

# 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



## H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> ET L'ATMOSPHERE

➤ Composition de l'atmosphère au voisinage du sol

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

0 à 4% H<sub>2</sub>O - 0,036% CO<sub>2</sub> (en moyenne, H<sub>2</sub>O ~ 10.CO<sub>2</sub> ?)

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

H<sub>2</sub>O : 50 % de l'effet de serre (mais rôle complexe)

CO<sub>2</sub> : 25 %

➤ Or ... produits de la combustion des HC, (de H<sub>2</sub>) : H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>, (H<sub>2</sub>O)



## PRODUCTION ANNUELLE MONDIALE DE H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> par la COMBUSTION DU PETROLE ET DU GAZ

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

***Notes :*** - masse de CO<sub>2</sub> supérieure à celle de H<sub>2</sub>O, mais volume inférieur  
- le gaz produit moins de CO<sub>2</sub> mais beaucoup plus de H<sub>2</sub>O



## AUGMENTATION DES CONCENTRATIONS EN H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> (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 H<sub>2</sub>O

Avec  $h = 2000$  m,  $\Delta[\text{H}_2\text{O}] = +10$  ppm par an (parties par million)  
Estimations : néant (corrélation avec CO<sub>2</sub> ?)

### ➤ Concentration en CO<sub>2</sub>

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  $\text{CO}_2$  est saturée :  $[\text{CO}_2] \times 2$  ne produit que +10% d'effet de serre; qu'en est-il pour  $\text{H}_2\text{O}$  ?
- ❖ 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  $\text{H}_2\text{O}$  augmente, il y a alors un cercle vicieux ?
- ❖ La végétation ... absorbe  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{CO}_2$  et produit  $\text{O}_2$ ; ce cycle peut-il se saturer ? Comment vont alors évoluer les concentrations en GES et en  $\text{O}_2$  ?  
(La consommation d'oxygène par les combustions est relativement faible : conduit à  $\Delta[\text{O}_2] = -0,1\%$  en un siècle sur  $h=2000 \text{ m}$ )
- ❖ **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 H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> lors de l'utilisation seulement (fabrication ... en sus)
- Caractéristiques des transformations chimiques (par kg de carburant) :

Carburant	MJ par kg	kg H <sub>2</sub> O par kg/ g par MJ	kg CO <sub>2</sub> par kg/ g par MJ
Pétrole (CH <sub>2</sub> )	43	1,29/30	3,14/73
Méthanol	20	1,13/56	1,38/70
GPL (CH <sub>2,6</sub> )	46	1,58/34	3,02/66
Gaz naturel (CH <sub>4</sub> )	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
<b>AC essence (bases)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
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, H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> par km (valeurs indicatives)

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

Moteur + carb	kg carb /km	Chaleur /km	H <sub>2</sub> O /km	CO <sub>2</sub> /km
<b>AC essence (bases)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
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, H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> ? (NB. il faudra tenir compte de la fabrication ...)

Chaleur mini	H <sub>2</sub> O mini	CO <sub>2</sub> mini
<b>Diesel gazole ID</b>	<b>Diesel gazole ID</b>	<b>AC Hydrogène</b>
<b>AC Hydrogène</b>	<b>AC essence ID</b>	<b>AC Gaz Naturel</b>
<b>AC Gaz Naturel</b>	<b>Diesel gazole</b>	<b>Diesel gazole ID</b>
<b>AC essence ID</b>	<b>AC essence</b>	<b>AC GPL</b>
<b>Diesel gazole</b>	<b>AC GPL</b>	<b>AC essence ID</b>
<b>AC GPL</b>	<b>AC Gaz Naturel</b>	<b>Diesel gazole</b>
<b>AC essence</b>	<b>AC Hydrogène</b>	<b>AC essence</b>
Chaleur maxi	H <sub>2</sub> O maxi	CO <sub>2</sub> maxi