

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2014

ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

Sous épreuve U42 :
Etude de dispositions constructives

Le texte de l'épreuve est constitué de trois dossiers

Le dossier technique : pages 2/20 à 12/20

Le dossier sujet : pages 13/20 à 16/20

Le dossier réponse : pages 17/20 à 20/20

Durée de l'épreuve : 5h Coefficient : 3.5

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 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 1/20

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2014

Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes

Sous épreuve U42 : Etude de dispositions constructives

DOSSIER TECHNIQUE

Page 3 : Présentation de l'épreuve.

Page 4 : Caractéristiques des palans VL5.

Page 5 : Vue éclatée du système réducteur / limiteur / frein.

Page 6 : Dessin d'ensemble du système réducteur / limiteur / frein.

Page 7 : Nomenclature du système réducteur / limiteur / frein.

Page 8 : Fonctionnement de l'ensemble frein / limiteur.

Page 9 : Calcul dans un train épicycloïdal.

Page 10 : Caractéristiques des roulements.

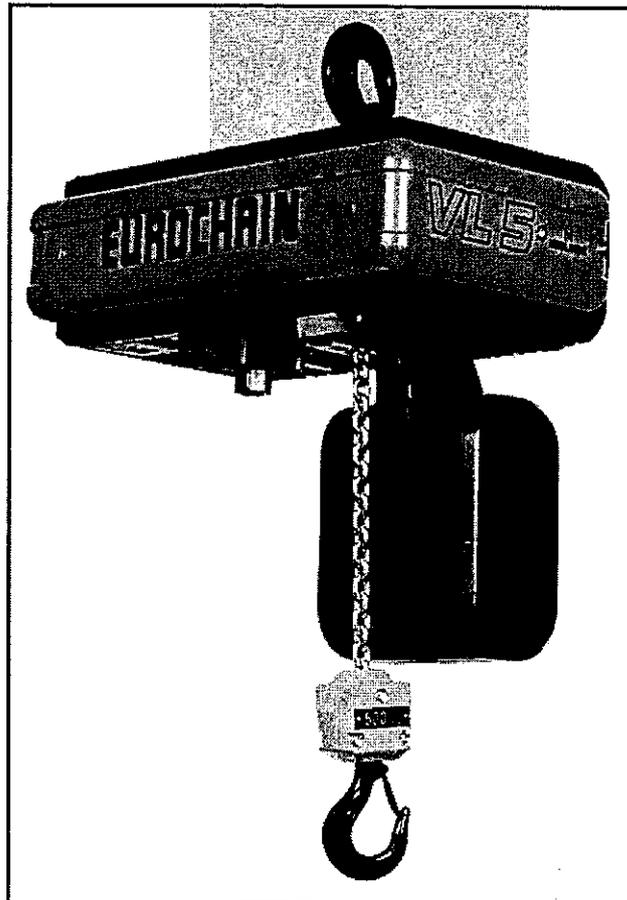
Page 11 : Cannelures à flancs parallèles.

Page 12 : Disque frein à l'échelle 1 : 1.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 2/20

Présentation :

L'objet de cette étude est un palan Eurochain VL5 de la société VERLINDE.



Ce palan est un palan électrique utilisé dans un atelier de maintenance d'une usine de production papetière, afin de soulever les moteurs ou réducteurs, dans le but de les réviser à l'atelier.

Le palan dispose d'un système frein afin d'éviter les chutes brutales de charge et d'un système limiteur de couple pour préserver l'ensemble en cas de port de charges trop importantes.

Principales caractéristiques :

- Capacité de charge : de 250 à 1000 kg.
- Hauteur de déplacement : de 3 à 30 m.
- Vitesse de levage : de 1 à 8 m/min.
- Type de réducteur : réducteur à double train épicycloïdal.

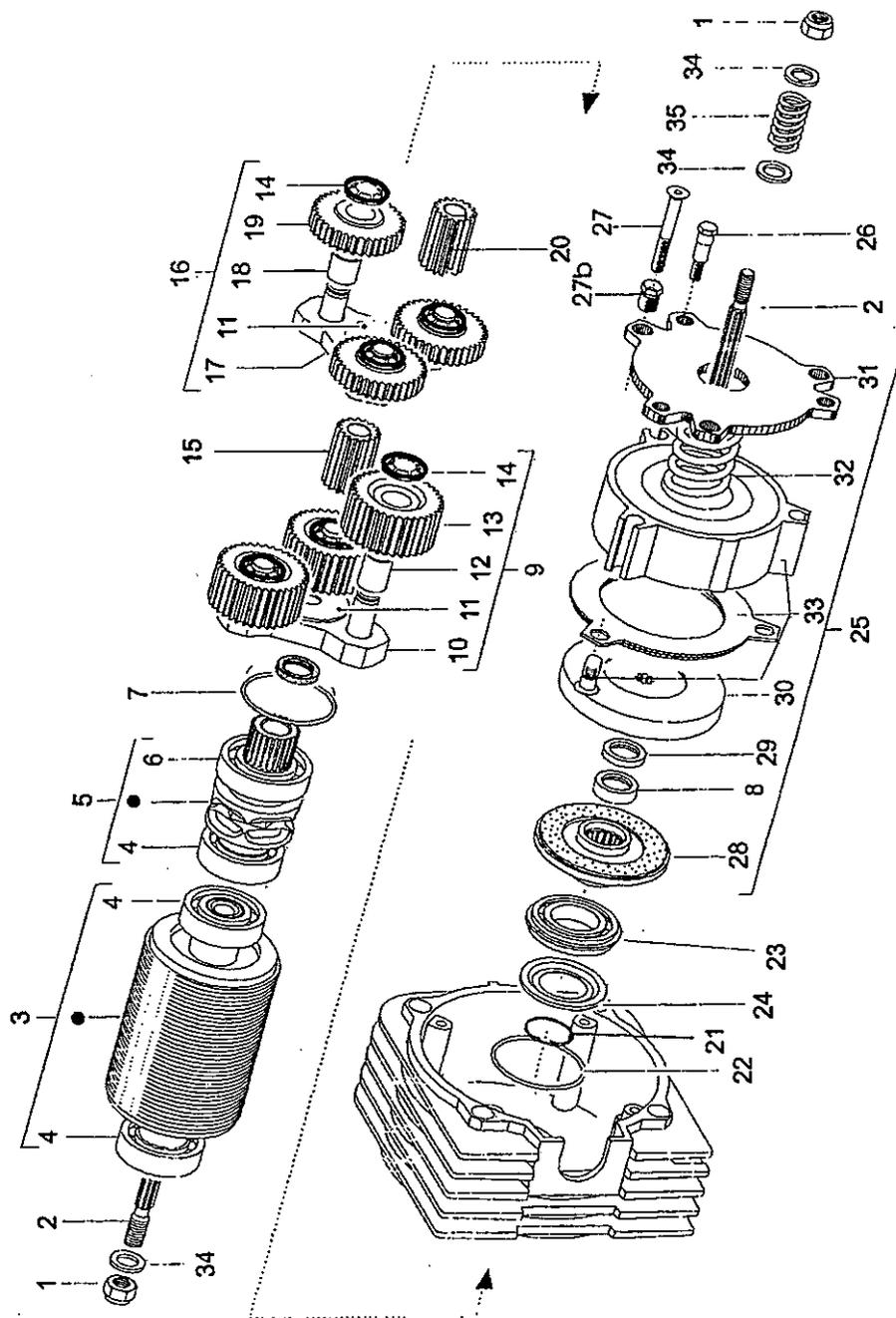
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 3/20

Caractéristiques des palans de la gamme VL5 :

Type	Charge (kg)	Levage bi-vitesse	Vitesse (m/min)	Puissance moteur (kW)	Rapport de réduction
VL5 254 m2	250		4	0,42	1/43
VL5 258 m2	250		8	0,8	1/43
VL5 258 b2	250	•	8 / 2	0,8 / 0,2	1/43
VL5 2516 b1	250	•	16 / 4	0,8 / 0,2	1/43
VL5 504 m1	500		4	0,42	1/43
VL5 508 m1	500		8	0,8	1/43
VL5 508 b1	500	•	8 / 2	0,8 / 0,2	1/43
VL5 502 m2	500		2	0,42	1/43
VL5 504 m2	500		4	0,8	1/43
VL5 504 b2	500	•	4 / 1	0,8 / 0,2	1/43
VL5 1002 m1	1000		2	0,42	1/43
VL5 1004 m1	1000		4	0,8	1/43
VL5 1004 b1	1000	•	4 / 1	0,8 / 0,2	1/43

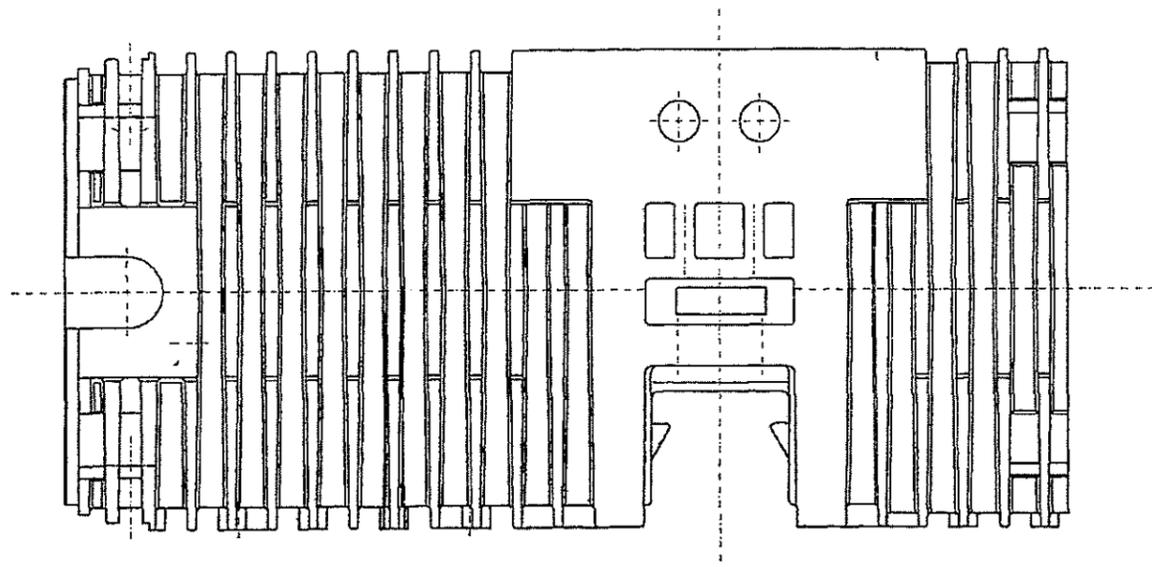
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 4/20

Vue éclatée du système réducteur / limiteur / frein.

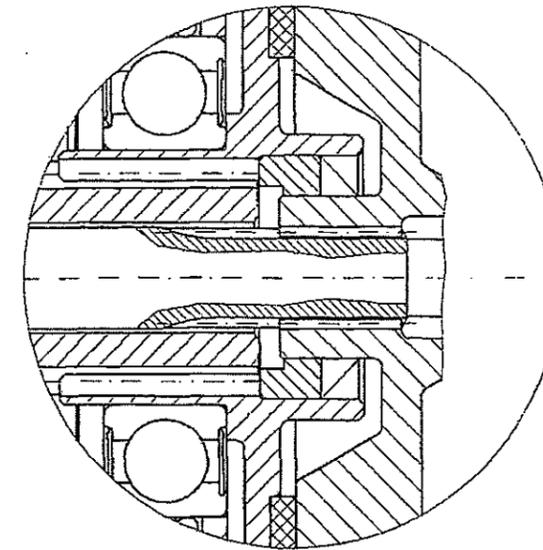


BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 5/20

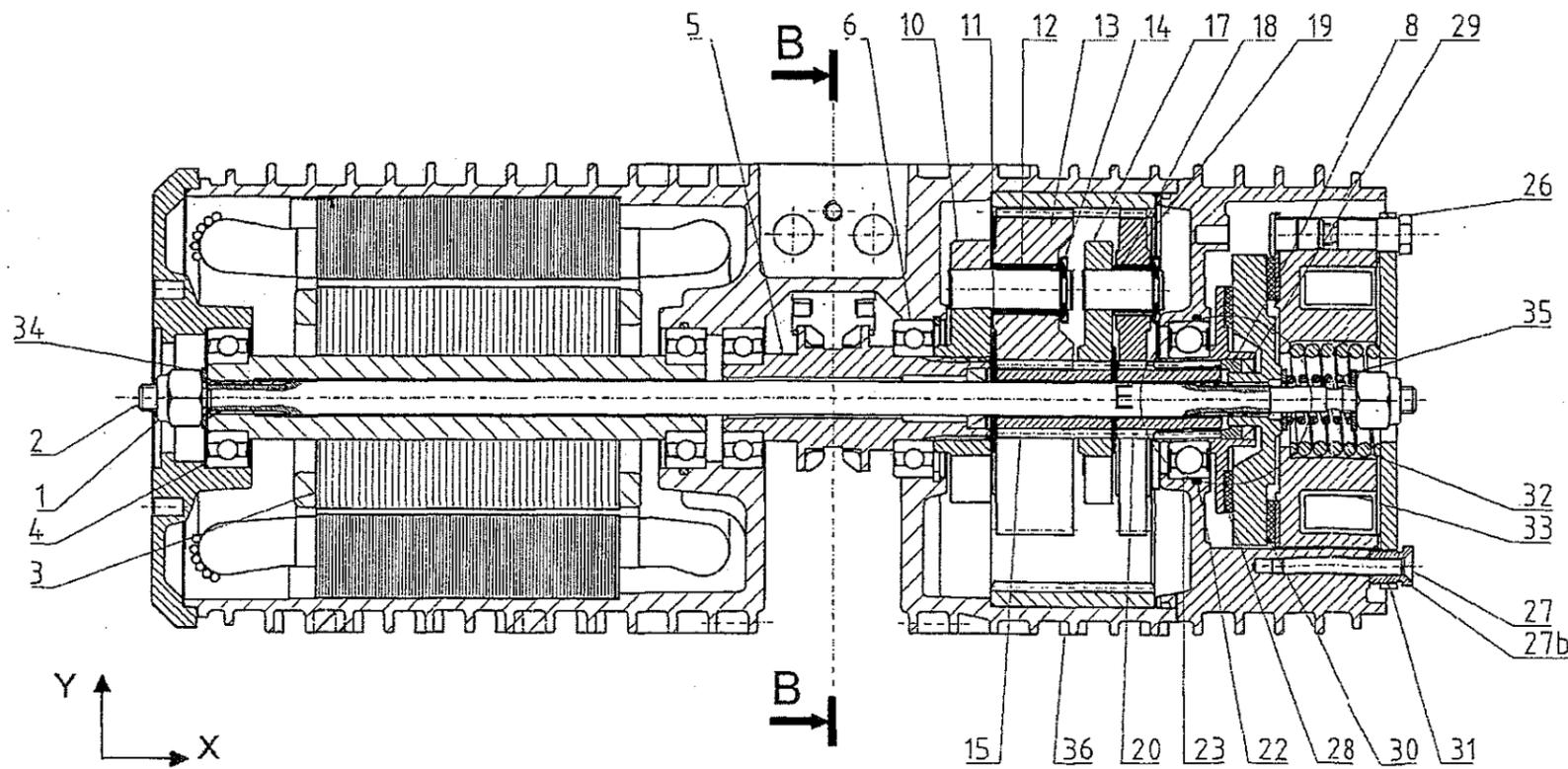
Vue de face du "carter - stator" seul



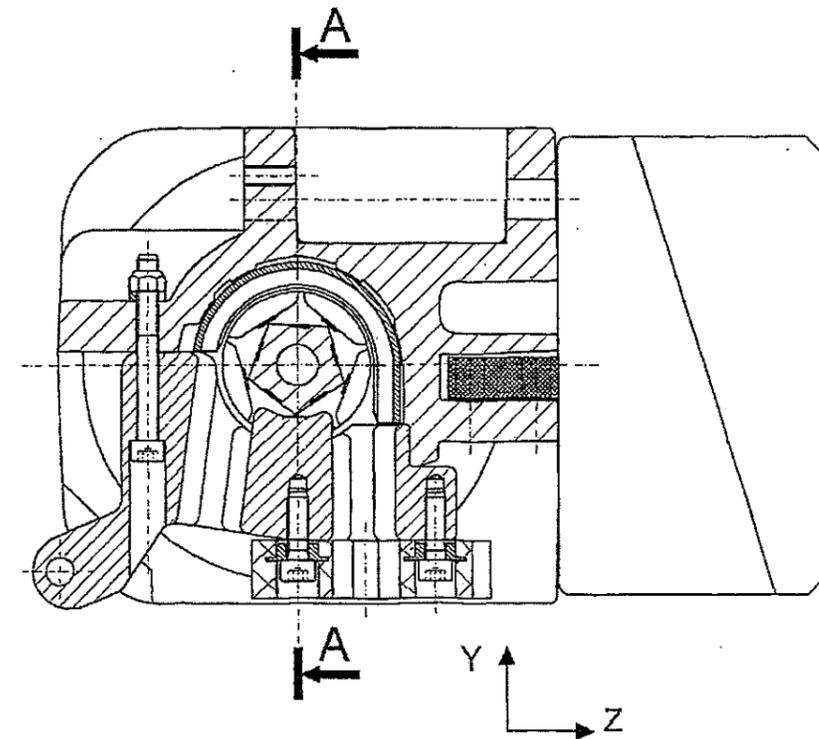
Détail E -



A - A



B - B



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 6/20

Dessin d'ensemble du système réducteur / limiteur / frein

Echelle : 1 : 2

Nomenclature de l'ensemble réducteur / limiteur / frein.

Repère	Nombre	Désignation
36	1	Carter assemblé. Couronne ($Z_{36} = 89 \text{ dents}$, $m_{36} = 1.25$)
35	1	Ressort de limiteur
34	3	Rondelle
33	1	Electro-aimant assemblé
32	1	Ressort de frein
31	1	Disque d'ancrage
30	1	Disque de frein assemblé
29	1	Joint à lèvres
28	1	Disque limiteur assemblé
27b	1	Ecrou de réglage
27	3	Vis de blocage
26	3	Vis de fixation
25	1	Frein limiteur assemblé
24	1	Joint
23	1	Roulement 6005 2NSLNR
22	1	Joint torique
21	1	Anneau élastique
20	1	Planétaire premier étage ($Z_{20} = 16 \text{ dents}$)
19	3	Satellite premier étage ($Z_{19} = 35 \text{ dents}$)
18	3	Bague auto lubrifiante
17	1	Porte satellite premier étage
16	1	Ensemble satellite premier étage
15	1	Planétaire deuxième étage
14	6	Rondelle de retenue
13	3	Satellite deuxième étage
12	3	Bague auto lubrifiante
11	2	Rondelle
10	1	Porte satellite deuxième étage
9	1	Ensemble satellite deuxième étage
8	1	Bague d'étanchéité
7	1	Bague de limiteur
6	1	Roulement 6005 2RS1
5	1	Noix de levage assemblée ($\varnothing \text{ noix} = 41 \text{ mm}$)
4	3	Roulement 6004 2RS1
3	1	Rotor assemblé
2	1	Arbre de transmission
1	2	Ecrou auto-freiné

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 7/20

Fonctionnement de l'ensemble frein et limiteur.

L'ensemble disque frein (30) est en liaison glissière par rapport à l'arbre de transmission (2), grâce à des cannelures.

Le reste du frein est en liaison pivot par rapport au carter.

Fonctionnement du frein :

Le ressort (35) maintient en pression (30) sur (28). L'écrou (1) maintient l'ensemble sur (2).

Pendant la montée ou la descente, la bobine (33) est sous tension et elle est plaquée sur le disque d'ancrage (31).

Les disques (28) et (30) tournent librement et peuvent entraîner en rotation le planétaire (20).

Il y a freinage lorsque la bobine n'est plus alimentée et que le ressort (32) repousse (33) et sa garniture sur le disque de frein (30).

Fonctionnement du limiteur :

Si la charge à soulever est excessive, il se produit un glissement entre (30) et (28). Cela permet de préserver l'ensemble du système contre toute rupture intempestive.

Le seuil de déclenchement du limiteur se règle grâce à l'écrou (1). Ce seuil est égal à 1,25 fois la charge nominale du palan.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 8/20

Calcul dans un train épicycloïdal.

1 : Planétaire

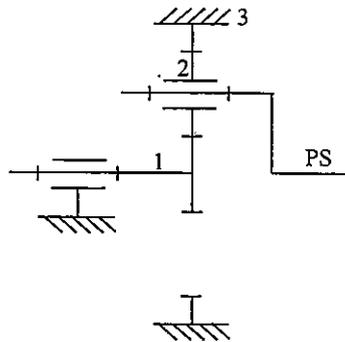
2 : satellite

3 : couronne

PS : porte satellite

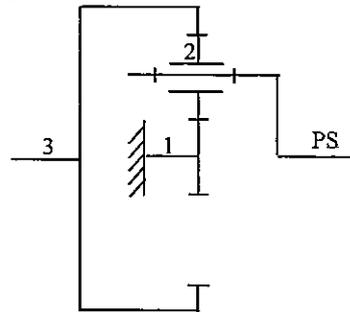
Premier cas : couronne (3) bloquée.

$$r = \frac{n_{PS}}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3}$$



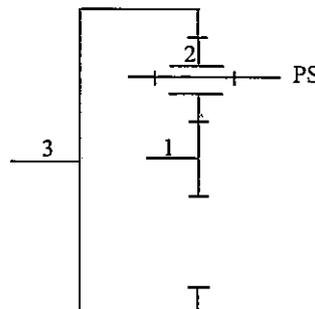
Deuxième cas : planétaire (1) bloqué.

$$r = \frac{n_{PS}}{n_3} = \frac{Z_3}{Z_1 + Z_3}$$



Troisième cas : Porte satellite (PS) bloqué.

$$r = \frac{n_3}{n_1} = -\frac{Z_1}{Z_3}$$

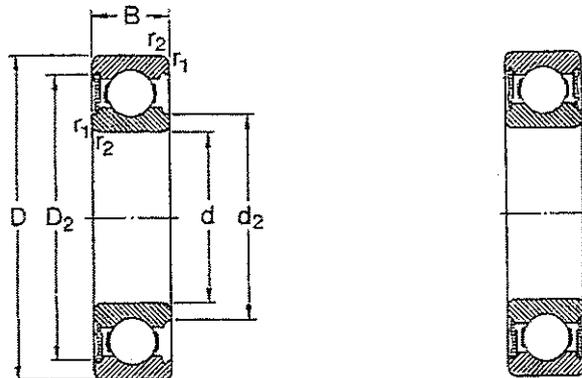


Dans le cas de train double : $r_{global} = r_1 \times r_2$.

Avec r_1 le rapport de transmission du train épicycloïdal premier étage et r_2 le rapport de transmission du train épicycloïdal deuxième étage.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 9/20

Caractéristiques des roulements



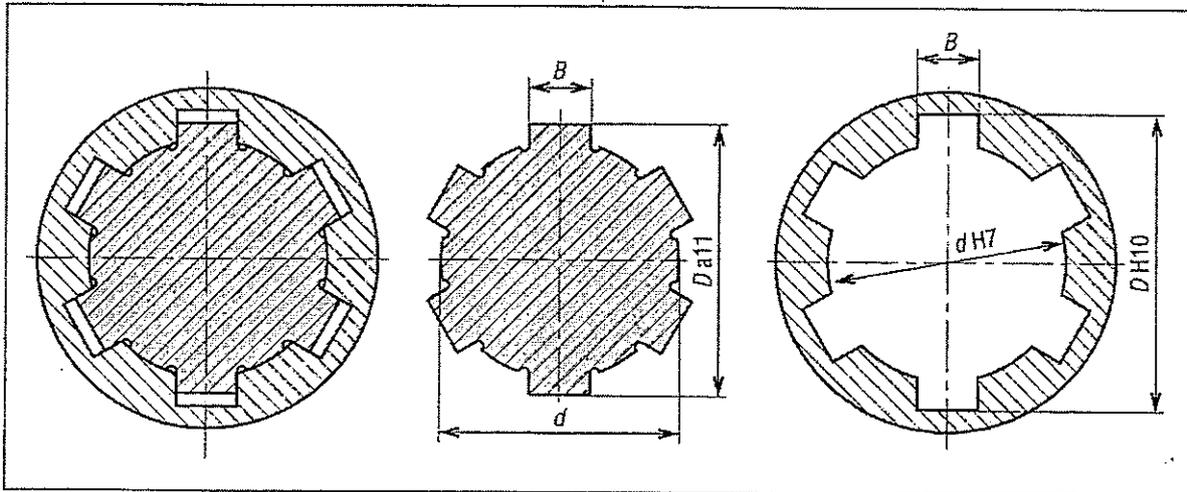
Avec un joint RS1

Avec deux joints RS1

Dimensions d'encombrement			Charges de base		Limite de fatigue P_u	Vitesse de base	Masse	Désignations Roulements avec	
d	D	B	C	stat. C_0				un joint	deux joints
mm			N		N	tr/min	kg	-	
17	26	5	1 680	930	39	16 000	0,0082	61803-RS1	61803-2RS1
	30	7	4 360	2 320	98	14 000	0,018	61903-RS1	61903-2RS1
	35	10	6 050	3 250	137	13 000	0,039	6003-RS1	6003-2RS1
	35	14	6 050	3 250	137	13 000	0,052	-	63003-2RS1
	40	12	9 560	4 750	200	12 000	0,065	6203-RS1	6203-2RS1
	40	16	9 560	4 750	200	12 000	0,083	-	62203-2RS1
	47	14	13 500	6 550	275	11 000	0,12	6303-RS1	6303-2RS1
	47	19	13 500	6 550	275	11 000	0,15	-	62303-2RS1
20	32	7	2 700	1 500	63	13 000	0,018	61804-RS1	61804-2RS1
	37	9	6 370	3 650	156	12 000	0,038	61904-RS1	61904-2RS1
	42	12	9 360	5 000	212	11 000	0,069	6004-RS1	6004-2RS1
	42	16	9 360	5 000	212	11 000	0,086	-	63004-2RS1
	47	14	12 700	6 550	280	10 000	0,11	6204-RS1	6204-2RS1
	47	18	12 700	6 550	280	10 000	0,13	-	62204-2RS1
	52	15	15 900	7 800	335	9 500	0,14	6304-RS1	6304-2RS1
	52	21	15 900	7 800	335	9 500	0,20	-	62304-2RS1
25	37	7	4 360	2 600	125	11 000	0,022	61805-RS1	61805-2RS1
	42	9	6 630	4 000	176	10 000	0,045	61905-RS1	61905-2RS1
	47	12	11 200	6 550	275	9 500	0,080	6005-RS1	6005-2RS1
	47	16	11 200	6 550	275	9 500	0,10	-	63005-2RS1
	52	15	14 000	7 800	335	8 500	0,13	6205-RS1	6205-2RS1
	52	18	14 000	7 800	335	8 500	0,15	-	62205-2RS1
	62	17	22 500	11 600	490	7 500	0,23	6305-RS1	6305-2RS1
	62	24	22 500	11 600	490	7 500	0,32	-	62305-2RS1
30	42	7	4 490	2 900	146	9 500	0,027	61806-RS1	61806-2RS1
	47	9	7 280	4 550	212	8 500	0,051	61906-RS1	61906-2RS1
	55	13	13 300	8 300	355	8 000	0,12	6006-RS1	6006-2RS1
	55	19	13 300	8 300	355	8 000	0,16	-	63006-2RS1
	62	16	19 500	11 200	475	7 500	0,20	6206-RS1	6206-2RS1
	62	20	19 500	11 200	475	7 500	0,24	-	62206-2RS1
	72	19	28 100	16 000	670	6 300	0,35	6306-RS1	6306-2RS1
	72	27	28 100	16 000	670	6 300	0,48	-	62306-2RS1

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 10/20

Documentation technique des cannelures à flancs parallèles.

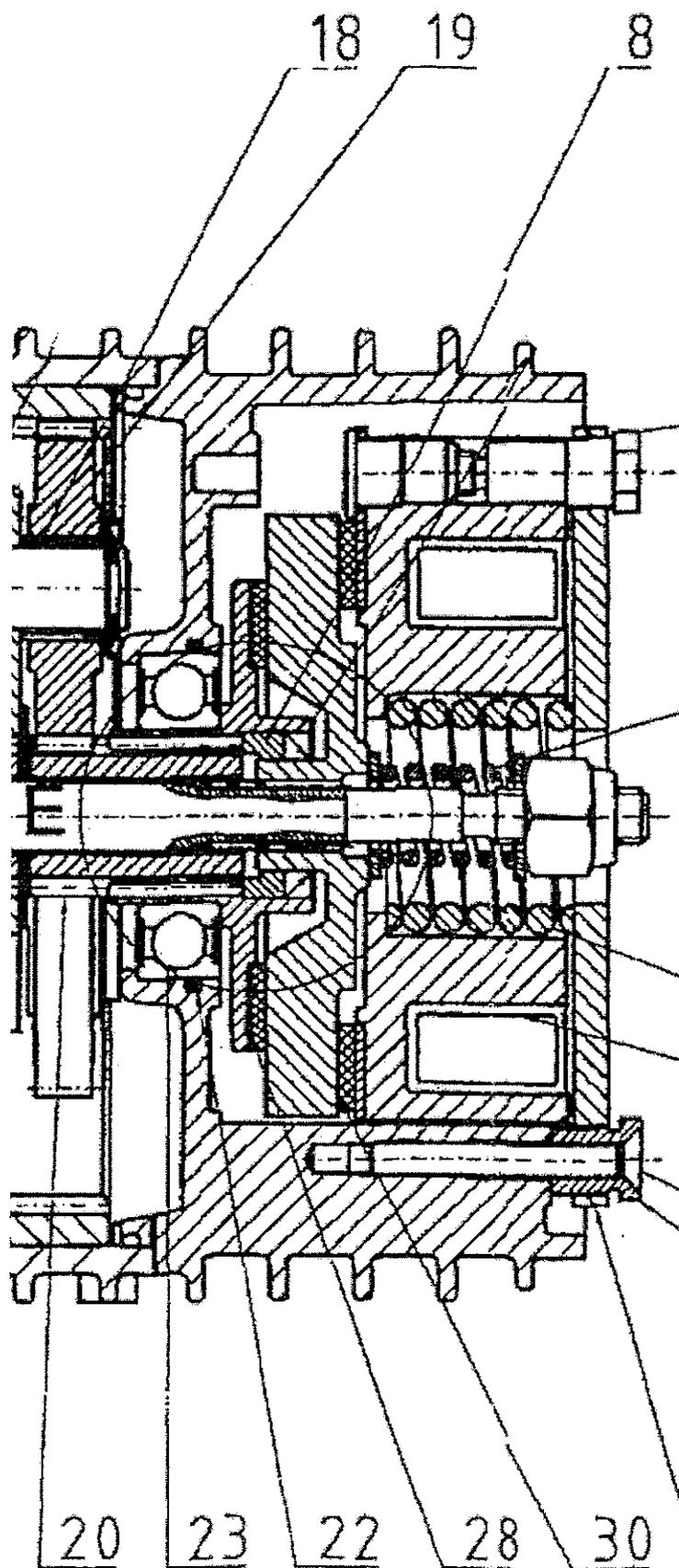


3. Cannelures à flancs parallèles NF E 22-131.

Cannelures à flancs parallèles : principales dimensions normalisées (NF E 22-131)																
série légère								série forte								
<i>d</i>	<i>D</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	
23	26	6	6	56	62	8	10	11	14	6	3	28	34	6	7	
26	30	6	6	62	68	8	12	13	16	6	3,5	32	38	8	6	
28	32	6	7	72	78	10	12	16	20	6	4	36	42	8	7	
32	36	8	6	82	88	10	12	18	22	6	5	42	48	8	8	
36	40	8	7	92	98	10	14	21	25	6	5	46	54	8	9	
42	46	8	8	102	108	10	16	23	28	6	6	52	60	8	10	
46	50	8	9	112	120	10	18	26	32	6	6	56	65	8	10	
52	58	8	10													
tolérances de l'arbre				<i>d</i>	<i>D</i>		<i>B</i>	tolérances du moyeu				<i>d</i>	<i>D</i>		<i>B</i>	
		glissant		f7	a11		d10			non traité			H7	H10		H9
		fixe		h7	a11		h10			traité			H7	H10		H11

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 11/20

Détail du disque de frein à l'échelle 1 :1



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 12/20

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2014

Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes

**Sous épreuve U42 :
Etude de dispositions constructives.**

DOSSIER SUJET

Parties	Temps conseillé
Lecture du sujet	30 min
Partie A	1 heure
Partie B	1 heure
Partie C	30 min
Partie D	2 heures

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 13/20

Partie A : Etude cinématique.

Le but de cette partie est de vérifier les données constructeur et de déterminer la fréquence de rotation du moteur afin de la dimensionner.

Afin de réduire les stocks et les temps d'intervention de maintenance, les opérateurs choisiront un moteur compatible et déjà utilisé sur un autre équipement.

Le palan choisi est un palan VL5 de type 1004 m1.

A1- Répondre sur le document réponse DR1 page 18/20.

- Colorier en rouge l'ensemble des pièces ayant la même fréquence de rotation que l'arbre de transmission (2), en phase de fonctionnement normal, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas de glissement au niveau du limiteur.
- Colorier en vert l'ensemble des pièces ayant la même fréquence de rotation que le porte satellite premier étage (17).
- Colorier en bleu l'ensemble des pièces ayant la même fréquence de rotation que le porte satellite deuxième étage (10).

A2- Répondre sur le document réponse DR2 page 19/20

Le schéma cinématique de l'ensemble réducteur / limiteur / frein est donné sur le document réponse DR2 page 19/20.

Compléter, sur ce schéma le repère des pièces entrant dans la chaîne cinématique.

A3- Répondre sur feuille de copie.

- En vous aidant du document technique page 9/20, calculer le rapport de transmission du train épicycloïdal premier étage (dans le cas de l'étude, la couronne est bloquée).
- En déduire le rapport de transmission global du réducteur.
- Relever sur le document technique page 4/20 le rapport de réduction du palan utilisé. Conclure.

A4- Répondre sur feuille de copie.

- A partir du document technique page 4/20, relever la vitesse de levage de la charge.
- Calculer la fréquence de rotation de la noix de levage.
- Calculer la fréquence de rotation du moteur électrique en régime permanent.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 14/20

Partie B : Etude du roulement repère (6).

Le but de cette partie est de vérifier que le roulement (6) est bien dimensionné et si les arrêts préventifs de maintenance ont une périodicité adaptée.

B1- Répondre sur feuille de copie.

En vous aidant de la documentation technique page 10/20, relever la valeur de la charge dynamique C du roulement repère (6).

B2- Répondre sur feuille de copie.

Une étude préliminaire de statique a permis de montrer que le roulement repère (6) supporte une charge radiale $F_r = 5400 \text{ N}$ et une charge axiale $F_a = 0 \text{ N}$.
Calculer la valeur de la charge équivalente P.

B3- Répondre sur feuille de copie.

Calculer la durée de vie, en millions de tours, du roulement (6).

B4- Répondre sur feuille de copie.

On suppose que la fréquence de rotation de la noix de levage (5) a une fréquence de rotation $N_{noix} = 31 \text{ tr/min}$.

- Calculer, en heures, la durée de vie du roulement (6).
- On estime que le palan a une utilisation d'environ deux heures 365 jours par an. Le planning de maintenance préventive propose une intervention de remplacement des roulements tous les cinq ans. Conclure.

Partie C : fonctionnement du frein.

C1- Répondre sur feuille de copie.

Expliquer le fonctionnement du frein, à l'aide de deux schémas, le premier en position frein libéré et le second en position frein actionné.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 15/20

Partie D : Construction du disque de frein (30).

La liaison glissière entre le disque de frein (30) et l'arbre de transmission (2) est réalisée à l'aide de cannelures à flancs parallèles. La documentation de ces cannelures est donnée dans le dossier technique page 11/20.

Etant donné l'importance des efforts à transmettre, il est noté une détérioration rapide des cannelures actuelles due au diamètre trop faible de l'arbre sur lequel sont usinées les cannelures. Pour pallier ce problème, on décide de proposer une nouvelle solution pour l'arbre et la pièce (30) avec un diamètre supérieur.

Une étude préalable a montré que des cannelures de série forte de diamètre intérieur $d = 11 \text{ mm}$ seraient suffisantes pour résister aux efforts.

Le document technique page 12/20 représente une partie du dessin d'ensemble à l'échelle 1 :1.

D1- Répondre sur le document réponse DR3, page 20/20.

Relever, sur le document technique page 11/20 les caractéristiques géométriques des cannelures à utiliser.

D2- Répondre sur feuille de copie.

Le changement de diamètre des cannelures entraîne une variation de géométrie de la pièce (30). Pour une résistance optimale, l'alésage supportant les cannelures sur la pièce (30) doit avoir une épaisseur minimale $e = 4 \text{ mm}$.

Déterminer le diamètre minimal du joint à lèvres repère (29) qu'il faudra utiliser pour assurer l'étanchéité.

D3- Répondre sur le document réponse DR3, page 20/20.

Réaliser, sur le document réponse pré-imprimé DR3, le dessin, à l'échelle 1 :1 de la pièce (30) en vue de :

- Face coupe A-A
- Droite
- $\frac{1}{2}$ vue de dessus.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 16/20

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

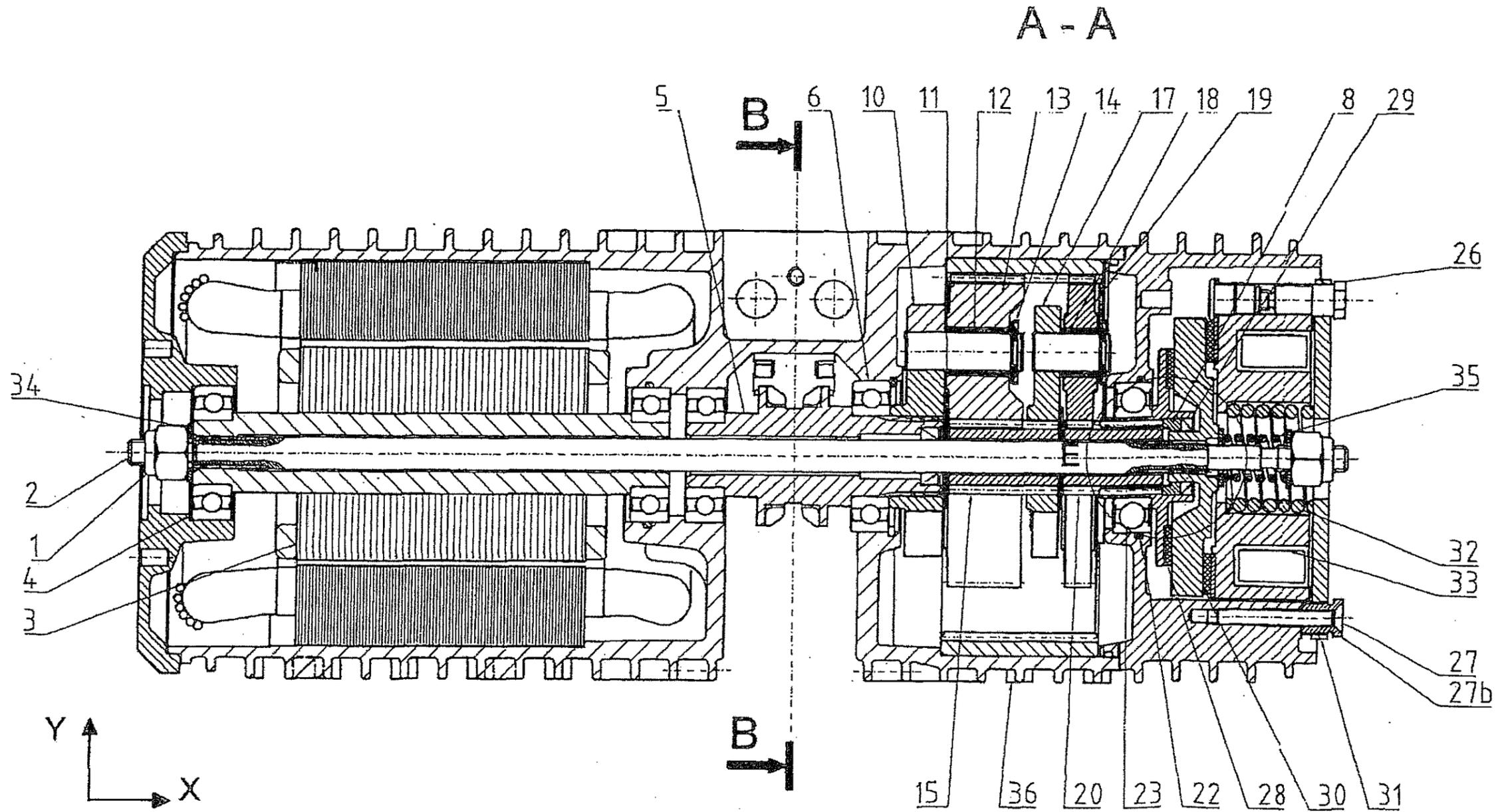
Session 2014

Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes

**Sous épreuve U42 :
Etude de dispositions constructives.**

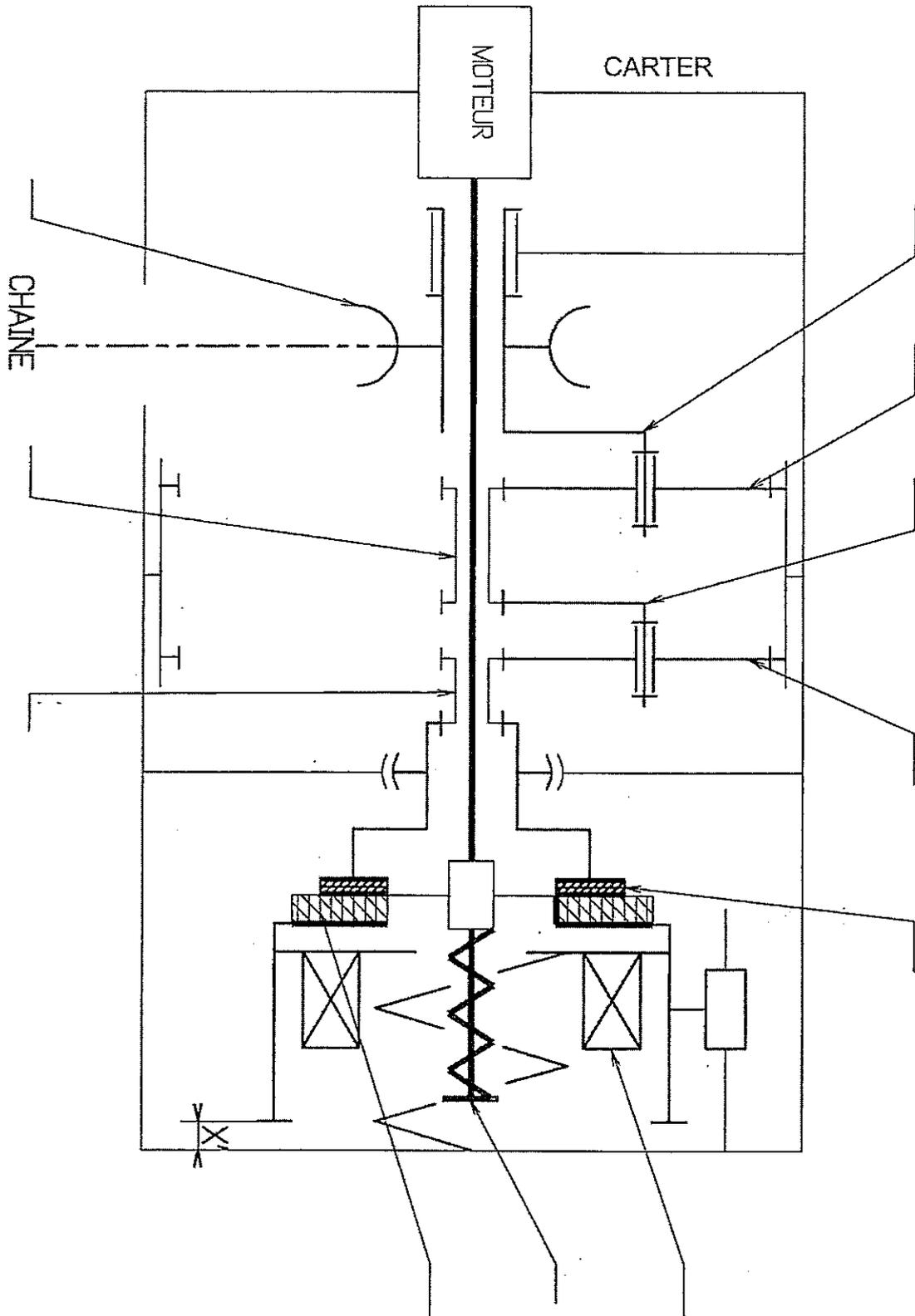
DOSSIER REPONSE

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 17/20



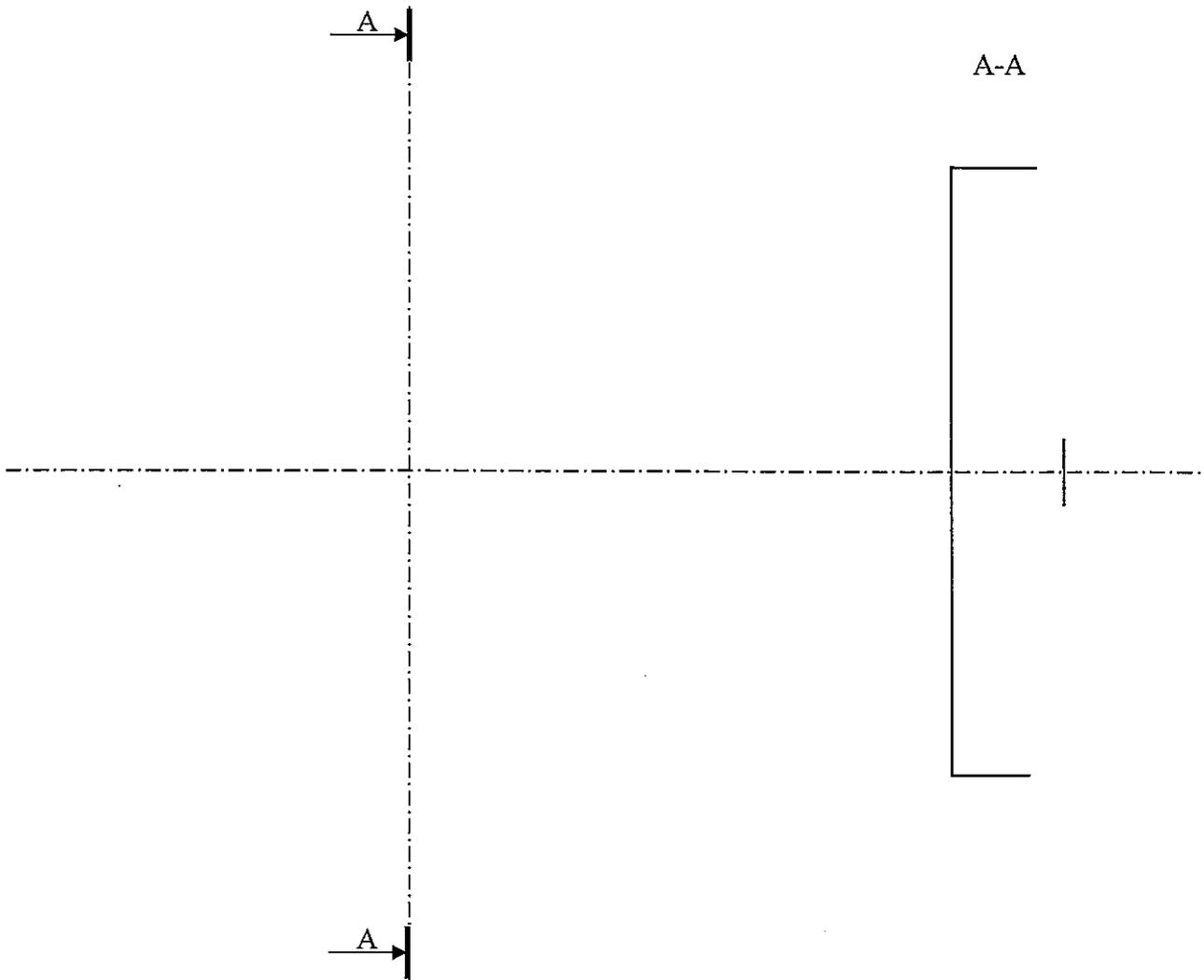
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 18/20

DR2 : question A2



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 19/20

DR3 : question D1 – D3



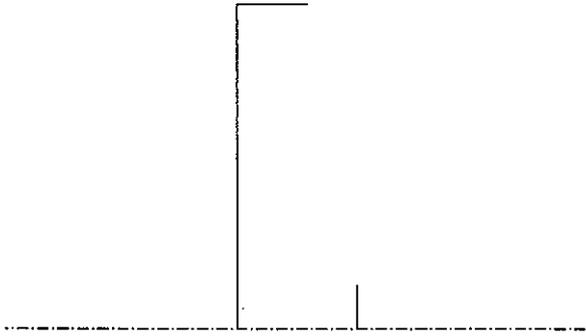
Cannelures :

$d =$

$D =$

Nombre de cannelures =

Largeur B =



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 14-ITEDIME1		Page 20/20