

SM 58 – MEDIAN P09

1. Questions de cours

Argumenter vos réponses en une quinzaine de lignes maxi environ.

- 1.1 *Quel est l'impact des véhicules à moteur thermique sur l'environnement par rapport aux autres industries. Comment imaginez-vous l'avenir ?*
- 1.2 *Quels sont selon vous les avantages et inconvénients d'un moteur électrique par rapport à un moteur thermique de même puissance (évoquer par exemple les aspects mécaniques, complexité, contrôle, coût ...).*
- 1.3 *De même, quels sont selon vous les avantages et inconvénients d'un véhicule électrique en général par rapport à un véhicule à moteur thermique conventionnel de même gabarit.*

2. Exercice 1

Paramètres véhicule à moteur thermique:

- Masse : 40 000
- C_x : 0,45
- Surface frontale : 8 m²
- Coefficient de roulement : 0,012
- $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$
- Rendement transmission : $\eta = 0,9$
- Vitesse maximale : 90 km/h
- $P_{\max}$: 450 kW

- 2.1 *Quel type de véhicule pourrait avoir les caractéristiques ci-dessus ?*
- 2.2 *Calculer la puissance au moteur nécessaire pour vaincre les forces de résistance à l'avancement pour 0, 30, 60 et 90 km/h. La route est horizontale, il n'y a pas de vent.*
- 2.3 *Effectuer les mêmes calculs de puissance pour une pente de 3%, 6% et 9%.*
- 2.4 *Reporter les données obtenues en 2.2, et 2.3 sur le graphique du document réponse.*
- 2.5 *Refaire les mêmes calculs qu'en 2.2 avec un vent de face de 9 m/s. Reporter les points sur le graphique. Conclure sur l'effet du vent de face par rapport à la géométrie du véhicule.*

3. Exercice 2

L'étude porte sur le véhicule électrique suivant :

- Masse : $M_v = 1\,200 \text{ kg}$;
- Surface frontale : $S = 2,5 \text{ m}^2$;
- Coefficient de pénétration dans l'air : $C_x = 0,3$;
- Coefficient de roulement : $C_r = 0,01$;
- Diamètre des roues : $D_r = 520 \text{ mm}$;
- Rapport de réduction du réducteur : $r = 7,2$;
- Rendements (voir Figure 1)
- **On suppose qu'en phase de freinage récupératif la batterie ne peut récupérer que 70 % de l'énergie.**

L'architecture de ce véhicule est présentée sur la Figure 1.

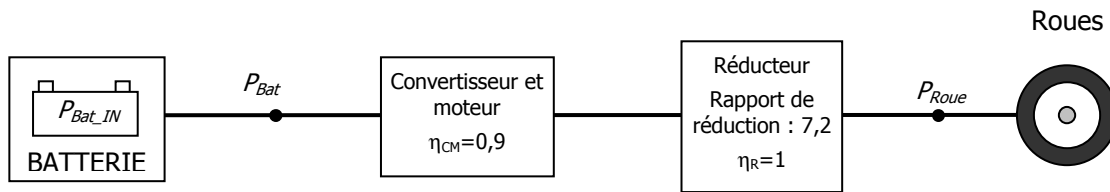


Figure 1 : architecture véhicule électrique

Le cycle routier de base (profil de vitesse) adopté est divisé en 6 phases :

1. accélération de 0 km/h à 40 km/h en 5 s ;
2. vitesse constante de 40 km/h pendant 5 s ;
3. décélération de 40 km/h à 20 km/h en 7 s ;
4. vitesse constante de 20 km/h pendant 6 s ;
5. décélération de 20 km/h à 0 km/h en 4 s ;
6. arrêt pendant 13 s.

Ce cycle sera répété un certain nombre de fois (à déterminer au cours de l'exercice) afin de satisfaire une autonomie de 100 km.

- 3.1 Exprimer de façon littérale la puissance mécanique P_m développée par les roues de manière générale en prenant en compte tous les paramètres.

Dans la suite de l'exercice, on considérera que le profil de la route est plat que le coefficient C_x est nul.

- 3.2 Quelle est alors l'expression de la puissance mécanique?
- 3.3 Quelle est l'expression de la puissance si la vitesse est constante?
- 3.4 Compléter le tableau sur le document réponse en prenant garde au sens de transfert de l'énergie.
- 3.5 Tracer, sur le même graphique, les profils de la vitesse $v(t)$ et des puissances $P_{roue}(t)$, $P_{bat}(t)$ et $P_{bat_in}(t)$.

On suppose que le bilan de l'énergie fournie par la batterie sur un cycle est de 11,7 Wh pour 186 m parcourus et que la puissance maximale à la roue est de 31 kW en traction.

- 3.6 Donner la puissance maximale absorbée par le moteur électrique, son couple mécanique maximal et sa vitesse de rotation maximale.
- 3.7 Quelle serait l'énergie nécessaire pour pouvoir assurer l'autonomie demandée ?
- 3.8 Donner la masse et le volume de batterie nécessaire dans le cas d'une batterie au plomb et dans le cas d'une batterie Li-Ion classique. Détailler les calculs.
- 3.9 Comparer les résultats précédents avec le poids du véhicule.

On utilise le même véhicule mais maintenant avec un moteur thermique alimenté par du SP95 (43,8 MJ/kg – densité 0,73 kg/litre). L'énergie totale fournie à la roue est de 28,2 Wh sur le même cycle. On donne comme hypothèse un rendement global moteur thermique et transmission de 25%.

- 3.10 Donner la consommation de carburant pour la même autonomie désirée. Comparer et discuter les résultats avec la solution tout électrique.

	$\frac{dv}{dt}$ (m/s ²)	durée (s)	$v(t)$ (m/s)	$P_m(t)$ (W)	$P_{Bat}(t)$ (W)	$P_{Bat} Max$ (kW)	E_{Bat} (Wh)	distance (m)
Formule	$\frac{dv}{dt}$		$\int \frac{dv}{dt} dt$	$P_m = \dots\dots\dots$			$E_{Bat} = \int_{t_1}^{t_2} P_{Bat}(t) dt$	$d = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$

Phase								
1			$2,22.t$	$6187,53 t$				
2	0							
3			$-0,79.t+19,05$					
4								
5			$-1,39.t - 37,5$					
6								

Bilan	Durée	$P_{notte,max}$		Énergie		Distance
		fournie	récupérée			