

# SM 58 – FINAL A11

---

## 1. Questions de cours (5 points)

Répondre brièvement en quelques lignes aux questions posées.

- 1.1 Expliquer le principe de fonctionnement de base d'un moteur thermique à combustion interne diesel.
- 1.2 La Figure 1(document réponse) présente un écorché d'un moteur diesel. Donner le nom et la fonction des éléments 1 à 6.
- 1.3 Quels sont les 2 moyens permettant de recharger la batterie du véhicule 3008 hybride de PSA ? Qu'elle l'originalité de ce véhicule par rapport aux véhicules hybrides plus classiques ?
- 1.4 Quelles sont les différences majeures d'un point de vue architecture de la chaîne de traction entre une Toyota Prius et une Opel Ampera ? Quels sont les avantages et inconvénients principaux de chacun ?

## 2. Exercice 1 - Etude d'un véhicule électrique (7 points)

Caractéristiques principales du véhicule :

- masse du véhicule :  $m = 850 \text{ kg}$ .
- vitesse maximale véhicule :  $V_{\max} = 110 \text{ km/h}$
- diamètre des roues :  $D = 55 \text{ cm}$
- vitesse maximale du moteur  $N_{\max} = 9000 \text{ tr/min}$
- surface frontale véhicule :  $S = 2,6 \text{ m}^2$
- coefficient de pénétration dans l'air :  $C_x = 0,32$
- coefficient de roulement :  $C_r = 0,02$
- accélération maximale constante du véhicule :  $0 \text{ à } V_{\max} = 14 \text{ s}$
- 50 % du freinage est assuré par les freins mécaniques
- Toute la chaîne de traction a un rendement de 90 % (la batterie a un rendement de 1)
- Autonomie : 80 km

- 2.1 Calculer le rapport de transmission du réducteur entre la roue et le moteur.
- 2.2 Calculer la puissance maximale délivrée par la batterie en régime stabilisé sur le plat.
- 2.3 Calculer la puissance délivrée par la batterie à 60 km/h stabilisé sur une rampe de 12 %.

On définit le cycle suivant (à plat) :

- A. Accélération maximale du véhicule jusqu'à  $V_{\max}$
- B. Vitesse maximale constante pendant 30 secondes
- C. Freinage jusqu'à 60km/h en 3 secondes
- D. Vitesse stabilisée à 60 km/h pendant 2 minutes
- E. Freinage jusqu'à l'arrêt en 3 secondes

- 2.4 Représenter la variation de la puissance délivrée par la batterie sur le document réponse (Figure 2) pour un cycle.
- 2.5 Déterminer l'énergie globale nécessaire pour un cycle.

- 2.6 Quelle serait la masse totale de batteries Ni-Mh nécessaire pour satisfaire l'autonomie demandée?

Ce véhicule sera rechargé par le réseau électrique. On suppose que l'électricité utilisée est à 75 % d'origine nucléaire, 15 % d'origine éolienne et 10 % provenant de turbine à gaz à cycle combiné (fonctionnant au gaz naturel).

- 2.7 Déterminer la quantité de CO<sub>2</sub> totale qui sera rejetée dans l'atmosphère pour recharger entièrement les batteries.

- 2.8 Déterminer le rendement total du puits à la roue du système complet.

### 3. Exercice 2 – Véhicule hybride (8 points)

Nous allons nous intéresser à un véhicule de type hybride série rechargeable.

On privilégiera avant tout le fonctionnement en mode batterie. La batterie seule peut fournir la puissance maximale demandée sur le cycle ; elle a une capacité totale de 7000 Wh. Au début du cycle la batterie est chargée à 100 %. La batterie peut descendre à un Soc de 20%. Une fois ce seuil atteint, le moteur thermique (SP 95) permet de remonter le Soc à 30%, puis il se coupe. Le rendement de la chaîne de traction est unitaire.

- 3.1 Comment fait-on pour retrouver un Soc de 100% ?

Le cycle de puissance (distance parcourue de 1750 m) au niveau du bus continu est le suivant :

- A. Accélération : 0 à 70 kW en 10 secondes
- B. 15 kW stabilisé pendant 45 secondes
- C. Freinage : - 20 kW à 0 en 5 secondes

Ce cycle sera répété en continu.

- 3.2 Calculer l'énergie dépensée pour un cycle en Wh. Quelle est la valeur de l'état de charge de la batterie ?

Le moteur thermique est caractérisé par sa carte d'iso-consommation donnée sur le document réponse (Figure 3).

- 3.3 Tracer sur le document réponse (Figure 3) les courbes d'iso-puissance pour des puissances de 10, 23 et 36 kW. Parmi ces 3 puissances, déterminer le point de fonctionnement optimal du moteur thermique.

On considère maintenant que le moteur thermique fonctionnera constamment à 2550 tr/min et 85 Nm.

- 3.4 Calculer la consommation en litres de carburant par heure.

- 3.5 Le véhicule est à l'arrêt. On suppose que la batterie a un état de charge de 20%. Combien de temps faudra-t-il pour atteindre 30%.

Pour la fin de l'étude on fixe l'énergie globale fournie par la batterie par cycle à 271 Wh. On ne prendra pas en compte les variations de puissance sur le cycle (équivalent à avoir une puissance constante sur le cycle). On répète le cycle de base pendant 3000 secondes. Le véhicule a un Soc de 100% au début du cycle.

- 3.6 Représenter sur le document réponse (Figure 4) la variation d'état de charge de la batterie en%.

- 3.7 Déterminer la distance parcourue et la consommation en litres au 100 km.

- 3.8 En supposant un prix au litre de SP95 à 1,55€ et un coût du kWh EDF à 0,12 €, quel est le coût de l'énergie nécessaire pour faire le cycle de 3000 s.

# SM 58 – MEDIAN A11 – DOCUMENT REPONSE

NOM :

PRENOM :

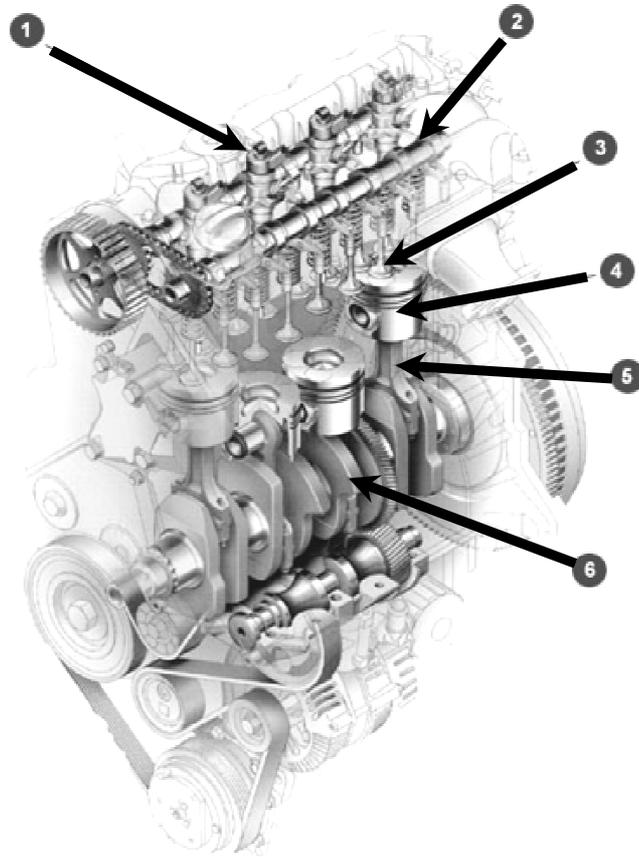


Figure 1: écorché moteur diesel

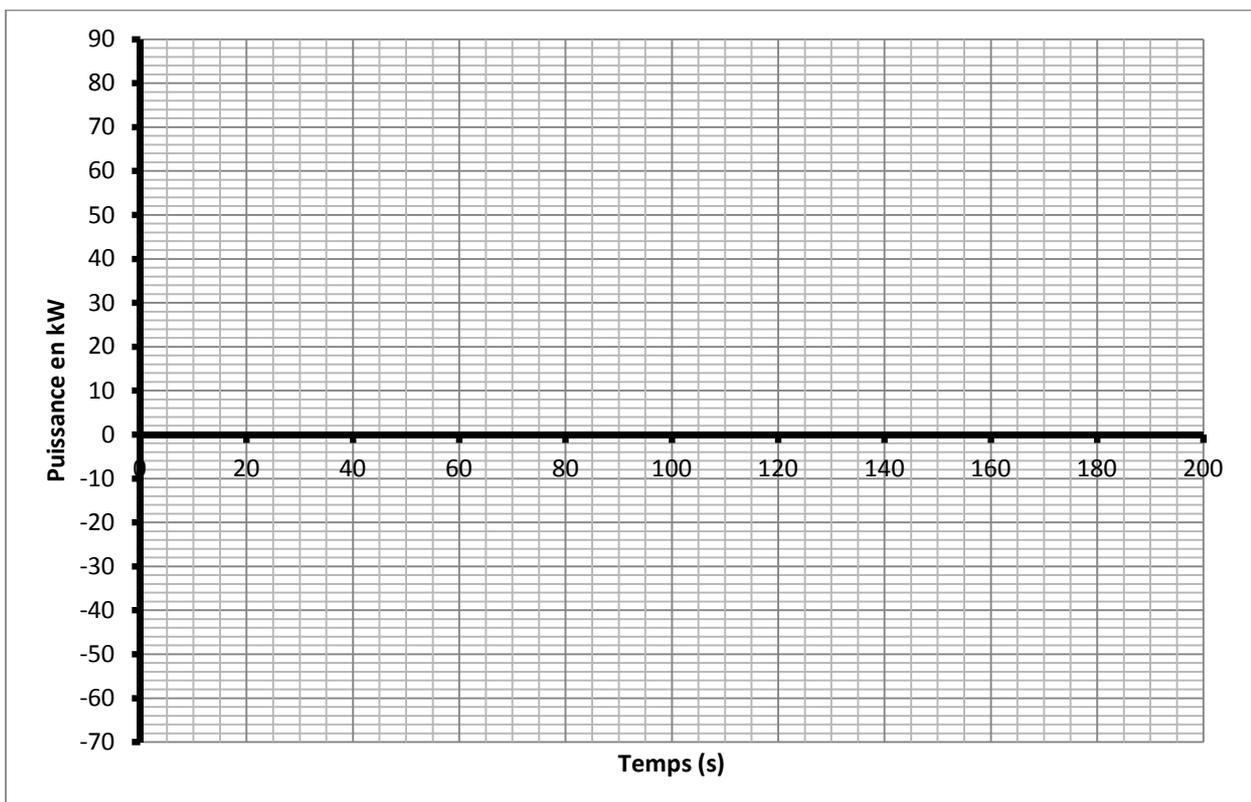


Figure 2: puissance batterie

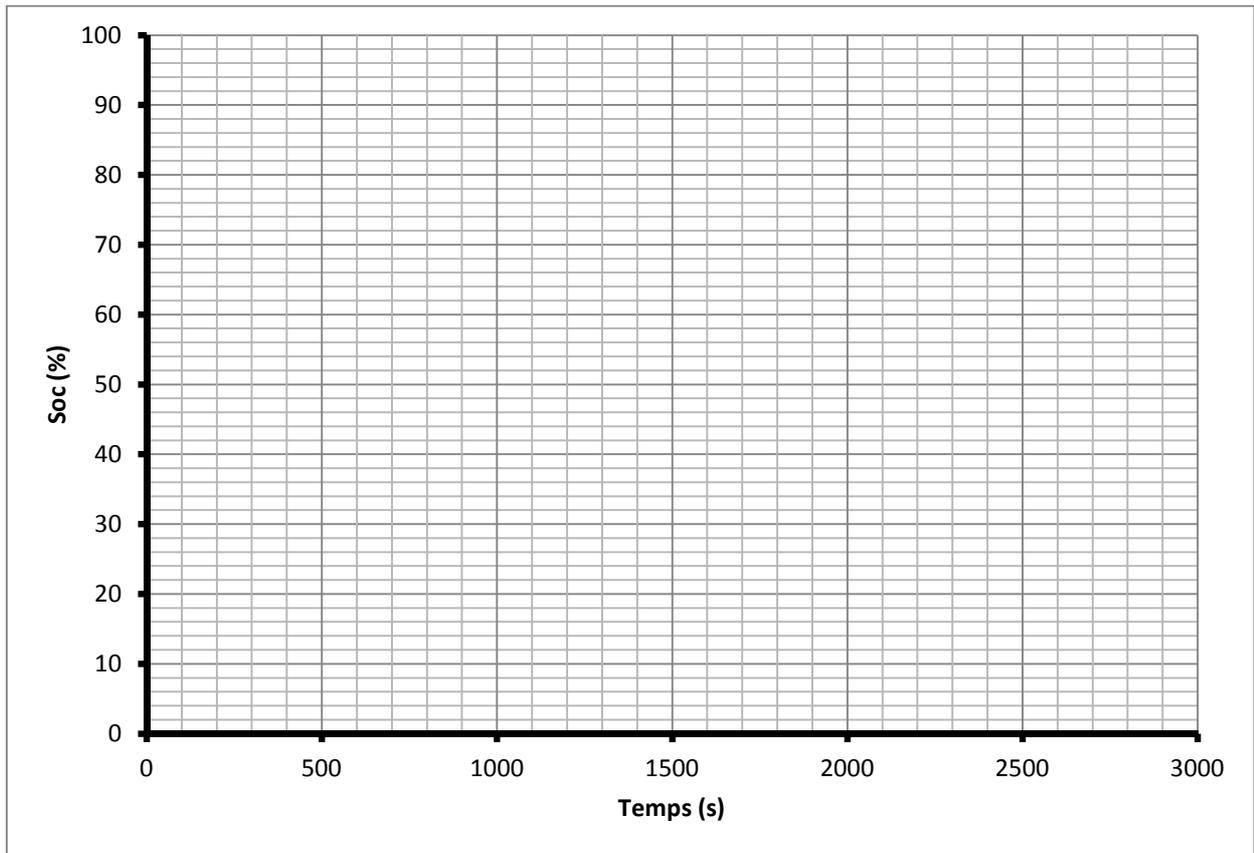
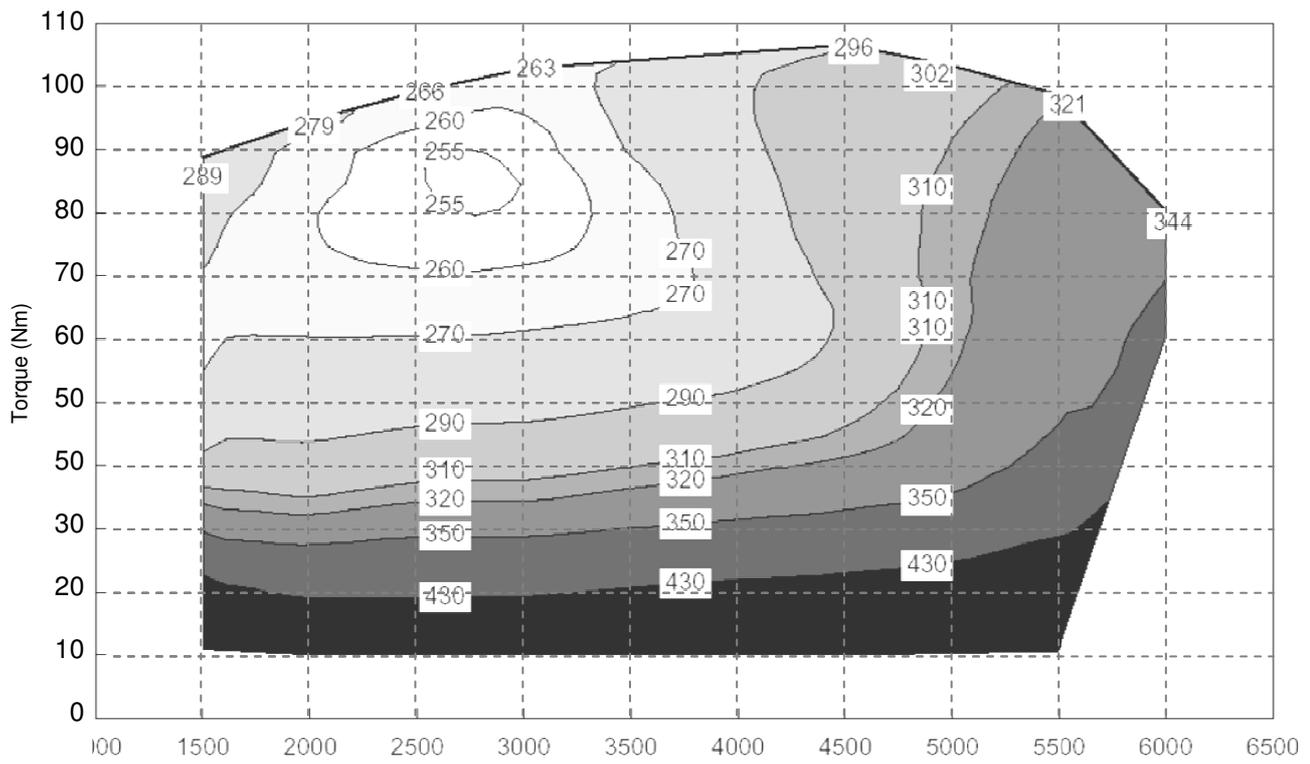


Figure 4: variation d'état de charge de la batterie en %