

FICHE DE MATIERE D'ŒUVRE

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2004

Etude Fonctionnelle et Structurelle des Systèmes
Sous épreuve U42 : Etude des dispositions constructives

Durée : 5 heures
Coefficient : 3,5

A fournir par le centre d'examen :

Feuilles de copie
Feuilles de brouillon

A fournir par le candidat :

Instruments ordinaires du dessinateur
Crayons de couleur : au moins 6 de couleurs différentes dont Rouge, Vert, Bleu.
Calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99).

Documents autorisés :

Tous les documents autres que le sujet sont interdits.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

**Sous épreuve U42 :
ETUDE DE DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES**

Présentation du dossier

DP1 à DP4 : Documents de présentation :
 DS1 et DS2: Texte du sujet
 DT1 à DT6 : Documents techniques:
 DR1 à DR6 : Documents-réponse *à rendre impérativement avec la copie.*

Durée : 5 heures
Coefficient : 3,5

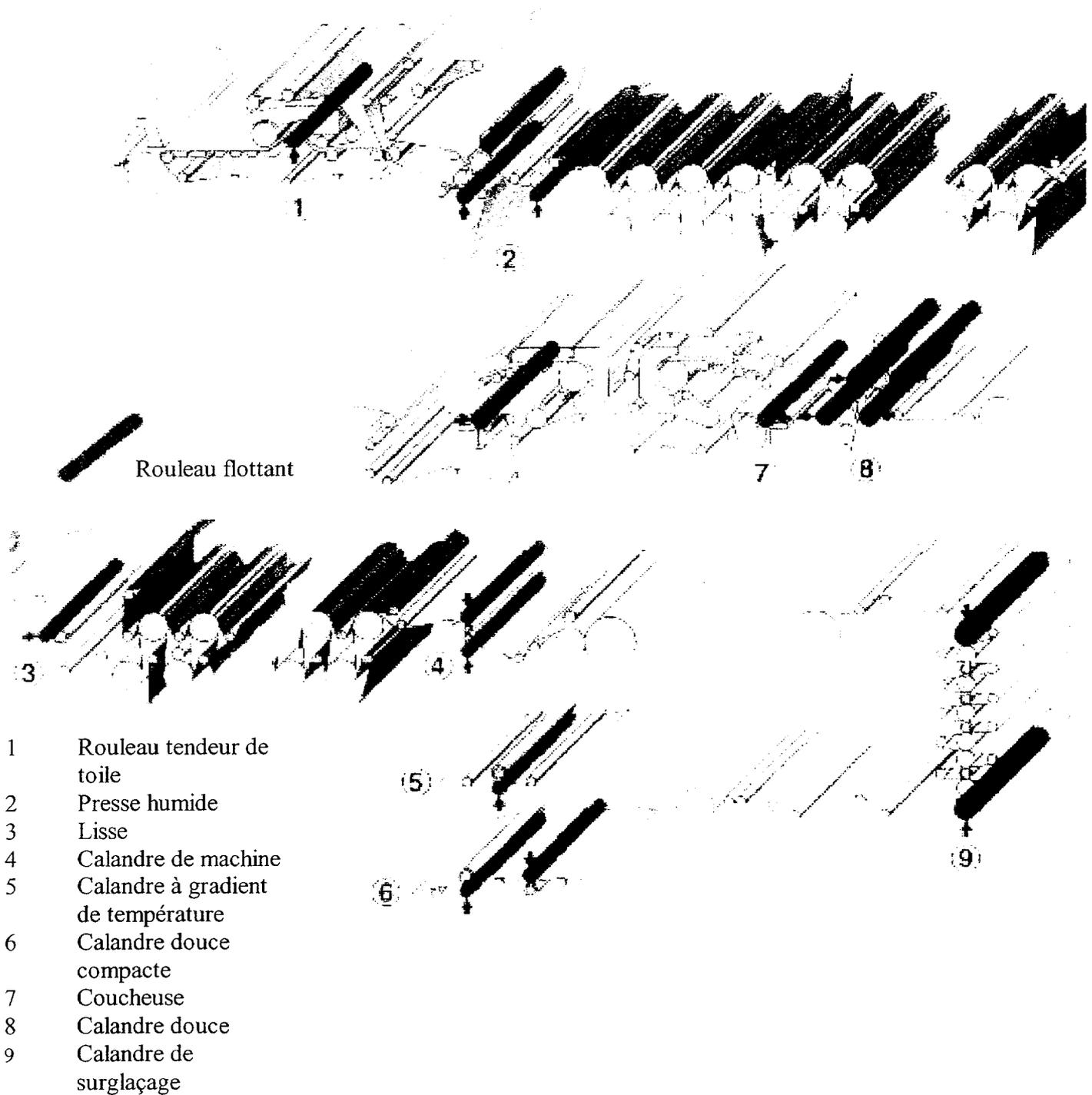
**Les documents réponses DR1 à DR6 seront rendus impérativement avec
les feuilles de copie normalisées à la fin de l'épreuve**

Moyens de calcul autorisés :

Calculatrice électronique de poche, y compris calculatrice programmable alphanumérique ou à écran graphique, à fonctionnement autonome, non imprimante autorisée conformément à la circulaire n° 99 - 186 du 16 novembre 1999

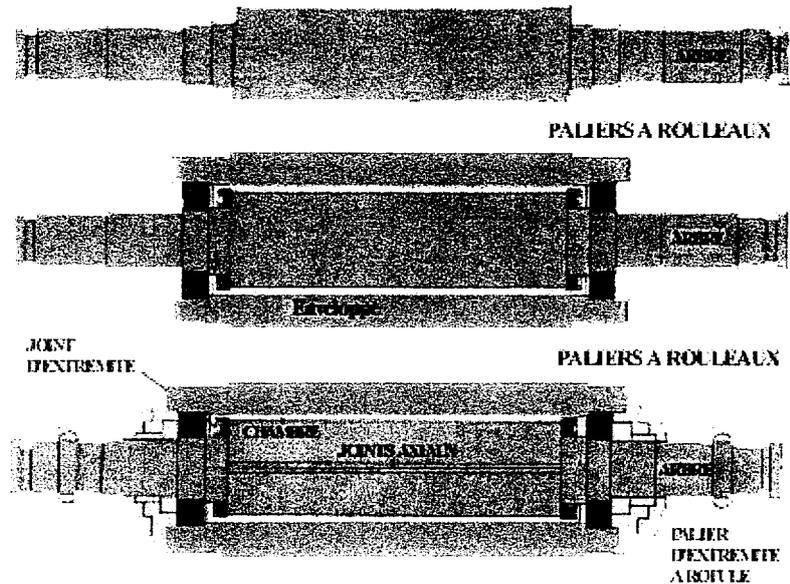
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 1/19

L'étude porte sur un rouleau flottant utilisé dans le processus de production de papier. Le schéma ci dessous et la légende qui l'accompagne montrent l'implantation de ce type de rouleau à partir de la formation de la feuille

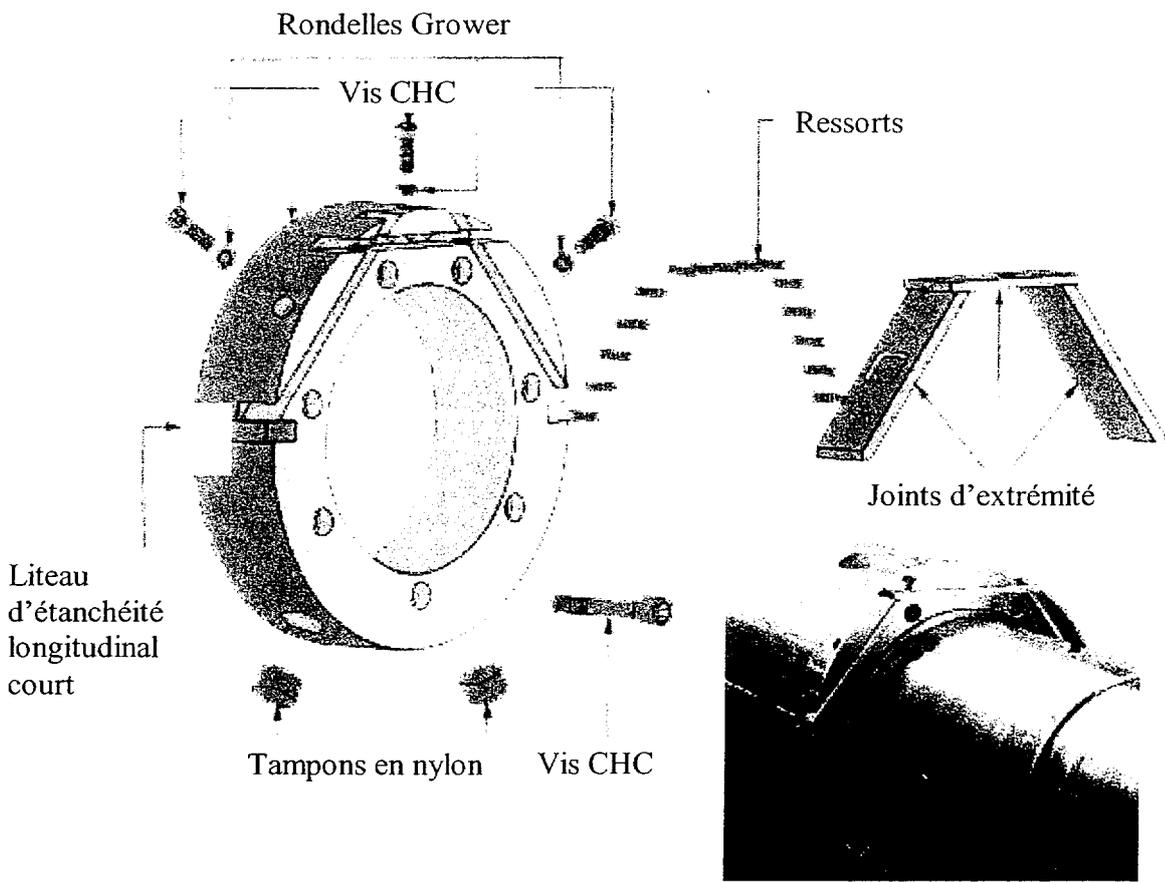


BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 2/19

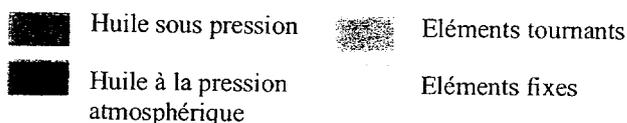
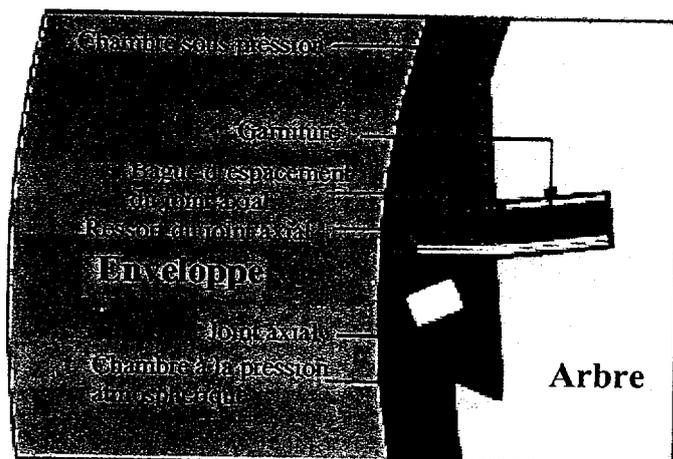
Les différents composants du rouleau sont identifiés sur les trois schémas ci dessous.



L'éclaté ci dessous détaille le dispositif d'étanchéité qui est la base du fonctionnement du rouleau :



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 3/19



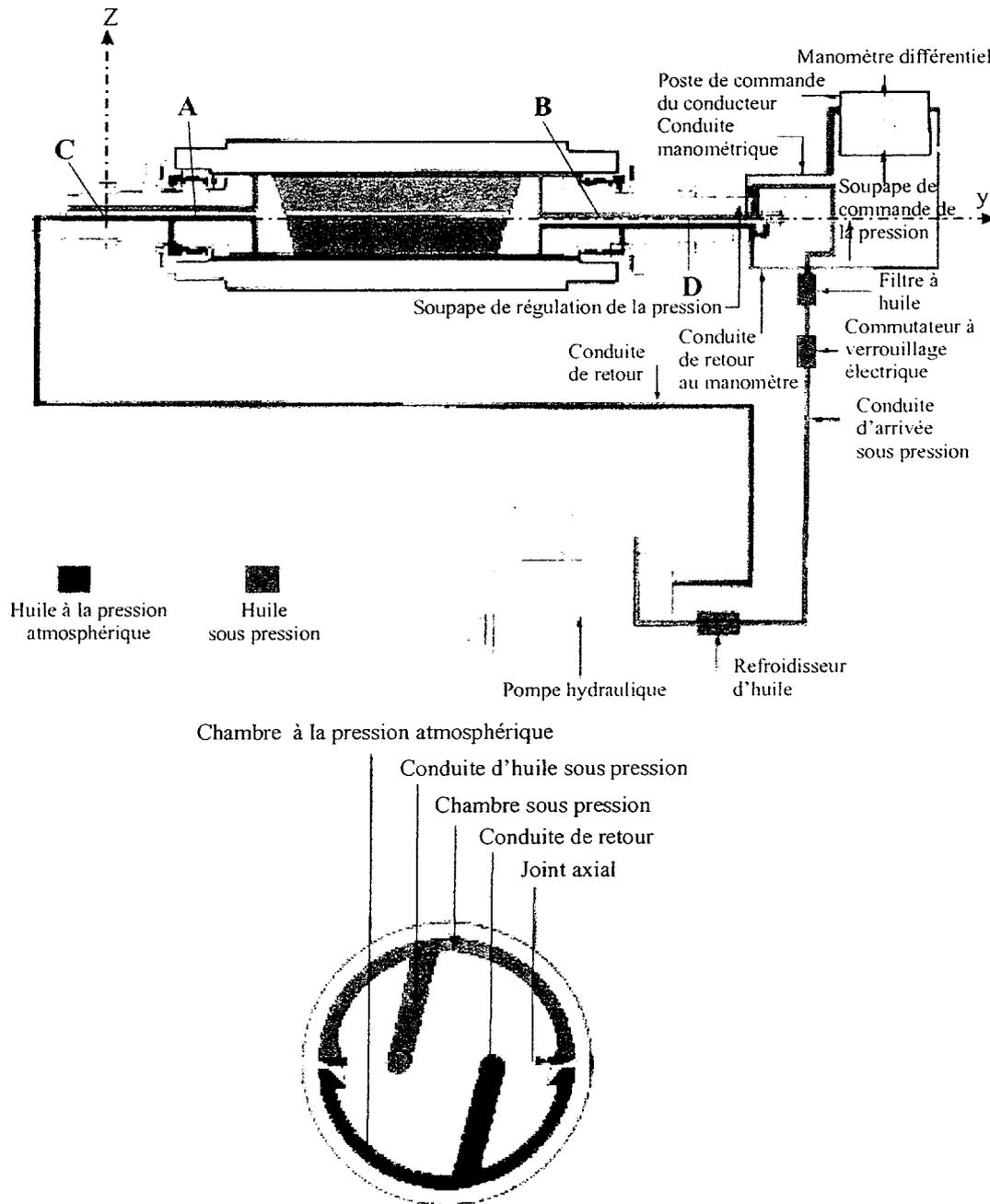
De par la présence des joints d'étanchéité, la chambre comprise entre l'enveloppe du rouleau et l'arbre est divisée en deux moitiés :
 la moitié supérieure est soumise à une pression d'huile
 la moitié inférieure est soumise à la pression atmosphérique.

Le contact entre la feuille de papier et l'extérieur de l'enveloppe du rouleau se traduit par une pression au niveau de la ligne de contact. Dans la partie étanche de la chambre (moitié supérieure), la pression d'huile s'ajuste jusqu'à ce qu'il y ait compensation. La pression de la feuille sur la ligne de contact est alors constante sur toute la largeur de la feuille sans qu'il soit nécessaire de bomber le rouleau comme avec des modèles classiques de rouleaux. La réaction à la pression interne est assurée par l'arbre fixe et transmise aux paliers d'extrémité à rotule, les paliers intérieurs à rouleaux servent uniquement au centrage et ne subissent aucune charge appréciable.

Une diminution ou une augmentation de la pression interne dans le rouleau engendre une convexité ou une concavité.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 4/19

Les deux schémas suivants présentent l'équipement hydraulique nécessaire au fonctionnement du rouleau :



Remarque : sur le schéma ci dessus, on précise :

- le repère $R=\{C, x,y,z\}$; y étant l'axe de révolution du rouleau flottant
- le point A : centre du palier à rouleaux côté conducteur
- le point B : centre du palier à rouleaux côté transmission
- le point C : centre du palier d'extrémité à rotule côté conducteur
- le point D : centre du palier d'extrémité à rotule côté transmission

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 5/19

TRAVAIL DEMANDE**DS1****CYLINDRE FLOTTANT (ou cylindre à bombé variable)**

Une opération de calandrage consiste à faire passer la feuille de papier entre plusieurs cylindres de différentes qualités. La charge linéaire appliquée sur la feuille doit être uniformément répartie sur toute la laize soit 5 m.

La valeur de cette charge peut être comprise entre 20 N/mm et 100 N/mm.

Afin de contrer les déformations des cylindres, un cylindre à bombé variable est installé sur la calandre. Seule la motorisation de ce cylindre est étudiée dans cette épreuve.

Etude structurelle**Analyse fonctionnelle - Document DR1 -**

R 1 - Identifier, à l'aide de couleurs distinctes, sur le plan d'ensemble en perspective, coupe selon le plan vertical, sens travers, les pièces ayant différentes vitesses de rotation.

R 2 - Préciser, dans l'ordre, les pièces qui transmettent le mouvement.

Arbre moteur, _____, cylindre flottant.

R 3 - Indiquer en rouge la zone soumise à la pression, en bleu la zone à la pression de retour d'huile.

Transmission - Réducteur à engrenages Document DR1 - Observer le document DT3 -

La motorisation du cylindre est assurée par un moteur électrique dont la fréquence de rotation est 1500 tr/min.

La vitesse de la feuille est de 500 m/min - Diamètre extérieure du cylindre 340 mm.

R 4 - Calculer dans ces conditions le rapport de transmission du réducteur.

R 5 - Le couple nécessaire à la motorisation du cylindre est de 5000 N.m au niveau de l'accouplement 4, calculer la puissance du moteur nécessaire à l'entrée du réducteur si le rendement de celui-ci est de 90%.

Etude du réducteur : Fonctionnalités du carter et du support fixe 19, Documents réponse DR2, DR3 et DR4.

R 6 - Repérer à l'aide de différentes couleurs, sur le dessin en perspective montrant partiellement les pièces 19, 30, 31, les surfaces cylindriques permettant de réaliser les conditions suivantes :

*Assurer la liaison pivot de l'arbre d'entrée – Rouge -

*Mettre en position la rotule statique 13 – Vert -

*Mettre en position les roulements 12 – Bleu -

R-7 - Compléter le dessin en perspective du carter 30 sur le document réponse DR3.

Compléter le dessin du carter seul : coupe AA, 1/ 2 vue de gauche sur le document réponse DR4.

Choix des rotules statiques Répondre sur feuille de copie

La poutre fixe est en liaison pivot d'axe yy' par rapport au bâti. Cette liaison est réalisée par :

- une rotule statique immobilisée en translation, coté transmission : liaison rotule de centre C,
- une rotule statique libre en translation coté conducteur : liaison linéaire annulaire de centre D, de direction yy'

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 6/19

R 8 - Relever sur le document DT2 les résultats de l'étude de Résistance Des Matériaux : Actions en C et D, angle de rotulage, déplacement axial de la liaison linéaire annulaire sous l'effet de la variation de température.

R 9 - Proposer une valeur pour le jeu axial de la rotule en liaison linéaire annulaire en D.

Vérification de la pression de matage, au contact de la portée sphérique d'une rotule.

Pour obtenir un film d'huile entre les surfaces sphériques, le constructeur préconise une pression de matage maximum égale à 80 N/mm^2 .

R 10 - Calculer la pression réelle. Cette valeur est elle convenable ? Répondre sur le document DR5

Remarque : pour ce calcul, la surface de contact considérée est égale à celle d'un cylindre de 26 mm de largeur et 150 mm de diamètre (voir schéma document réponse DR5)

Montage de la rotule - coté conducteur - Document DR6 -

R 11 - Représenter le sous ensemble rotule, montée dans son palier en liaison linéaire annulaire -

Pour cela, le candidat doit assembler les différentes pièces données séparément selon la coupe AA Palier, rotule, arbre fixe (partiel), couvercles d'arrêt en translation, vis de fixation.

Utiliser pour représenter le montage les documents DT5 (Représentation des pièces) et DR6 (Calque pré imprimé).

Prévoir le graissage de la rotule. (Montage du graisseur)

Vérification de la durée de vie du roulement Carb Sur feuille de copie.

La dilatation de la virole, suivant le sens travers, provoque le déplacement du roulement assurant la liaison linéaire annulaire. En théorie ce phénomène n'est pas gênant. En réalité ces déplacements étant importants et quelquefois brutaux, cela provoque une usure prématurée des roulements qui assurent le positionnement axial (coté transmission en particulier). Solution proposée : roulements Carb.

R12 -Relever, sur le document DT2, le déplacement de la liaison incriminée. (Liaison linéaire annulaire)

R13 - Calculer la durée de vie du roulement Carb.

Données

Fréquence de rotation : à calculer pour une vitesse de la feuille de 500 m/min et un diamètre du cylindre de 340 mm..

Charge radiale sur un roulement 250 000 N.

Caractéristiques du roulement choisi : Charge de base dynamique : $C = 1\,380\,000 \text{ N}$.

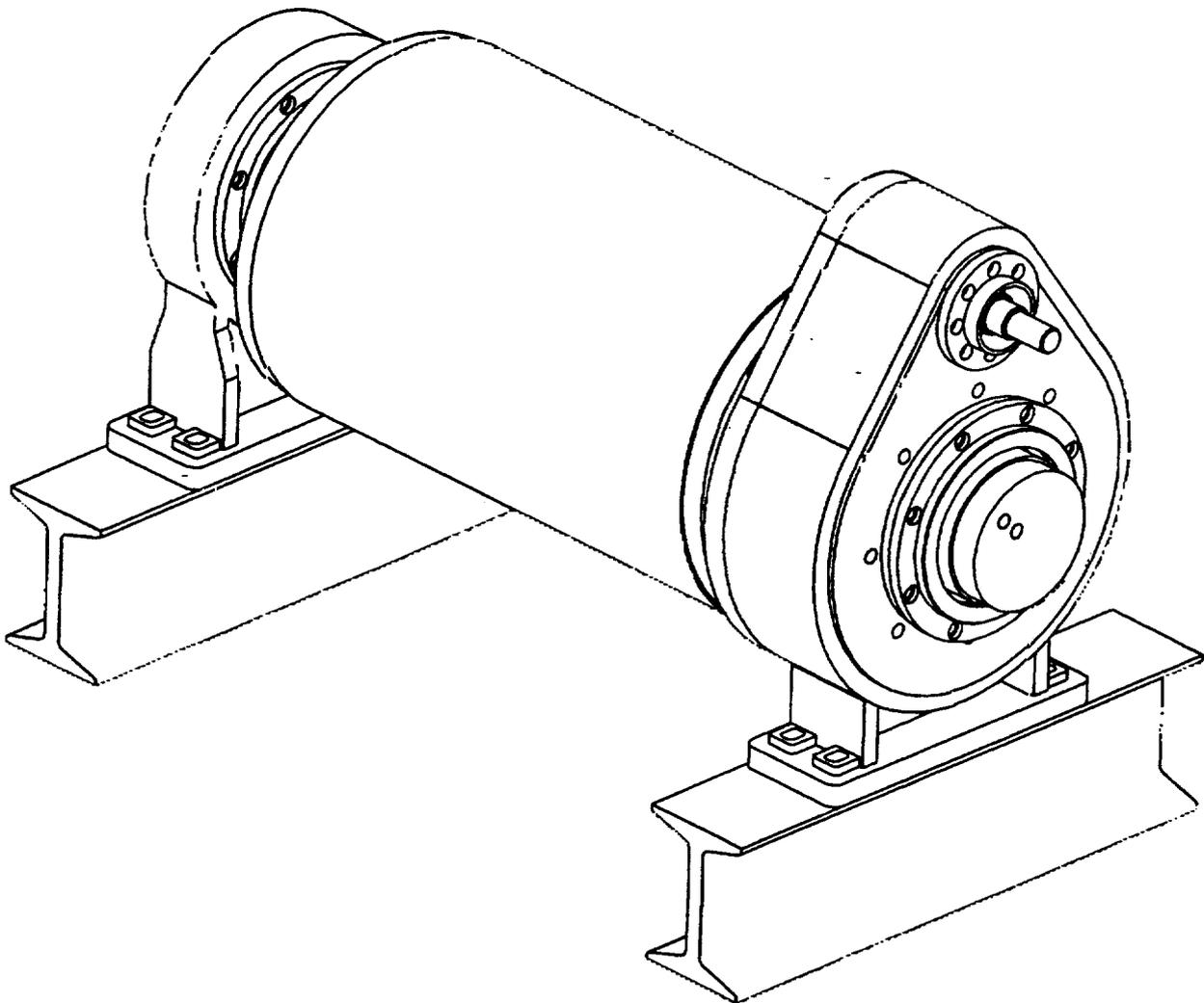
Méthode de calcul

La résolution sera faite, en utilisant la méthode de calcul des roulements à rouleaux sphériques.

Charge équivalente $P =$ charge radiale (ce roulement ne subit pas de charge axiale).

Calculer C/P et utiliser l'abaque du document DT6 pour déterminer la durée de vie.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 7/19



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 8/19

Modèle : on isole la poutre fixe.



Abscisse en m 0 0.25

5.25 5.5

Matériau

Nom du matériau = Acier 45 SCD6
 Module d'Young = 220000 MPa
 Masse volumique = 7850 kg/m³
 Limite élastique = 1450 MPa
 Coefficient de dilatation : $1,3 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{K}$

Noeuds [m]

Noeud 1 : y = 0.000
 Noeud 2 : y = 0.250
 Noeud 3 : y = 5.250
 Noeud 4 : y = 5.500

Section(s) droite(s)

Noeud 1 --> Noeud 4
 Rond plein : Diamètre = 280,00 mm
 Aire = 615,75 cm²
 Moment quadratique : $I_x = 30171,86 \text{ cm}^4$
 Module élastique : $W_x = 2155,13 \text{ cm}^3$
 Poids de la structure = 26585,10 N

Liaison(s) nodale(s)

Noeud 1 : dx = dy = dz = 0
 (liaison rotule de centre C)
 Noeud 4 : dx = dy = 0
 (liaison linéaire annulaire d'axe (D,y))

Charge(s) nodale(s) [daN , daN.m]

Noeud 2 : $Z_A = -25395$
 Noeud 3 : $Z_B = -25395$
 Le poids propre est pris en compte
 Variation de température : 100°C

Déplacements nodaux [mm , radian]

Noeud	Flèche	Pente
1	0.000000	-0.003015
2	-0.743402	-0.002890
3	-0.743402	0.002890
4	0.000000	0.003015

Déplacement max. sur y : -18,8 mm à y = 0 m

Déplacement max. sur y : -4.48 mm à y = 2.75 m

Efforts intérieurs [daN daN.m MPa]

Tz = Effort tranchant Mfx = Moment
 fléchissant σ_{yy} = Contrainte normale

Noeud	Tz	Mfx	σ_{yy}
1	-26724.27	-0.00	-0.00
2	-26603.41	6665.96	30.93
2	-1208.41	6665.96	30.93
3	1208.41	6665.96	30.93
3	26603.41	6665.96	30.93
4	26724.27	0.00	0.00

Moment flechissant maximal
 9173.39 daN.m à 2.75 m

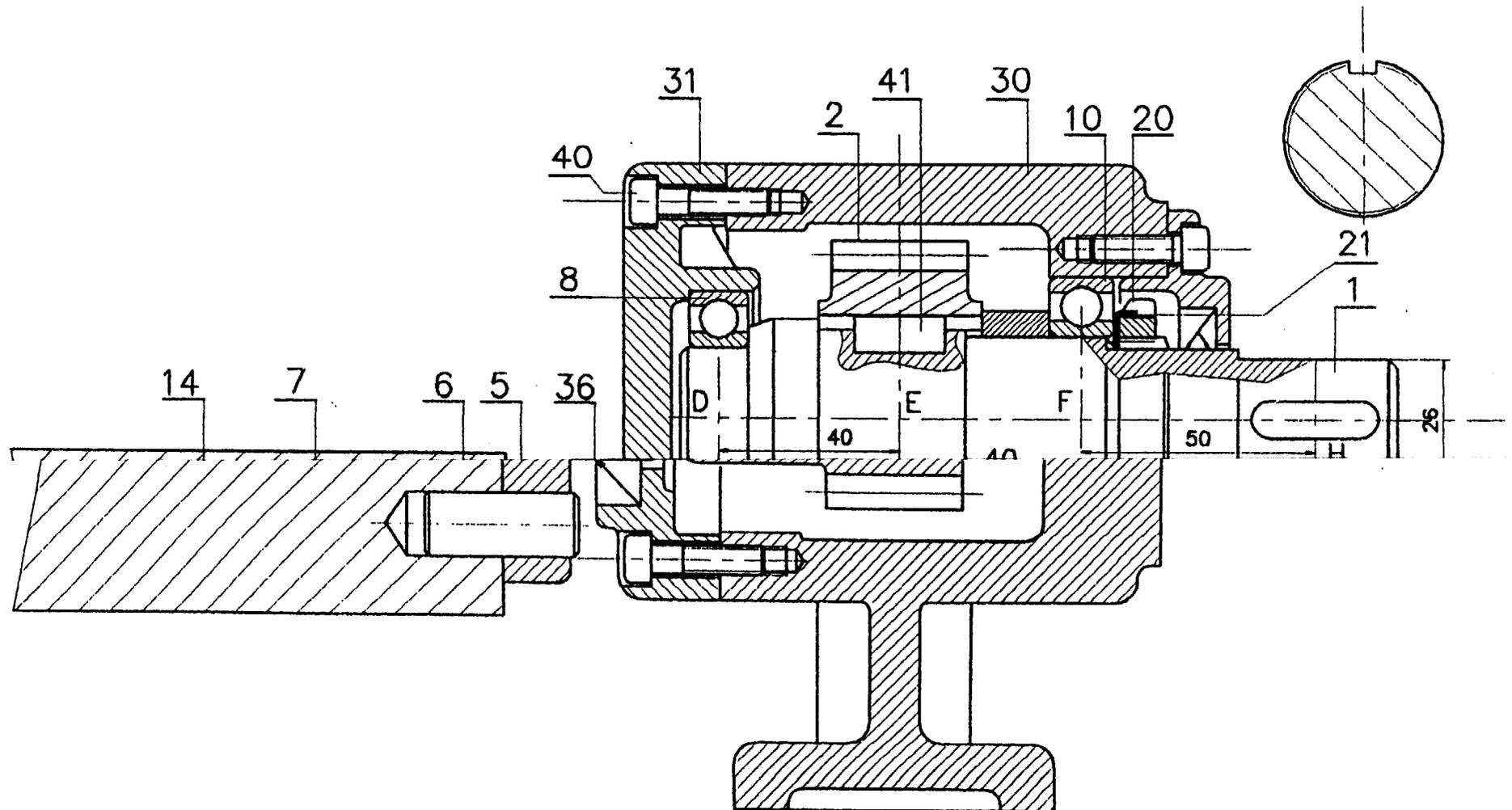
Contrainte normale maximale
 37.94 MPa à 2.75 m

Action(s) de liaison [daN daN.m]

Noeud 1 $Z_C = 26724.25 \text{ daN}$
 Noeud 4 $Z_D = 26724.25 \text{ daN}$

RESULTATS

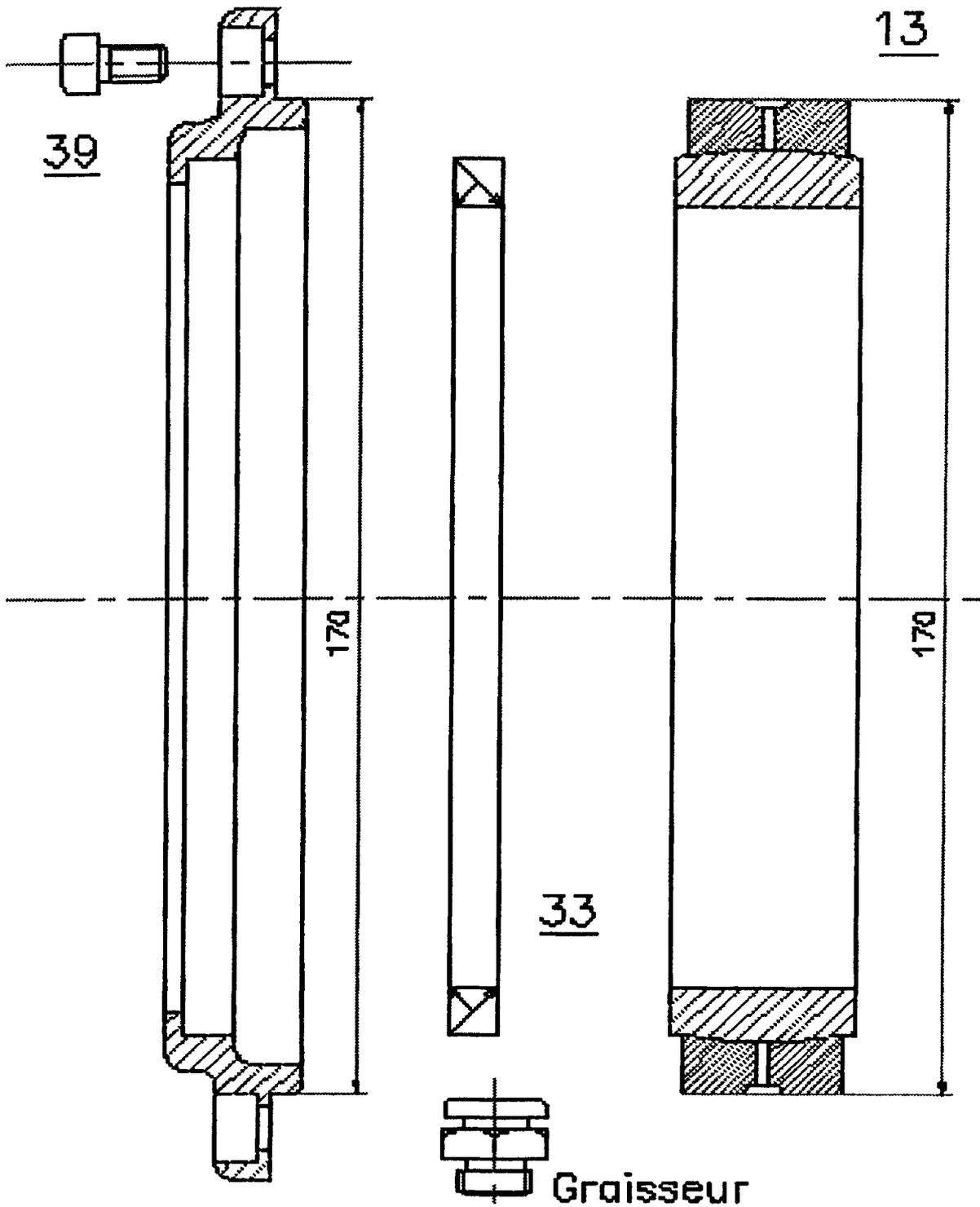
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 9/19



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 10/19

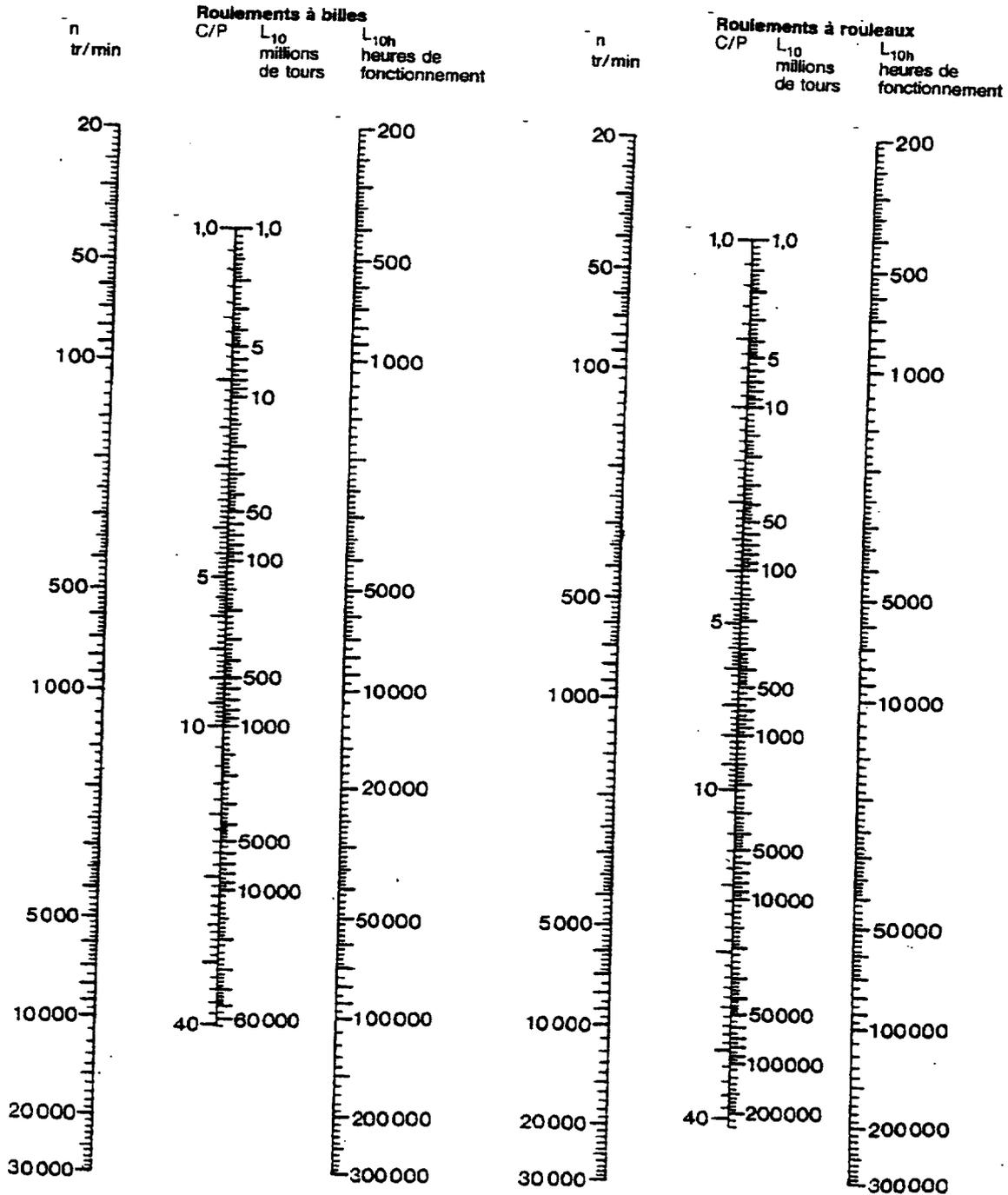
41	1	Anneau élastique pour la Rotule	Pour Arbre	Coté transmission
40	10	Vis		
39	8	Vis		
38	8	Vis		
37	1	Joint d'étanchéité		
36	1	Joint à lèvre entre 5 et 31		
35	2	Anneaux élastiques		
34	1	Entretoise		
33	1	Joint à lèvre		
32	1	Cale de réglage entre 16 et 19		
31	1	Couvercle		
30	1	Carter du réducteur		
21	1	Rondelle frein		
20	1	Ecrou SKF		
19	1	Boîtier		
18	1	Boîtier		
17	8	Vis		
16	1	Boîtier		
15	1	Poutre fixe		
14	1	Virole		
13	2	Rotules		
12	2	Roulements – 180 x 225 x 22 -		
11	1	Entretoise		
10	1	Roulement – 35 x 62 x 14 -		
9	8	Rondelles pour vis 17		
8	1	Roulement – 30 x 55 x 13 -		
7	2	Roulements type Carb		
- 6 -	2	Doigts de cisaillement		
- 5 -	1	Support de virole		
- 4 -	1	Accouplement		
- 3 -	1	Roue dentée		
- 2 -	1	Roue dentée		
- 1 -	1	Arbre moteur		
Rep -	Nombr	Désignation -	Matière	Observation
	e			

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 11/19

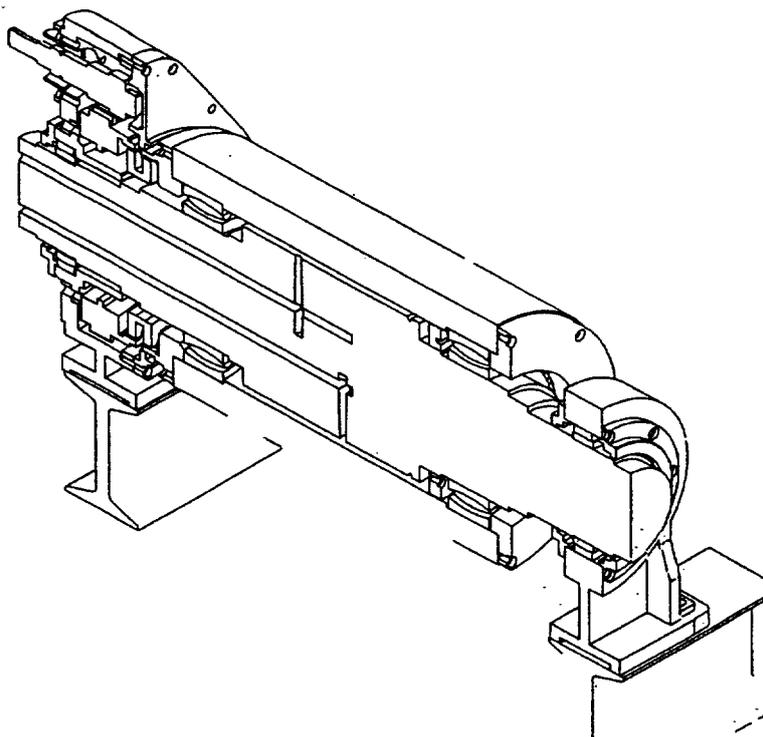


BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 12/19

Abaque de calcul de la durée



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 13/19

Transmission - Réducteur à engrenages

R 1 - Identifier, à l'aide de couleurs distinctes, sur le plan d'ensemble en perspective, coupe selon le plan vertical, sens travers, les pièces ayant différentes vitesses de rotation :

R 2 - Préciser, dans l'ordre, les pièces qui transmettent le mouvement.

Arbre moteur 1, , cylindre flottant 14.

R 3 - Indiquer en rouge la zone soumise à la pression, en bleu la zone à la pression de retour d'huile.

La motorisation du cylindre est assurée par un moteur électrique dont la fréquence de rotation est 1500 tr/min.

La vitesse de la feuille est de 500 m/min - Diamètre extérieure du cylindre 340 mm.

R 4 - Calculer dans ces conditions le rapport du réducteur

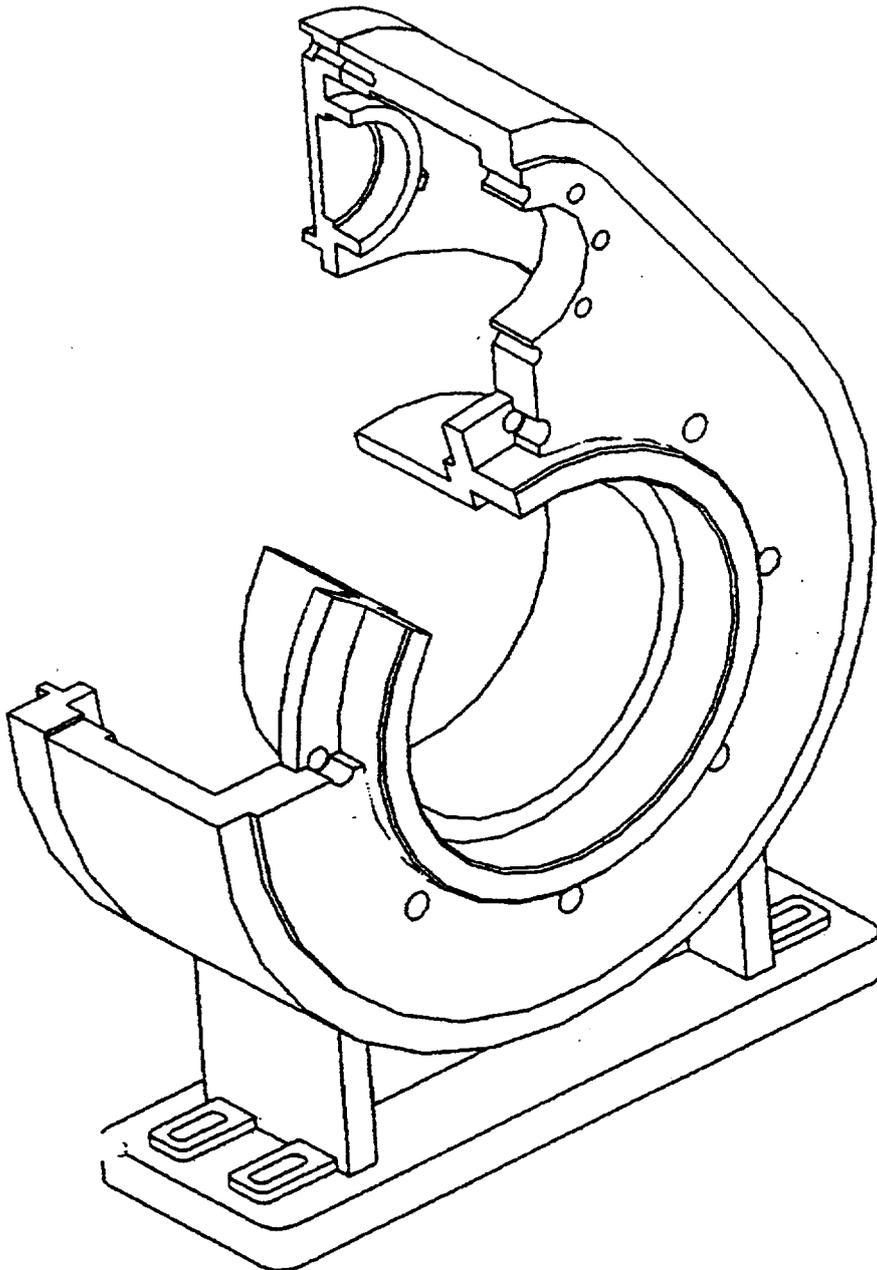
R 5 - Le couple nécessaire à la motorisation du cylindre est de 5000 N.m, calculer la puissance du moteur nécessaire à l'entrée du réducteur si le rendement de celui-ci est de 90%.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 14/19

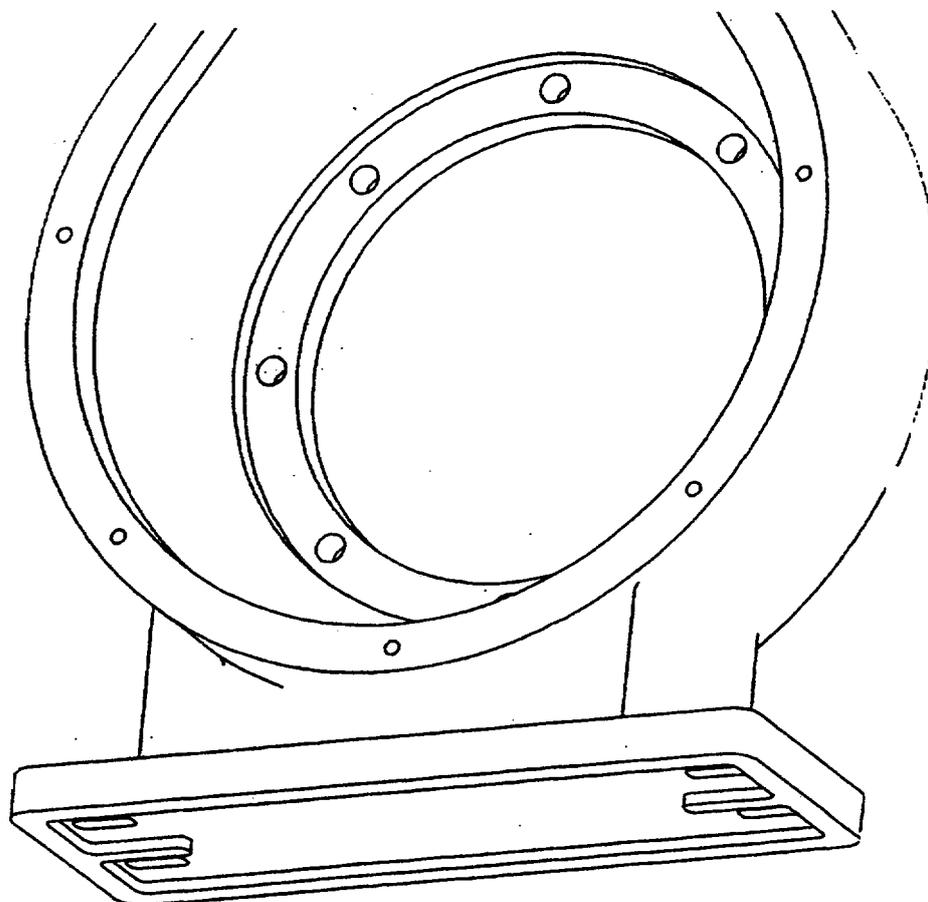
Etude du réducteur : Fonctionnalités du carter et du support fixe 19

R 6 -Repérer à l'aide de différentes couleurs, sur le dessin en perspective montrant partiellement les pièces 19, 30, 31, les surfaces cylindriques permettant de réaliser les conditions suivantes :

- *Assurer la liaison pivot de l'arbre d'entrée – Rouge -
- *Mettre en position la rotule statique – Vert -
- *Mettre en position les roulements 12 – Bleu

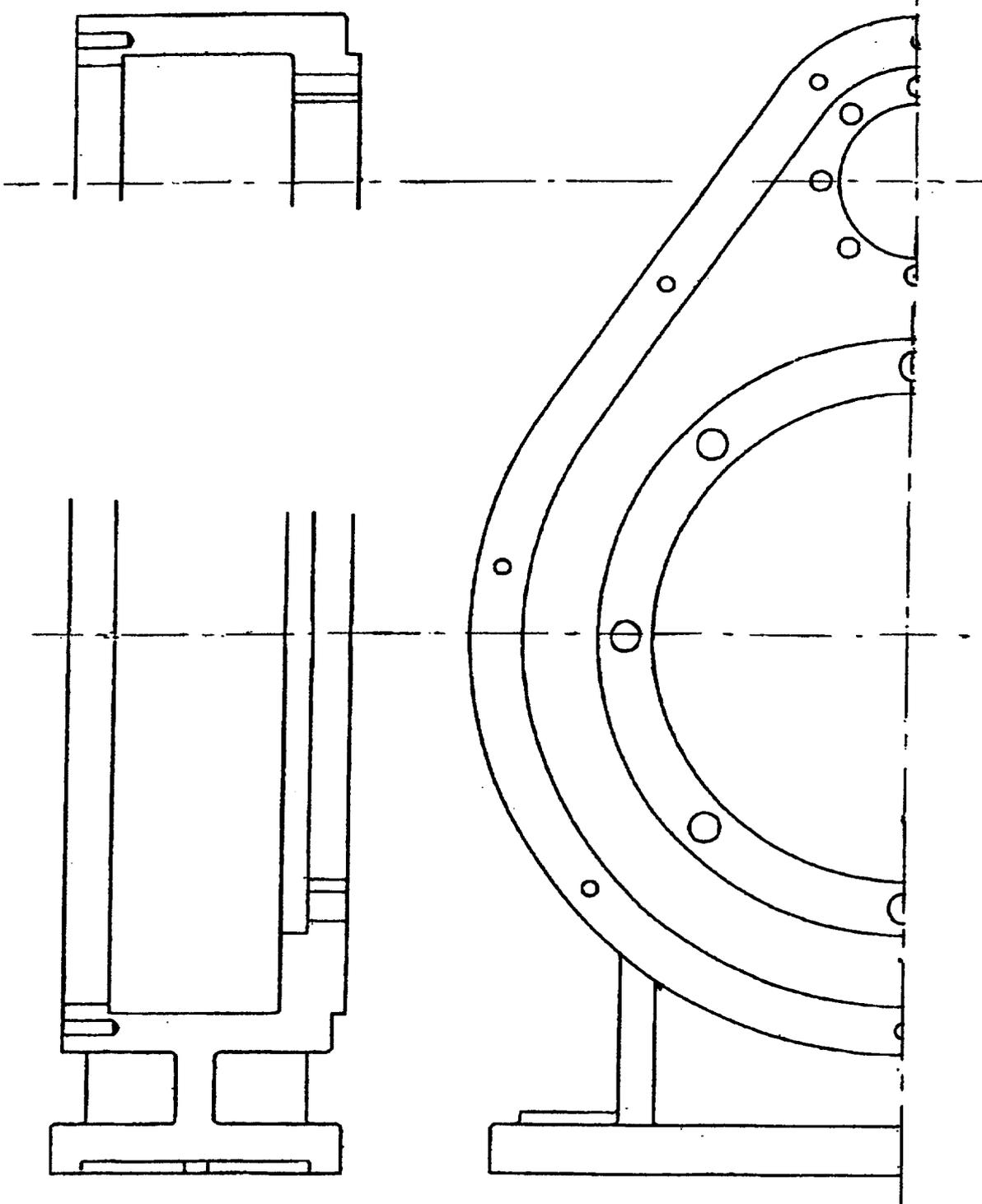


BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 15/19

R 7 Compléter le dessin en perspective

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 16/19

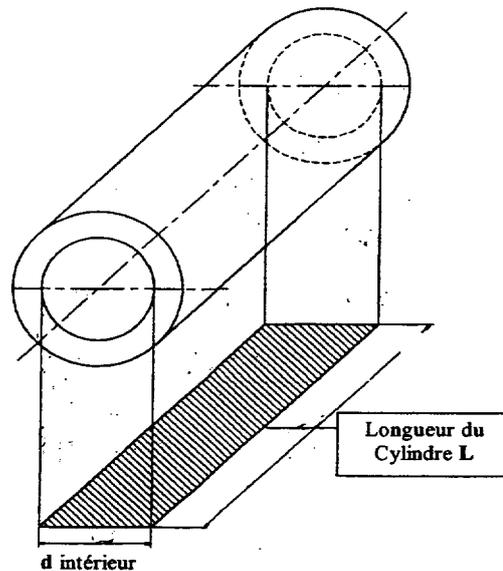
R 7 Compléter le dessin du carter seul : Coupe A A, ½ vue de gauche,



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 17/19

R 8 - Relever sur le document DT2 les résultats de l'étude de Résistance Des Matériaux : Actions en C et D, angle de rotulage, déplacement axial de la liaison linéaire annulaire sous l'effet de la variation de température.

R 9 - Proposer une valeur pour le jeu axial de la rotule en liaison linéaire annulaire en D.



Rappel

Pour déterminer la résultante des forces dues à la pression p à l'intérieur d'un cylindre :

$$F = p S$$

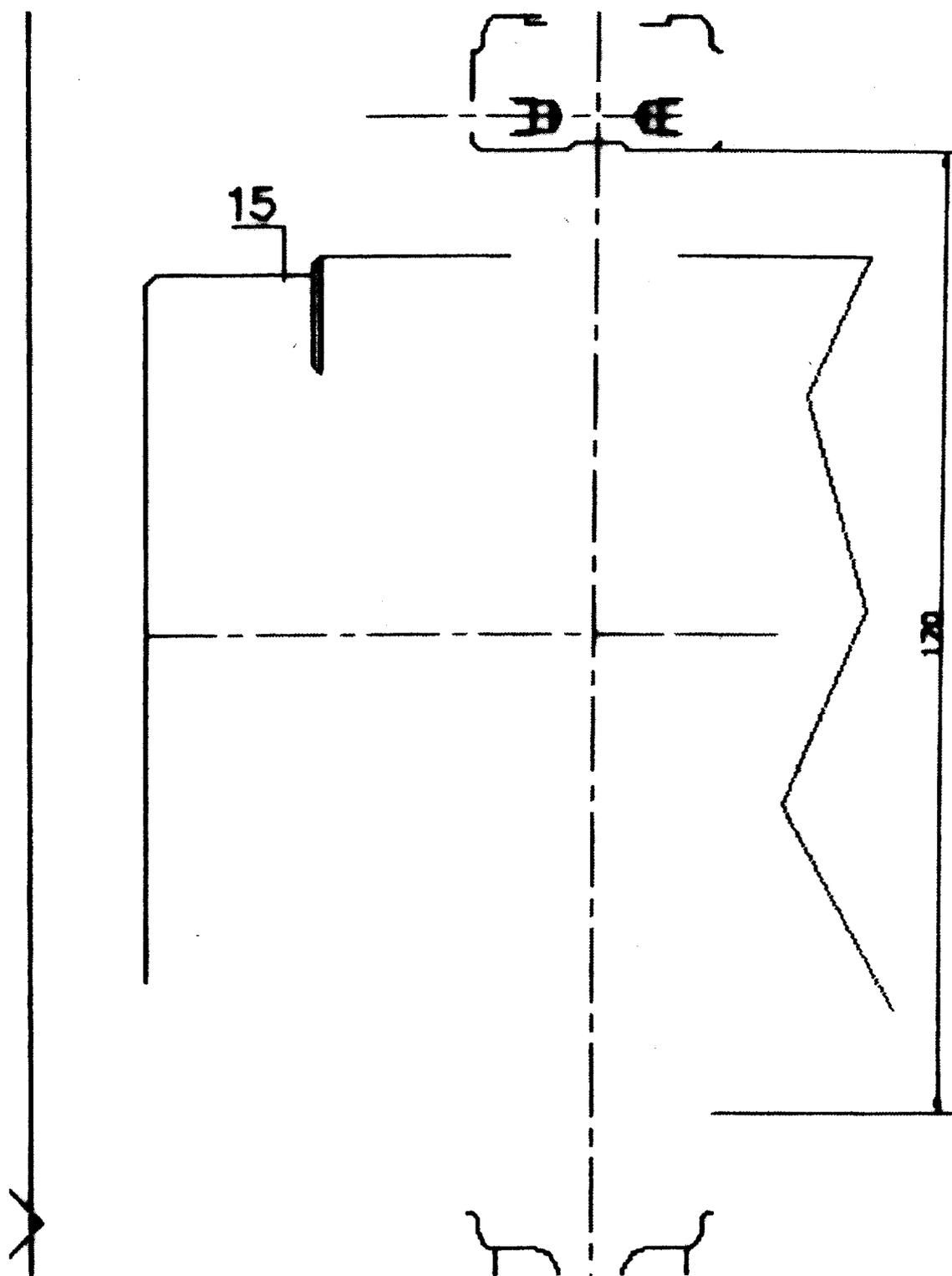
Il faut calculer la surface projetée de l'intérieur du cylindre $S = d_{\text{intérieur}} \cdot L$

Vérification de la pression au matage

R10 – Calculer la pression réelle - Cette valeur est elle convenable ?

Remarque : La surface de contact considérée est égale à celle d'un cylindre de 26 mm de largeur et de 150 mm de diamètre

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 18/19



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2004
Epreuve U42 - Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : ITEDI		Page 19/19