

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2016

E4 – ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

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

Durée de l'épreuve : 5 heures Coefficient : 3,5

Matériel autorisé :

« Calculatrice autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 Novembre 1999 ».

Calculatrice de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

Les documents réponses sont à rendre avec la copie

DOSSIER SUJET : Pages Q1/7 à Q7/7
DOSSIER TECHNIQUE : Pages DT1/19 à DT19/19
DOSSIER REPONSE : Pages DR1/6 à DR6/6

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2016

E4 – ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

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

DOSSIER SUJET

Pages Q 1/7 à Q 7/7

Barème :

Partie 1 : 25 points sur 60

Partie 2 : 12 points sur 60

Partie 3 : 12 points sur 60

Partie 4 : 11 points sur 60

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		

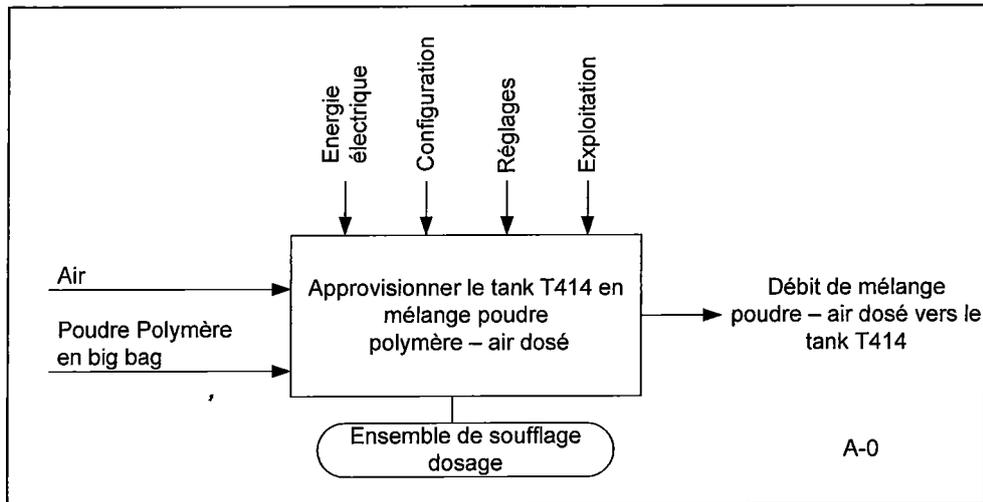
DOSSIER SUJET - Questionnaire

Dans cette partie nous étudierons la partie dosage et soufflage de la poudre polymère destinée à l'élaboration de l'agent de rétention.

1 - Analyse Fonctionnelle :

Question 1 : (Répondre sur le document DR1/6)

On vous donne ci-dessous l'Actigramme A-0 du système de dosage soufflage de poudre polymère.



Afin de compléter le dossier technique de cette installation on vous demande de compléter sur le document réponse DR1 l'actigramme A0 à partir des données suivantes qui ont été listées par un technicien du bureau des méthodes maintenance :

Liste des fonctions à assurer :

- Régler la fréquence de rotation
- Transporter la poudre
- Transporter et mélanger la poudre et l'air
- Générer le débit d'air
- Réduire la fréquence de rotation
- Convertir l'énergie

Systèmes support de l'activité :

- Vis d'Archimède
- Variateur mécanique
- Moteur électrique
- Souffleur
- Tuyauterie
- Réducteur roue et vis sans fin

Matières d'œuvre :

- Energie mécanique (Couple C2, Fréquence de rotation N2)
- Energie mécanique (Couple C3, Fréquence de rotation N3)
- Energie mécanique (Couple C4, Fréquence de rotation N4)
- Débit d'air avec poudre dosée en suspension vers le tank T414
- Débit d'air Q1
- Débit de poudre réglé Q2
- Poudre de polymère en vrac
- Energie électrique
- Air ambiant

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page Q1/7

On s'intéresse plus particulièrement à la fonction "régler la fréquence de rotation" réalisée par le variateur mécanique SITI MKF2/N2.

Fonctionnement du variateur : (voir particulièrement DT 5, DT 6, DT 7 et DT 10)

La variation du rapport de transmission entre l'arbre de sortie et l'arbre d'entrée du variateur est obtenue par la translation suivant l'axe Y des manchons porte satellites rep 13 qui coulisent dans le porte satellites rep 54. Cette translation peut être effectuée au moyen du volant de commande rep 45 par une chaîne cinématique comprenant un système vis écrou qui déplace le bloc de commande rep 35, lui-même provoquant la rotation de la piste planétaire extérieure mobile rep 15 autour de l'axe X. Cette piste possède un ensemble de rampes inclinées en contact avec des billes. Par l'intermédiaire de ces rampes, le mouvement de rotation provoque une légère translation d'axe X de la piste planétaire mobile rep 15 permettant d'augmenter ou de diminuer l'écartement entre les pièces rep 15 et rep 8. Si l'écart augmente, les satellites vont s'écarter de l'axe principal de rotation du porte satellite, si l'écart diminue ils vont au contraire se rapprocher de l'axe principal de rotation.

Les diamètres sur lesquels s'effectuent les contacts d'entraînement entre les satellites et les pistes intérieures (rep 11 et 25) et extérieures (rep 8 et 15) vont donc varier selon la position du manchon porte satellites permettant ainsi de changer le rapport de vitesses.

Ce variateur est donc un variateur à train épicycloïdal similaire pour une position donnée des satellites à un réducteur à train épicycloïdal. Les rayons actifs r_3 et r_3' des satellites du variateur sont équivalents à des rayons primitifs de roues dentées pour un réducteur mais ils présentent l'avantage d'être variables et donc d'obtenir une variation du rapport de transmission et donc de la fréquence de l'arbre de sortie.

Question 2 : (Répondre sur le document DR2/6)

A partir de la documentation technique du variateur mécanique (Plans, vue éclatée, nomenclature,...) Afin de déterminer les classes d'équivalence, coloriez les éléments suivants en fonction des indications ci-dessous :

Précision : l'ajustement entre la piste planétaire extérieure fixe rep 8 et la carcasse rep 5 est un ajustement de type H7 p6.

- En rouge : les composants de la classe d'équivalence A correspondant à l'arbre d'entrée rep 67
- En bleu foncé : les composants de la classe d'équivalence B correspondant à l'arbre de sortie rep 63
- En vert foncé : les composants de la classe d'équivalence C correspondant aux satellites rep 12
- En noir : les composants de la classe d'équivalence D correspondant à la carcasse fixe rep 5.
- En marron : les composants de la classe d'équivalence E correspondant à la piste planétaire extérieure mobile rep 15
- En vert clair : le composant de la classe d'équivalence F correspondant au manchon porte satellite rep 13
- En jaune : les composants de la classe d'équivalence G correspondant à la piste planétaire intérieure mobile rep 25
- En rose : le composant de classe d'équivalence H correspondant à la piste planétaire intérieure "fixe" rep 11

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page Q2/7

- En orange foncé : les composants de la classe d'équivalence I correspondant à la vis de commande rep 47
- En violet : le composant de la classe d'équivalence J correspondant au bloc de commande rep 35
- En orange clair : le composant de la classe d'équivalence K correspondant à la piste de réglage rep 22
- En bleu clair : les composants de la classe d'équivalence L correspondant à l'anneau billes rep 23

Question 3 : (Répondre sur le document DR3/6)

Indiquez les repères des composants des classes d'équivalence A et D en complétant les zones grisées sur DR3/6.

Remarque: les repères des composants des autres classes d'équivalence sont déjà donnés sur le document DR3/6

Question 4 : (Répondre sur le document DR4/6)

Complétez le graphe des liaisons du variateur en précisant quelles sont les liaisons L1, L2, L3, L4 du mécanisme de réglage

Question 5 : (Répondre sur la copie)

Pour quelle(s) raison(s) a-t-on choisi une liaison glissière avec un ajustement de type H7 g6 entre les pièces rep 11 et rep 67 ?

Question 6 : (Répondre sur le document DR5/6)

Question 6-a : Pour ce variateur on s'intéresse maintenant au système de réglage manuel de la variation de fréquence de l'arbre de sortie.

Représentez le schéma cinématique minimal du mécanisme de réglage manuel de variation de fréquence de rotation.

Question 6-b : Indiquez par des flèches les mouvements Rx, Rz et Tz des pièces mobiles par rapport à la carcasse fixe rep 5.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page Q3/7

2 – Cinématique :

Dans le but de pouvoir réaliser un étalonnage précis des positions du volant de commande du variateur par rapport à la vitesse de l'arbre de sortie de celui-ci ; pour obtenir un débit précis d'agent de rétention, on souhaite connaître le rapport de transmission entre l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie obtenu par ce variateur pour certaines valeurs de réglage particulières obtenues avec le volant de commande.

Question 7 : (voir doc DT10 et DT11) (Répondre sur la copie)

L'arbre d'entrée du variateur mécanique est l'arbre rep 67 (cet arbre correspond au rep 2 sur le document DT11).

Soit $N_2 = 1450 \text{ tr.min}^{-1}$ la fréquence de rotation de l'arbre d'entrée.

Donnez l'expression de la vitesse angulaire ω_2 de la piste planétaire intérieure rep 25 puis calculez la valeur de ω_2 en radians par seconde.

Question 8 : (Répondre sur la copie)

Soit le repère orthonormé $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$, la piste intérieure mobile notée rep 25 et r_2 le rayon de contact de la piste intérieure mobile avec un des satellites ? Soit $r_2 = 25 \text{ mm}$

Déterminez le vecteur vitesse $\vec{V}(\text{rep}25/ R)$ au point de contact entre la piste intérieure mobile et le satellite en fonction de r_2 et de ω_2

Question 9 : (Répondre sur la copie)

Considérons que pour une position donnée du volant les satellites prennent une position médiane (voir DT10 fig 1), correspondant à une position de référence, telle que $r_3 = r'_3$ (soit tels que le déplacement du manchon porte satellite $d=0$) avec:

$$r_0 = 50 \text{ mm} ; r_2 = 25 \text{ mm} ; r_3 = r'_3 = 12,5 \text{ mm}$$

On peut considérer dans ce cas que le variateur est équivalent au réducteur donné en exemple sur le document ressource DT11. En appliquant la formule de Willis, déterminez en fonction de r_0 , r_2 , r_3 et r'_3 la raison K .

Quelle sera la vitesse angulaire ω_3 de l'arbre de sortie 3 (pièce rep 63) dans cette configuration ? Donnez alors la fréquence de sortie N_3 en tr.min^{-1} . Réponse justifiée exigée.

Question 10 : (Répondre sur la copie)

On considère maintenant qu'un agent de production a tourné le volant de réglage de vitesse d'un tour dans le sens horaire, ce qui a provoqué un déplacement $d = +3 \text{ mm}$ suivant Y (voir DT 10 fig 2).

Question 10-a : Déterminez les nouvelles valeurs de r_3 et r'_3 après le déplacement d du porte satellites.

Question 10-b : Quelle sera alors la fréquence N_3 en tr.min^{-1} de l'arbre de sortie (rep 63). Réponse justifiée exigée.

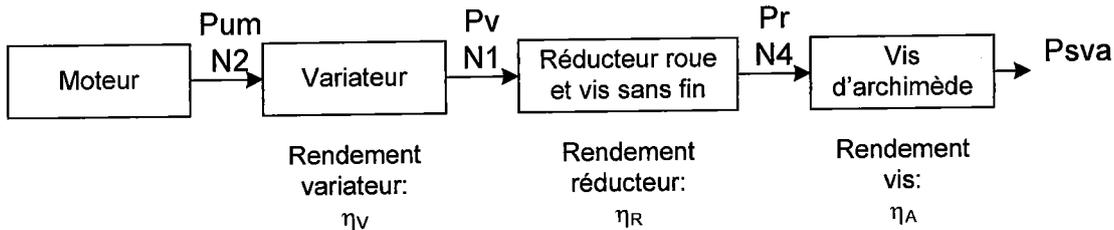
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page Q4/7

3 - Puissance et rendement :

L'entreprise souhaite à la fois standardiser ses matériels pour des questions d'interchangeabilité mais aussi de gestion des stocks et désire également mettre en place une politique d'économie d'énergies. Pour cela elle veut vérifier si le choix des moteurs utilisés est adéquat. L'équipement d'élaboration de l'agent de rétention est concerné par cette étude.

Afin de vérifier si le moteur d'entraînement du variateur de fréquence est adéquat on vous demande d'étudier le rendement mécanique de la chaîne cinématique d'entraînement de la vis d'Archimède permettant le dosage correct de l'agent de rétention.

La chaîne cinématique est la suivante :



- P_{um} : Puissance utile moteur
- N_2 : Fréquence d'entrée variateur = 1450tr.min⁻¹
- P_v : Puissance utile en sortie variateur
- N_1 : Fréquence en sortie variateur
- P_r : Puissance utile en sortie Réducteur
- N_4 : Fréquence en sortie réducteur
- P_{sva} : Puissance utile en sortie vis d'Archimède

Question 11 : (Répondre sur la copie)

A partir de l'abaque constructeur fourni sur le document DT12 (fig 1) déterminez pour une fréquence d'entrée du variateur $N_2 = 1450 \text{ tr.min}^{-1}$ les valeurs de rendement du variateur η_a et η_b correspondant respectivement aux fréquences de sortie suivantes :

- a) $N_{1a} = 900 \text{ tr.min}^{-1}$
- b) $N_{1b} = 465 \text{ tr.min}^{-1}$

Question 12 : (Répondre sur la copie)

Compte tenu de la densité de l'agent de rétention, le couple C_{sva} nécessaire en sortie de chaîne cinématique est de 20 Nm. La fréquence de rotation moyenne de la vis doit être de 120 tr.min⁻¹.

Calculez la puissance nécessaire P_{sva} que doit fournir la vis d'Archimède.

Question 13 : (Répondre sur la copie)

La vis d'Archimède a un rendement de 0,88 (pertes par frottement principalement)

Le réducteur accouplé au variateur est un réducteur roue et vis sans fin (non réversible) de rapport de vitesse 7,5:1 et pour lequel le rendement est de 0,82

La fréquence de l'arbre d'entrée du variateur est de $N_2 = 1450 \text{ tr.min}^{-1}$

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page Q5/7

Calculez la puissance utile P_{um} et le couple C_{um} que devra fournir le moteur en entrée de variateur pour respecter le couple C_{sva} et la puissance P_{sva} en sortie de chaîne cinématique. Réponse justifiée exigée.

Question 14 : (Répondre sur la copie)

Le variateur actuel a pour référence LB 1 HP 0,75

En vous servant de l'abaque du document DT12 (fig 2) déterminez le couple que peut fournir le variateur actuel pour une vitesse de sortie $N_1 = 900 \text{ t.min}^{-1}$

Le magasin de pièces de rechange possède un variateur LB 0,5 HP 0,5. On voudrait savoir si il est possible de remplacer le variateur actuel par celui en stock en cas de défaillance sachant que :

- La fréquence de l'arbre d'entrée du variateur est de $N_2 = 1450 \text{ tr.min}^{-1}$
- La puissance nécessaire en sortie du variateur doit être de 348W avec un couple de 3.69 N.m pour une vitesse de sortie de 900 t.min^{-1}

Le remplacement par le variateur LB 0,5 HP 0,5 est-il possible ? Réponse justifiée exigée.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page Q6/7

4 - Construction - Dessin Technique :

Actuellement le système de dosage est celui donné dans les documents DT14 et DT15.

Suite à un certain nombre de défaillances observées sur ce système, une analyse des modes de défaillances et de leurs effets a permis de mettre en évidence que la poudre de l'agent de rétention (constitué de particules très fines), propulsée par le jet d'air du ventilateur de soufflage a tendance à se déposer sur les différents éléments constitutifs de cette chaîne fonctionnelle. Ceci provoque notamment un mauvais refroidissement du moteur (encrassement de la ventilation du moteur) mais également un encrassement des pièces à l'intérieur du variateur mécanique et du réducteur malgré les joints d'étanchéité de ces sous ensembles.

Par ailleurs, le niveau sonore de l'ensemble est élevé compte tenu du flux d'air.

Enfin des usures prématurées des roulements et de la roue du réducteur ont été observées à plusieurs reprises à cause des à-coups (notamment au démarrage), la liaison entre le réducteur et la vis d'Archimède ne possédant actuellement pas d'accouplement mécanique.

On décide pour pallier ces problèmes :

- De déporter l'ensemble moteur-variateur-réducteur de 130 mm afin de pouvoir mettre un carter entre la boîte de mélange air-poudre et cet ensemble. Ce carter comprendra deux portes coulissantes pour pouvoir intervenir sur le mécanisme de la vis d'Archimède en cas de maintenance. Ce carter d'une part, empêchera la poudre d'atteindre l'ensemble moteur-variateur-réducteur et permettra d'autre part une meilleure insonorisation.
- De rajouter un accouplement élastique entre le réducteur et la vis d'Archimède afin d'encaisser les à-coups.

Question 15 :

La liaison entre le réducteur et la bride du tube dans laquelle se trouve la vis d'Archimède sera désormais effectuée au moyen d'un manchon d'adaptation (voir DR6/6) fabriqué sur mesure car il n'existe pas en catalogue de manchon pour un déport de 130 mm.

La liaison entre l'axe de sortie creux de diamètre 12 mm de la couronne hélicoïdale du réducteur (rep 8 sur DT16) et le bout d'arbre de la vis d'Archimède sera réalisé **au moyen de pièces à définir** et devra permettre **l'implantation d'un accouplement élastique**. Une documentation concernant les accouplements élastiques Miniflex vous est fournie.

Question 15-1 : Le couple C_{sva} à fournir par la vis d'Archimède étant de 20N.m, choisissez l'accouplement à implanter. Vous donnerez pour cela la référence de cet accouplement en justifiant votre réponse. On précise que la zone où se situe le système de dosage-soufflage est une zone avec un taux d'humidité important.

Question 15-2 : Complétez le document DR6/6 en dessinant les pièces d'adaptation permettant de lier l'axe creux de la couronne hélicoïdale du réducteur avec l'axe de la vis d'Archimède par l'intermédiaire de l'accouplement élastique choisi de type Miniflex. Vous prévoyez notamment pour cela l'immobilisation axiale des manchons de l'accouplement avec la couronne hélicoïdale d'une part et avec l'arbre de la vis d'Archimède d'autre part. Les ajustements utiles à cette implantation devront être cotés. Vous donnerez également la cote d'encombrement A de l'accouplement retenu.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page Q7/7

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2016

E4 – ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

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

DOSSIER TECHNIQUE

Pages DT 1/19 à DT 19/19

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		

Dossier technique

Contexte et Problématique :

La papeterie de Docelles est une usine spécialisée dans la fabrication de PPO (papier Pour Ondulés) . Fondée en 1478, Docelles est la plus ancienne des usines du groupe UPM. C'est aujourd'hui une unité moderne et flexible, connue pour la très grande qualité, la performance et la fiabilité de ses produits.



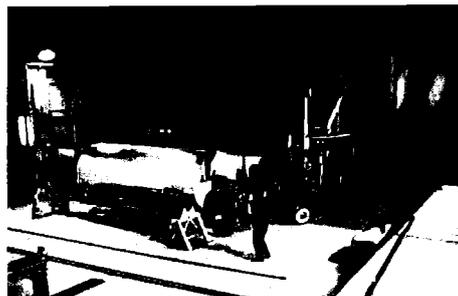
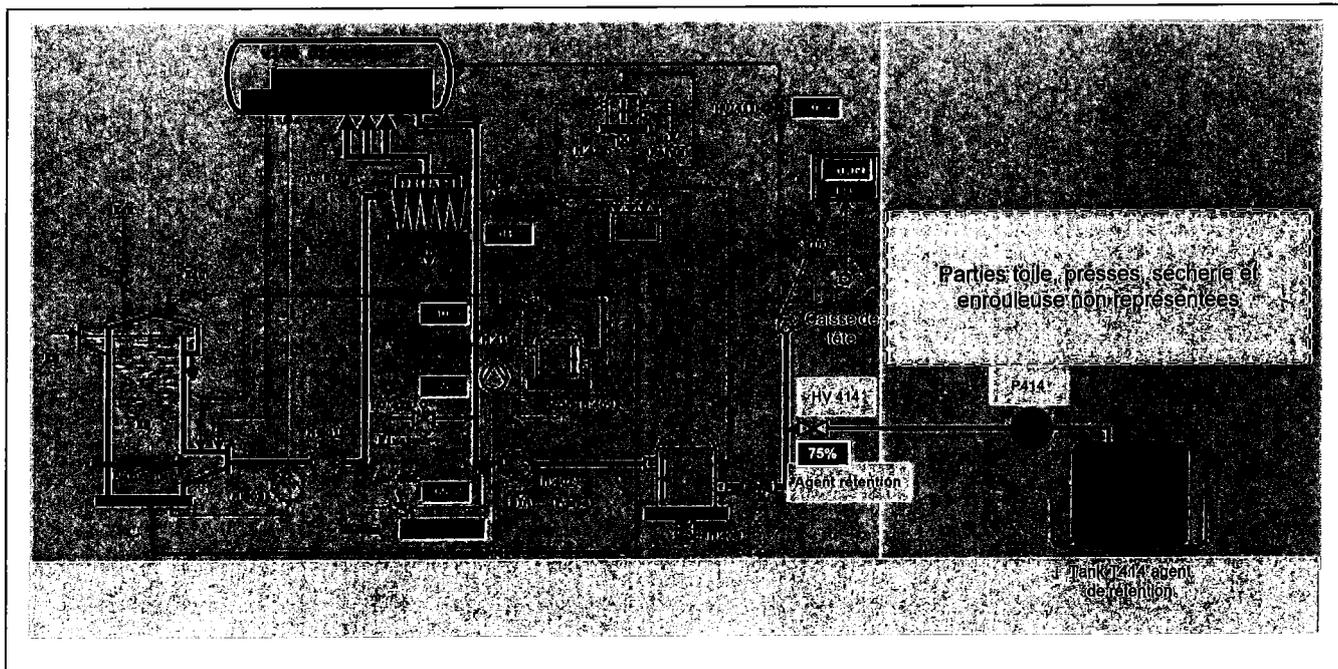
Sa gamme de produits s'étend du 95 g/m² au 225 g/m² pour une humidité moyenne de 9%. La laize enrouleur est de 3,55m. La vitesse de la bobine mère est de 458 m/min. La sécherie munie de 45 cylindres chauffés à 3,5 bars de pression vapeur pour la dernière batterie.

Dans le cadre du développement durable, la matière première est issue de la collecte sélective individuelle.



La composition des FCR (Fibres Cellulosiques de Récupération) étant très hétérogène, un agent de rétention liquide permet de maintenir une rétention de 81% sur la table (toile). Il est injecté dans le circuit court à l'aide d'une pompe (P414) pour un ratio de 250g/tonne de pâte sèche sortie de caisse de tête.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page DT 1/19



Elaboration de l'agent de rétention et circuit de dosage :

L'agent de rétention est préparé par un circuit spécifique et dosé à une concentration de 30g/l.

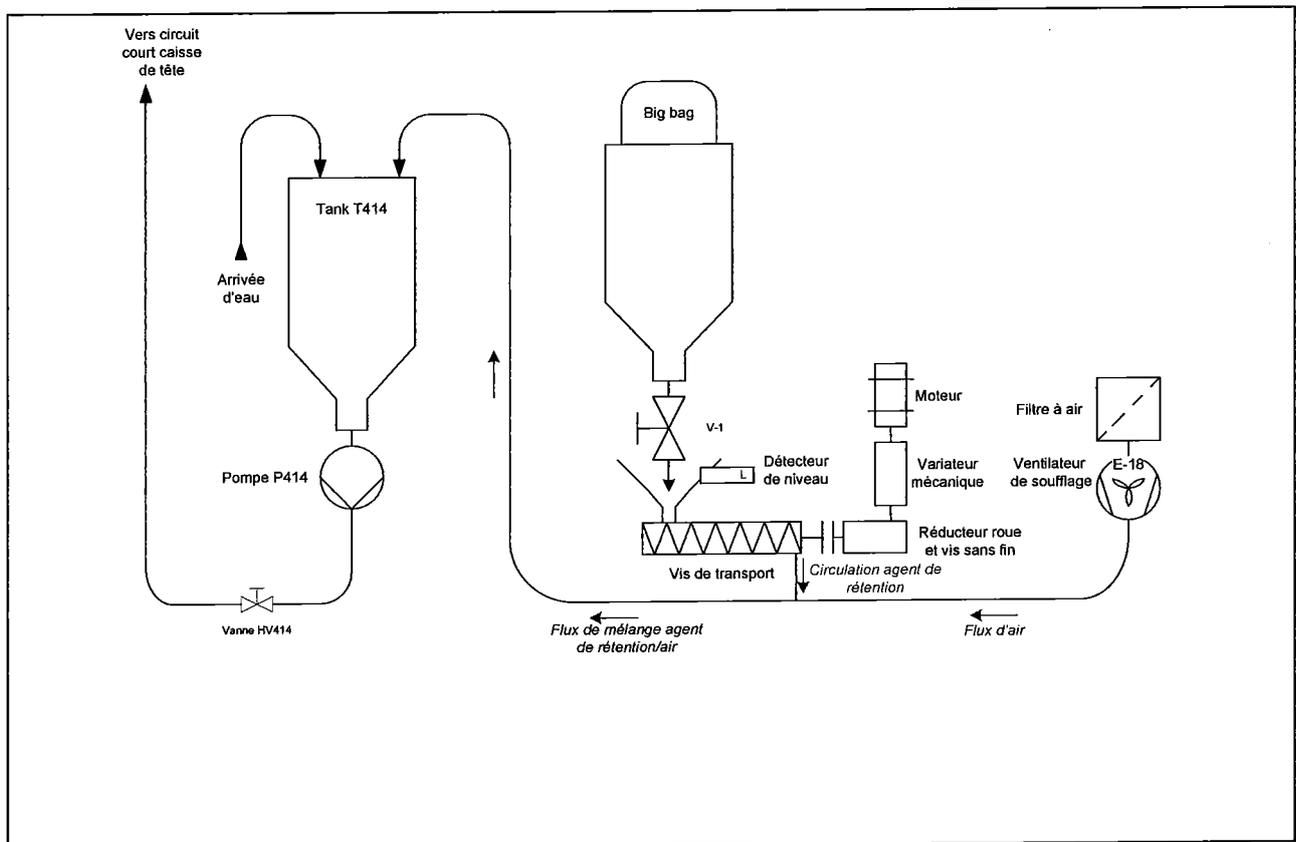
Le produit de base constituant cet agent de rétention est un assemblage de polymères synthétiques tels que les polyacrylamides modifiés (PAM) que l'on trouve en proportion d'environ 0,1 à 0,5 kg de substance active par ADt et de polymères cationiques comme les polyéthylèneimines (PEI) (1 à 2 kg/ADt) et se présente sous forme de poudre livrée en big bag.

Ce produit en poudre est alors dosé au moyen d'une trémie comportant une vis d'Archimède entraînée par un moteur par le biais d'un variateur mécanique et d'un réducteur de vitesse. Cette vis permet de transférer la poudre de polymères dans une tuyauterie de soufflage comportant un ventilateur, afin d'obtenir un mélange adéquat d'air et de polymère en poudre. Cette soufflerie (tuyauterie et ventilateur) assure également le transport de ce mélange jusqu'à un tank dans lequel on vient alors apporter la quantité nécessaire d'eau pour rendre le produit liquide et lui conférer la bonne dilution (concentration 30g/l). Le produit de rétention ainsi obtenu est alors envoyé dans le circuit court d'alimentation de la caisse de tête à l'aide d'une pompe.

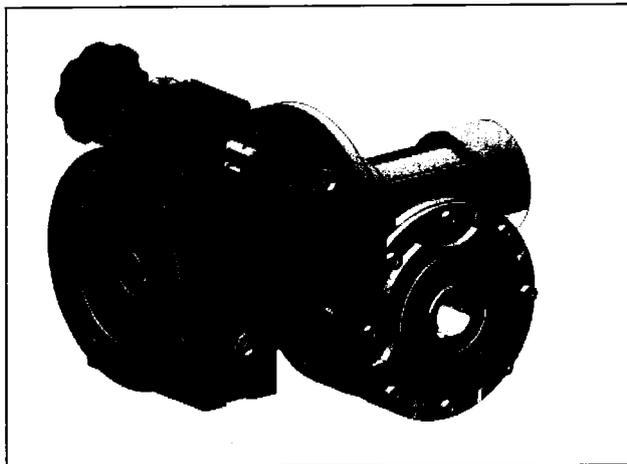
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page DT 2/19

Une vanne manuelle dénommée HV 414 permet au conducteur d'isoler le circuit de l'agent de rétention en cas d'intervention sur la pompe ou sur le tank d'alimentation. Elle permet également d'ajuster finement les débits en fonction de la conduite de l'installation.

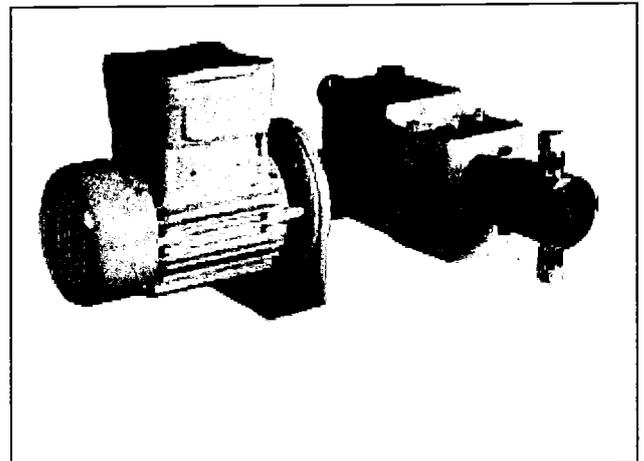
Le débit massique sec en sortie de caisse de tête est estimé à 11 t/h de pâte sèche pour un papier de 95g/m². La concentration de la pâte en caisse de tête est de 10,5 g/l.



Circuit d'élaboration de l'agent de rétention



Vue du variateur mécanique associé à un réducteur roue et vis sans fin qui entraîne la vis d'Archimède de dosage de l'agent de rétention. Ce variateur est un variateur épicycloïdal à galets coniques.



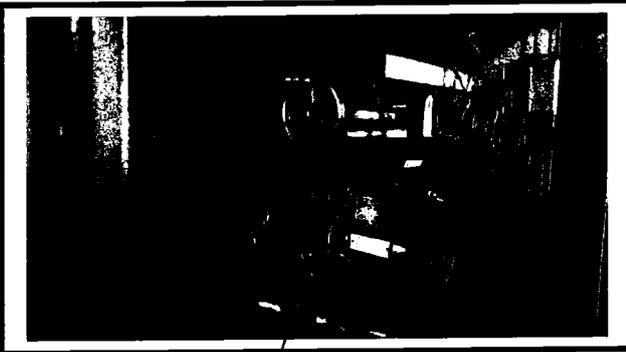
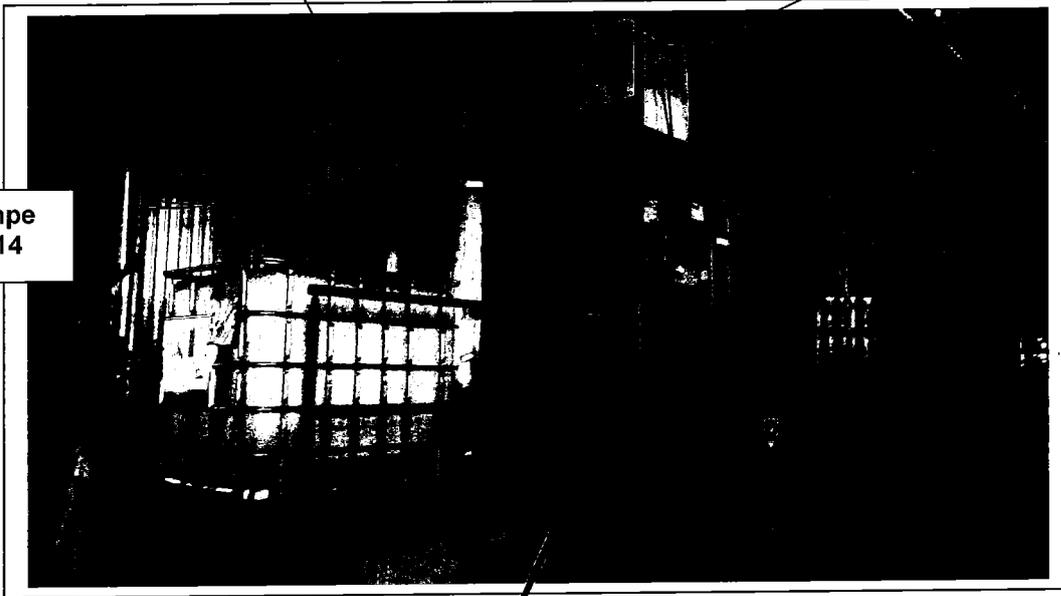
Vue de la pompe doseuse P 414. Cette pompe est une pompe à doseur à piston à course réglable par plateau inclinable et entraînée par un moteur par un système de réduction roue et vis sans fin intégré.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page DT 3/19

Tank

Big Bag

Pompe
P414

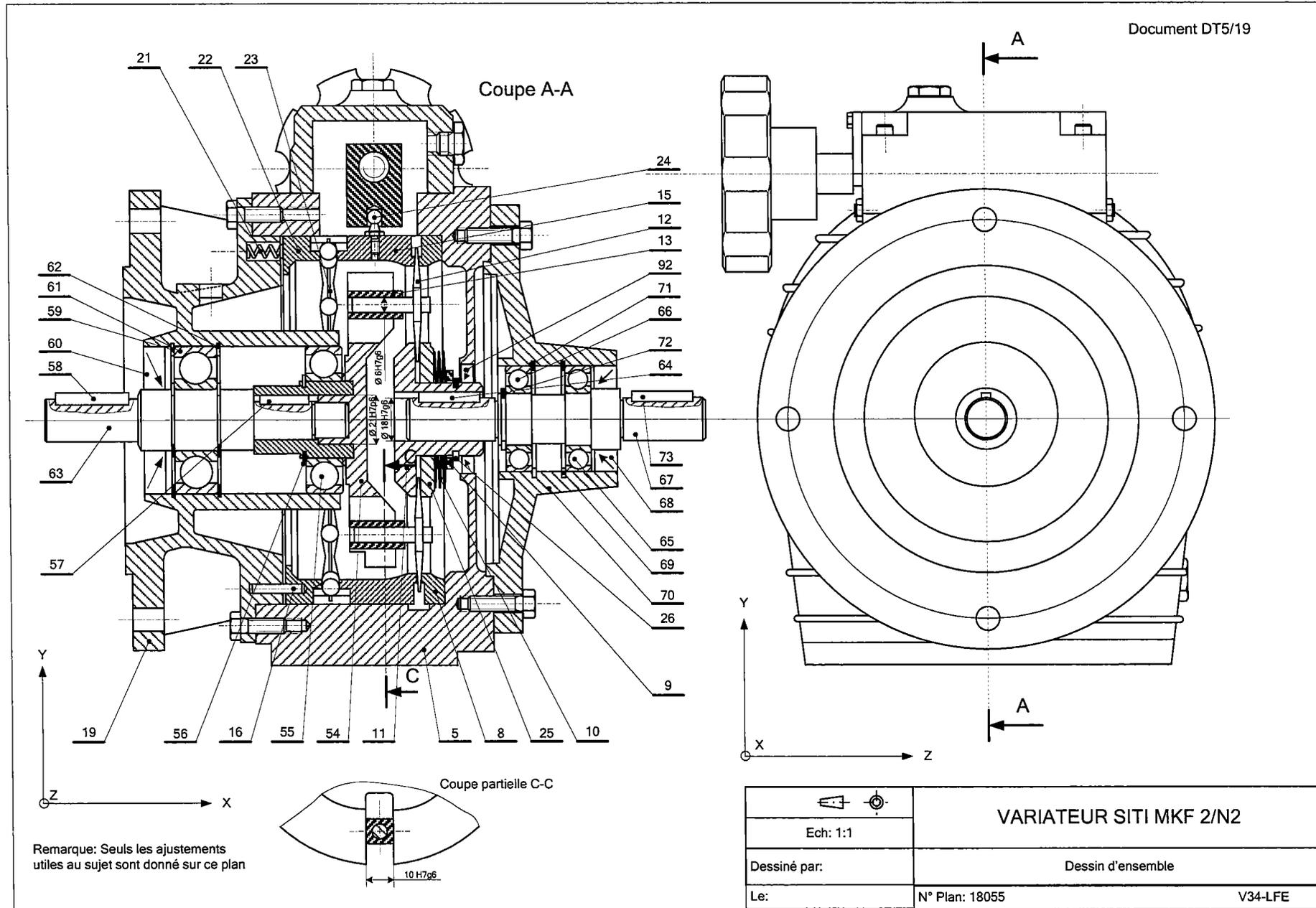


Variateur
mécanique



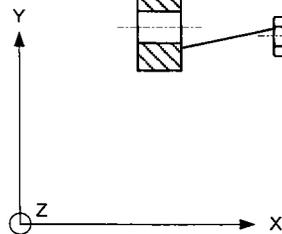
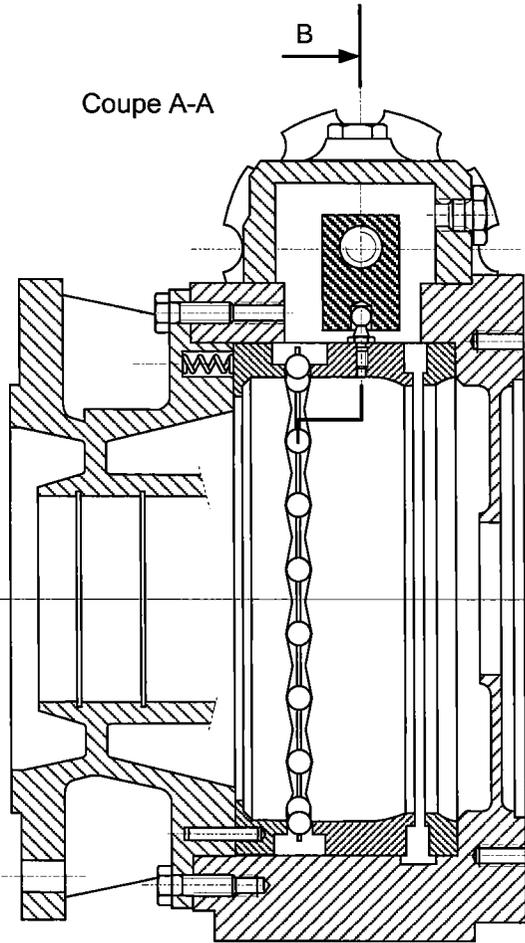
Vis
d'Archimède

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		Page DT 4/19



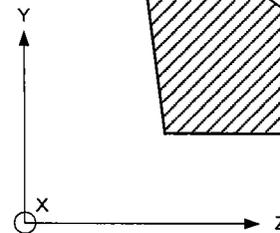
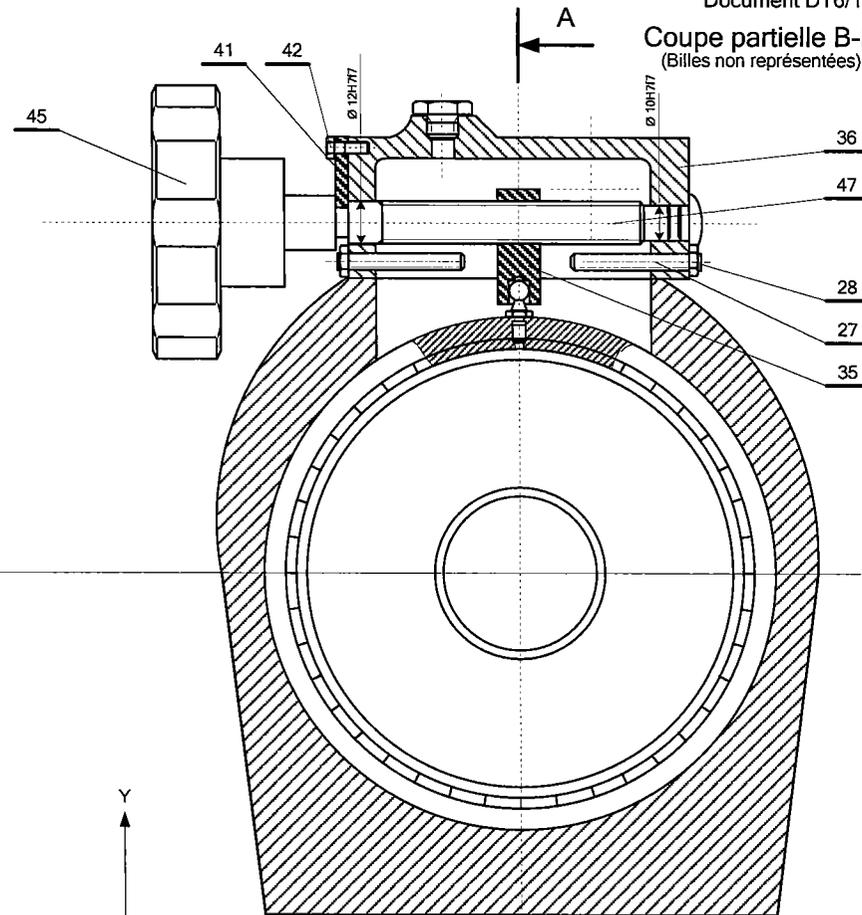
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT5/19

Coupe A-A



Attention:
Ce dessin correspond à des vues partielles permettant essentiellement de visualiser le mécanisme de commande de variation

Coupe partielle B-B
(Billes non représentées)



	VARIATEUR SITI MKF 2/N2	
Ech: 1:1	Détail du système de commande de variation	
Dessiné par:		
Le:	N° Plan: 18055	V34-LFE

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT6/19

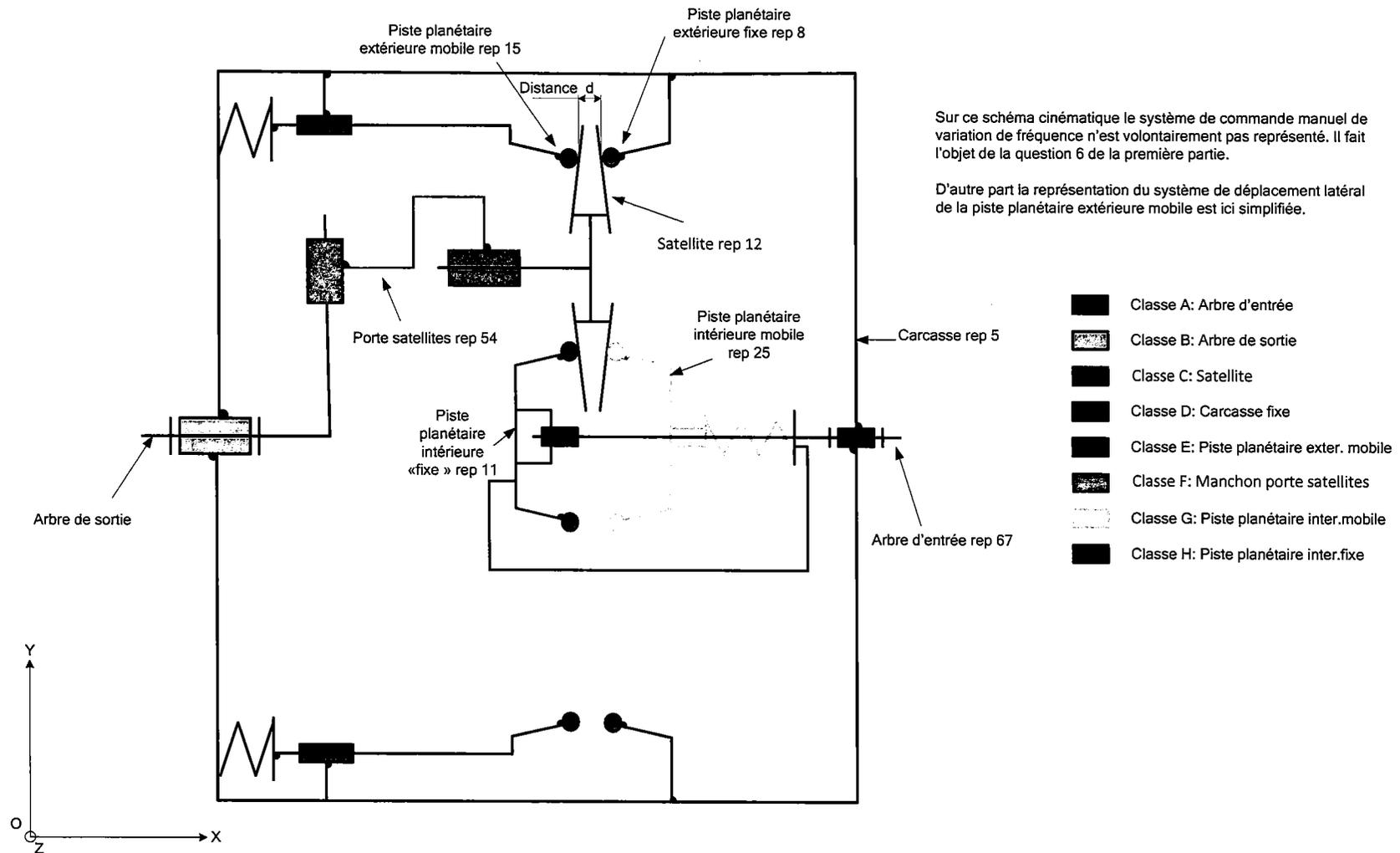


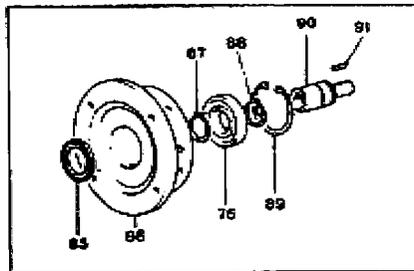
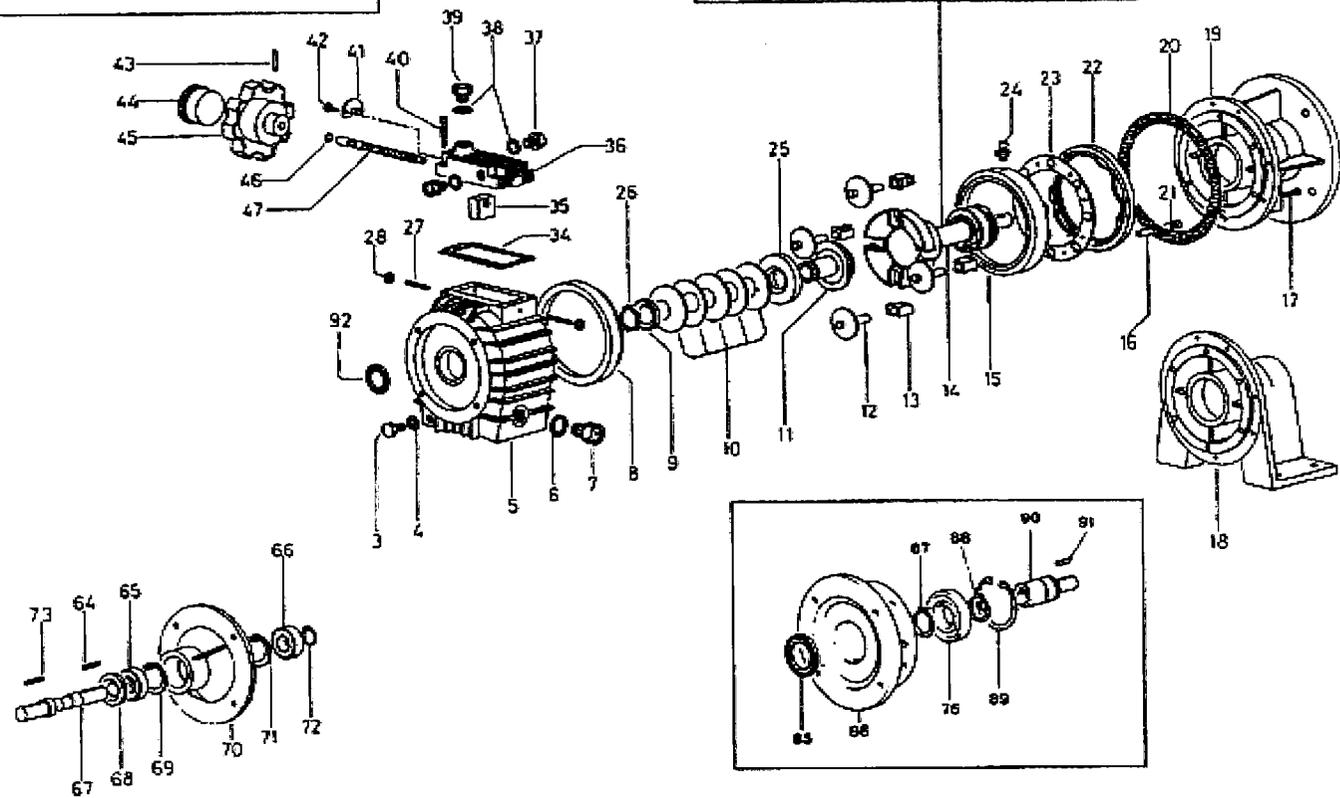
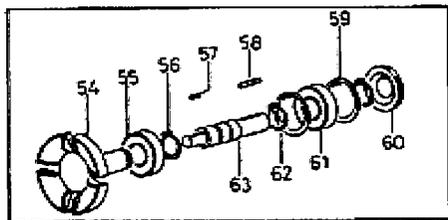
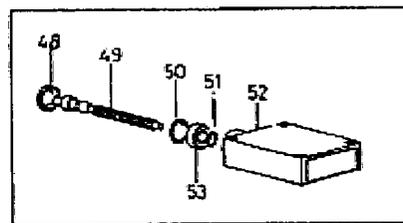
Schéma cinématique du variateur de fréquence SITI MKF 2/N2

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT7/19



VARIATORI - VARIATORS - VERSTELLGETRIEBE - VARIATEURS - VARIATORS - VARIADORES

K - MK

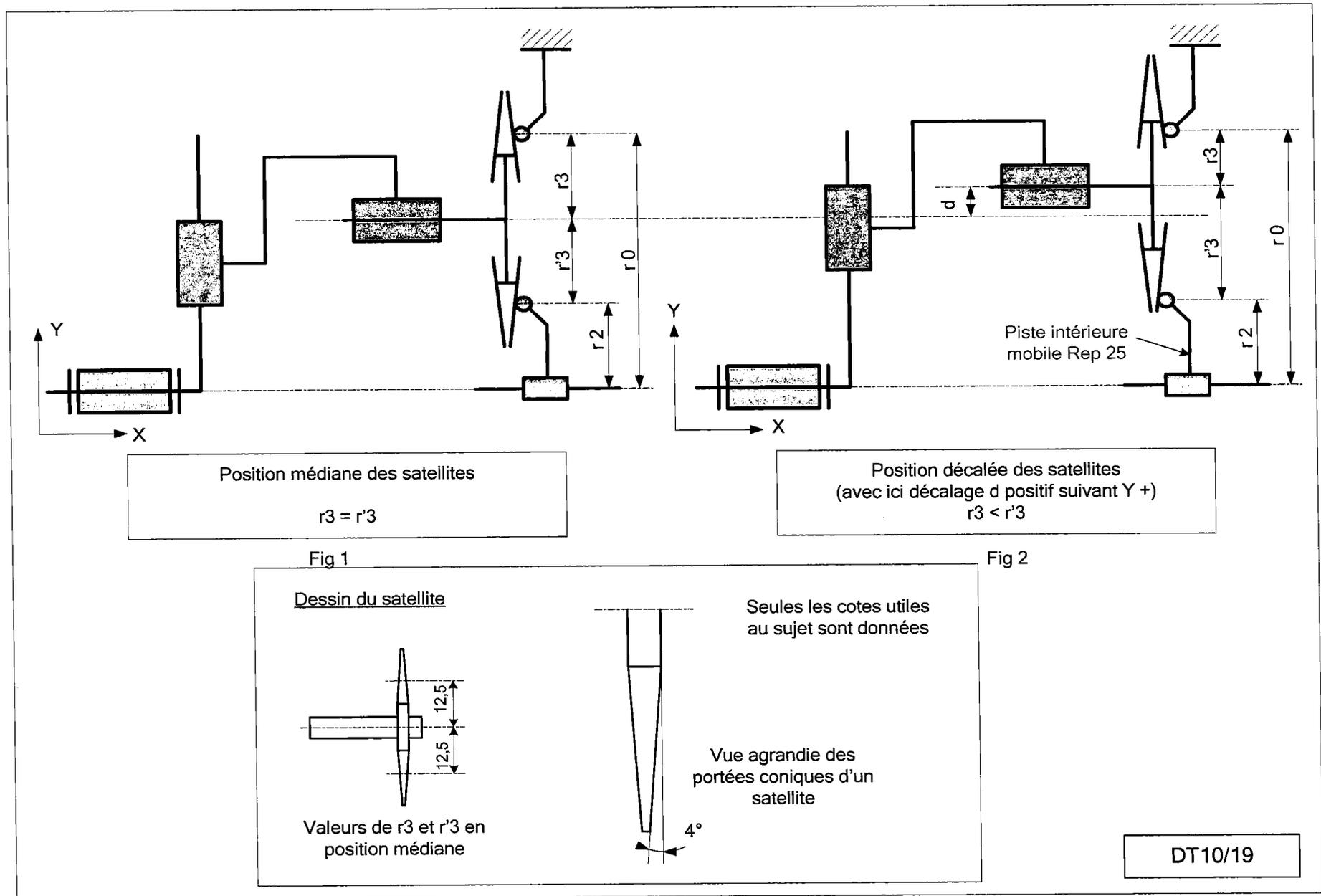


DT 8/19

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT8/19

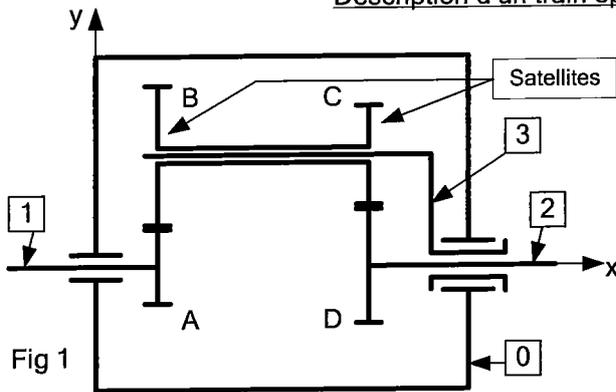
Liste Pièces de rechange du variateur			
Rep	DESCRIPTION	Rep	DESCRIPTION
3	Bouchon vidange huile	46	Joint torique
4	Rondelle bouchon vidange huile A	47	Vis de commande
5	Carcasse	48	Joint d'étanchéité
6	Garniture bouchon (voyant) niveau huile	49	Vis de commande
7	Bouchon (voyant) niveau huile	50	Anneau d'arrêt
8	Piste planétaire extérieure fixe	51	Anneau d'arrêt
9	Bague de retenue rondelles sphériques	52	Couvercle vis de commande
10	Rondelles sphériques	53	Roulement à billes
11	Piste planétaire intérieure fixe	54	Porte-satellites
12	Satellite	55	Roulement à billes
13	Manchon porte satellite	56	Anneau d'arrêt
14	Groupe porte-satellites	57	Languette
15	Piste planétaire extérieure mobile	58	Languette
16	Goupille de référence	59	Anneau d'arrêt
17	Vis de fixation	60	Joint d'étanchéité
18	Pieds (Série MK.../K...)	61	Roulement à billes
19	Bride base (Série MKF.../KF...)	62	Anneau d'arrêt
20	Garniture	63	Arbre sortie
21	Ressort cylindrique	64	Languette
22	Piste de réglage	65	Roulement à billes
23	Anneau billes	66	Roulement à billes
24	Articulation à rotule	67	Arbre entrée (Série K.../KF...)
25	Piste planétaire intérieure mobile	68	Joint d'étanchéité
26	Anneau élastique (Seeger type K)	69	Anneau d'arrêt
27	Grain d'arrêt réglage	70	Couvercle entrée (Série K.../KF...)
28	Écrou blocage grain d'arrêt réglage	71	Anneau d'arrêt
34	Garniture	72	Anneau d'arrêt
35	Bloc de commande	73	Languette
36	Couvercle vis de commande	76	Roulement à billes
37	Bouchon fermé	85	Joint d'étanchéité
38	Garniture	86	Couvercle entrée
39	Bouchon vidange	87	Anneau d'arrêt
40	Vis fixation couvercle vis de commande	88	Anneau d'arrêt
41	Rondelle retenue vis de commande	89	Anneau d'arrêt
42	Vis de fixation rondelle retenue vis de commande	90	Arbre entrée
43	Goupille de fixation volant de commande	91	Languette
44	Indicateur gravitationnel	92	Joint d'étanchéité arbre entrée
45	Volant de commande		

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT9/19



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT10/19

Description d'un train épicycloïdal



Les satellites sont animés de deux mouvements de rotation et chaque point d'un satellite décrit une courbe épicycloïdale.

Train épicycloïdal plan:

Les axes des satellites sont // aux axes des arbres d'entrée et de sortie.

Les réducteurs à train épicycloïdaux donnent un rapport de réduction important sus un faible encombrement.

Le nombre de satellites influence le couple transmis et les dimensions.

Exemple de la fig1:

Bâti rep 0

Arbre d'entrée rep 1

Arbre de sortie rep 2

Porte satellites rep 3

Roue A: Nombre de dents Z_A rayon primitif r_A

Roue B: Nombre de dents Z_B rayon primitif r_B

Roue C: Nombre de dents Z_C rayon primitif r_C

Roue D: Nombre de dents Z_D rayon primitif r_D

Posons:
$$\begin{cases} \bar{\Omega}(1/0) = \omega_1 \bar{x} \\ \bar{\Omega}(2/0) = \omega_2 \bar{x} \\ \bar{\Omega}(3/0) = \omega \bar{x} \end{cases}$$

Formule de Willis

Système de référence lié à 3:

Pour un observateur lié au porte satellite:

Pour cet observateur, le porte satellite est fixe. Si on entraîne par l'arbre d'entrée 1, l'arbre de sortie 2 tourne comme pour un train d'engrenage ordinaire. Le rapport entre la vitesse de rotation de l'arbre de sortie et la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée est égal à la raison K du train d'engrenage

$$\frac{\bar{\Omega}_{\text{sortie}}}{\bar{\Omega}_{\text{entrée}}} = \frac{\bar{\Omega}(2/3)}{\bar{\Omega}(1/3)} = K = (-1)^n \frac{\text{Produit des nombres de dents des roues menantes}}{\text{Produit des nombre de dents des roues menées}} = \frac{Z_A \cdot Z_C}{Z_B \cdot Z_D} = \frac{r_A \cdot r_C}{r_B \cdot r_D}$$

Avec n= nombre d'engrenages à contact extérieur

Système de référence lié à 0:

Si on veut maintenant exprimer ce rapport de vitesses sortie / entrées par rapport au repère lié au bâti 0 on a:

$$\begin{aligned} \bar{\Omega}(1/3) &= \bar{\Omega}(1/0) - \bar{\Omega}(3/0) = (\omega_1 - \omega) \bar{x} \\ \bar{\Omega}(2/3) &= \bar{\Omega}(2/0) - \bar{\Omega}(3/0) = (\omega_2 - \omega) \bar{x} \end{aligned}$$

D'ou:

$$\frac{\bar{\Omega}(2/3)}{\bar{\Omega}(1/3)} = \frac{\omega_2 - \omega}{\omega_1 - \omega} = K = (-1)^n \frac{\text{Produit des nombres de dents des roues menantes}}{\text{Produit des nombre de dents des roues menées}} = \frac{Z_A \cdot Z_C}{Z_B \cdot Z_D} = \frac{r_A \cdot r_C}{r_B \cdot r_D}$$

Avec n= nombre d'engrenages à contact extérieur

Exemple d'application

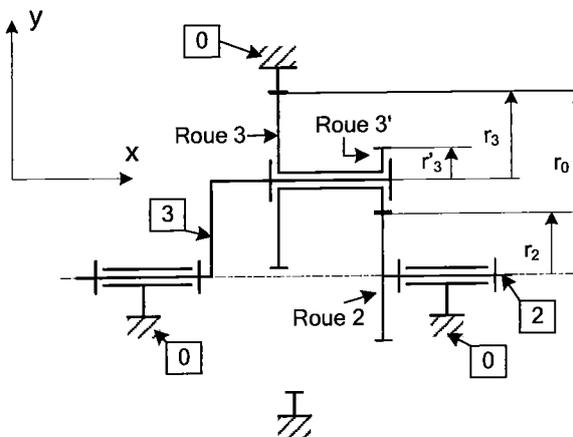
Avec ici pour l'exemple:

Rep 2 : arbre d'entrée (avec roue 2)

Rep 3: Porte satellite et arbre de sortie (avec roues 3 et 3')

Rep 0: Bâti (avec denture intérieure 0)

Posons:
$$\begin{cases} \bar{\Omega}(2/0) = \omega_2 \bar{x} \\ \bar{\Omega}(3/0) = \omega \bar{x} \end{cases}$$



Système de référence lié au porte satellite:

Pour un observateur lié au porte satellite:

Pour cet observateur, le porte satellite est fixe. Si on entraîne par l'arbre d'entrée 2, l'arbre de sortie 1 ne tourne pas mais c'est le bâti 0 qui tourne et correspond donc à la sortie :

$$\frac{\bar{\Omega}(0/3)}{\bar{\Omega}(2/3)} = K = (-1)^n \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_3 \cdot Z_0} = (-1)^n \frac{r_2 \cdot r_3}{r_3 \cdot r_0}$$

Système de référence lié à 0:

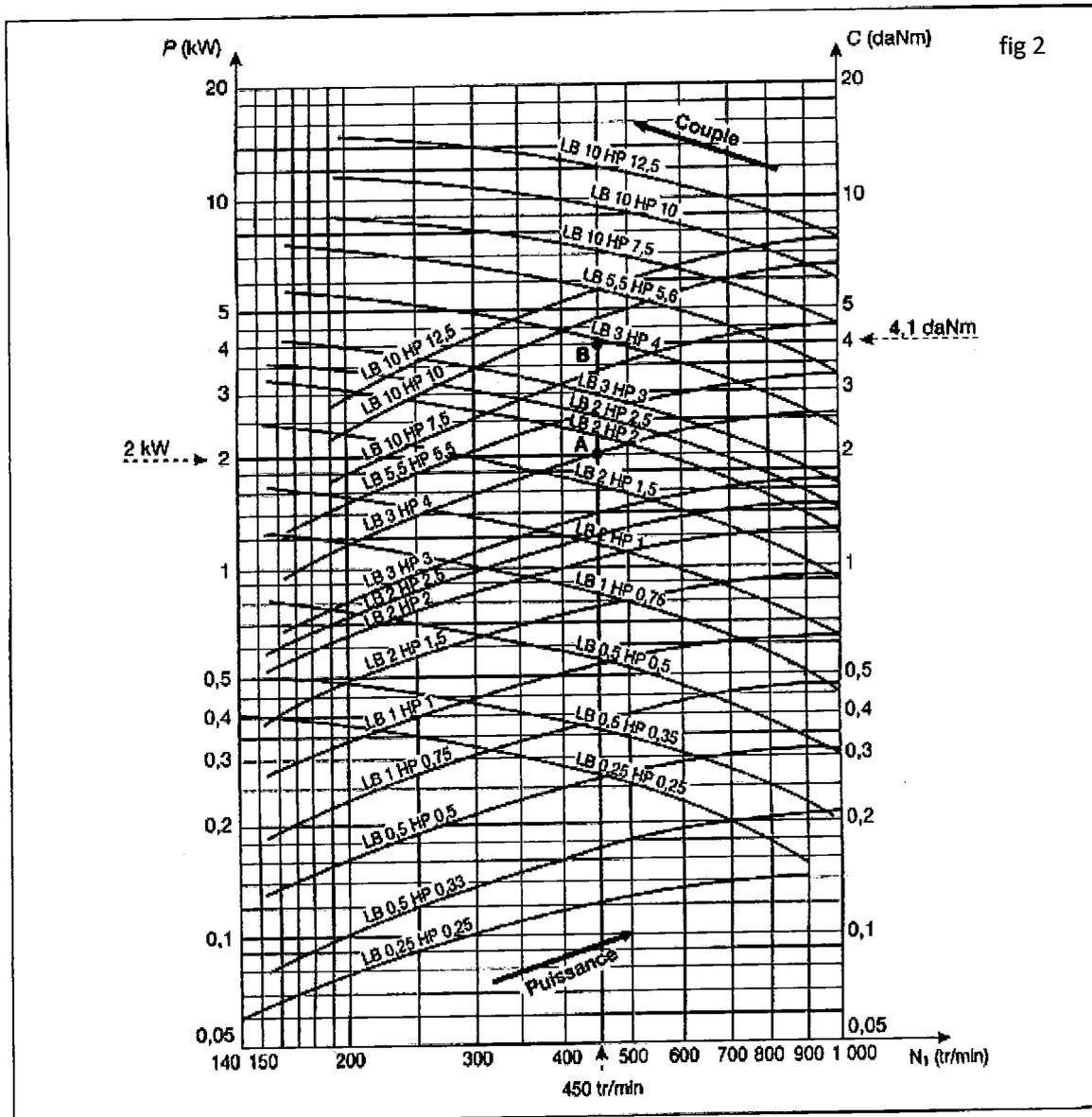
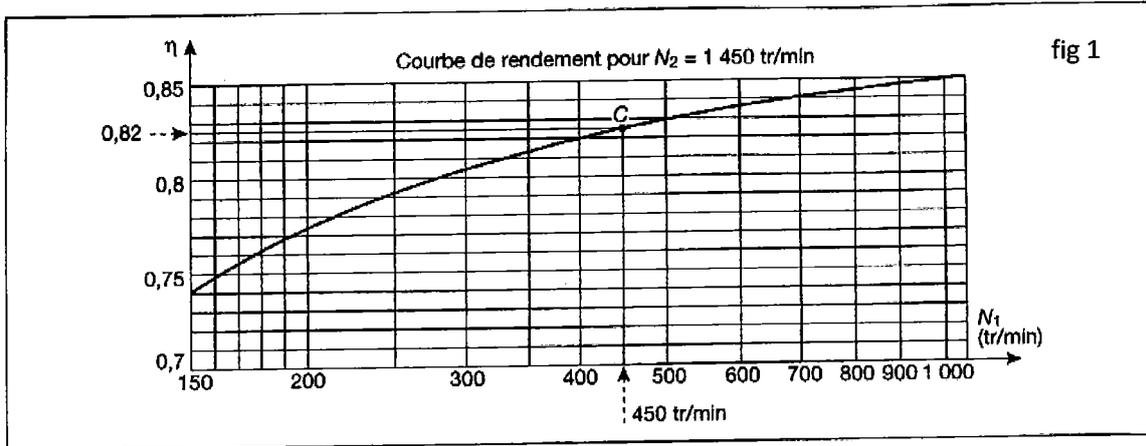
$$\bar{\Omega}(0/3) = \bar{\Omega}(0/0) - \bar{\Omega}(3/0) = (0 - \omega) \bar{x}$$

$$\bar{\Omega}(2/3) = \bar{\Omega}(2/0) - \bar{\Omega}(3/0) = (\omega_2 - \omega) \bar{x}$$

D'ou:
$$\frac{\bar{\Omega}(0/3)}{\bar{\Omega}(2/3)} = \frac{0 - \omega}{\omega_2 - \omega} = K = (-1)^n \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_3 \cdot Z_0} = (-1)^n \frac{r_2 \cdot r_3}{r_3 \cdot r_0}$$

Document ressource

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 - Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT11/19

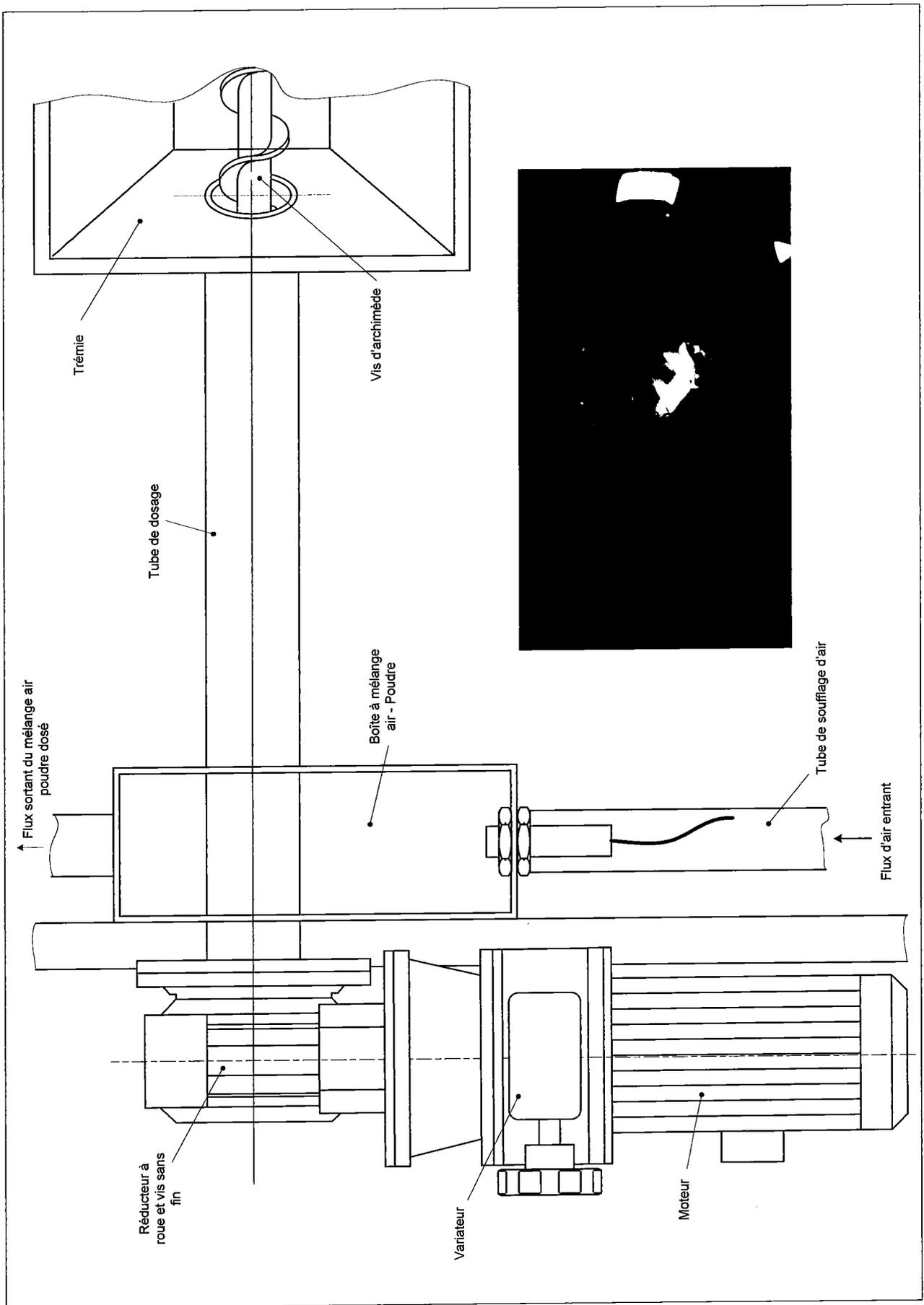


Remarque:
 N_1 = Fréquence de rotation de l'arbre de sortie du variateur

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT12/19

Nom de la liaison	Degré de liberté (DDL)	Type de liaison	Symboles		Exemple
			Rotation	Translation	
Encastrement ou Fixe	0	Translation			 Pièces assemblées par vis
		Rotation			
Pivot	1	Translation			 (Principe)
		Rotation			
Glissière	1	Translation			 (Principe)
		Rotation			
Hélicoïdale	1	Translation			 (vis + Ecrou)
		Rotation			
Pivot glissant	2	Translation			 (Principe)
		Rotation			
		Rotation			
Appui plan	3	Translation			
		Rotation			
Rotule ou sphérique	3	Translation			
		Rotation			
Linéaire annulaire ou sphère-cylindre	4	Translation			
		Rotation			
Linéaire rectiligne	4	Translation			
		Rotation			
Ponctuelle ou Sphère-plan	5	Translation			
		Rotation			

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT13/19



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT14/19

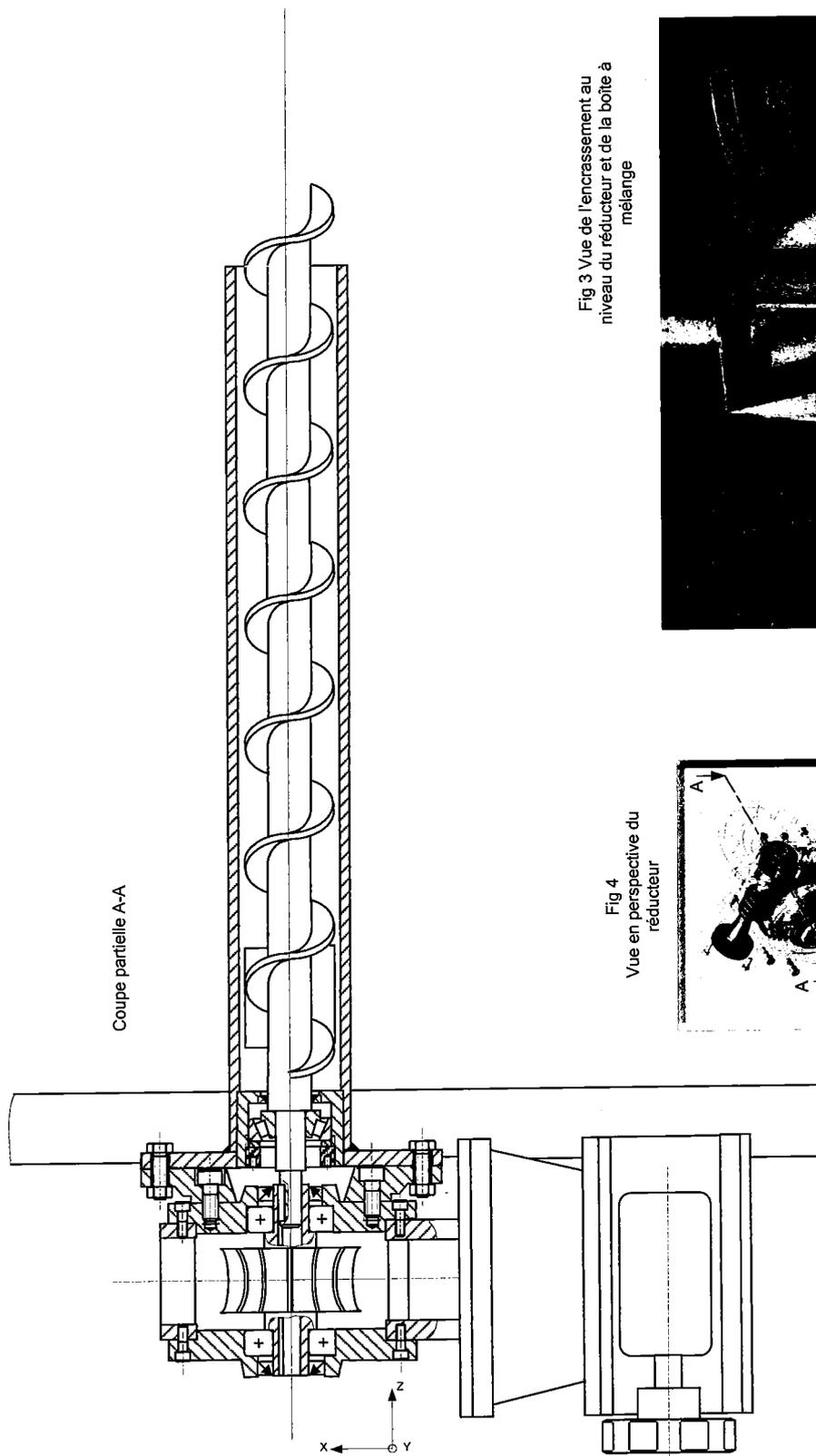


Fig 3 Vue de l'encrassement au niveau du réducteur et de la boîte à mélange

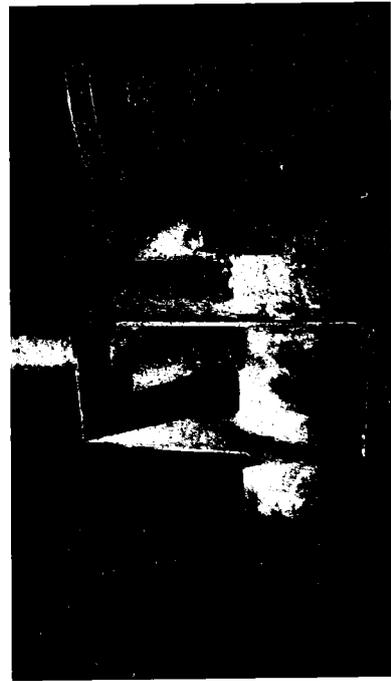
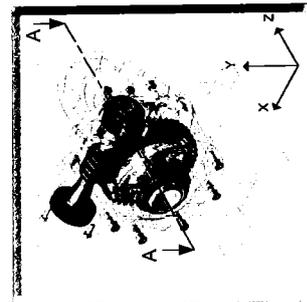
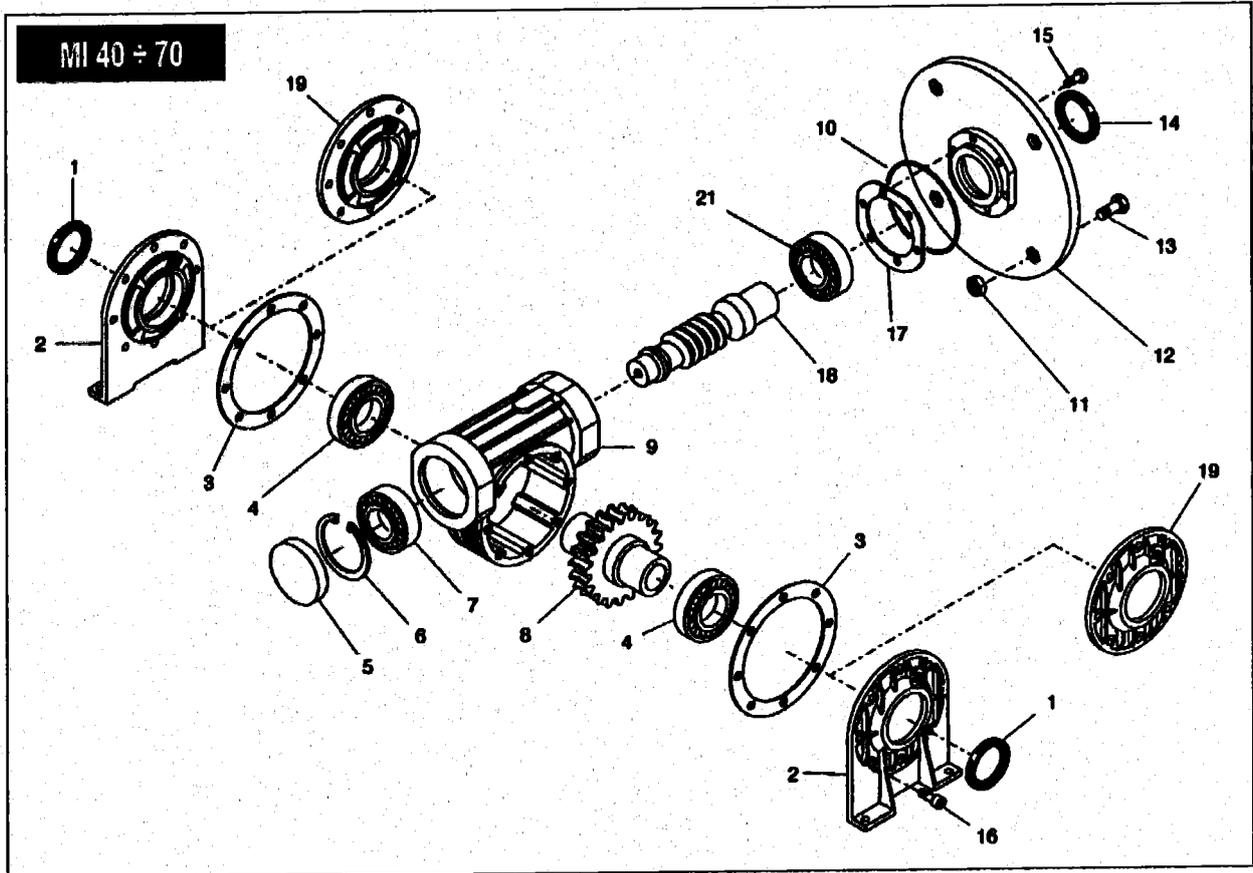


Fig 4 Vue en perspective du réducteur



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT15/19

MI 40 ÷ 70



Pos.	Descrizione	Description	Beschreibung	Description	Descripción	Descrição
1	ANELLO DI TENUTA	SHAFT SEAL	WELLENDICHTUNG	JOINT D'ÉTANCHÉITÉ	AN. DE RETENCIÓN	RETENTOR
2	PIEDE	FOOT	FUSS	PIED	PIE	PÉ
3	GUARNIZIONE USCITA	OUTPUT GASKET	ABTRIEBSGARNITUR	GARNITURE SORTIE	JUNT.ÁRB. LENTO	JUNTA DE SAÍDA
4	CUSCINETTO	BEARING	LAGER	ROULEMENT	COJINETE	ROLAMENTO
5	CAPPELOTTO	ENDCAP	ENDKAPPE	CHAPEAU DE FERMETURE	CAPERUZA	TAMPÃO
6	ANELLO SEEGER	SNAP RING	SEEGERRING	ANNEAU D'ARRÊT	ANILLO SEEGER	ANEL ELÁSTICO
7	CUSCINETTO	BEARING	LAGER	ROULEMENT	COJINETE	ROLAMENTO
8	CORONA	WORM WHEEL	SCHNECKENRAD	COURONNE HÉLICOÏDALE	CORONA	COROA
9	CORPO	HOUSING	GEHAEUSE	CARCASSE	CUERPO	CORPO
10	O "RING"	O "RING"	O "RING"	JOINT TORIQUE	OR	ANEL DE VEDAÇÃO "OR"
11	DADO ESAGONALE	HEXAGONAL NUT	SECHSKANTMUTTER	ÉCROU HÉXAGONAL	TUERCA HEXAGONAL	PORCA
12	FLANGIA	FLANGE	FLANSCH	BRIDE	BRIDA	FLANGE
13	VITE T.E.	HEXAGONAL HEAD SCREW	SECHSKANTSCHRAUBE	VIS T.H.	TORNILLO T.E.	PARAFUSO
14	ANELLO DI TENUTA	SHAFT SEAL	WELLENDICHTUNG	JOINT D'ÉTANCHÉITÉ	AN. DE RETENCIÓN	RETENTOR
15	VITE T.E.	HEXAGONAL HEAD SCREW	SECHSKANTSCHRAUBE	VIS T.H.	TORNILLO T.E.	PARAFUSO
16	VITE T.C.E.I	COUNTERSUNK HEAD SCREW	INNENSECHSKANTSCHRAUBE	VIS C.H.C.	TORNILLO T.C.E.I	PARAFUSO
17	GUARNIZIONE ENTRATA	INPUT GASKET	ANTRIEBSGARNITUR	GARNITURE ENTRÉE	JUNTA	JUNTA DE ENTRADA
18	VITE SENZA FINE	WORM SHAFT	SCHNECKENWELLE	VIS SANS FIN	TORNILLO SINFIN	ROSCA SEM FIM
19	FLANGIA PIATTA	FLAT FLANGE	FLACHFLANSCH	BRIDE PLATE	BRIDA PLANA	FLANGE FP
21	CUSCINETTO	BEARING	LAGER	ROULEMENT	COJINETE	ROLAMENTO

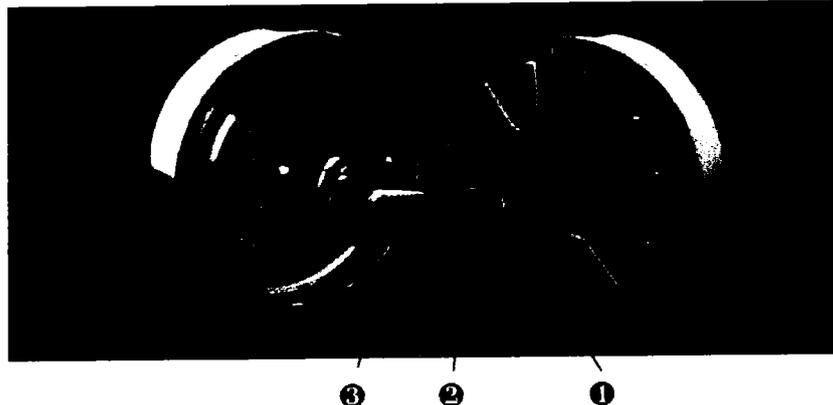
BTS INDUSTRIES PAPIETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT16/19

IV - FICHES TECHNIQUES



MINIFLEX®

*** Élasticité torsionnelle *** Élasticité radiale emboîtement Élasticité axiale ** Élasticité conique



Description

- Élément élastique :
 - ① Élément de caoutchouc naturel adhérent.
 - ② Armature métallique en forme de V.
- Manchon : aluminium ou fonte.
 - ③ Doigt d'entraînement.

Fonctionnement

La conception de l'accouplement MINIFLEX lui confère les propriétés suivantes :

- Montage par emboîtement.
- Forme cylindrique compacte sans aspérité ni saillie.
- Pré-compression de l'élément élastique lors du montage, qui limite le travail en traction du caoutchouc.

Avantages :

- Atténuation efficace des irrégularités cycliques et des pointes de couple.
- Endurance exceptionnelle grâce à la pré-compression de l'élément élastique.
- Possibilité de désalignement important : évite un lignage précis des machines à accoupler.

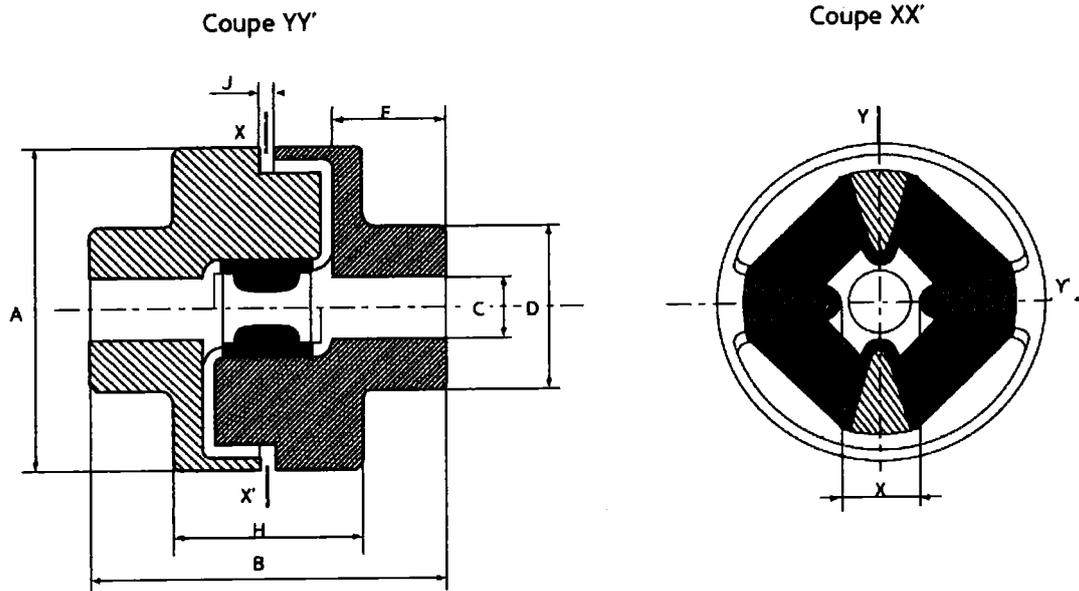
Recommandation :

- Il est recommandé de ne pas soumettre l'accouplement à des tractions axiales qui risqueraient de faire glisser l'élément élastique des doigts d'entraînement des manchons.

PAULSTRA - 61 rue Marius Aulin - 92309 Levallois-Perret Cedex, France - Tél. : 01 40 89 53 31 - Fax : 01 47 57 28 96

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT17/19

Caractéristiques dimensionnelles



Manchons livrés non alésés

	Couple maximal (N.m)	Couple maxi. (d.m)	Visse maxi. (N/mm)	Écarter maxi. (mm)	A (mm)	B (mm)	D (mm)	E (mm)	Référence	H (mm)	J (mm)	X (mm)	Poids (kg)
MANCHONS MINIMUM	2,5	5	10 000	14	45	41	28	14	633040	21	2	14	0,10
	10	20	9 000	19	58	61	36	20	633010	31	2	16	0,26
	20	40	7 000	28	80	88	48	30	633020	40	4	28	0,68
MANCHONS MONTE	2,5	5	10 000	14	45	41	28	14	633041	21	2	14	0,25
	10	20	9 000	28	58	61	42	20	633039	31	2	16	0,6
	20	40	7 000	42	84	88	63	30	633038	40	4	28	1,8
	40	80	4 000	55	118	116	82	40	633044	51	6	38	4,5
	60	120	4 000	55	118	120	82	40	633047	55	10	38	4,5

1 N.m = 0,1 mkg

Pour connaître la disponibilité de nos pièces, veuillez nous consulter.

Le couple maxi est considéré comme un couple de démarrage peu fréquent et non périodique.

Nomenclature

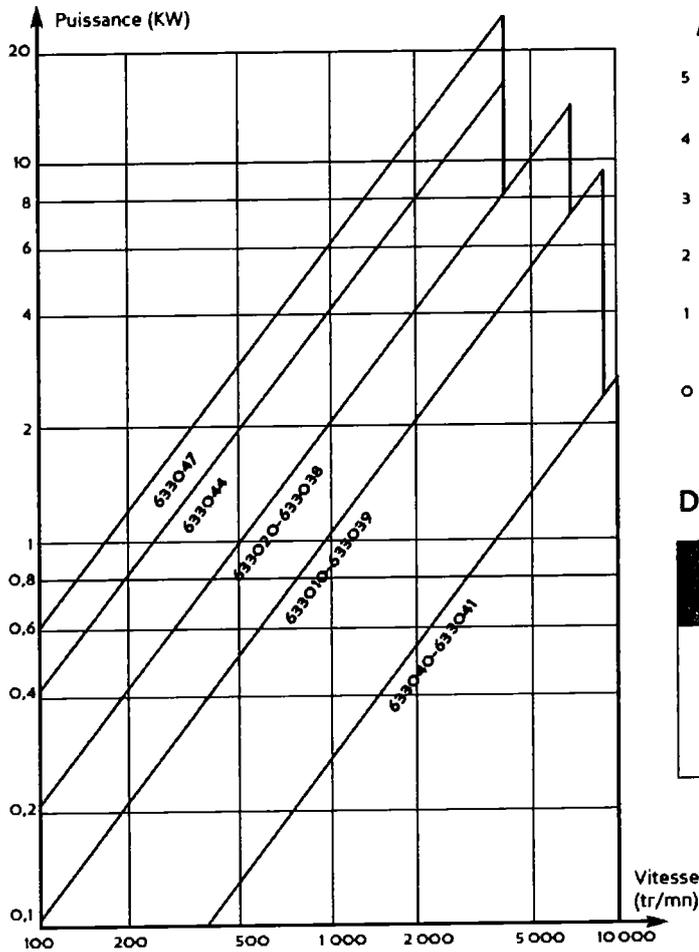
Référence couplement	Référence élément	Nombre	Référence manchon	Nombre
633010	633510	1	321521	2
633020	633520	1	321531	2
633038	633520	1	321534	2
633039	633510	1	321503	2

Référence couplement	Référence élément	Nombre	Référence manchon	Nombre
633040	633501	1	321511	2
633041	633501	1	321501	2
633044	633540	1	321535	2
633047	633540	1	321535	2

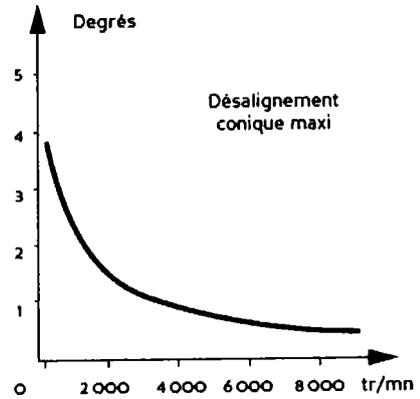
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT18/19

Caractéristiques fonctionnelles

GAMME DE PUISSANCE



DÉSALIGNEMENT CONIQUE



DÉSALIGNEMENT RADIAL

Couple nominal TCN en N.m	Désalignement radial à 500 tr/mn
2,5	0,15 mm
10	0,25 mm
20	0,50 mm
40	1,00 mm
60	1,00 mm

Caractéristiques techniques

Couple nominal TCN (N.m)	Couple vibrat. TCN (N.m)	Angle de torsion sous TCN degrés	RIGIDITÉS			
			AXIALES (N/mm)	RADIALES (N/mm)	TORSIONNELLES (m.KN/rad.)	CONIQUES (m.KN/rad.)
2,5	1,2	28	0,30	2	0,004	0,005
10	5	28	1,50	5	0,020	0,090
20	10	24	1,25	7	0,045	0,090
40	20	18	2,0	8	0,126	0,022
60	30	16	4,5	12	0,214	0,034

1 N.m = 0,1 mkg

Pour connaître la disponibilité de nos pièces, veuillez nous consulter.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DT19/19

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2016

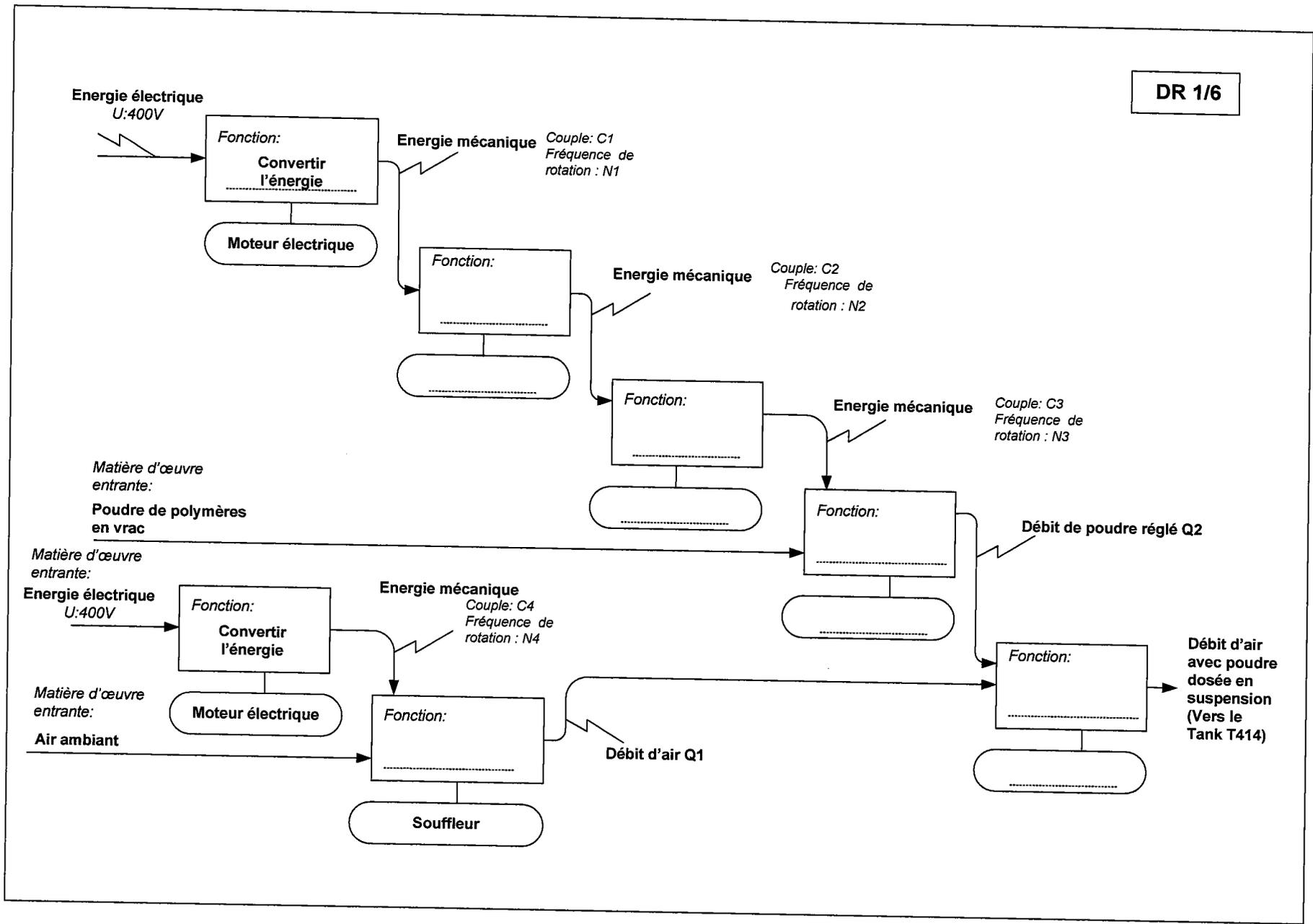
E4 – ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

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

DOSSIER REPONSES

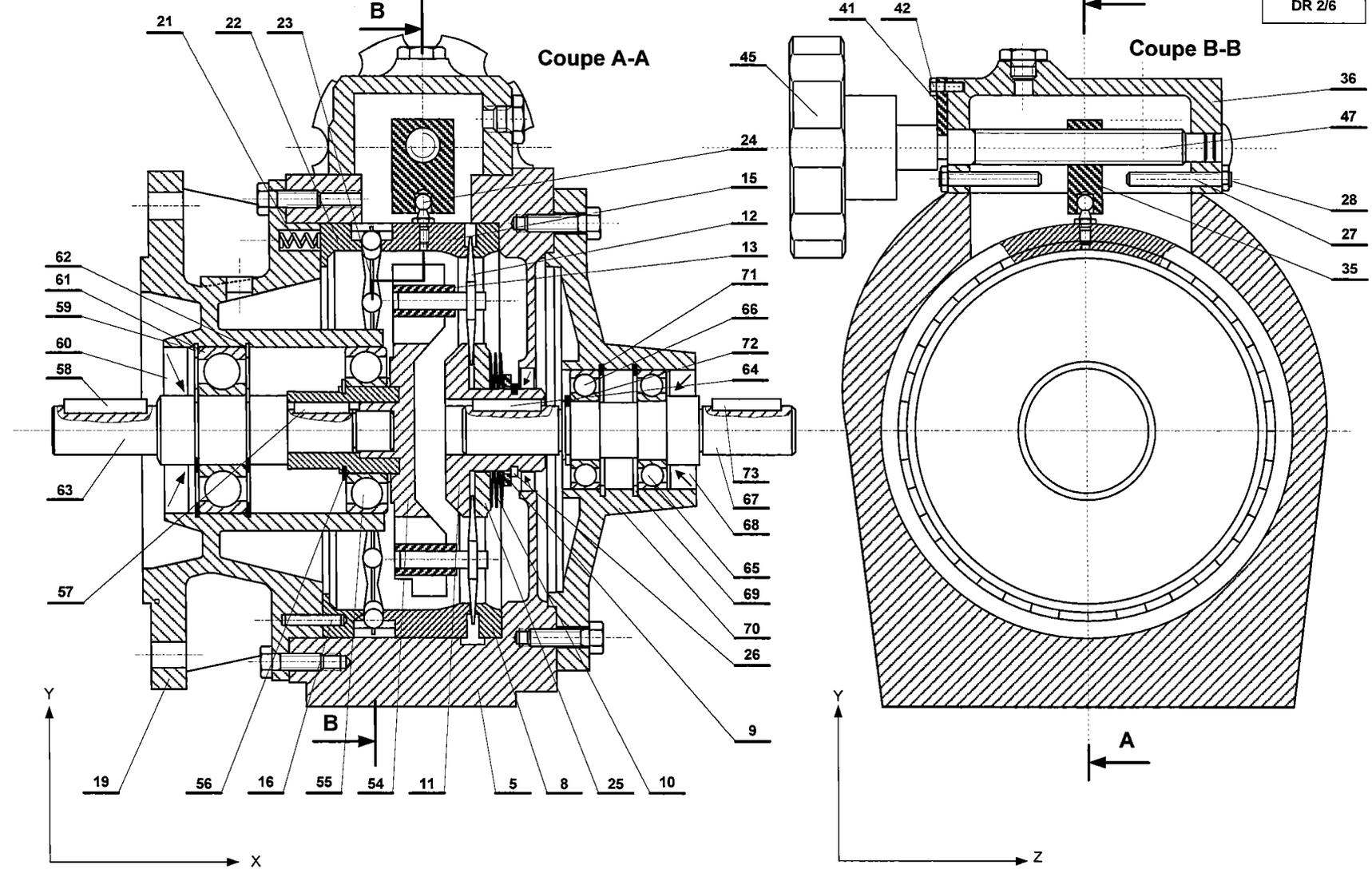
Pages DR1/6 à DR 6/6

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DR1/6

Question 2: Coloriez les composants des différentes classes d'équivalence



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DR2/6

Question 3: Classes d'équivalence du mécanisme

Classe A: 67, ..

Classe B: 63, 58, 57, 56, 54

Classe C: 12

Classe D: 5, ..

Classe E: 15, 24

Classe F: 13

Classe G: 25, 10, 9, 26

Classe H: 11

Classe I: 45, 47, 43

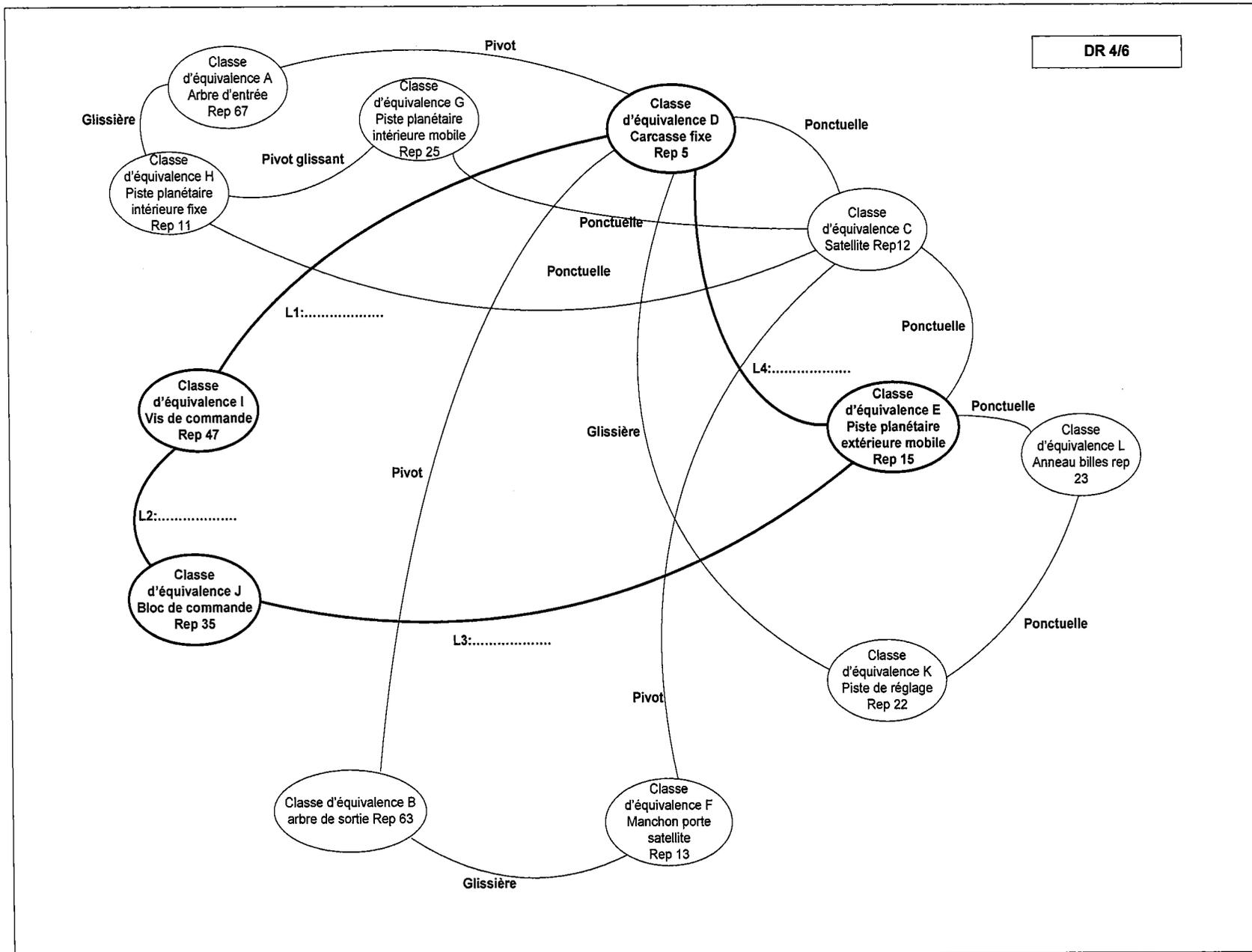
Classe J: 35

Classe K: 22, 16

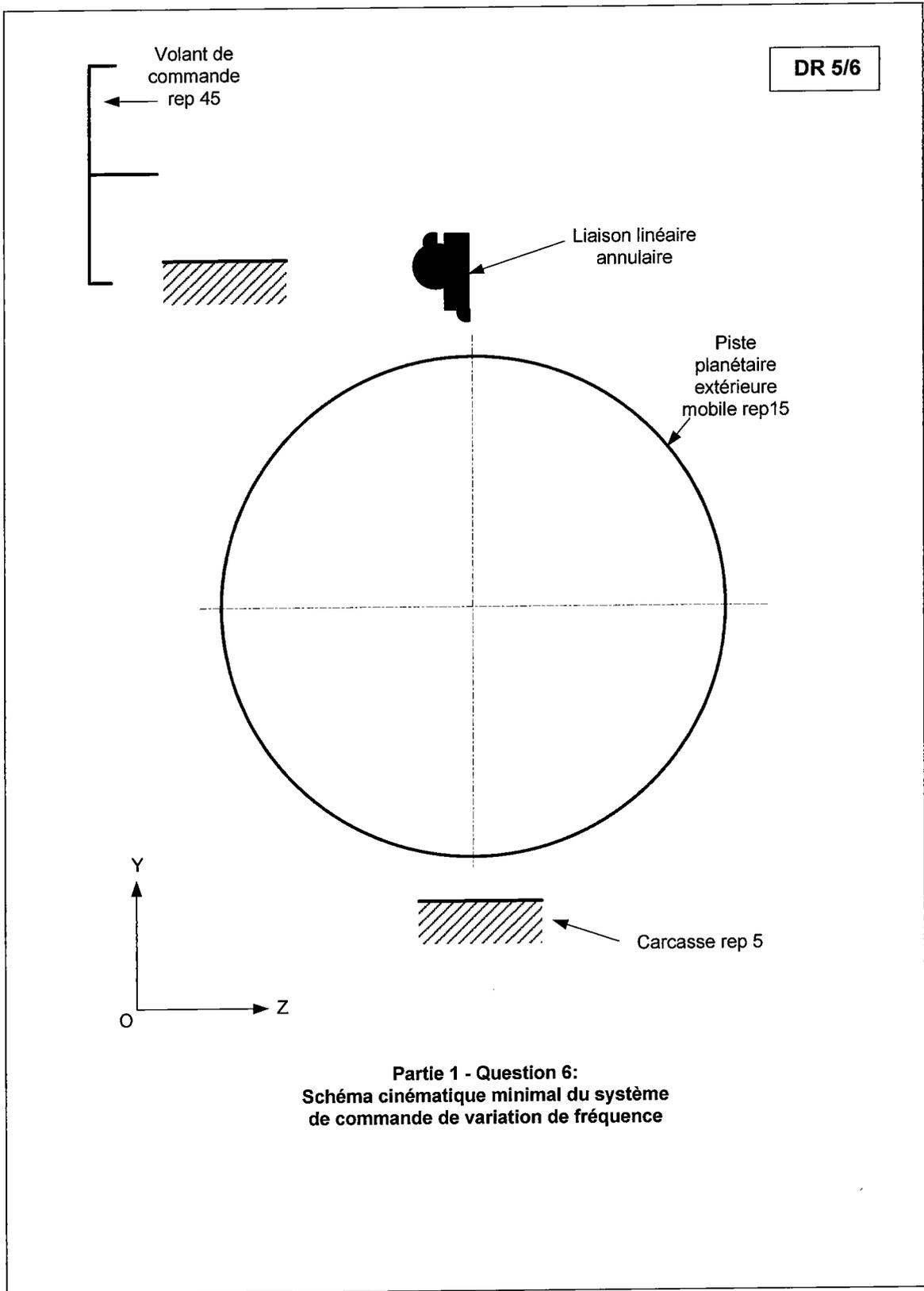
Classe L: 23

Les zones grisées sont à compléter

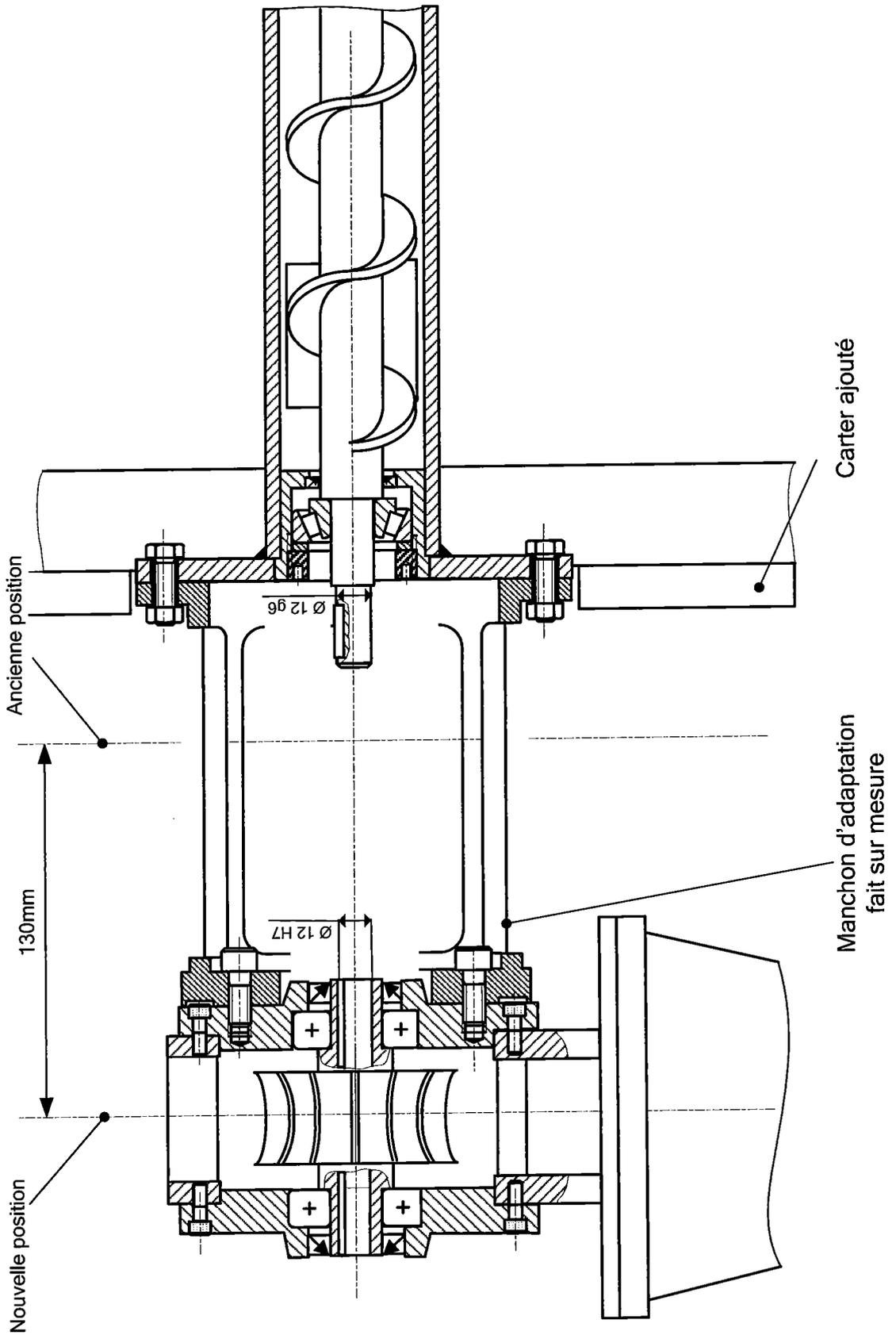
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DR3/6



BTS INDUSTRIES PAPIETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DR4/6



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DR5/6



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U42 – Etude de dispositions constructives	Durée : 5 heures	Coefficient : 3,5
CODE : 16-ITEDI-ME1		DR6/6