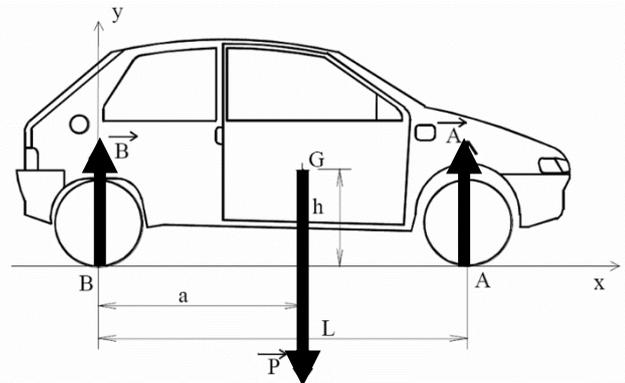


Nom : _____

OBJECTIF : *l'objectif de cette étude est de vérifier certaines caractéristiques du véhicule électrique :*
- position du centre de gravité, accélération, vitesse maxi, pente maxi, ...

CARACTERISTIQUES DU VÉHICULE		Véhicule en ordre de marche	Véhicule en charge maxi (P.T.A.C.)
Empattement	L (en m)	2,385	
Hauteur du centre de gravité	h (en m)	0,52	0,50
Masse	m (en kg)	1087	1402
Répartition Avant / Arrière		641 / 446	754 / 648
Maître couple	S (m ²)	1,81	
Coefficient aérodynamique	Cx	0,32	
Puissance et couple moteur	P (en kW) C (en N.m)	Voir courbes page 3	
Transmission : réducteur épicycloïdal		Voir page 2	
Pneumatique	165/70 R13 (pneu vert)		
Circonférence de roulement	c (en m)	1,67	
Résistance au roulement : λ (coefficient sans unité)		0,007	
Performances:			
Accélération :	0 à 50 km/h (en secondes)	8,9	
Vitesse maxi à 6500 tr/mn :	Vmax (en km/h)	91	
Pente maxi	(en %)		25 %
Accélération de la pesanteur	g (m/s ²)	9,81	



TRAVAIL DEMANDÉ :

1. Position du centre de gravité (Véhicule en charge maxi).

Déterminer la cote **a** (figure ci-dessus) qui définit la position du centre de gravité du véhicule. Pour cela, écrire l'équation des moments en B des actions mécaniques extérieures appliquées au véhicule isolé. (moments scalaires ou vectoriels au choix)

Rappels : **Moment scalaire :**

Le moment scalaire est la plus simple expression du moment puisqu'il représente, au signe près, sa norme en Newton-mètre. Il est utilisé dans les cas simples (problème "plan", bras de levier évident).

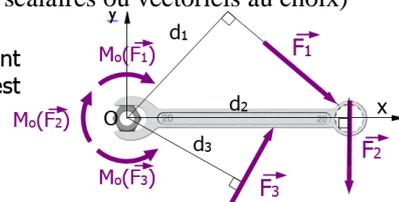
$$M_o(\vec{F}) = \pm F \cdot d$$

(N.m) (N) (m)

- avec :
- $\vec{F} \perp d$
 - $F = \|\vec{F}\|$
 - **signe :** ✓ sens trigo. (+)
 ✓ sens horaire (-)

$$M_o(\vec{F}) = \pm \|\vec{M}_o(\vec{F})\|$$

- exemples
- $M_o(\vec{F}_1) < 0$
 - $M_o(\vec{F}_2) < 0$
 - $M_o(\vec{F}_3) > 0$



Si $F_1 = F_2 = F_3$ et $d_2 > d_1 > d_3$
 alors : $M_o(\vec{F}_2) > M_o(\vec{F}_1) > M_o(\vec{F}_3)$

Rq : Le bras de levier (d) est la distance mesurée du point O **perpendiculairement** au support de la force.

2. Accélération

➤ 2.1 - En supposant le mouvement uniformément accéléré, déterminer l'accélération du véhicule.

Véhicule en ordre de marche.

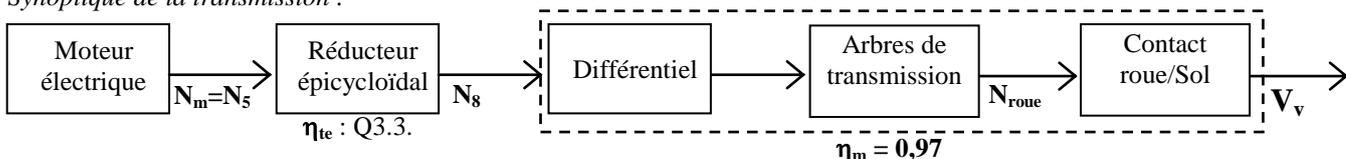
➤ 2.2 - Cette accélération vous semble-t-elle convenable par rapport au véhicule thermique dont les caractéristiques sont données ci-dessous ?

106 XN moteur 1124 cm³ 0 à 100 km/h en 14,1 s.

(Le mouvement étant toujours considéré comme uniformément accéléré).

3. Etude de la transmission du véhicule électrique

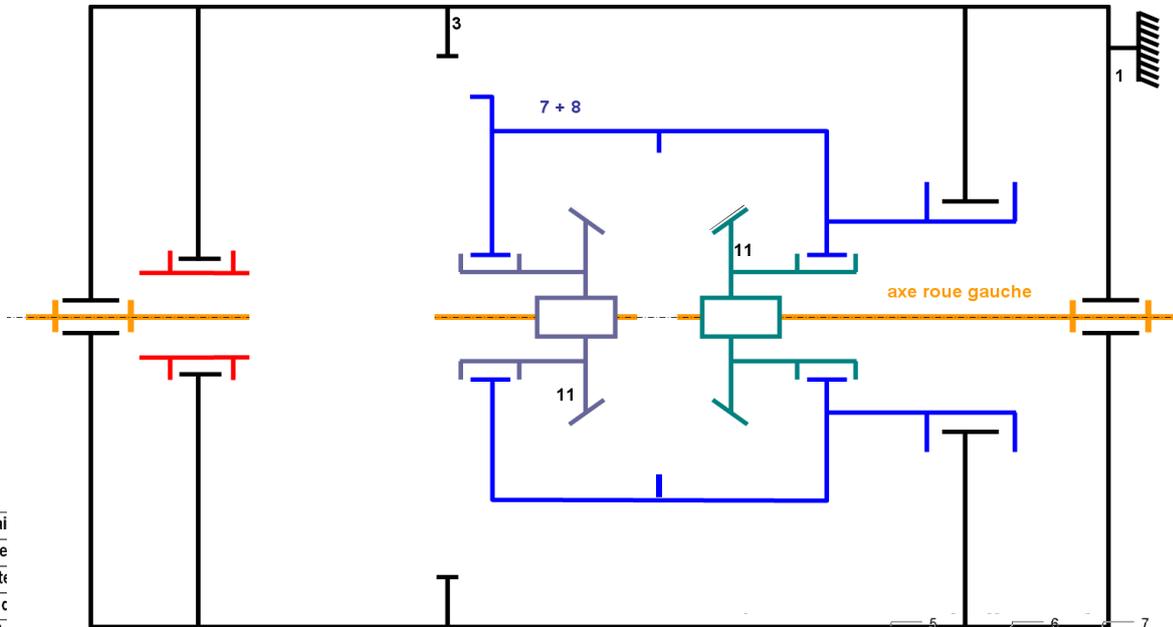
Synoptique de la transmission :



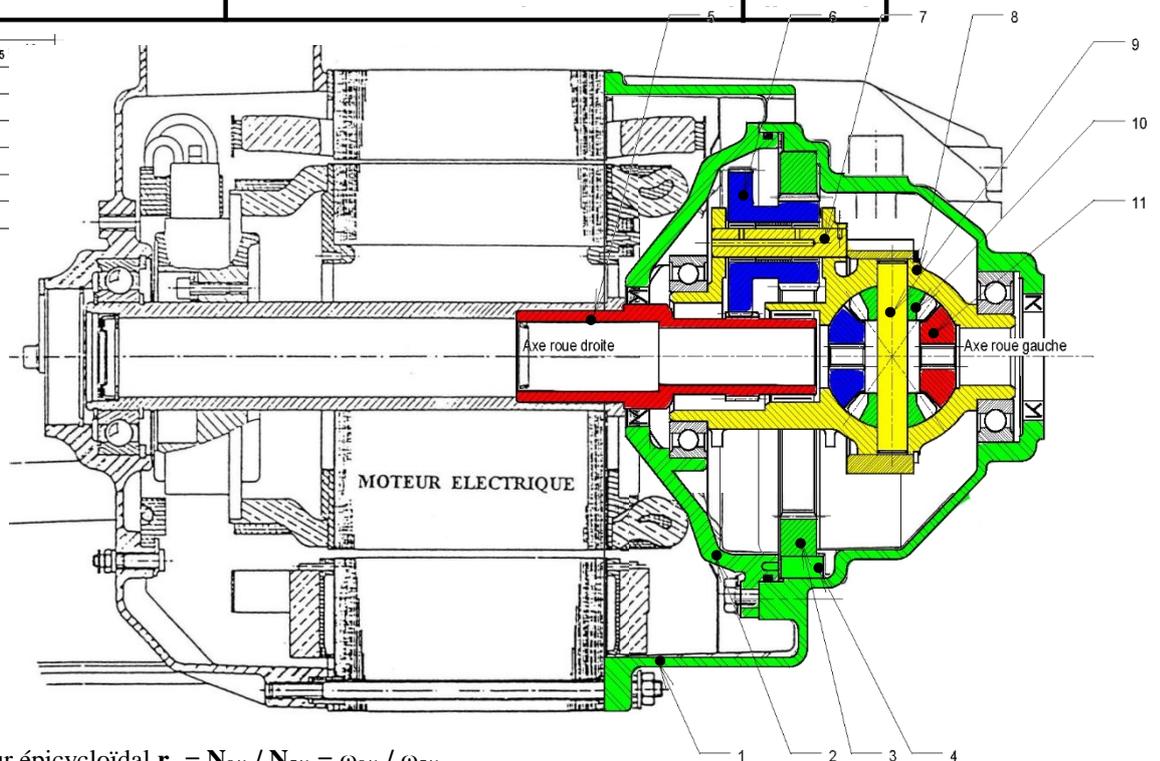
Une vue d'ensemble du moto-réducteur est donnée page suivante.

➤ 3.1 - Compléter le schéma cinématique du réducteur et du différentiel page suivante.

- L'arbre d'entrée **5**, relié au rotor du moteur électrique, est en liaison pivot avec le carter **1**.
- Les planétaires **11** entraînent les arbres de roues qui sont en liaison pivot par rapport au carter **1**.



11	Planétaire
10	Satellite
9	Axe satr
8	Boîtier c
7	Axe satr
6	Satellite du réducteur : $Z_{6-3} = 23$, Z_{6-5}
5	Arbre d'entrée réducteur $Z_5 = 30$
4	Clavette
3	Couronne $Z_3 = 87$
2	Couvercle carter
1	Carter
Rep	Désignation



➤ 3.2 - Rapport du réducteur épicycloïdal $r_g = N_{8/1} / N_{5/1} = \omega_{8/1} / \omega_{5/1}$

3.2.1 / Calculer la raison basique r_b du train (porte satellite 7 bloqué).

3.2.2 / Composer les vitesses

3.2.3 / Calculer le rapport $r_g = N_{8/1} / N_{5/1} = \omega_{8/1} / \omega_{5/1}$

➤ 3.3 - Calculer le rendement η_{te} du train épicycloïdal sachant que :

$$\eta_{te} = 1 - 0,02 \times \left(1 - \frac{1}{r_{gm}} \right) ; \quad \text{avec : } \begin{cases} r_{gm} = r_g & \text{si } |r_g| > 1 \\ r_{gm} = \frac{1}{r_g} & \text{si } |r_g| < 1 \end{cases}$$

➤ 3.4 - Le rendement mécanique η_m de la transmission située après le réducteur est égal à **0,97**.

Déterminer la puissance maxi disponible aux roues (voir courbe puissance moteur – question 4.1.)

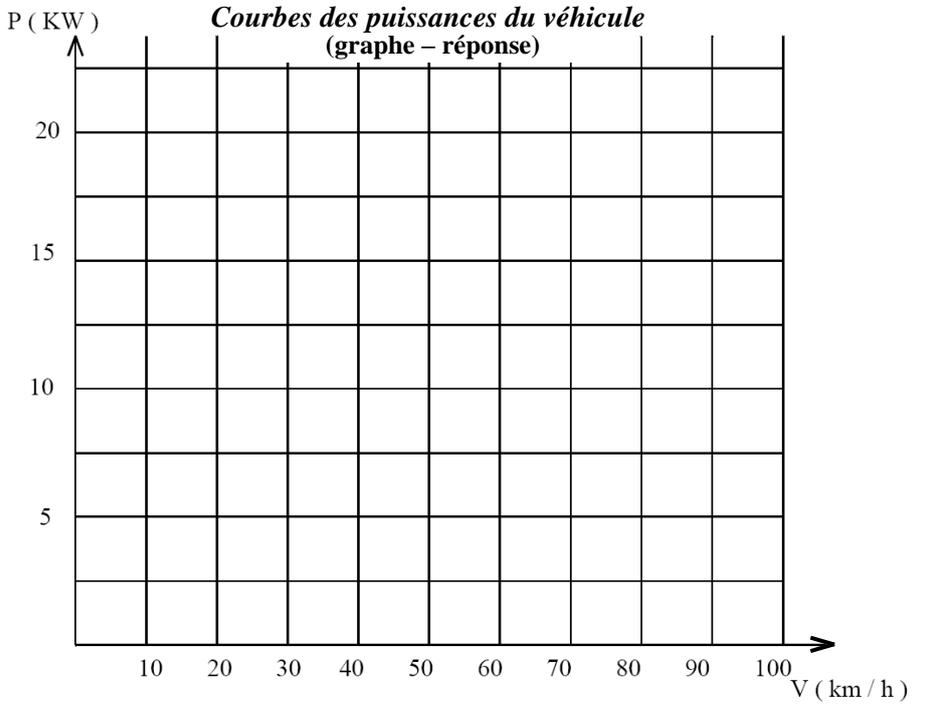
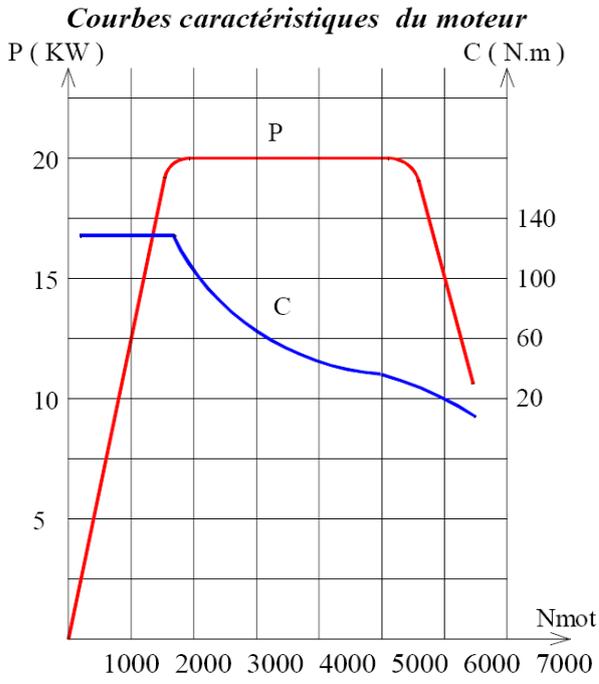
4. Vitesse maxi du véhicule (véhicule en ordre de marche sur route rectiligne et horizontale)

Vous allez construire 4 courbes représentant les puissances mises en jeu à l'avancement du véhicule. Vous pouvez le faire manuellement sur le graphe réponse page suivante ou sur Excel à partir du fichier fourni.

Rappels: Puissance mécanique

$$\Rightarrow \text{en rotation : } P = C \cdot \omega, [W]=[N.m].[rd.s^{-1}] \Rightarrow \text{en translation : } P = F \cdot V \cdot \cos \alpha [W]=[N].[m.s^{-1}].[1]$$

- Pa (kW)
- Pr (kW)
- ▲ Pt (kW)
- ◆ Pmr (kW)



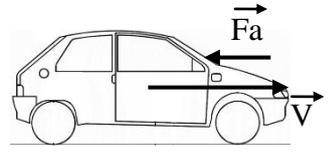
➤ **4.1 - Puissance motrice à la roue P_{mr}**

- Données**
- le rendement global de la transmission est $\eta_g = 0,95$;
 - le rapport global est $r_g = N_{roue} / N_{moteur} = N_{8/1} / N_{5/1} = 0,14$;
 - le rayon de la roue $R_{roue} = 0,265$ m ;
 - courbes moteur (voir courbe puissance moteur – question 4.1).

- 4.1.1 / Donner la relation entre la puissance motrice à la roue P_{mr} et la puissance moteur P_m .
 4.1.2 / Donner la relation entre la vitesse V du véhicule en km/h et la vitesse de rotation N_m du moteur en tr/min.
 4.1.3 / Tracer en noir, sur le graphe réponse ci-dessus, la courbe représentant la puissance motrice à la roue P_{mr} .

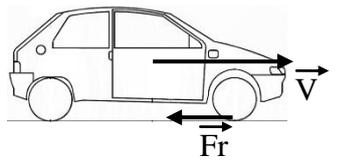
➤ **4.2 - Tracer en rouge** (graphe-réponse ou tableur), la courbe de la puissance aérodynamique P_a due à la résistance de l'air en fonction de la vitesse du véhicule.

Rappels : La force de résistance aérodynamique est égale à : $F_a = 0,5 \cdot \rho \cdot S \cdot C_x \cdot V^2$
 $[N] = [kg \cdot m^{-3}] \cdot [m^2] \cdot [1] \cdot [m \cdot s^{-1}]^2$
 ρ, S, C_x : voir "caractéristiques" page 1 V = vitesse du véhicule en $m \cdot s^{-1}$.



➤ **4.3 - Tracer en bleu** (graphe-réponse ou tableur), la courbe de la puissance de résistance au roulement P_r en fonction de la vitesse du véhicule.

Rappels : La force moyenne de résistance au roulement (F_r) est égale à : $F_r = \lambda \cdot P$
 avec : λ = coefficient moyen de résistance au roulement (voir caractéristiques page 1),
 P = poids du véhicule en N (en ordre de marche) (voir caractéristiques page 1).



➤ **4.4 - Tracer en vert**, sur le graphe réponse ci-dessus la courbe de puissance de résistance totale à l'avancement : $P_t = P_a + P_r$

➤ **4.5 - Vérifications des performances / Interprétation des courbes**

- 4.5.1 / Calculer, à partir de la relation trouvée en 4.1.2 la vitesse maxi du véhicule. Conclure par rapport aux données constructeur.
 4.5.2 / En comparant les courbes, tracées précédemment, relatives à la puissance motrice à la roue et de puissance de résistance totale à l'avancement du véhicule, conclure sur la possibilité d'atteindre la vitesse maximale annoncée par le constructeur.
 4.5.3 / A partir du couple maxi moteur relevé sur la courbe "caractéristiques moteur" en haut de page, calculer le couple maxi exercé par les arbres de transmission sur les roues avant.

