

1MG11 Systèmes de Propulsion Hybrides et Electriques

CALCUL DES PERFORMANCES

HOMEWORK

La première partie du devoir qui vous est demandé consiste à réaliser l'étude et la simulation des performances d'un véhicule à moteur thermique.

On considère le véhicule suivant : **FORD Puma 1.0 Ecoboost (modèle 2020)**



Figure 1 : Ford PUMA

Les sites du constructeur¹ et de presse spécialisée² annoncent les données suivantes :

MOTEUR

- $P_{max} = 70 \text{ kW}$ @ 4000-6000 tr/min (prendre $N_1=5000 \text{ tr/min}$)
- $C_{max} = 170 \text{ Nm}$ @ 1400 à 3900 tr/min (prendre $N_2=2000 \text{ tr/min}$)

Rapport	Réduction	Réduction totale	Vitesse @1000 tr/min)
1	3.417 :1	14.86 :1	8.5 km/h
2	1.958 :1	8.520 :1	14.9 km/h
3	1.276 :1	5.550 :1	22.9 km/h
4	0.943 :1	4.100 :1	30.9 km/h
5	0.757 :1	3.290 :1	38.5 km/h
6	0.634 :1	2.760 :1	46.0 km/h
R	3,833 :1		

¹ <https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/en/products/suv/puma/puma.html>

² https://www.automobile-catalog.com/auta_perf1.php

TRANSMISSION

- Transmission aux roues avant
- Rapport de pont : 4.35 :1
- Rapport de la boîte de vitesses et longueur de transmission
- Rendement de transmission η : à estimer par vos soins si on sait que le moteur est monté transversalement à l'avant

VEHICULE

- Longueur/largeur/hauteur (mm) : 4186/1805/1550 mm
- Empattement (mm) : 2588 mm
- Masse en ordre de marche : 1194 kg (sans le conducteur 75 kg)
- Pneumatiques : 205/65 R16 H (série)
- Rayon effectif de roulement R_e : à estimer par vos soins
- Résistance au roulement des pneumatiques : $f = 0.0136 + 0.4 \cdot 10^{-7} V^2$ (avec V in km/h)
- $C_x = 0.32$ $S = 2,32 \text{ m}^2$ $S C_x = 0,743 \text{ m}^2$
- Densité de l'air $\rho = 1,22 \text{ kg/m}^3$
- **Densité de l'essence : $\rho = 0,755 \text{ kg/l @ } 15^\circ\text{C}$**

POSITION DU CENTRE DE GRAVITE

- Répartition des poids AV/AR : 50/50
- A défaut d'autre information nous allons supposer que la position verticale du centre de gravité est donnée par $h = 0,20 L$

Attendus du devoir :

Partie 1 : Véhicule imposé

On demande de :

1. Estimer les paramètres manquants
2. Tracer les courbes d'évolution des forces de résistance en 0 et 65 m/s et les pentes de 0%, 3% et 10%.
3. Réaliser l'approximation des courbes de puissance et de couples par les méthodes vues au cours (exposant, polynômes d'ordre 3 et 4). Comparez les trois approximations.
4. Tracer les courbes de forces de traction aux roues et les forces de résistance à l'avancement dans le diagramme force vitesse du véhicule.
5. Calculer la plus grande vitesse maximale du véhicule, la longueur de transmission optimale et le rapport de réduction de la boîte si on conserve le pont et les roues d'origine. Comparez aux rapports de boîtes réellement disponibles.
6. Calculer la vitesse maximale du véhicule sur le dernier rapport
7. Calculer la pente maximale franchissable sur le premier rapport
8. Calculer la pente maximale franchissable à 100 km/h sur le dernier rapport
9. Calculer la reprise 90-120 km/h sur le rapport de 5^{ème}
10. Calculer le 400 m à partir de 40 km/h

Partie 2 : votre véhicule familial

Pour le véhicule familial, récoltez les informations du véhicule sur le carnet de conformité du véhicule (carte grise) ainsi que sur le site web du constructeur ou de magazines spécialisés. Vous fournirez une copie de la carte grise du véhicule en annexe.

On demande de :

1. Estimer les paramètres manquants
2. Réaliser l'approximation des courbes de puissance et de couples par les méthodes vues au cours (exposant, polynômes d'ordre 3 et 4). Comparez les trois approximations.
3. Calculer la vitesse maximale du véhicule sur le dernier rapport
4. Calculer la pente maximale franchissable sur le premier rapport
5. Calculer la reprise 90-120 km/h sur l'avant dernier rapport de boîte

Pour ce faire faites retourner votre programme de calcul avec les paramètres qui vous sont propres.

Partie 3 : Consommation du véhicule imposé

1. Déterminez une approximation de la cartographie de la consommation spécifique.
2. Calculez les courbes de la consommation de carburant (l/100 km) à vitesse constante en fonction de la vitesse (km/h) sur chacun des rapports de vitesse. Tracez les différentes courbes de consommation en fonction de la vitesse. (Les courbes de consommation de carburant dans les schémas du véhicule ressemblent à des courbes en U lorsque la vitesse de rotation du moteur passe de la vitesse de ralenti à la vitesse de rupteur). **En particulier donner la consommation à vitesse constante à 90 km/h et 120 km/h sur le rapport de 5eme.**
3. Quelle est votre conclusion sur la réduction des limites de vitesse de 50 km/h à 30 km/h en ville en considérant le seul critère de consommation de carburant ?
4. Calculez la consommation de carburant sur le cycle de conduite représenté à la Figure 2.
5. Pour étudier l'effet de l'agressivité de la conduite sur la consommation, on considère les cycles de la figure 3. Comparez l'accroissement de consommation si la vitesse maximale en plateau varie entre 15 m/s, 20 m/s, 25 m/s, et 30 m/s.
6. Question bonus : Calculez la consommation de carburant en fonction du cycle de conduite européen (NEDC).
 - a. Quelle est la consommation pour le cycle de conduite en ville uniquement ?
 - b. Quelle est la consommation pour le cycle de conduite extra urbain ?

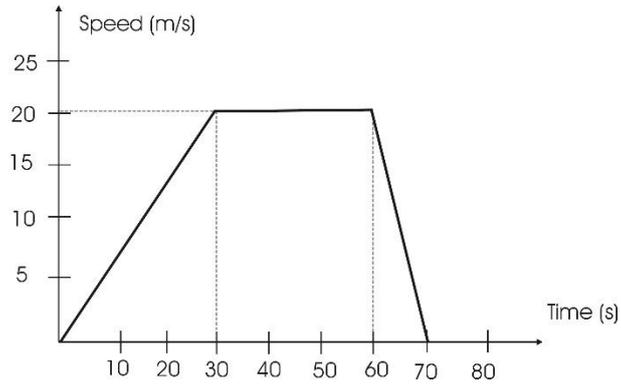


Figure 2 : Cycle de conduite 1

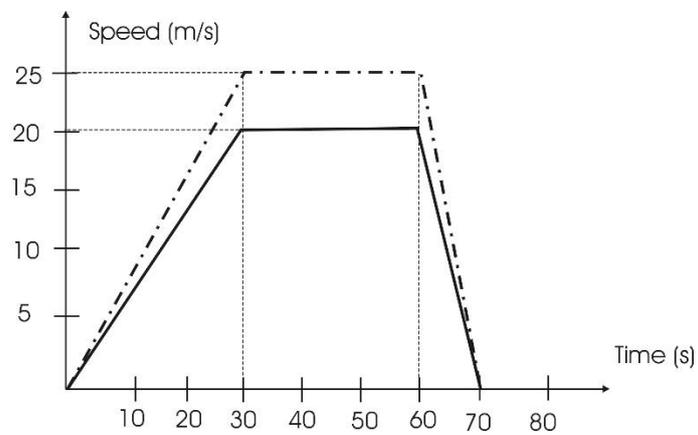


Figure 3 : Cycle de conduite 2

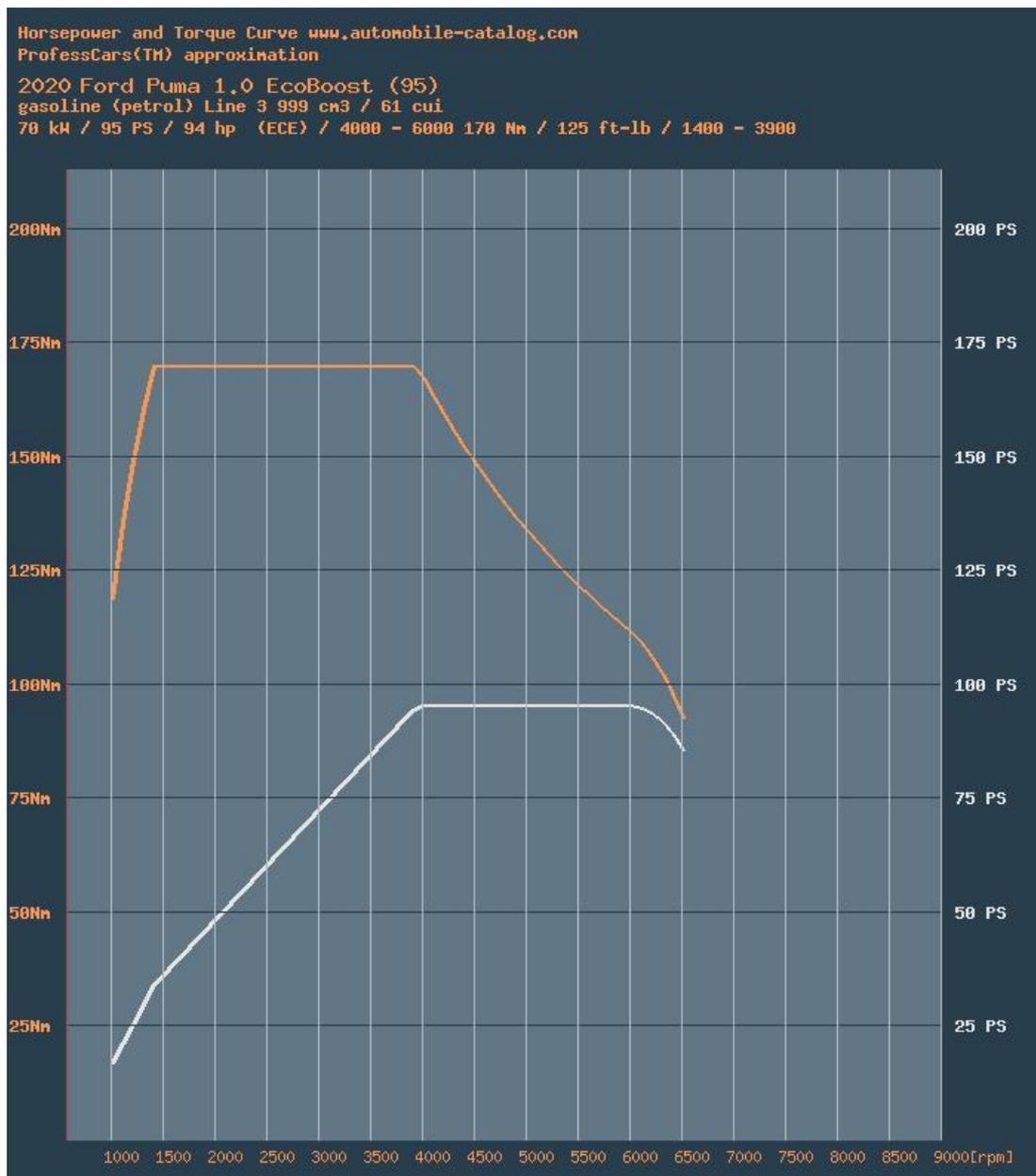
Modalités du devoir :

Le travail sera réalisé par groupe de deux. Chaque groupe remettra un rapport commun d'une trentaine de pages (maximum). Le rapport donnera une description des hypothèses faites, des équations utilisées, les résultats complets (éventuellement en annexe), une analyse critique des résultats, une copie des codes de calcul utilisés (éventuellement en annexe).

Le rapport sera soumis par email à p.duysinx@uliege.be et à p.duysinx@helmo.be pour le jeudi 23 décembre à 12h (heure de Bruxelles).

ANNEXE 1 : Courbes de couple et de puissance.

Le site web³ www.automobile-catalog.com fournit les courbes suivantes :



³ https://www.automobile-catalog.com/curve/2020/2919065/ford_puma_1_0_ecoboost_95.html

ANNEXE 2 : Cartographie de la consommation.

La cartographie de la consommation est fournie en utilisant l'approximation de Golverk (SAE 941928).

$$B_{sfc} = A_1 + A_2 N + A_3 T + A_4 N^2 + A_5 N.T + A_6 T^2$$

- b_{sfc} [gr/kWh] la consommation spécifique
- T [Nm], le couple moteur
- N [rpm], la vitesse de rotation moteur
- A_i : Coefficients empiriques identifiés avec l'expérimentation

Coef.	1.0 L	1.5 L
A1	340	376
A2	-0.026200	-0.026300
A3	-0.880000	-0.963000
A4	0.000001	0.000001
A5	-0.000100	-0.000115
A6	0.002400	0.002670