

## Combien économise-t-on en roulant à 110 km/h au lieu de 130 km/h sur autoroute ?

Dans cet exercice on va vérifier s'il est intéressant, pour la planète, de réduire la vitesse d'un véhicule sur autoroute. Pour ce faire on va identifier par étape le bilan d'énergie d'un véhicule.

Le véhicule considéré est une Renault Mégane Essence. La documentation du constructeur annonce 5 litres au 100 km sur autoroute mais sur les forums automobiles les conducteurs sont d'accord pour dire qu'en fait, à 130 km/h elle consomme 6 litres aux 100 km.

A vide ce véhicule pèse 1200 kg et dans cet exercice on considérera qu'avec un conducteur, un passager, les bagages et le plein d'essence la masse est d'au moins 1400 kg.

- En moyenne la combustion d'un litre d'essence produit 33,8 MJ = 9,4 kWh. Quelle sera l'énergie dépensée pour faire 100 km avec notre Mégane ?
- Quelle est l'énergie cinétique à fournir à notre Mégane à l'arrêt pour atteindre 130 km/h ? Conclure.

En réalité, dans cet exercice, on ne s'occupe ni de l'accélération ni du freinage du véhicule.

- La voiture possède une climatisation électrique ainsi que divers équipements électriques, notamment de sécurité (ordinateur de bord etc.). En régime de croisière le « moteur » fabrique l'électricité pour les alimenter. Un climatiseur de voiture consomme jusqu'à 2,5 kWh. Cependant, dans cet exercice les conducteurs n'utilisent pas la climatisation et on peut considérer que l'électronique de bord nécessite une puissance de 500 W. Sur notre trajet de 100 km à 130 km/h calculer l'énergie nécessaire pour alimenter l'électronique embarquée.

Ce sont surtout les forces de frottement qui nous font consommer de l'essence pour maintenir la vitesse.

Il y a deux types de force de frottement. Le frottement avec le sol, qui dépend du poids de l'objet (force pesante) et des matériaux qui frottent, ici pneu/route donc caoutchouc/bitume. Et les frottements dans l'air qui dépendent de la densité de l'air, de la surface en contact et de la vitesse.

Le frottement des pneus est directement proportionnel au poids et dépend de la nature du contact. Pour un contact caoutchouc/bitume la force de frottement est de 80 % du poids.

Cependant les pneus des voitures ne glissent pas, ils roulent ! Il faut donc prendre le coefficient adapté qui dépend de la taille des roues, du type de pneu, de la surface de contact, ...

Les constructeurs admettent que 1 % du poids est un coefficient correct en moyenne.

- d) Quelle est la force pesante de notre Mégane ? Quelle est alors la force de frottement de la route sur les pneus ?
- e) Lorsqu'on parcourt 100km quel est le travail de cette force ? Quelle est l'énergie dissipée dans le frottement pneus/route pour le trajet étudié ?

On est encore loin du compte

Le frottement de l'air dépend de la densité de l'air ( $\rho=1,3 \text{ kg/m}^3$ ), de la surface en contact (surface « frottante »), du coefficient de pénétration dans l'air (le  $C_x$  de la voiture) et du carré de la vitesse.  
 $F=1/2 \rho S C_x v^2$

Pour la Mégane le constructeur donne directement le produit  $S C_x$  appelé  $SC_x$  :  $SC_x=0,65 \text{ m}^2$

- f) Calculer la force de frottement dans l'air à 130 km/h. Calculer l'énergie perdue en frottement dans l'air lorsqu'on parcourt 100 km.

Ça ne correspond toujours pas !

A ce stade on n'a pas pris en compte le rendement du moteur thermique. On le sait, il est assez mauvais. Classiquement on considère qu'il est de 35 %, même si certains constructeur annoncent 40 %. Cela signifie que seule 35 % de l'énergie contenue dans l'essence est transformée en énergie mécanique.

- g) Avec ce rendement calculer l'énergie effectivement utilisable par notre véhicule pour parcourir les 100 km.
- h) Ecrire le bilan d'énergie du système lorsqu'il parcourt 100km. Notre modèle fonctionne-t-il ?
- i) Calculer maintenant la consommation d'essence si l'on réduisait la vitesse de 130km/h à 110 km/h.
- j) Exprimer le pourcentage de réduction de vitesse lorsqu'on passe de 130 km/h à 110 km/h et le comparer au pourcentage de baisse de la consommation d'essence.
- k) Conclure