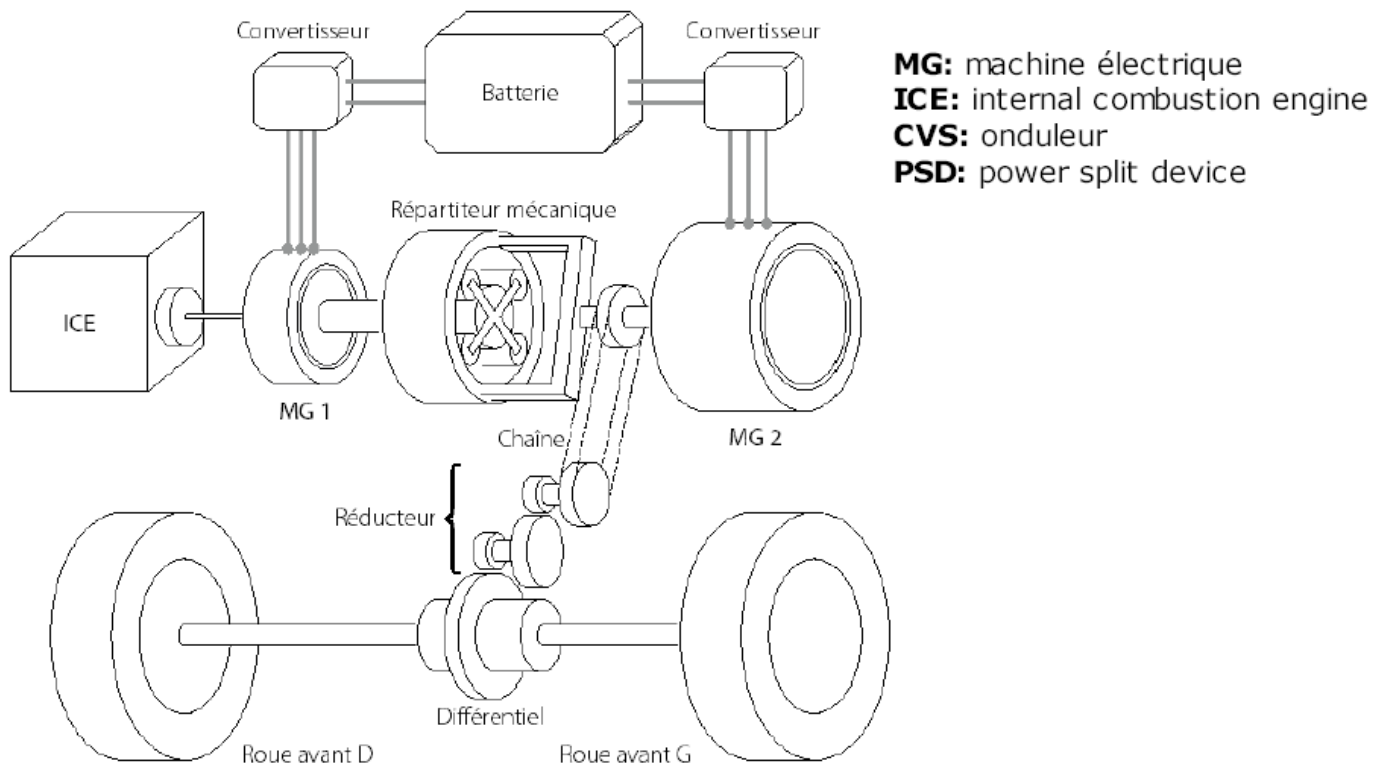


On considère un véhicule hybride parallèle-série dont la structure est inspirée du modèle Prius THS de Toyota, et dont on fournit à la figure 1 la vue générale du groupe motopropulseur et de sa transmission.



L'objectif de ce TD est d'établir quelques bilans de puissance et d'identifier les flux d'énergie au sein du système. Pour simplifier, nous supposons que le rendement des convertisseurs d'énergie (aussi bien électriques que mécaniques) est unitaire, et que le chauffage de l'habitacle n'est pas requis.

En fonctionnement, le véhicule, dont la masse totale  $M_t$  vaut 1300kg, doit compenser la force de résistance à l'avancement  $F_{RES}$ , qui s'exprime en fonction de la vitesse  $v$  du véhicule par:

$$F_{RES} = 188 + 0,32v + 0,456v^2$$

où  $F_{RES}$  est en N, et  $v$  en m/s.

Le moteur thermique (ICE) est un moteur essence de 1,5l. Il est alimenté en super, dont on connaît le Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI):  $PCI = 12,272 \text{ Wh/g}$ . La masse volumique de l'essence est de 0,75kg/litre.

La figure 2 montre les limites de fonctionnement de ICE dans le plan couple-vitesse. Cette figure montre également la consommation spécifique du moteur, notée  $b$  et exprimée en g/kWh. Ainsi, les zones où  $b$  est faible sont les zones où le moteur a le meilleur rendement.

La commande de chaque machine électrique impose:

$N_{MG2} = 36,748 * V_v$  et  $N_{MG1} = 3,6 N_{ICE} - 2,6 N_{MG2}$  avec  $N_{ICE}$ ,  $N_{MG1}$ ,  $N_{MG2}$  les vitesses de rotation du moteur thermique, des machines  $M_{G1}$  et  $M_{G2}$  en tour/min,  $V_v$  la vitesse du véhicule en km/h

$C_{MG1} = 1/3,6 * C_{ICE}$  et  $C_s = 2,6/3,6 C_{ICE}$  avec  $C_s$  le couple au niveau de PSD.

### Questions:

1. Calculez le rendement maximal (à l'embrayage) du moteur thermique ICE.
2. Donnez le point où ce rendement est obtenu, et la puissance mécanique correspondante.

On considère que la voiture se déplace à  $v = 40 \text{ km/h}$ .

<sup>1</sup> Ce TD est largement inspiré de l'article de Hervé Discours « La motorisation d'un véhicule hybride » Technologie n°139, septembre octobre 2005

3. En supposant que la batterie ne se charge ni ne se décharge, calculez  $P_1$ , la puissance que doit fournir le moteur thermique.
4. Tracez dans le plan couple-vitesse de la figure 2 la courbe à  $P_1 = \text{constante}$ . Quelle est la meilleure consommation spécifique?
5. Estimez la consommation du véhicule (en litre/100km) pour ce point de fonctionnement.
6. Faire un graphe montrant le flux de puissance.

Le véhicule avance toujours à 40km/h, mais le moteur thermique est allumé par intermittence. Allumé, il produit une puissance  $P_2 = 15243 \text{ W}$ ; une partie de cette puissance recharge les batteries, l'autre fait avancer le véhicule. Lorsque les batteries sont pleines, le moteur est coupé, et le moteur avance en électrique pur. On distingue donc deux phases:

- ICE allumé (phase A)
- ICE éteint (phase B)

7. A partir du résultat de la question 3., calculez  $P_3$ , la puissance de charge de la batterie.
8. Établissez un graphe montrant le flux de puissance durant la phase A.
9. Tracez, dans le plan couple-vitesse de la figure 2, la caractéristique à puissance constante de ICE. À quelle vitesse va-t-on préférer faire tourner ICE? En déduire le couple sur l'arbre moteur, ainsi que la consommation spécifique pendant la phase A.
10. La batterie stocke 562Wh. En déduire la durée de la phase A.
11. Calculez la durée de la phase B.
12. En déduire la consommation (en l/100km) pour ce mode de traction.

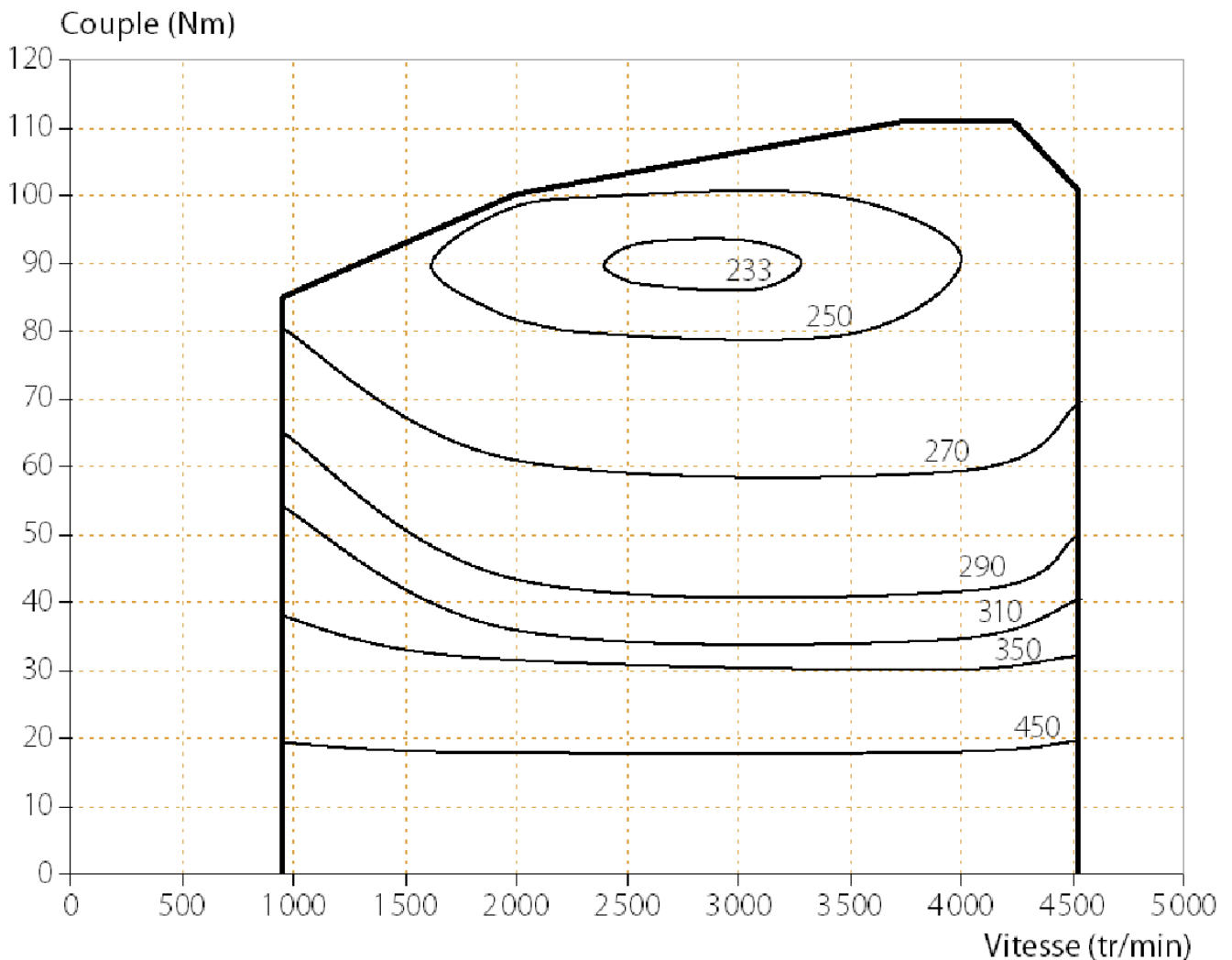


Figure 2