

Rendement d'une voiture

Michel Kieffer

www.HKW-aero.fr - www.COCYANE.fr

5.6.2009 Indice B2 le 2.8.2010

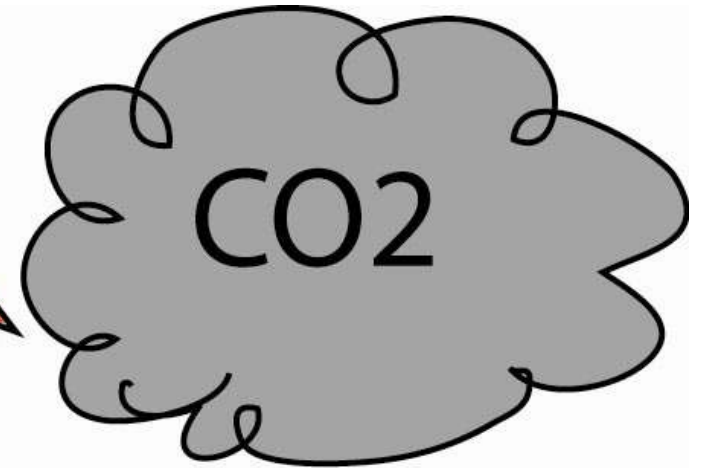


*L'objectif est ici de
déterminer le rendement
d'une voiture.*

L'énergie consommée par nos voitures est pour l'essentiel perdue sous forme de chaleur.

1203

euros

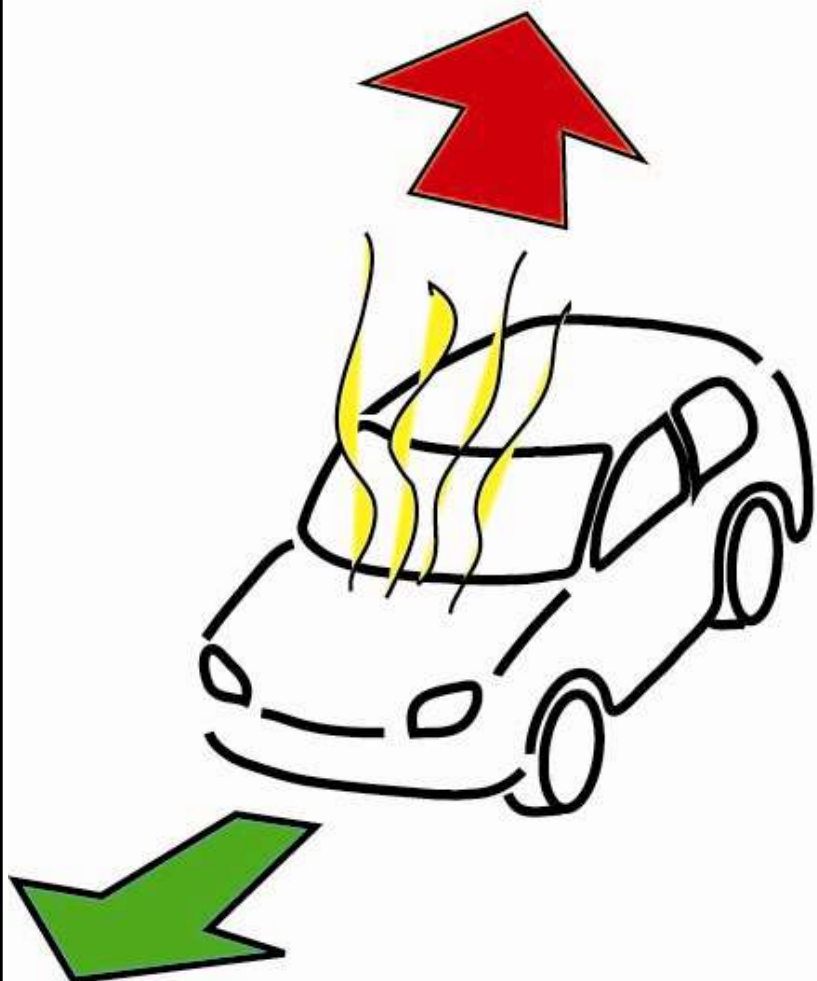


*Et ceci est bien dommage,
autant pour des raisons
écologiques que pour l'aspect
gaspillage des ressources.*

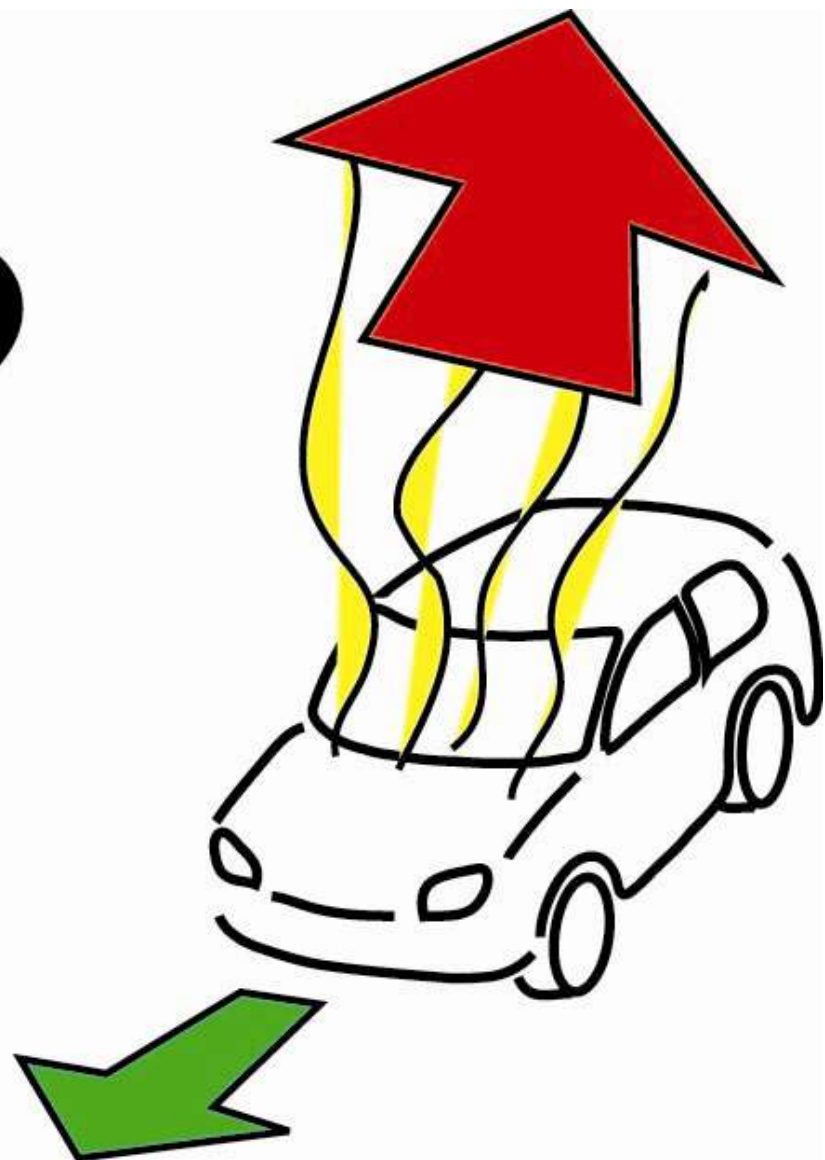
*Mais quelle est le
niveau de ces pertes
d'énergie ?*



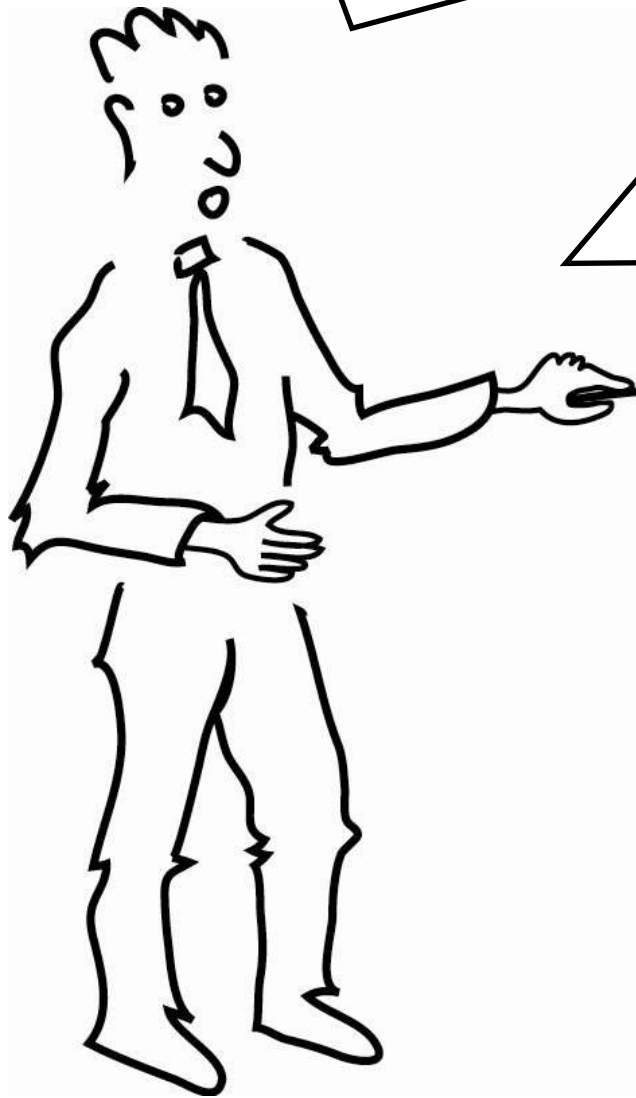
Est-ce « peu »... ou « beaucoup » ?



?



...tout dépend du rendement de nos moteurs.

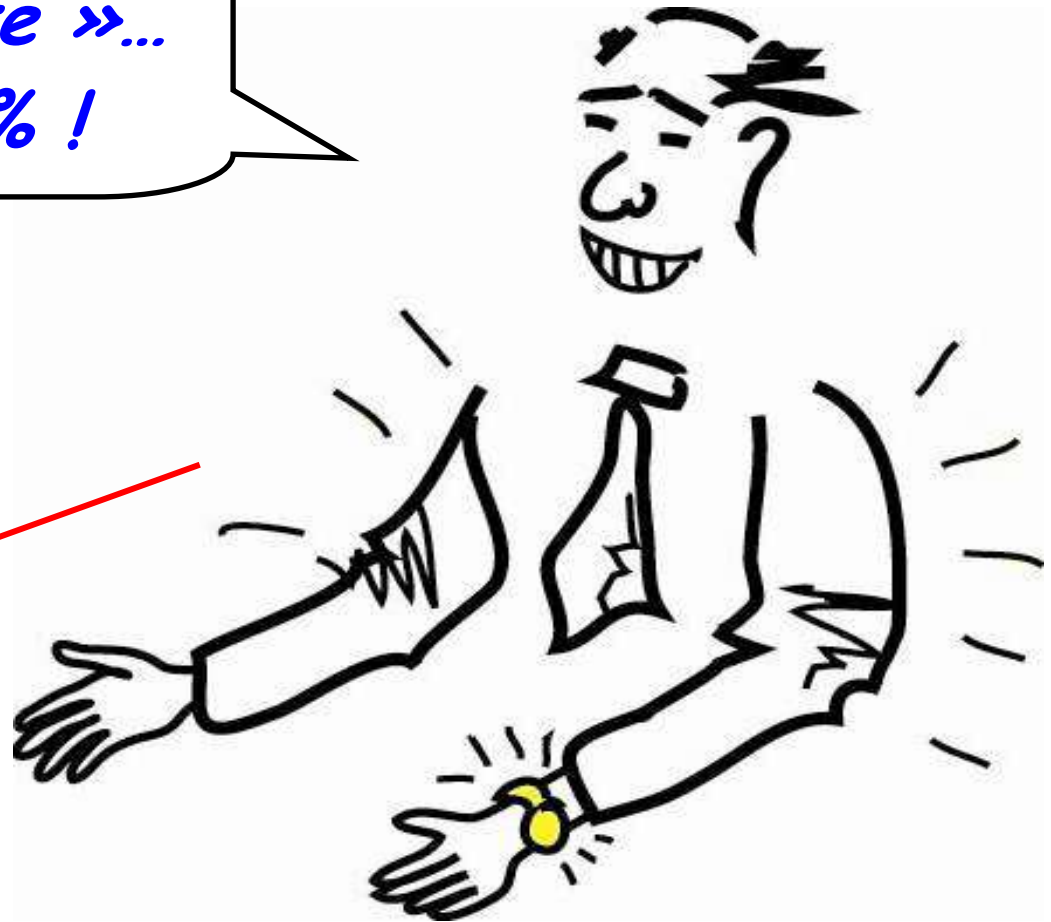


*Nos vendeurs de voiture
affichent des rendements
d'environ 30% pour nos
moteurs à essence, et de
35% en moyenne pour nos
moteurs diesels.*

...règle de base : « caresser le client dans le sens du poil ».

*Voiture « verte »...
rendement 40% !*

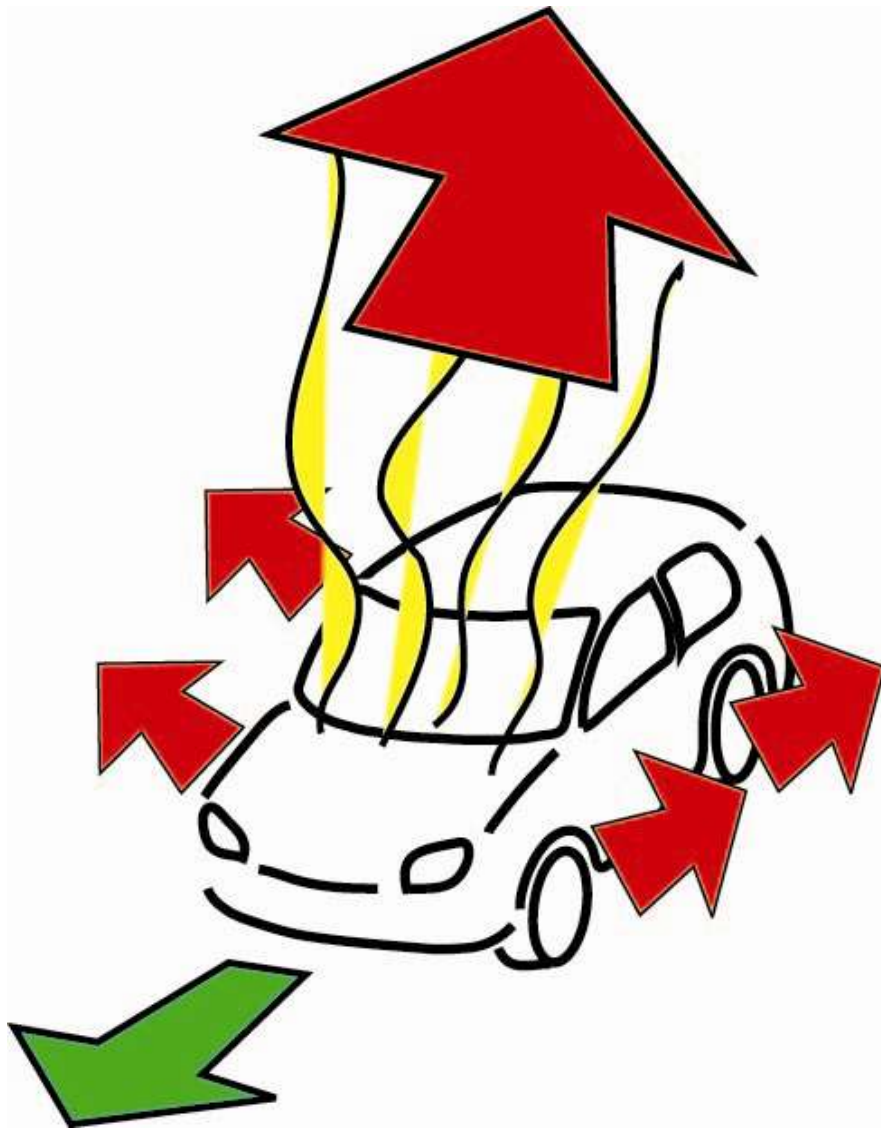
Vendeur de voiture
qui « réussit » dans
son métier



Mais ces chiffres sont erronés : les rendements réels sont largement inférieurs aux 30/35% affichés par nos constructeurs.

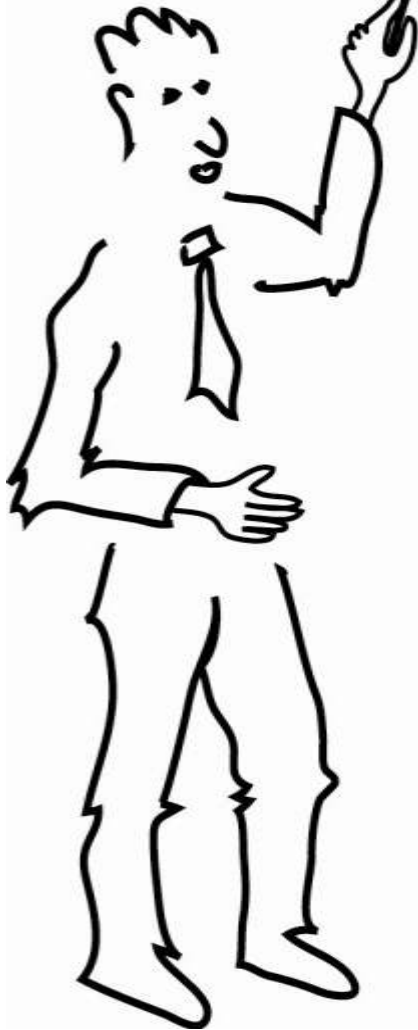
Ceci pour plusieurs causes : le moteur ne fonctionne que rarement dans sa plage de rendement optimale (faible régime, accélérations, moteur froid...).





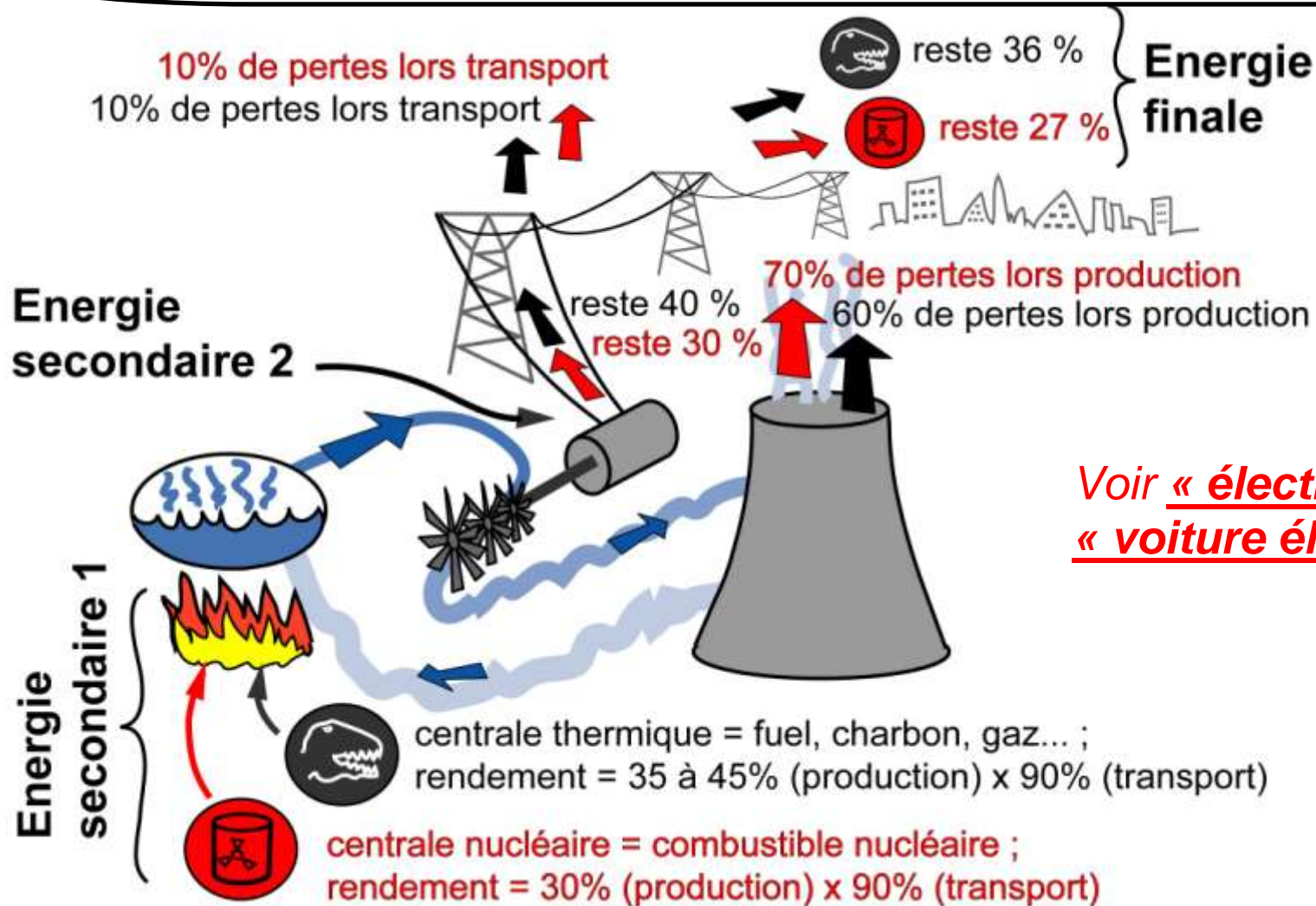
De plus, il faut rajouter, aux pertes du moteur, les pertes occasionnées par la transmission, par le freinage...*

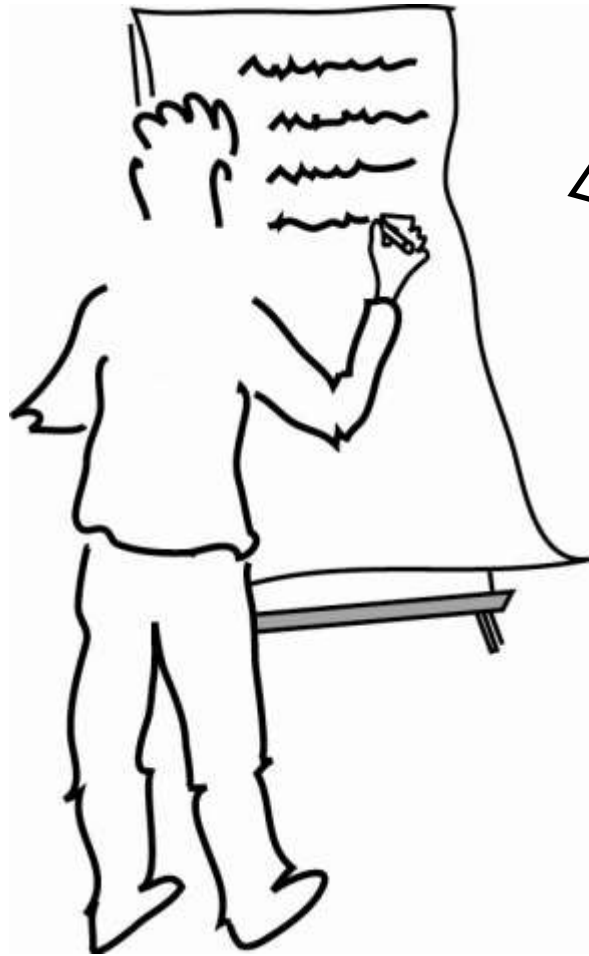
* Dans le cas des moteurs thermiques, ces pertes sont largement inférieures aux pertes occasionnées par le rendement des moteurs.



*C'est-à-dire qu'il
faudrait parler de
rendement de
l'ensemble de la voiture
plutôt que du
rendement du seul
moteur.*

Quant aux moteurs électriques, ils ont un rendement bien meilleur. Par contre la chaîne actuelle de production d'électricité a un rendement médiocre.





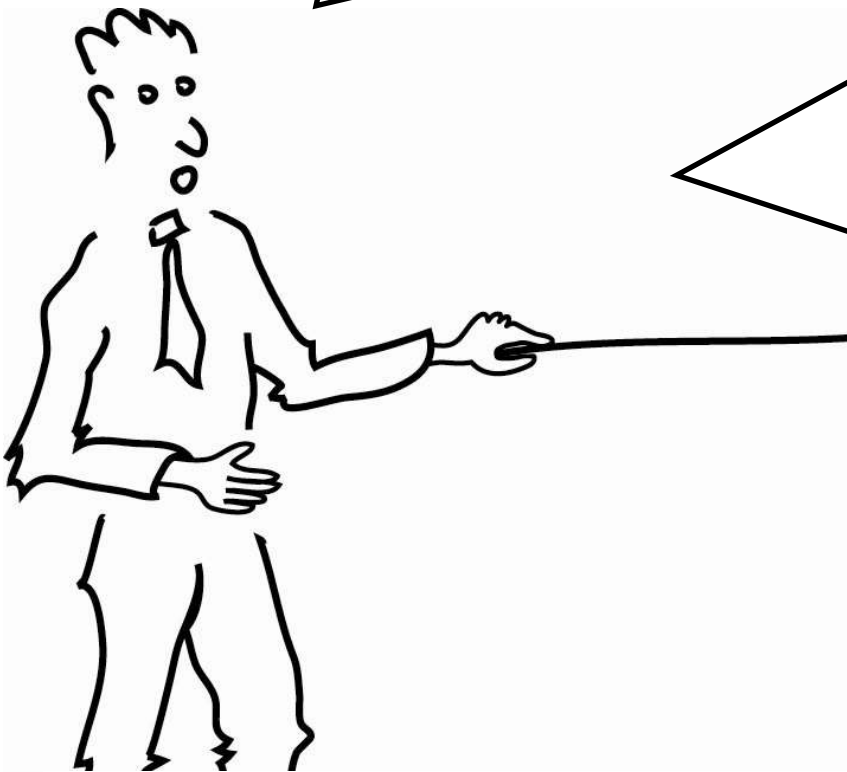
*Après ces quelques remarques,
retrons dans le vif de sujet :
comment connaître le
rendement d'une voiture, que
son moteur soit thermique,
électrique... ?*

Notez que l'énergie utile (E_u) est identique quel que soit le type de motorisation (thermique, électrique...).

*Il nous faut réaliser la division :
énergie utile au déplacement (Eu) /
énergie consommée (Ec).*

$$\text{rendement} = \frac{\uparrow}{\uparrow} = \frac{\text{Eu}}{\text{Ec}}$$

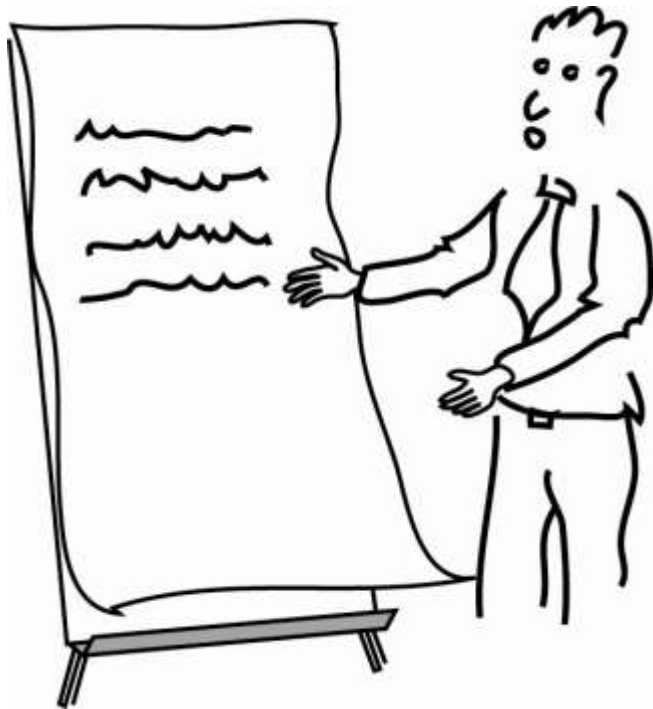
Ec est facile à connaître, il suffit de connaître la consommation du véhicule pour un usage donné...*



...mais il en va autrement pour Eu. Pourquoi ? Eu dépend d'une foule de paramètres liés au parcours et aux caractéristiques du véhicule.

* Les consommations sur cycles Européens sont déterminées sur banc, voiture à vide + 25 kg. Donc, les consommations affichées doivent être majorées en fonction de la charge embarquée ! Voir annexes.

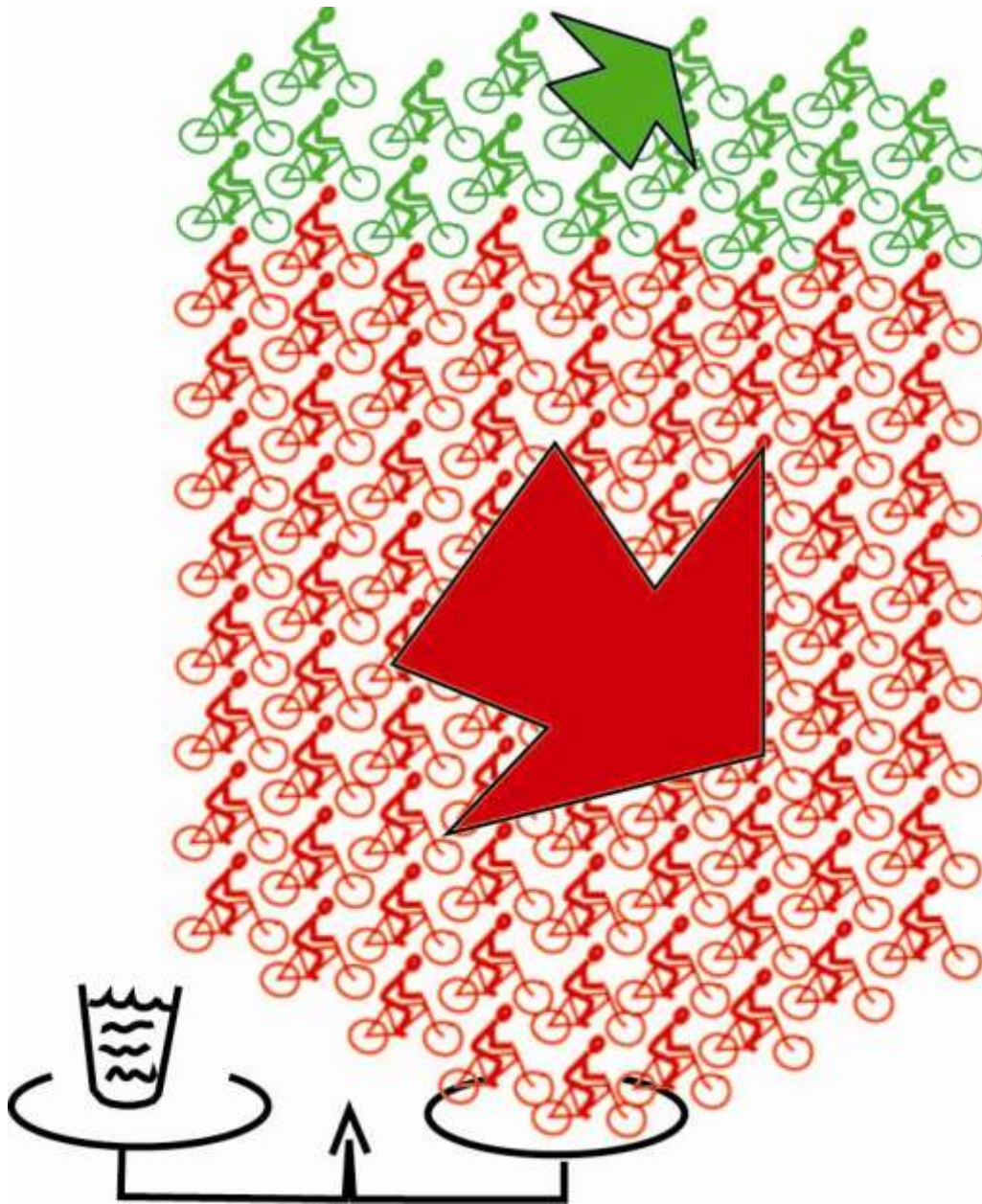
La manière de déterminer E_u est détaillée dans le document « énergie utile au déplacement d'une voiture ».*



*Nous obtenons, sur le cycle Européen ECE15-0A, un rendement de 17,5%** pour une voiture diesel. Nous sommes donc très loin des 35% affichés !*

* Voir « énergie utile au déplacement d'un voiture »

** Voir annexes



Résumons, une voiture, c'est avant tout des pertes... et bien plus que ce que les constructeurs affichent !

Voir 1 kg de carburant fossile = 100 cyclistes pendant une heure dans « énergie fossile, alternatives et illusions »



En conclusion, oublions les dogmes et les certitudes ...

...et rappelons nous que le nerf de la guerre contre le CO2 et la raréfaction des énergies, c'est tout simplement de moins consommer !

FIN

Annexe 1 : énergie consommée (Ec) d'une voiture moyenne fossiles...

➤ Voiture moyenne sur cycle Européen (= voiture référence) :

• Données et hypothèses :

- masse à vide véhicule = 1300 kg (base voiture moyenne en 2009) ;
- masse du véhicule partiellement chargé = 1565 kg (voir pages suivantes) ;
- consommation moyenne moteur diesel sur cycle Européen ECE15-0A : 6,5 litre au cent véhicule à vide + 25kg (cf. norme) ; 7,2 litres de gasoil au cent véhicule partiellement chargé (voir pages suivantes).

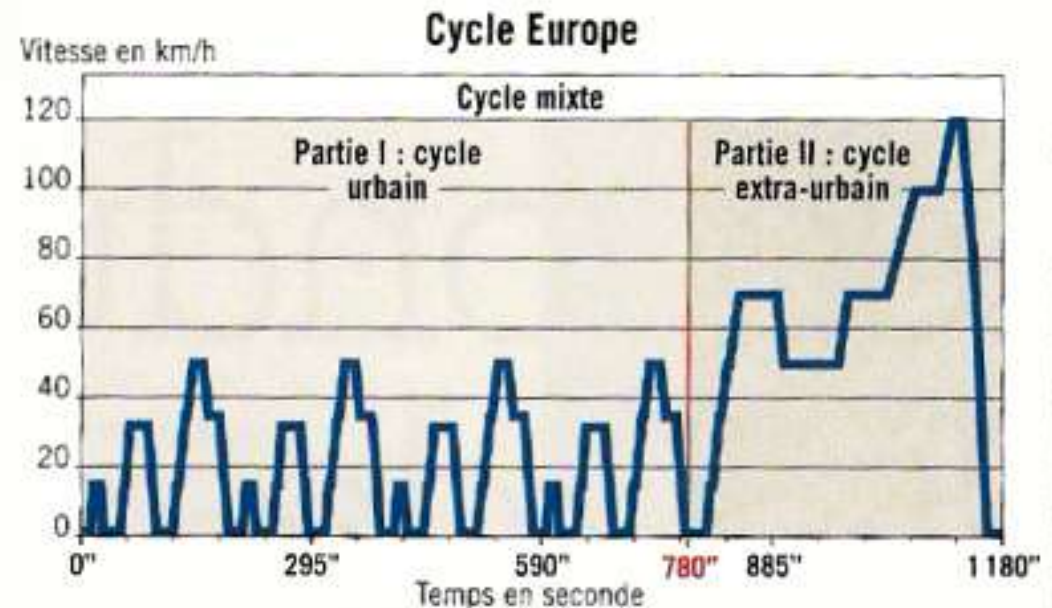
• **Energie consommée** pour réaliser 100 km (Ec) = 7,2 litres x 0,85 (densité gasoil) x 43MJ/kg de gasoil = **263 MJ au cent.**

Annexe 2 : détermination du rendement de notre voiture fossile référence

Energie utile E_u (= énergie utile ou énergie « à la roue ») en MJ au cent suivant cycle Européen (cf. document « énergie utile au déplacement d'une voiture ») =
 [énergie pour vaincre la traînée aérodynamique $\approx S.Cx.19,2$] +
 [énergie pour vaincre la résistance au roulement $\approx m.Cr.0,82$] +
 [énergie pour accélérer $\approx m.0,011$] \Leftrightarrow

**Eu en MJ au cent sur cycle
 Européen ECE 15-0A =
 $S.Cx.19,2 + m.Cr.0,82 + m.0,011$**

**Voir « énergie utile au
 déplacement d'une voiture »**



Afin de certifier leur consommation, tous les véhicules d'Europe sont testés sur le même cycle d'accélération et de décélération.

Données pour notre voiture référence :

S = surface projetée frontale = 2,2 m²

Cx = coefficient d'efficacité aérodynamique = 0,32

M = masse véhicule partiellement chargée = 1565 kg*

Cr = coefficient de résistance au roulement = 0,012 ⇒

$E_u = 2,2 \text{ m}^2 \times 0,32 \times 19,2 + 1565 \times 0,012 \times 0,82 + 1565 \times 0,011 = 46,1 \text{ MJ au cent.}$

- Energie consommée $E_c = 263 \text{ MJ}$ (cf. annexe 1).
- Rendement du moteur diesel de notre véhicule référence sur cycle Européen =

$$E_u / E_c = 46,1 / 263 = 0,175 = 17,5 \%$$

* Les consommations sur cycle Européen ECE 15-0A sont déterminées sur banc voiture à vide + 25 kg ! Donc, la consommation moyenne des voitures compactes diesels sur cycle Européen, soit environ 6,5 de gasoil au cent, doit être majorée de 0,7 l au cent (5 MJ utiles) entraînés par 240 kg de charge (2 passagers, bagages, carburant...) ⇒ masse = 1300 kg + 25 kg + 240 kg de charge = 1565 kg.

Vérification : relevés réalisés avec un véhicule connu (Peugeot 106) dans sa version électrique

- Eu en MJ au cent déterminée expérimentalement à l'aide d'une 106 électrique :
Consommation au cent (donnée utilisateur d'une 106 électrique) pour un usage mixte : $200 \text{ Wh/km} = 0,72 \text{ MJ/km} = 72 \text{ MJ au cent}$
Rendement 106 électrique =
rendement batteries + charge + décharge (hypothèse : 0,7) x
rendement moteur de 106 électrique (donnée utilisateur : 0,85) = $0,7 \times 0,85 = 0,60$
Nous en déduisons que $Eu = 72 \text{ MJ} \times 0,60 = 43 \text{ MJ au cent}$. A masse constante, cette valeur est la même quel que soit le type de motorisation.
- Energie consommée (E_c) d'une 106 diesel sur cycle mixte = 5,2 litres au cent x 0,85 (densité) x 43 MJ/kg = 190 MJ
- Rendement du moteur d'une 106 diesel sur cycle Européen = $Eu \times 0,9$ (coefficient de correction lié à la masse moindre de notre 106 diesel / 106 électrique référence) / $E_c = 43 \times 0,9 / 190 = 20,3 \%$

$Eu / E_c = 20,3\%$...ce qui est proche de notre valeur page précédente.

Données issues de mesures réalisées par un membre
d'ECONOLOGIE, « forum la voiture du futur »