

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2014

ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

Sous épreuve U41 :
Analyse du comportement d'un mécanisme

Le texte de l'épreuve est constitué de trois dossiers

Le dossier technique : pages 2/17 à 10/17

Le dossier sujet : pages 11/17 à 15/17

Le dossier réponse : pages 16/17 à 17/17

Durée de l'épreuve : 3h Coefficient : 2.5

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 U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 1/17

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2014

Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes

Sous épreuve U41 : Analyse du comportement d'un mécanisme

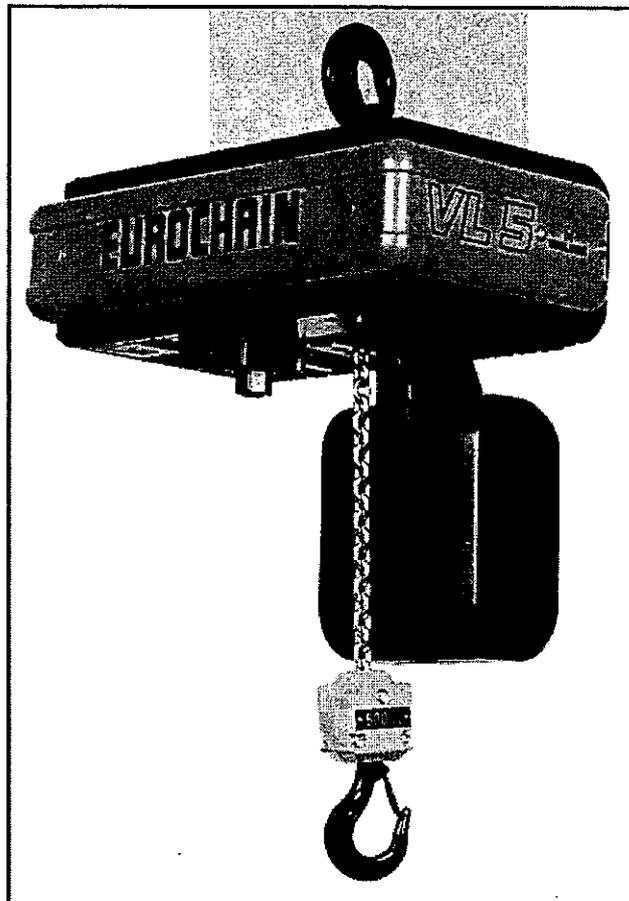
DOSSIER TECHNIQUE

Page 3/17	Présentation.
Page 4/17	Caractéristiques des palans de la gamme VL5.
Page 5/17	Vue éclatée du système réducteur / limiteur / frein.
Page 6/17	Dessin d'ensemble du système réducteur / limiteur / frein.
Page 7/17	Nomenclature de l'ensemble réducteur / limiteur / frein.
Page 8/17	Fonctionnement de l'ensemble frein et limiteur.
Page 9/17	Couple de tarage.
Page 10/17	Formulaire.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 2/17

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.

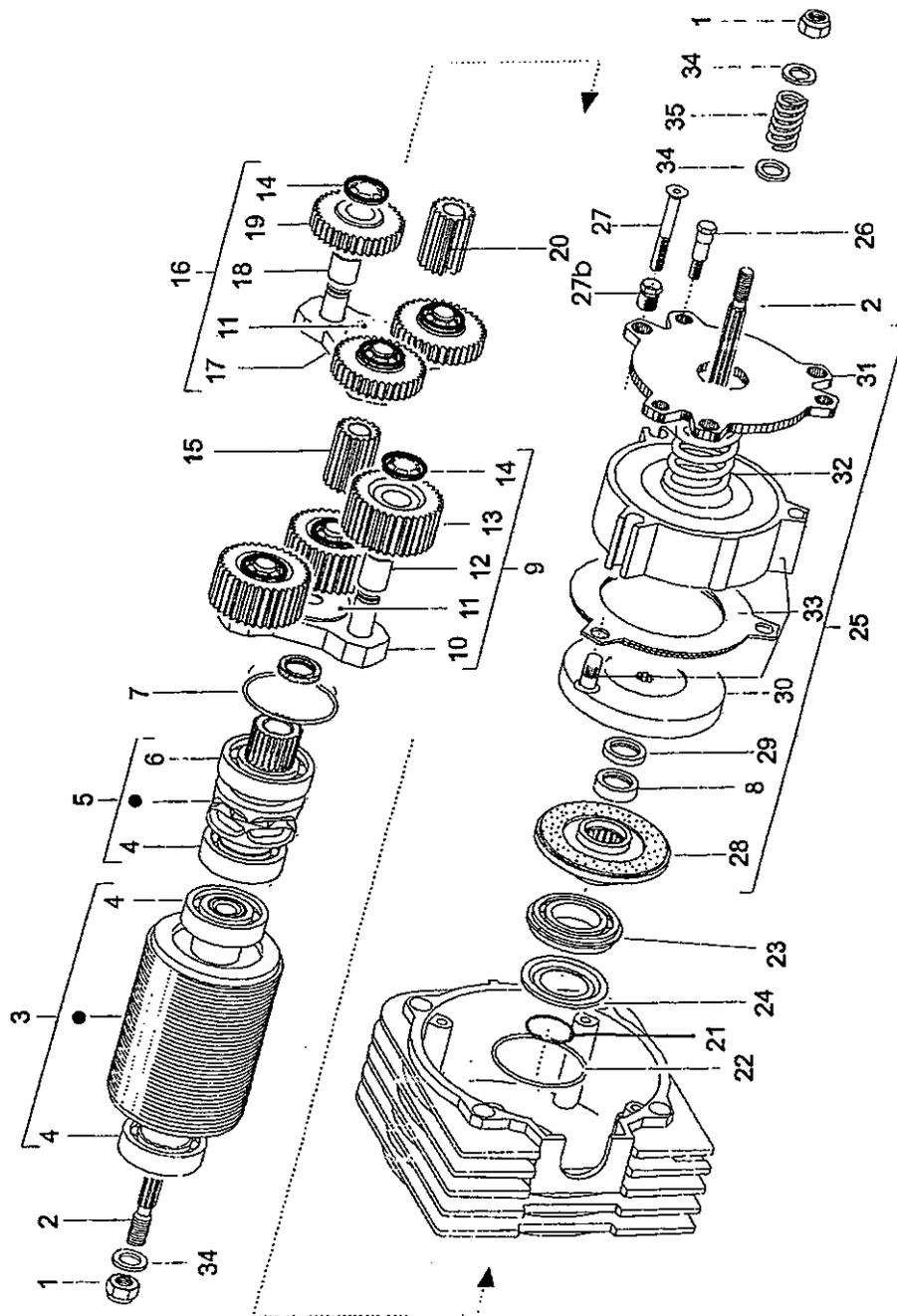
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 3/17

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

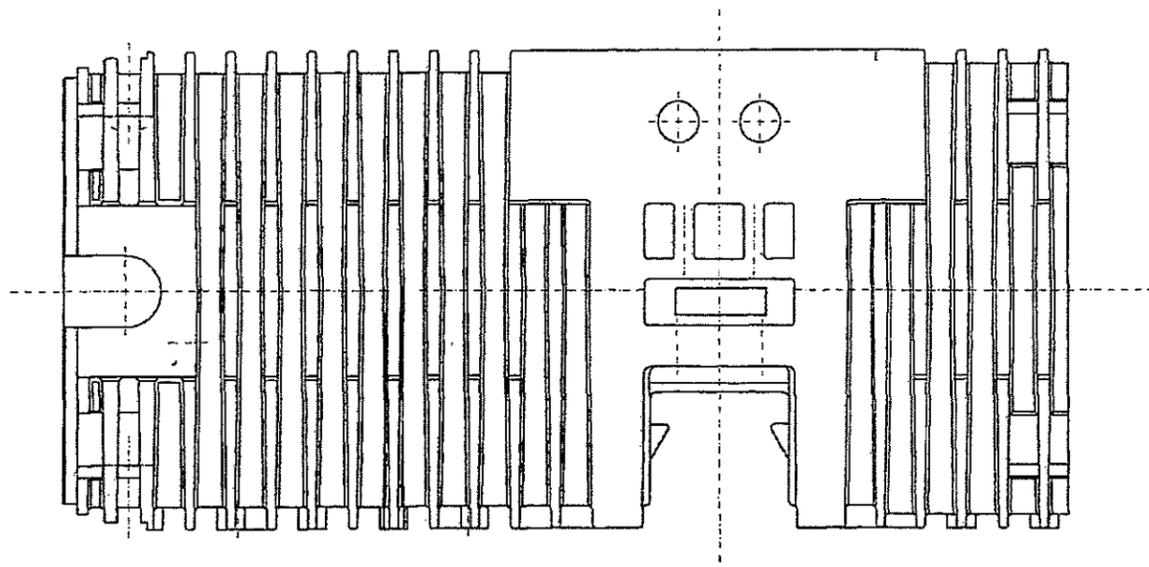
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 4/17

Vue éclatée du système réducteur / limiteur / frein.

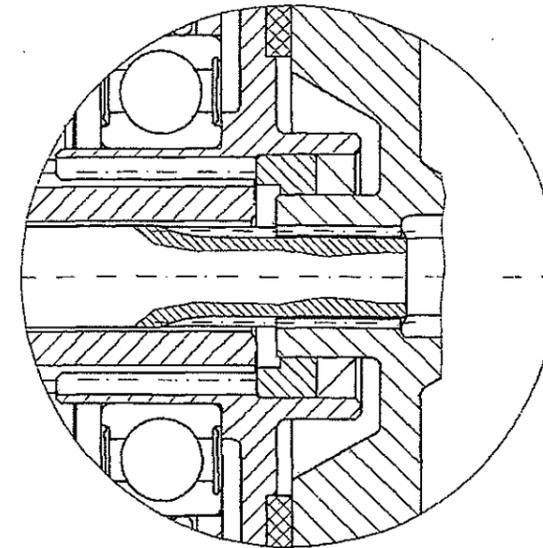


BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 5/17

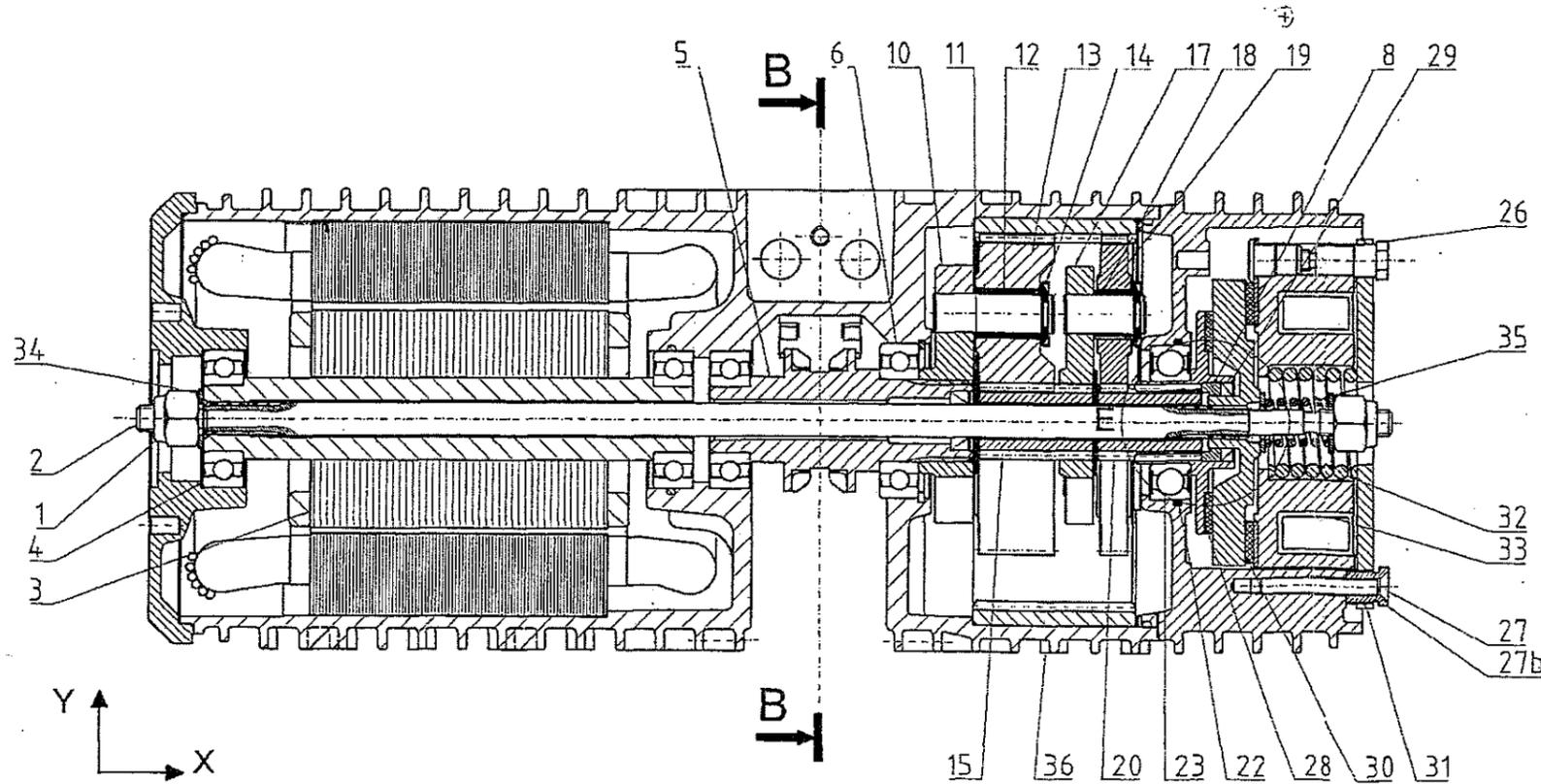
Vue de face du "carter - stator" seul



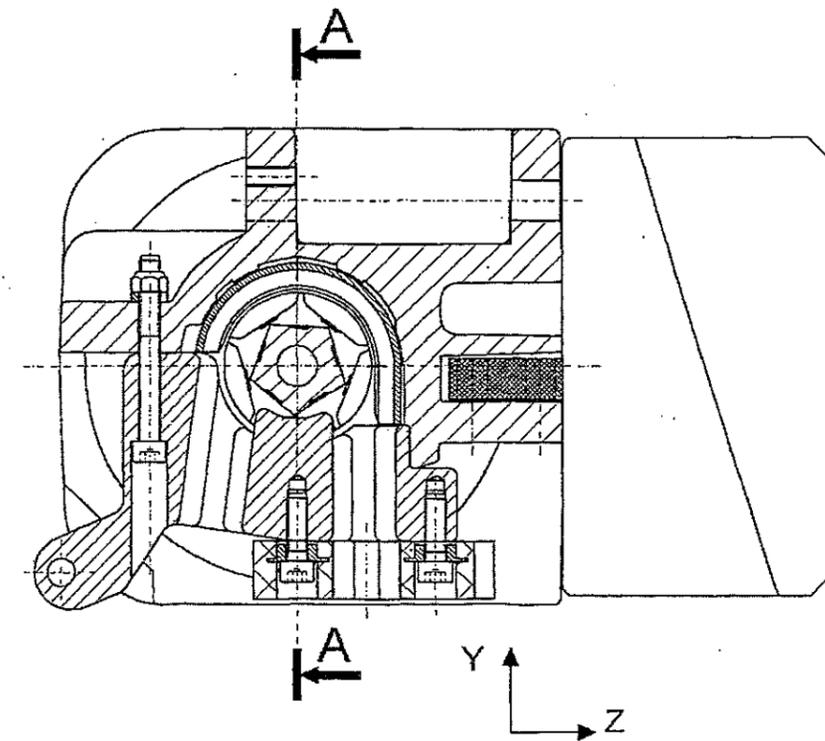
Détail E -



A - A



B - B



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 - Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 6/17

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
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
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 U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 7/17

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).

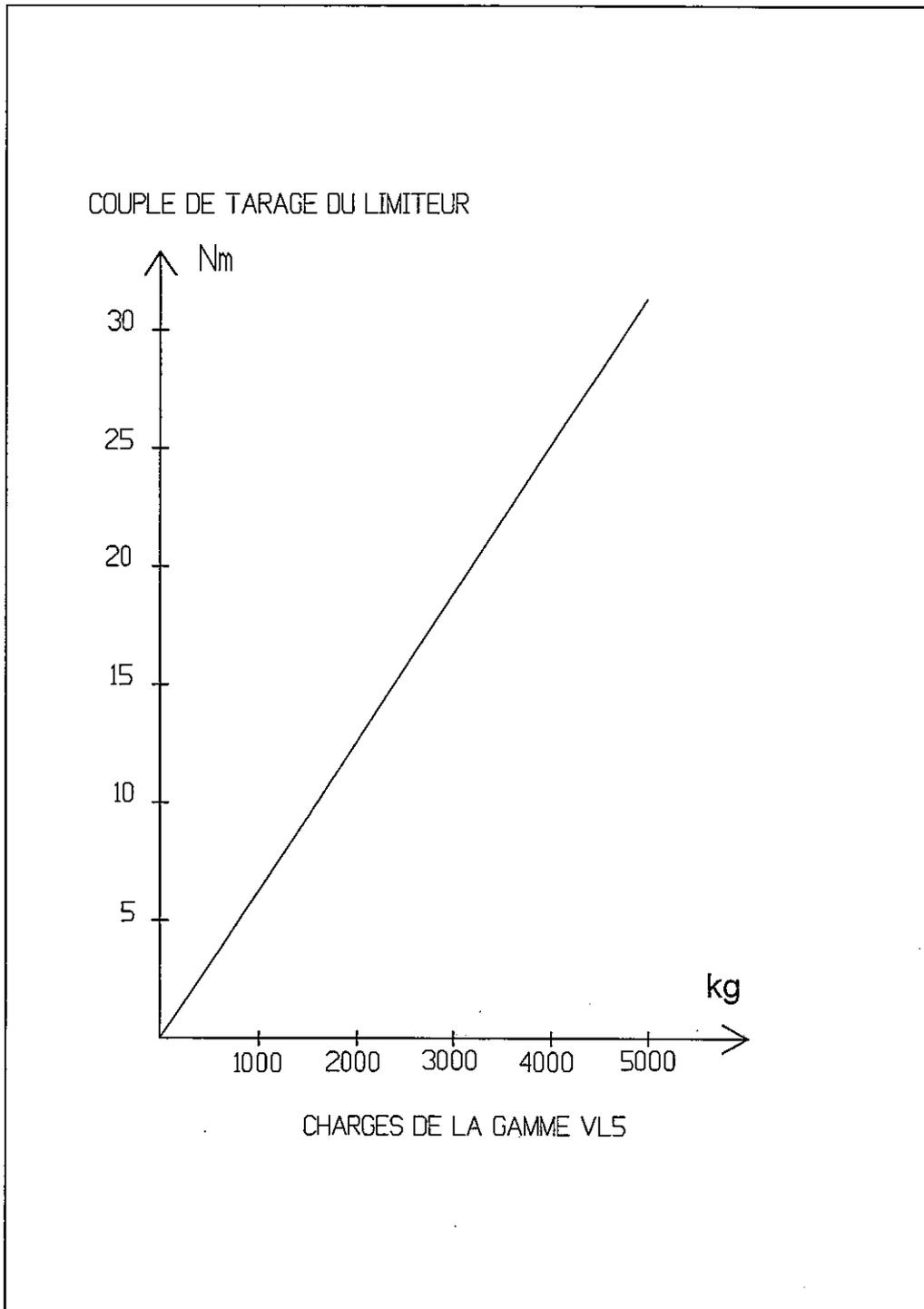
Fonctionnement du limiteur :

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 U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 8/17

Couple de tarage du limiteur.



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 9/17

Formulaire

Dynamique :

Principe fondamental de la dynamique en translation : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m. \vec{a}$.

Torsion :

Contrainte tangentielle de torsion :

$$\tau = \frac{M_t}{\left(\frac{I_0}{\nu}\right)}$$

Avec :

$$I_0 = \frac{\pi. d^4}{32}$$

$$\nu = \frac{d}{2}$$

Cas de présence de concentration de contraintes : $\tau_{max} = k. \tau$

Angle unitaire de torsion :

$$\theta = \frac{M_t}{G. I_0}$$

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 10/17

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2014

Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes

**Sous épreuve U41 :
Analyse du comportement d'un mécanisme.**

DOSSIER SUJET

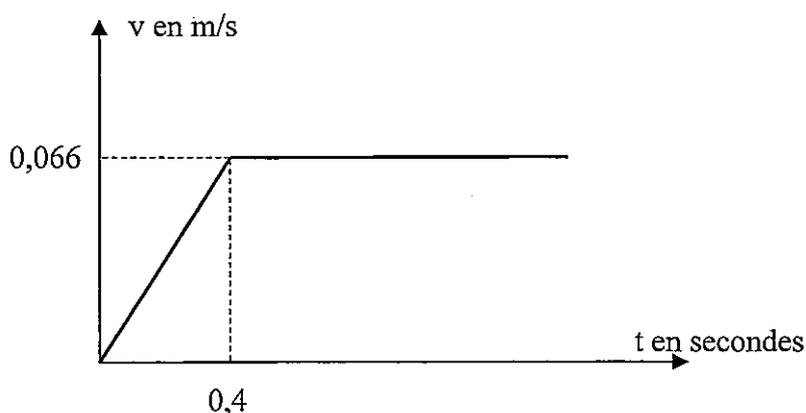
Parties	Temps conseillé
Lecture du sujet	30 min
Partie A	45 min
Partie B	1 heure
Partie C	45 min

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 11/17

Partie A : Etude dynamique.

Le but de cette partie est de vérifier que, lors de la phase de démarrage, le couple moteur reste bien inférieur au couple de tarage afin d'éviter le glissement au niveau du limiteur.

Lors de la phase de montée de la charge, la loi d'entrée du mécanisme est la suivante :



A1- Répondre sur feuille de copie.

Calculer la norme a du vecteur accélération.

A2- Répondre sur le document réponse DR1 page 17/17.

Sur le document réponse DR1, la charge à soulever est représentée de façon schématique. Cette charge a une masse $m = 1000 \text{ kg}$.

- Représenter sur ce dessin, l'ensemble des actions extérieures s'appliquant sur la charge.
- Représenter le vecteur accélération en phase de levage.

A3- Répondre sur feuille de copie.

Appliquer le théorème de la résultante dynamique à la charge, en projection sur \vec{y} , et calculer la tension de la chaîne pendant la phase de démarrage.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 12/17

A4- Répondre sur feuille de copie.

L'action du porte satellite (10) sur la noix de levage (5) en phase de démarrage est modélisée par un moment $M_t = 205 \text{ N.m}$.

Le rendement global de transmission entre le moteur et la noix (5) est $\eta = 0,84$.

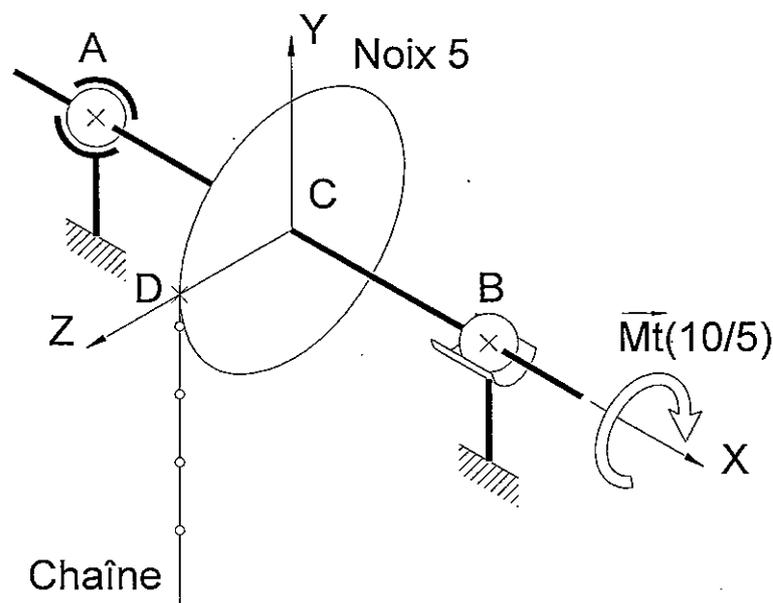
Le rapport de transmission global du train épicycloïdal à double train est $i = 1/43$.

- Calculer le couple moteur en phase de démarrage (inerties en rotation négligées).
- A partir de la courbe donnant le couple de tarage du limiteur en fonction de la charge à soulever pour les palans de la gamme VL5, document technique page 9/17, déterminer le couple de tarage du VL5 1004m1.
- Comparer ce couple de tarage avec le couple produit par le moteur au démarrage et conclure quant au risque de glissement du limiteur pendant la phase de montée.

Partie B : Etude statique de la noix de levage (5).

Le but de cette partie est de déterminer les charges subies par les roulements afin de les dimensionner et de déterminer un planning de maintenance préventive afin de les remplacer.

La noix de levage (5) est schématisée sur le schéma cinématique suivant :



BTS-INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 13/17

On donne :

- $\overrightarrow{AC} = 25 \vec{x}$.
- $\overrightarrow{AB} = 52 \vec{x}$.
- La tension de la chaîne, appliquée au point D est $\vec{T} = -10\,000 \vec{y}$.
- Le diamètre primitif d'enroulement de la chaîne sur la noix de levage (5) est $\phi_{noix} = 41 \text{ mm}$
- Le torseur associé à l'action du porte satellite (10) sur la noix (5) est

$$\left\{ \tau_{10/5} \right\}_D = \begin{pmatrix} 0 & -205\,000 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$$

- Toutes dimensions sont données en N, mm et N.mm.

B1- Répondre sur feuille de copie.

Déterminer le torseur associé à l'action de la chaîne sur la noix (5) au point D.

B2- Répondre sur feuille de copie.

Ecrire les torseurs aux points A et B associés aux actions des roulements (4) et (6).

B3- Répondre sur feuille de copie.

Appliquer le principe fondamental de la statique à la noix de levage (5) et déterminer complètement les actions des roulements (4) et (6).

B4- Répondre sur feuille de copie.

En déduire la valeur des efforts axiaux et radiaux supportés par les roulements (4) et (6).

Partie C : Etude de l'arbre de transmission (2).

Le but de cette partie est de vérifier que l'arbre (2) résiste aux efforts de torsion et qu'il ne se déforme pas trop.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE 14-ITANAME1		Page 14/17

L'arbre de transmission (2) subit au niveau des cannelures le liant au disque limiteur (28) une sollicitation de torsion.

On donne :

- Couple maxi sur l'arbre (2) : $C_{max} = 7,3 \text{ N.m}$
- Diamètre mini de l'arbre (à fond de cannelures) : $\phi_{2 \text{ mini}} = 8 \text{ mm}$.
- Contrainte tangentielle de limite élastique : $\tau_e = 770 \text{ MPa}$.
- Module d'élasticité transversale : $G = 82\,000 \text{ MPa}$.
- Coefficient de sécurité adopté par le constructeur : $s = 5$.
- Coefficient de concentration de contrainte due à la présence de cannelures aux extrémités de l'arbre $k = 1,2$.
- Angle limite pour un arbre de torsion $\alpha_{lim} = 15^\circ/m$.

C1- Répondre sur feuille de copie.

En vous aidant du formulaire donné en dossier technique page 10/17, calculer le moment quadratique I_0 de l'arbre (2).

C2- Répondre sur feuille de copie.

- Calculer la contrainte tangentielle τ de l'arbre (2).
- En déduire la valeur de la contrainte maximale τ_{max} en tenant compte du coefficient de concentration de contrainte due à la présence de cannelures.

C3- Répondre sur feuille de copie.

En écrivant la condition de résistance de l'arbre (2) à la torsion, conclure sur la résistance de l'arbre à la torsion.

C4- Répondre sur feuille de copie.

Calculer l'angle unitaire de torsion de l'arbre (2) en rad/mm puis en °/m et conclure.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 15/17

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2014

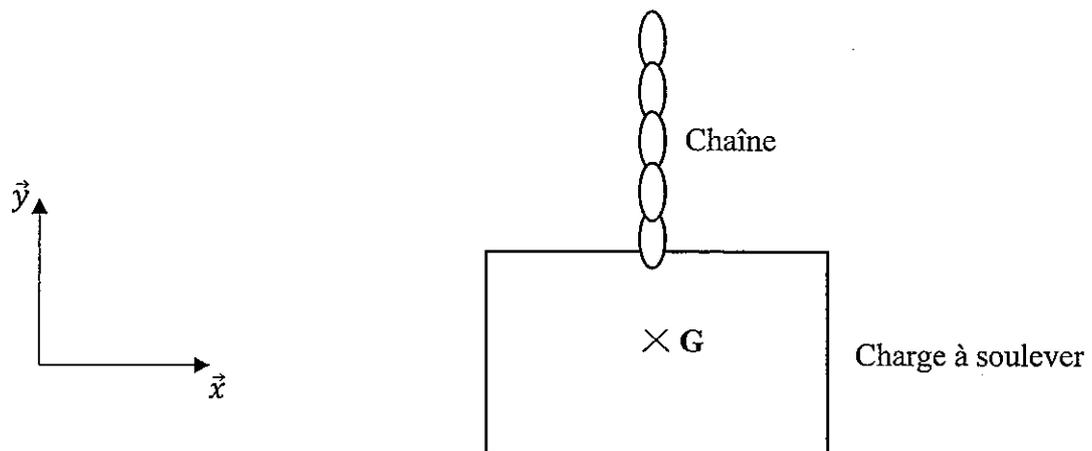
Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes

**Sous épreuve U41 :
Analyse du comportement d'un mécanisme.**

DOSSIER REPONSE

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 16/17

DR1 : question A2



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2014
Epreuve U41 – Analyse du Comportement d'un Mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 14-ITANAME1		Page 17/17