour produire l'énergie nécessaire au mouvement, etc., et évacué par **la respiration** (CO_2). Ce sont les **"consommateurs" (consommation)**. Outre les consommateurs de végétaux, les "herbivores", il y a les consommateurs de consommateurs, les "carnivores" (il y a rarement plus de trois niveaux de consommateurs).

Lors de la décomposition des excréments et des tissus morts, végétaux ou animaux, le carbone rejoint le sol et l'atmosphère sous forme de méthane. Certains animaux ou organismes se sont spécialisés dans cette "niche écologique", ce sont les **"décomposeurs" (décomposition)**

Les forêts préhistoriques ont été transformées par le temps et la pression des couches successives en stocks de charbon, de pétrole ou de gaz. **La combustion** de ces réserves (bois et énergies fossiles) renvoient le carbone dans l'atmosphère sous forme de CO_2 (entre autre).

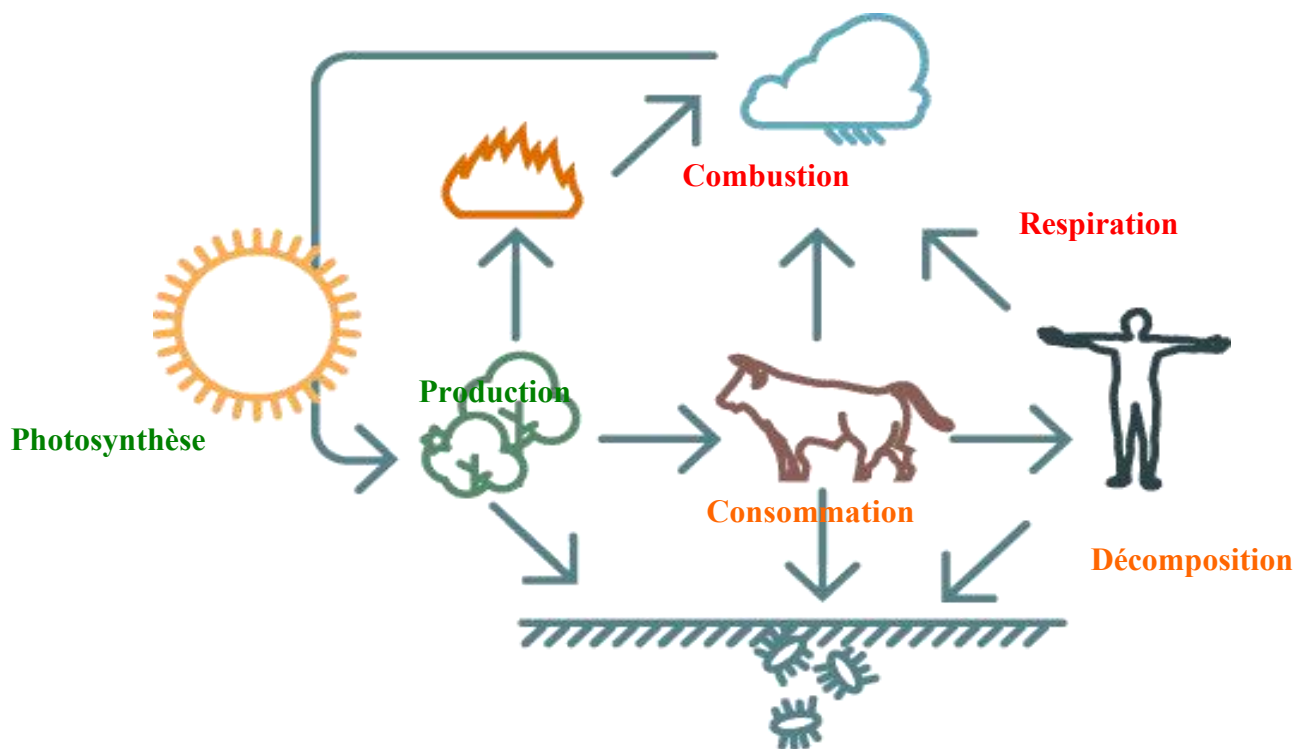


Fig 4 Cycle simplifié du carbone

4. Les énergies fossiles

4.1) Introduction

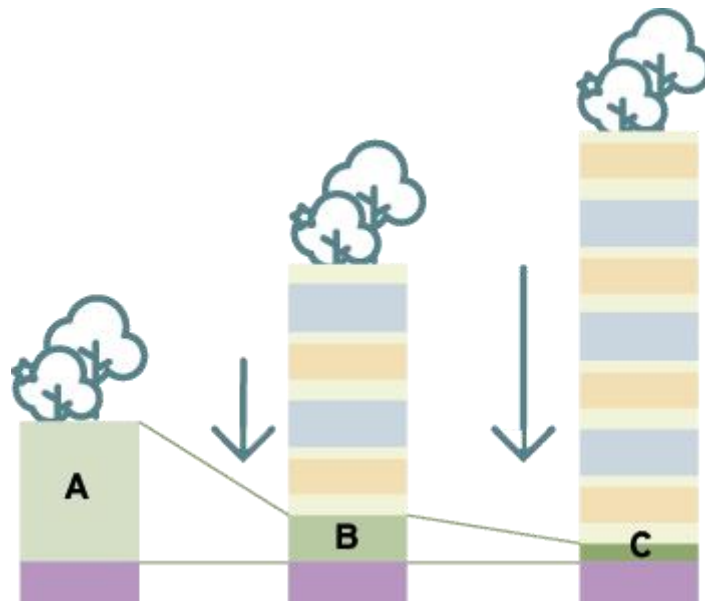
Les énergies fossiles sont une parenthèse dans le [cycle du carbone](#). Les forêts, les animaux et micro-organismes préhistoriques se sont décomposés il y a des millions d'années. Ils ont été petit à petit recouverts par de la terre, des roches, d'autres végétaux... Le temps et la pression des couches ont concentré le carbone. Aujourd'hui en le brûlant, on relance un cycle mis en veilleuse pendant des millénaires.

4.2) Le charbon

La décomposition fournit d'abord de **la tourbe (A)** dont la concentration en carbone est de $\pm 60\%$.

Avec l'accumulation de nouvelles couches, la pression et la température augmentent, les stades suivants sont **la lignite (B)** avec 70% de carbone, **le charbon bitumeux avec 80%** et **l'anthracite** avec 95% de C (C).

Plus la concentration en carbone est élevée, plus la combustion dégage de chaleur par volume de combustible (pouvoir calorifique élevé)



Le charbon est formé par l'accumulation d'organismes et végétaux terrestres

Fig 5 : Photos de tourbe, lignite, anthracite

La tourbe



La lignite (charbon brun)



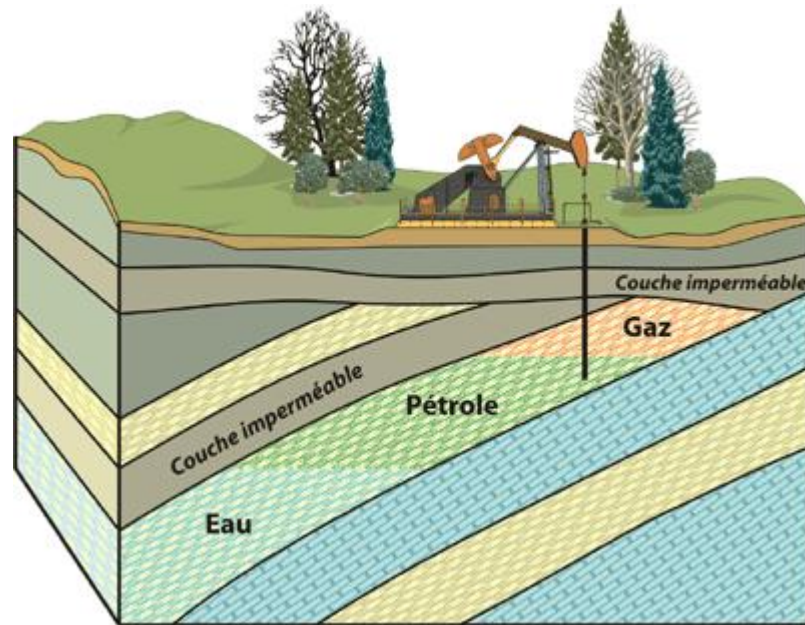
L'anthracite (« charbon noir », la gayette en wallon de Charleroi)



4.3) Les hydrocarbures (le pétrole)

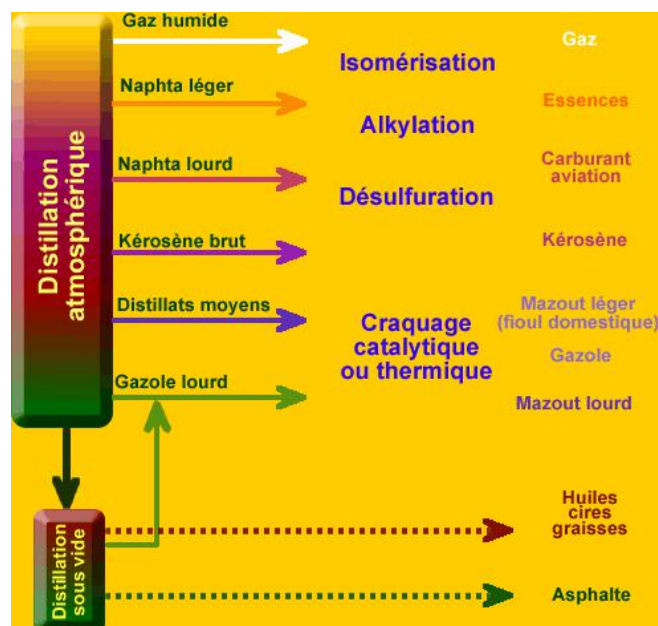
Les hydrocarbures (pétrole, gaz) sont formés par l'accumulation d'organismes et végétaux marins.

Fig. 6 . Schéma d'une roche à pétrole



Le pétrole ou huile minérale (mineral oil) ressemble à une sorte de « boue », il est très visqueux et se traite dans des **raffineries** par chauffage en absence d'oxygène, les diverses fractions donnent les différents combustibles que nous connaissons

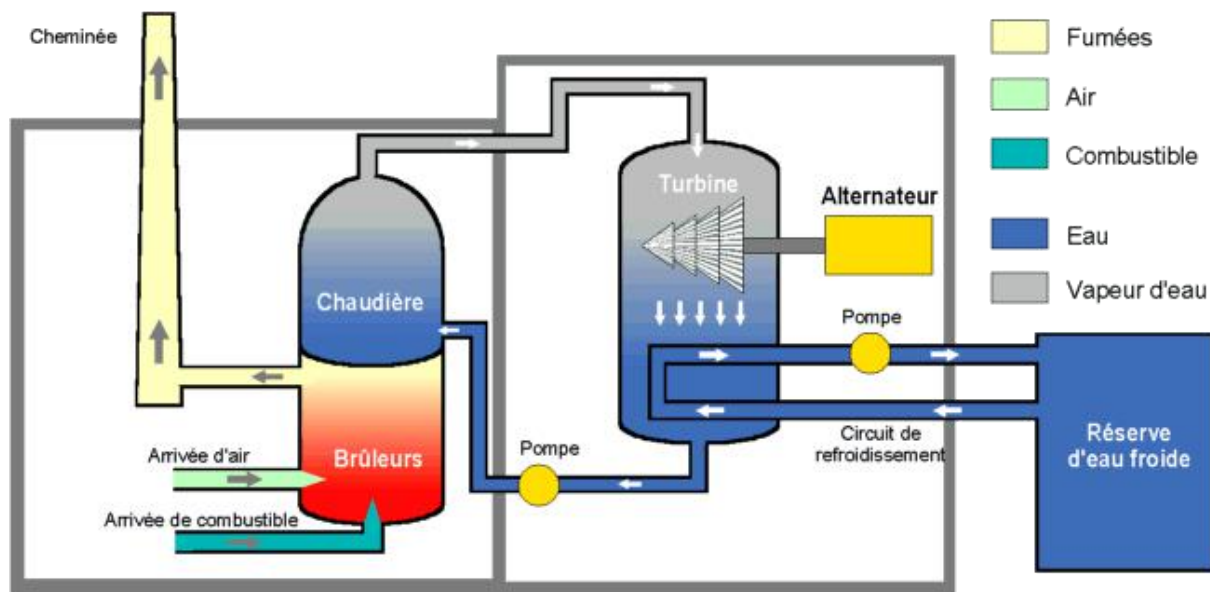
Fig 7 Schéma du cycle de raffinage du pétrole brut



4.4) La conversion.

La combustion est indispensable pour la conversion des énergies fossiles en énergie utile : vapeur pour les turbines des centrales électriques, explosion pour les moteurs "thermiques", chaleur directe pour les convecteurs et chaudières...

Fig 8 . Schéma d'une centrale thermique illustrant le principe de conversion



Toute centrale électrique ou producteur d'énergie fonctionne suivant le principe de Carnot (2eme principe de la thermodynamique)

[Le théorème de Carnot peut s'exprimer ainsi: " le rendement d'un moteur ditherme est maximal lorsque celui-ci fonctionne de façon réversible; dans ce cas il ne dépend que des températures des deux sources." Lord Kelvin a défini l'échelle absolue de température en écrivant

$$R = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

*où T_1 et T_2 sont les températures absolues des sources **chaude et froide**.*

Ce qui veut dire de manière pratique qu'une machine thermique quelconque ne peut fonctionner que si elle possède « une source chaude et une source froide », plus la différence de température entre les deux sources sera importante plus la « machine » aura un rendement important

Ex. Durant cet été 2003 qui fût caniculaire, les centrales de Belgique ont eu un rendement moindre car les T des sources froides (les fleuves) ont été trop élevées → elles ont dû réduire leur production : c'est une conséquence du principe de Carnot)](Expliquez pourquoi ?)

Cette combustion est la responsable des émissions de CO₂, de plomb, de poussières... Par ailleurs, l'extraction des énergies fossiles libère d'énormes quantités de gaz de type méthane, qui sont soit purement et simplement brûlés en torchères (CO₂...) soit perdus dans l'atmosphère.

Outre la pollution au moment de la conversion elle-même, ces énergies sont tristement célèbres pour la pollution liée au réseau de distribution : pétroliers échoués, déballastages clandestins, cuves percées (stations services, cuves à mazout des particuliers) qui infiltrent les nappes phréatiques, pertes de gaz dans le réseau de gazoducs...

Mais où réside alors le point de séduction de cette énergie ? Dans cette concentration de carbone. ***Son potentiel énergétique est énorme par rapport au volume. Cette concentration a longtemps compensé le faible rendement des moteurs, turbines, etc... (la limite théorique est déjà à +/- 40% rien qu'au niveau du moteur).***

5. L'énergie nucléaire

5.1) Introduction

L'énergie nucléaire est une des énergies les plus importantes en Belgique : environ 75 % de notre production électrique est assurée par les centrales nucléaires .

Cette proportion très importante est due au fait que la Belgique a dû recourir à ce type d'énergie après les multiples crises du pétrole des années 70 et 80.

Ces centrales nucléaires ont leurs partisans et leurs détracteurs, nous allons examiner en « scientifiques », les inconvénients et les avantages d'une telle technique.

5.2 . Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire

Une centrale nucléaire repose sur le principe de la **FISSION nucléaire** , l'²³⁵U présent au sein du réacteur se décompose en éléments



1 kg d'uranium a la valeur énergétique de **2000** tonnes de pétrole

Si on ne modère pas cette réaction, il se produit une réaction en chaîne comme la bombe atomique qui fût lancée sur Hiroshima et Nagasaki en 1945.

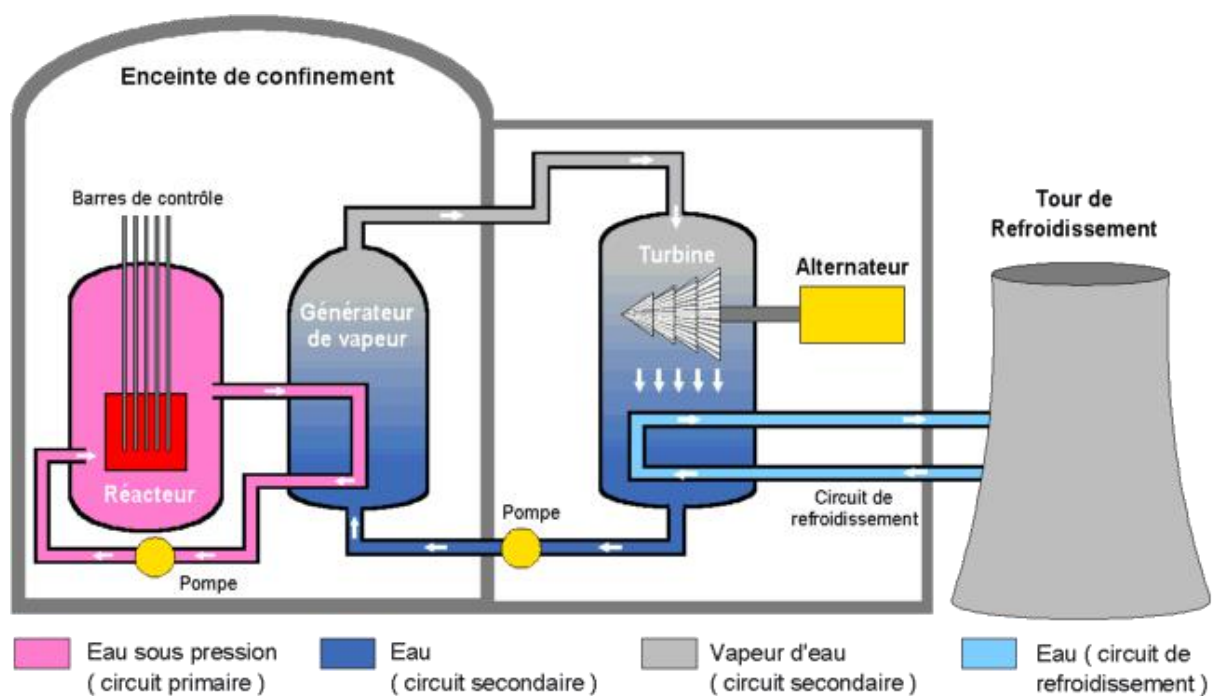
Dans les centrales à eau sous pression, le modérateur est de l'eau ordinaire (PWR) (Chooz, Fessenheim, Dampierre, Tihange).

Cette technologie a aussi des inconvénients, les produits ne sont pas directement réutilisables, de plus ils sont très radioactifs, ils sont appelés déchets nucléaires et représentent une menace pour l'homme.

Les réacteurs sont contrôlés par des « barres de contrôle » (en bore ou en cadmium) et d'un modérateur (eau ou graphite) qui régulent l'énergie libérée et ralentissent les neutrons.

Ces réacteurs « très sûrs » ne sont pas à l'abri d'accidents potentiels : si les barres de contrôle sont abaissées trop tardivement, la réaction peut aller **trop loin** et c'est ce qui s'est passé à Three Miles Island (USA) et à Tchernobyl en Ukraine

Fig 9. Schéma de fonctionnement d'une centrale nucléaire type Tihange



6) L'effet de serre et le rôle des énergies fossiles sur le climat

6.a) Le climat

C'est la succession des saisons en un point donné de la planète. Il se caractérise par les moyenne sur 30 ans des courbes de températures, de précipitations, de la direction et de la vitesse des vents...

On dit que chez nous le climat est *tempéré océanique* (voir cours de géographie)

En réalité, les échelles de définition du climat sont multiples et dépendent (entre autre) de l'étendue de la zone évoquée. Le climat tempéré définit une zone située entre le climat polaire (« très froid ») et le climat subtropical (« très chaud »). Du fait de cette position, il est influencé alternativement par l'un puis l'autre et sa météo est d'une grande « instabilité »

D'autres facteurs influencent le climat : la proximité de la mer (climat maritime ou continental), les courants marins, le relief...

[Ne pas confondre avec la météo qui est l'évaluation momentanée du temps qu'il fait ou qu'il va faire].

6.b) Le CO₂ et les conséquences sur le climat

Les énergies fossiles produisent du CO₂, gaz à effet de serre (v plus bas), si on analyse les variations climatiques (et surtout les températures moyennes) et le contenu en CO₂ de la glace des pôles voici ce que l'on obtient

(Le passé : les mesures rigoureuses des paramètres du climat ne sont pas très anciennes (XIXe siècle). Pour les périodes antérieures, il faut recourir à des analyses de la composition chimique des couches de glace des calottes glacières. Plus profonde est la couche, plus vieille est la glace. Cette glace "emprisonne" de l'air dont on peut analyser la composition. La quantité de CO₂, par exemple. Ces techniques permettent de remonter jusqu'à -400.000 ans.

Le futur : pour évaluer le climat du siècle prochain, on a recours à des modèles scientifiques (informatiques)).

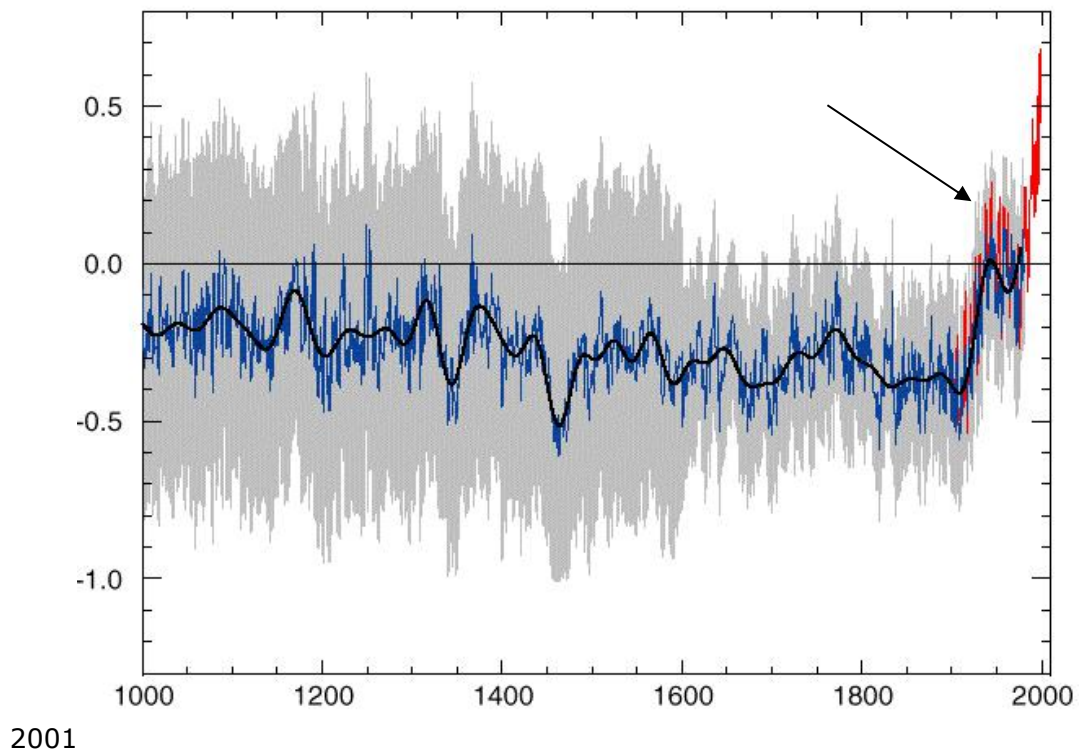
Les modèles scientifiques de variations futures du climat

Construire un modèle du climat de la planète n'est pas simple. Les scientifiques ont développé plusieurs approches. Et surprise, les conclusions se recoupent.

Après une longue période de scepticisme (il faut des données convergentes sur une période de minimum 30 ans), **la thèse du changement climatique est largement admise.**

Ce qui est très préoccupant c'est l'inertie de ce changement climatique. En effet, la durée de vie dans l'atmosphère des gaz à effet de serre fait que ce changement est lancé pour encore un siècle au moins (en considérant que toutes les émissions excessives cesseraient maintenant).

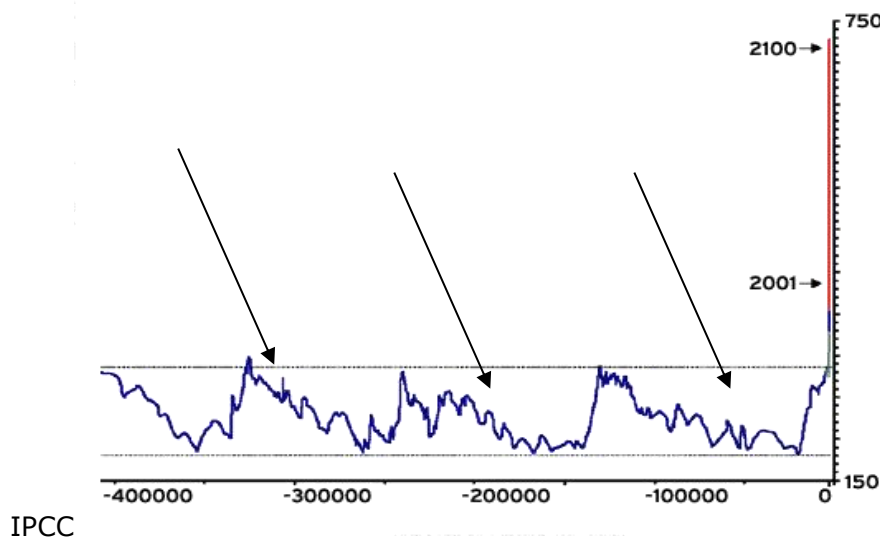
Evolution probable des températures sur 1000 ans. Source : GIEC,



La courbe noire est la valeur moyenne (reconstruite sur l'hémisphère Nord) la plus probable; la zone grise, la plage des températures "possibles"; la rouge, les mesures réelles pour l'ensemble de la planète (depuis le XIXe). **Le réchauffement récent est très net.**

1998 fut en moyenne planétaire, l'année la plus chaude depuis 1860, suivie des années 1997, 1995, 1990 et 2000. **Les 10 années les plus chaudes ont toutes été enregistrées depuis 1980.** On ne parle plus d'un réchauffement de l'ordre de 1° à 3,5°C mais de 1,4° à 5,8°C d'ici 2100. L'été 2003 en Belgique a battu les records précédents.

Concentration du CO₂ dans l'atmosphère (mesurée dans les glaces polaires). Source



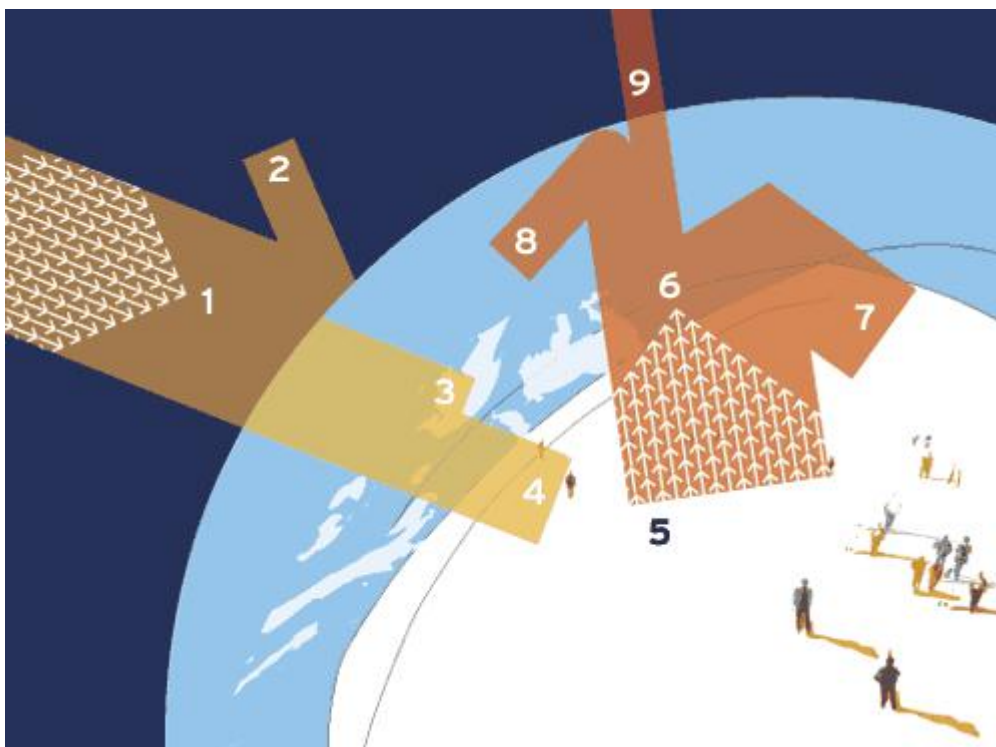
On observe clairement que la concentration suit un cycle naturel de +/- 100.000 ans qui correspond aux grandes glaciations. L'augmentation "subite" est du même ordre qu'un cycle de 100.000 ans concentré sur 100ans. Certaines prévisions sont pires encore.

Donc malgré les dires de certains la concentration en CO₂ a très nettement augmenté contrairement aux cycles naturels , on ne peut, par conséquent pas invoquer une variation NATURELLE des concentrations en CO₂ et ainsi invoquer une action « non humaine ».

Même si certains dirigeants politiques , économistes , scientifiques,... Invoquent un phénomène cyclique naturel, nous nous devons en tant qu'habitants de la planète nous questionner sur ces arguments .

6.c) L'effet de serre

Dans notre atmosphère, certains gaz piègent le rayonnement infrarouge du soleil (composante "chaude" du rayonnement), exactement comme les vitres d'une serre. C'est l'effet de serre! Ce phénomène naturel permet à la planète d'avoir une température moyenne de 15°C plutôt que de -18°C. On voit que l'effet initial est bénéfique mais, depuis la révolution industrielle, l'effet naturel est renforcé par un effet de serre lié à l'homme.



1. rayonnement solaire, 2. réflexion d'une partie du rayonnement par l'atmosphère et les nuages, 3. absorption dans l'atmosphère, 4. rayonnement qui atteint la surface de la Terre, 5. la Terre absorbe le rayonnement et le ré-émet sous forme d'infrarouges, 6. les infrarouges rencontrent les gaz à effet de serre, 7. une partie du rayonnement est réfléchi par les gaz à effet de serre et par les couches hautes de l'atmosphère (8), 9. le reste part dans l'espace.

Selon un principe d'équilibre, à l'œuvre dans la nature, **les flux 1,2 et 9 sont constants**. Or, comme la couche de gaz à effet de serre réfléchit l'émission d'infrarouges (7 et 8), le **rayonnement 9** tend à diminuer.

Donc, par réaction, pour retrouver l'équilibre (des flux 1,2,9), la terre et l'atmosphère augmentent (en surchauffant) le **rayonnement 6** pour retrouver le même flux sortant 9 qu'au départ. Et la température monte... *(c'est en fait ce qui se passe dans une serre ou derrière la vitre quand il fait chaud)*

6.d) Les risques d'un changement climatique

Quels sont les risques liés au changement climatique ?

Le climat fait partie d'un "système" tellement complexe qu'il est difficile d'anticiper toutes les interactions entre les différents éléments. Mais le changement climatique est déjà perceptible et on observe des risques liés aux points suivants :

6.d.1) Milieu global :

- la météo,
- les courants marins,
- fonte des banquises et glaciers → montée du niveau des océans...

6 .d.2) Ecosystèmes locaux

- migration et extinction d'espèces,
- vulnérabilité de l'agriculture,
- problèmes d'approvisionnement en eau douce,...

6.d.3) Humanité

- modification des aires des grandes maladies,
- famines, migrations, augmentation des dégâts matériels (tempêtes, cyclones,.....)

6) Les énergies « propres »

Pour le changement climatique, les énergies propres sont celles qui laissent peu ou pas de "déchets" à long terme et, en particulier, d'émissions de gaz à effet de serre.

Energies hydraulique, éolienne, solaire thermique et électrique (« photovoltaïque »), chimique, géothermique. L'énergie nucléaire avec la fusion*

Il est clair qu'elles sont d'autant plus "propres" si l'énergie dépensée pour construire leur infrastructure de production et de distribution est de l'énergie propre aussi.

Les raisons majeures de leur faible part de marché sont le manque de budget de recherche et la concurrence du prix de revient faussement avantageux de l'énergie [fossile](#) et [nucléaire](#).

Potentiel en énergies renouvelables pour la Belgique (*sources : APERE, ODE-Vlaanderen, Ampere, Cragx, Belbiom ...*)

	Electricité	Thermique			Hors électricité
	GW/h el	GW/h th	TJ	Tep	kTep
éolien	9820				
hydraulique	135,3				
biomasse sèche			324	7714	8
biomasse voie humide	203				
			24005	571569	572
solaire thermique		30800		2632	3
solaire photovoltaïque	11550				
géothermie		1200	76	1914	2
Totaux	21708	32000	24405	583830	584

Consommation belge (2000)	88220				37557**
Potentiel des énergies renouvelables	24,61%				1,55%
si économies d'énergie de 15 %	28,95%				1,83%

** Certains classent l'énergie nucléaire dans les énergies propres. Il est vrai que l'énorme production d'énergie par volume de "carburant" et le fait qu'elle ne produise pas de gaz à effet de serre parlent en sa faveur. Mais c'est négliger les risques que représente la production de cette énergie, et le problème de stockage des déchets qui n'a pas encore trouvé de solution acceptable en regard du principe de précaution. Outre les risques de pollution, l'énergie nucléaire représente un risque géopolitique, le matériel peut servir de cible et à des fins militaires (et terroristes).*

**** Soit 43407 kTep - 5850 Ktep utilisées pour produire l'électricité**

6.1) L'énergie

Devant la problématique du changement climatique, il y a deux attitudes qui départagent les décideurs.

La première est de dire : il y a un problème de CO₂, donnez-moi deux minutes et hop, je l'enfouis sous l'océan ou dans les puits de pétrole et vous n'entendrez plus parler de lui pendant 500.000 ans. Elle repose sur une foi en la science et sur les moyens technico-financiers.

L'autre est de réaliser que c'est plus un problème culturel et d'information, et qu'il est relativement simple de modifier la courbe des émissions de gaz. Par ailleurs, le changement climatique n'est que le sommet de l'iceberg des problèmes

environnementaux légués aux générations futures. Cette attitude part des besoins des populations pour adapter les structures de production. Il faut trouver et encourager les synergies (existantes et futures) entre accès aux biens de développement (économique) et biens "environnementaux"; en bref, le développement durable.

Dans cette dernière perspective, il y a deux voies : l'utilisation rationnelle de l'énergie d'une part et l'intégration des énergies renouvelables dans la production énergétique d'autre part.

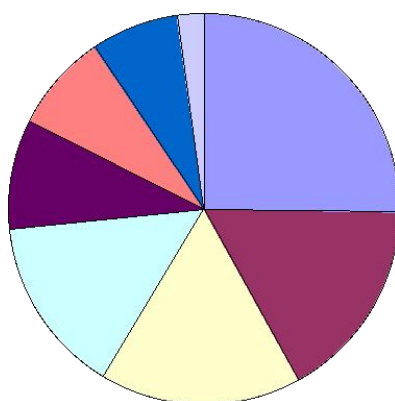
La maîtrise de la consommation énergétique suppose une réflexion globale sur les filières énergétiques, de la source à l'usage final, en tenant compte de tous les intervenants, pouvoirs publics, entreprises, particuliers...

A tous les niveaux, les acteurs ont pris conscience de la nécessité d'agir, il faut maintenant coordonner car le développement durable ne s'entend que par la concertation, forme "d'imagination sociale".

L'énergie la moins polluante est celle que l'on a pas besoin de produire. La démarche "néga-watt" (qui vise à économiser l'énergie) peut à tous les échelons de consommation représenter une réduction jusqu'à -60% !

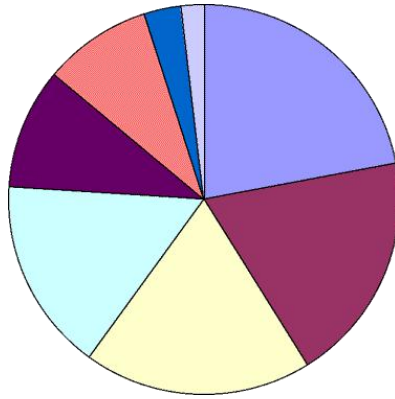
La répartition de la consommation énergétique en Belgique (chiffres Administration Energie)

production énergie 25%	usages domestiques 17%
transport 17%	industrie 17%
pétrochimie (non énergétique) 9%	sidérurgie 8%
commerce et services 7%	agriculture 2 %



La répartition de la production de gaz à effet de serre en Belgique (Services Fédéraux pour les Affaires Environnementales. [Dossier complet en anglais .pdf 133Kb](#))

manufacture et construction 22%	industries 10%
commerce et résidentiel 19%	agriculture 9%
secteur énergie et pertes réseau 19%	déchets 3%
transport 16%	autres 2%



Rapport de grandeur de quelques productions de gaz à effet de serre exprimées en tonnes équivalent carbone. (chiffre [Manicore](#) adaptés à la Belgique). Cliquer sur le graphe pour l'afficher en pleine taille.

