

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR DES INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2007

Options :
Production des pâtes, papiers et cartons.
Transformation des papiers et cartons.

ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

Sous- épreuve U41 : Analyse du comportement d'un mécanisme

Le texte de l'épreuve est constitué de deux dossiers

Le dossier sujet : documents pages 1 à 4
documents DR1 à DR2
Le dossier technique : documents DT1 à DT5

Les documents réponse DR1 à DR2
devront **impérativement** être rendus avec la copie.

Durées conseillées :

- Lecture du sujet : 15 mn
- Partie A : 35 mn
- Partie B : 30 mn
- Partie C : 100 mn

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.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 1/14

Étude d'un système de tension de feutre

Le rouleau tendeur sert à donner à la toile de formation, aux feutres et aux toiles de sécherie de la machine à papier la tension nécessaire au bon fonctionnement de cet ensemble. Le circuit de toile, avec son tendeur est représenté sur le document DT6.

Hypothèses :

La machine fonctionne à la vitesse de 1000 m/min.

La laize papier est de 5,2 m.

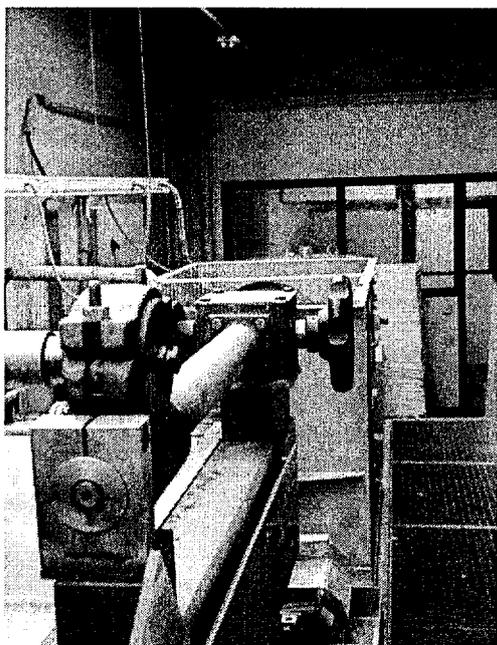


Fig 1



Fig 2

PARTIE A : Dynamique

Question A-1 :

Le diamètre du cylindre tendeur de feutre est de 414 mm, la vitesse du feutre est de 1000 m/min. En faisant l'hypothèse qu'il n'y a pas de glissement entre feutre et cylindre, déterminer la fréquence de rotation de ce cylindre.

Question A-2 :

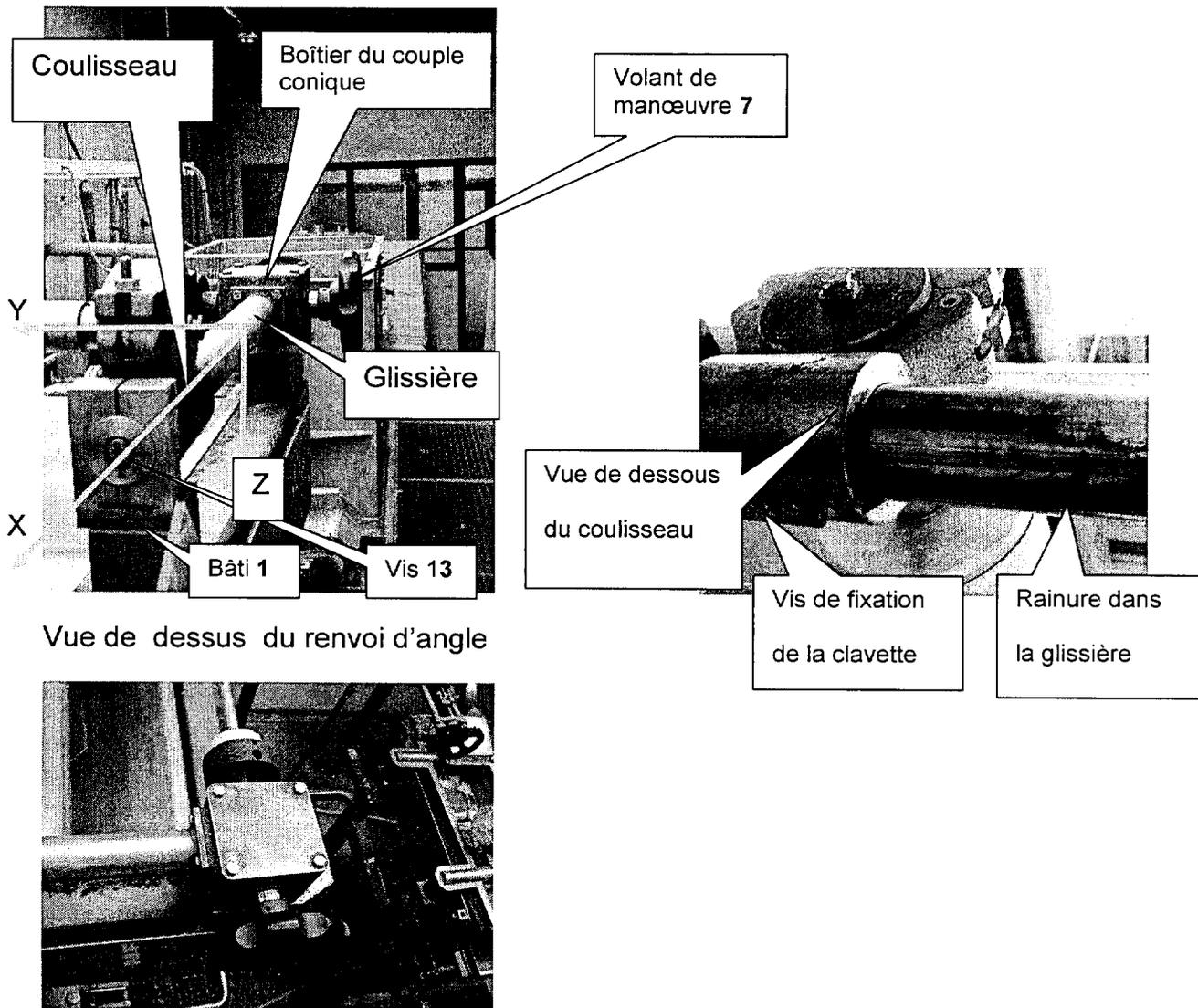
Une machine à papier est principalement constituée de cylindres animés d'un mouvement de rotation, Quelles sont les précautions à prendre, avant d'installer ces cylindres sur la machine, pour limiter les vibrations pouvant être induites par une rotation à vitesse élevée.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 2/14

PARTIE B : Schématisation du système : (voir DR1, DT1 et DT2)

Le système actuellement installé est manuel. Le volant de manœuvre 7 transmet le mouvement de rotation suivant un axe y à un renvoi d'angle du type couple conique. La roue menante est en liaison complète avec le volant 7, La liaison volant/bâti sera appelée L1, son centre est le point A. La roue menée, en liaison complète avec la vis 13 est en liaison pivot d'axe x avec le bâti 1, cette liaison se nomme L2, son centre est le point B. La vis est associée à un écrou 22 en liaison linéaire annulaire L3 de centre C et d'axe y avec le coulisseau 23.

Le mouvement de rotation de la vis est transformé en mouvement de translation d'axe x, liaison L4 avec pour centre le point D. La glissière 4 est en liaison complète avec le bâti. La glissière 4 est en liaison glissière L5 de centre E et d'axe x avec le coulisseau 23.



Vue de dessus du renvoi d'angle

Question B-1 :

Sur le document réponse DR1 compléter le graphe des liaisons permettant de modéliser ce mécanisme, il conviendra d'y placer correctement les liaisons repérées L1 à L5.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 3/14

Question B-2 :

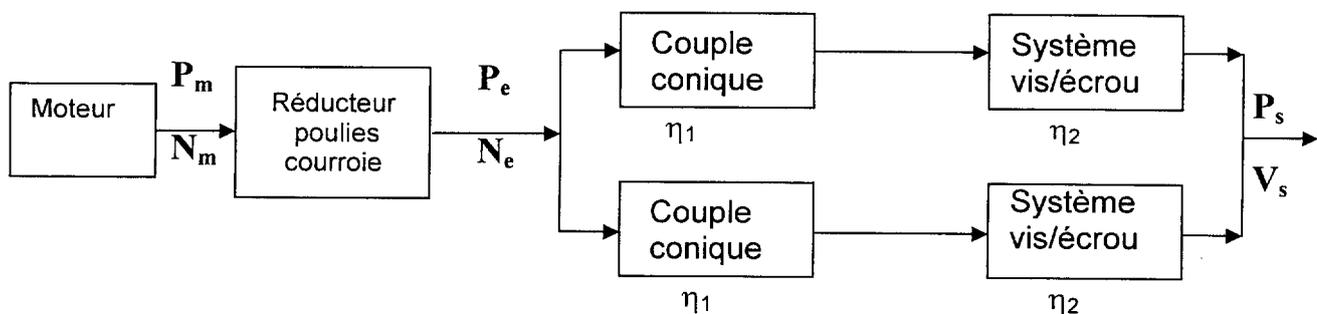
Sur le document réponse DR1, compléter le schéma cinématique minimal plan (O,X,Y) de ce mécanisme dans le repère proposé.

Partie C : Détermination des conditions de tension du feutre.

Le système étudié permet d'obtenir la tension souhaitée dans le feutre, indispensable au fonctionnement correct de la machine à papier. Une motorisation de ce mécanisme est envisagée. Il est donc nécessaire de déterminer la fréquence de rotation minimale et le couple maximal de tension.

Hypothèses :

La tension de la toile T est de l'ordre de 6 kN/m pour une laize feutre de 5,3 m.
L'action mécanique du feutre sur le rouleau sera modélisée par une charge linéique.
Le rouleau tendeur a un diamètre de 414 mm et une longueur de 5,9 m.
La vis 3 a un diamètre de 30 mm un filetage profil ISO avec un pas de 2 mm.
La vitesse de réglage de tension souhaitée de la toile est de 300 mm/min
Facteur de frottement entre vis et écrou $\mu = 0,2$
Rendement du renvoi d'angle à couple conique $\eta_1 = 0,9$
Rapport de réduction du renvoi d'angle 1:1
Réducteur : poulie sur l'axe moteur, courroie, poulie réceptrice.
Rendement de ce réducteur : $\eta_0 = 0,91$
Le système peut être modélisé de la manière suivante :



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 4/14

Question C-1 : puissance nécessaire à la tension de la toile

Question C-11

Sur le document réponse DR2. Nous étudierons le comportement du mécanisme en fin de phase de tension. Sachant qu'il y a un système de tension coté conducteur et un coté transmission, déterminer l'effort axial maximum supporté par la vis sur l'un des cotés. Ecrire ce torseur dans le repère (O,X,Y,Z).

Question C-12

En supposant que l'effort axial nécessaire au déplacement de la toile est de 16000 N par vis, déterminer la puissance P_s à fournir pour déplacer le feutre.

Question C-2 : Choix d'un moteur :

Question C-21

À l'aide du document DT4. Déterminer le rendement η_2 du système vis/écrou. La vis fonctionne avec un effort axial et un couple de sens contraire.

Question C-22

Déterminer la puissance d'entrée du couple conique P_e suffisante.

Question C-23

Déterminer la puissance du moteur P_m minimum.

Question C-24

À l'aide du document DT5 proposer en justifiant votre choix un moteur susceptible de convenir. Sa fréquence de rotation nominale est de 750 tr/min.

Question C3 : Détermination des caractéristiques du réducteur

Question C-31

Déterminer la fréquence de rotation N_e de la roue menante du renvoi d'angle, pour obtenir la vitesse de réglage imposée.

Question C-32

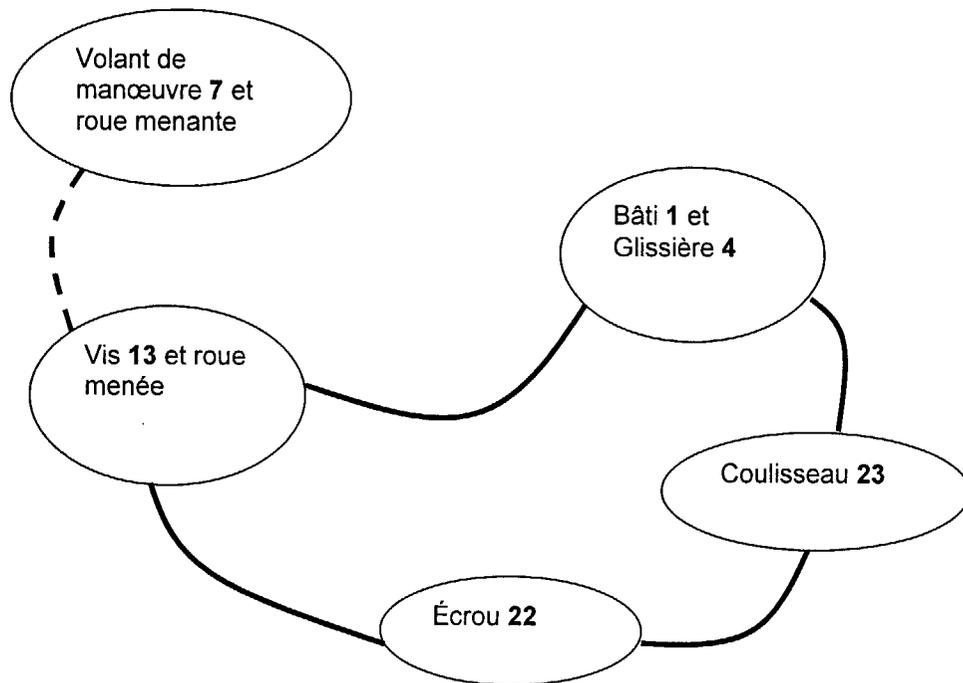
Déterminer le rapport de réduction nécessaire si la fréquence de rotation en charge du moteur choisi est de 710 tr/min.

Question C-33

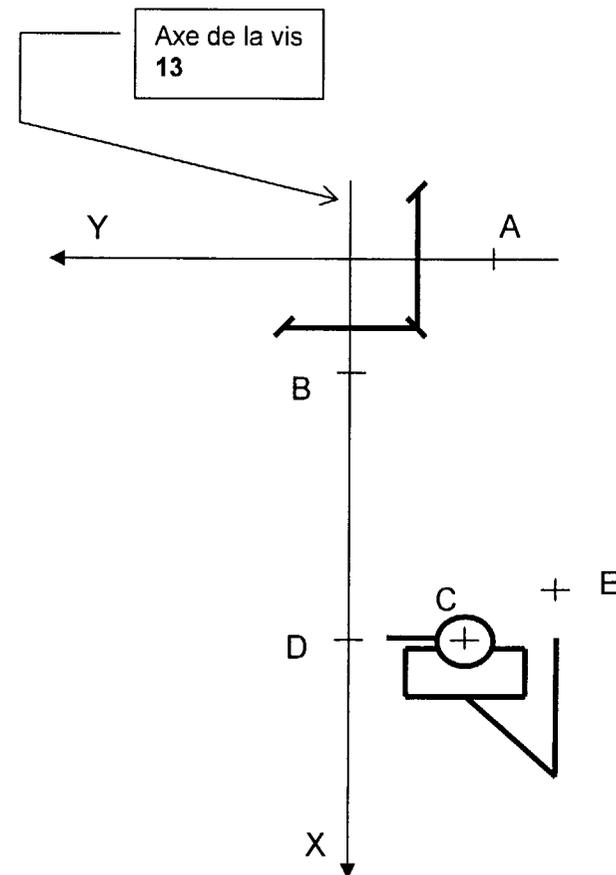
En déduire le diamètre nominal de la poulie réceptrice, sachant que la poulie motrice a un diamètre de 80 mm.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 5/14

DR 1 : Schématisation du système



--- Contact engrenage



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 6/14

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR DES INDUSTRIES PAPETIERES

SESSION 2007

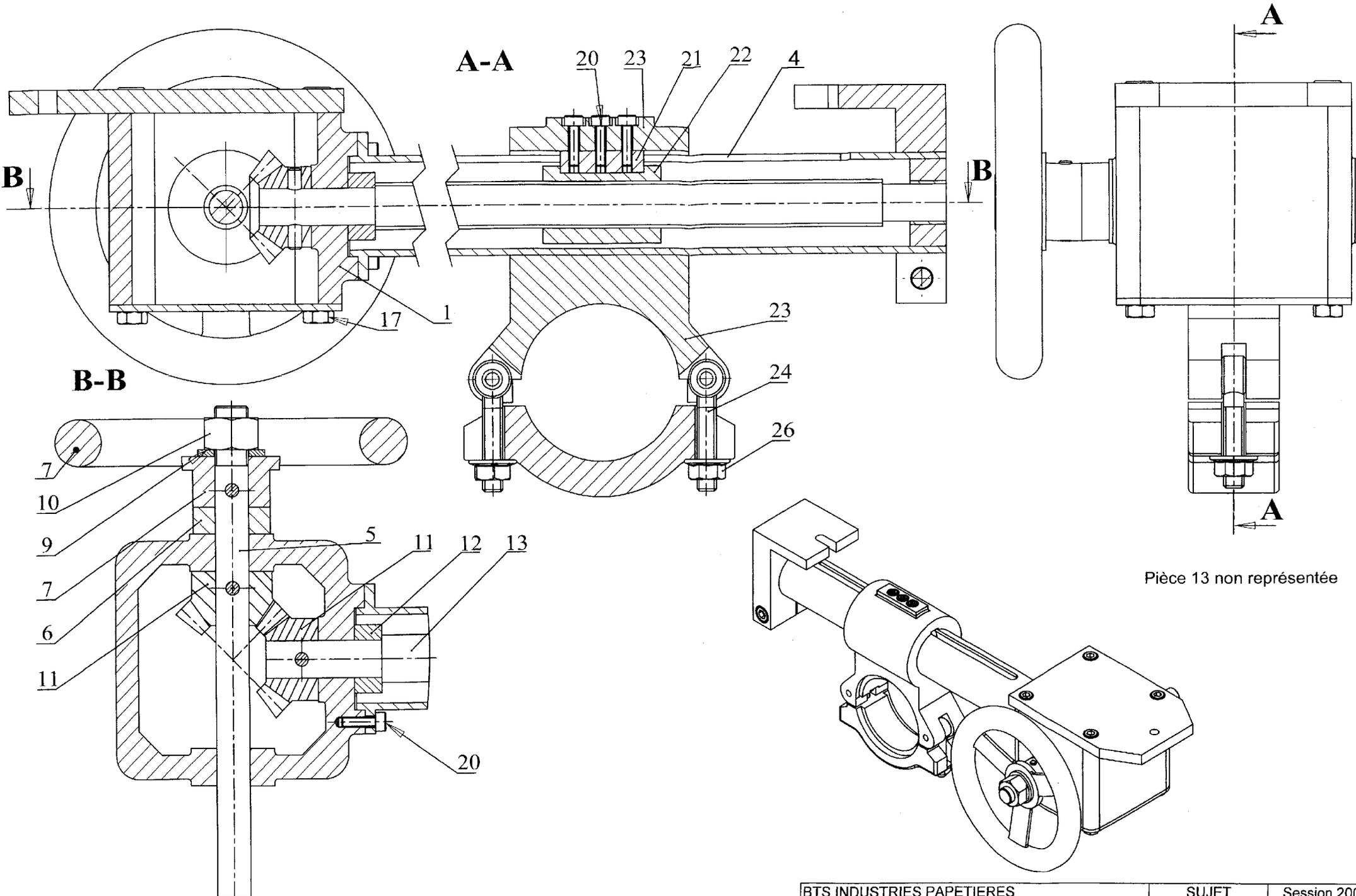
Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes.

Analyse du comportement d'un mécanisme.

DOSSIER TECHNIQUE

DT1 et DT2	Plans d'ensemble du système
DT3	Nomenclature
DT4	La liaison hélicoïdale réelle
DT5	Extrait de catalogue moteur
DT6	Circuit de toile.

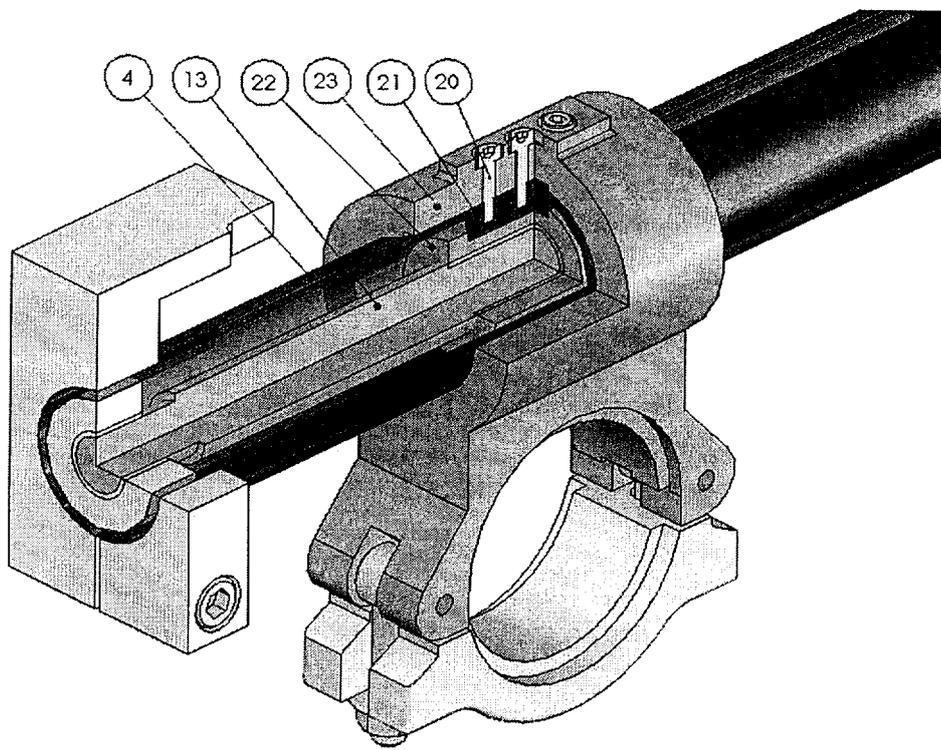
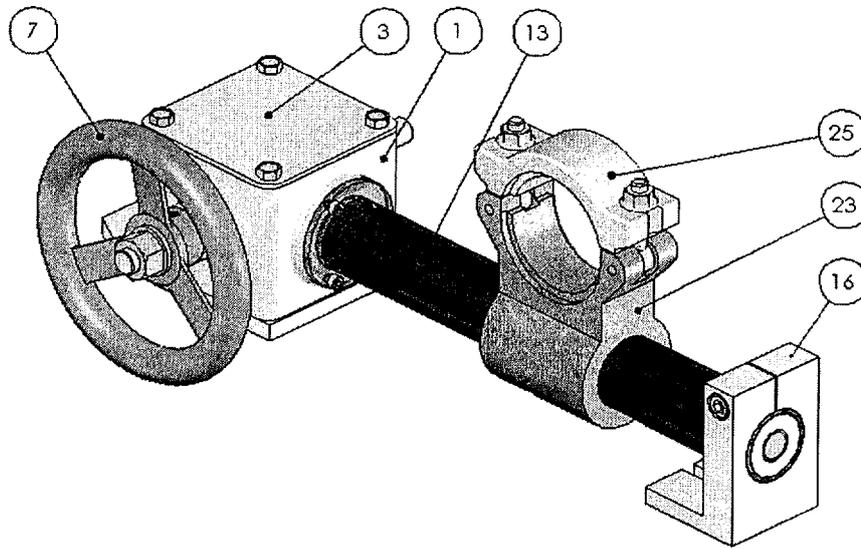
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 8/14



Pièce 13 non représentée

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 9/14

DT2



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 10/14

DT3 nomenclature partielle

26	2	Écrou a embase M6	
24	2	Vis à oeil	
23	1	Coulisseau	
22	1	Écrou	
21	1	Clavette	
20	3	Vis Chc M3-12	
20	3	Vis Chc M3-12	
16	1	Support glissière	
13	3	Vis	
12	1	Cale	
11	2	Pignon conique	Z = 17, m = 2mm
10	1	Ecrou H M10	
9	1	Rondelle plate	
7	1	Volant	
6	1	Cale	
5	1	Axe	
4	1	Glissière cylindrique	
1	1	Bâti	
Rep	Nb	Désignation	Observation

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 11/14

DT4 Liaison hélicoïdale réelle

Guide du calcul mécanique, Édition Hachette technique

12.4 Liaison hélicoïdale réelle

En présence de frottements, le coefficient de proportionnalité k , tel que $L_A = k \cdot X_A$ (chapitre 7), prend une forme différente selon le sens de la charge axiale et le type de surface de liaison.

1° Cas où la vis est soumise à un effort axial et un moment de même sens

La vis progresse dans le sens de la charge axiale.

$$L_A = -X_A \cdot r \cdot \tan(\alpha - \varphi')$$

r : rayon moyen de la liaison hélicoïdale.

α : pente telle que $\tan \alpha = \frac{p}{2\pi r}$ où p est le pas.

φ' : angle de frottement fictif tel que $\tan \varphi' = \frac{\tan \varphi}{\cos \gamma}$

où $\tan \varphi = \mu$: facteur de frottement.
 γ : demi-angle au sommet du filet.

- Rendement $\rho = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha - \varphi')}$ si $\alpha < \varphi'$.
- Mouvement possible pour $\alpha < 90^\circ - \varphi'$.
- Système irréversible si $\alpha < \varphi'$.

2° Cas où la vis est soumise à un effort axial et un moment de sens contraires

La vis progresse à l'encontre de la charge axiale.

$$L_A = -X_A \cdot r \cdot \tan(\alpha + \varphi')$$

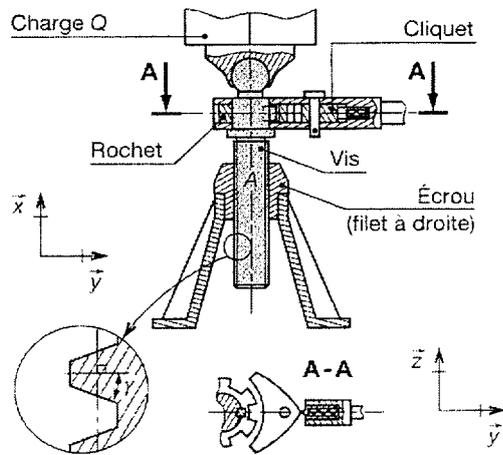
(Notations ci-dessus.)

- Rendement $\rho = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \varphi')}$.
- Mouvement possible pour $\alpha < 90^\circ - \varphi'$.
- Système irréversible pour $\alpha < \varphi'$.

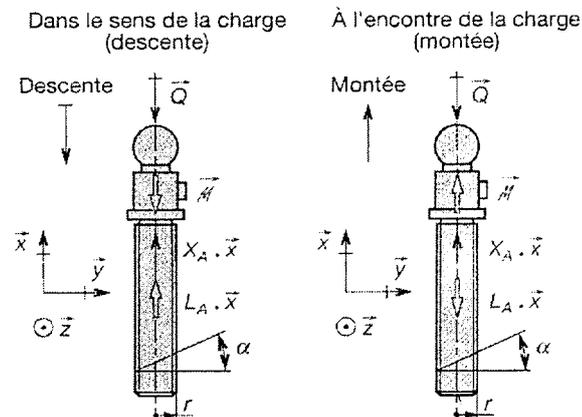
VALEURS DE γ ET φ' CONNAISSANT $\mu = \tan \varphi$

Système vis-écrou	γ	$\tan \varphi'$	Valeur approchée
À billes	$\approx 0^\circ$	μ	$\tan \varphi' = \mu$
Profil I.S.O.	30°	$1,155 \mu$	
Profil trapézoïdal	15°	$1,035 \mu$	
Profil rond	15°	$1,035 \mu$	
Profil dissymétrique	10°	$1,015 \mu$	
Profil gaz	$27^\circ 30'$	$1,127 \mu$	

VÉRIN À VIS



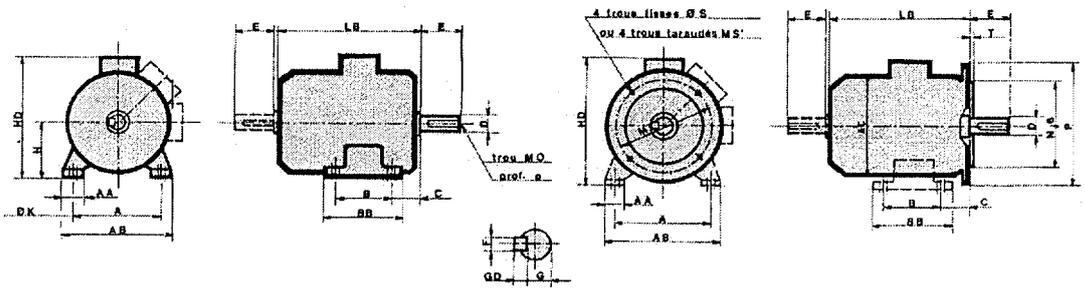
PROGRESSION DE LA VIS



Exemple	
Système vis-écrou M30 (pas $p = 3,5$).	
Frottement de facteur $\mu = 0,1$ ($= \tan \varphi$).	
Charge $Q = 1\ 000\text{N}$.	
Calculer le couple nécessaire pour :	
■ Faire monter la charge ;	
■ Faire descendre la charge.	
On calcule $\tan \alpha = p/\pi d = 0,0371 \rightarrow \alpha = 2,13^\circ$	
$\tan \varphi' = 0,1155 \rightarrow \varphi' = 6,59^\circ$	
D'où le couple minimal de montée :	
$L_A = 10^3 \times 15 \times \tan(2,13^\circ + 6,59^\circ) = 2,3 \times 10^3 \text{ N.mm} = 2,3 \text{ N.m}$	
D'où le couple minimal de descente :	
$ L_A = 10^3 \cdot 15 \cdot \tan(2,13^\circ - 6,59^\circ) = 1,17 \times 10^3 \text{ N.mm} = 1,17 \text{ N.m}$	

DT5 Extrait de documentation technique sur les moteurs

Moteurs électriques triphasés										NF C 51-117					Données	?				
Rotor en court-circuit construction fermée																				
Renseignements à fournir à la commande d'un moteur																				
Désignation		Exemple				Désignation		Exemple				Série LS								
Nature du courant		Triphasé				Forme de construction		B3				IP 44 : Fermée IP 55 : Etanche								
Tension		220 / 380 V				Protection		IP 55												
Fréquence		50 Hz				Service		S 1												
Polarité - Vitesse		3000 tr / min				Sens de rotation		Gauche vu BA												
Puissance en kW		30 kW				Ambiance d'utilisation		40° C												
Type de rotor		Court-circuit à cage				Entraînement		Poulie σ 140												
Classe d'isolation		F																		
Caractéristiques : N_c = vitesse en charge, C_d = couple au démarrage, C_n = couple nominal, J = moment d'inertie = $M \cdot D^2 / 4$																				
N = 3000 tr / min (2 pôles)					N = 1500 tr / min (4 pôles)					N = 1000 tr / min (6 pôles)					N = 750 tr / min (8 pôles)					
P kW	Type	N_c	C_d/C_n	J	P kW	Type	N_c	C_d/C_n	J	P kW	Type	N_c	C_d/C_n	J	P kW	Type	N_c	C_d/C_n	J	
0,09	56 L	2710	2,5	0,00015	0,09	56	1375	1,8	0,0002											
0,18	63 E	2810	3	0,00018	0,18	63 E	1390	2,1	0,0005	0,07	63 E	900	2,1	0,0005	0,04	63 E	670	2	0,0005	
0,37	63 L	2800	3	0,0005	0,37	63 L	1390	2,5	0,0007	0,18	63 L	915	1,74	0,0009	0,09	63 L	650	1,16	-	
0,55	71 L	2770	2,3	0,0004	0,55	71 L	1415	1,8	0,0007	0,25	71 L	905	2	0,0012	0,15	71 L	680	1,90	0,0012	
1,1	80 L	2810	3	0,0009	1,1	80 L	1400	2,4	0,0018	0,37	80 L	945	1,9	0,0025	0,18	80 L	700	1,40	0,0032	
1,5	80 L	2825	3,4	0,0012	1,5	80 L	1415	2,9	0,0024	0,55	80 L	950	2,3	0,0032	0,25	80 L	710	1,90	0,0042	
1,8	90 S	2830	2,8	0,0017	1,8	90 L	1410	2,1	0,0050	1,1	90 L	910	1,9	0,0050	0,55	90 L	680	1,70	0,0050	
3	100 L	2850	2,8	0,0027	3	100 L	1435	2,8	0,0075	1,8	100 L	935	1,9	0,0075	1,10	100 L	690	1,50	0,0075	
4	112 M	2855	2,9	0,0084	4	112 M	1440	2,3	0,0135	2,5	112 M	940	2	0,0150	1,50	112 M	715	2	0,0134	
5,5	132 S	2875	3,3	0,0150	5,5	132 S	1435	2,4	0,0211	3	132 S	965	2	0,0287	2,2	132 S	710	1,85	0,0330	
11	160 M	2925	3	0,0330	11	160 M	1440	2,1	0,054	7,5	160 M	960	1,5	0,0837	4	160 M	720	2	0,0700	
15	160 M	2935	3,3	0,0432	15	160 L	1445	2,4	0,075	11	160 L	965	1,8	0,1250	7,50	160 L	700	1,70	0,1250	
22	180 MT	2940	3,7	0,0615	22	180 L	1455	2,4	0,122	15	180 L	970	2,2	0,1907	11	180 L	715	1,60	0,2050	
30	200 LT	2920	3,2	0,0962	30	200 LT	1455	2,5	0,151	18,5	200 LT	965	2,6	0,2375	15	200 L	715	1,65	0,3750	



H (mm)	Série LS	Bouts d'arbre							A pattes de fixation							A bride de fixation								
		D	E	O	p	F	G	GD	LB	A	AA	AB	C	B	BB	HD	K	LB	N/6	P	M	T	S	S'
56	56	9 j6	20	4	10	3	7	3	156	90	-	104	36	71	89	141	6	156	80	120	100	2,5	7	5
63	63	11 j6	23	4	10	4	8,5	4	172	100	-	115	40	81	96	154	7	172	95	140	115	3	9	5
63	63 L	14 j6	30	5	12,5	5	11	5	189	100	29	120	40	80	96	157	7	211	95	140	155	3,5	9	5
71	71	14 j6	30	5	15	5	11	5	183	112	-	126	45	90	104	173	7	183	110	160	130	3,5	9	5
80	80	19 j6	40	6	16	6	15,5	6	214	125	37	157	50	100	120	208	9	214	130	200	165	3,5	11	6
90	90 S	24 j6	50	8	19	8	20	7	218	140	39	172	56	100	120	228	10	238	130	200	165	3,5	11	8
90	90 L	24 j6	50	8	19	8	20	7	245	140	39	172	56	125	145	228	10	265	130	200	165	3,5	11	8
100	100 L	28 j6	60	10	22	8	24	7	278	140	47	196	63	140	164	243	12	278	180	250	215	4	14	8
112	112 MS	28 j6	60	10	22	8	24	7	333	190	52	220	70	140	164	264	12	333	180	250	215	4	14	8
132	132 S	38 k6	80	12	28	10	33	8	335	216	58	250	89	140	166	333	12	335	230	300	265	4	14	12
160	160 M	42 k6	110	16	36	12	37	8	495	254	64	294	108	210	294	388	14	495	250	350	300	5	18	-
160	160 L	42 k6	110	16	36	12	37	8	495	254	64	294	108	254	294	388	14	495	250	350	300	5	18	-
180	180 MT	48 k6	110	16	36	14	42,5	9	495	279	79	324	121	241	285	420	14	495	250	350	300	5	18	-
180	180 L	48 k6	110	16	36	14	42,5	9	552	279	58	335	121	279	329	430	14	552	250	350	300	5	18	-
200	200 LT	55 m6	110	20	42	16	49	10	585	318	70	378	133	305	365	450	18	585	300	400	350	5	18	-
200	200 L	55 m6	110	20	42	16	49	10	619	318	65	388	133	305	375	470	18	619	300	400	350	5	18	-

Pour plus de renseignements sur les moteurs électriques, voir **Mémotech Electrotechnique**.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2007
Épreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 7ITANA1		Page 13/14

