

Session 2006

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## INDUSTRIES PAPETIÈRES

### Sous épreuve U42 : ÉTUDE DE DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

#### **Présentation du dossier**

DR1 à DR8 : Documents de présentation.  
Documents-réponse à rendre impérativement avec la copie.

**Durée : 5 heures**  
**Coefficient : 3,5**

**Les documents réponses DR1 à DR8 seront rendus impérativement avec les feuilles de copie normalisées à la fin de l'épreuve**

**Aucun document autorisé.**

La calculatrice de poche, à fonctionnement autonome, non-imprimante, est autorisée conformément à la circulaire n° 99 - 186 du 16 novembre 1999.

Dés que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 16 pages, numérotées de 1/16 à 16/16.

#### **Temps conseillé**

Lecture du sujet	30 mn.
Étude du Trommel	30 mn.
Étude du Pulpeur	60 mn.
Étude morphologique du couvercle 5	45 mn.
Étude de l'arbre rotor du Pulpeur	45 mn.
Comparaison du système DHD avec une méthode classique	1 h.30

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude de Dispositions Constructives	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 1/16

## **Présentation de l'étude**

Lors de la préparation de la pâte, l'opération de défibrage peut être réalisée de deux façons différentes.

A – L'utilisation d'un appareil unique : le pulpeur conventionnel. Cet appareil défibre les matières premières en mode discontinu. La balle de pâte est précipitée entière dans le pulpeur : La déstructuration, l'hydratation, le défibrage sont réalisés par le même appareil.

B – L'utilisation de plusieurs appareils pour réaliser in fine le défibrage de la pâte : Système DHD.

## **SYSTÈME DHD**

### **Déstructuration – Hydratation – Défibrage**

#### **Déstructuration**

**A – La Guillotine** coupe et sépare en 3 portions égales chaque balle de pâte.

La matière première : Balle de cellulose Pâte mécanique ou chimique.

Dimension d'une balle de cellulose : 500 x 500 x 600 – Poids 2700 N.

Section de découpage 500 x 500.

Résistance à la rupture au cisaillement : 2 N / mm<sup>2</sup>.

La Guillotine.

Une lame d'acier.

L'effort de cisaillement est obtenu par deux vérins hydrauliques double effet symétriques.

Diamètre du piston 160 mm – Diamètre de la tige 60 mm –

Vitesse de déplacement des tiges de vérin lors de la coupe 50 mm / s.

Durée de la course d'un vérin aller retour : 20 secondes.

**B – Déplacement sur Bande Transporteuse**

Longueur de déplacement 4,10 mètres.

Inclinaison du tapis par rapport à l'horizontale 30 degrés.

Vitesse de déplacement du tapis 30 mm / s.

Chaque morceau de balle tombe à plat sur le tapis en laissant un intervalle de 100 mm.

Tambour Moteur : Diamètre d'enroulement 400 mm.

Remarque : pour x balles sur la bande transporteuse , il y a ( x - 1 ) intervalles.

**C – Le Trommel à section polygonale muni de déflecteurs intérieurs**

Diamètre extérieur 800 mm.

Fréquence de rotation 50 tr / min.

Rampe d'arrivée d'eau pour hydratation de la pâte.

Quantité d'eau fournie à la matière sèche : 400 litres pour 100 daN.

**D – Le pulpeur DHD**

Les matières premières sont défibrées selon un processus continu.

Trois hélices tournent simultanément à la même fréquence de rotation soit 300tr / min.

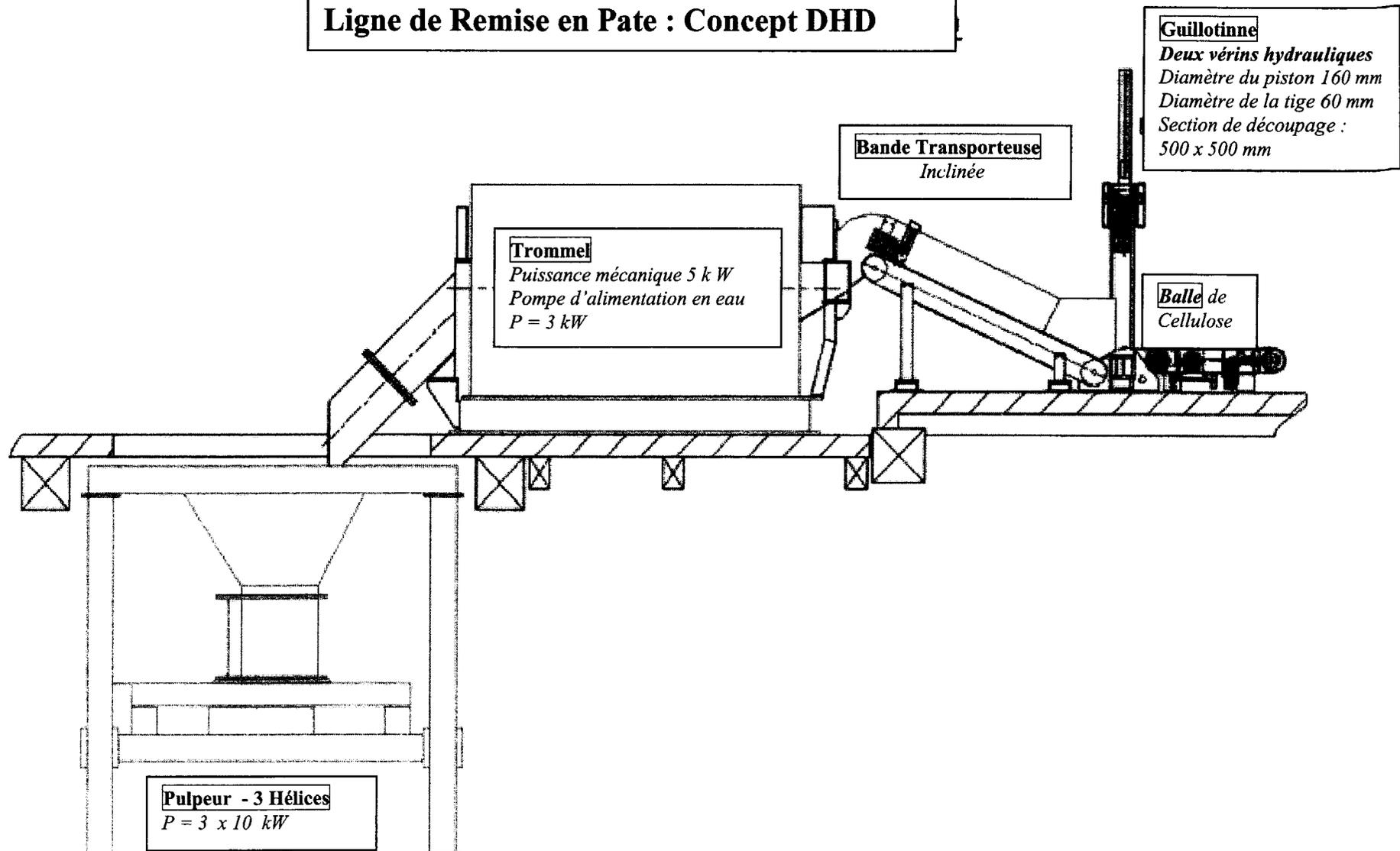
Puissance absorbée pour chaque hélice P = 10 kW.

## **Organisation de l'épreuve : Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes**

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les différentes grandeurs physiques mises en jeu par le système DHD, lors des différentes étapes et de les comparer avec l'énergie consommée par un pulpeur classique pour le traitement d'une quantité et qualité de pâte équivalente.

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude de Dispositions Constructives	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 2/16

## Ligne de Remise en Pate : Concept DHD



B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude de Dispositions Constructives	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 3/16

## **ÉPREUVE U42- Étude des dispositions constructives**

### **Étude du Trommel**

Pour cette partie les réponses seront rédigées sur feuilles libres normalisées.

#### **Mouvement de Rotation – Énergie mise en jeu –**

##### **A -Démarrage du trommel**

###### **Données**

Moment d'inertie de la partie tournante ( tambour ) par rapport à son axe de rotation  $J_r = 700 \text{ kg.m}^2$ .

Moment d'inertie de la pâte : estimation  $J_p = 300 \text{ kg.m}^2$ .

Fréquence de rotation 50 tr / min.

Accélération angulaire lors du démarrage du tambour  $\omega' = 1 \text{ rd} / \text{s}^2$ .

**Rappel** : Couple nécessaire au démarrage :  $T = J \omega'$ .

1 – Déterminer le couple nécessaire pour actionner le tambour du trommel dans ces conditions.

2 - Calculer la puissance minimum du moteur électrique permettant de réaliser cette opération.

##### **B - Fonctionnement à vitesse constante**

###### **Données**

Fréquence de rotation 50 tr / min.

Puissance moyenne 10 % inférieure à la puissance nécessaire pour le démarrage.

3 – Calculer l'énergie mécanique consommée pour une journée de fonctionnement de 24 heures.

Résolution littérale puis numérique, en précisant bien les unités.

##### **C - Alimentation en eau claire – Pompe Centrifuge –**

###### **Données**

L'alimentation du trommel en matière sèche est de 100 daN / min.

La quantité d'eau claire apportée est de 150 litres pour 100 daN de matière sèche.

La pression est de 1,5 bars.

Le rendement de la pompe centrifuge d'alimentation est de 80 %.

4 – Déterminer la puissance minimum à fournir à la pompe.

**Rappel** :  $P = p q$

### **Étude du Pulpeur**

#### **Montage de l'hélice – Document U42 – DR1**

5 – Établir la chaîne de cotes permettant d'obtenir le jeu a.

6 – Calculer ce jeu.

7 – Dessiner la vis Chc 9 dans son emplacement ( fixation de 5 sur 4 ).

8 – Représenter de façon symbolique, le joint à lèvres, dans son logement ( étanchéité entre 5 et 6 ).

9 – Dessiner l'écrou 12, monté sur l'extrémité gauche de l'arbre du rotor.

10 – Montage du couvercle 5.

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 4/16

## **Étude morphologique du couvercle 5 - Document U42 – DR2**

11 – Expliquer la fonctionnalité des différentes surfaces repérées.

12 – Dessiner l'esquisse permettant d'obtenir la pièce par " révolution d'un profil ", à l'aide d'un modeler volumique.

## **Liaison pivot du rotor par rapport au bâti Document - U42 – DR3**

13 – Identifier, à l'aide d'une couleur le sous ensemble rotor en liaison pivot avec le fourreau 4.

## **Identification des pièces – Définition de leur fonction - Document U42 – DR4**

14 – Identifier les différentes pièces repérées, à l'aide de la nomenclature.

15 – Définir leur fonction de façon précise.

## **Définition du fourreau 4 Document - U42 – DR5**

16 – Représenter le fourreau 4 en ½ coupe AA.

## **Étude statique du rotor à fréquence de rotation constante - Document U42 –DR6**

17 – Expliquer la fonctionnalité des surfaces repérées : compléter les cases prévues à cet effet.  
Préciser le nom de la liaison.

18 – Écrire les composantes des torseurs associés à chacune des liaisons.

## **Étude de l'arbre rotor du Pulpeur**

### **Contraintes dans une section - Document U42 – DR7**

19 – Indiquer dans chaque zone la valeur de la contrainte tangentielle relevée dans le tableau.

20 – Calculer la contrainte tangentielle sur le diamètre extérieur.

21 – Calculer le coefficient de sécurité.

### **Déformation de l'arbre du rotor porte hélice - Document U42 – DR 8**

22 – Relever, l'angle de rotulage maximum pour chaque roulement ainsi que les charges Fa et Fr.

23 – Proposer une conclusion quant à cette étude.

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 5/16

## **Comparaison du système DHD avec une méthode classique**

### **Répondre sur feuille de copie normalisée**

#### **Méthode classique – Fonctionnement discontinu –**

Les balles de pâte ( matière sèche ) sont chargées directement dans un pulpeur.

#### **Caractéristiques**

Le pulpeur reçoit 4 balles de pâte vierge de 270 kg.

Quantité de pâte traitée 1080 kg pour une opération de pulpage.  
Concentration 60 g / litre.

Pulpeur 150 kW - opération de pulpage 12 min.

Pompe d'alimentation en eau : 3 kW – durée de l'opération 5 minutes.  
Le chargement de la pâte est fait simultanément.

Pompe d'extraction de la pâte traitée 3 kW – durée de l'opération 5 minutes.

Pour une journée de production le pulpeur est chargé 60 fois.  
Pose entre deux opérations : 2 minutes.

#### **Système DHD – Fonctionnement continu –**

#### **Caractéristiques**

Bande transporteuse horizontale d'arrivée des balles P = 2 kW.

Guillotine : Pompe d'alimentation des vérins P = 5 kW –  
La pompe volumétrique d'alimentation des vérins est supposée fonctionner en continu.

Bande transporteuse inclinée P = 2 kW.

Trommel P = 5 kW.  
Pompe d'alimentation du trommel en eau claire P = 3 kW.

Pulpeur P = 10 kW par hélice – Il y a trois hélices.  
Pompe de vidange 3 kW.

Quantité de pâte traitée sur une journée : 100 000 kg.

#### **Comparaison proposée**

24 - Calculer l'énergie consommée dans chaque cas, pour 1 kg de pâte sèche.

25 - Exprimer votre conclusion en quelques lignes.

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 6/16



## Document Réponse

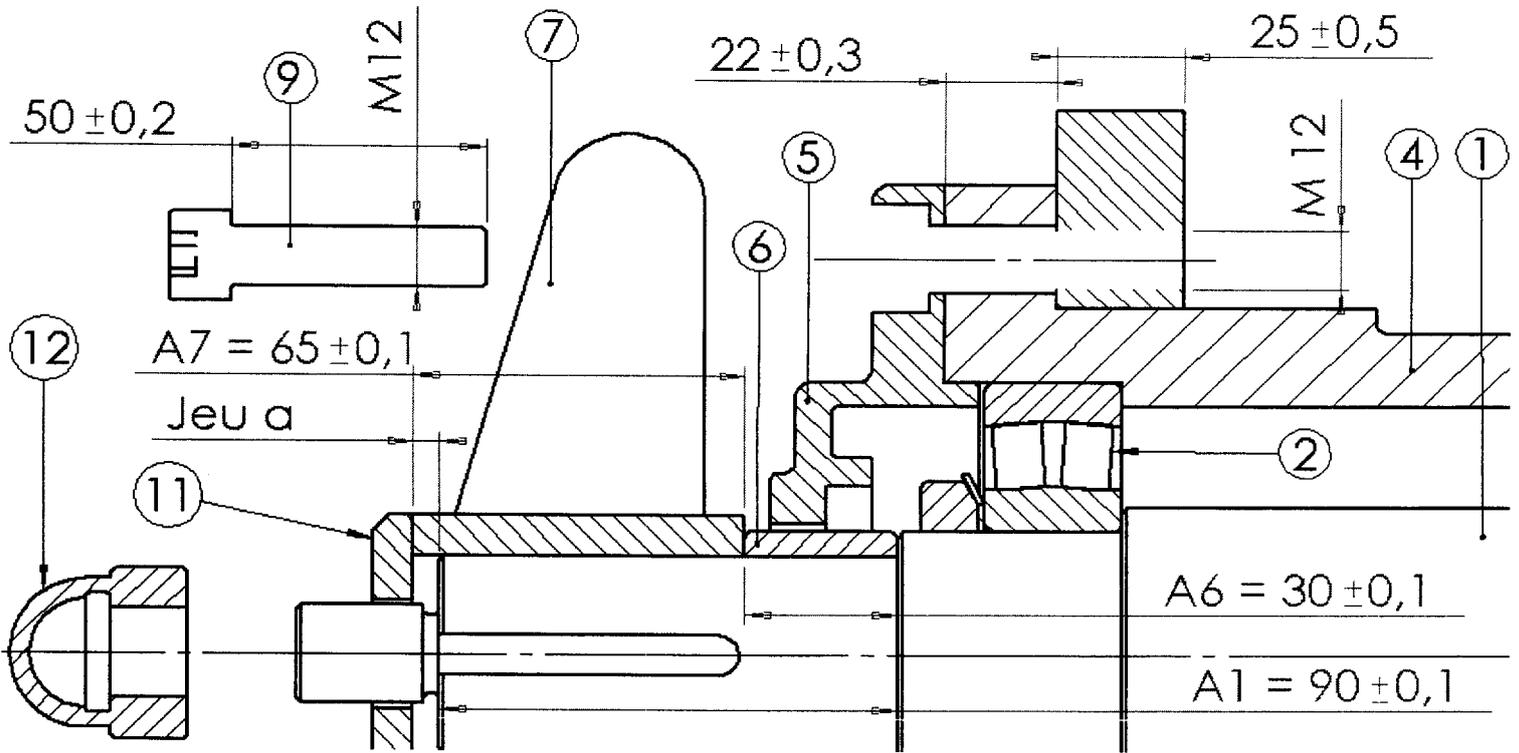
À rendre en fin d'épreuve

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 8/16

## Montage de l'hélice

Le sous ensemble est représenté en coupe partielle AA.

**5 - Établir** la chaîne de cotes permettant d'obtenir le jeu a.



**6 - Calculer** ce jeu.

**7 - Dessiner** la vis Chc dans son emplacement.

La silhouette de cet élément est représentée.

**8 - Représenter** de façon symbolique le joint à lèvres, dans son logement.

Celui ci est monté fixe dans le couvercle 5 pour protéger le roulement 2.

**9 - Dessiner** l'écrou 12, monté sur l'extrémité gauche de l'arbre du rotor 1.

**10 - Montage** du couvercle 5.

La mise en position du couvercle 5 dans le boîtier 4 est assurée par un ajustement **110 H7 h7**.

Que signifie cette désignation ?

Calculer le jeu maximum et le jeu minimum si **110 H7** est une cote comprise entre **110,000 et 110,035**.

**U42 - DR1**

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 9/16

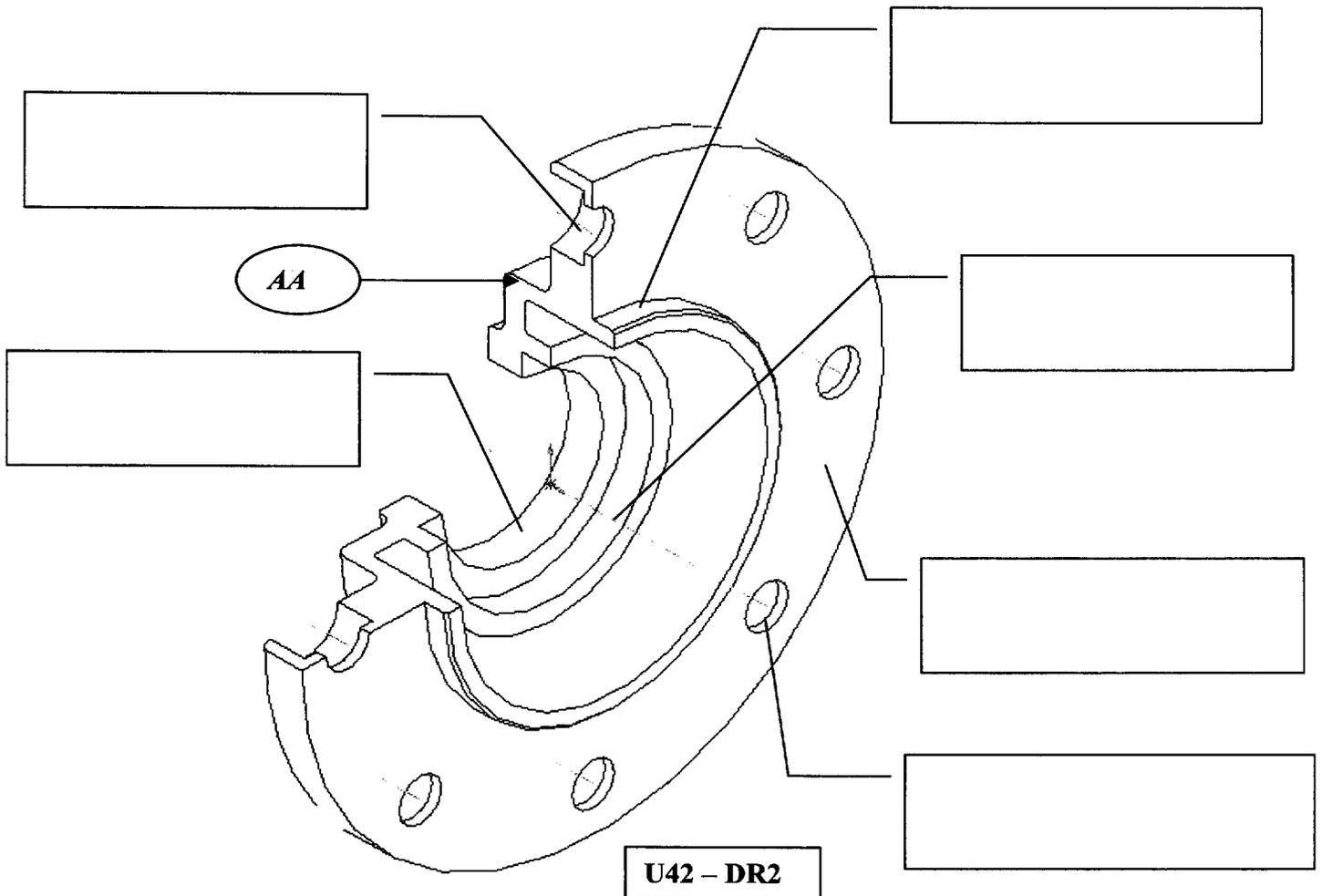
## Étude morphologique du couvercle 5

La pièce est représentée en perspective coupe  $\frac{1}{4}$ .

**11 - Expliquer** la fonctionnalité des différentes surfaces repérées –

Écrire dans les cases prévues à cet effet –

**12 – Dessiner** l'esquisse pour obtenir la pièce par révolution du profil , à l'aide d'un modeler volumique  
( Logiciel de dessin en trois dimensions ).



B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 10/16

**13 - Identifier** , à l'aide d'une couleur le sous ensemble rotor en liaison pivot avec le boîtier 4

Axe vertical  $zz'$  de la liaison pivot

U42 - DR3

Portée cylindrique , mise en position du boîtier 4 avec le fond de la cuve

**Montage de l'hélice**

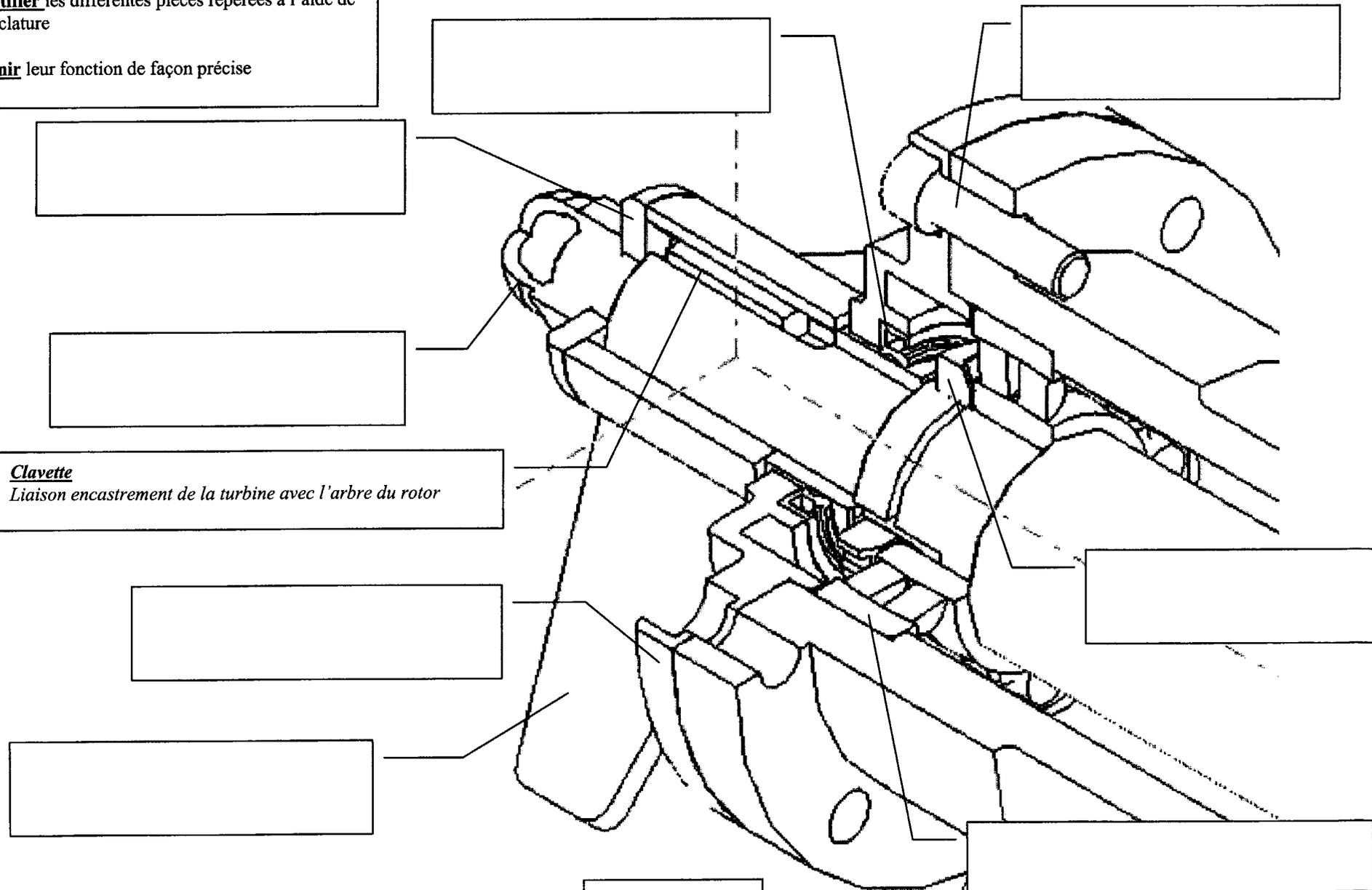
Représentation en perspective coupe  $\frac{1}{4}$  du sous ensemble rotor et du bâti

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude de Dispositions Constructives	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 11/16

**14 - Identifier** les différentes pièces repérées à l'aide de la nomenclature

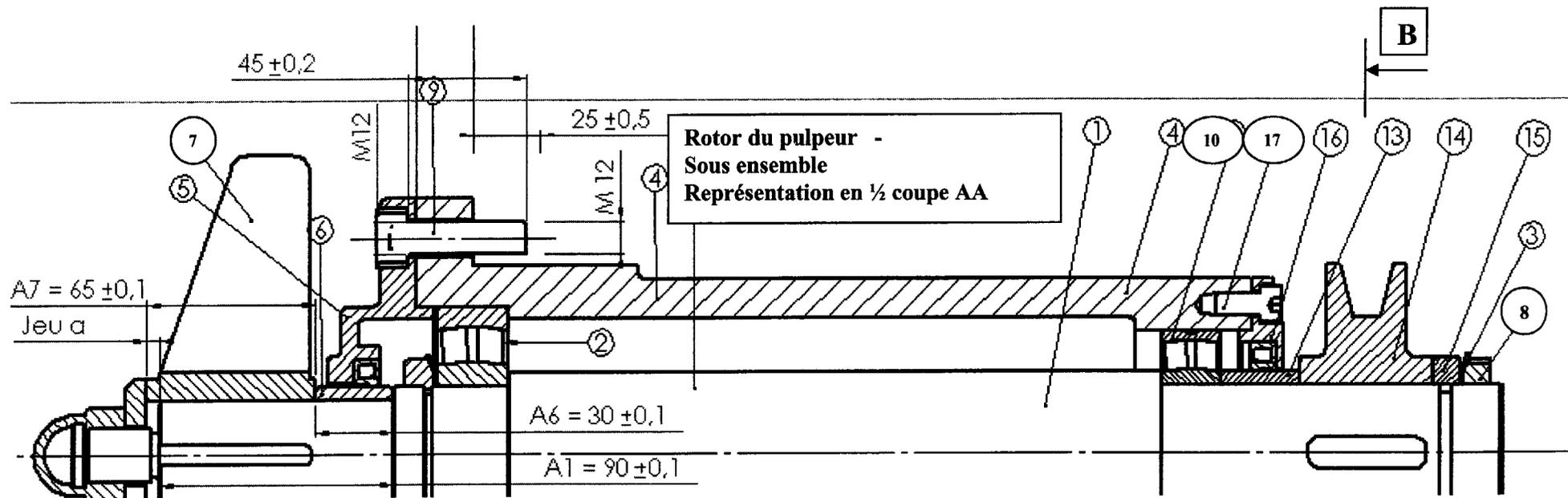
**15 - Définir** leur fonction de façon précise

**Clavette**  
Liaison encastrement de la turbine avec l'arbre du rotor



**U42 - DR 4**

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude de Dispositions Constructives	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 12/16



**16 - Représenter** le fourreau 4  
en 1/2 coupe AA - 1/2 vue extérieure

Ne pas représenter les arêtes cachées

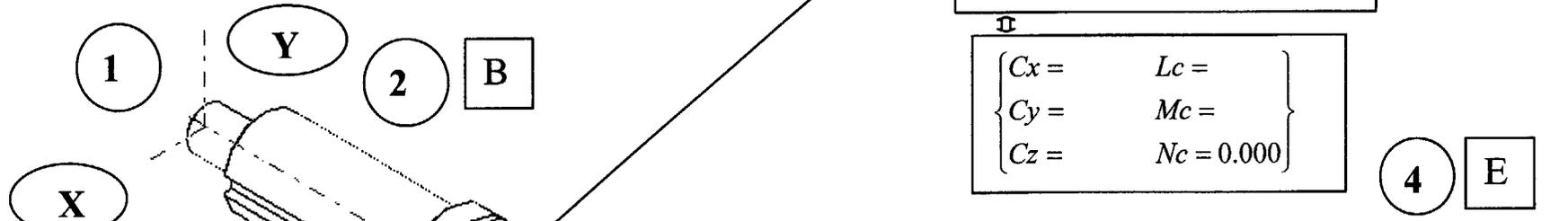
Axe de révolution des pièces 5 et 14

U42 - DR5

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude de Dispositions Constructives	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 13/16

**Étude de l'arbre du rotor**

**17 - Expliquer** la fonctionnalité des surfaces repérées : compléter les cases prévues à cet effet.  
**18 - Écrire** les composantes des torseurs associés à chacune de ces liaisons.



3 C

$$\left\{ \begin{array}{l} C_x = \quad L_c = \\ C_y = \quad M_c = \\ C_z = \quad N_c = 0.000 \end{array} \right\}$$

4 E

Portée cylindrique mise en position du roulement à rouleaux sphériques - 10 -  
 Liaison linéaire annulaire de centre E d'axe zz'

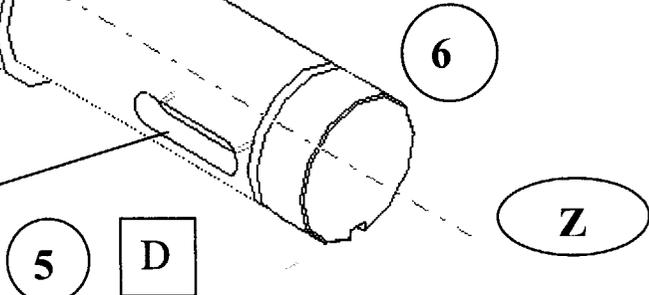
$$\left\{ \begin{array}{l} E_x = \quad L_e = \\ E_y = \quad M_e = \\ E_z = \quad N_e = 0.000 \end{array} \right\}$$

**Rainure de clavette**  
 Action de la turbine sur l'arbre  
 Résultante  $B = 1000 z$  (Newtons)  
 Moment : composante sur  $z$  : 800 Nm  
 Les autres composantes sont nulles

$$\left\{ \begin{array}{l} B_x = \quad L_b = \\ B_y = \quad M_b = \\ B_z = \quad N_b = \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_x = \quad L_d = \\ D_y = \quad M_d = \\ D_z = \quad N_d = \end{array} \right\}$$

**Rainure de clavette**  
 Action de la poulie sur l'arbre  
 Résultante  $D = 4000 x$  (Newtons)  
 Moment : composante sur  $z$  : Nd  
 Les autres composantes sont nulles



U 42 - DR 6

**Étude d'une section de l'arbre du rotor**

Répartition des contraintes de torsion

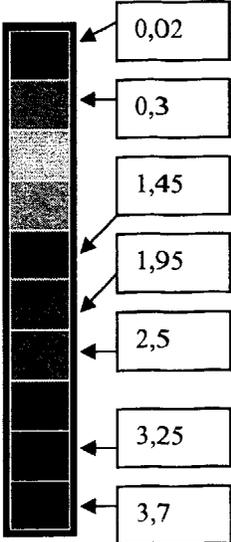
**19 - Indiquer** dans chaque zone la valeur de  $\tau$  relevée dans le tableau des valeurs  
**20 - Calculer** la contrainte sur le diamètre extérieur, sans tenir compte du phénomène de concentration de contrainte

**Données** Moment de torsion 800Nm  
 Diamètre extérieur de l'arbre 46 mm

$\tau =$

$\tau =$

Unité de la contrainte de torsion  
 daN / mm<sup>2</sup>

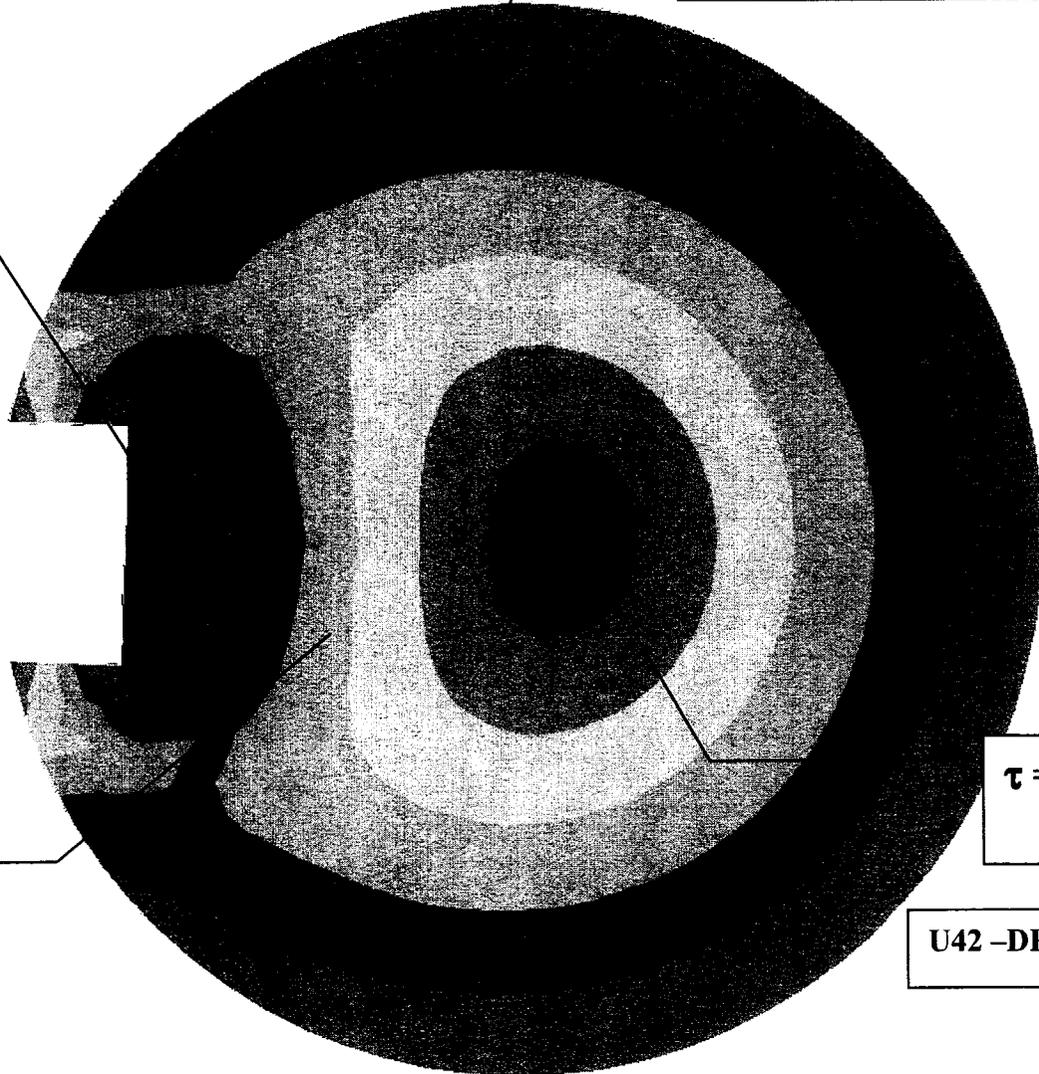


$\tau =$

**Rappel**  
 $\tau_{max} = Mt / K$   
 avec  $K = I_o / v = 27000 \text{ mm}^3$

**21 - Calculer** le coefficient de sécurité  
 Pour un acier dont la limite élastique au cisaillement est 20 daN/ mm<sup>2</sup>  
 S = .....

$\tau =$



$\tau =$

U42 -DR 7

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude de Dispositions Constructives	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 15/16

## Étude de la déformation de l'arbre du rotor porte hélice

-----+  
 | Déplacements nodaux [ mm, rad ] |  
 -----+

Tableau récapitulatif des déformations et actions de liaison

Noeud	dx	dy	dz	rotx	dy	roty	rotz
1	6.472E-02	0.000E+00	8.824E-05	0.000E+00	4.324E-04	5.159E-03	
2	3.877E-02	0.000E+00	8.824E-05	0.000E+00	4.324E-04	5.159E-03	
3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.276E-04	4.906E-03	
4	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-7.540E-04	2.247E-04	
5	6.275E-02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-7.995E-04	0.000E+00	
6	8.673E-02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-7.995E-04	0.000E+00	

Déplacement maximal sur x = 8.6732E-02 mm [ Noeud 6 ]  
 Déplacement maximal sur y = 0.0000E+00 mm  
 Déplacement maximal sur z = 8.8244E-05 mm [ Noeud 1 ]  
 Déplacement maximal = 8.6732E-02 mm [ Noeud 6 ]

-----+  
 | Action(s) de liaison [ N N.mm ] |  
 -----+

Noeud	3	-	Rx =	1000.0	Ry =	0.0	Rz =	-1000.0
			Mx =	0.0	My =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	4	-	Rx =	-7500.0	Ry =	0.0	Rz =	0.0
			Mx =	0.0	My =	0.0	Mz =	0.0

### Description

Noeud 1 : extrémité de l'arbre  
 Noeud 2 : liaison avec l'hélice  
 Noeud 3 : liaison rotule de centre C  
 Noeud 4 : liaison linéaire annulaire de centre E  
 Noeud 5 : liaison avec la poulie motrice  
 Noeud 6 : extrémité de l'arbre

### Données relatives aux roulements à rouleaux sphériques

Rotulage maximum admissible : 1,5 degré

#### Roulement E

Charge statique = 107 kN , Charge dynamique = 103 kN

#### Roulement C

Charge statique = 180 kN , Charge dynamique = 160 kN

### Étude Proposée

**22- Relever** L'angle de rotulage  $\theta$  maximum pour chaque roulement à rotule.

Roulement C :  $\theta =$

Roulement E :  $\theta =$

Les charges radiales  $F_r$  et axiales  $F_a$

#### Roulement C

$F_a =$   
 $F_r =$

#### Roulement E

$F_a =$   
 $F_r =$

U42 – DR 8

### **23 - Proposer une conclusion :**

Ces valeurs sont elles compatibles avec les valeurs maxima préconisées par le constructeur ?

B.T.S. INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2006
Épreuve U42 Étude de Dispositions Constructives	Durée : 5 Heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 16/16