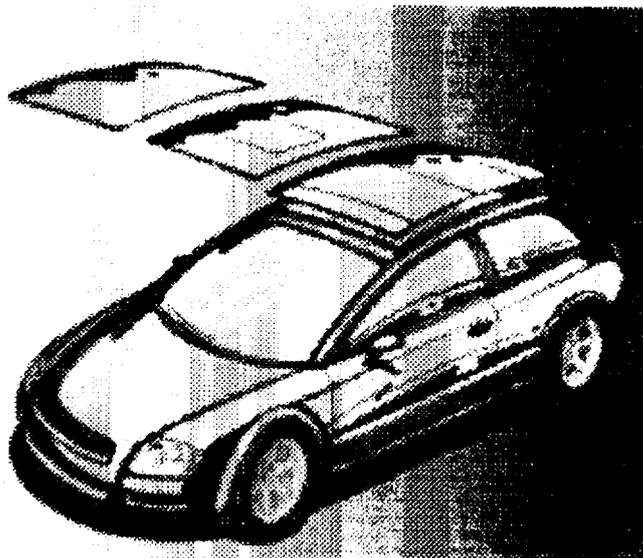
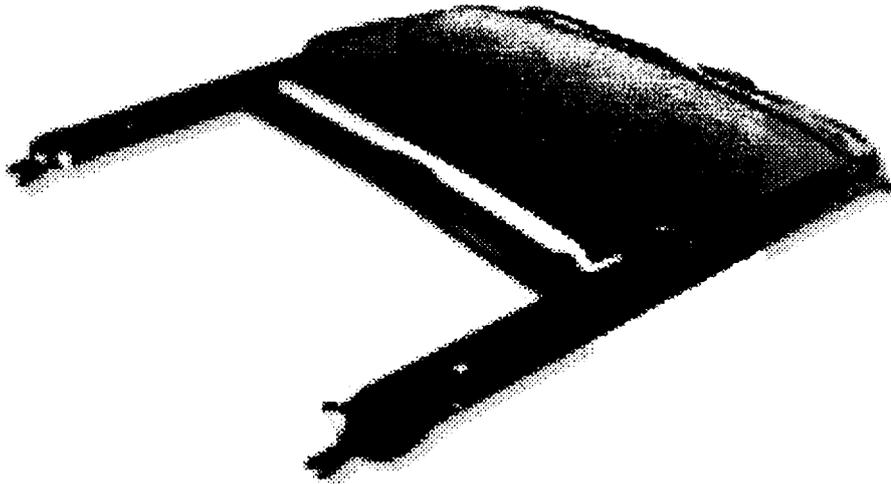


CRCP

## *Dossier du travail demandé*

Le sujet est composé de 4 parties : A, B, C et D.

Ce dossier comporte 10 pages numérotées de 1 à 10.



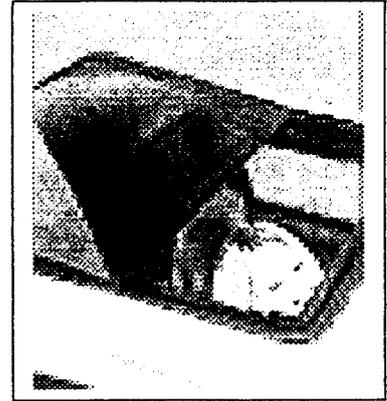
## 1) Introduction

Un toit ouvrant ajoute une dimension supplémentaire au plaisir de rouler en voiture : ouvert, il procure une sensation d'espace et de liberté.

Le grand air est vivifiant et vous roulez donc d'une manière plus décontractée. Il permet en effet de rester en symbiose avec la route et l'environnement.

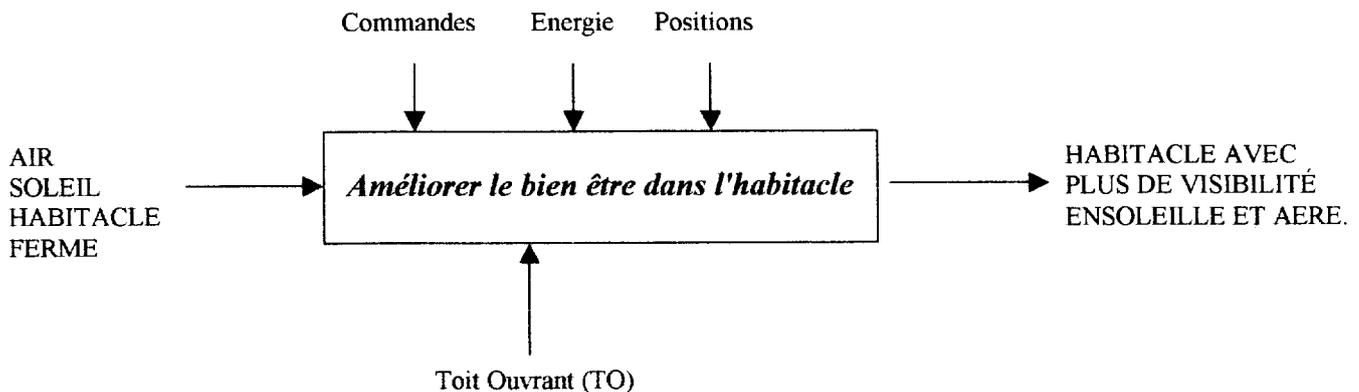
Les avantages du toit ouvrant ont un effet positif certain, sur le confort de conduite, atout non négligeable pour le client.

C'est ce que nous allons étudier, dans ce sujet, pour améliorer les agréments de la fonction toit ouvrant.



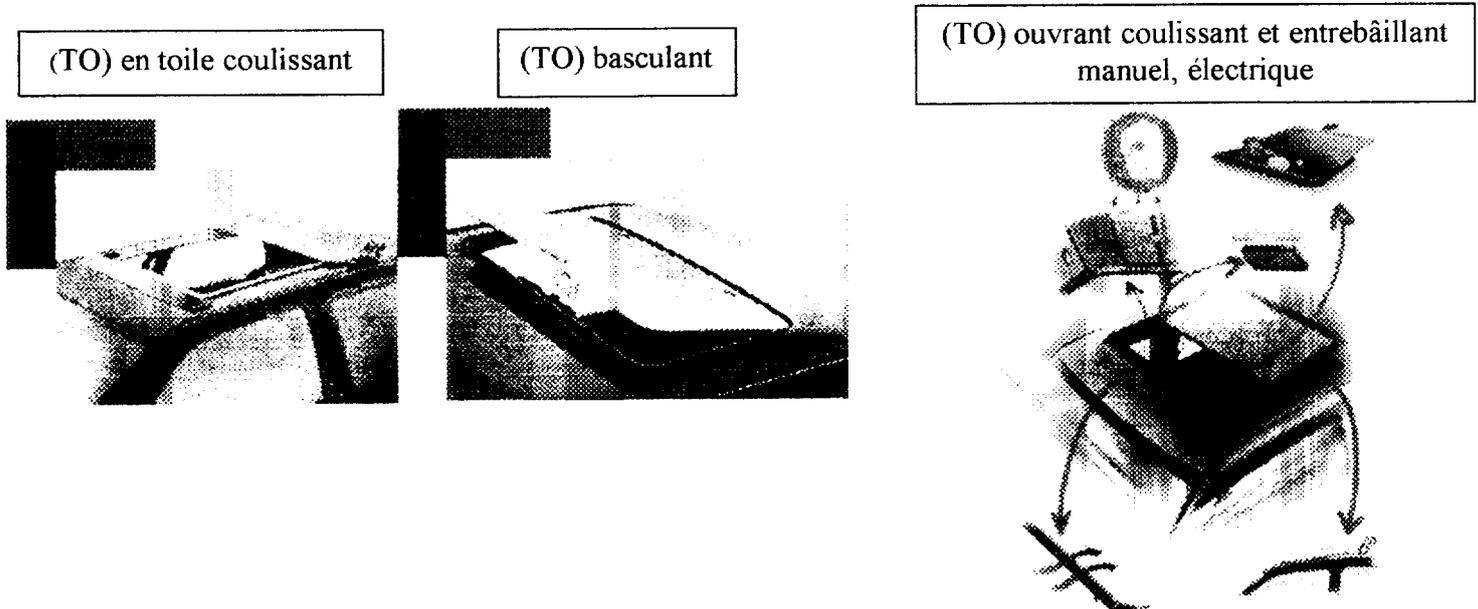
## 2) Fonction principale d'un toit ouvrant (TO) :

*Améliorer le bien être dans l'habitacle*



### **3) Les différents Toits Ouvrants (TO)**

Une grande diversité de (TO) est disponible pour le client :



### **4) Description du support de l'étude**

Nous allons étudier un toit ouvrant (TO) entrebâillant et coulissant, haut de gamme avec :

- une finition intérieure possédant une garniture floquée, pour se marier avec les pavillons de voiture.
- une dimension grand modèle d'ouverture.
- un écran de protection solaire.
- une glace athermique. (pour une température agréable et une lumière idéale)
- une ouverture et fermeture électrique.

*Voir le dossier Document technique*

### **Mise en situation**

Dans la volonté de satisfaire le client, on souhaite :

- un gain de -20% sur le coût.
- réduire le choc à l'entrebâillement. (phénomène dû à la dépression dans l'habitacle)
- réduire le nombre de pièces.

Nous allons étudier quelques une des évolutions pour faire ressortir les améliorations et vérifier quelques solutions technologiques. (moteur, temps de fermeture, effort dans un câble)

**PARTIE A : Etude cinématique de la version existante.****Objectif :** Recherche du temps d'entrebâillement.

Schéma cinématique simplifié dans le plan XZ

Figure 1 : Position fermée

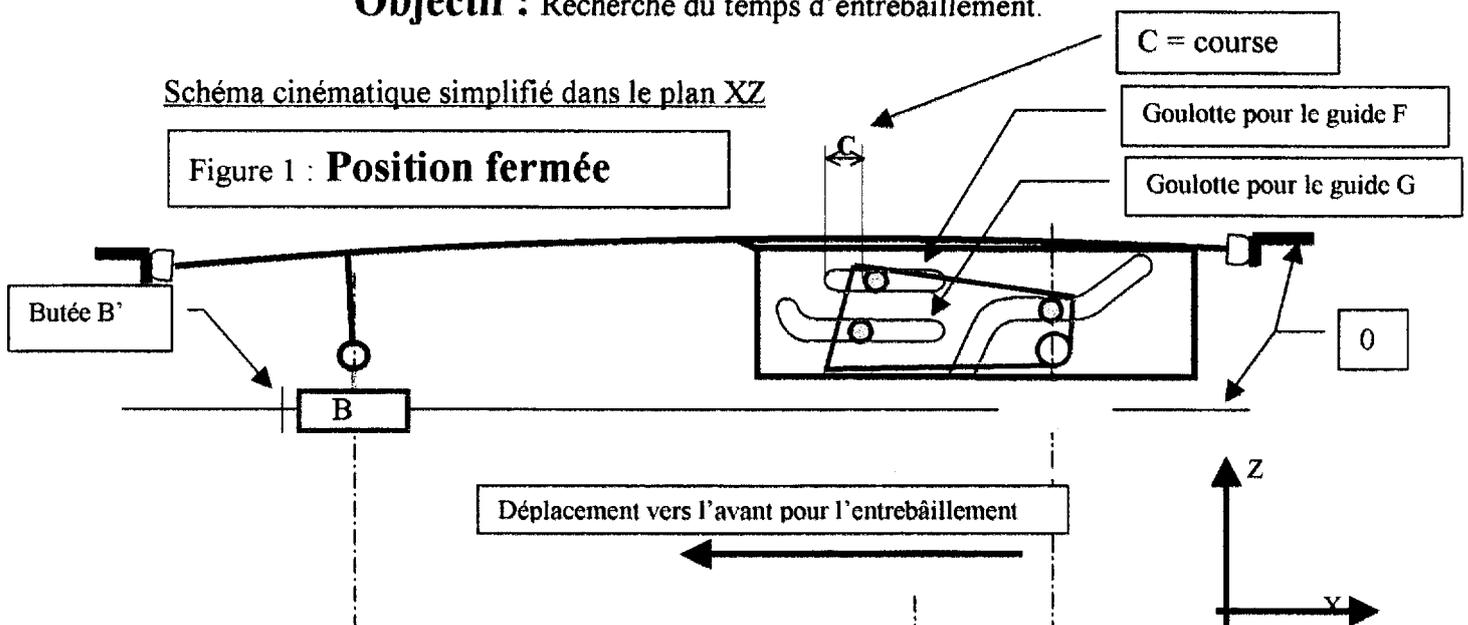
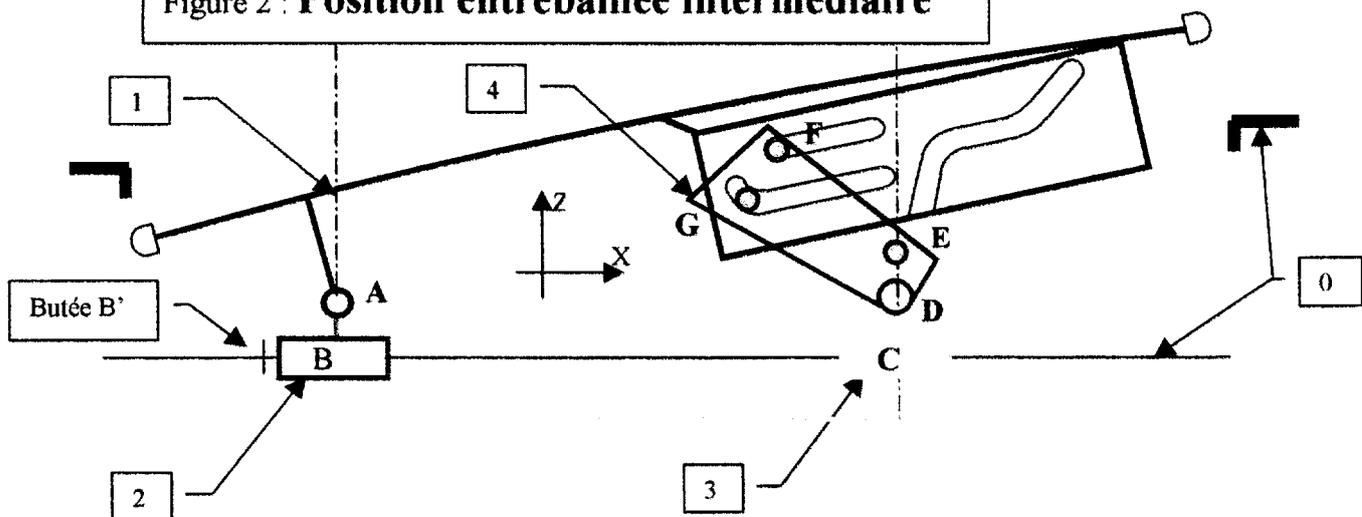


Figure 2 : Position entrebâillée intermédiaire



Pour obtenir la position d'entrebâillement le chariot d'entraînement 3 se déplace vers l'avant, emmenant la bielle 4 qui coulisse dans les goulottes du panneau mobile 1.

Il n'y a pas de mouvement du chariot 2 pendant cette phase, le chariot 2 est en butée en B'. En conséquence la liaison glissière B est considérée comme une liaison encastrement.

La bielle pivote autour de D lorsque le guide F arrive au fond de sa goulotte, ce qui met en mouvement le panneau mobile 1.

L'entrebâillement se fait en 2 phases :

**Phase 1 :** (voir Figure 1) le guide F est en position intermédiaire :  $C \neq 0$

**Phase 2 :** (voir Figure 2) le guide F est à fond de goulotte :  $C = 0$

## TRAVAIL DEMANDE

Répondre sur le document réponse DR1

### Question A-1

A partir de la Figure 2 de la page 3 sur 10, en considérant le guide F au fond de sa goulotte. Compléter le graphe des liaisons en les nommant dans les cadres prévus à cet effet.

Exemple : 

L2/0 : encastrement
---------------------

La notation L2/0 se lit: liaison entre la pièce 2 et la pièce 0.

### Question A-2

Lors du passage de la position fermée à la position entrebâillée, certaines pièces se mettent en mouvement par rapport au pavillon 0. Citer ces pièces.

### Question A-3

Etude des 2 phases de l'entrebâillement.

**Phase 1** :  $C \neq 0$  (Figure 1)

Indiquer la nature des mouvements de 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 4/3, 4/1.

**Phase 2** :  $C = 0$  (Figure 2)

Indiquer la nature des mouvements de 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 4/3, 4/1.

Notation :  $M^i/0$  mouvement de la pièce 1 par rapport à la pièce 0.

### Question A-4

Indiquer ce qui provoque la fin de l'entrebâillement maximum.

### Question A-5

Indiquer ce qui provoque le début de la rotation du panneau 1.

### Question A-6

Tracer les trajectoires  $T_{G_{E4/1}}$ ,  $T_{D_{E4/1}}$  et  $T_{C_{E(2+0)/1}}$  au cours de la phase 2 uniquement.

### Hypothèse de travail :

On considère 1 fixe (A et F fixes) et le reste du mécanisme y compris 0 mobile.

### Question A-7

Dessiner (2 + 0) en position fin d'entrebâillement et en déduire la course X du chariot en phase 2.

Mesurer la course en phase 1.

### Question A-8

On prendra comme vitesse du chariot d'entraînement 20mm/s avec une course de 40mm.

Calculer le temps total d'entrebâillement.



## TRAVAIL DEMANDE

### Répondre sur le document réponse DR2

**Question B-1 :** A partir de la version améliorée figure 2 de la page 5.

Donner le mouvement du panneau mobile :  $M^{vt} 1/0$ , en déduire la direction de  $\overrightarrow{V_{F \in 1/0}}$ .

**Question B-2 :** Donner le mouvement du chariot d'entraînement+ bielle :  $M^{vt} 3+4/0$ .

**Question B-3 :** Déterminer la vitesse moyenne du chariot au point C :  $\|\overrightarrow{V_{C \in 4/0}}\|$ .

**Question B-4 :** Justifier pourquoi  $\overrightarrow{V_{C \in 4/0}} = \overrightarrow{V_{F \in 4/0}}$ .

**Question B-5 :** Pour cette question on prendra :  $\|\overrightarrow{V_{F \in 4/0}}\| = 40 \text{ mm/s}$ .

- Déterminer la vitesse du panneau mobile au point F  $\|\overrightarrow{V_{F \in 1/0}}\|$  pendant l'ouverture.

(justifier votre réponse et effectuer tous les tracés sur la figure B avec une échelle des vitesses de  $1 \text{ mm/s} = 3 \text{ mm}$ )

**Question B-6 :** Déterminer la vitesse au point H de l'extrémité du panneau :  $\overrightarrow{V_{H \in 1/0}}$ .

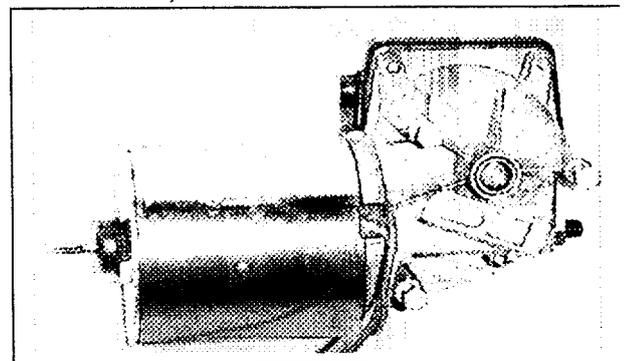
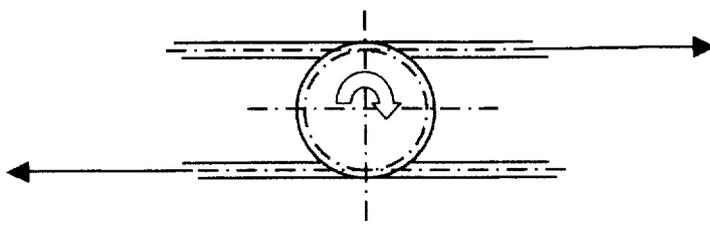
Quelle méthode utilisez vous ?

(tracer sur la figure A et donner sa norme)

**Question B-7 :** Pour cette question on prendra  $\|\overrightarrow{V_{C \in 3/0}}\| = 40 \text{ mm/s}$ , avec comme

caractéristiques du pignon : nombre de dents  $Z = 16$ , diamètre primitif  $D_f = 13 \text{ mm}$

Calculer la vitesse de rotation  $\omega$  du pignon d'entraînement P :  $\omega_{p/0}$  en rad/s.



**Question B-8 :** Il y a un réducteur roue et vis sans fin, entre le pignon d'entraînement et le

moteur avec un rapport de réduction  $r = \frac{1}{32,5}$

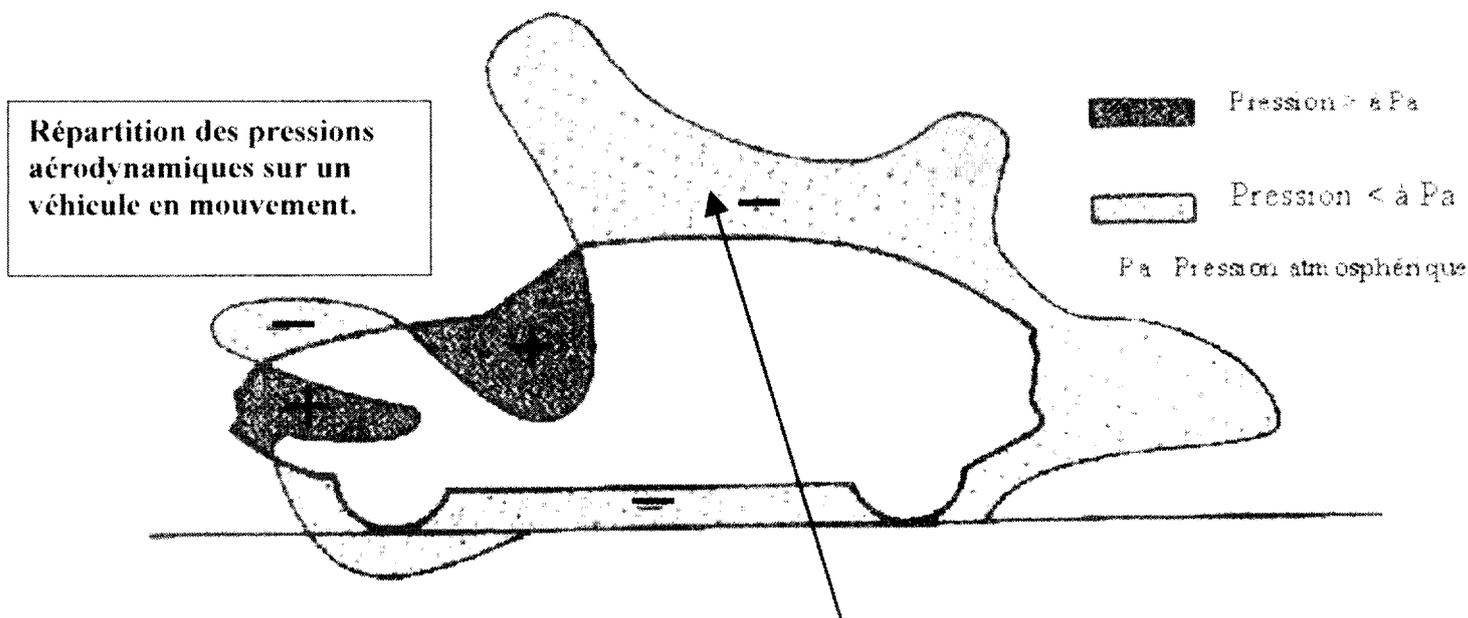
Calculer la fréquence de rotation  $N_{m/0}$  en Tr/mn du moteur.

**Question B-9 :** Calculer le nombre de tours du moteur  $T_m$ , pour obtenir une course du chariot d'entraînement 3 de  $115 \text{ mm}$ . Méthode : calculer le déplacement du chariot pour 1 tour de pignon, ensuite calculer le nombre de tour moteur pour un déplacement de  $115 \text{ mm}$ .

**Question B-10 :** Calculer l'incrémentation  $I_m$  de ce moteur pas à pas, pour obtenir une précision de positionnement du chariot d'entraînement de  $1/10 \text{ de mm}$ . (donner la réponse en degrés)

## PARTIE C : Etude des efforts

**OBJECTIF** : Recherche du couple moteur nécessaire, pour la fermeture du (TO).



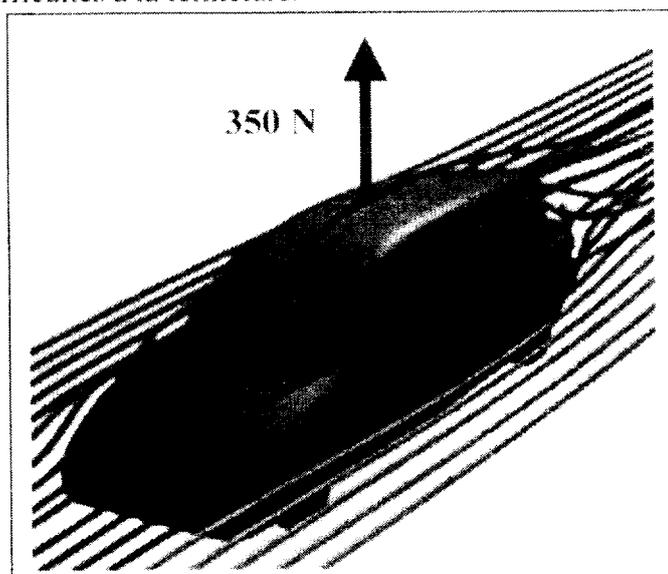
Les essais en soufflerie à **200 km/h** montrent une grande zone de dépression qui aspire le (TO) vers le haut. Ce qui engendre un effort de **350 N** sur la surface totale du (TO).

Lors de l'entrebâillement ( passage de la **position fermée** à la **position entrebaillée**), le (TO) est violemment aspiré vers le haut ce qui a comme effet un couple important sur la bielle **4**.

Le nouveau système supprime la rotation de la bielle pendant la phase fermeture entrebâillement diminuant ainsi la vibration du panneau.

On doit aussi vaincre les efforts dus à la dépression aérodynamique pour fermer le (TO).

En effet la dépression modélisée par la force **350 N** dirigée vers le haut (voir figure ci-dessous) entraîne des difficultés à la fermeture.



## TRAVAIL DEMANDE

Répondre sur le document réponse DR3, DR4 et sur feuille de copie.

L'étude porte sur un seul des deux mécanismes du (TO). La résultante des efforts aérodynamiques est divisée par 2, soit  $\|\vec{F}_{aero}\| = 175 N$  (voir la figure 1 du document DR3)

Les hypothèses de départ sont :

- poids des pièces négligé.
- pas de frottement.
- le problème sera considéré dans le plan XZ.
- le contact en F est considéré ponctuel.
- l'effort  $F_j$  au niveau du câble sera horizontal.

On prendra comme unités : le mm, le N

Remarques : -le câble sera fixé à l'ensemble 3+4 en J.  
- la liaison glissière est réalisée par 2 contacts ponctuels en C et D.  
- le contact entre 3+4 et 1 reste ponctuel en F.

**Question C-1** Résoudre graphiquement sur la **figure 2** du document **DR3**.

On vous propose d'isoler d'abord le panneau mobile **1**.

Déterminer les actions mécaniques transmissibles dans les liaisons de centre **A** et **F**.

**Question C-2** Répondre sur feuille de copie. On prendra pour cette question  $\|\vec{F}_{1 \rightarrow 3,4}\| = 210 N$

Recherche de l'action mécanique dans le câble en **J**.

Isoler l'ensemble chariot + bielle **3+4**.

Utiliser la démarche de statique pour

a) modéliser les actions mécaniques par des torseurs en **C**, **D**, **F** et **J**.

$$\text{torseur en } \mathbf{F} \quad \{T_{1 \rightarrow 3+4}\}_R = \begin{Bmatrix} -43 & 0 \\ 0 & 0 \\ 203 & 0 \end{Bmatrix}_F$$

b) définir les équations d'équilibre au point **C** et déduire l'intensité de l'action mécanique en **J**.

**Question C-3** Répondre sur feuille de copie et DR4.

On prend en compte le frottement entre les pièces avec comme couple de matériau :

- au point **F** contact **POM/POM**.
- aux points **C** et **D** contact **Acier/POM**.

a) Répondre sur feuille de copie.

Choisir les coefficients de frottement entre les pièces dans le tableau de matériau ci-dessous.

	<b>Acier</b>	<b>POM*</b>	<b>Bronze</b>
<b>Acier</b>	0,1	0,25	0,1
<b>POM*</b>	0,25	0,12	0,27
<b>Bronze</b>	0,14	0,27	0,2

\* **POM** : plastique polyoxyméthylène.

**b) Répondre sur le document DR4**

On se place en équilibre strict avec une tendance à la fermeture.

en tenant compte des coefficients de frottement, tracer la direction des efforts extérieurs à 3+4 sur la **figure 2** en précisant les angles par rapport à la normale aux surfaces de contact sans tenir compte des intensités.

**Question C-4** Répondre sur feuille de copie

Les résultats obtenus par calcul sont :

$$\text{Hypothèse sans frottement : } \|\overrightarrow{C_{0 \rightarrow 3}}\| = 420 N, \|\overrightarrow{D_{0 \rightarrow 3}}\| = 223 N, \|\overrightarrow{F_J}\| = 43 N$$

$$\text{Hypothèse avec frottement : } \|\overrightarrow{C_{0 \rightarrow 3}}\| = 387 N, \|\overrightarrow{D_{0 \rightarrow 3}}\| = 190 N, \|\overrightarrow{F_J}\| = 203 N$$

Quelle est l'hypothèse à retenir pour le calcul du couple moteur, au regard des résultats ? Justifier votre réponse.

**Question C-5.** Répondre sur feuille de copie.

Si maintenant on ne néglige plus le frottement, 60% de l'effort de départ créer par le moteur via le pignon moteur est perdu.

Ce sont les frottements du câble dans la gaine qui provoquent cette perte (voir DT3).

L'effort final au bout du câble en J doit être de  $\|\overrightarrow{F_J}\| = 203 N$  (pour manœuvrer le TO).

Calculer l'effort de départ au niveau du pignon moteur.

**Question C-6** Répondre sur feuille de copie

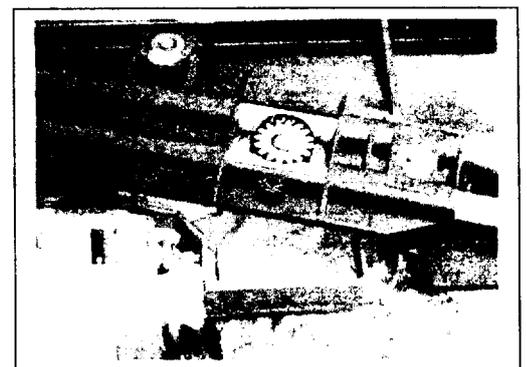
Les caractéristiques du pignon : **Z = 16 dents**, diamètre primitif **D<sub>f</sub> = 13 mm**

Calculer le couple disponible **C<sub>p</sub>** porté par l'arbre du pignon, pour entraîner les 2 câbles.

**Question C-7** Répondre sur feuille de copie

Le rapport de réduction  $r = \frac{1}{32.5}$

Calculer le couple disponible **C<sub>m</sub>** porté par l'arbre du moteur.



## PARTIE D : Etude dynamique.

**OBJECTIF :** Recherche de l'effort dans le câble d'entraînement pendant des essais au crash-test.

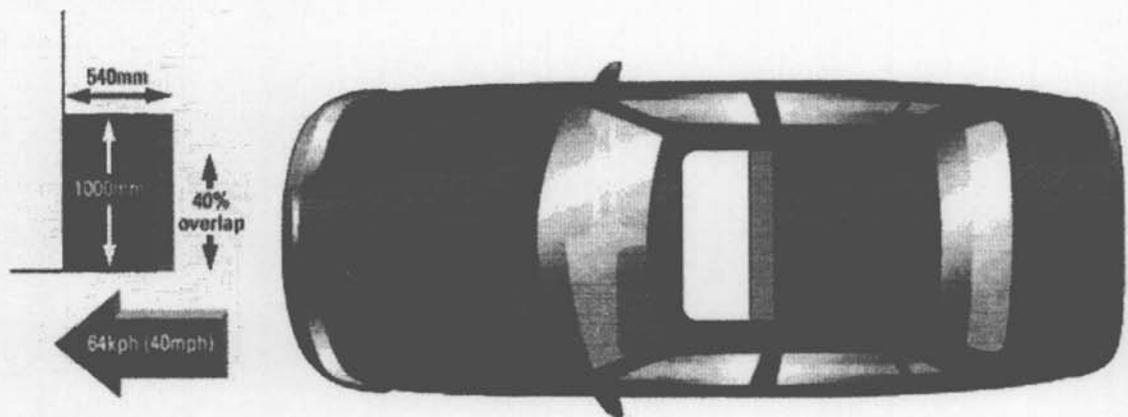
Etude du (TO) en position ouvert.

Lors de l'essai le (TO) doit rester en place. Il ne doit à aucun moment se déplacer dans le sens des X pendant le choc avant.

Les conditions et résultats de l'essai sont les suivantes.

Vitesse du véhicule 64 Km/h.

Déformation de l'unit avant 0,50 m.



## **TRAVAIL DEMANDE**

Répondre sur feuille de copie

### **Question D-1**

On prend comme hypothèse simplificatrice : une déformation constante de l'avant et l'accélération de la pesanteur  $g = 10m/s^2$ .

Calculer la décélération moyenne du véhicule  $\overline{a_v}$ .

### **Question D-2**

Cette hypothèse de déformation constante est-elle réaliste ?

### **Question D-3**

On prendra pour cette question une décélération  $\|\overline{a_v}\| = 300m/s^2$

La reprise des efforts est réalisée par les 2 câbles sur le panneau mobile du TO qui a une masse de 5kg.

Calculer l'effort dans un câble.