

IMPACTS CLIMATIQUES POTENTIELS DE TECHNOLOGIES ENERGIE/MOTORISATION DES VEHICULES

ELEMENTS DE REFLEXION GENERALE

- Vapeur d'eau et CO_2
- Energie calorifique des combustions

COMPARAISON DE DIFFERENTES TECHNOLOGIES



H₂O et CO₂ ET L'ATMOSPHERE

➤ Composition de l'atmosphère au voisinage du sol

78% Azote - 21% Oxygène - 0,9% Argon ...

0 à 4% H₂O - 0,036% CO₂ (en moyenne, H₂O ~ 10.CO₂ ?)

➤ Principaux gaz à effet de serre : présents en petites quantités

H₂O : 50 % de l'effet de serre (mais rôle complexe)

CO₂ : 25 %

➤ Or ... produits de la combustion des HC, (de H₂) : H₂O et CO₂, (H₂O)



PRODUCTION ANNUELLE MONDIALE DE H₂O et CO₂ par la COMBUSTION DU PETROLE ET DU GAZ

Hydrocarb. HC	Conso Gt annuelle	kg H ₂ O par kg HC	kg CO ₂ par kg HC	Gt H ₂ O par an	Gt CO ₂ par an
Pétrole CH ₂	3,5	1,29	3,14	4,5	11,0
Gaz CH ₄	1,7	2,25	2,75	3,9	4,7
TOTAL				8,4 soit 10,5 Tm³	15,7 soit 7,8 Tm³

Notes : - masse de CO₂ supérieure à celle de H₂O, mais volume inférieur
- le gaz produit moins de CO₂ mais beaucoup plus de H₂O



AUGMENTATION DES CONCENTRATIONS EN H₂O et CO₂ (hors phénomènes de puits ...)

- $\Delta[\text{gaz}] = \Delta(\text{volume gaz})/\text{volume atmosphère}$
 - $V_{\text{atm}} = h \times S_{\text{terre}} = h \times 5 \cdot 10^{14}$
- Note: [gaz] désigne la concentration volumique du gaz*

➤ Concentration en H₂O

Avec $h = 2000$ m, $\Delta[\text{H}_2\text{O}] = +10$ ppm par an (parties par million)
Estimations : néant (corrélation avec CO₂ ?)

➤ Concentration en CO₂

Avec $h = 10000$ m, $\Delta[\text{CO}_2] = +1,5$ ppm par an
Estimations :
- 1 ppm/an sur la période 1930-2000
- 1,7 à 6 ppm/an sur la période 2000-2100



QUELQUES QUESTIONS SUR LES PHENOMENES DE SATURATION

- ❖ L'absorption du rayonnement par le CO_2 est saturée : $[\text{CO}_2] \times 2$ ne produit que +10% d'effet de serre; qu'en est-il pour H_2O ?
- ❖ L'augmentation de la température autorise celle de $[\text{H}_2\text{O}]$, car la pression de vapeur saturante augmente; si l'effet de serre de H_2O augmente, il y a alors un cercle vicieux ?
- ❖ La végétation ... absorbe H_2O et CO_2 et produit O_2 ; ce cycle peut-il se saturer ? Comment vont alors évoluer les concentrations en GES et en O_2 ?
(La consommation d'oxygène par les combustions est relativement faible : conduit à $\Delta[\text{O}_2] = -0,1\%$ en un siècle sur $h=2000$ m)
- ❖ **Ne pas oublier : les changements climatiques sont dûs à de petites variations** ($\Delta[\text{CO}_2] = +0,01\% \Rightarrow \Delta T = +1^\circ\text{C}$)



LA CHALEUR PRODUITE PAR LES COMBUSTIONS DE PETROLE ET DE GAZ

- Consommation annuelle : 5,6 Gtep
- Chaleur spécifique : 43 GJ/t

⇒ Energie calorifique $Q = 240 \cdot 10^{12}$ MJ

Puissance moyenne sur l'année $P = 7,6 \cdot 10^6$ MW

⇒ Echauffement de l'atmosphère au voisinage du sol (sur $h = 100$ m) :

$$\Delta T = Q/m \cdot C_p = +3,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

*(soit autant en 1 an que l'effet de serre du CO_2 sur le siècle à venir;
la chaleur s'évacue vers l'espace ?)*

Les zones industrialisées sont associées à des "bulles de chaleur"; impact sur le mouvement des masses d'air ?



COMPARAISON DE TECHNOLOGIES ENERGIE/MOTORISATION DES VEHICULES -1

➤ Bases d'évaluation - Carburants pour moteurs thermiques

- Emissions de H₂O et CO₂ lors de l'utilisation seulement (fabrication ... en sus)
- Caractéristiques des transformations chimiques (par kg de carburant) :

Carburant	MJ par kg	kg H ₂ O par kg/ g par MJ	kg CO ₂ par kg/ g par MJ
Pétrole (CH ₂)	43	1,29/30	3,14/73
Méthanol	20	1,13/56	1,38/70
GPL (CH _{2,6})	46	1,58/34	3,02/66
Gaz naturel (CH ₄)	48	2,25/47	2,75/57
Hydrogène	120	9,00/75	0/0

COMPARAISON DE TECHNOLOGIES ENERGIE/MOTORISATION DES VEHICULES -2

➤ Consommations d'énergie et de carburant selon les moteurs (indicatives)

(NB. il faudra tenir compte de la fabrication ...)

- Energie carburant par km fonction du rendement (moteur+carburant)
- Consommation carb par km fonction de l'énergie du carburant

Moteur + carb	Energie /km	Energie /kg	kg carb /km
AC essence (bases)	100	100	100
AC GPL	100	107	93
AC Gaz Naturel	90	112	80
AC Hydrogène	90	279	32
AC essence ID	90	100	90
Diesel gazole	90	100	90
Diesel gazole ID	80	100	80



COMPARAISON DE TECHNOLOGIES ENERGIE/MOTORISATION DES VEHICULES -3

➤ Productions de chaleur, H₂O et CO₂ par km (valeurs indicatives)

(NB. il faudra tenir compte de la fabrication ...)

Moteur + carb	kg carb /km	Chaleur /km	H ₂ O /km	CO ₂ /km
AC essence (bases)	100	100	100	100
AC GPL	93	99	114	89
AC Gaz Naturel	80	89	140	70
AC Hydrogène	32	89	223	0
AC essence ID	90	90	90	90
Diesel gazole	90	90	90	90
Diesel gazole ID	80	80	80	80

COMPARAISON DE TECHNOLOGIES ENERGIE/MOTORISATION DES VEHICULES -4

➤ Bilan global chaleur, H₂O et CO₂ ? (NB. il faudra tenir compte de la fabrication ...)

Chaleur mini	H ₂ O mini	CO ₂ mini
Diesel gazole ID	Diesel gazole ID	AC Hydrogène
AC Hydrogène	AC essence ID	AC Gaz Naturel
AC Gaz Naturel	Diesel gazole	Diesel gazole ID
AC essence ID	AC essence	AC GPL
Diesel gazole	AC GPL	AC essence ID
AC GPL	AC Gaz Naturel	Diesel gazole
AC essence	AC Hydrogène	AC essence
Chaleur maxi	H ₂ O maxi	CO ₂ maxi

