

Session 2002

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

Sous-épreuve U41 : ANALYSE DU COMPORTEMENT D'UN MECANISME

Durée : 3 heures

Coefficient : 2,5

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.

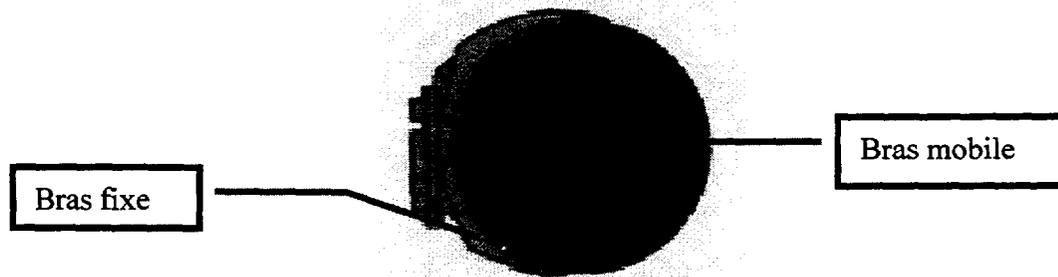
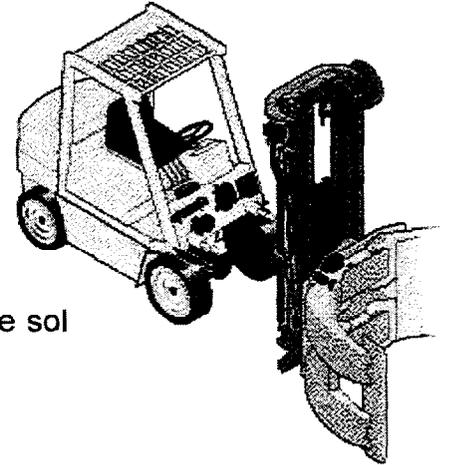
Un seul document réponse est à rendre avec la copie
DR1

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 1/20

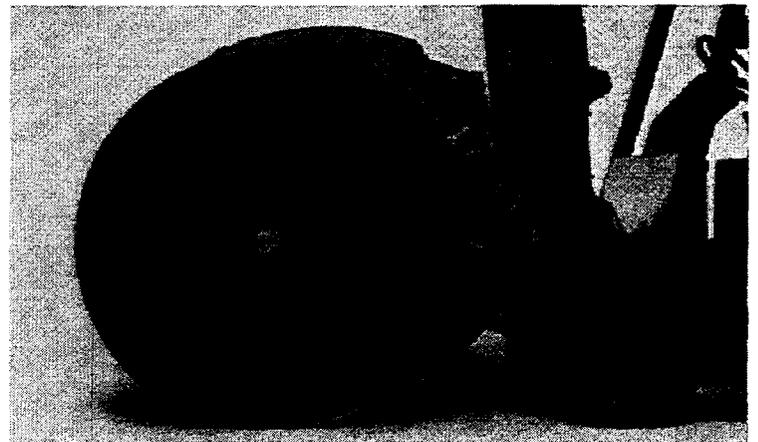
PRESENTATION DE LA PINCE A BOBINE

Le thème de l'étude est une pince à bobine. Cette pince est utilisée pour manipuler des bobines de différents diamètres. Un module de rotation (rotateur) permet de prendre les bobines "en roule" (grand axe horizontal) et de les déposer verticalement.

La pince étudiée sera une pince à bobine à un seul bras mobile. C'est le modèle le plus utilisé en papeterie car le bras fixe (le bras court) permet de ramasser les bobines à plat sur le sol sans problème de positionnement.



La manipulation des bobines de papier est une activité importante de l'industrie papetière. La grande quantité de manipulations de chaque bobine de papier peut entraîner des désordres ou des dommages.



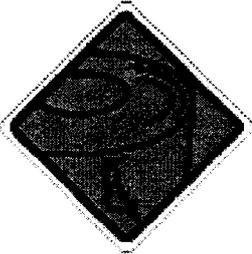
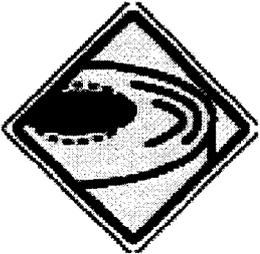
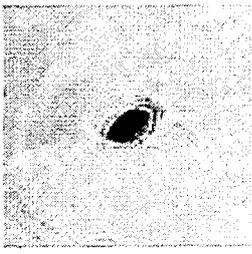
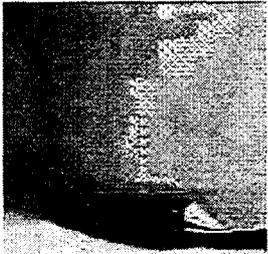
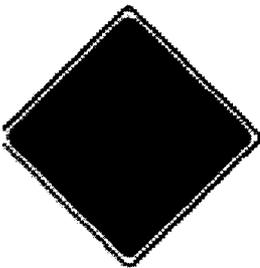
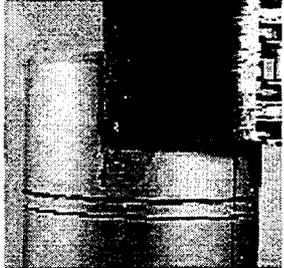
Ramassage d'une bobine "en roule" (au sol).

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 2/20

Les dommages les plus fréquemment rencontrés sont aux nombres de quatre. La réduction des défauts entraînera une réduction de la non-qualité due aux manipulations.

Après analyse des défauts, nous pourrons en partenariat avec un fabricant d'accessoire de chariot élévateur, résoudre un certain nombre de problèmes que l'industrie papetière éprouve depuis des années.

Les dommages les plus fréquemment rencontrés sont les suivants :

	<p>Eviter les déchirures et les éraflures</p> <p>- contrôle de la force de serrage, patins de contact spécifique à l'application, contrôle de rotation, contrôle d'inclinaison</p>	
	<p>Eviter les faux ronds et l'écrasement du mandrin</p> <p>- Limiteur de pression, contrôle de la force de serrage</p>	
	<p>Eviter la détérioration des bordures</p> <p>- contrôle de rotation, contrôle d'inclinaison</p>	
	<p>Eviter la chute des bobines</p> <p>- contrôle de la force de serrage</p>	

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA	Page 3/20	

On s'aperçoit que les défauts sont dus principalement à

- Un défaut dans l'effort de serrage
- Un défaut de positionnement de la bobine

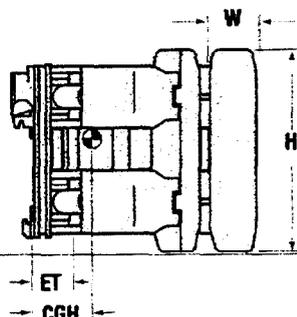
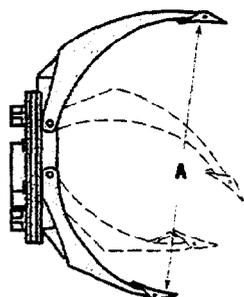
L'étude portera donc sur la pince et les défauts associés puis la seconde partie abordera le rotateur (système permettant la rotation de la pince) et les problèmes de positionnement de la bobine par rapport au sol.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 4/20

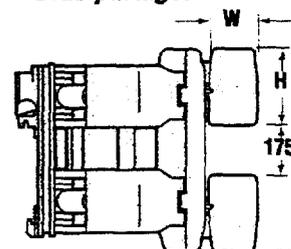
CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Pinces à bobines

Modèle 77F



Bras partagés



360° Rotative

Modèle	Capacité à diamètre max. des bobines kg	Diamètre admissible mm A	Perte de centre de charge mm ET	Centre de gravité mm CGH	Masse kg	Dimensions des patins mm HxW	Classe d'accrochage ISO-2328	Angle de montage	Prix unit. Frs.
77F-RCF-B606	4000	560-1300		285	1115				121.930
77F-RCP-B605		250-1300		285	1115				127.070
77F-RCF-B602	3500	560-1600		310	1190				109.820
77F-RCP-B601		250-1600	198	310	1190	1015x255	3A	2°	114.970
77F-RCF-B604	2800	630-1830		343	1280				120.590
77F-RCP-B603		350-1830		343	1280				125.760
77F-RCF-B608	2500	800-2030		390	1385				130.120
77F-RCP-B607		635-2030		390	1385				135.300

Bras partagés

77F-RDF-B606	4000	560-1300		314	1105				127.780
77F-RDP-B605		250-1300		314	1105				132.940
77F-RDF-B602	3500	560-1600	198	319	1180	2x(420x255)	3A	2°	115.800
77F-RDP-B601		250-1600		319	1180				120.840
77F-RDF-B604	2800	630-1830		352	1270				126.350
77F-RDP-B603		350-1830		352	1270				131.500

Notes

- ▶ RCF-RDF sont modèles avec le bras court fixe.
- ▶ RCP-RDP sont modèles avec le bras court positionnable.
- ▶ Classe d'accrochage 4 disponible - Consulter Cascade.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 5/20

PINCE

Pince N° : 77F-RCF-B602
Pression recommandée : 14 MPa (140 bar)
Pression maximale : 16 MPa (160 bar)
Patin pour papier Kraft

Vérin hydraulique :
Ø piston : 100 mm
Ø tige : 38 mm

Ø axe des bras : 44 mm
Ø axe des vérins : 32 mm

ROTATEUR

Vitesse de rotation : 4,1 tr/min
Couple moteur rotateur : 9630 Nm à 14 MPa

Vis sans fin : 1 filet
Roue tangente: $Z_r = 32$ dents
Pignon : $Z_p = 13$ dents
Couronne : $Z_c = 90$ dents

Moteur : Eaton série H
Cylindrée : $2,8 \text{ cm}^3/\text{tr}$
Fréquence de rotation : 914 tr/min
Couple maximum : 73 Nm

Rendements :
Roue / vis sans fin : $\eta = 0,7$
Pignon / couronne : $\eta = 0,85$

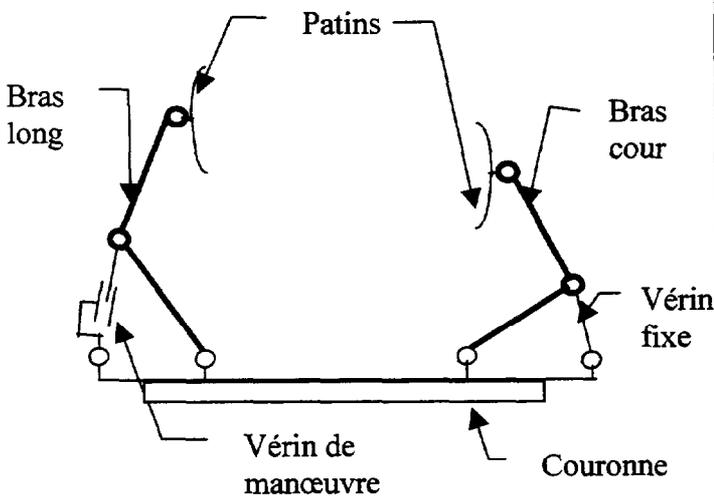


Schéma cinématique minimal de la pince rotateur

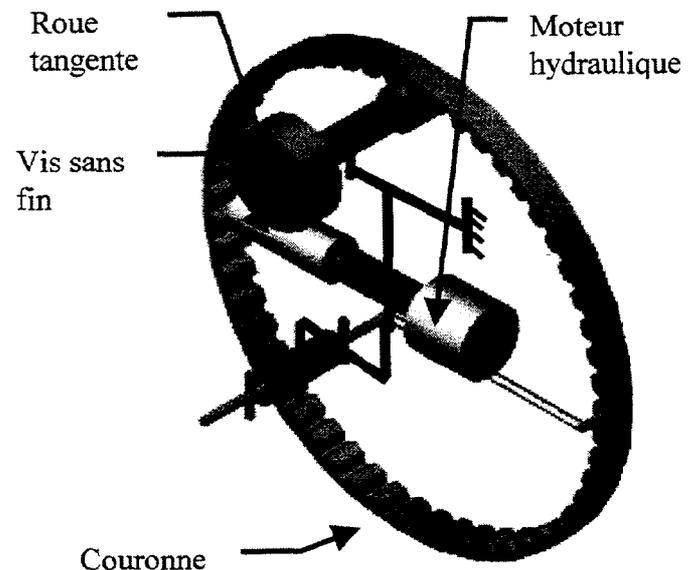
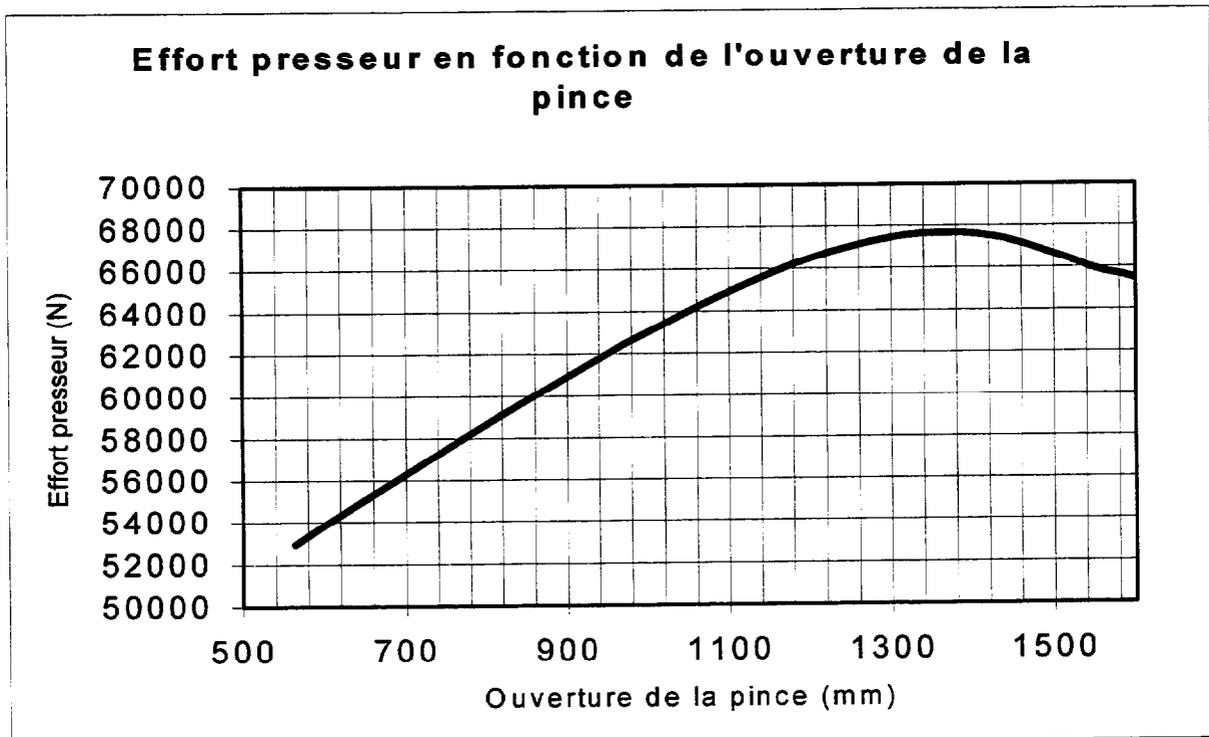


Schéma cinématique minimal du rotateur

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 6/20

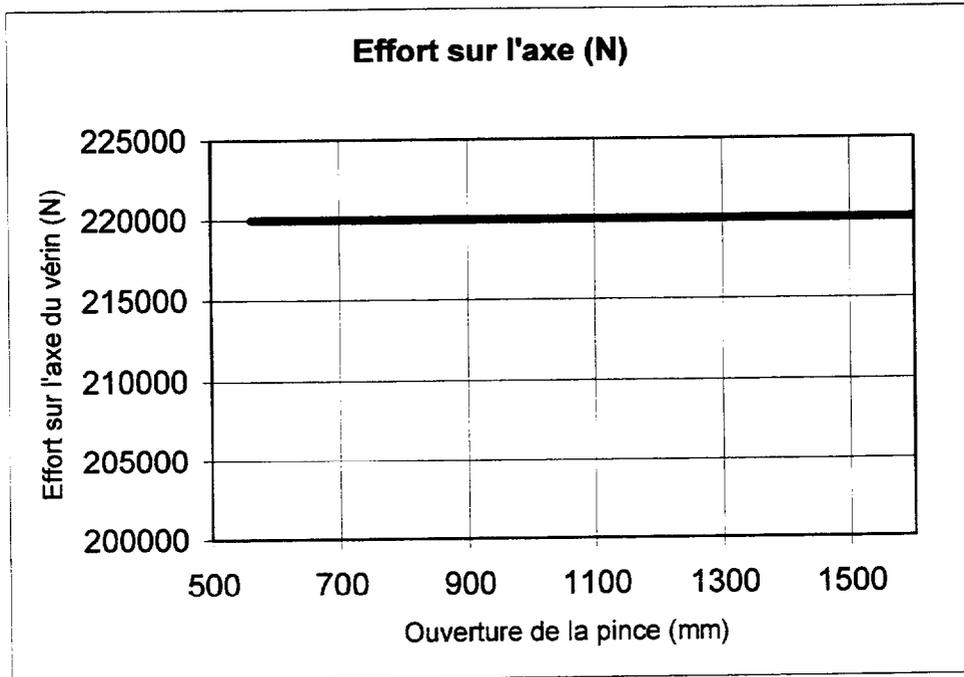
RESULTATS DE SIMULATIONS INFORMATIQUES

Efforts de serrage entre les pinces en fonction de l'ouverture de la pince.

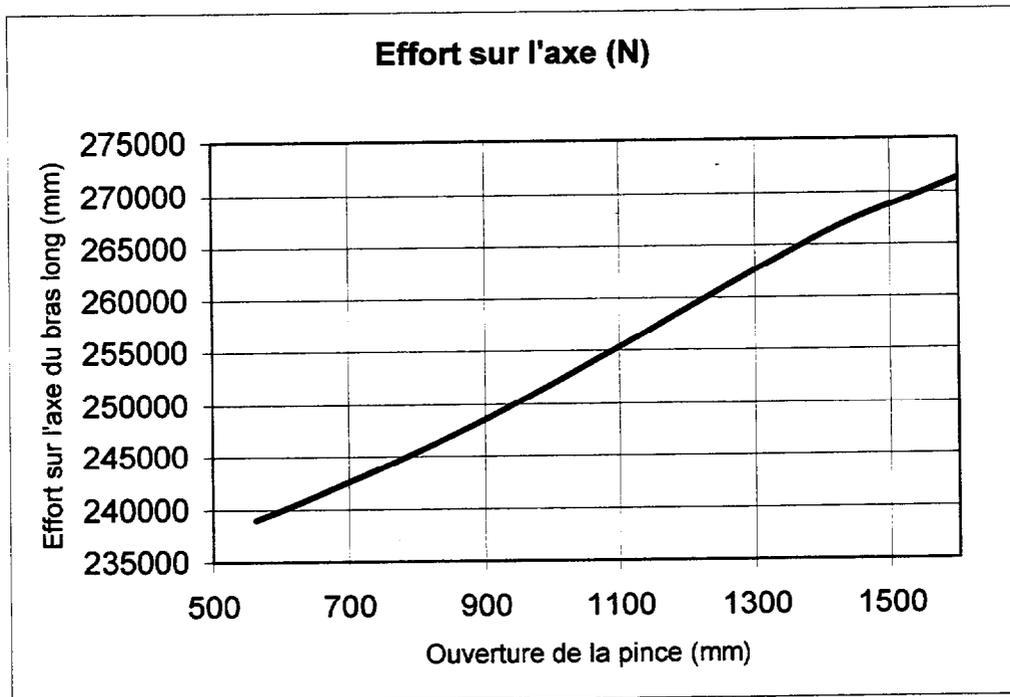


BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 7/20

Efforts sur les axes des vérins en fonction de l'ouverture de la pince.



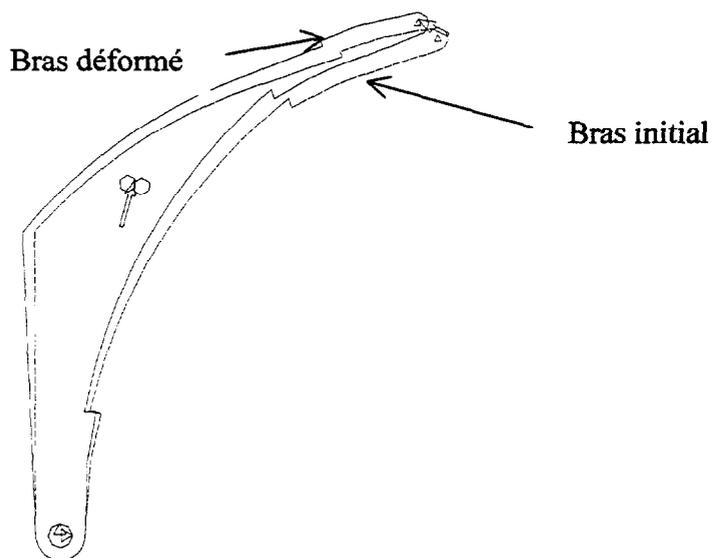
Efforts sur les axes du bras long en fonction de l'ouverture de la pince.



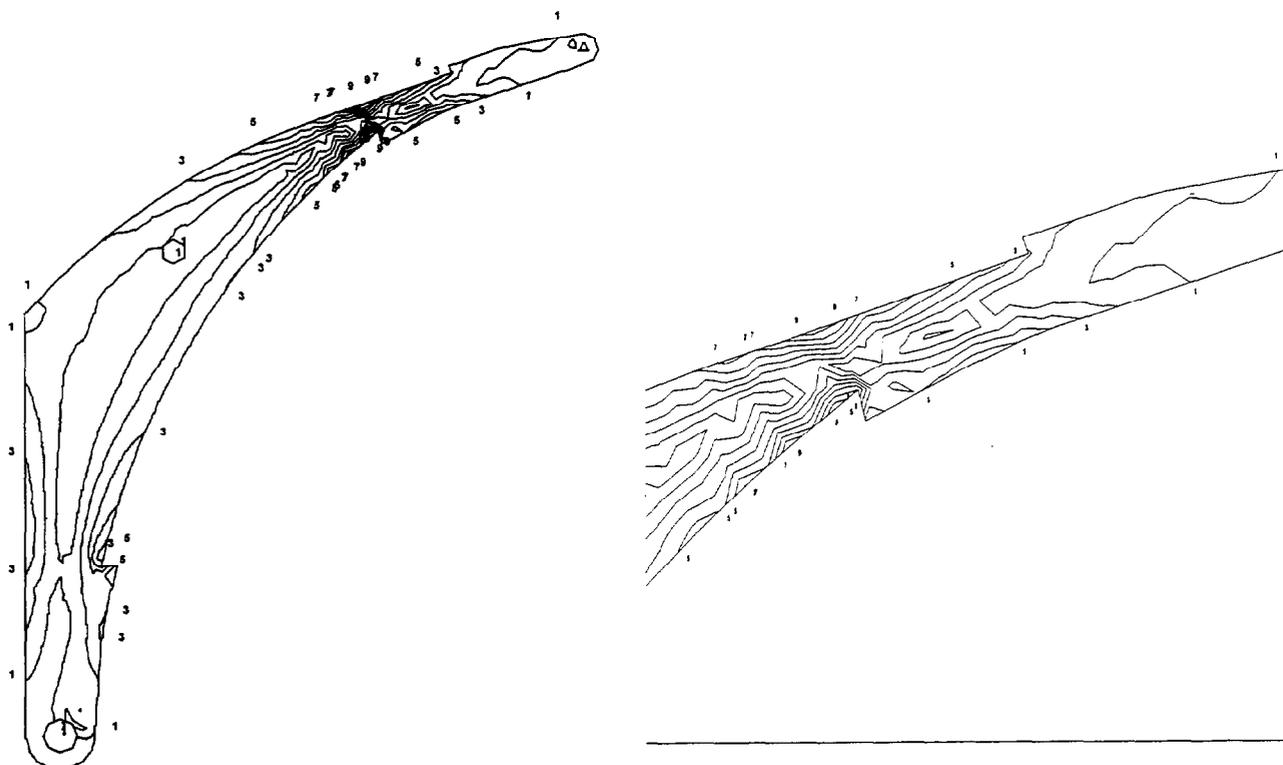
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 8/20

RESULTATS DE SIMULATIONS INFORMATIQUES

Déformation du bras



Contrainte dans le bras



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 9/20

FORMULAIRE

CINÉMATIQUE

Équations générales du mouvement de rotation :

$$\begin{cases} \omega' = Cte \\ \omega = \omega' t + \omega_0 \\ \theta = \frac{1}{2} \omega' t^2 + \omega_0 t + \theta_0 \end{cases}$$

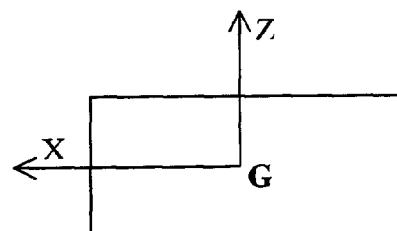
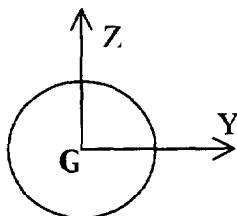
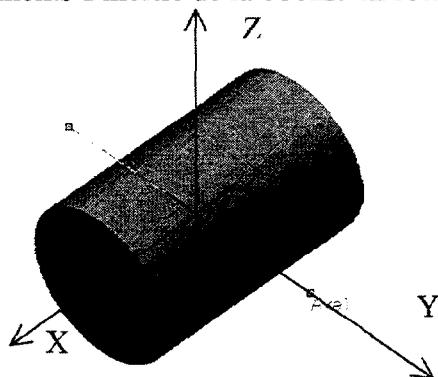
Avec :
 ω' : accélération en rad.s^{-2}
 ω : vitesse en rad.s^{-1}
 θ : distance parcourue en rad

$\theta_0 ; \omega_0$: conditions initiales

DYNAMIQUE

Moment d'inertie de la bobine :

Moments d'inertie de la bobine en rotation autour de l'axe :



Axe X : $J_x = \frac{MR^2}{2}$

Axe Y : $J_y = \frac{MR^2}{4} + \frac{ML^2}{12}$

Axe Z : $J_z = \frac{MR^2}{4} + \frac{ML^2}{12}$

Avec :
 J. en kg.m^2
 M : masse de la bobine (kg)
 R : rayon extérieur de la bobine (m)
 L : longueur de la bobine (m)

Principe fondamental de la dynamique appliqué à un solide en rotation autour d'un axe fixe :

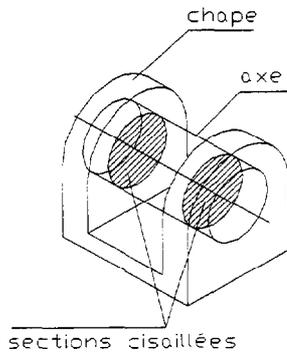
Équation des moments dynamiques projetée sur l'axe de rotation Oy :

$$M_{Oy, Fmoteurs} - M_{Oy, Frésistants} = J_{S, Oy} \times \omega'$$

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 10/20

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

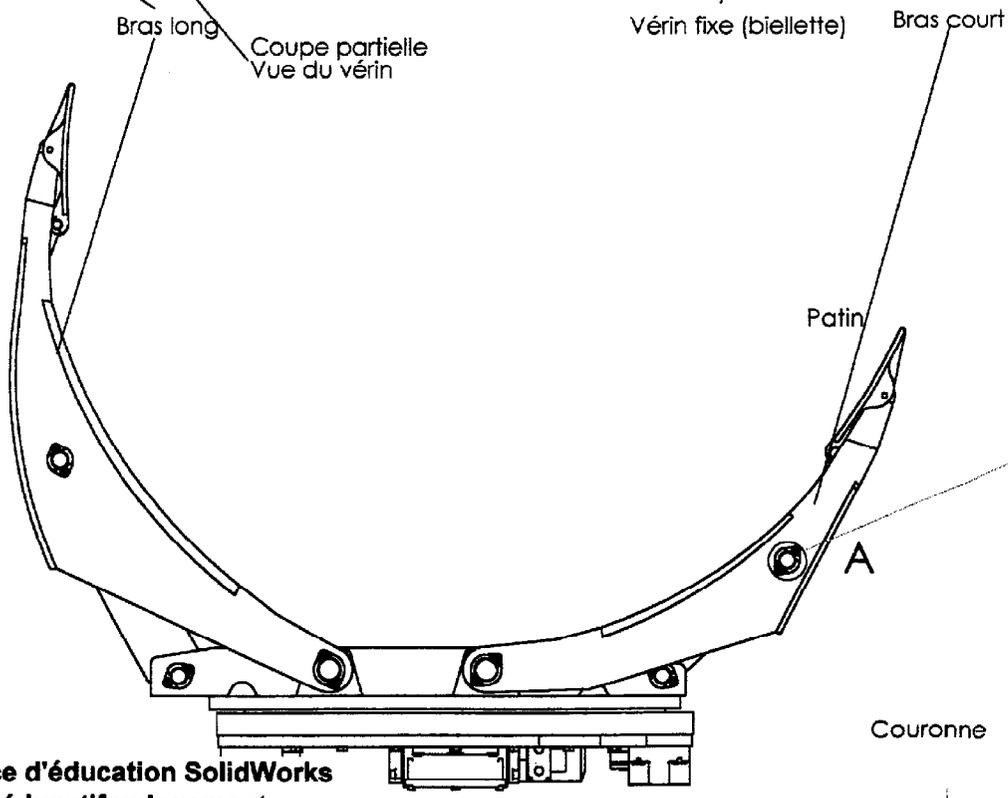
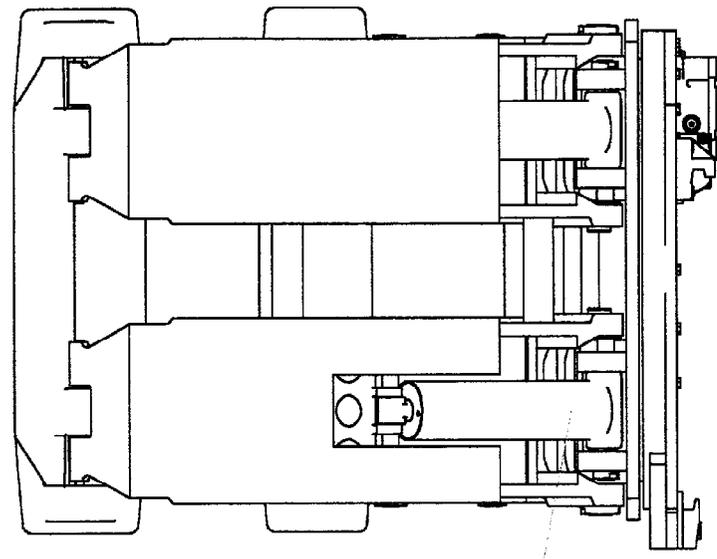
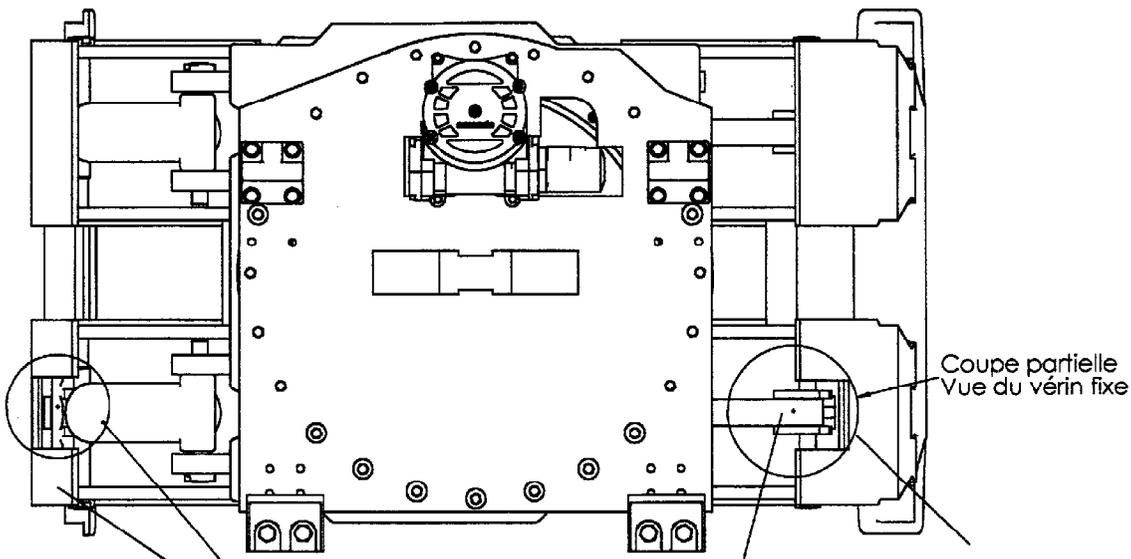
Articulation en chape: sections cisillées:



Condition de résistance au cisaillement:

$$\frac{T}{S_{\text{cisillée}}} < \tau$$

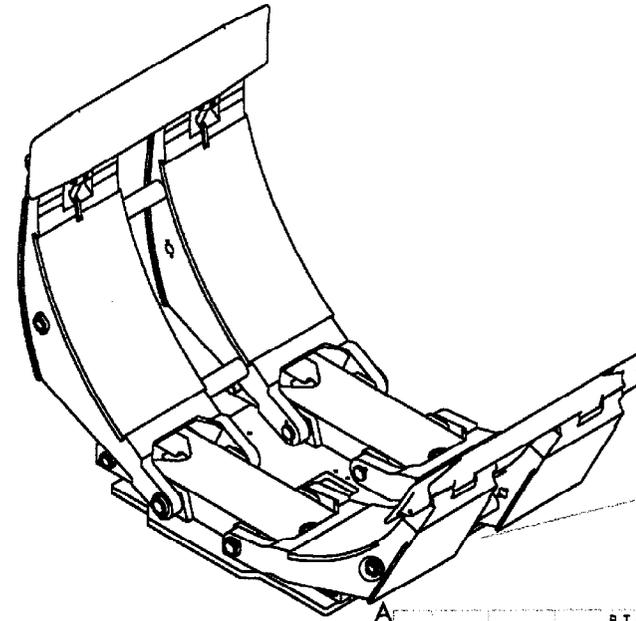
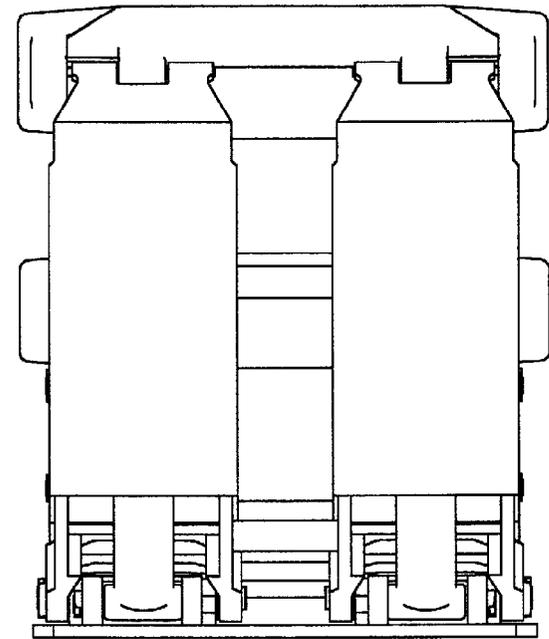
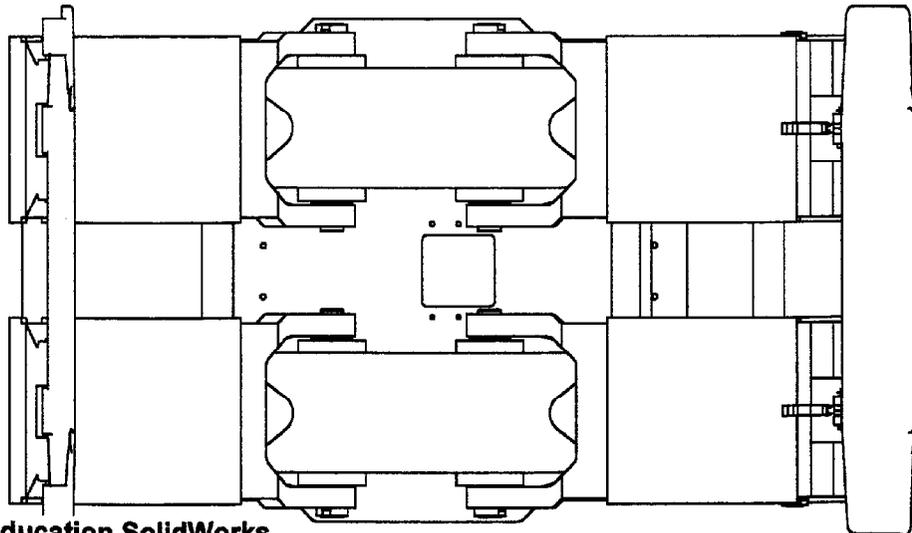
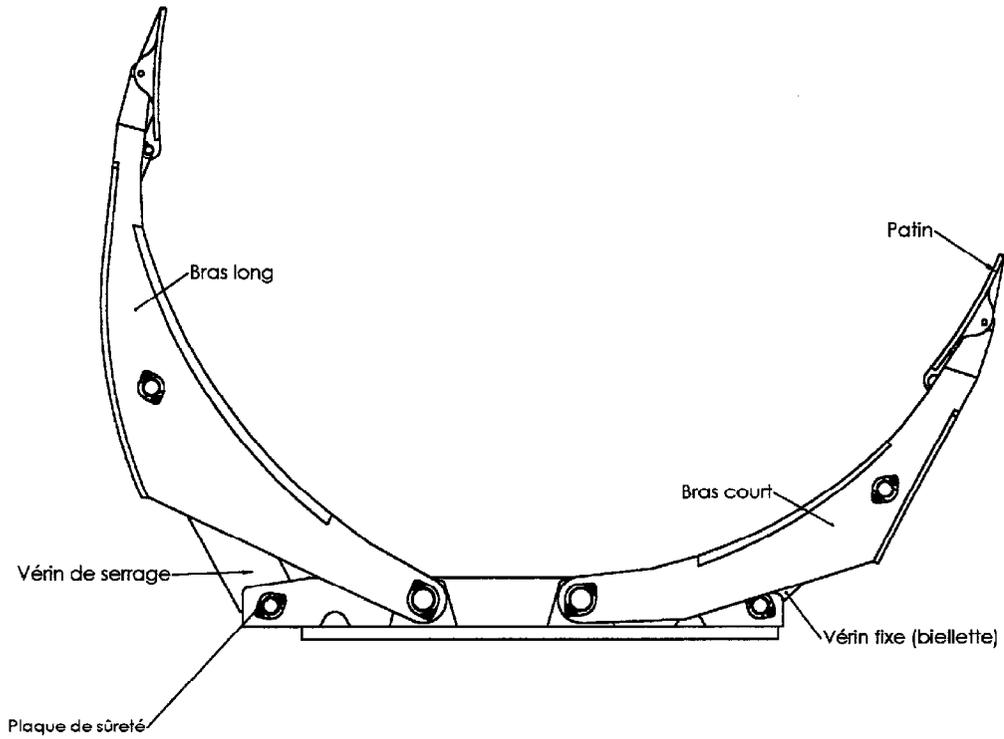
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 11/20



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 - Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA	Page 12/20	

Format A3	B.T.S. Industries papetières	
Durée: 5h	PINCE 77 F RCF B602	
Echelle : 1 : 10	Epreuve d'A.F.S.S. Sous épreuve U41	Page 12/20

Licence d'éducation SolidWorks
A titre éducatif uniquement



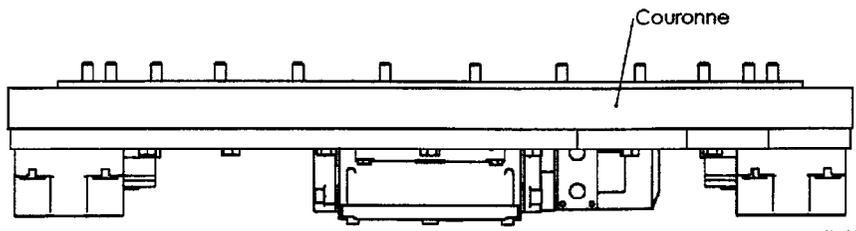
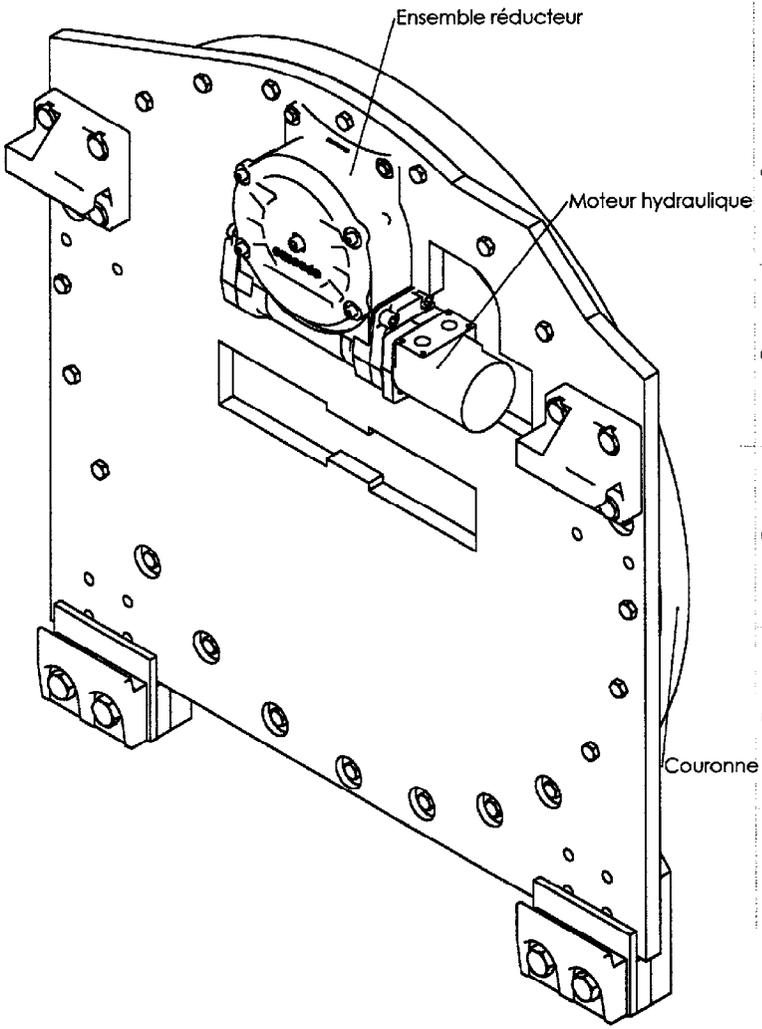
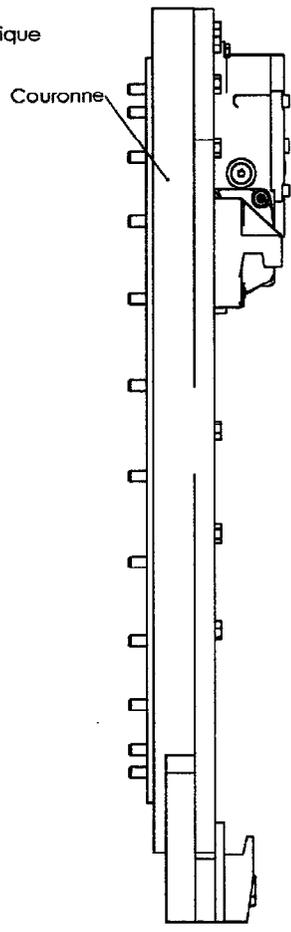
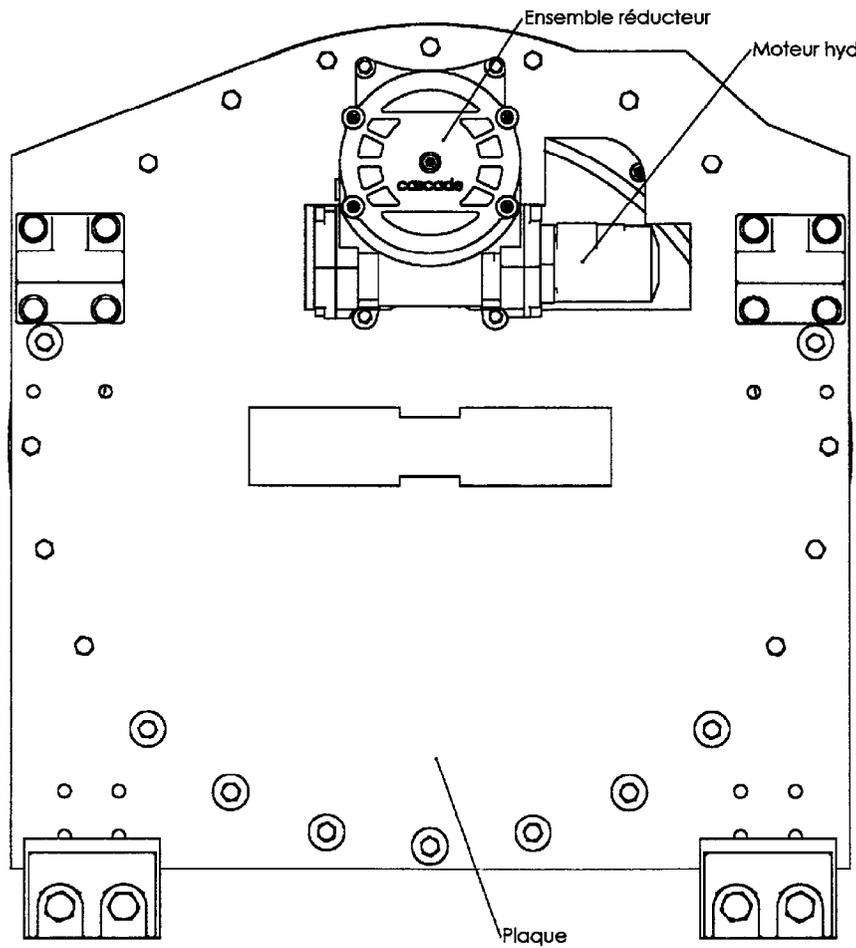

 Vue de détail A
 (échelle : 1 : 4)

SUJET	Session 2002
Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
Page 13/20	

BTS INDUSTRIES PAPETIERES
 Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme
 CODE : ITANA

Licence d'éducation SolidWorks
 A titre éducatif uniquement

Format A3	B.T.S. Industries papetières	
Durée: 5h	PINCE	
Echelle : 1 : 10	Epreuve d'A.F.S.S. Sous épreuve U41	Page 13/20



Licence d'éducation SolidWorks
A titre éducatif uniquement

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 - Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 14/20

Format A3	B.T.S. Industries papetières	
Durée: 5h	ROTATEUR	
Echelle : 1 : 7	Epreuve d'A.F.S.S. Sous épreuve U41	Page 14/20

ETUDE DE LA PINCE

A RISQUE DE DETERIORATION DE LA BOBINE

La production de papier pour carton ondulé nous d'avoir des bobines filles en sortie de bobineuse ayant les caractéristiques suivantes :

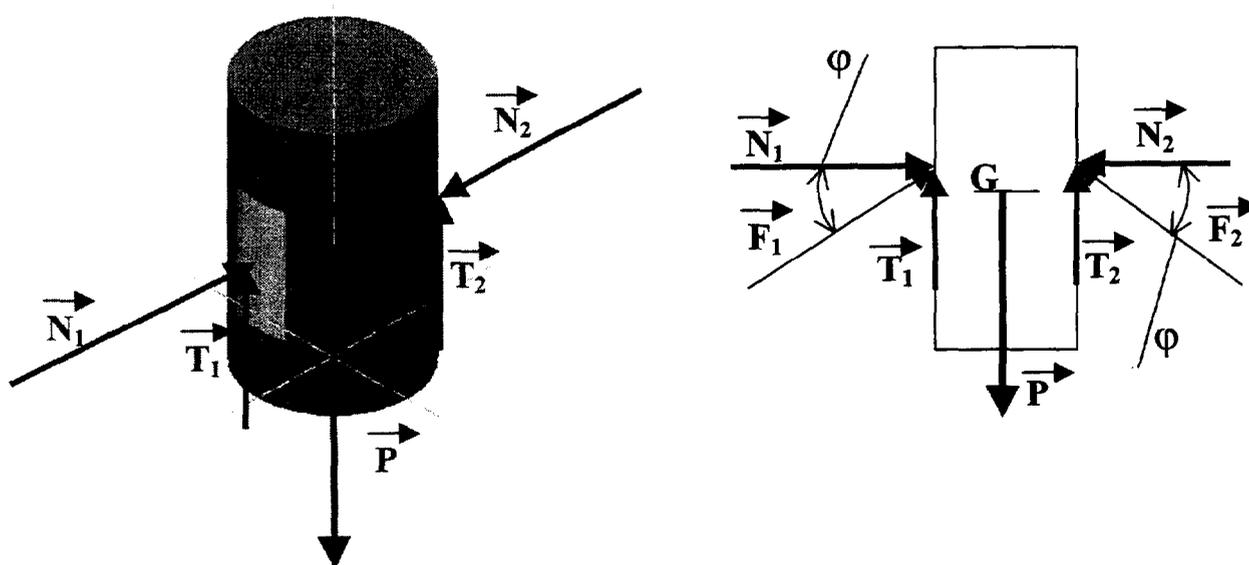
Petite bobine : diamètre : 1,2 m, laize : 0,6 m, masse : 600 kg

Grosse bobine : diamètre : 1,5 m, laize : 2,6 m, masse : 3200 kg.

Après essais, le laboratoire de l'usine donne un coefficient de frottement papier / acier de l'ordre de 0,3 ($\text{tg } \varphi = 0,3$)

En première étude, afin de connaître le réglage de l'effort de façon approximative, nous allons calculer l'effort de serrage nécessaire à la manipulation des plus grosses bobines filles.

Nous pouvons modéliser comme suit le problème.



On suppose que les efforts de serrage \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont appliqués au milieu de la bobine
 On donne $\vec{F}_1 = \vec{N}_1 + \vec{T}_1$ $\vec{F}_2 = \vec{N}_2 + \vec{T}_2$
 $\text{Tg } \varphi = T_1 / N_1 = 0,3$.
 $g = 10\text{m/s}^2$

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA	Page 15/20	

A 1 : Déterminez l'effort de serrage \vec{N}_1 et \vec{N}_2 nécessaire pour déplacer la plus grosse et la plus petite bobine fille.

A 2 : A l'aide de la courbe effort de serrage / écartement des bras (page 7/20) vérifiez que la pince est capable de serrer les grosses bobines.

A 3 : Pour la manipulation de la petite bobine, quel est l'effort de serrage fourni par la pince ?

Déduisez-en les effets possibles sur la petite bobine en fonction des indications données page (3/20)?

Que devrait-t-on faire pour éviter ce phénomène ?

B RISQUE DE DETERIORATION DE LA PINCE

Les accidents fréquemment rencontrés lors d'un serrage trop important sont la destruction des axes des bras ou des vérins. Il y a aussi risque de déformation d'un des bras.

Nous allons valider les solutions du constructeur.

Pour des raisons économiques (temps de réparation, risques encourus par les personnes, coût des pièces détachées), le constructeur prévoit que les axes de vérins doivent casser avant les axes des bras.

B 1 : On se place dans la position la plus défavorable du point de vue des efforts sur les axes.

Déterminez le nombre de section cisailée pour chaque axe.

B 2 : A partir des courbes des efforts sur les axes (page 8/20), déterminez quels sont les efforts maximaux sur les axes.

B 3 : Déterminez la contrainte de cisaillement appliquée à chaque axe.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 16/20

B 4 :

Quel est l'axe le plus sollicité, celui qui devra se rompre?

Faites un tableau récapitulatif de vos résultats :

Axe bras	Axe vérin
Nb de sections cisailées	Nb de sections cisailées
Effort maxi	Effort maxi
Contrainte maxi	Contrainte maxi
Conclusion	Conclusion

B 5 :

Une image issue d'une simulation informatique donne la contrainte et les déformations dans les bras (page 9/20).

Entourez sur la feuille réponse DR1 la zone la plus sollicitée du bras (là où la contrainte est la plus élevée).

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 17/20

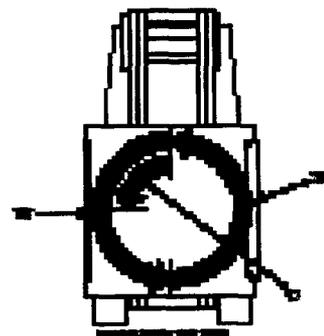
ETUDE DU ROTATEUR

C VALIDATION DU POSITIONNEMENT

Pour éviter une détérioration de la bordure des bobines, il faut que la rotation de la bobine s'arrête de façon à ce que les flans de la bobine soient parallèles au sol.

Il faut une précision dans l'arrêt du rotateur à des angles bien définis : 0° , 90° , 180°

Une précision de 1° est tout à fait suffisante.



C 1:

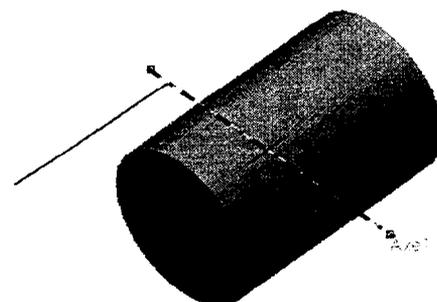
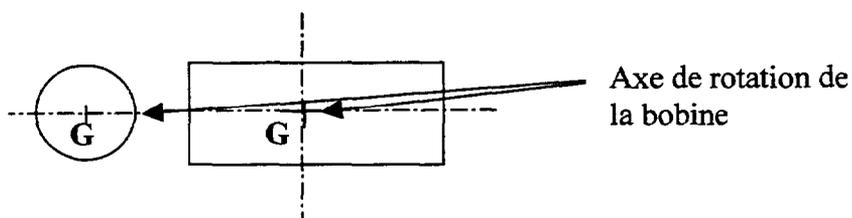
Calculez le temps d'arrêt maximum du rotateur pour avoir un déplacement angulaire de 1° lors de la période d'arrêt.

C 2:

Calculez la décélération angulaire du système.

C 3:

Calculez le moment d'inertie d'une grosse bobine fille que l'on fait tourner autour de l'axe dessiné ci-contre.



C 4:

Le moment d'inertie de la pince autour de l'axe de rotation est estimé à 266 kg.m^2 . Calculez le moment d'inertie de l'ensemble (pince + bobine) en rotation.

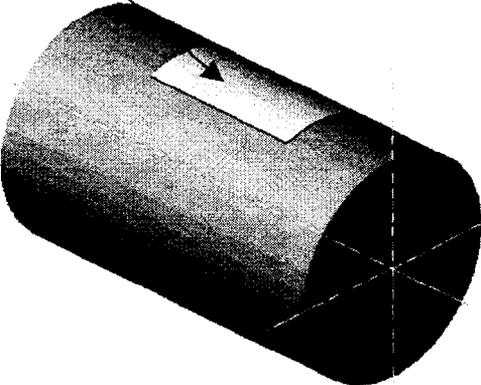
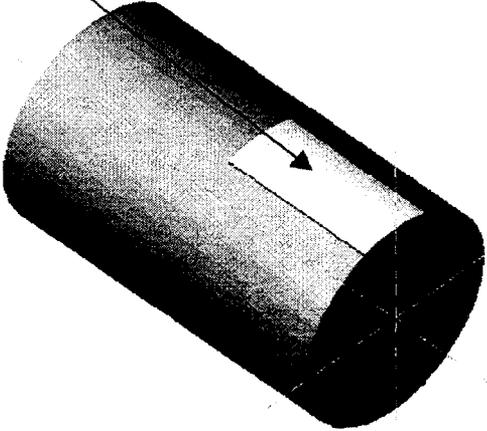
C 5:

Calculez le couple résistant engendré par l'inertie de l'ensemble pince + bobine en rotation. Vous utiliserez l'équation du moment dynamique autour de l'axe de rotation.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 18/20

D VALIDATION DE LA PRISE DE BOBINE

Lors de la prise de bobine par l'opérateur, celui ci peut prendre la bobine soit par le milieu soit par une extrémité (cas le plus défavorable).

<p>Bonne prise de bobine</p> <p>Le patin se situe au milieu de la bobine</p>	<p>Mauvaise prise de bobine</p> <p>Le patin se situe a l'extrémité de la bobine.</p>
 <p>figure 1</p>	 <p>figure 2</p>

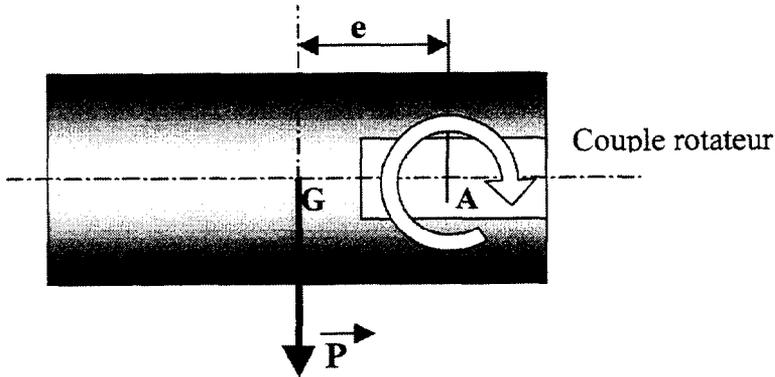
On se propose de vérifier que le rotateur ne pourra pas entraîner une bobine prise de façon incorrecte (figure 2). On calculera ensuite quelle est la valeur de l'excentration (e) que peut avoir le patin par rapport à l'axe de symétrie de la bobine.

Modélisation :

- e : excentration
- P : poids de la bobine
- C : couple moteur du rotateur
- G : centre de gravité de la bobine

Données :

- P : Poids de la grosse bobine : 32000 N
- Couple rotateur : 9830 Nm



D 1 :

Vérifier si le rotateur est capable de faire tourner une grosse bobine mal prise.

D 2 :

Calculer quelle est la valeur maximale de l'excentration e que peut avoir le patin par rapport à l'axe de symétrie de la bobine pour que le rotateur puisse encore faire tourner la grosse bobine.

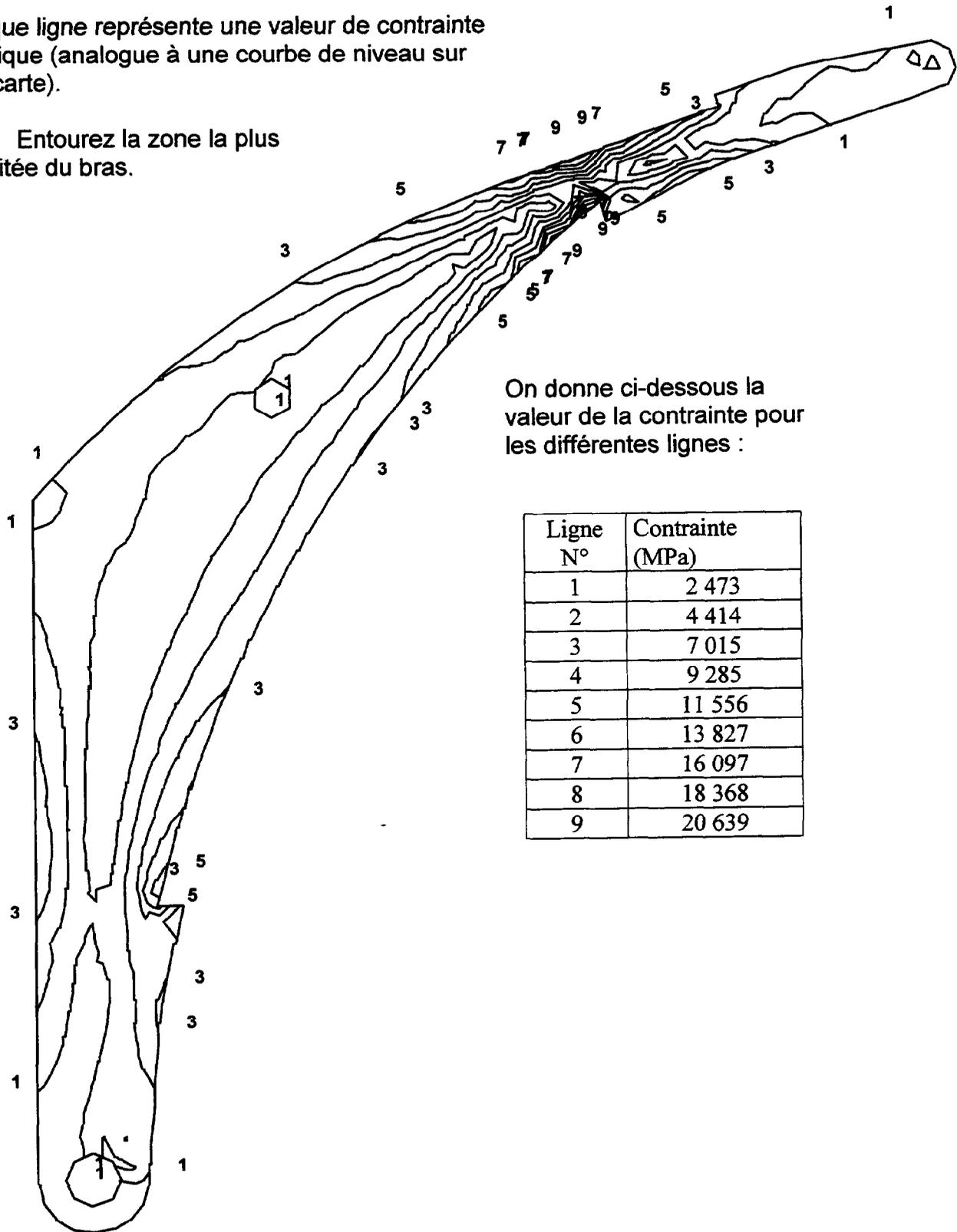
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 19/20

B 5 :

Une image issue d'une simulation informatique donne la contrainte et les déformations dans les bras.

Chaque ligne représente une valeur de contrainte identique (analogue à une courbe de niveau sur une carte).

Entourez la zone la plus sollicitée du bras.



On donne ci-dessous la valeur de la contrainte pour les différentes lignes :

Ligne N°	Contrainte (MPa)
1	2 473
2	4 414
3	7 015
4	9 285
5	11 556
6	13 827
7	16 097
8	18 368
9	20 639

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2002
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 20/20