SM 58 – MEDIAN A17

NOM : PRÉNOM :

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée - Dictionnaires numériques interdits

1. Exercice 1 - Véhicule électrique – 8 points

La puissance correspondant à la force de résistance à l'avancement d'une voiture, avec *v* sa vitesse (en m/s), est donnée par l'équation du principe fondamental de la dynamique présentée ci-dessous:

$$P_{\mathrm{m}} = v\left(M_{\mathrm{v}}\,\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{2}\,\rho_{\mathrm{air}}\,v^2\,S\,C_{\mathrm{x}} + M_{\mathrm{v}}\,g\,\sin\alpha + M_{\mathrm{v}}\,g\,C_{\mathrm{r}}\,\cos\alpha\right)$$

L'architecture d'un véhicule électrique est présentée ci-dessous. Les données sont les suivantes :

- Poids du véhicule : 1260 kg (avec batteries)
- Densité de l'air : 1,3 kg/m^3
- Diamètre de la roue : 550 mm
- Surface frontale : 2,1 m²
- Coefficient de pénétration dans l'air : 0,28
- Coefficient de roulement : 0,02
- Rapport de réduction du réducteur : r = 7,2
- Rendements de la chaine de traction : voir figure
- Rendement de la batterie : 100% en décharge et en recharge
- Dans les phases de freinage, 50% de la puissance de freinage est assurée par les feins mécaniques.
- Le véhicule roule sur une route plane

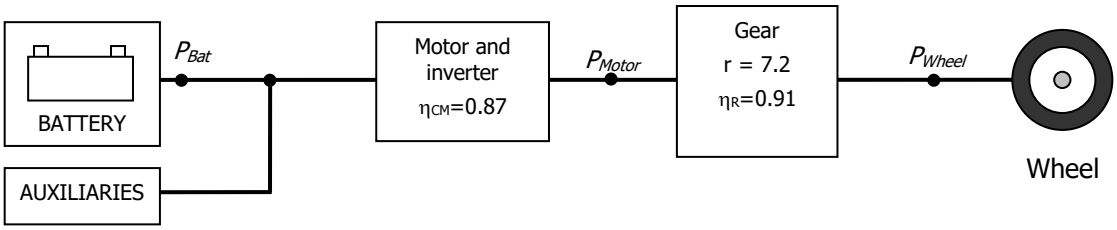

Figure 1 : schéma de principe

Les équipements auxiliaires consomment une puissance constante de 900 W sur tout le cycle. Cette puissance est fournie directement par la batterie de traction.

Le profil de vitesse est divisé en 4 phases:

Phase 1 : accélération constante de 0 km/h à 72 km/h en 12 s

Phase 2 : vitesse constante à 72 km/h pendant 60 s

Phase 3 : décélération constante de 72 km/h à 0 km/h en 18 s

Phase 4 : arrêt pendant 10 s.

Le cycle sera répété un certain nombre de fois (à déterminer durant l'exercice) pour atteindre une autonomie de 100 km.

1.1 Calculer la vitesse maximale du moteur électrique et tracer sur le graphique de la Figure 2 la courbe de vitesse de rotation du moteur électrique en fonction du temps.

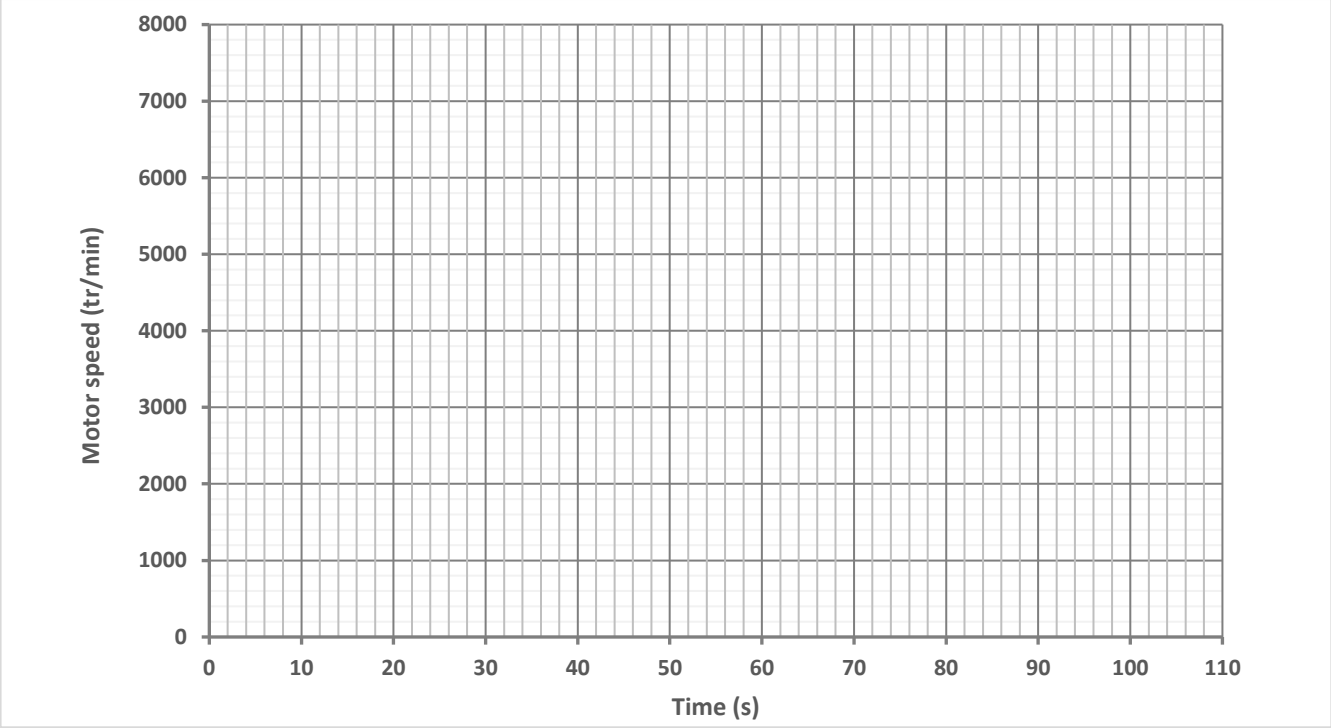

Figure 2 : vitesse du moteur

1.2 Compléter le tableau ci-dessous.

Phase	Temps (s)	Vitesse voiture (m/s)	Puissance à la roue (W)	Puissance freinage électrique (W)	Puissance batterie (W)
Début phase 1					
Fin phase 1					
Début phase 2					
Fin phase 2					
Début phase 3					
Fin phase 3					
Début phase 4					
Fin phase 4					

1.3 On fait l'hypothèse que la <u>variation de puissance</u> à la roue lors des phases de traction et freinage est <u>constante</u>. Tracer les courbes de puissance à la roue et puissance batterie en fonction du temps sur la Figure 3.

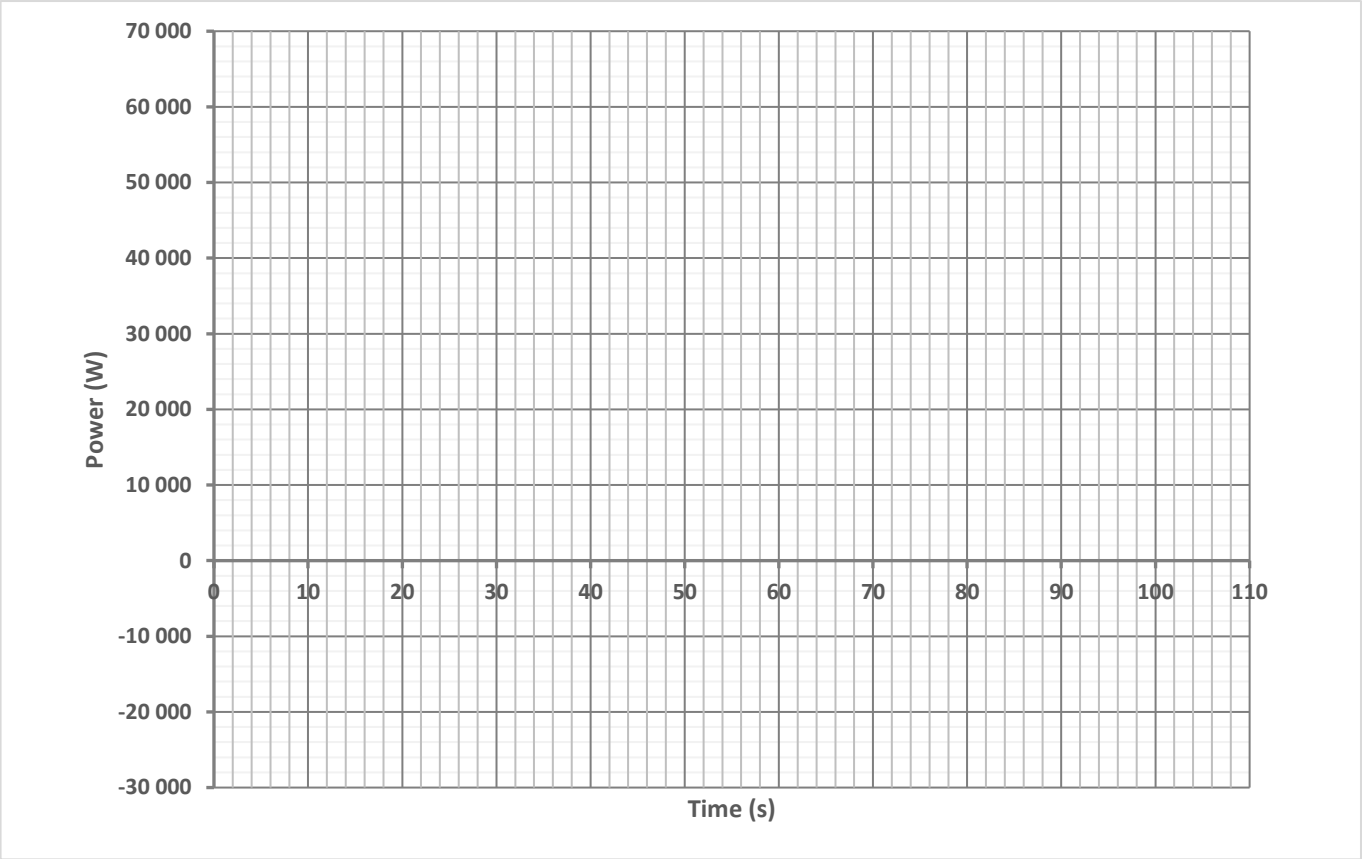

Figure 3 : puissances

1.4 Calculer le couple maximal du moteur électrique atteint sur le cycle.

1.5 Calculer la distance d'un cycle ainsi que la vitesse moyenne sur le cycle.

1.6 Déterminer la quantité d'énergie fournie par la batterie pour un cycle en kWh (suivant l'hypothèse émise précédemment sur les variations de puissance).

1.7 Quelle est l'énergie nécessaire pour parcourir 100 km ?

1.8 Pour pouvoir assurer l'autonomie demandée, donner la masse et le volume de batterie nécessaire (batterie Li-Ion 270 Wh/l, 150 Wh/kg) sachant que la batterie fonctionne sur une plage d'état de charge (SoC) comprise entre 25% et 95 %.

2. Exercice 2 (8 points).

L'étude porte sur un véhicule à moteur à combustion interne. Hypothèses retenues pour cette étude :

- Le véhicule roule à vitesse stabilisée sur route horizontale.
- La force de résistance à l'avancement du véhicule F (N) peut être déterminée en fonction de la vitesse du véhicule v (m/s) à partir de l'expression suivante :

$$F = 0{,}53 \times v^2 + 220$$

- Moteur thermique :
  - Essence sans-plomb 95, 4 cylindres, 16 soupapes,
  - Courbe d'iso-consommation donnée en Figure 4.

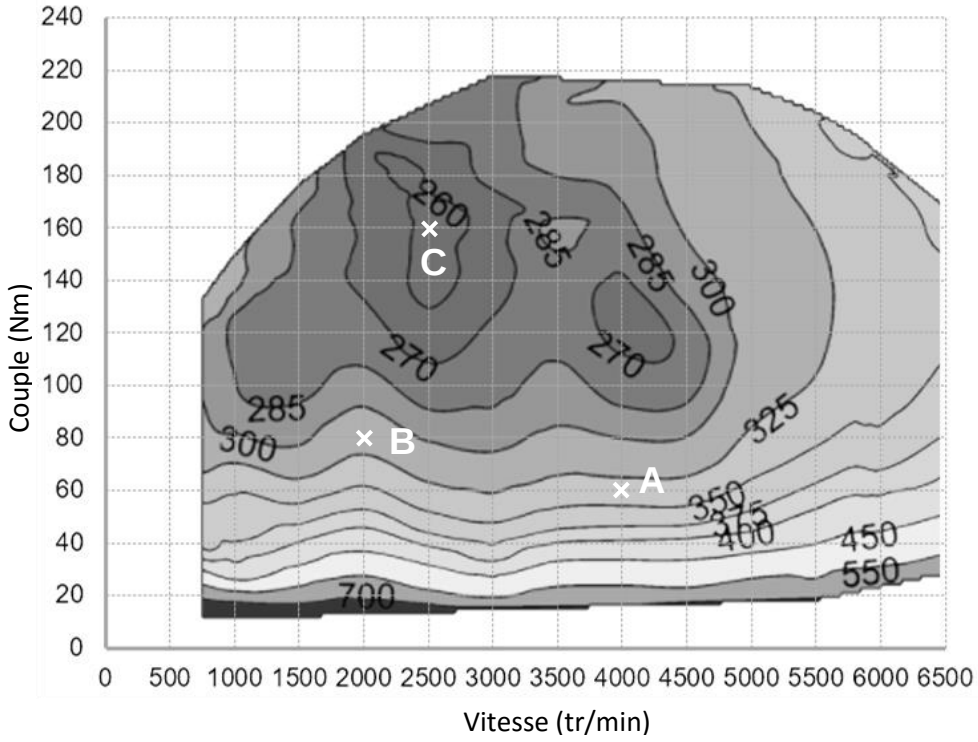

Figure 4 : consommation spécifique (g/kWh)

- Carburant
  - Essence sans plomb 95
  - Energie massique : 43,8 MJ/kg
  - Emissions de CO_2 : 3,17 kg CO_2/kg essence
  - Densité : 0,745 kg/litre

2.1 Calculez le rendement (en %) du moteur thermique aux points de fonctionnement A, B et C.

2.2 A partir de la carte d'iso-consommation, déterminer la puissance maximale du moteur thermique

2.3 Pour des vitesses stabilisées de **90** et **155** km/h,

2.3.1. Calculer la puissance que doit fournir le moteur thermique

2.3.2. Représenter sur la Figure 4 les courbes d'iso-puissance (couple moteur thermique en fonction de la vitesse de rotation) pour chaque vitesse.

2.3.3. Quels sont selon vous les meilleurs points de fonctionnement qui seraient à privilégier ? Calculer alors pour ces points la consommation de carburant en litre/100 km et les émissions de $C0_2$ en gCO_2/km

2.3.4. Quel organe mécanique du groupe motopropulseur permet de se rapprocher de ces points de fonctionnement (question 2.3.3), permettant d'adapter la vitesse du véhicule à la vitesse de rotation du moteur.

3. Questions de cours (4 points)

3.1 Quel est le rôle de l'embrayage et de la boite de vitesse sur un véhicule à moteur thermique ?

3.2 Pourquoi un véhicule électrique peut-il se passer de boîte de vitesse ?

3.3 Quels sont selon vous les avantages et inconvénients d'un moteur électrique par rapport à un moteur thermique de même puissance (sans prendre en considération la source d'énergie d'alimentation) ?