

# SM 58 – FINAL P09

## Problème (16 points)

La Figure 1 présente une carte de rendement d'un moteur thermique. Le carburant utilisé est du gasoil : PCI de 43,1 MJ/kg et densité de 832 kg/m<sup>3</sup>.

La force de résistance à l'avancement (en Newton) de la voiture sur le plat, avec  $v$  sa vitesse (en m/s), est donnée par l'équation suivante :

$$F_{Res} = 188 + 0,34 \cdot v + 0,49 \cdot v^2$$

La relation entre la vitesse  $v$  (en m/s) et la vitesse du moteur thermique  $N$  (tr/min) sur le dernier rapport est donnée par :  $v = \frac{N}{100}$

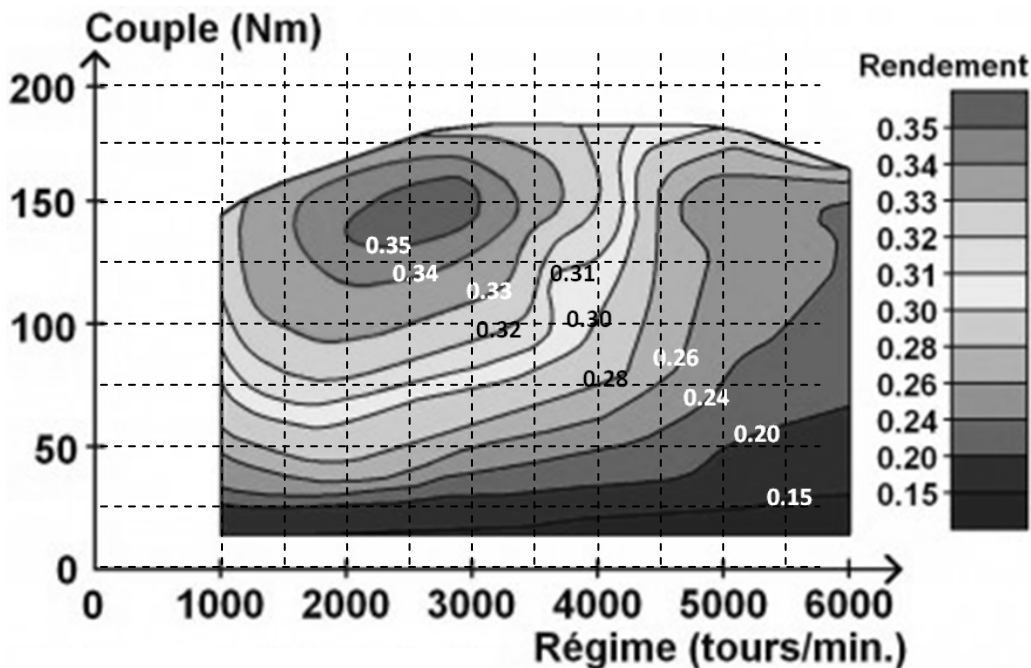


Figure 1 : carte de rendement

### 1. Partie 1 - véhicule « classique »

- 1.1 Calculer à partir de l'échelle de rendement (0,10 à 0,35) de la carte l'échelle de consommation spécifique en g/kWh. Donnez vos résultats sous forme d'un tableau (colonne 1 rendement, colonne 2 consommation spécifique).
- 1.2 Calculer la puissance maximale du moteur thermique.
- 1.3 Calculer la puissance du moteur à son meilleur point de consommation spécifique.
- 1.4 Calculer la vitesse maximale du véhicule.
- 1.5 Quelle sera la consommation en litres aux 100 km à une vitesse stabilisée de 90 km/h ?

### 2. Partie 2 - véhicule hybride série

On utilise maintenant le même véhicule avec une architecture hybride série utilisant 4 motoréducteurs répartis, un pack de batteries et le même moteur thermique associé à une génératrice.

2.1 Donner un schéma de principe propre et détaillé de l'architecture du véhicule en faisant apparaître tous les éléments électriques et mécaniques ainsi que les bases du système de gestion.

2.2 Quels sont les avantages et inconvénients d'utiliser une solution à 4 motoréducteurs répartis ?

Le véhicule se déplace à 130 km/h.

2.3 Quelle est la puissance mécanique nécessaire pour faire avancer le véhicule à cette vitesse ?

2.4 Quelle est la vitesse de rotation du moteur thermique et le couple du moteur si on prend en compte l'architecture classique de la partie 1 ?

Au point de fonctionnement précédent (question 2.4), on a une consommation spécifique de 278 g/kWh.

L'architecture hybride série permet de découpler la vitesse de rotation du moteur thermique de celle des roues.

2.5 En considérant la puissance calculée en 2.3, quelle serait la vitesse de rotation du moteur thermique qui permettrait d'obtenir le meilleur rendement ? Quel serait le couple correspondant ?

Au point de fonctionnement précédent (question 2.5), on a une consommation spécifique de 246 g/kWh.

2.6 Quel est le gain en consommation obtenu en litres aux 100 km ? Quel pourcentage « d'économie » cela représente ?

Le véhicule roule maintenant à 50 km/h

2.7 Quelle est la puissance mécanique nécessaire pour faire avancer le véhicule à cette vitesse ?

L'énergie utilisable de la batterie est de 1800 Wh.

2.8 La batterie est complètement déchargée. En utilisant le moteur thermique à son meilleur point de fonctionnement et en roulant à 50 km/h, combien de temps en minutes faut-il pour charger complètement la batterie ?

2.9 En supposant que l'on peut décharger complètement la batterie, combien de temps peut-on rouler en mode « tout électrique » à 50 km/h ?

Au point de fonctionnement de la question 2.8, on a une consommation spécifique de 239 g/kWh.

2.10 Quelle est la consommation équivalente en mode hybride en litres aux 100 km à 50 km/h ?

2.11 Comment qualifie-t-on ce mode de fonctionnement hybride ? On utilise des batteries Li-Ion de tension nominale 3,6 V. La tension nominale du pack batterie est de 450 V. On travaille uniquement avec un état de charge de la batterie compris entre 70 % et 50 %. On suppose que la tension du pack ne varie jamais.

2.12 Quel est le principal avantage et le principal inconvénient d'utiliser une variation « petite » d'état de charge ?

2.13 Déterminer la capacité en Ah d'une cellule unitaire du pack batterie et le poids de la batterie.

## Un peu de réflexion (4 points)

### Une page maxi

En faisant abstraction du prix du véhicule, avec les technologies d'aujourd'hui, quelle serait selon vous l'architecture de véhicule idéale, d'un gabarit d'un véhicule du segment familial compact prévu pour déplacer une famille de 4 personnes avec bagages, offrant le meilleur compromis environnemental.

Ce véhicule sera utilisé en semaine en ville (parcours journalier < 50 km) mais aussi pour les weekends et les vacances (autonomie mini de 500 km).