

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION ET RÉALISATION DE CARROSSERIES

ÉPREUVE E4 : SESSION 2008

CONDUITE DE PROJET

Durée : 4 h
Coefficient : 4

ÉTUDE D'UNE PORTIÈRE A DOUBLE CINÉMATIQUE

Composition des documents fournis :

- Dossier SUJET : Documents repérés SU1 à SU5**
- Dossier ANNEXES : Documents repérés AN1 à AN2**
- Dossier RÉPONSES : Documents repérés DR1 à DR7**



ETUDE D'UNE PORTIERE A DOUBLE CINEMATIQUE

Dossier SUJET

Documents repérés SU1 à SU5

ETUDE D'UNE PORTIERE A DOUBLE CINEMATIQUE

Le dossier sujet comporte deux parties indépendantes.

- Etude ergonomique : le but de cette étude est de justifier la double cinématique.
- Etude du dimensionnement des charnières : le but de cette étude est de vérifier le dimensionnement des coussinets de charnières.

Remarque : Toute l'étude se fera sur la portière latérale gauche du véhicule (coté conducteur). Il est fortement conseillé de lire totalement le sujet avant de commencer l'étude.

Le candidat est invité à formuler les hypothèses qu'il jugera nécessaires

Présentation.

Le véhicule étudié comporte deux portes latérales et doit permettre un accès facile des passagers aux places avant et arrière. Le désigner impose un véhicule avec vue panoramique donc sans pied milieu ni encadrement de vitre.

De plus, la norme relative au stationnement portes ouvertes impose une cote de largeur maximale du véhicule de 3,5 m (voir schéma ci-dessous).

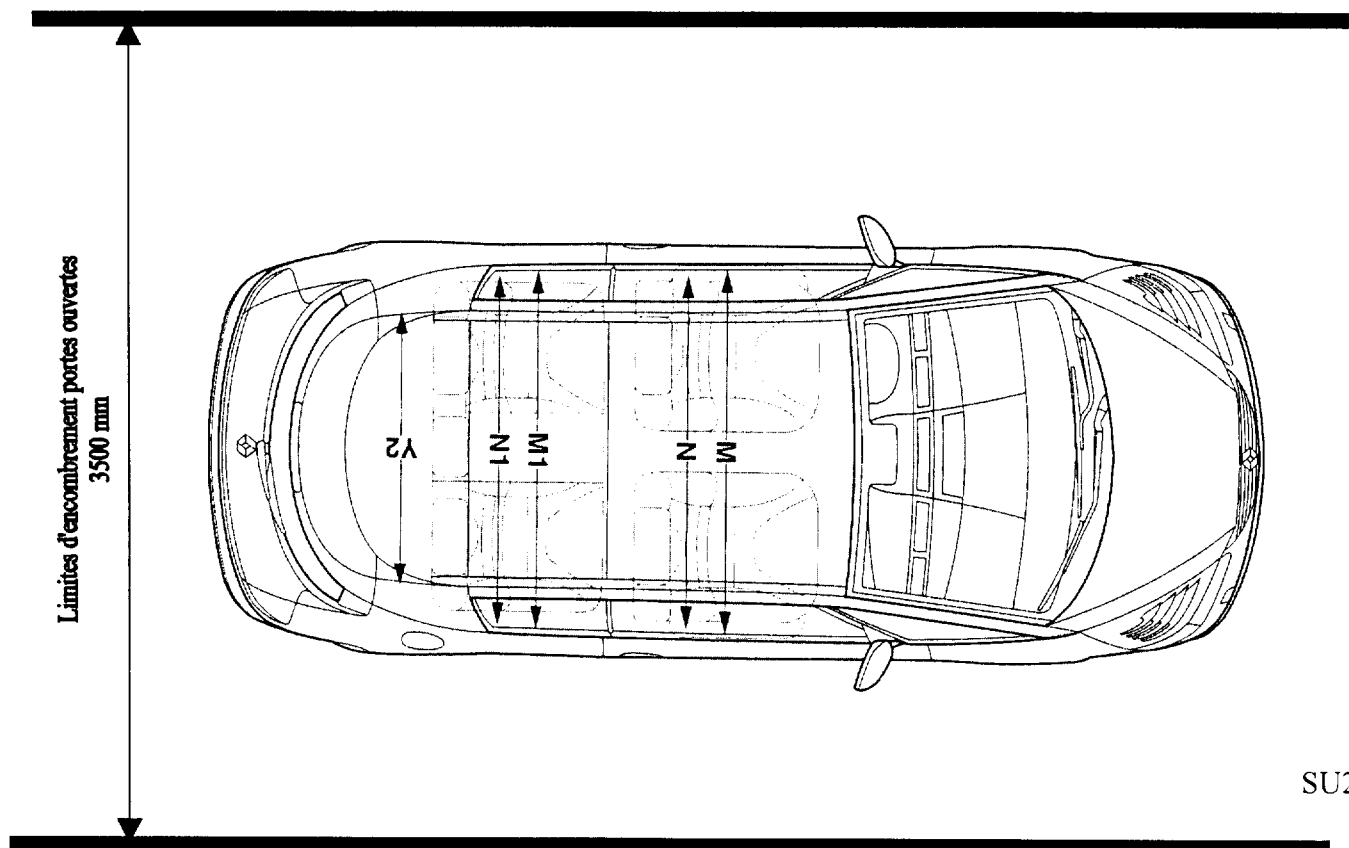
Description chronologique de l'ouverture et de la fermeture de la porte.

Ouverture de la porte.

- ❖ Porte fermée.
- ❖ Action de l'utilisateur sur la poignée extérieure ou intérieure.
- ❖ Descente de la vitre de 2 cm en 0,5 s (car la portière est du type « sans cadre »)
- ❖ Déverrouillage de la porte.
- ❖ Ouverture de la porte.

Fermeture de la porte.

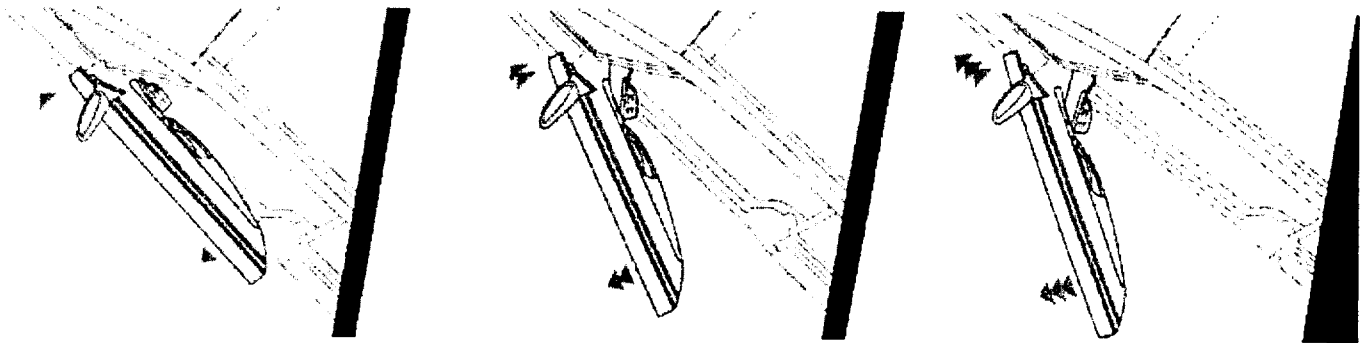
- ❖ Porte ouverte et vitre baissée de 2 cm minimum.
- ❖ Action de l'utilisateur sur la porte.
- ❖ Fermeture de la porte.
- ❖ Porte en appui sur les joints du véhicule.
- ❖ Verrouillage de la porte.
- ❖ Remontée de la vitre de 2 cm en 0,5 s.



A. Etude ergonomique. Justification de la double cinématique.

L'objectif de cette étude est de comparer les espaces libérés permettant l'accès à l'intérieur du véhicule lors de l'ouverture de la porte. Cette comparaison se limitera à deux cinématiques de porte :

- La cinématique classique (rotation autour d'un axe fixe).
- La double cinématique étudiée dans ce sujet. Le mouvement de la porte est la combinaison d'une translation et d'une rotation.



L'espace idéal serait en vue de dessus le rectangle NEKH (voir DR1). Or, dans la plupart des cas, la porte réduit cette surface en gênant l'accès aux places avant et/ou arrière.

I) Décomposition du mouvement

- Q1. Donner un exemple de solution d'ouverture de porte offrant un espace d'accès idéal.
- Q2. A partir du document réponse DR1 où les deux positions extrêmes d'une porte à double cinématique sont représentées (position fermée et position ouverte), tracer pour chaque cas la porte dans sa position intermédiaire selon qu'on impose :
- a) Une rotation autour d'un axe fixe vertical passant par le point P suivie d'une translation rectiligne (tracé en rouge).
 - b) Une translation rectiligne suivie d'une rotation autour d'un axe fixe vertical passant par le point P (tracé en vert).

Pour les deux cas, bien faire apparaître l'angle θ de rotation et le vecteur \vec{T} de translation.

- Q3. Ces solutions posent-elles des problèmes d'interférence ? Lesquels ?

II) Etude de la solution utilisée à double cinématique

Le constructeur n'a pas retenu ces solutions techniques (rotation puis translation ou inversement) et impose une solution à deux biellettes *non parallèles* représentées sur le document AN1. Un tel mécanisme est aussi appelé mécanisme à double cinématique.

La biellette 2 (photo 1), la plus volumineuse (300x350x70 en mm), est issue d'un profilé aluminium, l'autre biellette 3 (photo 2) est en acier forgé de diamètre 14 mm et de longueur 160 mm. Ces biellettes constituent les charnières.

Sur le document réponse DR2 est représenté le mécanisme (porte et biellettes) pour différentes positions de la biellette 2, pour les valeurs de α en degrés de : 70° ; 75° ; 80° ; 85° ; 90° , ($\alpha = \overline{BD}, \overline{BD}_\alpha$) (répondre sur les documents réponses).

Q4. Parmi les valeurs proposées, en déduire α_{Max} pour lequel le véhicule n'excède la limite d'encombrement lorsque les portes sont ouvertes (répondre sur DR2).

Sur le document réponse DR3 est représentée la trajectoire de l'extrémité arrière de la porte (point N), $T_{N1/0}$.

Q5. Sur le document DR3, repasser en rouge la portion de trajectoire pour laquelle le véhicule n'excède pas la limite d'encombrement.

Q7. Placer les nouvelles positions des points N, C, D et P lorsque la porte est ouverte à la limite de l'encombrement. Nommer ces points $N_{\alpha \text{ max}}$, $C_{\alpha \text{ max}}$, $D_{\alpha \text{ max}}$, et $P_{\alpha \text{ max}}$. Expliquer la démarche adoptée.

Q8. Représenter le mécanisme dans sa position extrême afin de déterminer exactement l'angle α_{Max} .

Q9. Coter l'angle α ainsi que l'angle θ que fait la porte avec l'axe \bar{x} et hachurer la partie du rectangle NEKH rendue inaccessible lorsque la porte est ouverte.

III) Etude comparative

Sur le calque DR4 est représentée une cinématique classique où la porte est en rotation autour d'un axe fixe $A\bar{z}$.

Q10. Représenter la porte en position ouverte à la limite de l'encombrement. Faire apparaître les constructions.

Q11. Placer le point N_O nouvelle position du point N lorsque la porte est ouverte, mesurer l'angle θ que fait la porte avec l'axe \bar{x} et le comparer à l'angle θ trouvé à la question précédente. Hachurer la partie du rectangle NEKH rendue inaccessible lorsque la porte est ouverte.

Q12. Conclure quant à l'accessibilité des places assises grâce à cette double cinématique.

B. Etude du dimensionnement des charnières.

I) Détermination des paramètres cinématiques

Afin de dimensionner la liaison de la biellette 2 avec la porte 1, le constructeur souhaite vérifier la vitesse angulaire dans cette liaison. Des essais ont montré que la vitesse angulaire maximale de la porte par rapport au véhicule pour $\theta = 0$ valait $\omega_{1/0} = 3 \text{ rad/s}$ (**fermeture violente de la porte**).

Sur le document réponse DR5 puis sur feuille de copie, répondre aux questions suivantes.

- Q13.** Quelle est la nature du mouvement de la biellette 2 par rapport au véhicule 0, $M_{2/0}^v$?
- Q14.** Quelle est la nature du mouvement de la biellette 3 par rapport au véhicule 0, $M_{3/0}^v$?
- Q15.** Quelle est la nature du mouvement de la porte 1 par rapport au véhicule 0, $M_{1/0}^v$?
- Q16.** Comparer $\overline{V_{D2/0}}$ et $\overline{V_{D1/0}}$ puis $\overline{V_{C3/0}}$ et $\overline{V_{C1/0}}$. Justifier votre réponse sur feuille de copie.
- Q17.** Tracer le support du vecteur vitesse de D appartenant à 2 par rapport à 0, $\Delta(\overline{V_{D2/0}})$.
- Q18.** Tracer le support du vecteur vitesse de C appartenant à 3 par rapport à 0, $\Delta(\overline{V_{C3/0}})$.
- Q19.** Déterminer le C.I.R. $I_{1/0}$ de la porte 1 dans son mouvement par rapport au véhicule 0.
- Q20.** Déterminer la vitesse du point D appartenant à 2 par rapport au véhicule 0 et tracer son vecteur représentatif $\overline{V_{D2/0}}$. (en prenant $\omega_{1/0} = 3 \text{ rad/s}$)
- Q21.** En déduire la vitesse angulaire de la biellette 2 par rapport au véhicule 0 : $\omega_{2/0}$, puis, en utilisant la loi de composition des vitesses angulaires, déterminer la vitesse angulaire de la biellette 2 par rapport à la porte 1 : $\omega_{2/1}$.

II) Détermination des efforts dans la liaison entre la biellette 2 et la porte 1

- Q22.** Sur le document réponse DR6, à partir du schéma cinématique minimal du mécanisme donné sur AN1, renseigner le tableau des liaisons. Déterminer le degré d'hyperstaticité. Conclure.

En réalité, chaque liaison pivot est obtenue par association d'une liaison rotule et d'une liaison linéaire annulaire, de ce fait le problème devient spatial. Répondre aux questions suivantes sur feuille de copie.

- Q23.** Parmi les deux biellettes BD et AC, indiquer celle qui a été conçue pour supporter le poids de la porte. Justifier votre réponse.
- Q24.** Indiquer la biellette dont la liaison avec la porte sera modélisée par une rotule sur DR7
- Q25.** Sur le document réponse DR7 sont donnés le torseur poids de la porte en G (centre de gravité de la porte) et le torseur en C des efforts de la biellette 3 sur la porte 1. En supposant que la liaison pivot en D soit réalisée par l'association d'une liaison rotule de centre D_1 et d'une liaison linéaire annulaire d'axe (D_2, \vec{z}) déterminer les efforts en D_1 et D_2 et reporter les résultats sur le document réponse DR7. Prendre soin de bien détailler la méthode de résolution sur feuille de copie.
- Q26.** En déduire la norme des efforts radiaux R_D et axiaux A_D dans chaque liaison.

D'un point de vue technologique, les liaisons en D_1 et D_2 sont réalisées à l'aide de deux coussinets bronze-étain de même diamètre intérieur : $d = 12 \text{ mm}$ et de même longueur : $L = 20 \text{ mm}$.

- Q27.** En prenant comme résultats : $\omega_{2/1} = 8 \text{ rad/s}$, $R_{D1} = R_{D2} = 1100 \text{ N}$ et $A_{D1} = 800 \text{ N}$ et en utilisant le document AN2, vérifier la bonne tenue de ces coussinets aux charges radiales et axiales et en donner la désignation sur le document réponse DR7 (tenue à V, à P et au produit PV).