

Examen : DIPLOME D'EXPERT EN AUTOMOBILE	Session : 2002		
Epreuve : SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES	Durée : 4h	Coef : 1	

DIPLOME D'EXPERT EN AUTOMOBILE

**SCIENCES ET TECHNIQUES
INDUSTRIELLES**

Paramètres limitant l'accélération d'une moto de
grand prix

Le sujet se compose :

- du dossier technique et questions pages 2 / 5 à 4 / 5
- du document réponses page 5 / 5

Le document réponse page 5 / 5 est à compléter et à joindre à la feuille de copie.

Barème (sur 200 points)

Question	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3	7	Total
Poids	20	10	20	10	15	15	20	15	15	10	10	5	5	10	20	200

Aucun document n'est autorisé

Accélérations d'une moto de grand prix.

Problématique :

La « sagesse populaire » conduit à penser que, à puissance équivalente, plus un véhicule est léger, plus il accélère fort. Cette idée a conduit les ingénieurs de chez Honda et Aprilia à penser qu'une moto de plus faible cylindrée, mais plus légère pouvait avoir ses chances en grand prix. Ainsi ont-ils aligné sur la grille de départ, aux cotés de motos V4 à moteurs 2 temps 4 cylindres en V_é (500 cm³, 145+70= 215 kg, 200 ch), des motos V2 à moteur 2 temps 2 cylindres en V_é (250 cm³, 110+70=180 kg, 145 ch), comptant en plus sur la plus grande maniabilité de ces machines pour faire la différence.

Les résultats n'ont pas toujours été à la hauteur des attentes. Nous allons démontrer que le critère de rapport « poids / puissance » n'est pas suffisant pour garantir la suprématie du V2 et qu'en particulier la position du centre de gravité est d'une grande importance.

Données, hypothèses :

(Voir figure 1 page 5/5)

Dimensions :

L'origine du repère est prise au point de contact entre le sol et la roue arrière : O (0, 0, 0).
Les dimensions sont exprimées en mètres.

Pilote :

Masse : $m_p = 70$ kg
Centre de gravité :
 $G_p(0,41 ; 0,86 ; 0)$

Moto V2 :

Masse : $m_{v2} = 110$ kg
Centre de gravité :
 $G_{v2}(0,81 ; 0,53 ; 0)$

Moto V4 :

Masse : $m_{v4} = 145$ kg
Centre de gravité :
 $G_{v4}(0,81 ; 0,47 ; 0)$

Pour les deux motos, l'empattement l (distance entre les points de contact des roues avant et arrière) est égal à $l = 1,41$ m.

Hypothèses :

On considérera dans cette étude que l'ensemble S « moto + pilote » est un solide indéformable.

On négligera la résistance aérodynamique des ensembles S « moto + pilote ».

On négligera les inerties des pièces en rotation.

Lors de l'accélération, le sol exerce :

sur la roue avant au point A une action $\overset{P}{F}_{AV} = N_1 \cdot \overset{P}{y}$,
sur la roue arrière en O une action $\overset{P}{F}_{AR} = T_2 \cdot \overset{P}{x} + N_2 \cdot \overset{P}{y}$, avec $\mu = T_2/N_2$

L'accélération est notée $\overset{P}{a} = a \cdot \overset{P}{x}$.

On prendra $g = 9,81$ m.s⁻²

Le repère lié à la terre sera considéré comme galiléen Rg (repère absolu).

Rappel : dans le cas particulier d'un mouvement de translation (c'est le cas ici), on a :

$\overset{P}{\delta}_{G,S/Rg} = \overset{P}{0}$ (moment dynamique au centre de gravité G de l'ensemble S dans son mouvement par rapport à Rg).

Travail demandé :

1 – Centres de gravité :

Le système étudié est composé des deux éléments : le pilote et la moto. Dans la suite du problème, on appliquera le principe fondamental de la dynamique à cet ensemble, mais il faut pour cela en connaître le centre de gravité.

1.1 – Calcul

Calculer la position du centre de gravité de chacun des systèmes («pilote + V2», «pilote + V4»), que vous noterez G_2 et G_4 . Le détail de vos calculs figurera sur votre feuille de copie. Vous noterez $(x_{G_2}; y_{G_2}; 0)$ et $(x_{G_4}; y_{G_4}; 0)$ les coordonnées des centres de gravité calculés, et m_2 et m_4 les masses des ensembles moto + pilote.

1.2 - Tracé

Tracer sur le document réponse figure 1 page 5/5 la position des centres de gravité des pilotes (G_P), des motos seules (G_{V_2} et G_{V_4}) et des ensembles (G_2 et G_4). L'échelle est au $1/20^{\text{ème}}$. Tracer en vert les éléments relatifs au V2 et en bleu ceux relatifs au V4.

Pour la suite de l'étude on prendra : $G_2 (0,654 ; 0,658 ; 0)$ et $G_4(0,68 ; 0,597 ; 0)$

2 – Etude statique :

2.1 – Calcul littéral

Déterminer de manière littérale les actions du sol sur les roues avant et arrière quand la moto est à l'arrêt.

2.2 – Application numérique

Effectuer l'application numérique pour les deux motos et exprimer ensuite le résultat sous forme de pourcentage par rapport au poids de l'ensemble S «moto + pilote».

3– Validation de l'hypothèse aérodynamique :

On considère que pour ces motos, une puissance de 200 ch (147,2 kW) permet d'obtenir une vitesse maxi de 300 km/h.

3.1 – Estimation du S.Cx

En considérant que cette puissance est absorbée uniquement par les efforts aérodynamiques, estimer le S.Cx de la moto en fonction de la puissance P_{\max} , de la vitesse V_{\max} et de la masse volumique de l'air ρ . On rappelle que la résistance de l'air est égale à : $R_a = 0,5.\rho.S.Cx.V^2$. Effectuer l'application numérique en prenant $\rho = 1,225 \text{ kg.m}^{-3}$.

3.2 – Etude à 80 km/h

La vitesse de la moto est de 80 km/h. Déterminer la puissance absorbée à cette vitesse par les efforts aérodynamiques. Conclusion ?

4 – Relation adhérence / accélération :

On néglige la résistance de l'air.

4.1 – Calcul littéral

Appliquer le principe fondamental de la dynamique au système «moto + pilote» en G. En déduire les trois équations relatives aux théorèmes de la résultante dynamique et du moment dynamique puis montrer que la relation $\mu = f(\mathbf{a})$ liant μ (coefficient d'adhérence) à l'accélération \mathbf{a} , a pour expression :

$$\mu = \frac{l \cdot \mathbf{a}}{\mathbf{g} \cdot (\mathbf{l} - \mathbf{x}_G) + y_G \cdot \mathbf{a}} \quad (l = \text{empattement})$$

4.2 – Tracé des courbes (document réponse figure 2)

Tracer ensuite les deux courbes $\mu = f(\mathbf{a})$ sur le document réponse figure 2. Vous tracerez la courbe relative au V2 en vert et celle au V4 en bleu.

A adhérence équivalente, quelle moto peut avoir l'accélération la plus grande ?

5 – Etude des actions du sol sur les roues :

5.1 – Calcul littéral

A partir des équations trouvées à la question 4.1, rechercher pour chacune des motos la relation entre N_1 et \mathbf{a} puis entre N_2 et \mathbf{a} .

Vérifier qu'à accélération nulle, on retrouve les résultats de l'étude statique.

5.2 – Tracé des courbes (document réponse figure 3)

On donne : $N_{1V2} = 819 - 84 \cdot \mathbf{a}$ et $N_{1V4} = 1017 - 91 \cdot \mathbf{a}$.

Tracer sur le document réponse figure 3 les courbes $N_1 = f(\mathbf{a})$ en trait continu, en vert pour le V2 et en bleu pour le V4.

Quelle est l'accélération maxi réalisable sur chacune des motos ? Justifier.

5.3 – Etude du coefficient d'adhérence nécessaire

En utilisant la relation donnée à la question 4.1, déterminer, pour chacune des motos, le coefficient d'adhérence μ nécessaire pour obtenir l'accélération maxi déterminée ci-dessus. Commenter ?

6 – Influence de la puissance délivrée par le moteur :

6.1 – Puissance en fonction de la vitesse et de l'effort à la roue

Déterminer l'expression de la puissance, nécessaire pour déplacer la moto, en fonction de la vitesse d'avance et de l'effort tangentiel T_2 .

6.2 – Puissance en fonction de la vitesse et de l'accélération

A l'aide de la relation précédente et de l'équation donnant l'effort tangentiel T_2 en fonction l'accélération \mathbf{a} (question 4.1), montrer que la relation $\mathbf{P} = f(\mathbf{a})$ liant la puissance consommée à l'accélération et à la vitesse a pour expression : $\mathbf{P} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{a} \cdot \mathbf{V}$.

6.3 – Tracé des courbes (document réponse figure 4)

Tracer sur le document réponse figure 4 les courbes de puissance $\mathbf{P} = f(\mathbf{a})$ pour une vitesse de 80 km/h. Vous tracerez la courbe relative au V2 en vert et celle au V4 en bleu. Comparer aux puissances annoncées dans la partie « Problématique » de la présentation.

7 – Etude de cas - Conclusion :

Quelle est la moto qui possède les meilleures performances d'accélération ? Justifier.

Expliquer en quelques mots en quoi la position du centre de gravité limite l'accélération d'une moto et indiquer quel est le paramètre influant.

Pourquoi une formule 1 ou un kart ne sont pas concernés par ce phénomène ?

