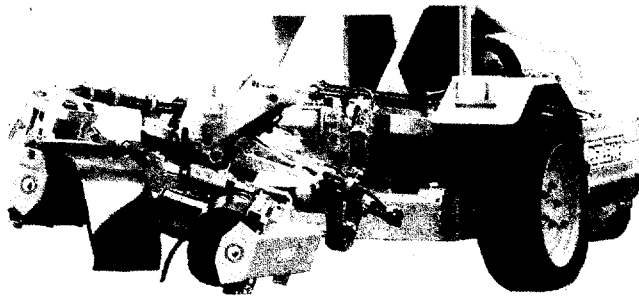


**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2009**

**SOUS EPREUVE E51**

**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES PRODUITS  
INDUSTRIELS**



**DOSSIER TRAVAIL**

**VIBREUR D'OLIVIER AUTOMOTEUR**

Ce dossier comporte 6 pages.

Pour chacune des questions, les documents nécessaires à la réponse (Documents Techniques : DT, Documents Réponses : DR ou feuille de copie) sont indiqués en regard du questionnement.  
Les cinq parties sont indépendantes.

Temps conseillés :

1 – MODELISATION CINEMATIQUE DE LA PINCE CB15 .....	45 mn
2 – VALIDATION DES VERINS .....	1h 30 mn
3 – VALIDATION DU DISPOSITIF ANTI ECORÇAGE .....	45 mn
4 – VALIDATION DE LA CHAINE ENERGETIQUE DE VIBRATION .....	30 mn
5 – VALIDATION DE L'EVOLUTION PRODUIT PROCEDE MATERIAUX DU BRAS DE LA PINCE .....	30 mn

**CPE5MC**

## 1 – MODELISATION CINEMATIQUE DE LA PINCE CB15

**Objectif :** Proposer un modèle cinématique permettant de mener l'étude de validation de la pince CB15.

**Question 1 :** Compléter le tableau récapitulatif des liaisons cinématiques de la pince CB15.  
DT5, DT12  
DR1

**Question 2 :** Compléter le schéma cinématique de la pince CB15.  
DT4, DT12  
DR1

- Mettre en place sur le schéma les symboles des différentes liaisons.
- Mettre en évidence par un surlignage de couleur les différentes classes d'équivalence.

## 2 – VALIDATION DES VERINS

### 2-1 Validation de la course des vérins

**Objectif :** Vérifier la course des vérins de fermeture, d'ouverture et du vérin bloqueur du dispositif anti-écorçage, vis-à-vis de la dimension des troncs des arbres à vibrer.

Le document réponse DR2 représente la pince CB15 en train d'aborder un tronc de diamètre 400. Cette position correspond à la position « pince ouverte au maximum ».  
Le document réponse DR3 représente la pince CB15 en train d'aborder un tronc de diamètre 70. Cette position correspond à la position « pince fermée au maximum ».

#### **1<sup>er</sup> Cas : Serrage symétrique d'un tronc.**

$M_0$  et  $M_1$  caractérisent les positions extrêmes d'un point du bras droit.

- ⇒  $M_0$  position du point lorsque la pince est en position « pince ouverte au maximum ».
- ⇒  $M_1$  position du point lorsqu'un tronc de diamètre 70 est complètement serré.

**Question 3 :** Mettre en évidence l'angle de débattement du bras droit.  
DT5, DT12  
DR2

**Question 4 :** Tracer les trajectoires des points E, C, G dans le mouvement du bras droit par rapport au châssis de la pince et celle du point J, attache du câble dans son mouvement par rapport au châssis.  
DT5, DT12  
DR2

**Question 5 :** Les points M, E, C et G appartiennent au même solide.  
DT5, DT12  
DR2

Placer les points  $E_1$ ,  $C_1$ ,  $J_1$  et  $G_1$  correspondant à la position fermée.  
Compléter le tableau donnant les courses utiles des vérins dans ce cas.  
Conclure quant à la validité des vérins.

#### **2<sup>ième</sup> Cas : Serrage dissymétrique d'un tronc.**

L'opérateur met en contact le bras gauche contre l'arbre puis effectue le serrage.  $M_0$  et  $M_2$  caractérisent les positions extrêmes d'un point du bras droit.

- ⇒  $M_0$  position du point lorsque la pince est en position « pince ouverte au maximum ».
- ⇒  $M_2$  position du point lorsqu'un tronc de diamètre 70 est complètement serré.

**Question 6 :** Placer les points  $E_2$ ,  $C_2$ ,  $J_2$  et  $G_2$  correspondant à la position fermée.  
DT5, DT12  
DR3

Compléter le tableau donnant les courses utiles des vérins dans ce cas.  
Conclure quant à la validité des vérins.

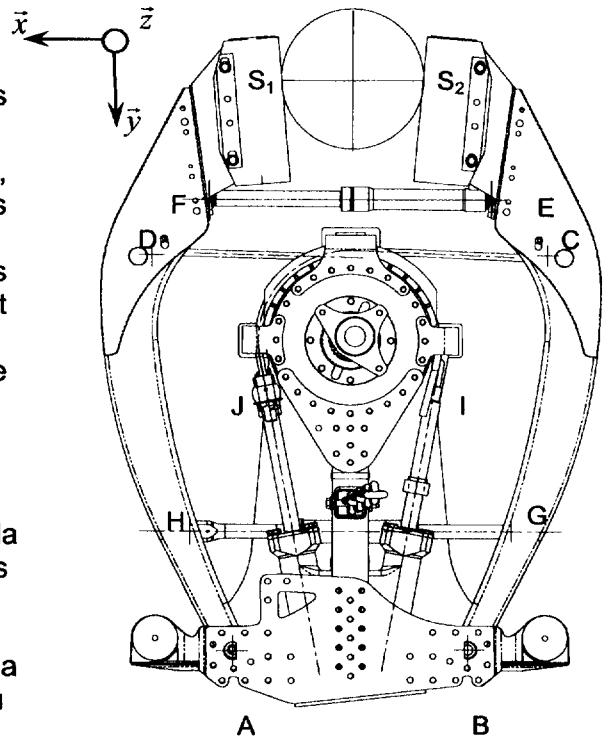
## 2-2 Validation de la capacité de charge des vérins de serrage

**Objectif : Valider le dimensionnement des vérins de serrage.**

Pour atteindre les performances de la pince PMF 600, la nouvelle pince doit être capable d'exercer un effort de serrage de 48 000 N sur un arbre de 400 mm de diamètre.

**Hypothèses de travail :**

- ⇒ Pour ce calcul nous ne tiendrons compte que des actions dans le plan  $(\vec{x}, \vec{y})$ .
- ⇒ Etant donné les faibles vitesses de déplacement, on ne tiendra pas compte des caractéristiques d'inertie des pièces.
- ⇒ On ne tiendra pas compte du frottement dans les liaisons. Sauf au niveau du contact câble/tambour où on prendra  $f = 0,15$ .
- ⇒ Les résultantes des efforts des pinces sur l'arbre sont portées par la droite S1, S2.
- ⇒ Pas d'effort dans le vérin anti-écorçage.
- ⇒ Pas d'effort dans le vérin d'ouverture.



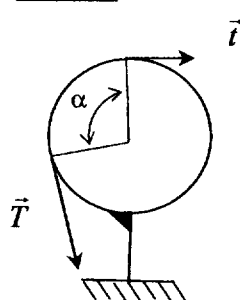
**Question 7 :** Sur le document réponse DR4, placer la direction des efforts exercés sur le bras gauche en D.  
DT12  
DR4

**Question 8 :** Sur le document réponse DR4, placer la direction de la résultante des efforts du tronc sur le bras gauche en S1.  
DT12  
DR4

**Question 9 :** Isoler le bras gauche. Faire un bilan des actions mécaniques extérieures appliquées. A partir de la projection sur l'axe z de l'équation du moment résultant au point A issue du principe fondamental de la statique, calculer l'effort exercé par le câble au point D.  
DT12  
DR4

*Les mesures nécessaires aux calculs seront relevées sur le document réponse DR4*

**Rappel :**



Le frottement de l'enroulement du câble sur le tambour induit un « brin mou » et un « brin tendu ». La relation entre les tensions dans ces brins est modélisée par l'équation :

$$T = t.e^{f\alpha}$$

avec

- ⇒ T et t tensions dans les brins.
- ⇒ f coefficient de frottement entre les câbles et le tambour.
- ⇒  $\alpha$  angle d'enroulement des câbles sur le tambour exprimé en radian.

**Question 10 :** Calculer les efforts développés par les vérins de serrage en I et J. L'angle d'enroulement des câbles sur le tambour est de  $100^\circ$ .  
Feuille de copie

**Question 11 :** A partir des caractéristiques des vérins de serrage, conclure sur leur aptitude à exercer les efforts calculés précédemment.  
DT5

Feuille de copie

### 3 – VALIDATION DU DISPOSITIF ANTI ECORÇAGE

#### 3-1 Evaluation de la pression maximum à l'intérieur du vérin bloqueur du dispositif anti-écorçage

**Objectif : Valider le dimensionnement du vérin bloqueur du dispositif anti-écorçage**

Lorsque l'on désire vibrer des jeunes arbres à l'écorce fragile, l'effort de serrage du tronc doit être contrôlé. En effet il est vital pour l'arbre de ne pas dégrader la partie périphérique du tronc, « l'aubier », par laquelle circule la sève.

Pour cela un *vérin bloqueur* est placé entre les deux bras de la pince.

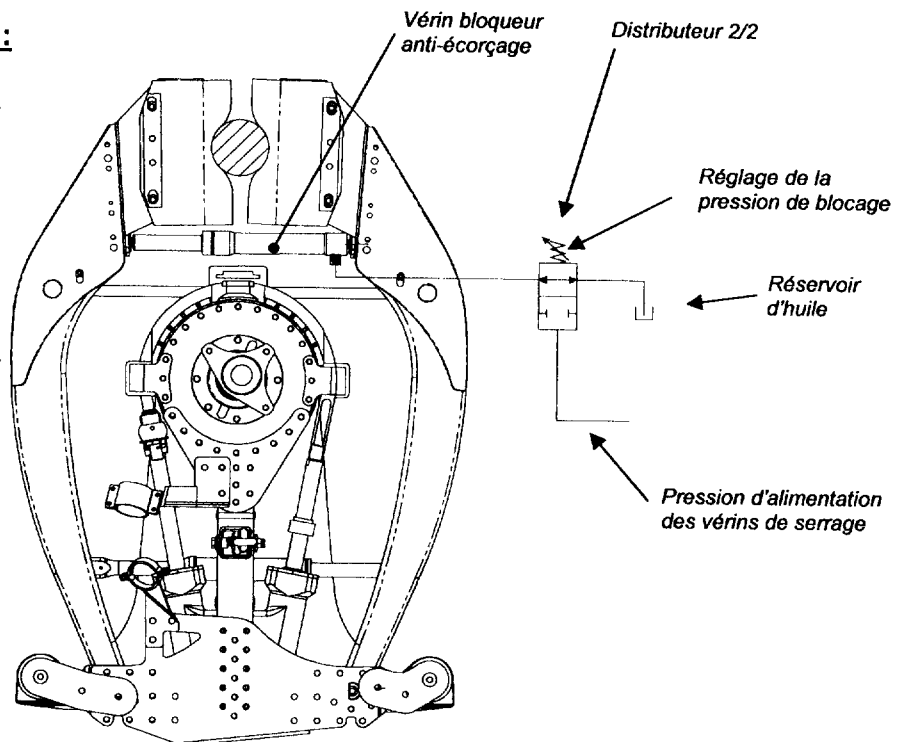
#### Fonctionnement du vérin bloqueur :

Le *vérin bloqueur anti-écorçage* est du type « simple effet ». Pendant la fermeture de la pince, l'huile est chassée du *vérin bloqueur* vers le réservoir.

Lorsque la *pression d'alimentation des vérins de serrage* atteint le niveau défini par le *réglage de la pression de blocage*, le *distributeur 2/2* passe en position « bloquée ». L'huile ne peut donc plus quitter la chambre du *vérin bloqueur anti-écorçage*.

L'arbre se trouve ainsi protégé. Les *vérins de serrage* exercent maintenant leurs efforts sur le *vérin bloqueur anti-écorçage* jusqu'à atteindre la *pression maxi de serrage* (190 bar).

Pendant l'ouverture de la pince, la *pression d'alimentation des vérins de serrage* est nulle. Le *distributeur 2/2* est en position « passant ». Le *vérin bloqueur anti-écorçage* aspire l'huile depuis le *réservoir d'huile*.



**C.R.D.P.**

75, cours Alsace et Lorraine  
33075 BORDEAUX CEDEX  
Tél. : 05 56 01 56 70

#### **Cas d'étude : récoltes sur de jeunes oliviers.**

Données :

- Effort de serrage maximum admissible par de jeunes arbres : 20 000 N.
- Sous pression maximum (190 bar) au niveau des vérins de serrage, l'effort de traction des câbles au niveau des points C et D est de 78000 N.

Rappel : 1 bar =  $10^5$  Pa.

On se place à l'instant où le serrage est terminé. Ce qui correspond à une pression de 190 bars au niveau des vérins de serrage.

**Question 12 :** Isoler le bras gauche. Faire un bilan des actions mécaniques extérieures appliquées sur le bras gauche, et les reporter sur la figure du document réponse DR5.

**Question 13 :** A partir de la projection de l'équation du moment résultant issue du principe fondamental de la statique, calculer dans ces conditions l'effort auquel est soumis le vérin bloqueur anti-écorçage. En déduire la pression régnant à l'intérieur du vérin. Conclure vis-à-vis de l'aptitude du vérin à supporter cet effort.

CPE5MC

### 3-2 Etude du flambage de la tige du vérin

**Objectif : Valider le dimensionnement du vérin bloqueur du dispositif anti-écorçage**

**Rappel :**

Le flambage est un phénomène mécanique qui tend à déformer une poutre élancée chargée axialement.

Le risque de flambage dépend essentiellement :

- du moment quadratique de la poutre,
- de la longueur de la poutre,
- de la nature des liaisons aux extrémités de la poutre.



La charge critique d'Euler ( $F_e$ ), correspond à la valeur de l'effort axial maximal au-delà de laquelle il y a risque de flambage entraînant la rupture de la tige.

Dans le cas d'un vérin soumis au risque de flambage, un modèle simple de vérification considère uniquement le flambage de la tige du vérin. Afin de tenir compte de la réalité du vérin, la longueur prise en considération pour le calcul sera non pas la longueur réelle de la tige, mais la longueur totale du vérin (tige sortie) conformément au document technique DT6.

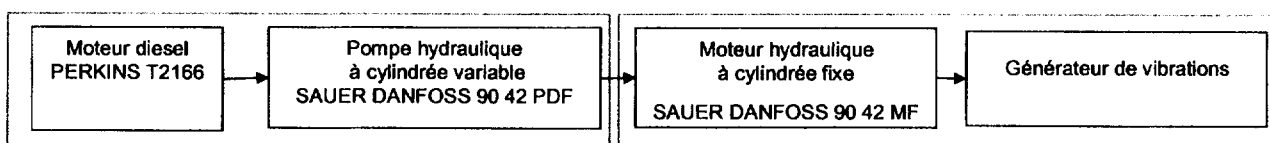
Le document technique DT7 donne la formule de la charge critique d'Euler pour plusieurs configurations de montage de vérins.

**Question 14 :** Sachant que la pression maxi dans le vérin bloqueur peut atteindre 300 bar, calculer l'effort axial dans une section A-A sollicitant la tige de ce vérin au flambage.  
DT6  
Feuille de copie

**Question 15 :** Calculer la charge critique d'Euler correspondant à ce type de montage de vérin. En déduire le coefficient de sécurité effectif pour la résistance au flambage. Sachant que dans des conditions de service statique on admet un coefficient de sécurité habituel de 3, expliquer la marge importante constatée ici.  
DT6, DT7  
Feuille de copie

### 4 – VALIDATION DE LA CHAÎNE ENERGETIQUE DE VIBRATION

Les vibrations transmises à la pince, puis à l'arbre, sont générées par une masselotte tournante. La description de ce mécanisme est donnée sur le document technique DT8. La masselotte est directement liée à l'arbre de sortie d'un moteur hydraulique à cylindrée fixe. La chaîne énergétique peut se représenter de la manière suivante :



**Buggy**

**Pince hydraulique**

Les caractéristiques des différents composants de la chaîne énergétique sont données sur les documents techniques DT8 et DT9.

#### 4-1 Validation des composants hydrauliques

**Objectif :** Valider le choix de la pompe et du moteur hydrauliques vis-à-vis de la fréquence de vibration souhaitée et de la pression de travail utilisée.

**Hypothèses de travail :**

- ⇒ On ne tiendra pas compte des débits de fuite de l'installation.
- ⇒ La fréquence de vibration est de 30 Hertz. Ce qui correspond à une vitesse de rotation du moteur hydraulique de 1800 tr/mn.
- ⇒ Vitesse de rotation du moteur diesel 2300 tr/mn.

**Question 16 :** Calculer le débit d'huile que doit fournir la pompe au moteur afin d'atteindre la fréquence de vibration souhaitée.

DT8

Feuille de copie

**Question 17 :** Calculer la cylindrée de la pompe nécessaire à l'obtention du débit d'huile calculé ci-dessus.

DT8, DT9

Feuille de copie Conclure quant à la validité de la pompe hydraulique.

**Question 18 :** Calculer la puissance développée par le moteur hydraulique quand il fonctionne à sa pression nominale et tourne à 1800 tr/mn.

DT8

Feuille de copie Conclure quant à la validité du moteur hydraulique.

#### 4-2 Validation du moteur diesel utilisé

**Objectif :** Valider le choix du moteur diesel et de sa vitesse de rotation vis-à-vis de la puissance à fournir.

**Hypothèses de travail :**

- ⇒ On ne tiendra pas compte des pertes énergétiques dans les conduits et distributeurs.
- ⇒ La puissance utile au niveau de la génération de la vibration sera prise égale à 53 kW.
- ⇒ La pression dans le circuit sera prise à son niveau nominal (420 bars).

**Question 19 :** Déterminer les rendements du moteur et de la pompe hydrauliques. En déduire la puissance utile au niveau du moteur diesel.

DT8, DT9

Feuille de copie Conclure quant à la validation du moteur diesel.

### 5 – VALIDATION DE L'EVOLUTION PRODUIT PROCEDE MATERIAU DU BRAS DE LA PINCE

#### 5-1 Mise en évidence des défaillances structurelles de la pince PMF 600

**Objectif :** Recherche des raisons de l'apparition de fissures dans le bras de la pince PMF 600.

**Hypothèses de travail :**

- ⇒ Des fissures sont apparues sur certains engins dès la première campagne de cueillette.
- ⇒ Campagne de cueillette :
  - Durée de l'ordre de 100 jours.
  - Nombre d'arbres vibrés par jours : 300.
  - Durée moyenne du traitement d'un arbre : 10 secondes.



Le graphique donné sur document technique DT10 donne l'évolution de la limite en fatigue du matériau utilisé pour le bras de la pince PMF600 en fonction du nombre de cycles. Un cycle correspond à une mise en charge puis décharge de la pièce sollicitée.

Pour un bras de la pince PMF 600, on supposera, dans une première approche, que le nombre de cycles sera de 30 par seconde (30 Hz).

**Question 20 :** Calculer l'ordre de grandeur du nombre de cycles effectués par les bras  
**Feuille de copie** durant une campagne de cueillette

**Question 21 :** Relever pour le matériau de base, ainsi que pour les trois cas  
DT10 d'assemblages soudés, la limite en fatigue acceptable correspondant au  
**Feuille de copie** nombre de cycles déterminés ci-dessus.

Le document réponse DR6 donne le résultat de l'analyse par éléments finis d'un bras de la pince PMF 600 correspondant aux efforts maxi mesurés en dynamique.

L'image donne l'allure de la répartition des contraintes (critère de Von Mises).

**Question 22 :** Compléter le tableau du document réponse DR6. Pour chacune des zones  
DT10 repérées, indiquer si l'on a un risque de fissuration. Justifier les réponses.  
DR6

## 5-2 Validation du bras de la pince CB 15

**Objectif :** Recherche des contraintes maximum dans le bras de la pince CB 15 afin de valider sa forme et le matériau retenu.

**Hypothèse de travail :**

⇒ On prendra un nombre de cycles de 50 millions ce qui correspond à 5 saisons de cueillette.

**Question 23 :** A partir du document technique DT 11, déterminer la valeur de la limite à la  
DT11 fatigue à retenir si on se place dans le cas le plus défavorable.  
**Feuille de copie**

Le document technique DT 11 donne le résultat de l'analyse par éléments finis d'un bras de la pince CB 15 correspondant aux efforts maxi mesurés en dynamique.

L'image donne l'allure de la répartition des contraintes (critère de Von Mises).

**Question 24 :** A partir du document technique DT 11, conclure quant à la validité de la  
DT11 forme du bras et du matériau retenu.  
**Feuille de copie**