

## **CA/PLP2**

---

### **CONCOURS EXTERNE**

---

**Section : GENIE INDUSTRIEL**

**Option : CONSTRUCTION ET REPARATION EN CARROSSERIE**

<h1><b>SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES</b></h1>
--

**Durée : 6 heures. – Coefficient : 1**

**Calculatrice électronique autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)**

**Aucun document autorisé**

<p>Ce dossier comprend :</p>
------------------------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li><b>- Un dossier TRAVAIL</b></li><li><b>- Un dossier TECHNIQUE</b></li><li><b>- Un dossier REPONSE</b></li></ul> |
|---|

**CA/PLP2**

---

**CONCOURS EXTERNE**

---

**Section : GENIE INDUSTRIEL**

**Option : CONSTRUCTION ET REPARATION EN CARROSSERIE**

<p><b>DOSSIER DE TRAVAIL</b></p>
----------------------------------

<p><b><u>Proposition de barème :</u></b></p>
--

- |  |
|--|
| <p><input type="checkbox"/> <b>Première partie : 8 points</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>Deuxième partie : 12 points</b></p> |
|--|

<p><b>Ce dossier comprend 10 feuilles papier de format A4</b></p>
---

## □ PREAMBULE

Les deux parties sont indépendantes, mais il est conseillé de commencer par la première partie.  
Sauf indication, l'ensemble des réponses se fera sur feuille de copie.

## □ OBJECTIFS DE L'ETUDE

- ◆ **Analyser** le fonctionnement d'une serrure de capot avant
- ◆ **Dimensionner** un ressort de traction

## □ MISE EN SITUATION

L'étude concerne une serrure de capot d'une RENAULT LAGUNA

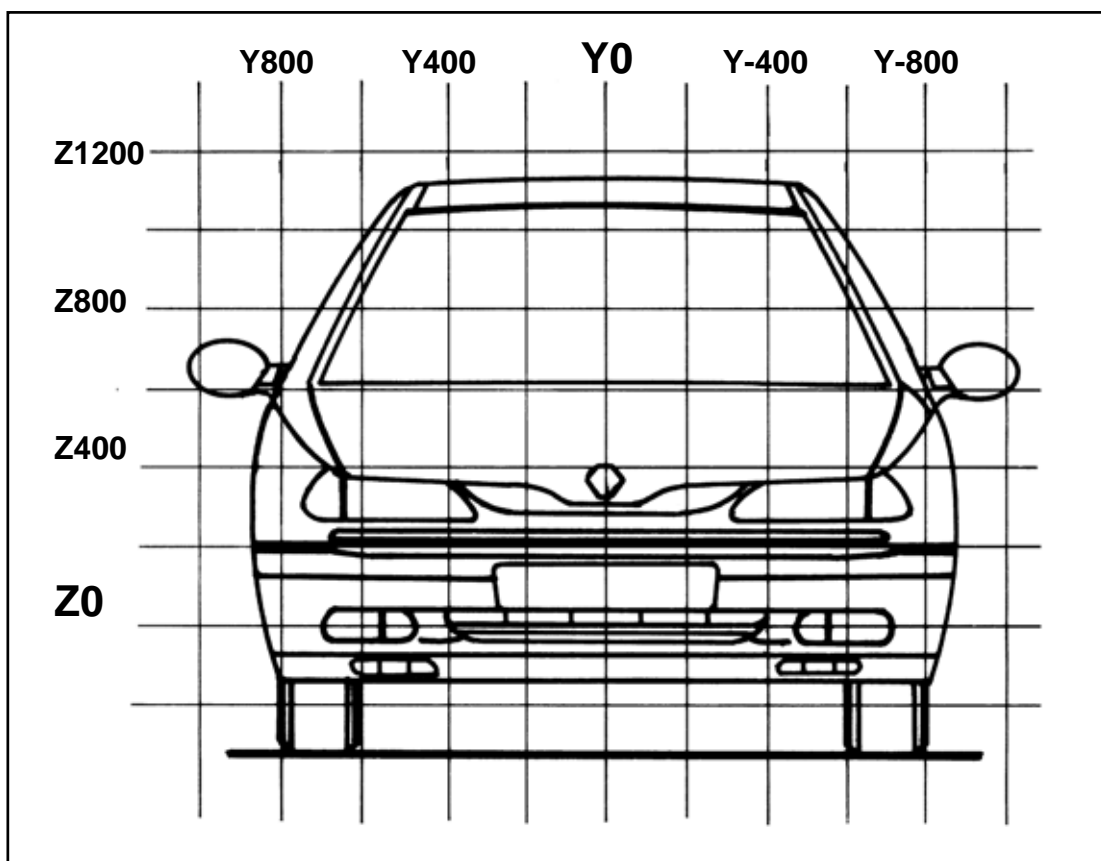


Ce véhicule est équipé de deux serrures identiques disposées symétriquement.



Les deux serrures sont identiques

Le véhicule est placé dans un quadrillage qui permet de localiser la serrure.

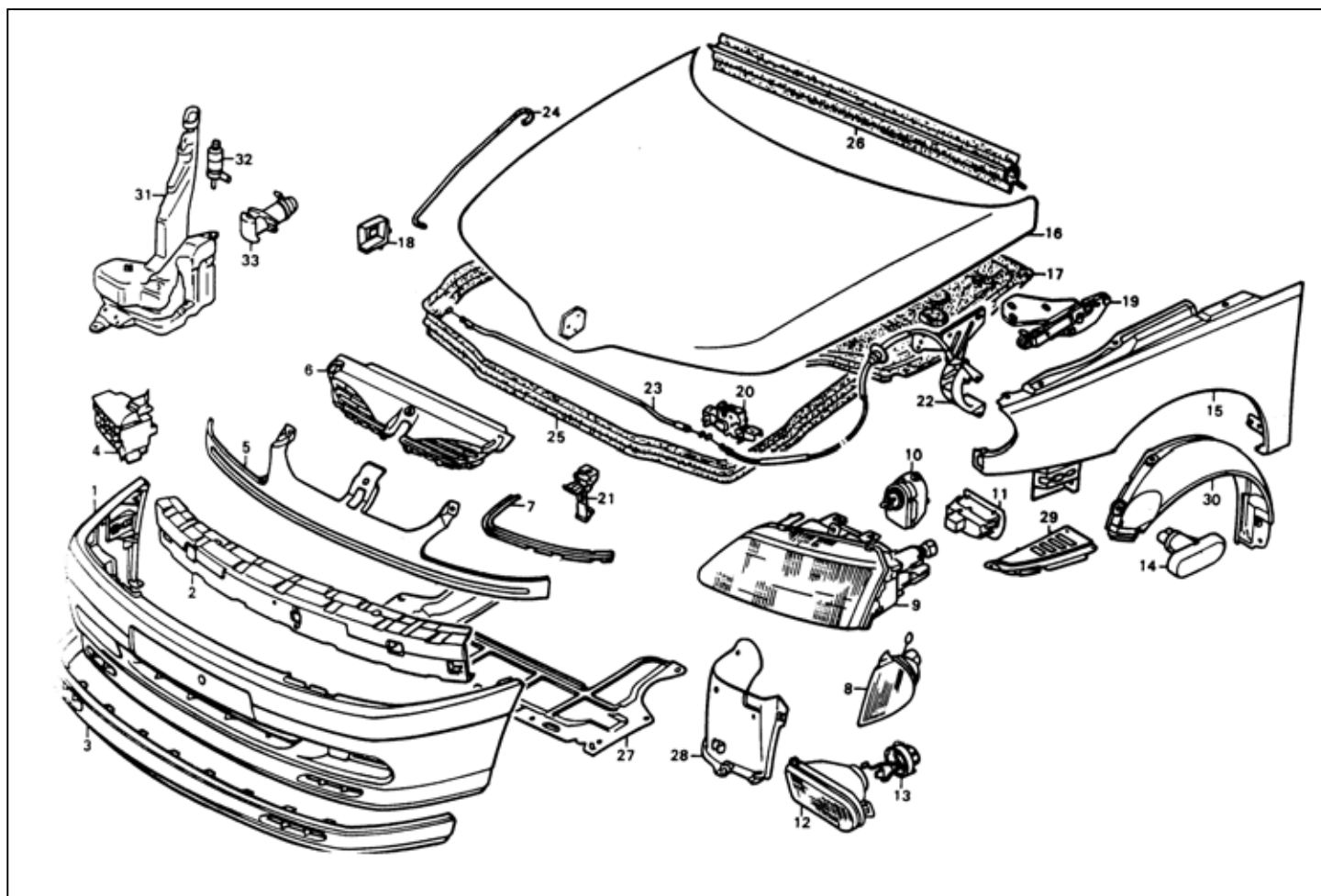




Vis de fixation de la serrure sur la caisse

L'éclaté de la partie avant de la LAGUNA montre l'implantation de la serrure (20) du câble entre les deux serrures (23) et de la commande d'ouverture de capot (22).

**Sur cette figure, seule la serrure de gauche a été représentée.**



On donne la nomenclature partielle

Rep	Désignation
2	Renfort de bouclier AV
5	Calandre
19	Charnière gauche de capot
20	Serrure de capot AV
21	Crochet de sécurité de capot AV
22	Commande d'ouverture de capot
23	Câble entre les deux serrures de capot

# PREMIERE PARTIE

## □ **OBJECTIF**

Cette partie est consacrée à l'analyse du fonctionnement de la serrure de capot.

## □ **TRAVAIL**

**Q1** En vous aidant des documents techniques DT8 ,DT4, DT5, DR0 et DT2 , représentez **en rouge et en trait fort (pas de pointillés)** sur les documents réponses DR1, DR2 et DR3, l'éjecteur (8), le pêne (2) et le cliquet (4) en fonction de la position de la gâche modélisée uniquement par son extrémité cylindrique.

Dans cette étude on suppose que la gâche a un mouvement de translation rectiligne de direction verticale

On rappelle les différentes phases d'étude de la gâche :

Phase	Document	Comportement de la serrure
1	DR0 Ce document est déjà complété.	Le conducteur est en train de fermer son capot. La gâche est proche de la serrure.
2	DR1	La gâche vient en contact avec l'éjecteur.
3	DR1	La gâche vient en contact avec le pêne.
4	DR2	Cette phase est intermédiaire. La gâche descend et entraîne dans son mouvement le pêne et le cliquet.
5	DR2	La gâche est en fin de course du point mors bas
6	DR3	La présence des butées de capot modifie la position de la gâche. Les positions du cliquet et du pêne restent inchangées par rapport à la phase 5.

Le document technique DT1 donne un extrait du cahier des charges fonctionnel de la serrure de capot.

Les documents techniques DT3, DT4, DT5 et DT8 montrent l'architecture des serrures montées sur le véhicule.

En vous appuyant sur ces documents :

**Q2** Développez les FAST de description de la fonction *F1 : Verrouiller le capot sur la caisse.*

Vous justifierez :

- le rôle du pêne,
- le rôle de l'encoche 2,
- le rôle du cliquet et du ressort de verrouillage.

**Q3** Développez le FAST de description de la fonction *F2 : Assurer la fixation de la serrure sur la caisse.*

Vous justifierez :

- le rôle des surfaces 1 et 2,
- l'emploi de vis de fixation pour assurer la liaison serrure/caisse,
- le choix de deux serrures identiques pour assurer le verrouillage du capot.

**Q4** Développez le FAST de description de la fonction *F3 : Permettre au conducteur d'ouvrir le capot*

Vous justifierez :

- le rôle des gaines et câbles (5) et (6) et poignée de déverrouillage du capot (7),
- le rôle de l'éjecteur (8)et du ressort d'éjection (2),

**Q5** Développez le FAST de description de la fonction *F6 : Assurer la sûreté de fonctionnement*

Vous justifierez :

- le rôle des deux butées élastiques (voir document réponse DR5) montées sur la caisse.
- le rôle de la lumière 1 et de l'encoche 1 réalisées dans le corps de serrure,
- le rôle du crochet de sécurité capot (non représenté).



## DEUXIEME PARTIE

### □ OBJECTIF

Cette partie est consacrée au choix de la raideur et le dimensionnement du ressort d'éjection (3) de la serrure de capot

### □ HYPOTHESES ET NOTATIONS

Le document technique DT7 donne le modèle retenu quant au dimensionnement des ressorts d'éjection (3) et (3').

Soit  $R_0(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  le repère lié au châssis (0).

Le capot 1 est en liaison pivot d'axe  $(O_0, \vec{y}_0)$  par rapport au châssis (0).  $R_1(O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  est le repère lié au capot (1) tel que  $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{z}_0, \vec{z}_1)$ .

Les doigt d'éjection (2) et (2') sont en liaison pivot d'axe respectivement  $(O_2, \vec{x}_0)$  et  $(O_3, \vec{x}_0)$  par rapport au châssis (0).

On note  $R_2(O_2, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  le repère lié au doigt d'éjection (2) tel que  $\alpha = (\vec{y}_0, \vec{y}_2) = (\vec{z}_0, \vec{z}_2)$ .

De la même manière, on notera  $R_3(O_3, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$  le repère lié au doigt d'éjection (2) tel que  $\alpha = (\vec{y}_0, \vec{y}_3) = (\vec{z}_0, \vec{z}_3)$ .

Le capot est en contact ponctuel avec (2) et (2') respectivement en  $M_2$  et  $M_3$ . Du fait du faible débattement angulaire du capot dans cette phase de fonctionnement, **on supposera que les positions successives des points  $M_2$  et  $M_3$  restent dans le plan  $(O_2, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ .**

Les points  $M_2$  et  $M_3$  sont disposés symétriquement par rapport au plan frontal  $(\vec{x}_0, \vec{z}_0)$  du véhicule.

On supposera que les contacts s'effectuent sans frottement et par conséquent :

$$\{T_{2/1}\} = \left\{ \frac{\vec{R}_{2/1} = Z_{2/1} \cdot \vec{z}_2}{\vec{0}} \right\}_{M_2, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2} \quad \text{et} \quad \{T_{3/1}\} = \left\{ \frac{\vec{R}_{3/1} = Z_{2/1} \cdot \vec{z}_3}{\vec{0}} \right\}_{M_3, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3} \quad (Z_{2/1} = Z_{3/1})$$

On note  $\{T_{poids/1}\} = \left\{ \frac{\vec{R}_{poids/1} = -P \cdot \vec{z}_0}{\vec{0}} \right\}_{G, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0}$  l'action de pesanteur s'exerçant sur le capot (1). Toutes

les autres actions de pesanteur seront négligées devant les autres actions mécaniques.

On pose  $\vec{O_0 G} = \frac{L}{2} \cdot \vec{x}_1$

On note  $R_3(A_2, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$  le repère lié à la droite d'action  $A_2 B_2$  avec  $\beta = (\vec{y}_0, \vec{y}_3) = (\vec{z}_0, \vec{z}_3)$ .

$\{T_{3/2}\} = \left\{ \frac{\vec{R}_{3/2} = -F_{3/2} \cdot \vec{y}_3}{\vec{0}} \right\}_{(B_2, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)}$  représente l'action exercée par le ressort (3) sur le doigt d'éjection (2).

On note  $l(\beta)$  la longueur du ressort d'éjection.

$$\overrightarrow{M_2O_2} \cdot \vec{y}_0 = \overrightarrow{M_3O_3} \cdot \vec{y}_0 = d$$

$$\overrightarrow{O_0O_2} = -a \cdot \vec{x}_0 - (b-d) \cdot \vec{y}_0 + c \cdot \vec{z}_0$$

$$\overrightarrow{A_2O_2} = f \cdot \vec{y}_0 + g \cdot \vec{z}_0$$

$$\overrightarrow{B_2O_2} = e \cdot \vec{z}_2$$

Les effets dynamiques seront négligés (faibles accélérations).

## □ **TRAVAIL 1 : CHOIX DE LA RAIDEUR DU RESSORT D'EJECTION.**

### **Finalités des questions Q6 à Q13**

Lorsque le conducteur veut ouvrir son capot avant, il actionne la commande d'ouverture de capot, le capot est « soulevé » par les 2 éjecteurs (2) et (2').

Lorsqu'il relâche l'action sur la commande d'ouverture de capot, les 2 éjecteurs doivent maintenir le capot « soulevé » à 1 cm (voir document technique DT1, fonction F3).

Les questions Q69 à Q12 permettent de calculer la raideur minimale des ressorts des éjecteurs (3) et (3').

**Q6** En isolant le capot, déterminez l'expression de  $Z_{2/1}$  en fonction de P, L, h,  $\alpha$  et  $\theta$ .

**Q7** Le type de fixation des gâches sur le capot et leur géométrie impose en fait que  $h=0$ .  
Démontrez dans ces conditions que  $Z_{2/1} = \frac{P}{4 \cdot \cos \alpha}$ .

**Q8** En isolant le doigt d'éjection, Donnez l'expression de  $F_{3/2}$  en fonction de d, P, e,  $\alpha$  et  $\beta$ . (on reprendra l'expression de  $Z_{2/1}$  démontrée à la question précédente).

**Q9** En écrivant la fermeture géométrique relative aux points  $O_2$ ,  $B_2$  et  $A_2$ , déterminez les 2 équations (en projection sur  $\vec{y}_0$  et  $\vec{z}_0$ ) liant e, l( $\beta$ ),  $\beta$ ,  $\alpha$ , f et g.

**Q10** Dédisez de ces deux équations les expressions de l( $\beta$ ) et  $\tan \beta$  respectivement en fonction de g, e,  $\alpha$ ,  $\beta$  et g, e,  $\alpha$ , f.

**Q11** Donnez alors l'expression de  $F_{4/2}$  en fonction de d, P, e,  $\alpha$ , g, e et f.

On donne :  $d=26\text{mm}$ ,  $e=21\text{mm}$ ,  $g = 23\text{mm}$ ,  $f= 42\text{mm}$  et  $P=200\text{N}$

**Q12** Tracez sur le document réponse DR1, l'évolution de  $F_{3/2}$  pour  $0^\circ \leq \alpha \leq 28^\circ$ .

**Q13** Proposez alors une raideur minimum pour les ressorts (3) et (3') permettant d'assurer la pré-ouverture du capot ( le capot est soulevé de 1 cm). Vous justifierez votre choix.

### **Finalités de la question Q14**

Lorsque le conducteur veut refermer son capot, il le soulève de vingt centimètres, puis il le lâche. Au contact des serrures le capot doit alors vaincre l'effort résistant des deux ressorts des éjecteurs. (on négligera les ressorts de contact du pêne avec le cliquet).

**Q14** En vous aidant des documents techniques DT10, DT11 et DT12 appliquez le théorème de l'énergie cinétique au système matériel {capot + ensemble serrure} et proposez alors une raideur maximale pour les ressorts (4) et (4').

On conseille de choisir :

- pour l'instant initial, la position du capot situé à 20 cm.
- pour l'instant final, la position verrouillée du capot

## **TRAVAIL 2 : DIMENSIONNEMENT DU RESSORT D'EJECTION**

### **Finalités des questions Q15 à Q19**

Le choix du diamètre moyen ( $D$ ) et du diamètre de fil ( $d$ ) du ressort d'éjection impose le respect de plusieurs conditions :

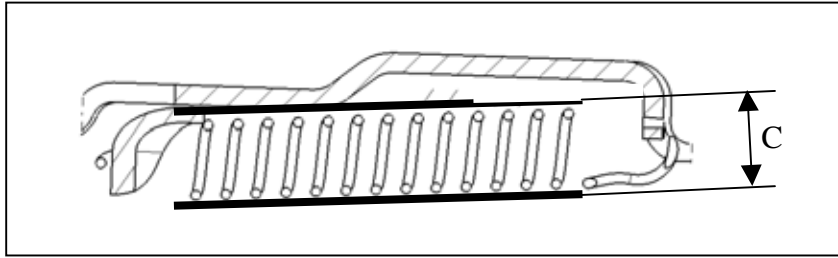
- ☐ **Condition 1** : condition d'encombrement radial du ressort.
- ☐ **Condition 2** : condition d'encombrement axial du ressort.
- ☐ **Condition 3** : condition de résistance.
- ☐ **Condition 4** : condition géométrique.
- ☐ **Condition 5** : condition d'enroulement du fil.

### **NOTATIONS**(voir document technique DT6).

$D$	Diamètre moyen du ressort.
$d$	Diamètre du fil.
$f$	Flèche du ressort.
$L_o$	Longueur libre du ressort.
$L_m$	Longueur du ressort monté.
$L_{\max i}$	Longueur maximum du ressort
$k$	Raideur du ressort.
$F$	Effort fourni par le ressort.
$F_{\max i}$	Effort maximum fourni par le ressort.
$F_{\min i}$	Effort minimum fourni par le ressort.
$F_0$	Effort de tension initial du ressort.
$N$	Nombre de spires du ressort.
$C$	Diamètre du logement du ressort.
$A$	Diamètre des crochets
$\delta$	Course du ressort.
$G$	Module d'élasticité transversal du matériau.
$\sigma_e$	Limite élastique du matériau.
$\tau$	Contrainte tangentielle.
$\tau_{\max i}$	Contrainte tangentielle maximum.

### **Q15 Condition 1 :Condition d'encombrement radial du ressort.**

Le ressort choisi doit pouvoir être mis en place dans le logement de diamètre  $C$ .  
Donnez la condition liant  $D$ ,  $d$  et  $C$  pour que le ressort soit "montable".



**Q16 Condition 2 : condition d'encombrement axial du ressort.**

La longueur du ressort monté  $L_m$  doit être supérieure à la longueur libre  $L_0$  du ressort. En vous aidant du document technique DT8 et des documents réponses DR1, DR2 et DR3 que vous aurez préalablement complétés dans la première partie.

- Donnez la relation liant  $N$ ,  $d$ ,  $A$  et  $L_m$ .
- En déduire la condition entre  $D$ ,  $d$ ,  $G$ ,  $L_m$ ,  $A$  et  $k$ .

**Q17 Condition 3 : condition de résistance.**

Le fil d'un ressort de traction travaille essentiellement en torsion.

- Donnez la condition de résistance du ressort.
- En déduire la condition liant  $D$ ,  $\sigma_e$ ,  $d$ , et  $F$ .

**Q18 Condition 4 : condition géométrique.**

L'angle d'hélice en charge maximum doit être inférieur à quelque degrés. On limite généralement  $\tan \alpha$  à 0.1.

- Donnez la relation liant  $L_{\max}$ ,  $D$ ,  $N$ ,  $A$  et  $\alpha$ .
- En déduire la condition liant  $D$ ,  $G$ ,  $d$ ,  $k$ ,  $A$  et  $L_{\max}$ .

**Q19 Condition 5 : condition d'enroulement.**

La condition d'enroulement est une contrainte de fabrication qui impose  $D > 5.d$ . Le document réponse DR5 donne la représentation graphique des différentes conditions de choix du ressort.

- Proposez alors un choix de  $D$  et  $d$  pouvant satisfaire les différentes contraintes.
- Donnez le nombre de spires  $N$  du ressort choisi.