

Architecture d'une Transmission d'Automobile

Corrigé**1 - Le Moteur**

L'automobile que vous allez étudier est équipée d'un Moteur TDI.
Ce moteur est embarqué dans une Alfa-Roméo .



Il possède les caractéristiques géométriques suivantes:

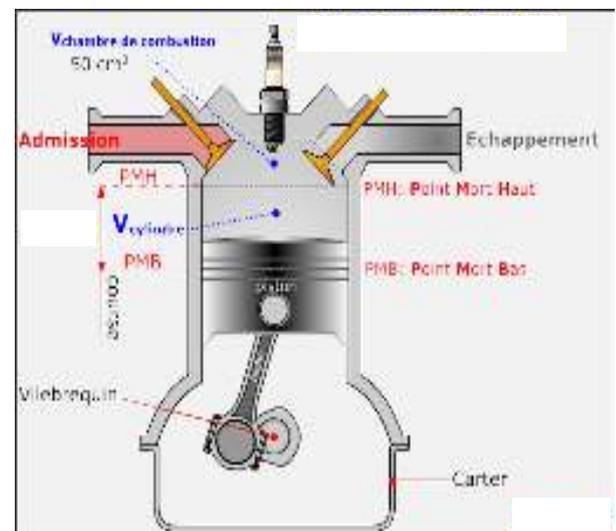
- Nbre de cylindres $N_{cyl} = 4$
- Diamètre d'un piston $D_{pist} = 82$
- Course d'un piston $C_{pist} = 90,4$

⇒ Déterminez la Cylindrée Cyl, de ce moteur en cm^3 et en Litre.

Formule : $Cyl = N_{cyl} \times (\pi \times D_{pist}^2 / 4) \times C_{pist}$

A. N. : $Cyl = 4 \times (\pi \times 82^2 / 4) \times 90,4$

$Cyl = 1909616 \text{ mm}^3 = 1909 \text{ cm}^3 = 1,9 \text{ l}$



Le graphe page 2 représente l'évolution du couple maximal C_m disponible à la sortie du moteur, en fonction de la fréquence de rotation de l'arbre moteur N_m .

⇒ Déterminez le régime moteur pour lequel le couple est maximal.

$C_{max} = 275 \text{ Nm}$

pour $N_{C_{max}} = 2000 \text{ tr/min}$

⇒ Indiquez la relation qui permet de déterminer la puissance P_m , développée par le moteur, en fonction de C_m et N_m . Précisez les unités que vous utilisez.

Formule : $P_m = C_m \cdot \omega_m = C_m \cdot (2\pi \cdot N_m / 60)$

Unités : $(W) = (N.m) \cdot (rd/s) = (N.m) \cdot 2\pi \cdot (tr/min) / 60$



Nom :

Prénom :

Date :

1

⇒ Complétez le tableau ci-dessous.

Nm (tr/min)	800	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3500	4000
Cm (N.m)	100	115	150	195	255	275	270	265	268	255	221	195
Pm (kW)	8,378	12,043	19,635	30,631	46,731	57,596	63,617	69,377	77,178	80,111	81,001	81,681

⇒ Reportez, sur le graphe ci-contre, l'évolution de la puissance du moteur Pm, en fonction de la fréquence de rotation du moteur Nm.

⇒ Déterminez le régime pour lequel le moteur développe la puissance maximale.

$$N_{pmax} = 4000 \text{ tr/min}$$

⇒ Déterminez cette puissance maximale en Watts et en Chevaux.

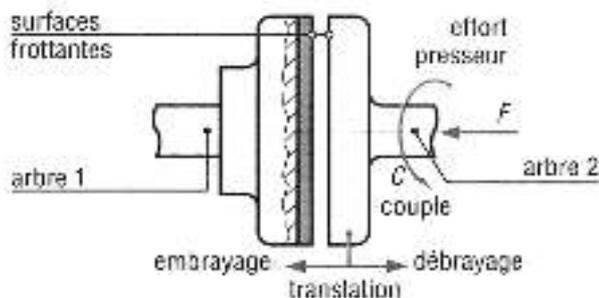
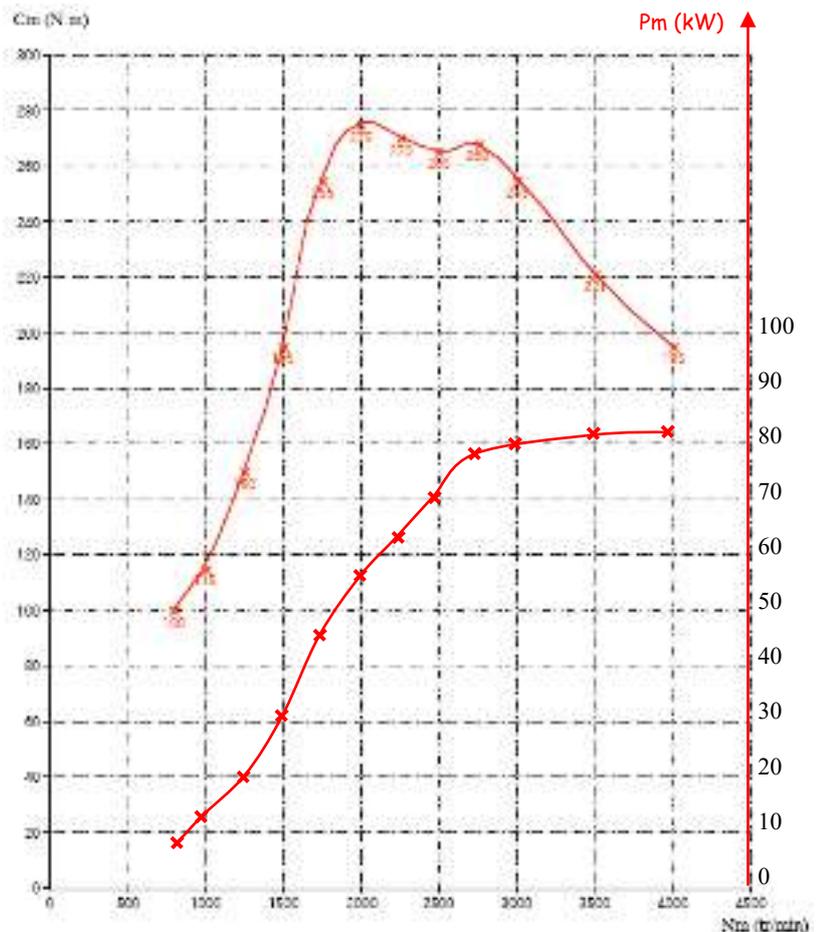
$$P_{max} = 81\,681 \text{ W}$$

$$P_{max} = 111 \text{ Cv}$$

$$\text{Rappel : } 1 \text{ cv} = 736 \text{ W}$$

⇒ Déterminez la fréquence de rotation minimale N_0 du moteur (ralenti).

$$N_0 = 800 \text{ tr/min}$$



$$C = F \cdot f \cdot R_{moyen}$$



Étant donné le peu de couple disponible au ralenti, le démarrage du moteur n'est réalisable qu'à "vide". L'arbre moteur ne peut donc pas rester en "prise directe" avec les roues. Nous devons donc installer un mécanisme qui permet le *désaccouplement temporaire* entre les roues et l'arbre moteur.

De plus, cet accouplement doit autoriser un glissement relatif entre l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie. L'organe qui réalise cette fonction se nomme un **embrayage**.

Le couple C transmis par un embrayage, dépend de l'intensité de l'effort presseur F en newton, du coefficient de frottement f et du rayon moyen en mètre.

Nom :

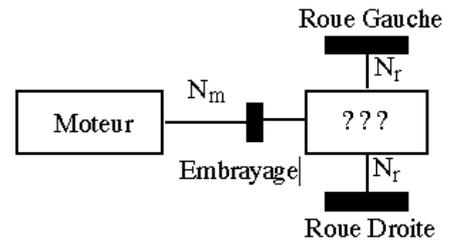
Prénom :

Date :

2

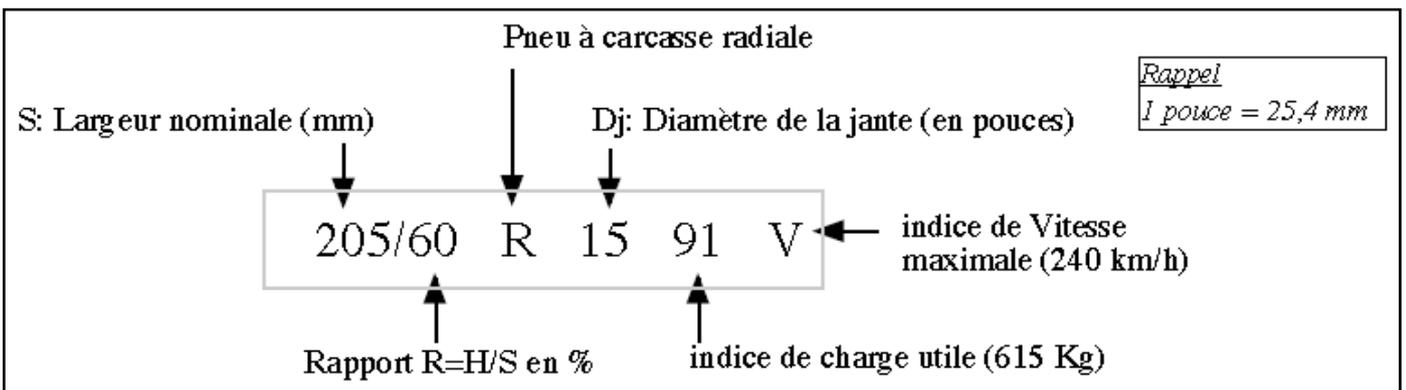
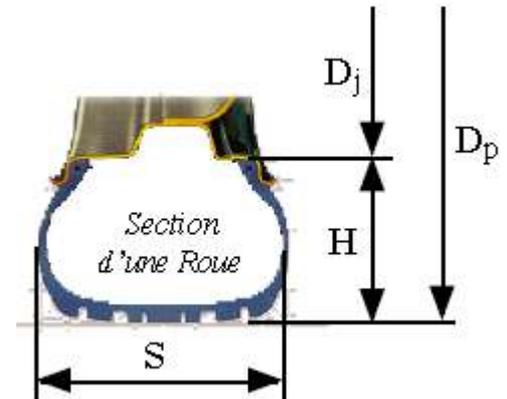
2 - Transmission aux roues motrices

Le moteur entraîne les roues motrices par l'intermédiaire d'un embrayage. Nous obtenons donc l'architecture ci-contre. Notre véhicule atteint la vitesse maximale V_{max} de 191 km/h lorsque le moteur délivre sa puissance maximale



Nous souhaitons vérifier si l'architecture retenue est compatible avec les performances attendues. Il nous faut commencer par obtenir des informations sur la dimension d'un pneu.

Notre véhicule est équipé de pneus sur lesquels est inscrite la mention:



⇒ Déterminez littéralement, puis numériquement, le diamètre D_p du pneu.

$$D_p = D_j + 2H = (15 \times 25,4) + 2 \times 123 = 627 \text{ mm} \quad \text{avec } R\% = H/S \Rightarrow H = R\% \cdot S = 0,60 \times 205 = 123 \text{ mm}$$

⇒ Calculez la fréquence de rotation des roues N_r , afin d'obtenir la vitesse maximale V_{max} .

$$V_{max} = R \cdot \omega = (D_p/2) \cdot (2\pi N_r/60) \Rightarrow N_r = 60 V_{max} / \pi D_p = 60 \times (191/3,6) / (\pi \times 0,627) = 1616 \text{ tr/min}$$

⇒ Comparez ce résultat à la fréquence de rotation du moteur lorsque qu'il délivre la puissance maximale. Expliquez et Concluez.

Le moteur tourne à $N_{pmax} = 4000 \text{ tr/min}$ et les roues doivent tourner à $N_r = 1616 \text{ tr/min}$

Il faut donc installer un réducteur entre le moteur et les roues



Nom :

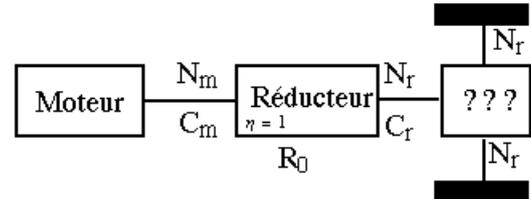
Prénom :

Date :

3

3 Nécessité d'une réduction de la fréquence de rotation du moteur

L'étude précédente a montré qu'il était nécessaire d'installer un réducteur entre le moteur et les roues.



⇒ Déterminez le rapport de transmission de ce réducteur.

$$R_0 = \frac{N_r}{N_m} = \frac{1616}{4000} = 0,4$$

⇒ D'après la valeur de R_0 , et en supposant qu'il n'y a pas de perte dans la chaîne de transmission de puissance (rendements égaux à 1), comparez les couples C_m et C_r . Devez-vous installer le réducteur avant ou après l'embrayage? Justifiez votre réponse.

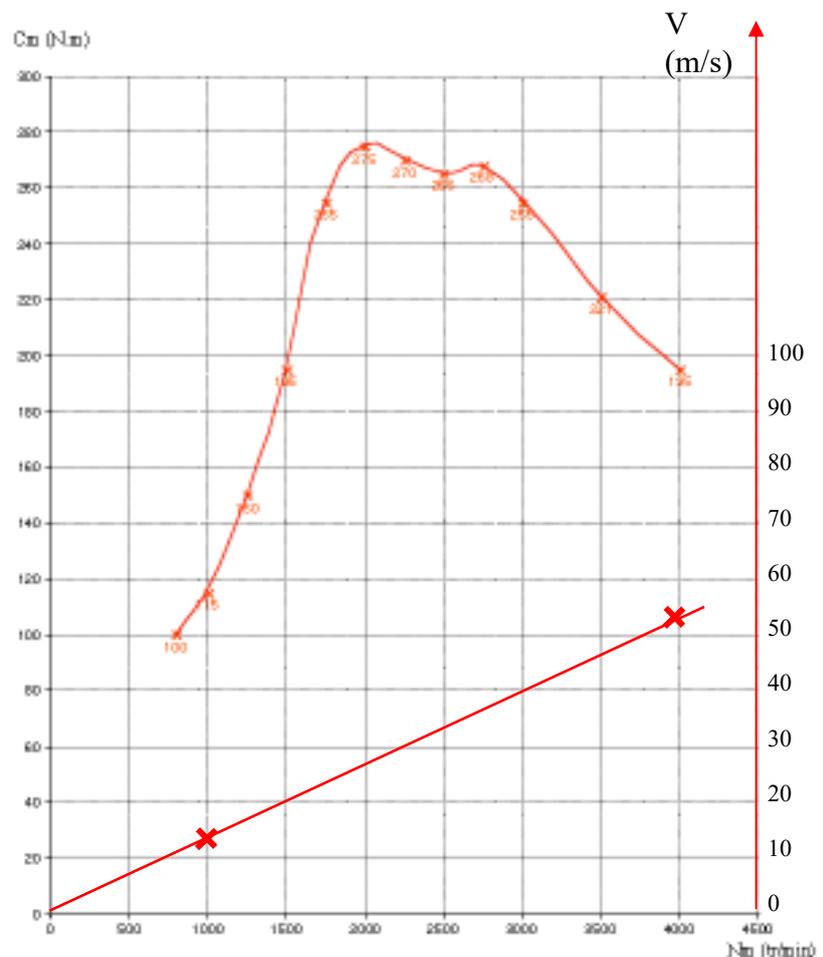
$\eta = P_r / P_m = C_r \cdot \omega_r / C_m \cdot \omega_m = R_0 \cdot C_r / C_m \Rightarrow 1 = 0,4 C_r / C_m \Rightarrow C_m = 0,4 C_r$. Le couple moteur étant plus faible que le couple de sortie du réducteur, l'embrayage doit être installé avant le réducteur pour éviter un patinage trop important.

⇒ Tracez, sur le graphe, l'évolution de la vitesse du véhicule V , en fonction de la fréquence de rotation du moteur N_m , lorsque le réducteur précédent est installé.

$$\begin{aligned} V &= R \cdot \omega = (D_p/2) \cdot (2\pi N_r/60) \\ V &= (D_p/2) \cdot (2\pi N_m \cdot R_0/60) \\ V &= (0,627/2) \cdot (2\pi \times 0,4/60) \cdot N_m \\ V &= 0,01313 N_m \text{ (m/s)} \end{aligned}$$

⇒ Quelle est la vitesse du véhicule lorsque le moteur tourne au ralenti? Qu'en concluez-vous? Qu'envisagez-vous comme solution technologique pour remédier à ce soucis?

Si $N_m = 800 \text{ tr/min}$, $V = 10,5 \text{ m/s} = 37,8 \text{ km/h}$. La vitesse du véhicule est trop grande quand le moteur est au ralenti. Il faut donc réduire cette vitesse en interposant un réducteur particulier : la boîte de vitesses



Nom :

Prénom :

Date :

4

4 - Caractéristiques de la boîte de vitesses

L'étude précédente nous a permis de nous rendre compte que "plusieurs" rapports de réduction sont nécessaires pour espérer une conduite agréable du véhicule.

De nos jours, les véhicules automobiles sont équipés de boîte 5 voire 6 vitesses en plus de la marche arrière. En fonction de l'étagement de ces rapports, l'automobile a des reprises plus ou moins "agressives". Tout est une histoire de compromis.

Cette boîte de vitesses est intercalée entre l'embrayage et le pont qui intègre, lui aussi, une partie de la réduction de la fréquence de rotation du moteur.

Voici l'étagement de la boîte du véhicule que nous étudions:

Rp	1/3,244
R1	1/3,8
R2	1/2,325
R3	1/1,360
R4	1/0,971
R5	1/0,763
Rar	1/3,545

⇒ Tracez, sur le graphe ci-contre, l'évolution de la vitesse du véhicule V, sur chacun des rapports, en fonction de la fréquence de rotation du moteur.

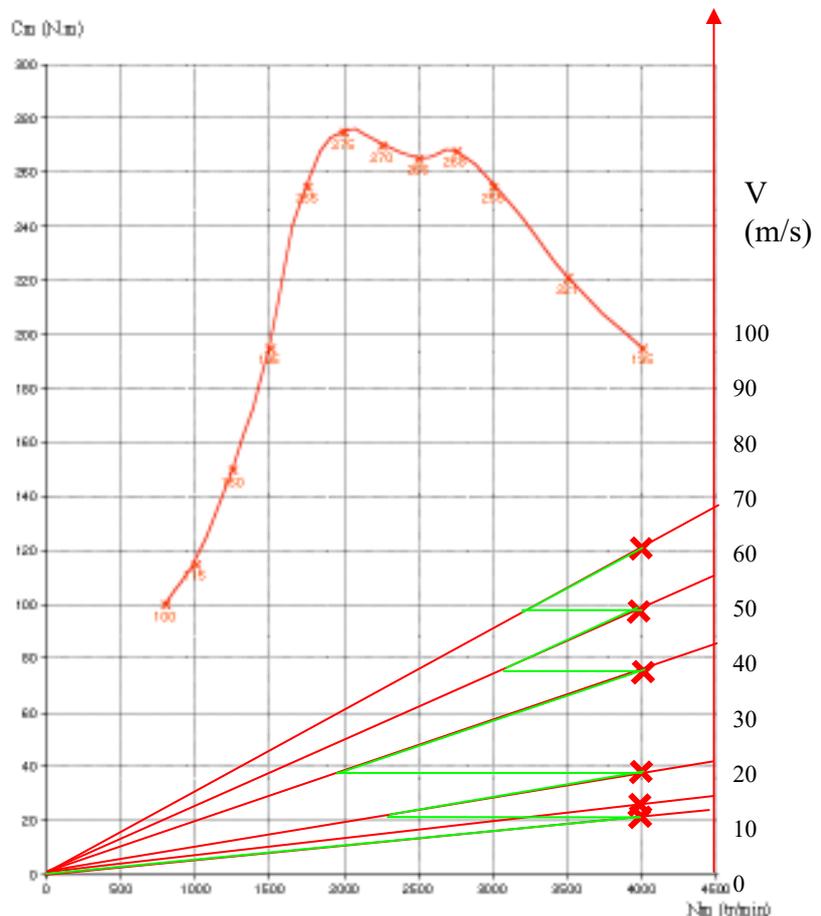
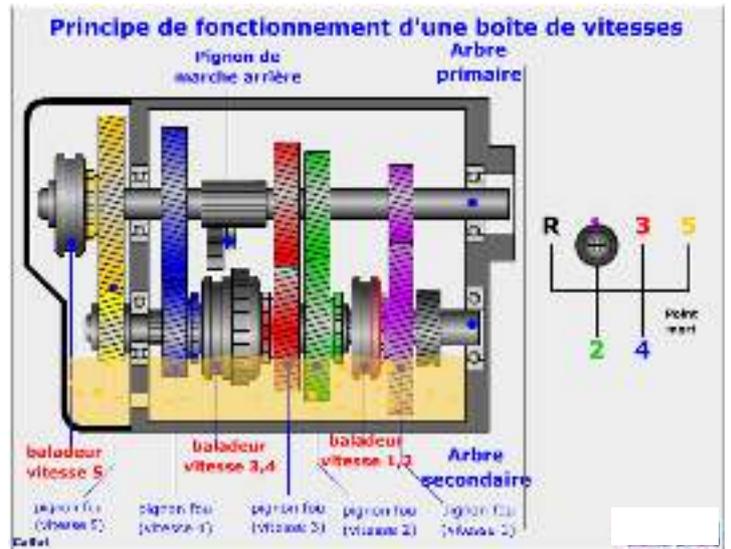
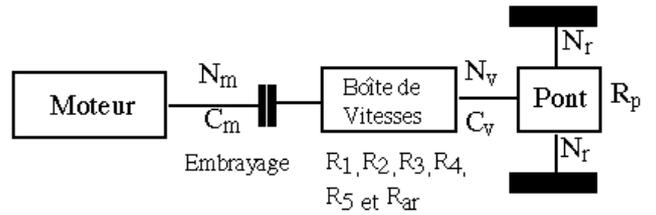
$$V = (Dp/2) \cdot (2\pi Nm \cdot Rp \cdot Ri / 60)$$

$$V = 0,01 \cdot Nm \cdot Ri$$

⇒ Tracez, le "passage de vitesses" qui autoriserait les meilleures accélérations.

⇒ Donnez la plage d'utilisation du moteur assurant ces accélérations.

$$2000 \text{ tr/min} < Nm < 4000 \text{ tr/min}$$



Nom :

Prénom :

Date :

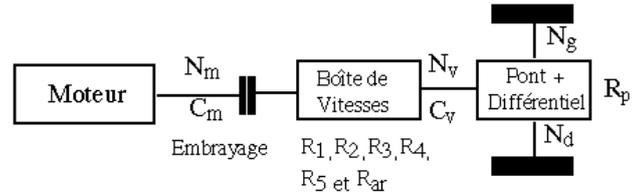
5

5 - Et pourtant, elle tourne...



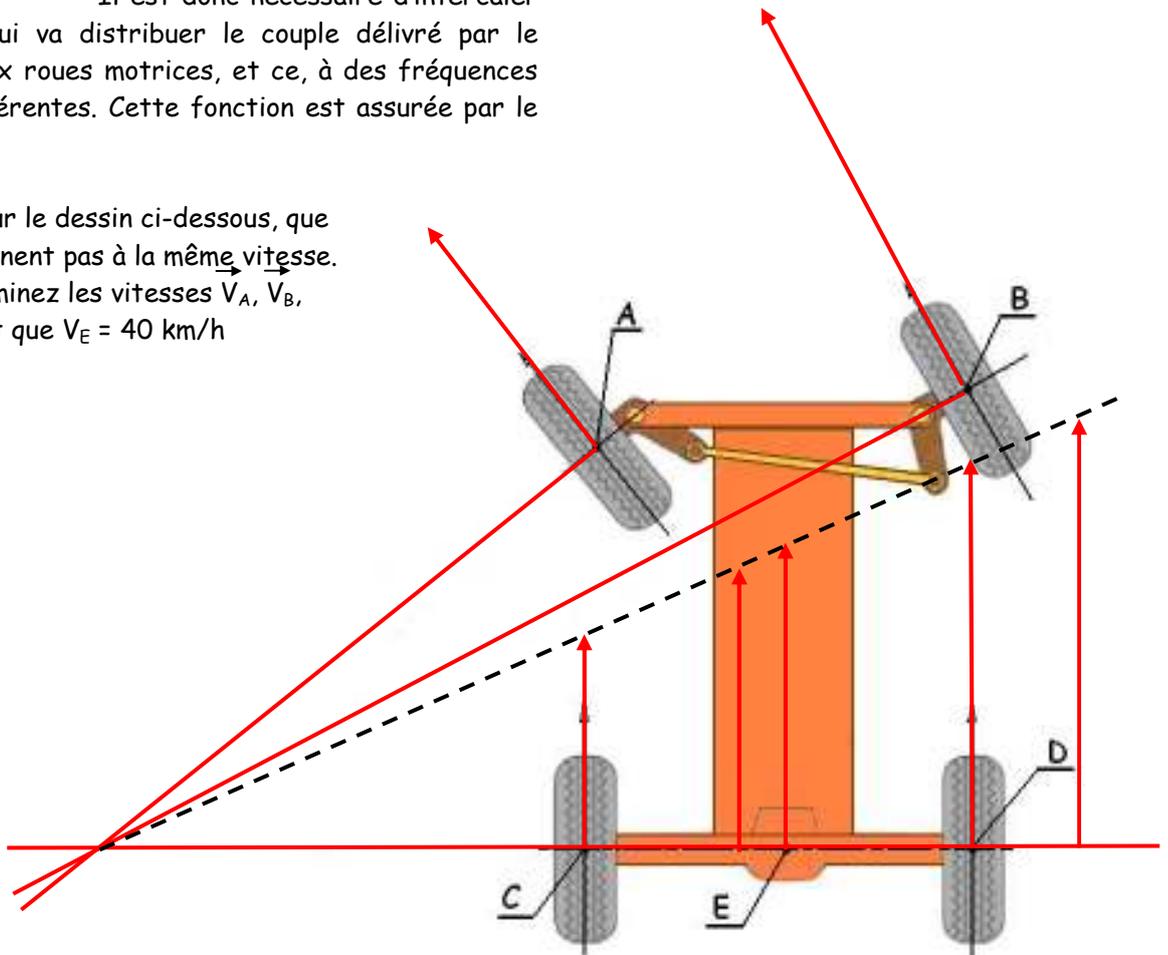
En virage, les roues d'un véhicule automobile ne parcourent pas toutes la même distance. Elles ne tournent donc pas toutes à la même vitesse.

Il est donc nécessaire d'intercaler un mécanisme qui va distribuer le couple délivré par le moteur, aux deux roues motrices, et ce, à des fréquences de rotation différentes. Cette fonction est assurée par le différentiel.



⇒ Prouvez, sur le dessin ci-dessous, que les roues ne tournent pas à la même vitesse. Pour cela, déterminez les vitesses V_A , V_B , V_C et V_D sachant que $V_E = 40$ km/h

- $V_A = 37$ km/h
- $V_B = 57$ km/h
- $V_C = 28$ km/h
- $V_D = 51$ km/h



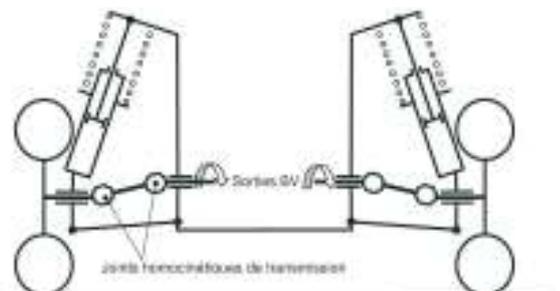
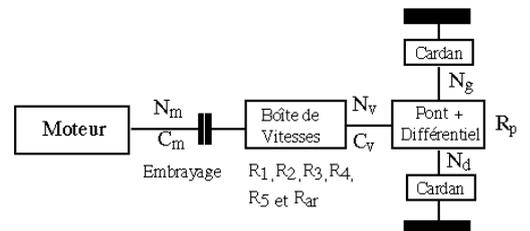
6 - Direction + Suspension = Mobilités des fusées par rapport au châssis

Les roues motrices sont installées sur des "fusées" qui possèdent une mobilité par rapport au châssis du véhicule.

Ces mobilités sont nécessaires pour :

- l'orientation des roues (direction),
- absorber les irrégularités de la route,
- assurer la tenue de route (adhérence).

Par conséquent, l'accouplement entre les roues motrices et la sortie du différentiel ne peut pas être rigide. La mobilité nécessaire est obtenue grâce aux **cardans**.



Nom :

Prénom :

Date :

6