Concours e3a-Polytech, France

Session 2006, filière PSI

Sciences industrielles de l'ingénieur

Durée : 5 heures

Ce que traite le sujet

- Partie A, A.1 et A.2 : analyse du besoin et chaîne d'énergie
- Partie A, A.3 : système de transmission mécanique
- Partie A, A.4 : analyse des cycles de fonctionnement
- Partie B : vérification des performances
- Partie C : production de solution

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années : prepahelp.com/annales/e3a/psi/2006/si

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

P13X

e3a

CONCOURS ENSAM - ESTP - EUCLIDE - ARCHIMEDE

Epreuve de Sciences Industrielles PSI

durée 5 heures

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, d'une part il le signale au chef de salle, d'autre part il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

L'usage de la calculatrice est autorisé

TOIT OUVRANT ELECTRIQUE



Dossier remis aux candidats :

- Présentation générale (pages 1 et 2)
- Partie A : ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (pages 3 à 10)
- Partie B : VERIFICATION DES PERFORMANCES (pages 11 à 16)
- Partie C : PRODUCTION DE SOLUTION (pages 17 à 19)
- Annexes : 9 documents (annexe 1 à annexe 9)
- **Documents réponses à remettre obligatoirement en fin d'épreuve** :
  4 documents (DR1 à DR4)

Nota :

- **Seules les calculatrices en conformité avec le référentiel du concours e3a sont autorisées.**
- **Les trois parties sont indépendantes ; il est néanmoins conseillé de les traiter dans l'ordre du sujet pour une bonne compréhension de celui-ci.**
- **Le candidat est appelé à fournir toute hypothèse supplémentaire qu'il jugera nécessaire à la résolution du sujet.**
- **Placer impérativement chaque partie dans une copie séparée et regrouper le tout dans une copie vierge.**

PRESENTATION

Le toit ouvrant est un sous système du véhicule automobile qui permet une meilleure ventilation de l'habitacle et procure aux passagers des sensations de liberté et une meilleure luminosité.
Le toit ouvrant devient un composant « intelligent » dans l'équipement de l'habitacle automobile, il s'intègre parfaitement dans les nouveaux concepts d'adaptation de l'environnement du véhicule aux besoins du conducteur et des passagers.

Les fabricants proposent des gammes de produits qui se déclinent majoritairement en modèles à énergie électrique, intégrant des possibilités de commandes de plus en plus sophistiquées.

Le modèle qui sert de support à cette étude se compose d'une glace de sécurité teintée et fait partie de la classe des toits coulissants. La cinématique d'ouverture permet un mode entrebâillant.
Il existe en deux modèles, l'un Medium (782x412 mm avec une ouverture entrebâillée de 43 mm), l'autre Large (842x503 mm avec une ouverture entrebâillée de 48 mm) équipés d'un déflecteur et d'un pare soleil.

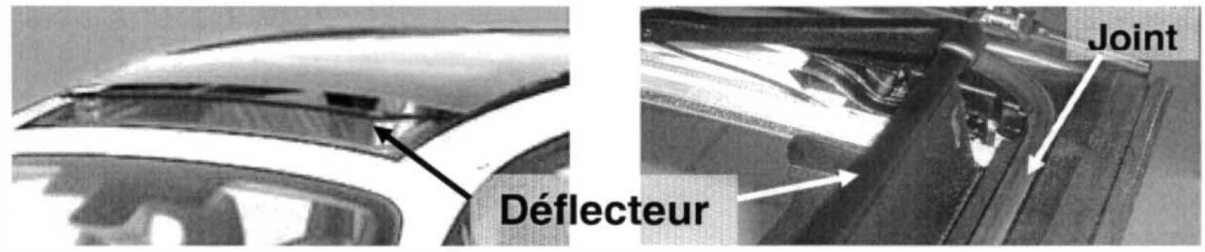


Figure 1 : détail du déflecteur

Le système de commande est à 5 positions stables à savoir : fermeture, entrebâillement et trois niveaux d'ouverture.

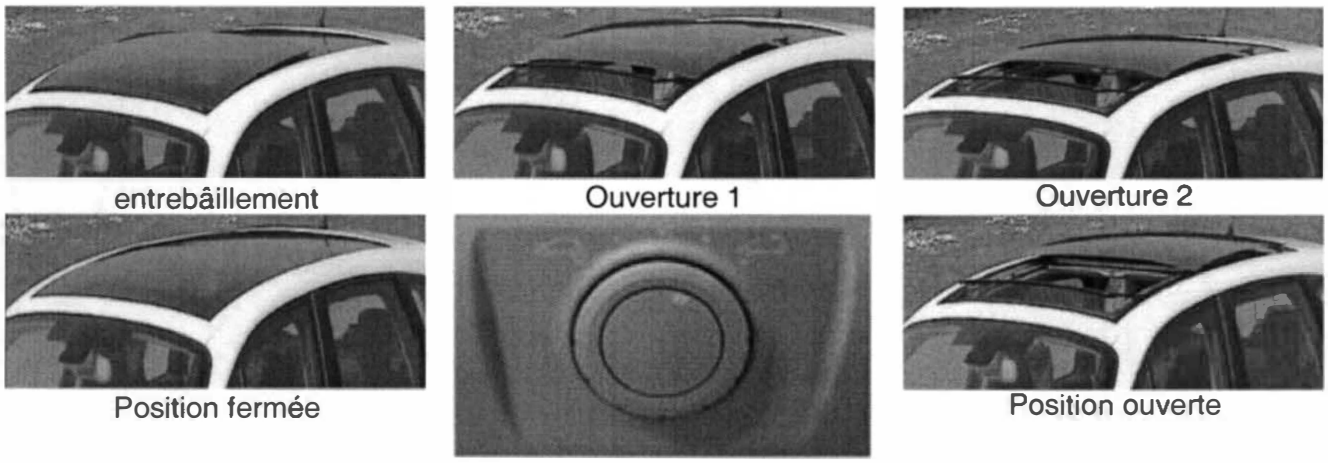


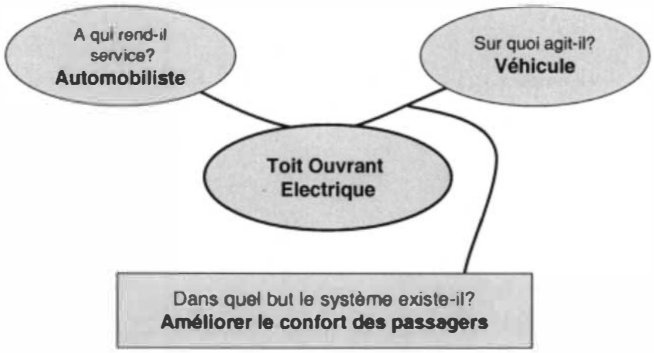
Figure 2 : sélecteur de positions

Un système de fermeture automatique se met en route 3 secondes après la coupure du contact.
Ce modèle est également doté d'une protection garantissant l'anti-pincement pour une sécurité maximale lors des mouvements de la glace, ainsi que d'un réglage programmable en fonction des préférences personnelles des utilisateurs.

A ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE

A.1 - Analyse fonctionnelle du besoin.

A.1.1 - Graphes partiels des interacteurs.



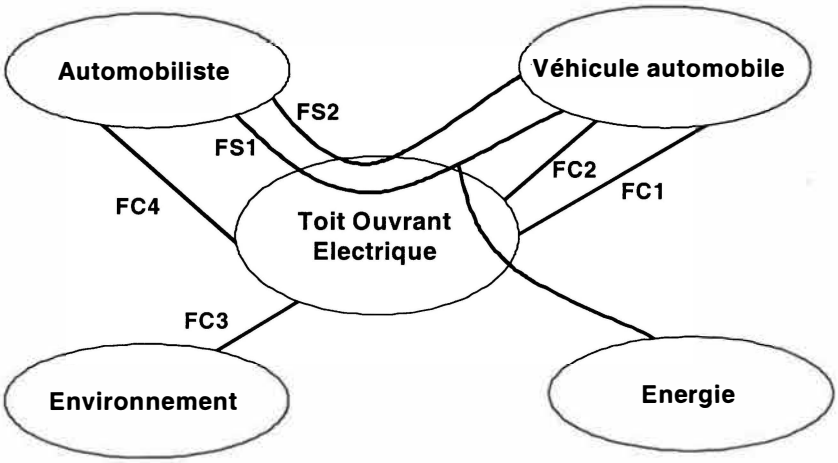


Figure 3 et figure 4 : graphes fonctionnels

Définitions :

- **Fonctions de services (FS) :** fonctions liées au service ou à l'usage d'un produit, elles décrivent ou définissent une action du produit répondant à un besoin ou une attente de l'utilisateur.
- **Fonction contraintes (FC) :** fonctions complémentaires particulières imposant des limites aux fonctions principales.

A.1.2 - Enoncés de quelques fonctions de service et de contraintes

Fonctions de service principales :

FS1 : Améliorer la luminosité de l'habitacle
FS2 : Améliorer l'aération de l'habitacle

Fonctions de contraintes :

FC1 : S'intégrer au véhicule automobile
FC2 : Ne pas nuire au fonctionnement du véhicule
FC3 : Ne pas nuire à l'environnement
FC4 : Ne pas nuire aux passagers

Tournez la page S.V.P

Question 1 :

- En utilisant les informations contenues page 2, préciser comment le constructeur réalise la fonction FS1 et la fonction FC4 pour les positions ouvertes et fermées du toit ouvrant.

A.2 Analyse de la chaîne d'énergie du système

Question 2 :

- En utilisant l'ensemble des documents fournis, indiquer sur le document réponse **DR1**, les items correspondants aux différents éléments du graphe de la chaîne d'énergie représentée sur la figure 5.

Remarque :

- les items a, b, c, d, e décrivent les différents types d'énergie du système ;

- les items A, B, C, D décrivent les solutions techniques associées aux fonctions.

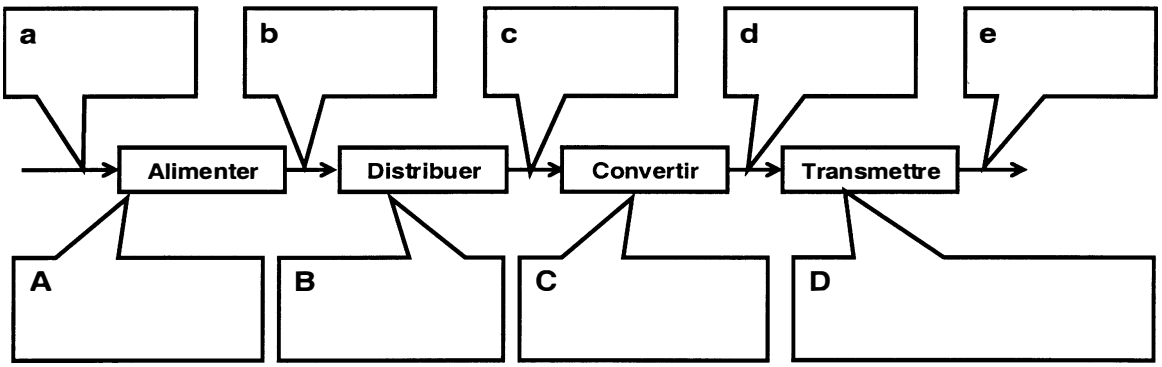


Figure 5 : Chaîne d'énergie du système

A.3 – Etude du système de transmission mécanique. ***(Schémas en annexe 4)***

Les études cinématique et dynamique ont pour objectif de vérifier le maintien du contact entre le galet avant et le rail de guidage en phase d'ouverture.

Hypothèses :

- la trajectoire du centre du galet avant A, par rapport au véhicule, est un cercle de centre O1 et de rayon R1 ;
- le point C représente le centre de l'articulation du panneau mobile par rapport à la biellette arrière.
- la trajectoire de C, par rapport au véhicule, est un cercle de centre O2 et de rayon R2 ;
- la courbure du rail de guidage est négligée (le mouvement du chariot, par rapport au véhicule, est assimilé à une translation rectiligne de direction $\overrightarrow{X_0}$) ;
- les galets roulent sans glisser sur les pistes ;
- les liaisons sont supposées parfaites ;
- les masses et inerties des pièces sont négligées à l'exception de celles du panneau mobile assemblé ;
- le système est symétrique par rapport au plan vertical médian du véhicule $(0, \overrightarrow{X_0}, \overrightarrow{Y_0})$;
- la vitesse angulaire de rotation du moteur est supposée constante ($N_m \sim 5000$ t.min^{-1}) ;
- la tension du moteur est constante et égale à la tension de la batterie (U_m = 13 V) ;
- les courbes de courant en charge sont données en annexe 9 ;
- le rendement du moto-réducteur est estimé à ρ_m = 0,3 ;
- le rendement du système composé de la crémaillère souple et du chariot d'entraînement est estimé à ρ_c = 0,4 ;
- dans l'étude dynamique le repère du véhicule est considéré comme galiléen.

Données :

- Le système est étudié, en phase d'ouverture, autour de la position définie par : $\Phi_1 = 90°$; $\Phi_2 = 71°$ et $\Phi = -6{,}5°$;
- Position du centre de masse G_p du panneau mobile assemblé :
  $\overrightarrow{AG_p} = x_g \overrightarrow{X_p} + y_g \overrightarrow{Y_p} + z_g \overrightarrow{Z_p}$ avec x_g = - 420 mm, y_g = 56 mm ;
- Position du point O2 centre de la trajectoire circulaire du point C :
  $\overrightarrow{O1O2} = x_2 \overrightarrow{X_0} + y_2 \overrightarrow{Y_0}$ avec x_2 = - 720 mm et y_2 = - 60 mm ;
- Position absolue du point B :
  $\overrightarrow{O1B} = x \overrightarrow{X0} + y \overrightarrow{Y0}$ avec x et y variables dépendant de la position du système ;
- Position du point B dans la base vectorielle du panneau $(\overrightarrow{X_p}, \overrightarrow{Y_p}, \overrightarrow{Z_p})$:
  $\overrightarrow{AB} = a\overrightarrow{X_p} + b\overrightarrow{Y_p}$ avec a = 9 mm et b = 8 mm;
- Position du point C dans la base vectorielle du panneau $(\overrightarrow{X_p}, \overrightarrow{Y_p}, \overrightarrow{Z_p})$:
  $\overrightarrow{AC} = -L\overrightarrow{X_p}$ avec L = 673 mm;
- Rayon de la trajectoire circulaire du point C : R2 = 158 mm ;
- Rayon de la trajectoire circulaire du point A : R1 = 13 mm ;
- masse du panneau : M_p = 12 Kg ;
- matrice d'inertie du panneau en G_p : $\overline{\overline{I}}(G, Panneau)_{\overrightarrow{Xp},\overrightarrow{Yp},\overrightarrow{Zp}} = \begin{bmatrix} A_p & & \\ & B_p & \\ & & C_p \end{bmatrix}$

  avec A_p = 0,75 Kg.m^2, B_p = 1,3 Kg.m^2, C_p = 1,2 Kg.m^2.

Tournez la page S.V.P

A.3.1 Etude fonctionnelle

Question 3 :

- Compléter sur le document réponse **DR2**, la chaîne cinématique du système de transmission de mouvement en précisant les liaisons entre les différents composants.

- En utilisant les annexes 1 à 3, reporter schématiquement sur le document réponse **DR3** représentant la partie système côté conducteur, les pièces et les liaisons manquantes en indiquant les références des différentes pièces et la désignation des liaisons.

Question 4 :

- Repérer sur le document réponse **DR4** les zones fonctionnelles de la « piste serpent » correspondant aux fonctions techniques suivantes :
  - ouvrir en mode coulissant (repère A) ;
  - maintenir en mode entrebâillement (repère B) ;
  - comprimer le joint (repère C) ;
  - déverrouiller l'oblong d'entraînement (repère D) ;
  - garantir l'étanchéité du système en position fermée (repère E).

A.3.2 Etude cinématique

Le document annexe 4 représente le modèle cinématique du toit ouvrant en début d'ouverture.
Du fait de la symétrie du système par rapport au plan médian longitudinal du véhicule, l'étude s'effectue dans le plan $(O, \overrightarrow{X_0}, \overrightarrow{Y_0})$ du schéma de l'annexe 4 (les projections sur $\overrightarrow{Z_0} = \overrightarrow{Z_p}$ des vecteurs positions ne sont pas fournies en données).

Question 5 :

La vitesse angulaire de rotation du moteur est supposée constante ($N_m \approx 5000$ t.min^{-1})
En utilisant les données fournies dans les documents annexes :

- Calculer la vitesse, par rapport au véhicule, du chariot (10a) entraîné par la crémaillère souple (20).

Question 6 :

En fonction des différents paramètres du système et de leurs dérivées successives par rapport au temps, donner l'expression vectorielle littérale :

- de la vitesse du centre de masse G_p du panneau mobile, par rapport au véhicule ;
- de l'accélération du centre de masse G_p du panneau mobile, par rapport au véhicule ;
- de l'accélération angulaire du panneau mobile, par rapport au véhicule.

Question 7 :

Donner l'expression :

- de l'équation de fermeture vectorielle qui exprime Φ et Φ_1 en fonction de x ;
- de l'équation de fermeture vectorielle qui exprime Φ et Φ_2 en fonction de Φ_1 ;

En utilisant les équations vectorielles ci-dessus, donner l'expression :

- du système d'équations $\{Sp\}$ constitué des quatre projections sur $\overrightarrow{X_0}$ et $\overrightarrow{Y_0}$ des deux équations vectorielles précédentes ;
- du système d'équations $\{Sd\}=\frac{d\{Sp\}}{dt}$ constitué des dérivées par rapport au temps des quatre équations de $\{Sp\}$.

Le système d'équations $\{Sd\}$, permet d'exprimer les vitesses et accélérations des paramètres Φ, Φ_1 et Φ_2 sous les formes matricielles suivantes :

$$\begin{bmatrix} & J & \end{bmatrix}\begin{pmatrix} \dot{\Phi} \\ \dot{\Phi}_1 \\ \dot{\Phi}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \mathbf{V} \qquad \begin{bmatrix} & J & \end{bmatrix}\begin{pmatrix} \ddot{\Phi} \\ \ddot{\Phi}_1 \\ \ddot{\Phi}_2 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} & H & \end{bmatrix}\begin{pmatrix} \dot{\Phi}^2 \\ \dot{\Phi}_1^2 \\ \dot{\Phi}_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \end{pmatrix} = \mathbf{W}$$

- Donner les expressions littérales des matrices **J** et **H** et des vecteurs **V** et **W**.

A.3.3 Etude dynamique

□ **Question 8 :**

L'étude dynamique s'effectue en phase d'ouverture, dans la position définie dans les données.
L'action de la piste serpent (4) sur le galet (11) est modélisée en A par le glisseur $\left[G(A_{4/11})\right]_A = \left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\mathbf{F_2}} \\ \vec{\mathbf{0}} \end{matrix}\right\}_A$.

- Effectuer le bilan des actions extérieures sur le galet et justifier cette modélisation.
- Donner l'expression vectorielle de la résultante $\overrightarrow{F_2}$ de ce glisseur. La norme de cette résultante sera notée F_2.

L'action de l'axe de la patte avant (13) sur l'oblong (10b) est modélisée en B par le glisseur $\left[G(A_{13/10b})\right]_B = \left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\mathbf{F_1}} \\ \vec{\mathbf{0}} \end{matrix}\right\}_B$.

- Justifier cette modélisation.
- Donner l'expression vectorielle de la résultante $\overrightarrow{F_1}$ de ce glisseur. La norme de cette résultante sera notée F_1.

□ **Question 9 :**

- En utilisant les documents annexes 8 et 9, donner un ordre de grandeur de la puissance instantanée consommée par le moteur dans la position et la phase étudiées.
- Donner l'expression analytique de F_1 en fonction de la puissance instantanée du moteur. (Préciser le système étudié et le théorème utilisé).
- Calculer F_1.

Question 10 :

- Proposer une méthode pour calculer $\overrightarrow{F_1}$ et $\overrightarrow{F_2}$ en fonction du poids du panneau mobile et des caractéristiques cinématiques et cinétiques du système. Préciser le système étudié et écrire les théorèmes utilisés. (Ne pas développer les calculs).

Question 11 : Applications numériques

Le cahier des charges impose, dans la position étudiée, un niveau minimal de 15N pour F_2 afin de garantir le maintien du contact du galet avant avec le rail, lors d'une manœuvre d'ouverture du toit à l'arrêt du véhicule.

Le système est étudié, en phase d'ouverture, autour de la position définie par :

$\Phi_1 = 90°$; $\Phi_2 = 71°$ et $\Phi = -6{,}5°$.

$\dot{\Phi}_1 = 11.8\, rad.s^{-1}$; $\dot{\Phi} \approx 0\, rad.s^{-1}$; $\ddot{\Phi}_1 = 1{,}25\, rad.s^{-2}$; $\ddot{\Phi} = -2{,}4\, rad.s^{-2}$

$F_1 = 25$ N

En utilisant les données et les résultats des questions précédentes :

- Calculer $\overrightarrow{F_2}$.

A.3.4 Analyse de l'irréversibilité du système

Question 12 :

Le système de transmission mécanique est irréversible.

- Justifier l'intérêt de cette configuration.
- Identifier le phénomène physique qui permet de réaliser cette irréversibilité.
- Indiquer le composant de la chaîne d'énergie qui réalise prioritairement l'irréversibilité.

A.3.5 Etude de la phase de fermeture

Le schéma et des vues en perspective du système de fermeture du déflecteur sont donnés sur les figures 5.1 à 5.3 du document annexe 5.
La figure 5.4 du document annexe 5 représente la courbe de compression du joint en fin de fermeture.

Question 13 :

A partir des documents annexes 5 et de la figure 9.2 du document annexe 9 :

- Fournir un ordre de grandeur de l'énergie consommée par la compression du joint.

- Commenter la courbe de compression du joint et comparer ce comportement avec l'évolution du courant moteur pendant cette phase.

Remarque : les abréviations PF et P2 de la figure 9.2 sont définies à la page suivante.

A.4 Analyse des cycles de fonctionnement.

Boîtier de commande :

La figure 6 montre le boîtier de commande, situé au dessus du rétroviseur central de l'habitacle et accessible au conducteur et au passager avant du véhicule.

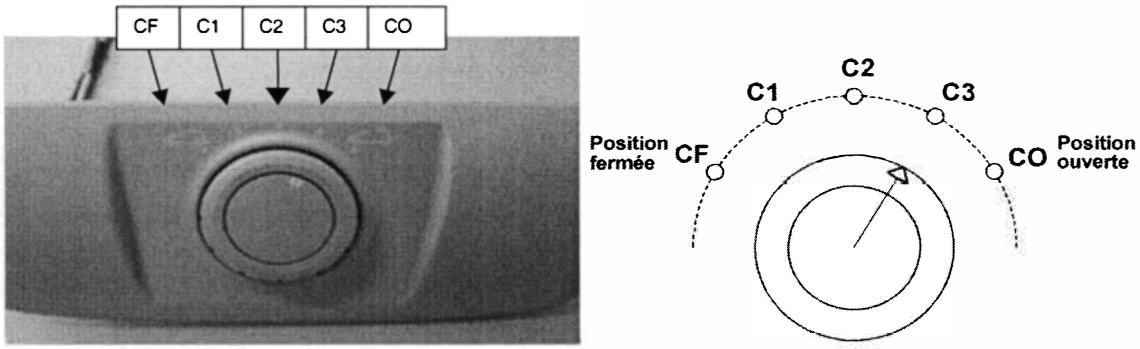


Figure 6 : Boîtier de commande.

Notations utilisées pour la position « **P** » du toit ouvrant, en fonction de la consigne « **C** » :

- **PF** : Toit ouvrant en position « fermé » correspondant à la consigne **CF**
- **P1** : Toit ouvrant en position « 1 » correspondant à la consigne **C1**
- **P2** : Toit ouvrant en position « 2 » correspondant à la consigne **C2**
- **P3** : Toit ouvrant en position « 3 » correspondant à la consigne **C3**
- **PO** : Toit ouvrant en position « ouvert » correspondant à la consigne **CO**

Notations utilisées pour les déplacements du toit ouvrant :

- **AV** : Déplacement du toit ouvrant de l'arrière du véhicule vers l'avant
- **AR** : Déplacement du toit ouvrant de l'avant du véhicule vers l'arrière

Données temporelles :

- En fonctionnement normal, les temps de déplacement moyens sont de :
  - 3,8 secondes entre les positions **PF** et **P2** ;
  - 4,8 secondes entre les positions **P2** et **PO**.

Analyse du fonctionnement du toit ouvrant

IMPORTANT : Afin de simplifier l'étude du fonctionnement du toit ouvrant, nous considérerons dans les trois questions suivantes que le boîtier de commande ne dispose que des 3 modes de commandes suivants : CF, C2 et CO. Ainsi les graphes fonctionnels partiels, reproduits en annexe 6, ne décrivent que ces 3 modes de commandes.

Tournez la page S.V.P

Question 14 :

Dans le graphe de gestion des modes de marche (grafcet **G1)**, quel est l'utilité :

- du front montant devant **CF**, **C2** et **CO,** dans la réceptivité liée à la transition positionnée sur la liaison entre les étapes 2 et 3 ;
- de l'intérêt de la variable **V** utilisée par les grafcets G2 et G3.

Analyse d'une première séquence de manoeuvre

Pour cette analyse, l'état du système à l'instant t correspond aux conditions suivantes :

- étapes 2, 10 et 20 actives ;
- bouton de commande sur **CF** ;
- toit ouvrant en position **PF**.

Question 15 :

- Donner, en respectant les deux règles décrites en annexe 7, les situations successives d'évolution des grafcets **G1**, **G2** et **G3**, suite à la modification de la position du bouton de **CF** vers **CO** à partir de l'instant t.

Remarque : La durée de la manœuvre du bouton reste strictement inférieure à 0,5 s.

- Préciser quel événement a conduit le grafcet **G1** de l'étape 2 à l'étape 3 ?

Analyse d'une seconde séquence de manoeuvre

Les conditions de départ pour l'analyse de cette phase correspondent, dans l'évolution des grafcets, à la ***situation finale*** de la question précédente à savoir :

- étapes 2, 10 et 20 actives ;
- bouton de commande sur **CO** ;
- toit ouvrant en position **PO**.

Question 16 :

- Donner, en respectant les règles énoncées en annexe 7, les séquences d'évolution des grafcets, suite à une première modification de la position du bouton de **CO** vers **CF** puis, six secondes plus tard, une deuxième modification de la position du bouton de **CF** vers **C2**.

Remarque : La durée de la manœuvre du bouton (de **CO** vers **CF** et de **CF** vers **C2**) reste strictement inférieure à 0,5 s.

- Calculer le temps écoulé entre le front montant de **CF** et le front montant de **P2** marquant l'arrêt du toit ouvrant dans cette position.

B VERIFICATION DES PERFORMANCES

B.1 - Etude de l'actionneur (moto-réducteur électrique) à vide.

La chaîne d'énergie comprend, comme composant principal, un bloc dénommé « moto-réducteur », composé d'un moteur à énergie électrique et d'un réducteur mécanique (Figure 7). Le moteur à énergie électrique est classé comme moteur à courant continu à aimants permanents. Il est alimenté par la batterie du véhicule, soit 13V en courant continu.

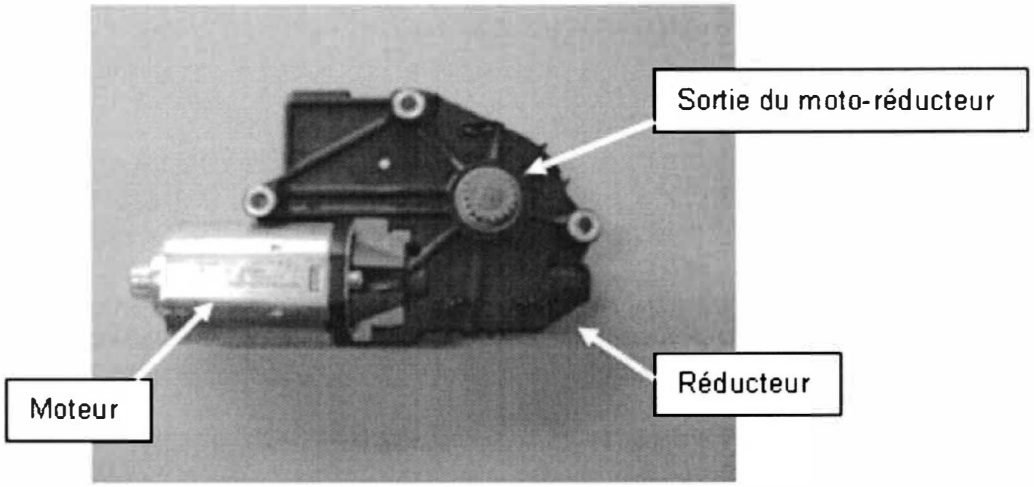


Figure 7 : Ensemble moto-réducteur

La détermination pratique de la fonction de transfert de l'ensemble moto-réducteur passe par un relevé expérimental de la vitesse angulaire en fonction du temps (identification expérimentale). A cette fin il a été installé en sortie du moto-réducteur une génératrice tachymétrique de fonction de transfert notée Kt (gain) disposant d'une sortie notée vt (t).

La consigne appliquée à la chaîne d'énergie, notée yc(t), sera tout simplement la tension continue appliquée au moto-réducteur, issue de la batterie du véhicule. On considérera que la connexion rapide du fil (+) du moto-réducteur sur la borne (+) de la batterie est assimilable à une consigne de type échelon, sachant que la borne (-) de la batterie et le fil (-) du moto-réducteur sont en liaison électrique permanente.

Notations employées :

- Dans le domaine temporel, la vitesse et la position angulaires, en sortie du moto-réducteur sont respectivement notées $\omega_m(t)$, en rad.s^{-1} et $\theta_m(t)$, en rad. La réponse impulsionnelle ou fonction de transfert du moto-réducteur est notée m(t).

- Yc(p), Vt(p), $\Omega_m(p)$, $\Theta_m(p)$, M(p) sont les transformées de Laplace respectives de yc(t), vt (t), $\omega_m(t)$, $\theta_m(t)$, m(t).

Question 17 :

- Tracer le schéma bloc fonctionnel de la chaîne d'énergie en prenant comme entrée Yc(p) et comme sorties Vt(p), $\Omega_m(p)$, $\Theta_m(p)$.

Tournez la page S.V.P

Détermination de la fonction de transfert du moto-réducteur

Pour déterminer la fonction de transfert du moto-réducteur M(p) associé à la génératrice tachymétrique Kt(p), on dispose de la réponse indicielle donnée en figure 8.1 du document annexe 8 (consigne yc(t) = échelon de 13 V issu de la batterie du véhicule).

Hypothèse : On considère que ce système est du premier ordre avec retard pur (l'hypothèse du premier ordre fera l'objet d'une réflexion ultérieure).

Question 18 :

- Estimer la valeur du retard pur.
- A quel(s) phénomène(s) physique(s) ce dernier peut-il être lié ?
- Quelle est l'influence du retard pur sur la stabilité d'un système asservi. Expliciter votre réponse.

Question 19 :

- Exprimer la réponse indicielle (échelon d'amplitude Uo) d'un système du premier ordre.
- Montrer à partir du résultat précédent que pour t = 0,5 τ et t = 1,5 τ la sortie vaut respectivement 39,3% et 77,7% de KUo, sachant que τ (ou Tau) représente la constante de temps et K le gain statique du système.
- En déduire les 2 valeurs trouvées pour τ.
- Conclure sur la validité de l'hypothèse formulée plus haut sur le premier ordre.

Question 20 :

- Exprimer la fonction de transfert de l'ensemble moto-réducteur et génératrice tachymétrique (1er ordre + retard pur). On prendra pour τ la valeur moyenne des 2 valeurs trouvées précédemment.

Question 21 :

Sachant que le gain statique Km de M(p) [ensemble moto-réducteur] vaut 1,325 :
- donner la valeur de Kt ;
- donner les unités de Km et de Kt.

B.2 - Asservissement de vitesse du moto-réducteur, à vide.

Présentation :

Le constructeur de toits ouvrants procède, sur une plate-forme d'essais, à l'asservissement en **vitesse** du moto-réducteur et ce à des fins :

- de test de fatigue des moto-réducteurs en provenance des sous-traitants ;
- de vérification et d'amélioration des performances de ces moto-réducteurs ;
- de développement de produits nouveaux (toits ouvrants élaborés pour véhicules haut de gamme), etc.

Hypothèses adoptées pour cette étude :

- On considèrera le retard pur comme nul.
- On considèrera que la caractéristique Ω (vitesse angulaire en rad.s^{-1}) en fonction de U (tension d'alimentation du moto-réducteur en V) est linéaire et ne présente ni zone morte, ni hystérésis, ni saturation pour la zone de fonctionnement considérée.
- On prendra Kt = 0,05 (unité précisée à la question précédente).

La variation de U se fera au travers d'un hacheur de fonction de transfert H(p). Le hacheur est un convertisseur continu/continu. A partir d'une tension fixe (dans notre cas la tension de la batterie du véhicule considérée comme constante : Vb = 13 V) et d'une tension de consigne Vch comprise entre 0 et 1 V en valeur absolue, ce dernier délivre une tension de sortie continue U tel que : U = Vch . Vb . Ainsi sur un diagramme fonctionnel il peut être représenté par un gain pur de valeur Kh =13. Dans le diagramme fonctionnel de la figure 8, Vch s'apparente à ε.

Question 22 :

- A partir de la figure 8, donner les valeurs numériques et unités aux points B, C, D, E, F, en régime permanent sachant qu'on impose une consigne Ωc de type échelon de 12,56 rad.s^{-1} (soit 120 tours.min^{-1}). Ces résultats sont à présenter sous forme d'un tableau :

Point	Valeur	Unité
A	**12,56**	**rad.s^{-1}**
B	**?**	**?**

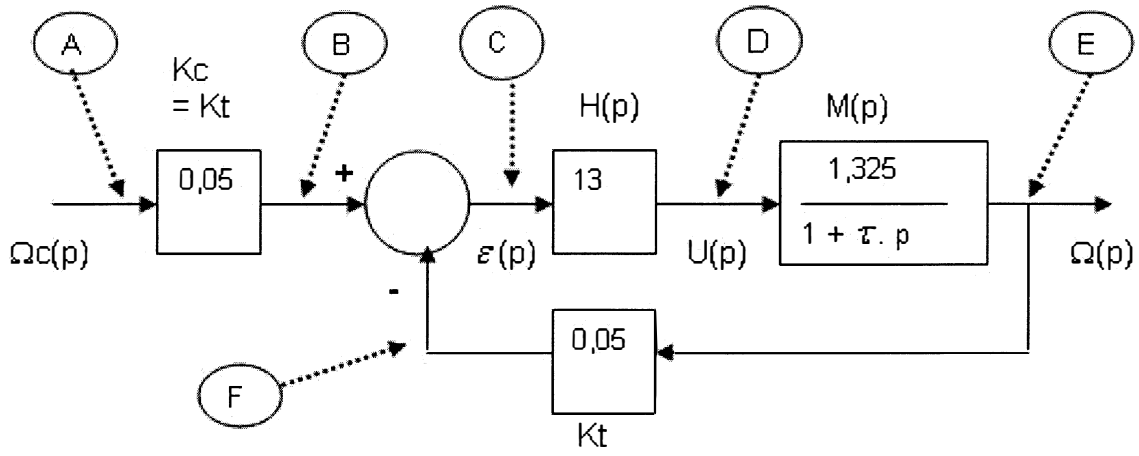


Figure 8 : Diagramme fonctionnel de l'asservissement de vitesse

Question 23 :

- Quel type de correcteur faudrait-il positionner dans la chaîne directe, en amont du hacheur, afin d'annuler l'écart statique au point C. Justifier votre réponse par la théorie.

Question 24 :

- Calculer τ_{BF} , constante de temps de la fonction de transfert $\frac{\Omega(p)}{\Omega c(p)}$

*B.3 - Asservissement en **position** du moto-réducteur, **à vide**.*

Présentation :

Le constructeur de toits ouvrants procède, sur une plate-forme d'essais, à l'asservissement en **position** du moto-réducteur et ce à des fins :

- de test de fatigue des moto-réducteurs en provenance des sous-traitants ;
- de vérification et d'amélioration des performances de ces moto-réducteurs ;
- de développement de produits nouveaux (toits ouvrants élaborés pour véhicules haut de gamme). etc.

Hypothèses adoptées pour cette étude :

On reprendra, pour l'étude de l'asservissement en position du moto-réducteur, les hypothèses formulées dans le chapitre précédent sur l'asservissement de vitesse.

Objectifs de cette étude :

- présentation générale de l'asservissement de position angulaire ;
- influence de la boucle de retour tachymétrique ;
- amélioration des performances.

B.3.1 – Présentation générale de l'asservissement de position angulaire

Voici quelques données complémentaires pour l'exploitation de la figure 9 :

- K11 = potentiomètre d'application de la consigne en position angulaire.
- K12 = potentiomètre de recopie de position angulaire.
- K11 et K12 ont une plage de mouvement dans l'intervalle $]0,2\pi[$ radians et présentent un gain de 0,3 V.rad^{-1} .
- Le toit ouvrant passe de la position **PF** à la position **PO** en 8,6 s pour un déplacement en translation de 0,61m.
- On souhaite qu'à $\theta_c = 0^+$ corresponde la position absolue du toit ouvrant à 0 m soit **PF** et qu'à $\theta_c = 2\pi^-$ corresponde la position absolue du toit ouvrant à 0,61 m soit **PO**.
- R2 est un réducteur, externe au moto-réducteur M(p), étudié pour que θ_2 soit compris dans l'intervalle $]0,2\pi[$.

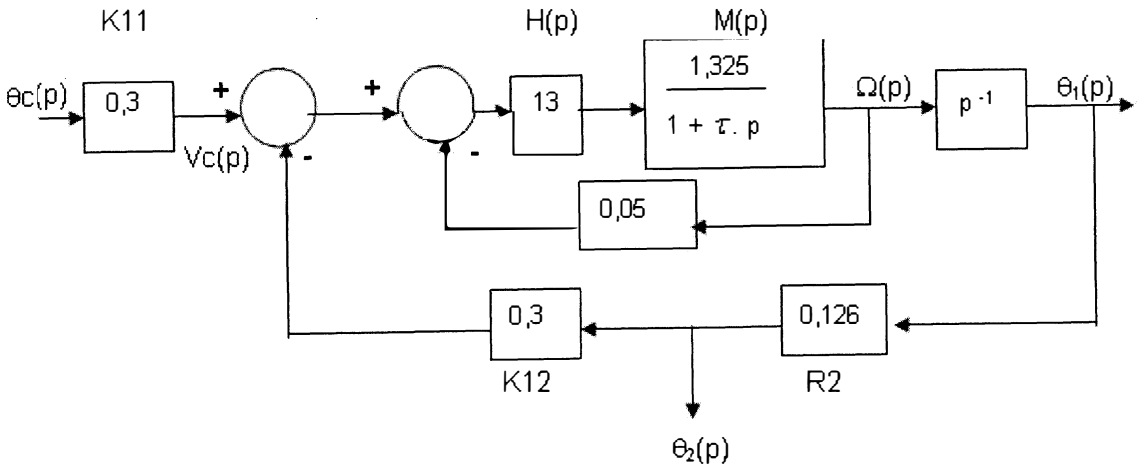


Figure 9 : Diagramme fonctionnel de l'asservissement de position
(Ce diagramme reprend certains éléments du diagramme du chapitre précédent.)

Question 25 :

- Le toit ouvrant est en position fermée **PF.** On impose, afin d'ouvrir complètement le toit ouvrant, une consigne θc, assimilable à un échelon, valant 6,28 rad. En prenant pour valeur Ω = 5,8 rad.s^{-1}, justifier le gain de 0,126 pour R2.

B.3.2 – Etude de la dynamique et de la précision du système asservi avec et sans retour tachymétrique

Remarque : Que ce soit en boucle ouverte, en boucle fermée, avec ou sans le retour tachymétrique, la fonction de transfert se présentera toujours sous la forme d'un système astatique (possédant un intégrateur pur) **+** premier ordre **:**

$$\frac{K'}{p\,(1+\tau'.p)}$$

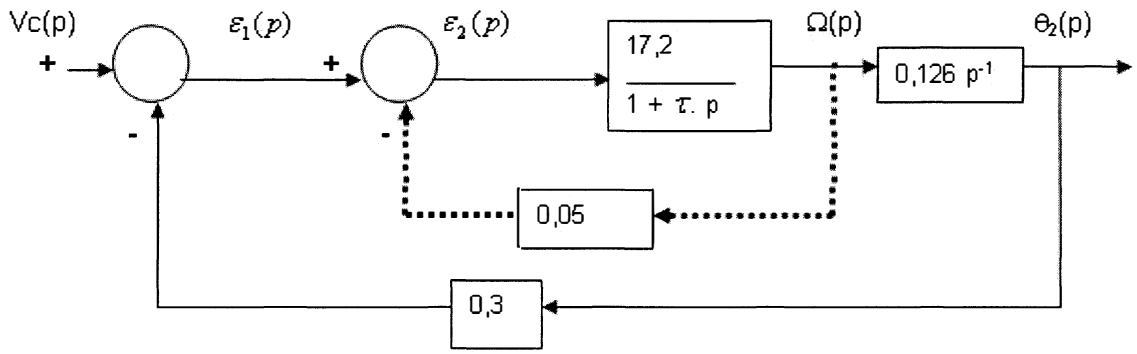


Figure 10 : Diagramme fonctionnel équivalent pour l'étude de la précision
(Ce diagramme reprend certains éléments des diagrammes des chapitres précédents).

Tournez la page S.V.P

Question 26 : (dynamique du système) :

- Calculer avec et sans retour tachymétrique la fonction de transfert de la boucle ouverte FTBO(p).
- A partir du résultat précédent, mettre en évidence dans les deux cas les valeurs de τ' et de K' en boucle ouverte.
- Conclure sur l'influence du retour tachymétrique sur la dynamique du système.

Question 27 : (précision du système) :

- On applique en Vc une rampe de pente unitaire. Calculer les valeurs des écarts ε_1 et ε_2 avec et sans retour tachymétrique, en régime établi.
- Conclure sur l'influence du retour tachymétrique sur la précision du système.

B.3.3 – Amélioration des performances

Afin de conserver l'avantage de la correction tachymétrique sans en avoir l'inconvénient, on insère un correcteur C(p) comme stipulé dans le diagramme fonctionnel de la figure 11.

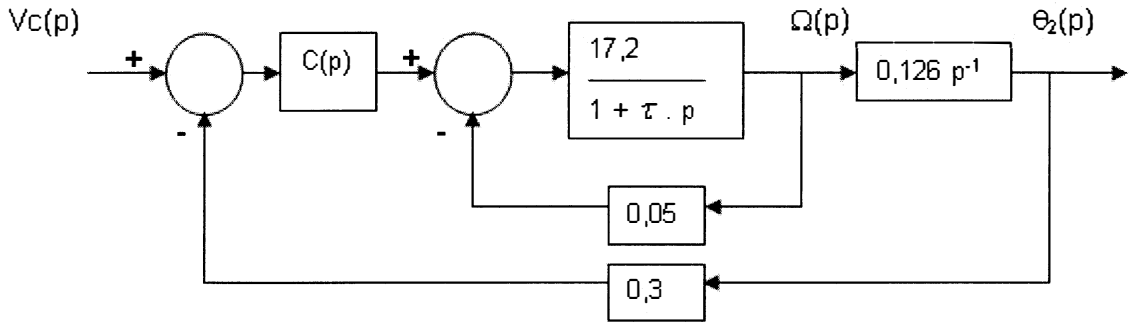


Figure 11 : Diagramme fonctionnel du système asservi corrigé
(Ce diagramme reprend certains éléments des diagrammes des chapitres précédents).

C(p) est de la forme : $C(p) = Kc\ \dfrac{1+Tp}{1+a.Tp}$ avec $a>1$

Question 28 :

- Procéder au tracé asymptotique des diagrammes de Bode (amplitude et phase en fonction de la pulsation) de $C(j\omega)$.

Seules les allures des courbes sont demandées, avec mention des points caractéristiques que vous jugerez utiles.

- S'agit-il d'un correcteur à avance ou à retard de phase ?
- Rentre-t-il dans la catégorie des filtres passe-bande, passe-haut où passe-bas ?
- En quoi un tel correcteur permet-il de conserver l'avantage de la correction tachymétrique sans en avoir l'inconvénient ?

Seul le raisonnement est demandé, aucun calcul n'est exigé.

C PRODUCTION DE SOLUTION

C.1 Analyse du retour élastique du déflecteur

□ Question 29 :

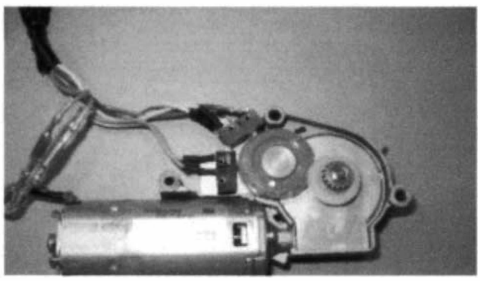
Le ressort de rappel du déflecteur (6) schématisé sur la figure 5.3 du document annexe 5 ne correspond pas à la solution technique adoptée par le constructeur.

- Proposer, en complétant le document réponse DR4, sous forme de schéma, croquis ou dessin à main levée, une solution réalisant la liaison pivot du déflecteur (6) par rapport à la piste circulaire avant (2) et la fonction de rappel élastique de la rotation permise par cette liaison.

C.2 – Aspect technologique de détection de position du toit

Toit ouvrant et actionneur d'ancienne génération

Une étude d'un toit ouvrant de la génération précédente à celui étudié montre qu'aucun capteur de position n'est positionné sur le toit en lui-même. La détection de position du toit ouvrant s'opère par des capteurs intégrés au moto-réducteur. Ils sont matérialisés par des interrupteurs poussoirs dits « de fin de course » (figure 12). La carte de commande (à base de circuits de la logique combinatoire uniquement) est située à l'extérieur de l'actionneur.



Actionneur d'ancienne génération **avec** capteurs intégrés au moto-réducteur

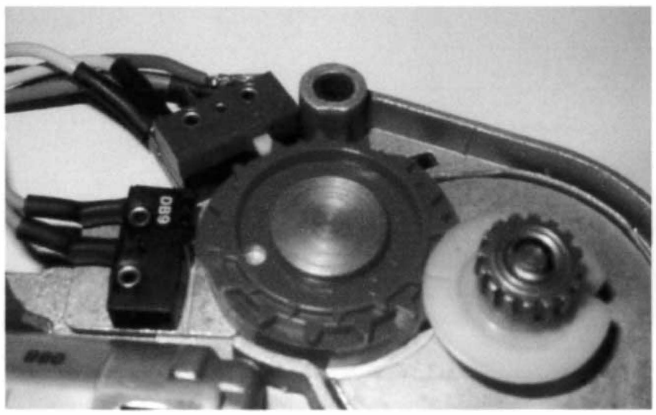


Figure 12 : Ancienne génération de moto-réducteur

Tournez la page S.V.P

Question 30 :

L'industriel produisant ce toit ouvrant a choisi de ne pas implanter de capteurs autres que ceux intégrés au moto-réducteur.

- Lister les avantages et les inconvénients d'une solution utilisant des capteurs implantés au niveau du châssis porteur du toit ou sur le véhicule.

Toit ouvrant et actionneur de nouvelle génération (modèle étudié)

Fonction anti-pincement : analyse expérimentale.

Avant d'aborder l'aspect technologique de détection de position du toit ouvrant avec un actionneur de nouvelle génération, nous allons étudier la fonction anti-pincement par l'analyse d'une courbe expérimentale. L'expérimentation consiste, dans les conditions évoquées plus bas, à tracer le courant consommé par le moto-réducteur en fonction du temps dans une phase normale de fonctionnement suivie d'une phase de blocage du toit (figure 13).

Conditions d'expérimentation :

- Toit en position **P2**, bouton de commande en position **C2**. Insertion d'une cale entre **P2** et **PF**. Passage du boîtier de commande de **C2** à **CF** pour vérifier le bon fonctionnement du dispositif antipincement.
- La mesure du courant s'est faite en plaçant la sonde de tension de l'oscilloscope en parallèle sur une résistance de 0,1 Ω, résistance elle-même en série dans la ligne (-) du circuit d'alimentation.

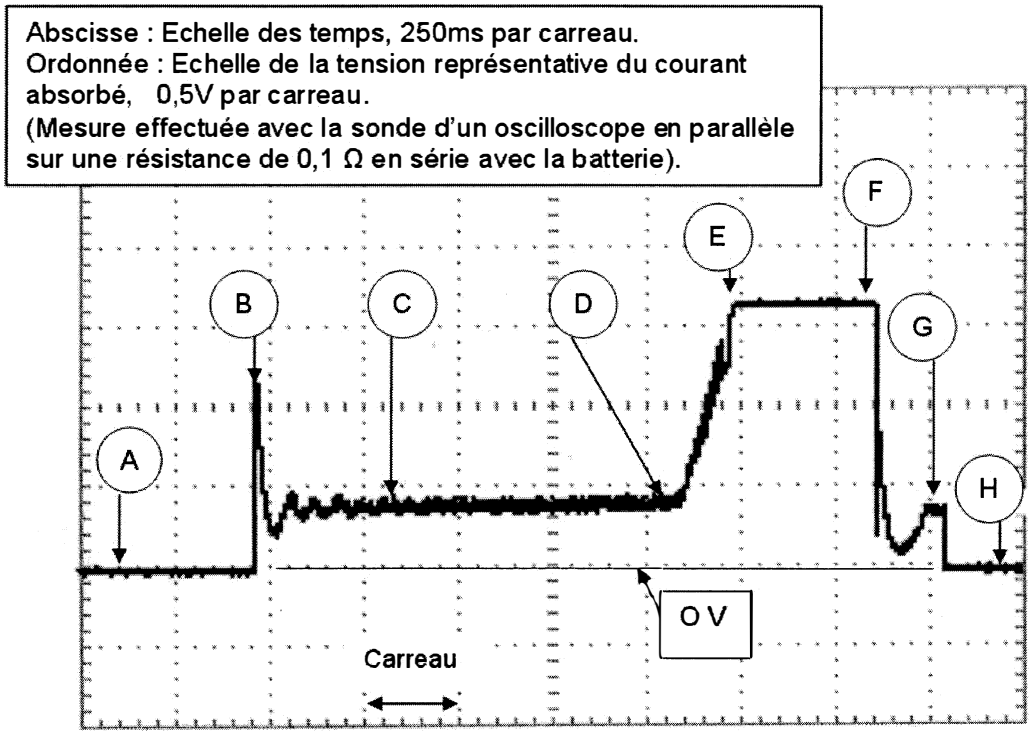


Figure 13 : Courbe expérimentale pour analyse de la fonction antipincement

Question 31 :

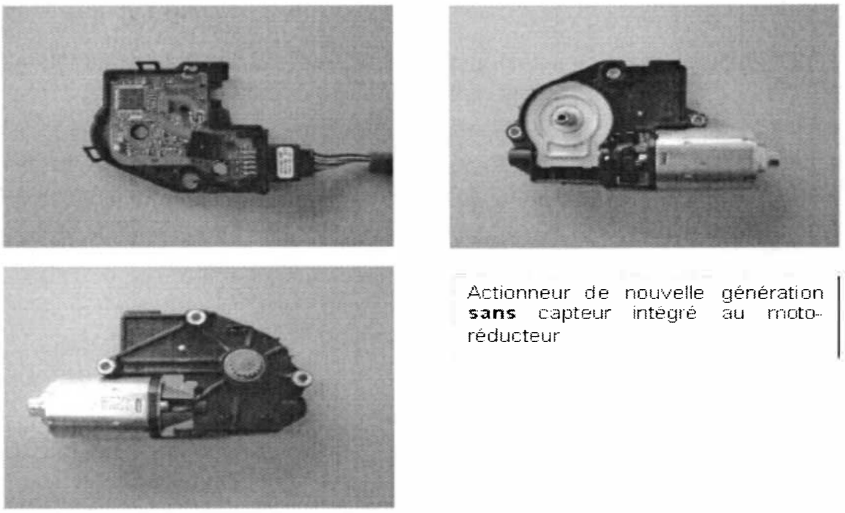
- A chaque point (de A à H) de la courbe de la figure 13 correspond un événement et/ou phénomène physique particulier. Procéder à l'analyse de cette courbe par l'étude de chacun des points de B à F inclus.

  Exemple : Au point A aucune tension => courant absorbé nul => moteur à l'arrêt => toit en P2.

Aspect technologique de détection de position du toit ouvrant.

L'étude du toit ouvrant de nouvelle génération montre qu'aucun capteur de position n'est positionné sur le toit ouvrant en lui-même et qu'aucun capteur n'est intégré au moto-réducteur (figure 14).

Alors que dans le modèle d'ancienne génération, la carte de commande était située à l'extérieur de l'actionneur, nous pouvons remarquer que dans ce nouveau modèle, une carte électronique à base d'un microprocesseur est directement intégrée à l'actionneur.



Actionneur de nouvelle génération **sans** capteur intégré au moto-réducteur

Figure 14 : Nouvelle génération de moto-réducteur

Question 32 :

En l'absence de capteurs quelles sont selon vous les solutions électroniques adoptées par le fabricant pour gérer :

- les positions **PF** et **PO** du toit ouvrant ;
- les positions intermédiaires **P1**, **P2** et **P3** ;
- la présence d'un corps contrariant le mouvement avant du toit ouvrant (dispositif antipincement) ;
- les positions correspondantes aux préférences personnelles des utilisateurs.

Fin du document principal

Annexes

Annexe 1 : Nomenclature.

Annexe 2 : Vues d'ensemble du système.

Annexe 3 : Vues de détails du système.

Annexe 4 : Schémas de l'étude cinématique.

Annexe 5 : Fermeture du déflecteur et compression du joint.

Annexe 6 : Grafcets.

Annexe 7 : Règles d'exploitation des grafcets.

Annexe 8 : Caractéristiques électriques à vide.

Annexe 9 : Caractéristiques électriques en charge.

26	Faisceau électrique	1		
25	Boîtier de commande	1		Sélecteur à 5 positions
24	Moteur électrique	1		
23	Vis de réducteur	1	C48	2 filets : équivalent à Z23 = 2 dents
22	Roue de réducteur	1	CuZn9Pb	Z22 = 55 dents
21a	Pignon de sortie	1		Diamètre primitif : d21a = 16 mm
21	Réducteur	1		Transmission : roue et vis sans fin
20	Crémaillère souple	2		
19	Guide de crémaillère			
18	Panneau fixe	1		
17b	Glace de panneau mobile	1		
17a	Panneau mobile assemblé	1		
16	Galet arrière	4	POM	Résine Polyoxyméthylène
15	Axe de biellette	4		
14	Biellette arrière	2	AlSi5Mg	
13	Axe de patte avant	2	E234	
12	Patte avant	2		
11	Galet avant	2	POM	Résine Polyoxyméthylène
10b	Oblong d'entraînement	2	AlSi5Mg	
10a	Chariot d'entraînement	2	AlSi5Mg	
9	Ressort du déflecteur	2		(non représenté)
8	Filet du déflecteur	1		
7	Articulation du déflecteur	2		
6	Déflecteur	1		
5	Joint de panneau	1	Néoprène	
4	Piste curviligne avant	2	AlSi5Mg	Terminologie : « piste serpent »
3	Piste circulaire arrière	2	AlSi5Mg	
2	Piste circulaire avant	2	AlSi5Mg	
1	Carrosserie	1		
Repère	**Désignation**	**Nb**	**Matériau**	**Commentaire**

Toit ouvrant électrique
Nomenclature partielle

Annexe 1

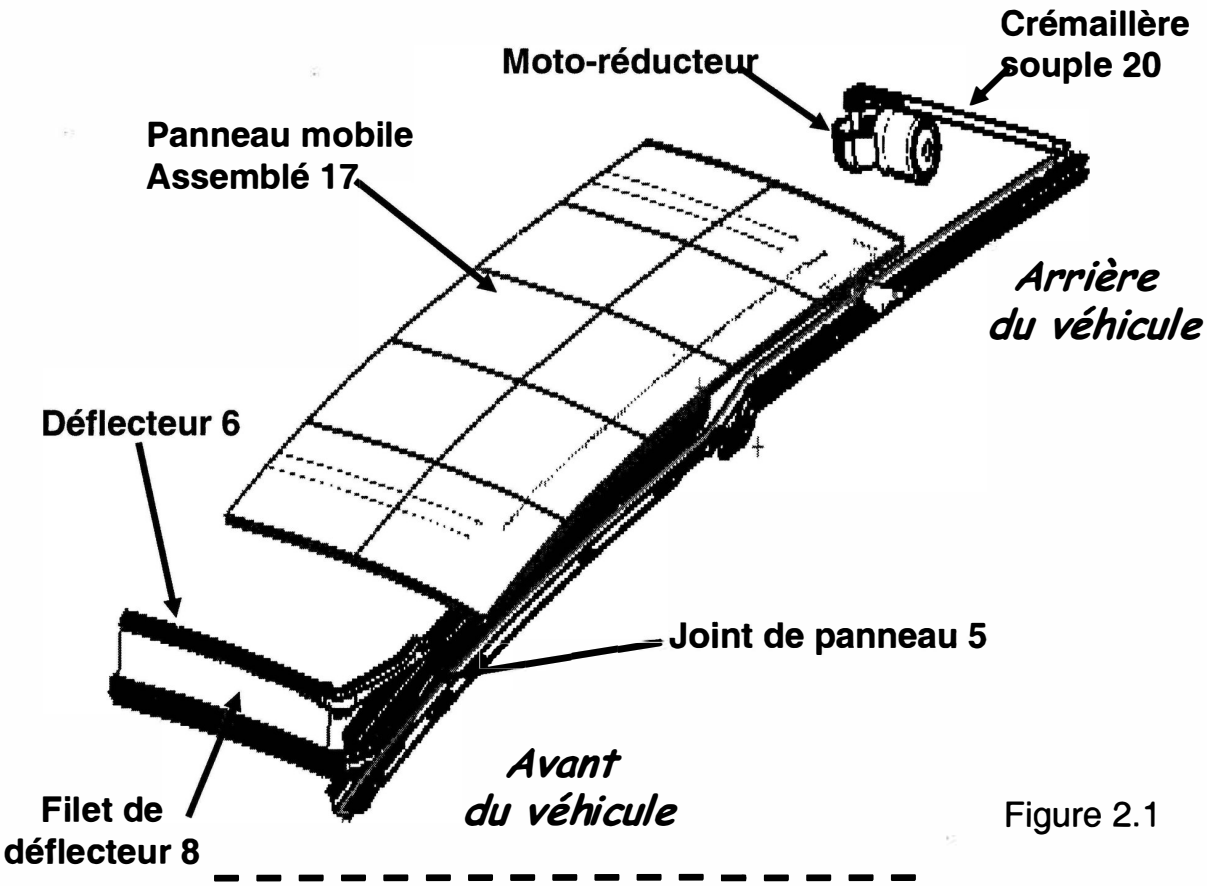


Figure 2.1

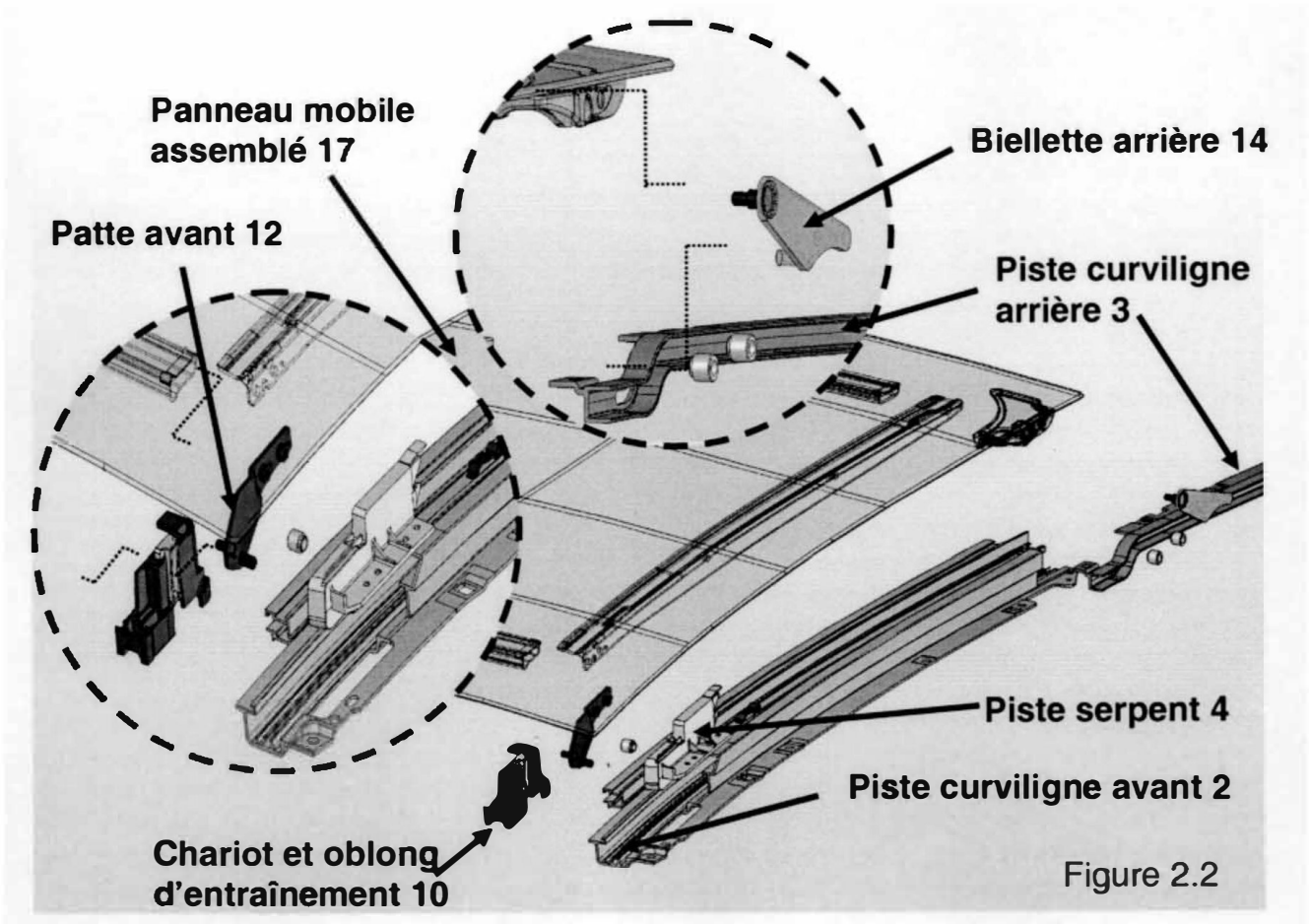


Figure 2.2

Annexe 2

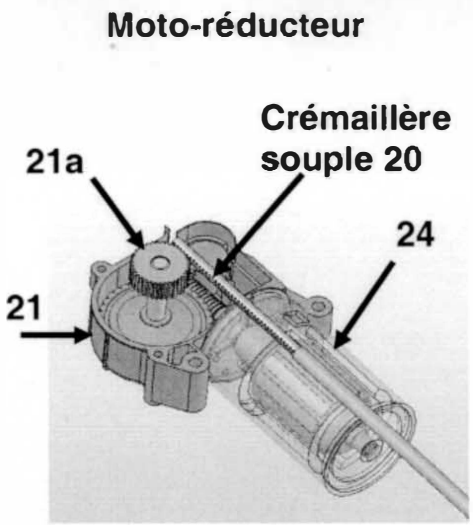


Figure 3.1

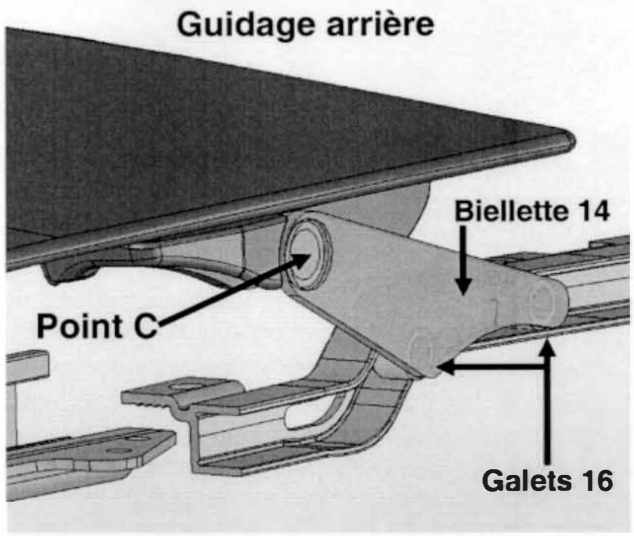
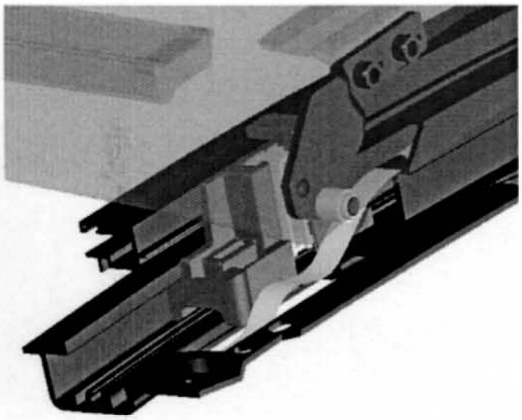
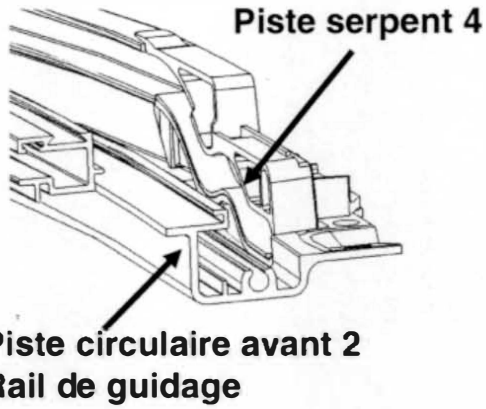
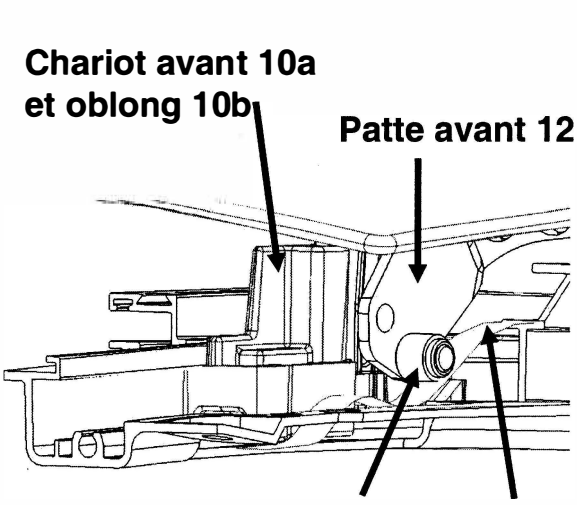


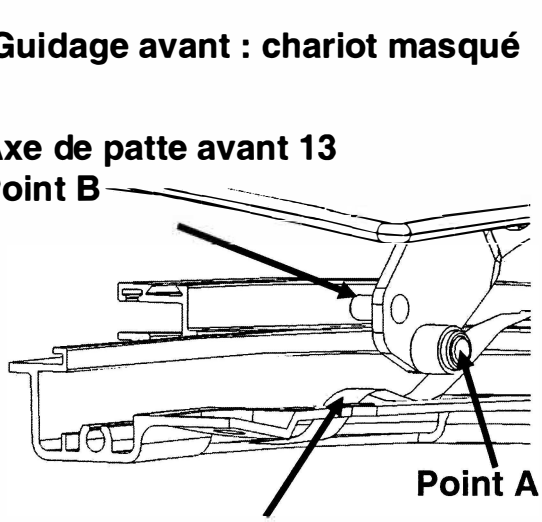
Figure 3.2

Guidage avant (figures 3.3 à 3.6)









Annexe 3

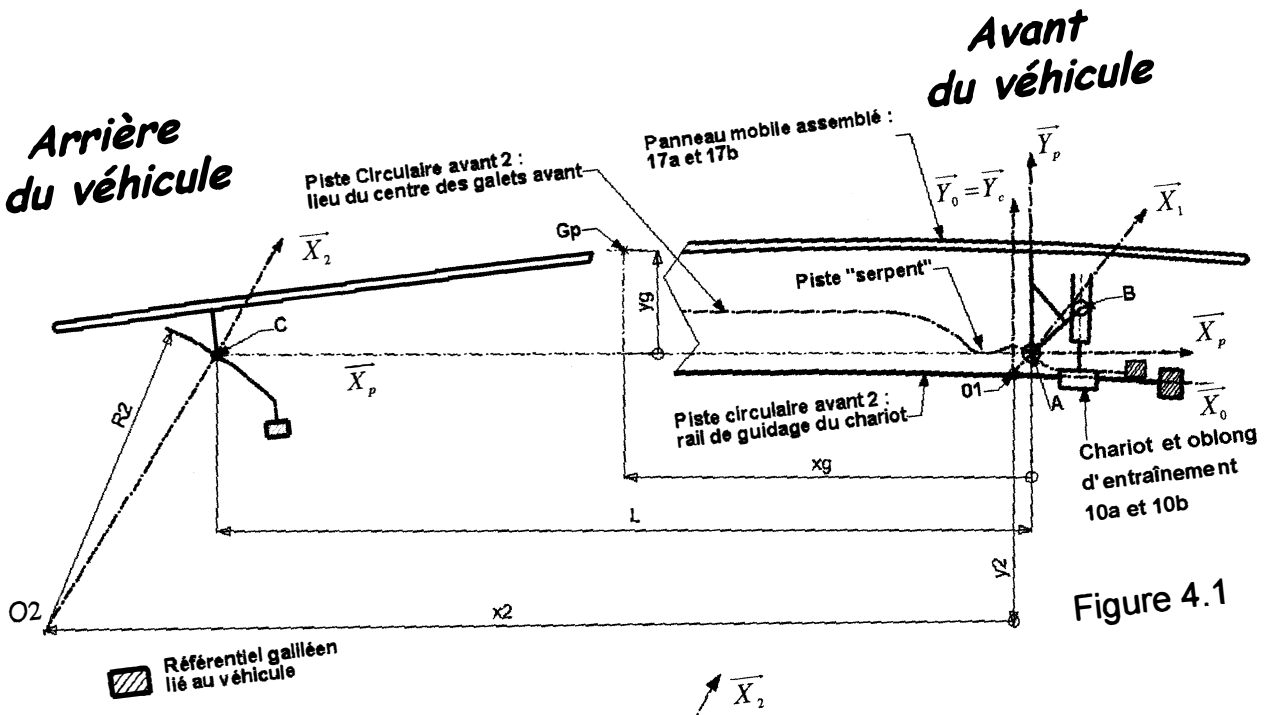


Figure 4.1

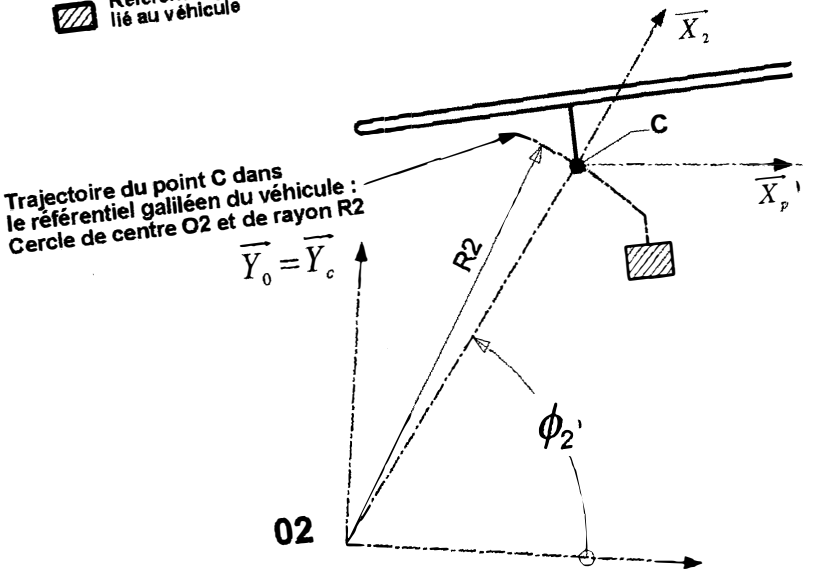


Figure 4.2

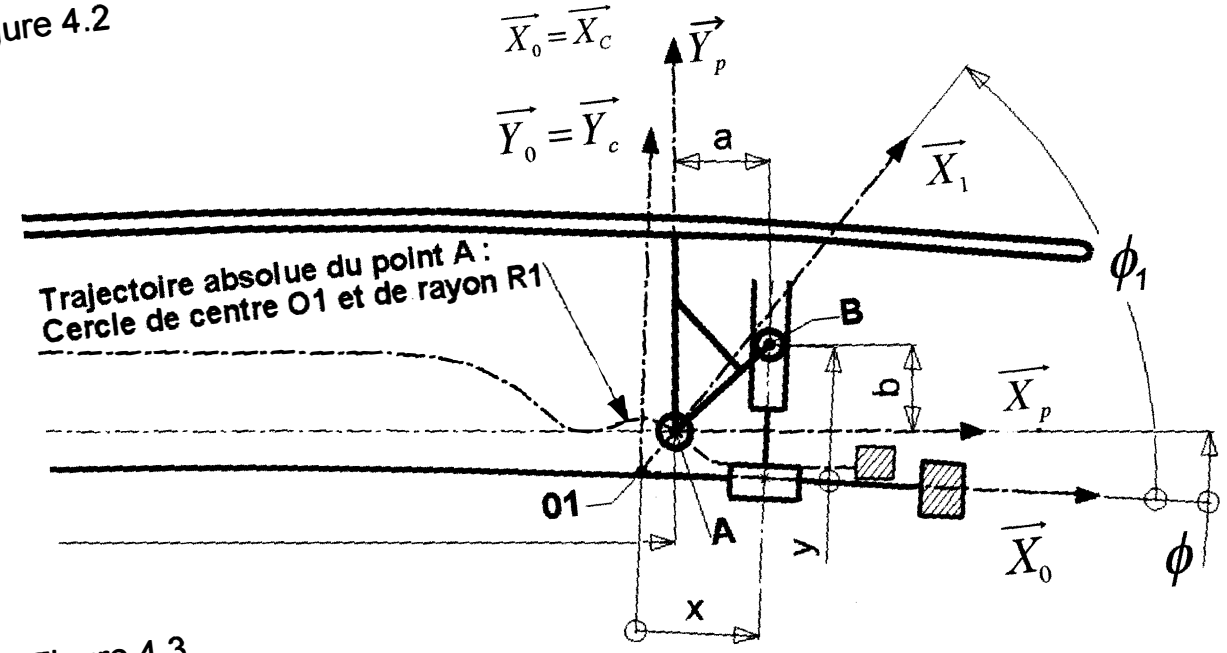


Figure 4.3

Annexe 4

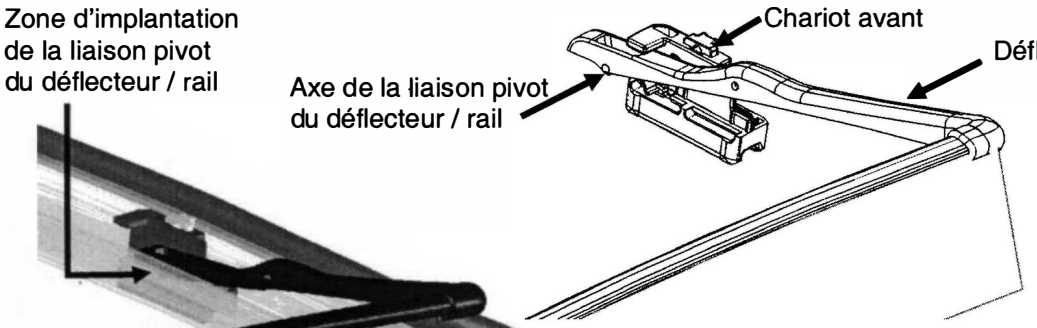


Figure 5.1

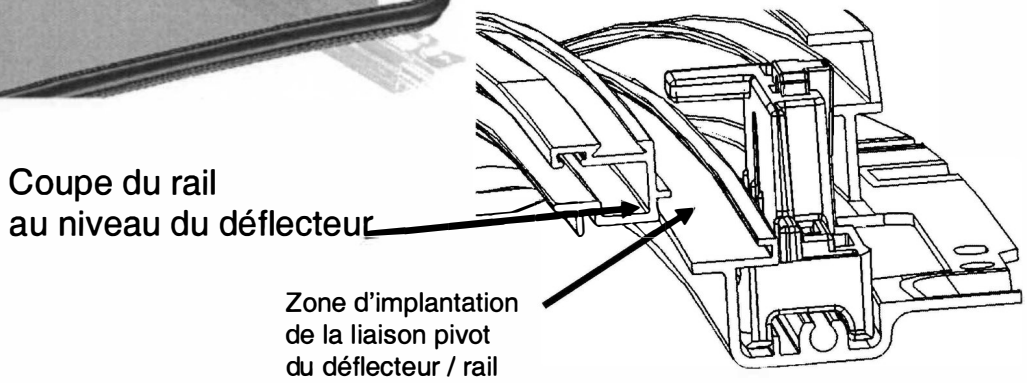


Figure 5.2

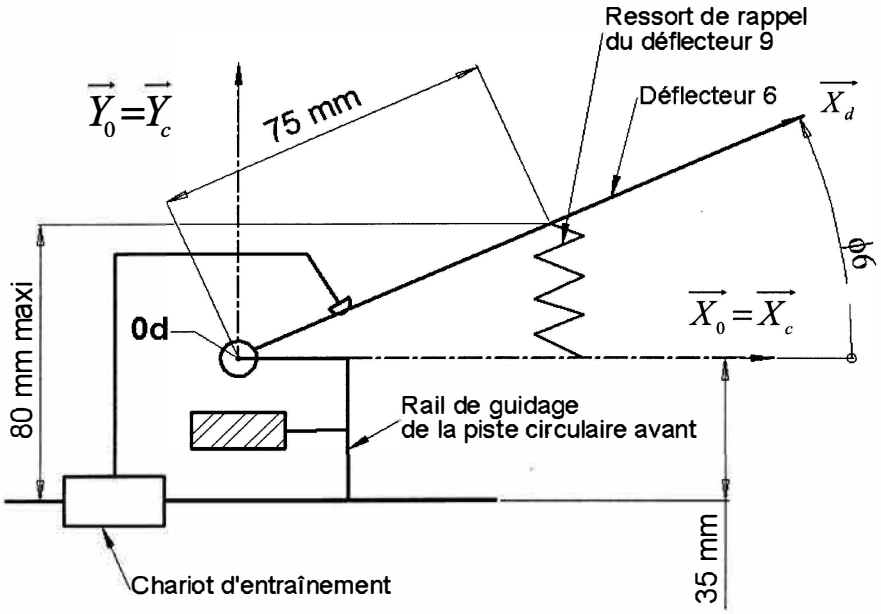


Figure 5.3

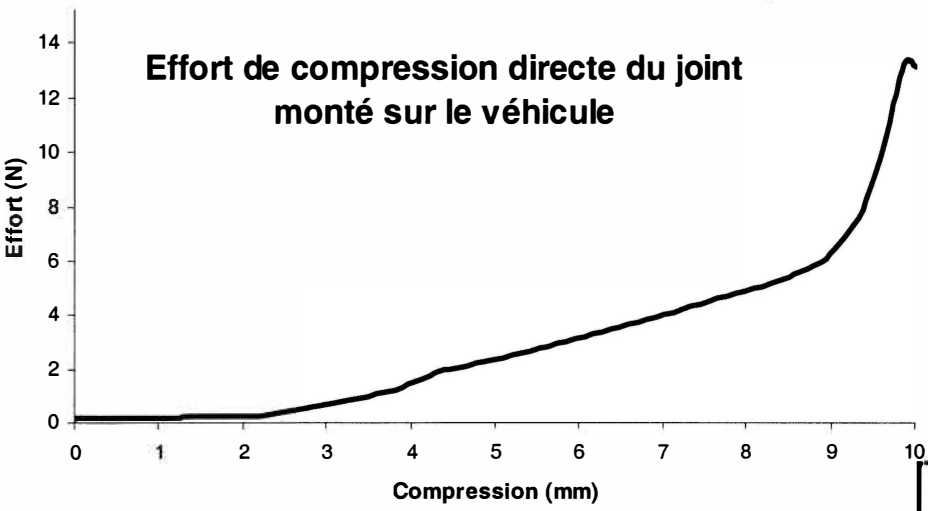


Figure 5.4

Annexe 5

Graphes fonctionnels.

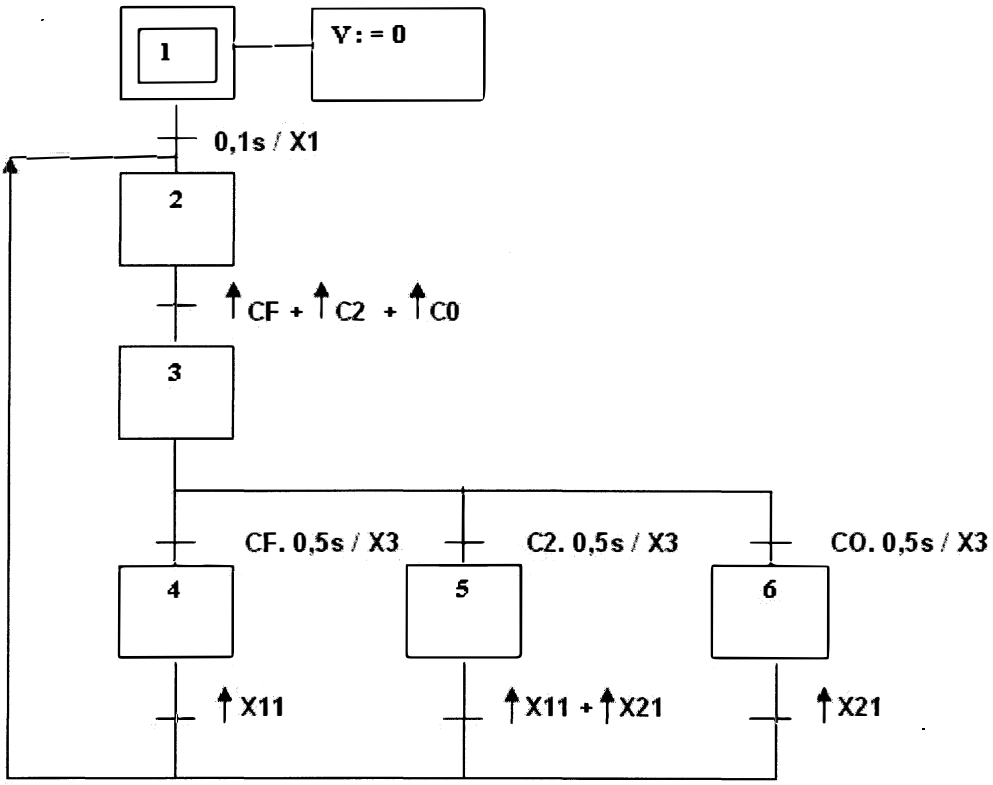


Figure 6.1 :

Grafcet **G1** - Gestion des modes de marche du toit ouvrant -

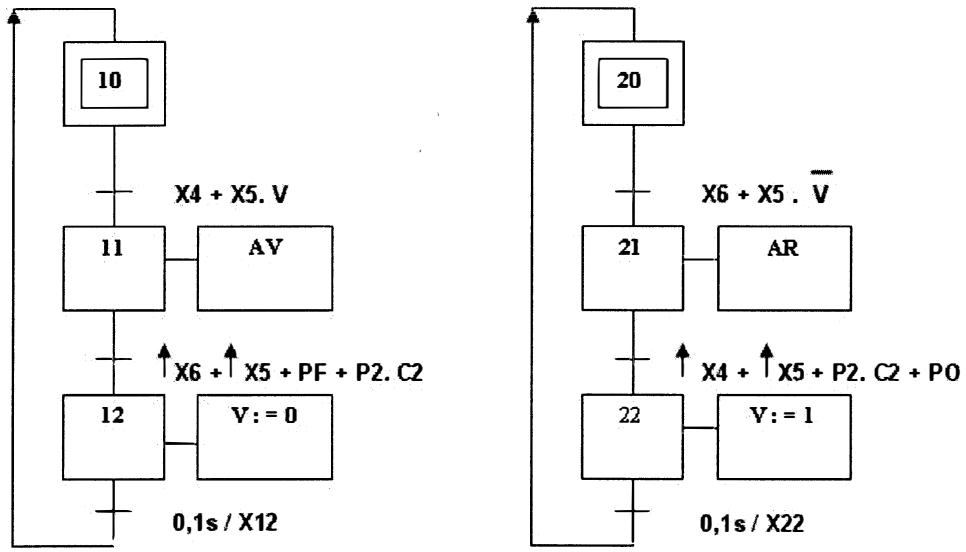


Figure 6.2 :

Grafcet **G2** -Mouvement avant du toit-

Grafcet **G3** -Mouvement arrière du toit-

Annexe 6

Règles d'exploitation des grafcets.

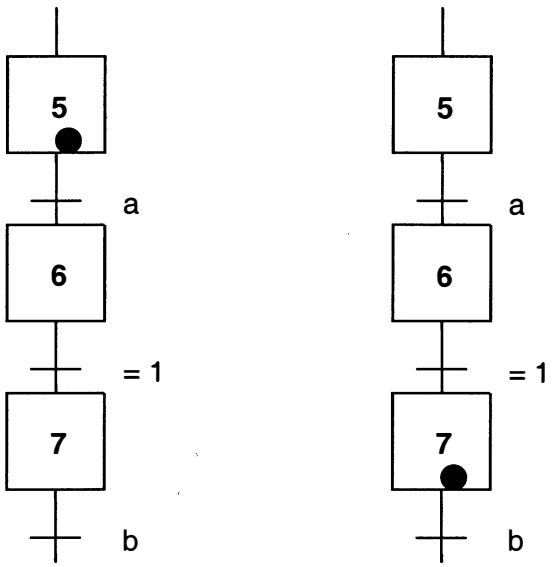
Règles à respecter :

- **R1** (règle de syntaxe propre aux poseurs du sujet) : l'ensemble des étapes actives à un instant donné, constituant la « situation » du système à ce même instant, sera mis entre parenthèses. Un point virgule marquera l'évolution entre deux « situations » différentes successives.
  Exemple : {(24, 51, 63) ; (24, 52, 64) ; (25, 52, 65) ; etc. }

- **R2 : Ne pas mentionner les étapes intermédiaires, dites « instables »** qui résultent « d'évolutions fugaces ». Ci-dessous un exemple d'application de la norme NF EN 60848 ; Août 2002 ; paragraphe 4.9.2, sur « l'évolution fugace » :

  - *Situation de départ* : étape 5 active ; a = 0 ; b = 0
  - Le passage de la valeur pour « a » de « 0 » à « 1 » conduit à la *situation d'arrivée.*

Situation de départ : *Situation d'arrivée :*



  - L'étape 6 est considérée comme « instable ». Les étapes « instables » ne sont pas activées au sens de l'interprétation vraie des règles d'évolution. On considère qu'elles ont été « virtuellement » activées et désactivées.

Annexe 7

Caractéristiques électriques à vide.

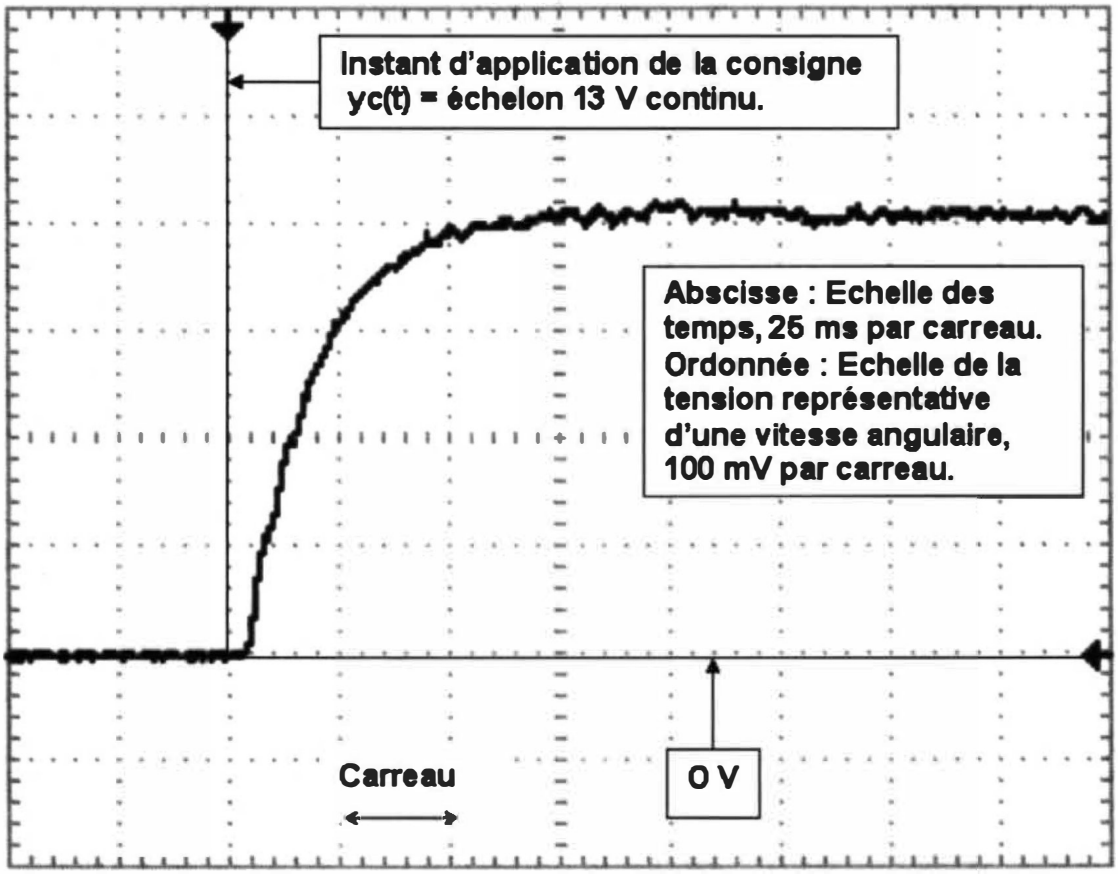


Figure 8.1 :
Image de la vitesse angulaire de rotation en sortie du moto-réducteur en fonction du temps, donnée par vt(t), tension de sortie de la génératrice tachymétrique.

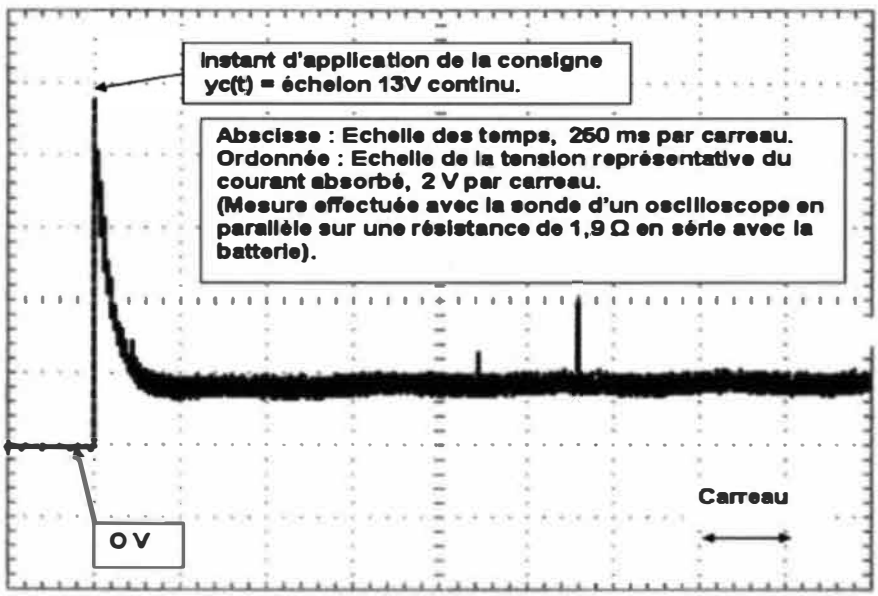


Figure 8.2 : Courant absorbé à vide

Annexe 8

Caractéristiques électriques en charge.

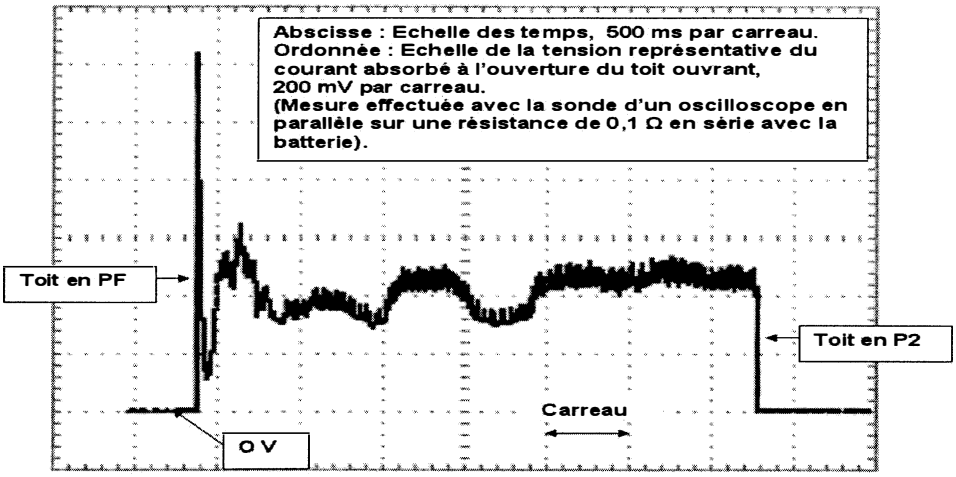


Figure 9.1 : Courant absorbé en phase d'ouverture

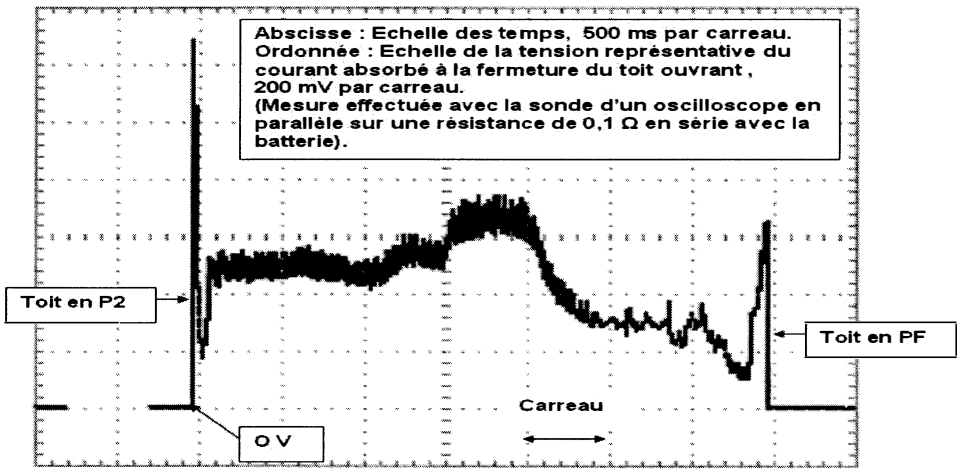


Figure 9.2 : Courant absorbé en phase de fermeture

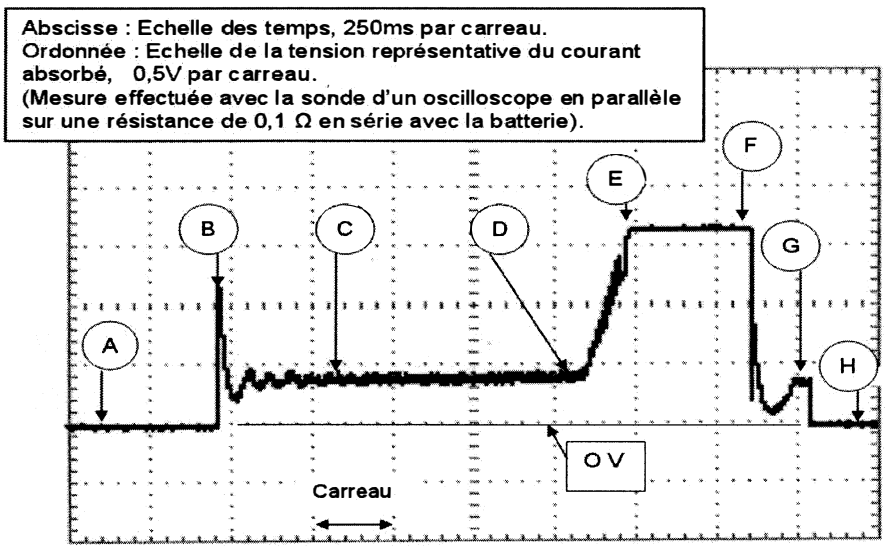


Figure 9.3 : Courant absorbé en phase de blocage lors d'une fermeture (anti-pincement)

Annexe 9

Concours e3a PSI

Session : .....

Intitulé épreuve : .....

Nom : ..... **Prénom :** ..... **Né(e) le :** .....

N° de centre d'écrit : _____ **N° de table :** _____

Documents réponses

DR1 : Chaîne d'énergie.

DR2 : Chaîne cinématique.

DR3 : Schéma cinématique.

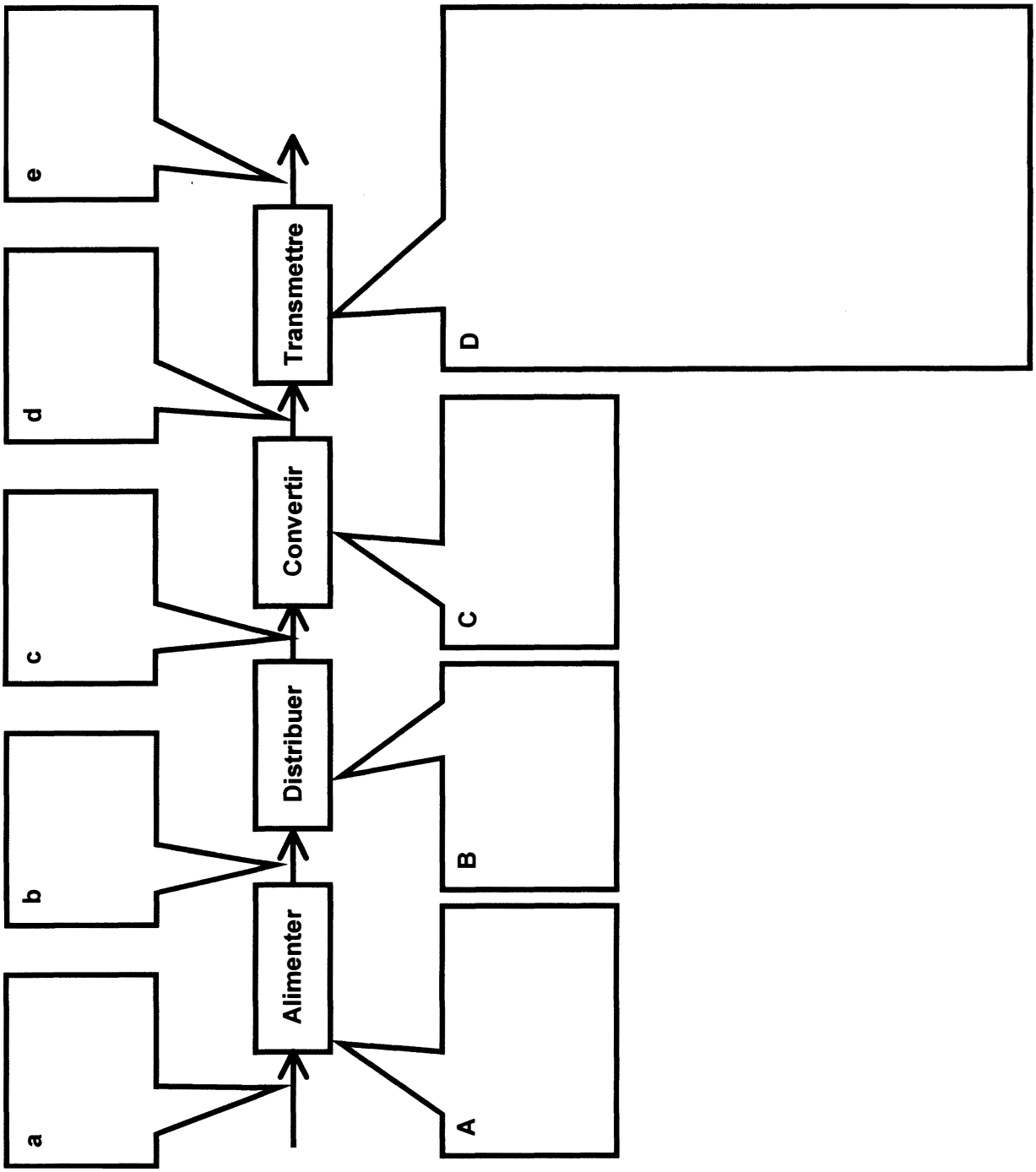
DR4 : Rappel du déflecteur et « piste serpent ».

Ces documents doivent être rendus obligatoirement

complétés ou non

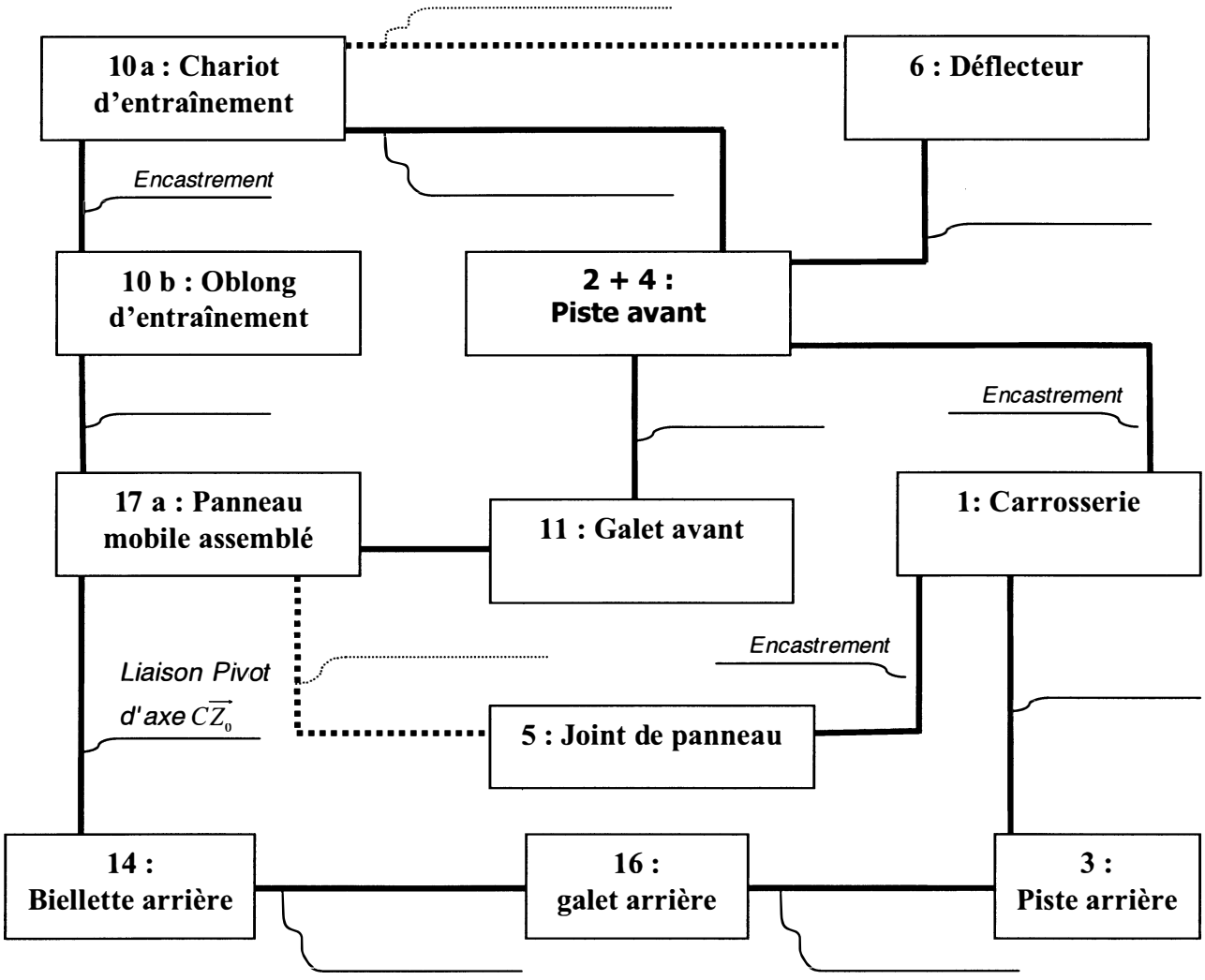
en fin d'épreuve

Chaîne d'énergie du système



Document réponse DR1 : à rendre obligatoirement en fin d'épreuve

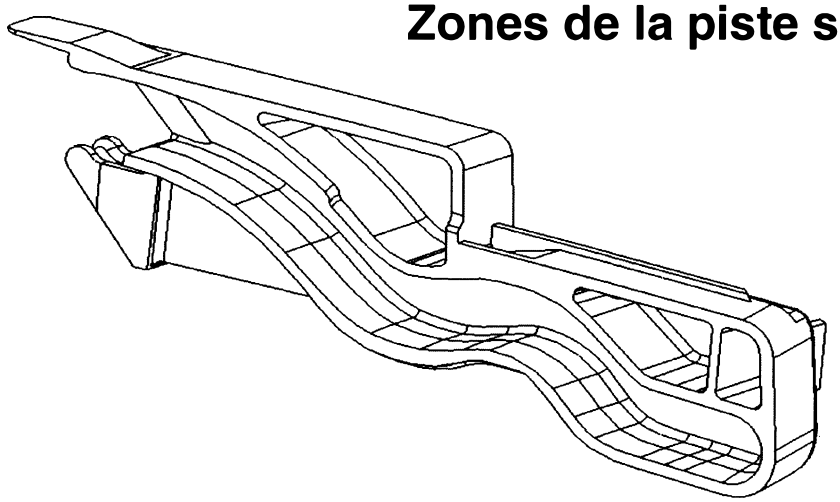
Chaîne cinématique du système mécanique



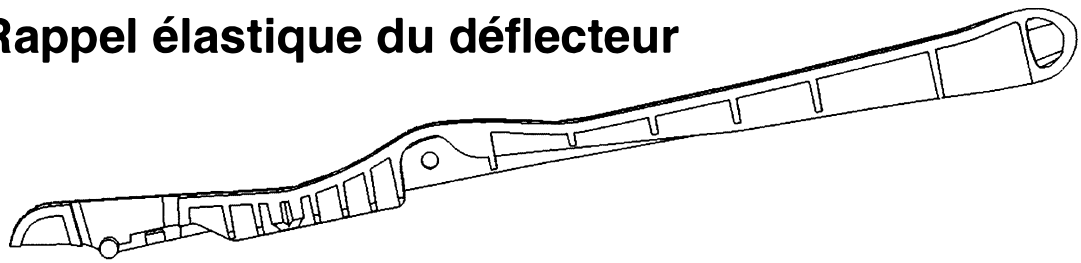
Document réponse DR2 : à rendre obligatoirement en fin d'épreuve

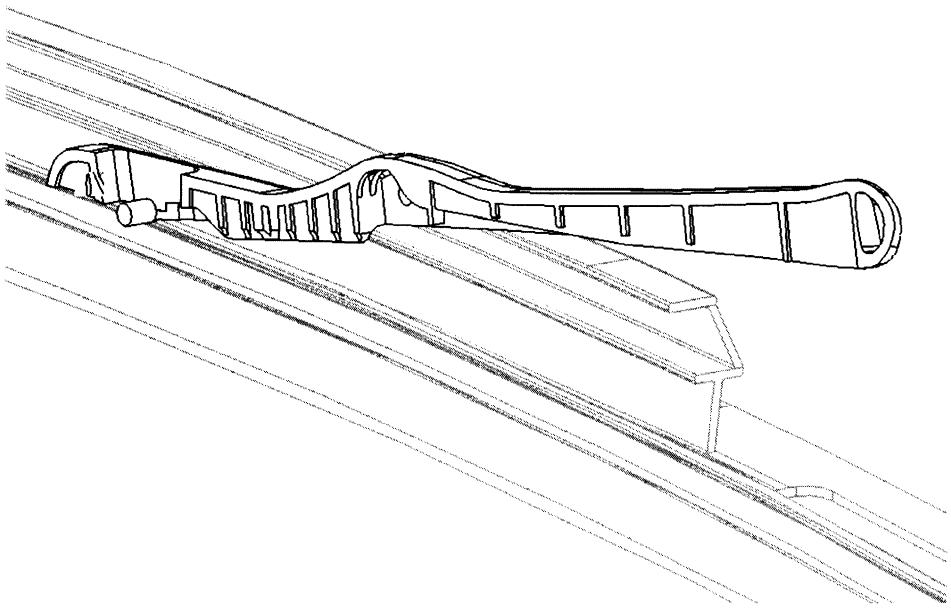
Tournez la page S.V.P

Zones de la piste serpent



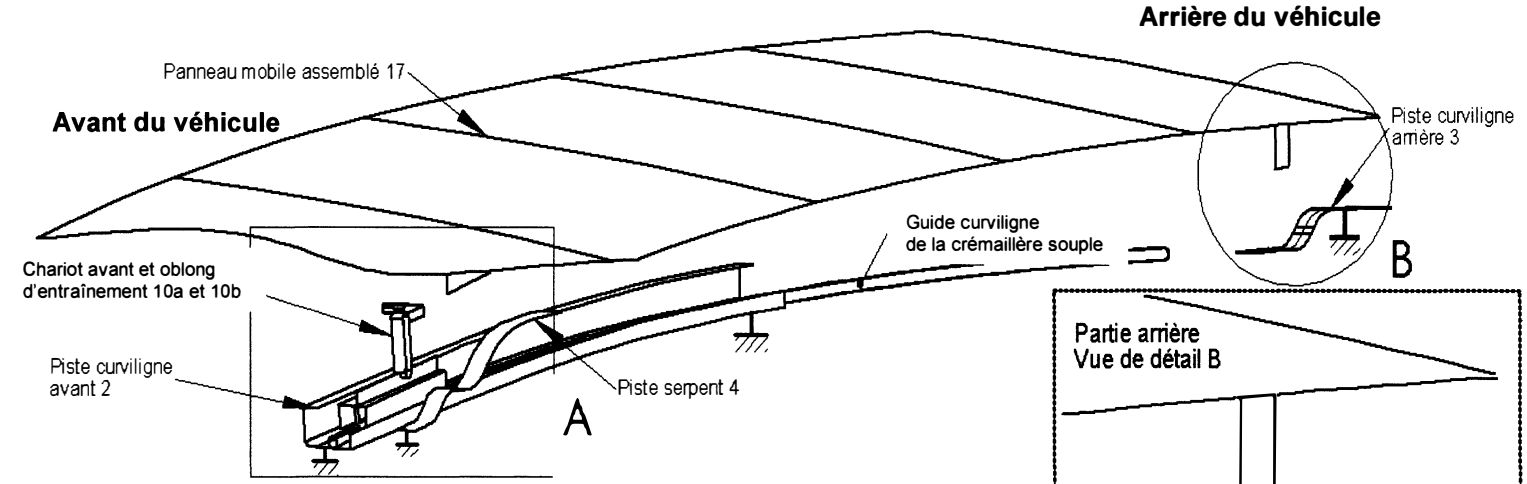
Rappel élastique du déflecteur

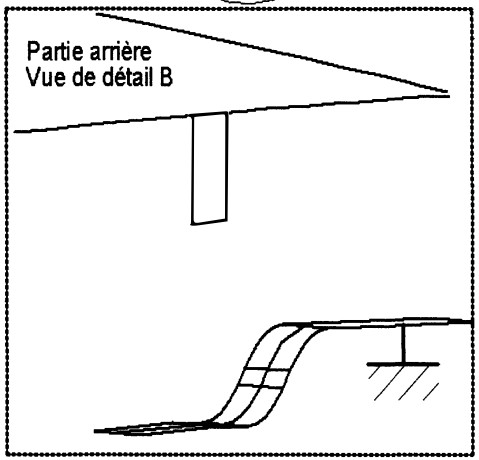


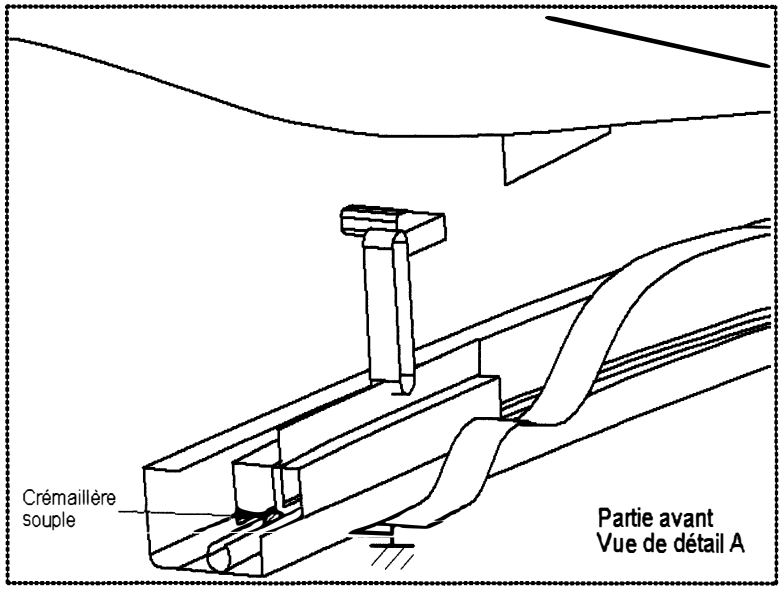


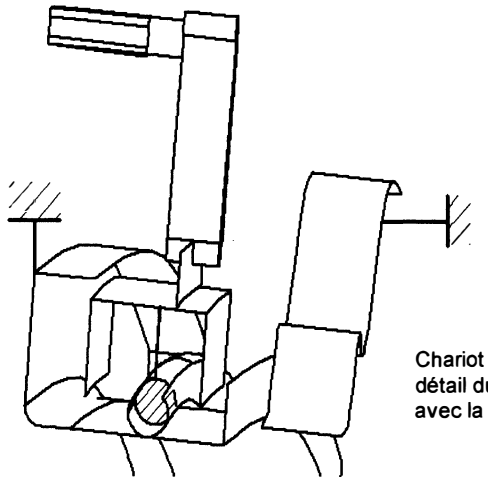
Document réponse DR4 : à rendre obligatoirement en fin d'épreuve

Schéma partiel du mécanisme de transmission de mouvement (à compléter)









Chariot avant
détail du guidage
avec la piste avant

Document réponse DR3 :
à rendre obligatoirement en fin d'épreuve

Tournez la page S.V.P

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de PSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Ingénierie système : besoin, exigences et diagrammes SysML
- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Cinématique des mécanismes : composition des mouvements, contact ponctuel, lois entrée-sortie et fermetures
- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Modélisation des actions mécaniques : modèles local et global, frottement, torseurs des liaisons
- Modèles de comportement et réponse temporelle : premier ordre, second ordre, identification
- Performances des systèmes asservis : stabilité, précision, rapidité

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/e3a/psi