

Ens Sc T^{ale} – PC – cours 1.4) Energie, choix de développement et futur climatique

1) Evaluer la quantité d'énergie

L'énergie **E** est une grandeur physique, suivant ce qu'on évalue, on peut utiliser plusieurs unités qu'il faut savoir comparer.

Unité légale de l'énergie : le Joule (J). Le joule est équivalent au W.s

Unité utilisée en électricité : le kilowattheure (kW.h). Conversion : $1 \text{ kWh} = 10^3 \times 3600 = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$

Unité utilisée en économie : la Tonne équivalent pétrole (Tep). C'est la quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut, soit 41,9 GJ (gigajoules = 10^9 J) = $4,19 \cdot 10^{10} \text{ J}$

Unité utilisée en alimentation : le kilocalorie (kcal). On ne l'utilisera pas ici (1kcal = 4184 J)

Une installation productrice d'électricité se caractérise par sa puissance **P**. La puissance s'exprime en watt. Je rappelle la relation vue en première : **relation puissance – énergie**

On définit la puissance **P** par la relation : $P = \frac{E}{\Delta t}$ en Watts ; la durée Δt en s ; l'énergie **E** en J

[autre système d'unités : P en W, Δt en h ; E en W.h]

2) Les différentes sources d'énergie

Une source d'énergie est dite « **primaire** » si elle est issue d'un phénomène naturel et n'a pas été transformée ; elle est dite « **secondaire** » si elle est le résultat d'une transformation volontaire.

Une énergie est dite « **renouvelable** » lorsqu'elle provient de sources que la nature renouvelle en permanence, par opposition à une énergie non renouvelable dont les stocks s'épuisent.

On distingue aussi les énergies **fossiles** obtenues par la combustion de matières organiques mortes et en décomposition depuis plusieurs millions d'années. Le fait que ces énergies nécessitent une grande durée de formation signifie dans le même temps qu'elles sont limitées et non renouvelables.

On distingue aussi les **énergies de stocks** (issue des propriétés physique ou chimiques de la matière que l'on peut stocker mais par définition non renouvelable) et les **énergies de flux** (issues d'un flux de matière ou de rayonnement qu'on ne peut pas stocker mais qui est renouvelable).

Les principales sources d'énergie primaire sont :

- Pétrole
- Gaz
- Uranium
- Charbon
- Rayonnement solaire
- Force hydraulique : cours d'eau et chutes
- Force de la mer : courants et marée
- Énergie géothermique
- Vent
- Bois, Biomasse et déchets

Exemples : Le vent est une énergie primaire de flux renouvelable ; le charbon est une énergie primaire fossile de stock, non renouvelable. L'électricité nucléaire est une énergie secondaire, de stock non renouvelable.

Chaque énergie a ses avantages et ses inconvénients :

- Les réserves de matières premières (disponibilité à long terme, indépendance de l'approvisionnement, coût).
- Stockage de l'énergie.
- Dangers de l'exploitation.
- Maîtrise de la technologie pour transformer cette énergie en énergie secondaire (souvent électrique).
- Production de CO₂ (problème de la modification du climat).
- Production d'autres polluants ou de déchets (polluants de l'air, des sols et des rivières, déchets radioactifs).
- Production régulière et pilotable ou intermittente.

3) Production et consommation d'énergie

Savoir lire un graphique et l'interpréter

Faits importants :

- ✓ Les principales sources d'énergie dans le monde sont encore des énergies fossiles à 81 % [lien](#)
- ✓ La consommation d'énergie moyenne dans le monde est de 1,9 tep/habitant mais avec de grosses disparités : un américain consomme 6,8 tep, un français 3,7 tep et un sénégalais 0,3 tep. [lien](#)
- ✓ L'évolution de la consommation mondiale suit les progrès technologique et l'accroissement de la population. [Lien](#)
- ✓ Consommation par secteur économique se répartit globalement en 1/3 pour les transports, 1/3 pour l'industrie et 1/3 pour les résidentiels et agriculture. [lien](#)

4) Réaction de combustion

Une combustion est une réaction chimique particulière : Les réactifs sont le combustible (corps qui brûle) et le comburant (corps qui aide à brûler, souvent le dioxygène de l'air O₂). Cette réaction s'accompagne toujours d'un dégagement de chaleur (réaction exothermique). Si la combustion est complète, la réaction produit du dioxyde de carbone et de l'eau. L'équation s'écrit : $a \text{ combustible} + b \text{ O}_2 \rightarrow c \text{ CO}_2 + d \text{ H}_2\text{O}$

Exemple : combustion de l'éthanol s'écrit : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

il faut équilibrer l'équation, elle devient : $\color{red}{2} \text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \color{red}{3} \text{O}_2 \rightarrow \color{red}{2} \text{CO}_2 + \color{red}{3} \text{H}_2\text{O}$

(il y a le même nombre d'éléments de part et d'autre de la flèche)

On en déduit que pour a mol de combustible, on produit c mol de dioxyde de carbone.

Pour en déduire la masse de dioxyde de carbone produite, il faut connaître la masse d'une mole de ces espèces chimiques (masse molaire) : $M_{\text{combustible}}$ et $M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

On peut alors dire que pour $M_{\text{combustible}}$ g de combustible produit $\frac{c}{a} \times M_{\text{CO}_2}$ g de dioxyde de carbone.

On peut faire un produit en croix pour connaître la masse de CO₂ par kg de combustible.

Exemple : $M_{\text{éthanol}} = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ donc 46 g d'éthanol produit $\frac{\color{red}{2}}{\color{red}{2}} \times 44 = 88 \text{ g}$ de dioxyde de carbone

46 g → 88 g CO₂

Soit pour 1000 g d'éthanol (1kg) : $\frac{1000 \times 88}{46} = 1913 \text{ g} = 1,9 \text{ kg}$ de CO₂ par kg de combustible utilisé

Bilan carbone par unité d'énergie

On peut avoir comme information l'énergie dégagée par la combustion de 1 g d'éthanol : $E_{\text{éthanol}} = 29,7 \text{ kJ.g}^{-1}$

soit pour toute la réaction de 1 mole d'éthanol (1mol d'éthanol = 46 g) $E_{\text{réaction}} = 46 \times 29,7 = 1366 \text{ kJ}$

On peut alors calculer la masse de CO_2 produite pour 1 kJ d'énergie !

1366 kJ → 88 g de CO_2

1kJ → $\frac{1 \times 88}{1366} = 0,064 \text{ g CO}_2/\text{kJ}$: c'est le bilan carbone de cette réaction par unité d'énergie.

Pour 1 kWh ça fera $3600 \times 0,064 = 230 \text{ g / kWh}$

Autres polluants : Les combustibles ne sont pas purs et des impuretés peuvent produire d'autres gaz : SO_2 , CO + des particules fines ou des métaux lourds. De plus les hautes températures des réactions de combustion peuvent produire des oxydes d'azote (NO , NO_2) précurseurs de l'ozone (O_3).

5) Empreinte carbone

L'empreinte carbone est un indicateur fiable pour évaluer les émissions de CO_2 des objets tout au long de leur cycle de vie. Cet indicateur permet d'orienter de manière écologique le choix de l'utilisation d'un objet, d'un transport ou d'une production d'énergie.

On peut l'appliquer à un objet de la production au recyclage ou à un être humain suivant son mode de vie et sa consommation.

6) Scénarios du GIEC

Le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) a étudié les données du climat passé et actuel pour modéliser **4 scénarios de prévision** de l'évolution du climat :

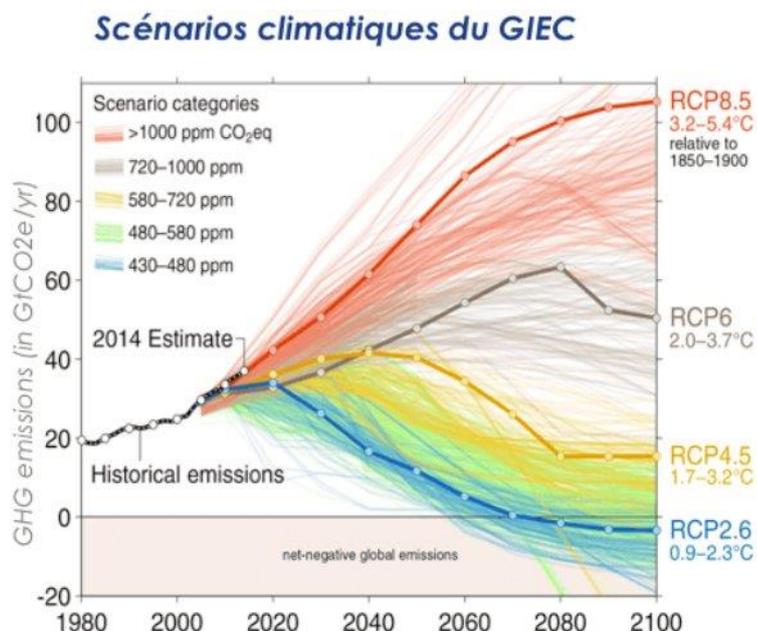
Un scénario « laisser faire » RCP8.5 prévoit un taux de CO_2 atmosphérique > 1000 ppm et une élévation de température moyenne de la planète de 5°C si rien n'est fait (croissance économique rapide alimentée par des énergies fossiles)

2 scénarios modérés RCP6 et RCP4.5

1 scénario « optimiste » RCP2.6 nécessitant une action forte de réduction des GES pour maintenir l'élévation de température autour de 2°C (forte coopération internationale et donnant priorité au développement durable)

Ces études font l'objet d'un **consensus scientifique**,

c'est-à-dire que 95 % des scientifiques compétents en matière de climat sont en accord avec ces modélisations. Les modélisations sont actualisées régulièrement.



7) Résumé

Notre mode de vie actuel (consommation, augmentation de la population) nécessite la **consommation de beaucoup d'énergie**.

Problème : La majorité de l'énergie consommée est d'**origine fossile**.

Conséquence : La **production de CO₂** est responsable de **modifications climatiques planétaires**.

Remédiation : plusieurs possibilités pour agir dans les différents secteurs de consommation :

- ✓ **Diminuer la consommation** des biens, améliorer le recyclage.
- ✓ Améliorer l'**efficacité énergétique** (moins dépenser d'énergie pour le même travail).
- ✓ Faire une **transition** vers les **énergies « propres »** qui ne produisent pas de CO₂.

- Dans tous les cas, il faudra alors **s'adapter** en fonction des scénarios proposés par le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat).

Attention : Dans ce sujet certains choix énergétiques peuvent être liés à des opinions (politiques ou autre). Ici en sciences, on essaie de se baser sur **des faits** ! Les faits doivent être vérifiés par une étude non biaisée de source fiable et indépendante (non-sujette à lobbying ou conflit d'intérêt).

Il faut aussi analyser les implications de ces choix dans d'autres domaines (économique, géopolitique, stratégique, environnemental ...)

L'essentiel est que le citoyen (vous et moi) ait les informations fiables pour décider (par son vote) des choix à prendre.