

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2016

U4 – ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

Sous épreuve U41 :
Analyse du comportement d'un mécanisme

Durée de l'épreuve : 3 heures Coefficient : 2.5

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

Les documents réponses sont à rendre avec la copie

DOSSIER TECHNIQUE : Pages DT1 à DT12

DOSSIER SUJET : Pages DS1 à DS4

DOSSIER REPONSE : Pages DR1 à DR3

DOSSIER RESSOURCES : Pages DRES1 à DRES8

Temps conseillé :

Barème /50

- Lecture du sujet 40 min.
- Partie I 60 min. 22 points
- Partie II 40 min. 14 points
- Partie III 40 min. 14 points

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2016

U4 – ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

Sous épreuve U41 :
Analyse du comportement d'un mécanisme

DOSSIER TECHNIQUE

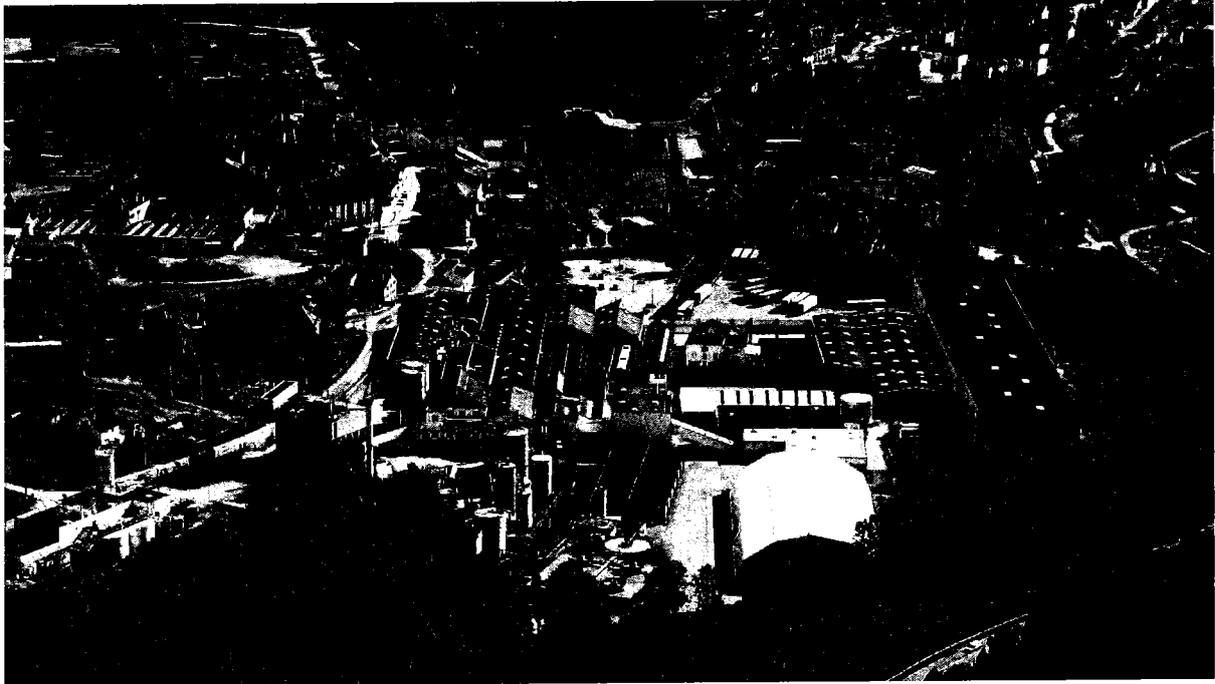
Présentation de la fabrication	DT1 à DT4
Détails de la pompe	DT5 à DT6
Présentation de la pompe (fonctionnement)	DT7 à DT9
Plan d'ensemble	DT10
Nomenclature	DT11
Plan ensemble manivelle	DT12

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 16-ITANA-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.



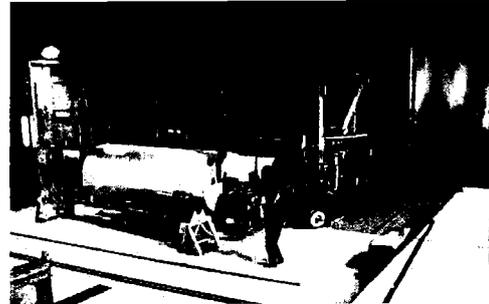
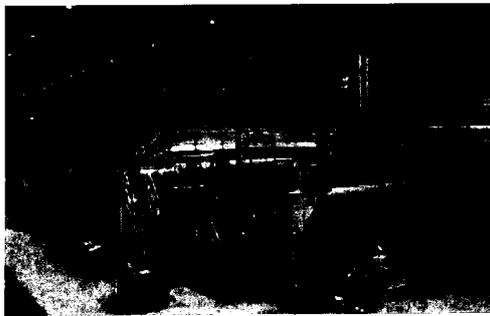
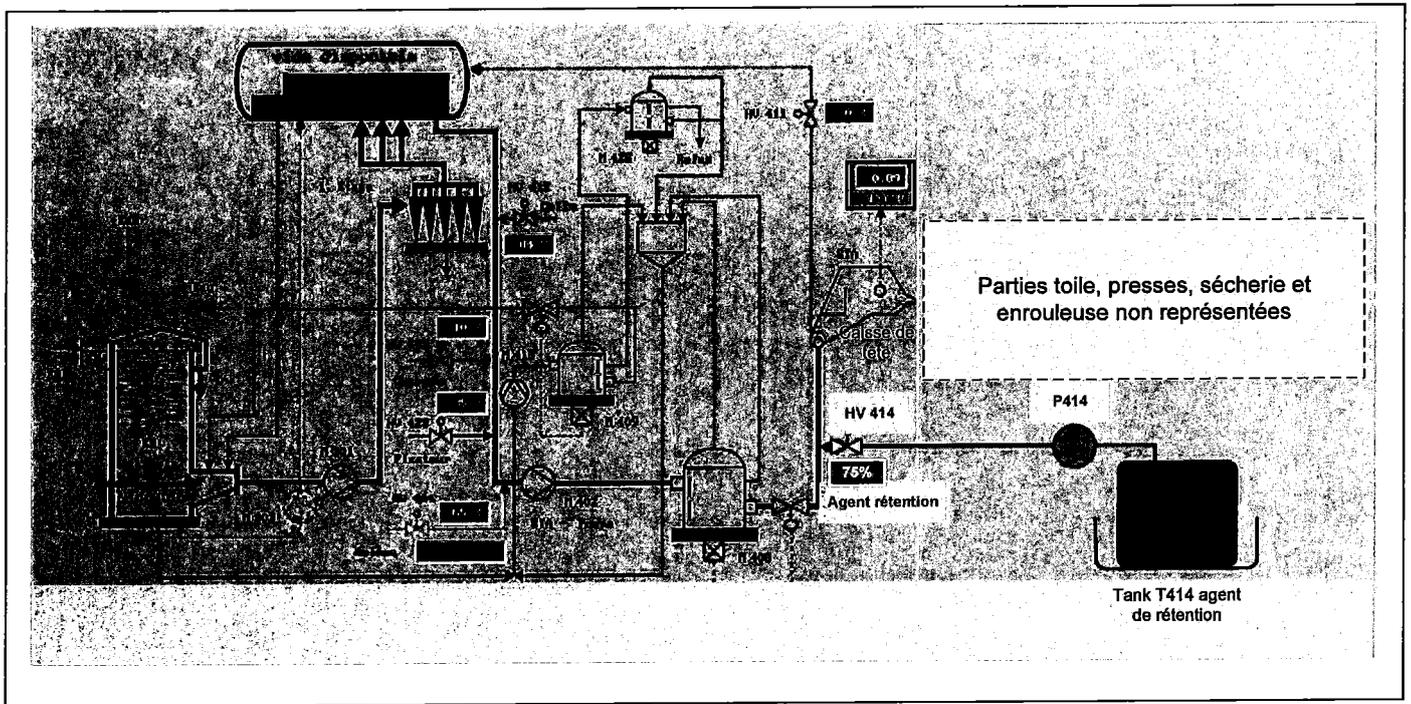
Sa gamme de produits s'étend du 95 g/m² au 225 g/m² pour une humidité moyenne de 9%. La laize enrouleur est de 3,55m. La vitesse de la bobine mère est de 458 m/min. La sécherie est munie de 45 cylindres chauffés à 3,5 bars de pression vapeur pour la dernière batterie.

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	SESSION 2016	DT
Epreuve U41 - Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
Code : 16-ITANA-ME1		DT1/12



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.

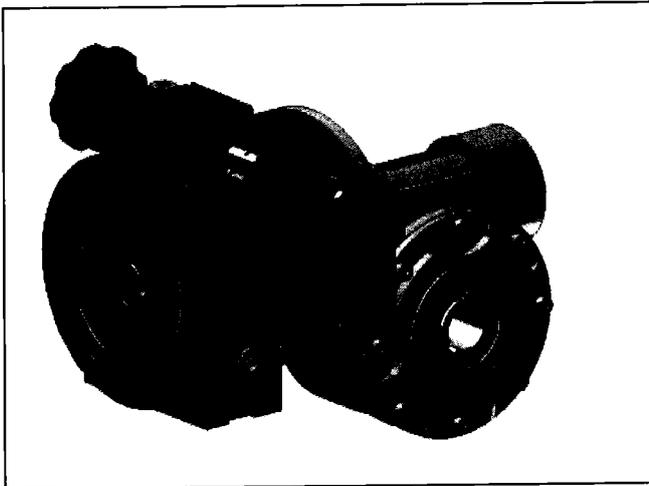
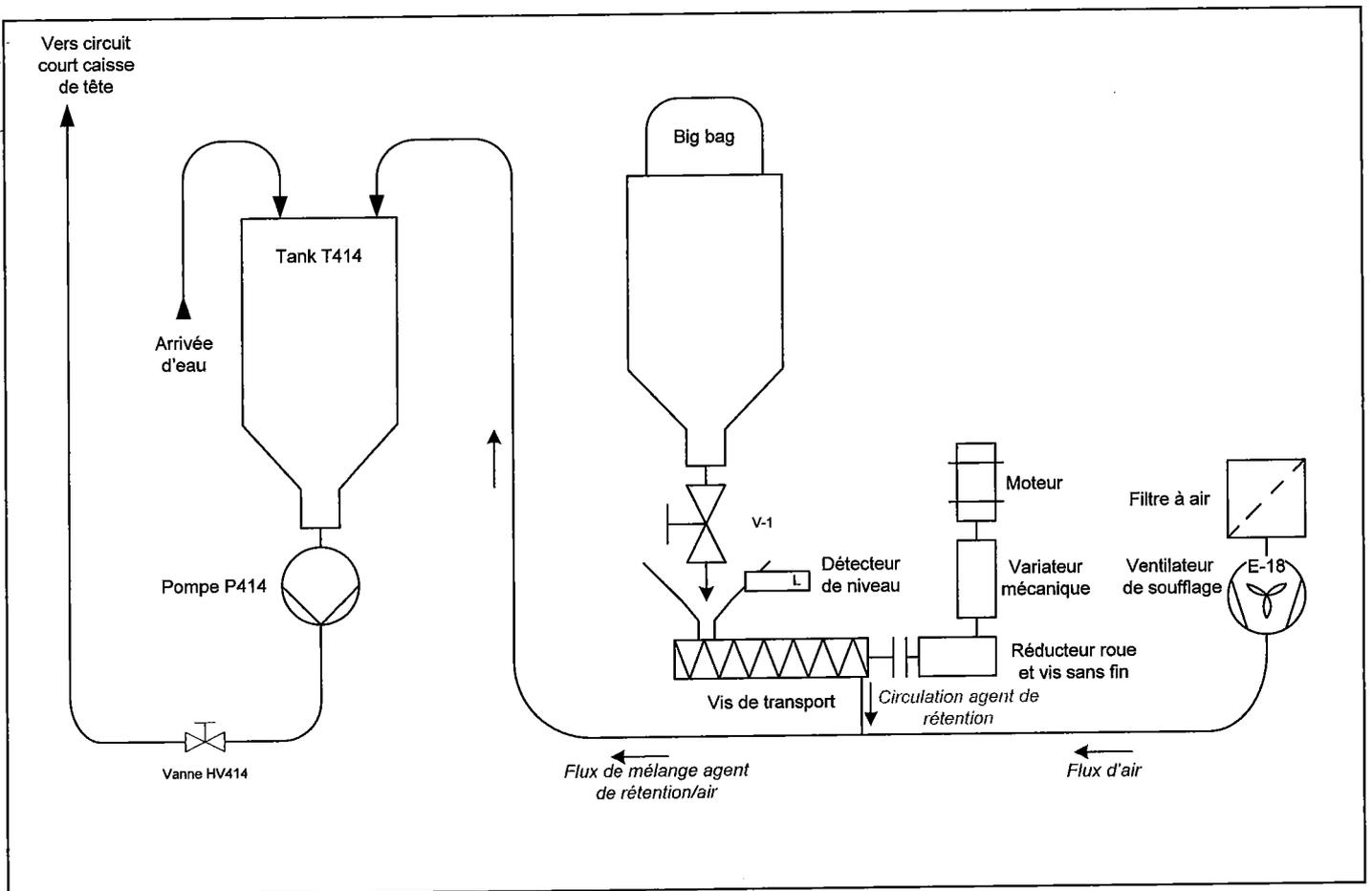
Le produit de base constituant cet agent de rétention est un assemblage de polymères synthétiques tels que les polyacrylamides modifiés (PAM) que l'on trouve en proportion d'environ 0,1 à 0,5 kg de substance active par ADt et de polymères cationiques comme les polyéthylèneimines (PEI) (1 à 2 kg/ADt)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

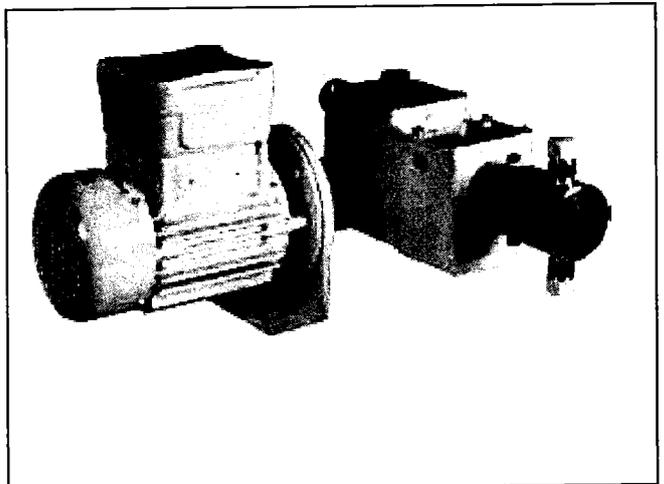
Une vanne manuelle dénommée HV 414 permet au conducteur d'isoler le circuit de l'agent de rétention en cas d'intervention sur la pompe ou sur le tank d'alimentation. Elle permet également d'ajuster finement les débits en fonction de la conduite de l'installation

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.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SESSION 2016	DT
Epreuve U41 - Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2.5
Code : 16-ITANA-ME1		DT2/12



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



Vue de la pompe doseuse P 414 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	SESSION 2016	DT
Epreuve U41 - Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2.5
Code : 16-ITANA-ME1		DT3/12

Tank

Big Bag

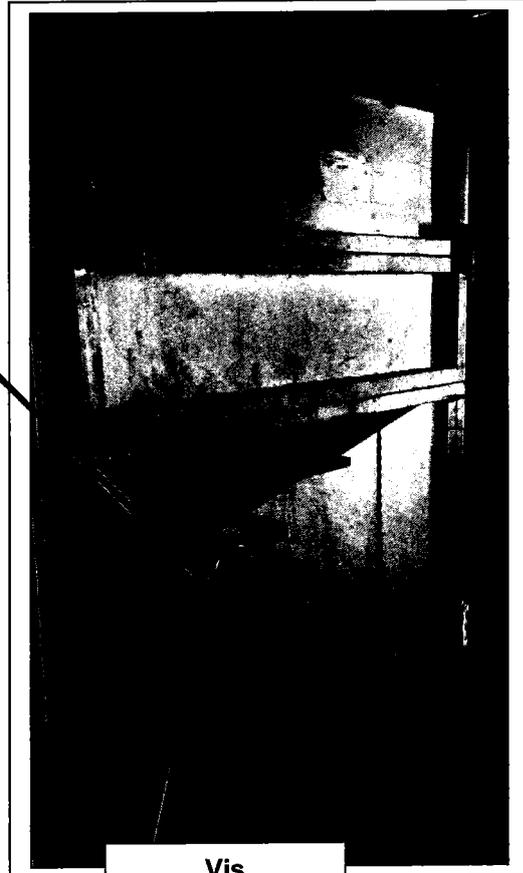
Pompe
P414



Variateur
mécanique



Vis
d'Archimède



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SESSION 2016	DT
Epreuve U41 - Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
Code : 16-ITANA-ME1		DT4/12



Pompes MILROYAL® / PRIMERROYAL®

Pompes doseuses grands débits et hautes pressions

La gamme : 6 modèles de base

7 tailles de mécaniques au total, des puissances installées de 0,25 kW à plus de 55 kW. Les pompes doseuses **MILROYAL®** et **PRIMERROYAL®** s'adaptent à la plus grande diversité de procédés et sont conçues pour fonctionner dans des conditions extrêmes. Toutes nos pompes doseuses sont lubrifiées en bain d'huile dans un carter étanche et les réducteurs de vitesse sont intégrés aux mécaniques.

La diversité des systèmes réalisables par simple choix dans la gamme d'un moteur et d'une mécanique d'une part, d'une technologie de doseur, de raccords et d'asservissements d'autre part, confère aux pompes doseuses Milton Roy Europe une exceptionnelle capacité d'adaptation aux spécifications requises par vos procédés industriels.

Le réglage de débit de ces pompes s'opère en marche ou à l'arrêt et il peut être manuel ou automatisé.

7 modèles de pompes doseuses sont proposés :

MILROYAL® D, B et PRIMERROYAL® K, L, N, P, R.

Leur choix dépend des débits et des pressions demandées. Les performances de nos pompes sont conformes à l'API 675.

Toutes nos pompes sont entièrement fabriquées dans nos ateliers qui disposent d'un parc de 14 machines d'usinage à commande numérique. Ces pompes sont toutes essayées dans le cadre de nos procédures qualité ISO 9001.

- **MILROYAL®** : gamme de mécaniques à plateau inclinable. Les paliers sont lubrifiés sous pression pour une meilleure longévité.
- **PRIMERROYAL®** : pompe à double excentrique (patent pending). La transmission de la puissance est opérée indépendamment du système de réglage de la course.

Les doseurs : Des innovations prouvées

Plus de 130 brevets déposés depuis 1980, plus de 30 encore en application et relatifs à la technologie des doseurs. La maîtrise de la conception des différents types de doseurs permet de couvrir une large gamme d'applications incluant les produits radioactifs, les produits fortement chargés et les gaz liquéfiés, par exemple.

Les doseurs traditionnels à piston sont synonymes de simplicité et de solidité ; les doseurs à membrane, plus modernes, assurent une étanchéité totale. Pour les clapets, de multiples configurations sont proposées : simple bille, double bille, bille assistée, clapet plat assisté, ... Elles autorisent des viscosités jusqu'à 20 000 cp. Le choix des matériaux de clapet est très étendu, jusqu'à une taille des particules admises de 200 µm en standard. Il est adapté à la nature abrasive de certains fluides chargés.

Doseur à piston avec double garniture :

- Simple, robuste, adaptés aux hautes pressions et aux hautes températures
- Garniture simple en standard, double en option avec anneaux de barrage/rinçage

La simplicité du doseur apporte de larges possibilités en termes de matériaux de construction, de tailles, de performances.

Doseur HPD simple ou double membrane :

- Totalemment étanche
- Membrane moulée préformée composite en PTFE/élastomère

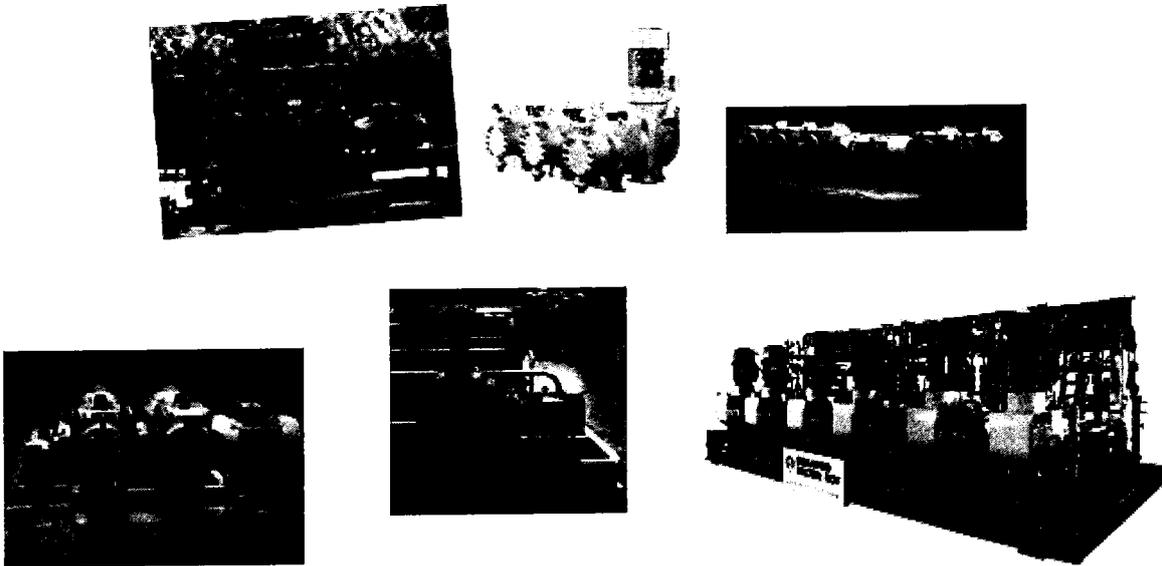
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SESSION 2016	DT
Epreuve U41 - Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2.5
Code : 16-ITANA-ME1		DT5/12

- Membrane réutilisable brevetée. Durée de vie supérieure à 20 000 heures
- Soupape de sécurité à purge d'air intégrée brevetée
- Tarage de la soupape réglable. Pour les très gros débits, modèle de type à soupape pilotée pour de meilleures précisions (système breveté)
- Système de compensation MARS des fluides hydrauliques breveté
- Permet de grandes capacités d'aspiration, jusqu'à 9 mètres CE

Doseur à simple ou double membrane métallique :

- Totalemant étanche
- Adaptée aux très hautes pressions, aux liquides radioactifs, aux fluides diffusants
- Toutes étanchéités par contact métal / métal (membranes, clapets) Soupape de sécurité différentielle à purge d'air intégrée, brevetée (avantages : très grande précision d'ouverture et contraintes mécaniques très faibles). Tarage réglable.
- Ensemble conçu pour des durées de vie de membranes supérieures à 10 000 heures
- Soupape de compensation d'huile à tarage réglable.

Quelques exemples de réalisations :



Fréquence de rotation moteur 1450 tr/min.

Possibilité de monter en série des pompes (duplex, triplex,.....) avec un seul moteur

Une commande de régulation en vitesse est possible

Rapport de réduction possible 1/60;1/30,1/15,1/10

Rapport de la roue et vis sans fin (à 2 filets) : 1/10

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SESSION 2016	DT
Epreuve U41 - Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2.5
Code : 16-ITANA-ME1		DT6/12

Présentation de la pompe volumétrique :

Présentation du mécanisme de transformation de mouvement

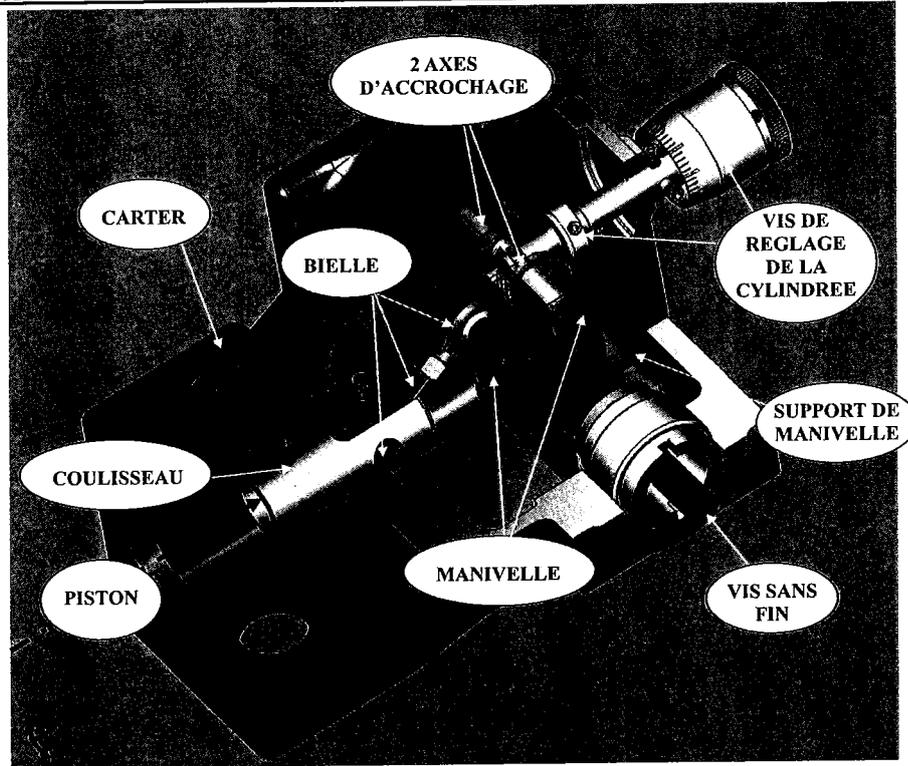
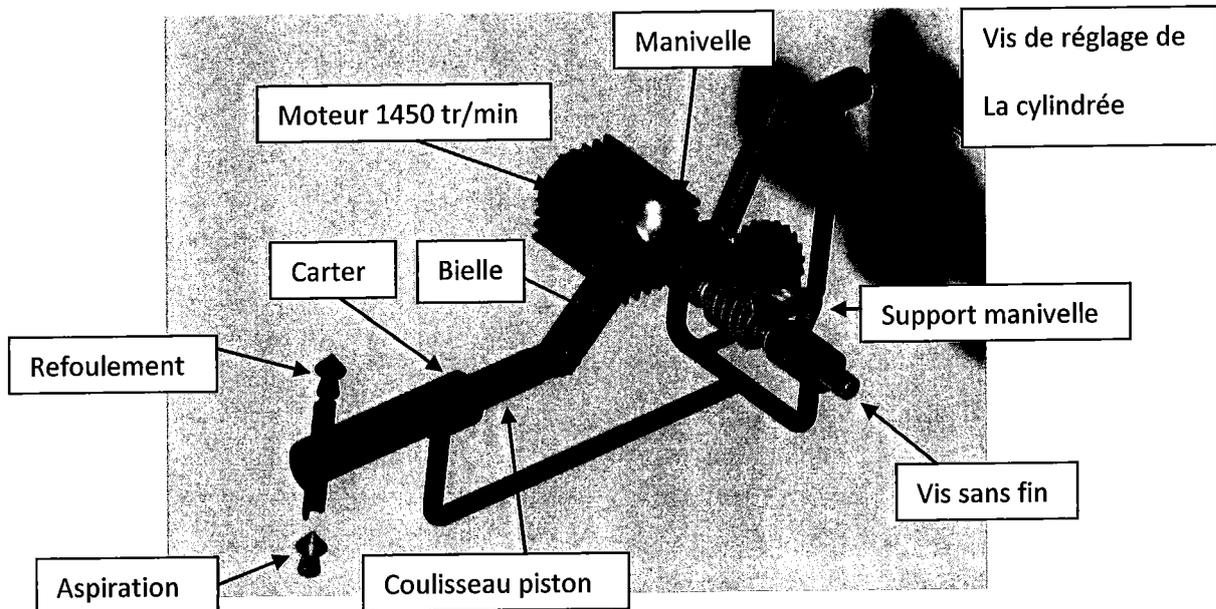


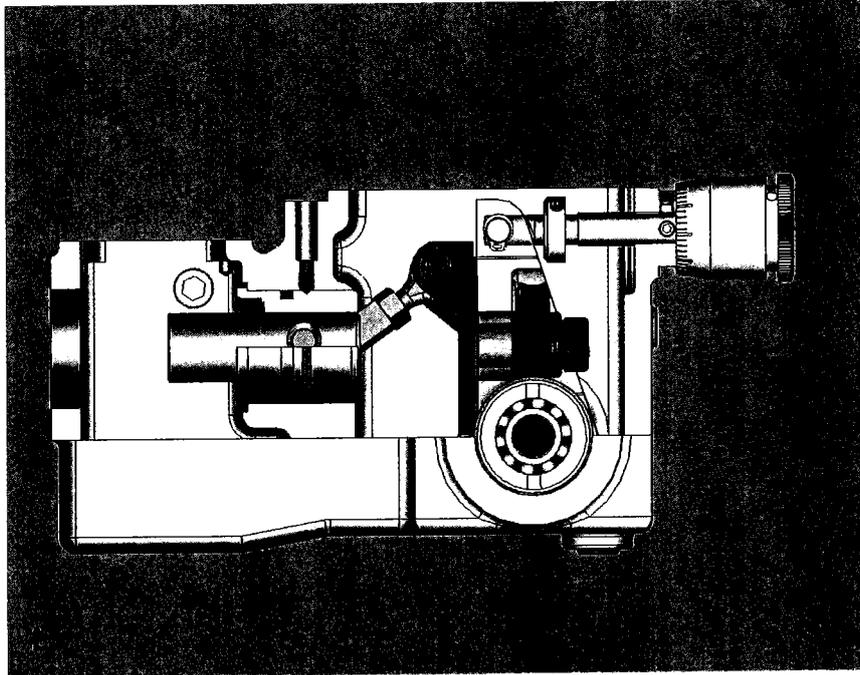
Schéma de la pompe :



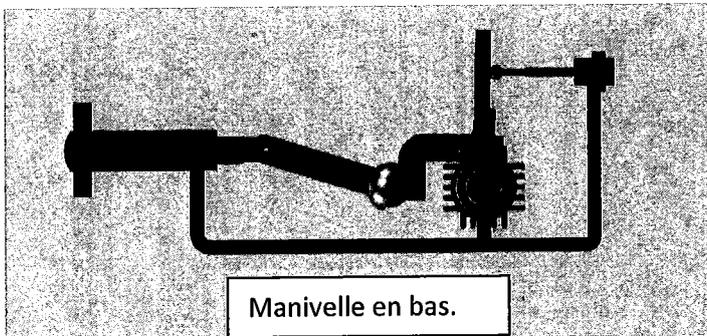
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SESSION 2016	DT
Epreuve U41 - Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2.5
Code : 16-ITANA-ME1		DT 7/12

Explication du réglage de la cylindrée :

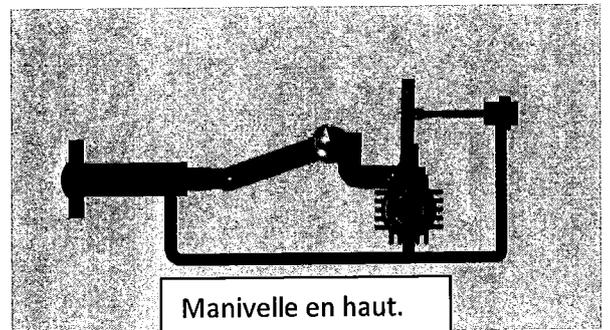
Cinématique du mécanisme configuration cylindrée nulle



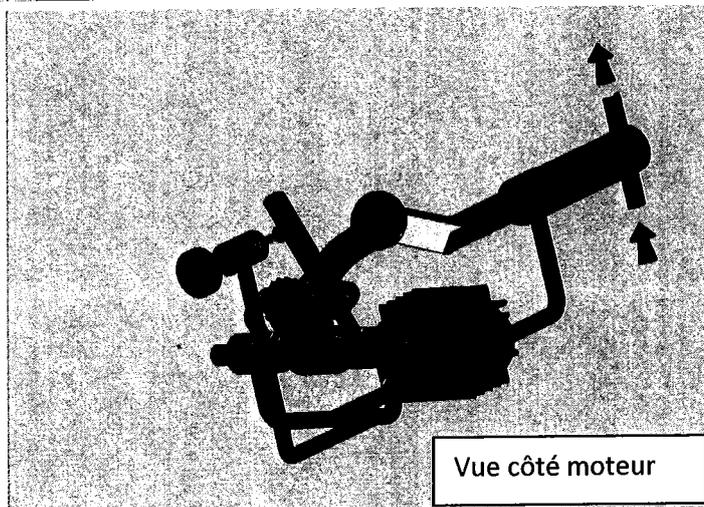
La position verticale du support de manivelle / à l'axe du coulisseau a pour effet de rendre la cylindrée nulle



Manivelle en bas.



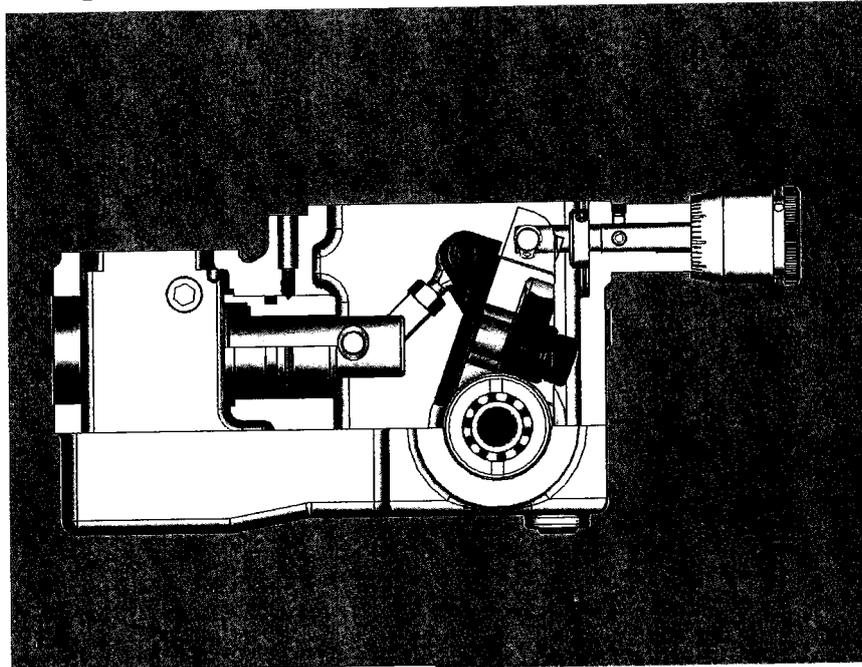
Manivelle en haut.



Vue côté moteur

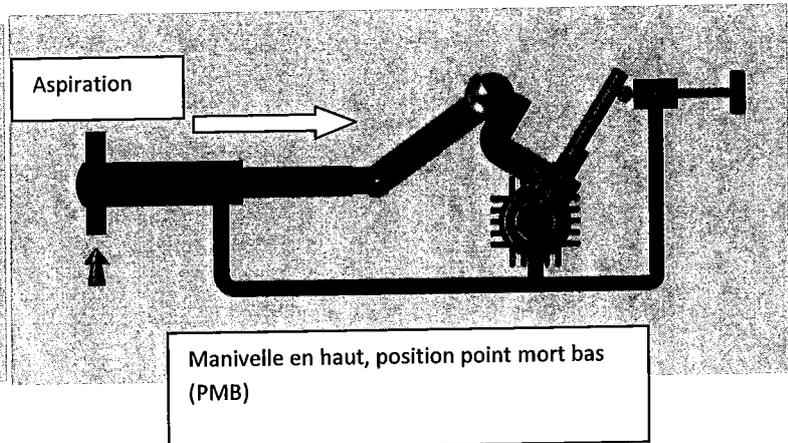
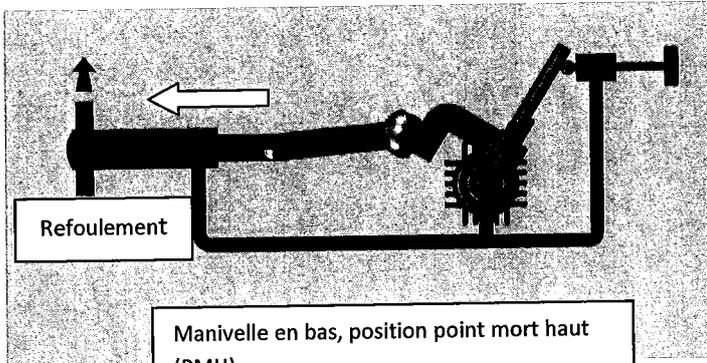
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SESSION 2016	DT
Epreuve U41 - Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2.5
Code : 16-ITANA-ME1		DT 8/12

Cinématique du mécanisme configuration cylindrée maxi



La variation de l'inclinaison du support de manivelle / à l'axe du coulisseau a pour effet d'engendrer un mouvement sinusoïdal du coulisseau

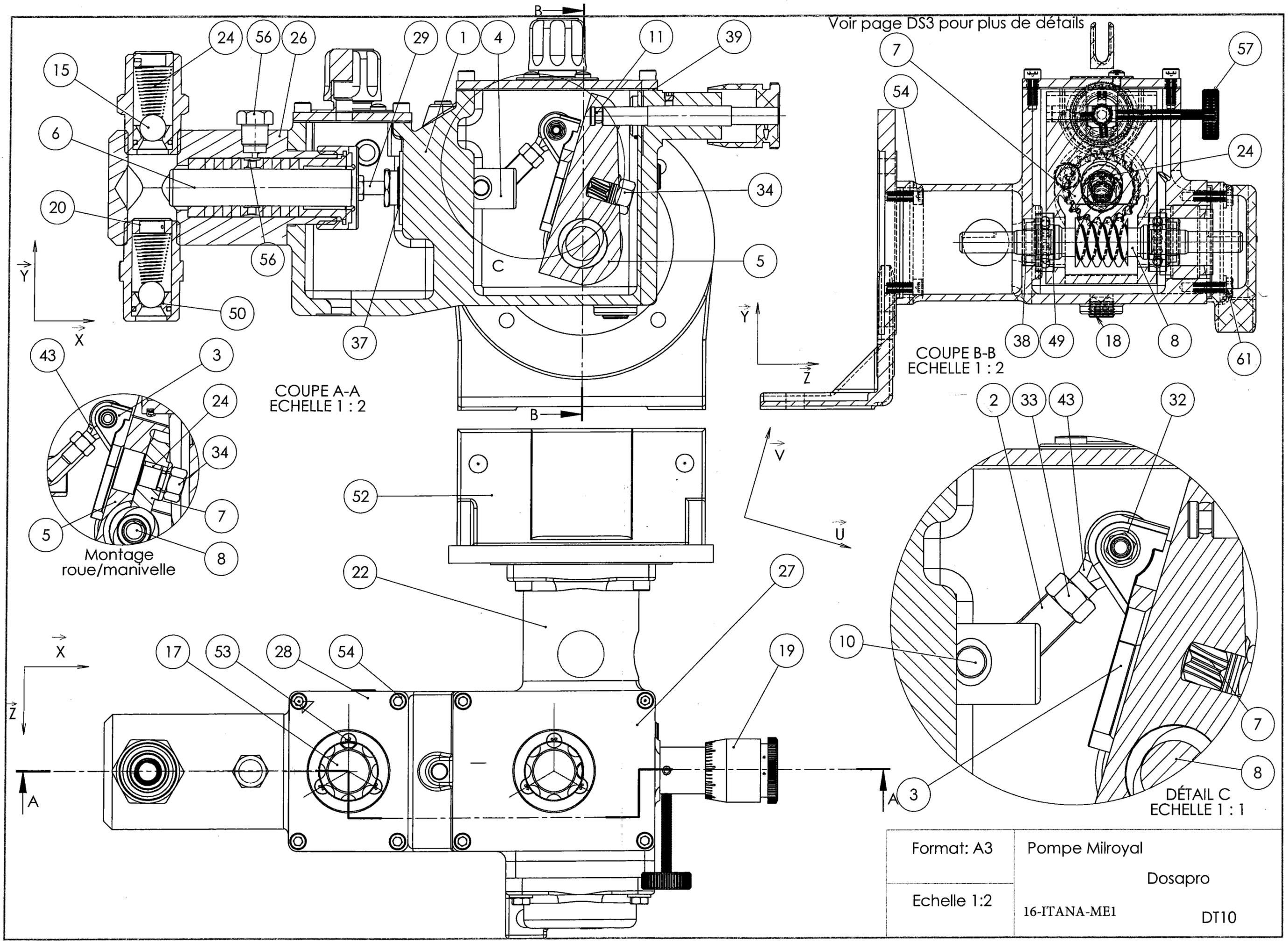
L'amplitude du mouvement sinusoïdal va déterminer la cylindrée du doseur



Nota : Les clapets d'aspiration et refoulement ne sont pas représentés.

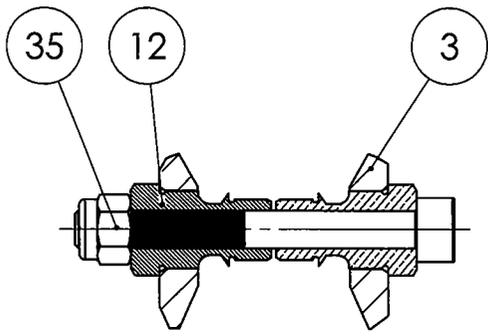
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SESSION 2016	DT
Epreuve U41 - Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2.5
Code : 16-ITANA-ME1		DT 9/12

Voir page DS3 pour plus de détails

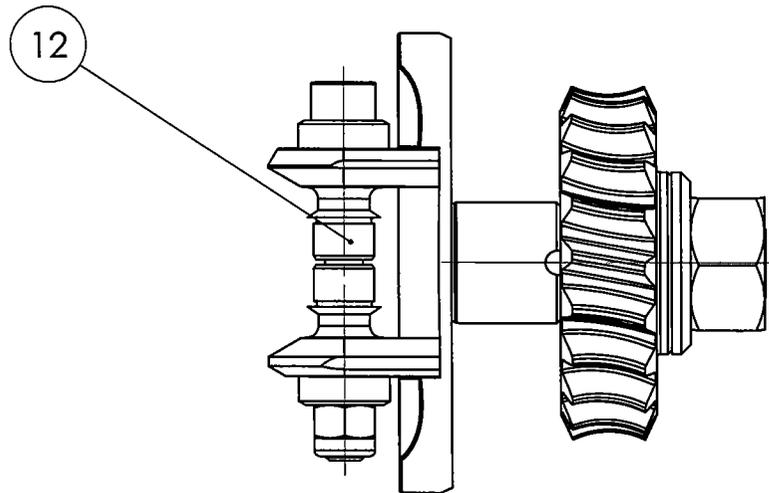
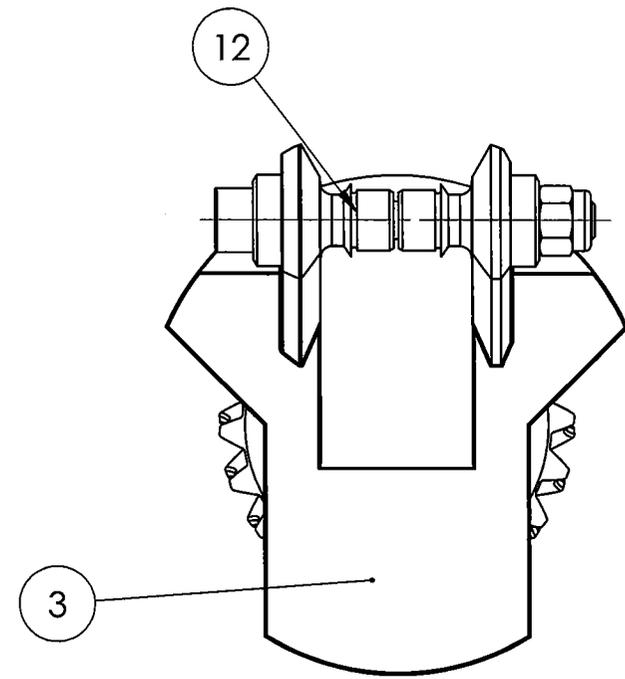
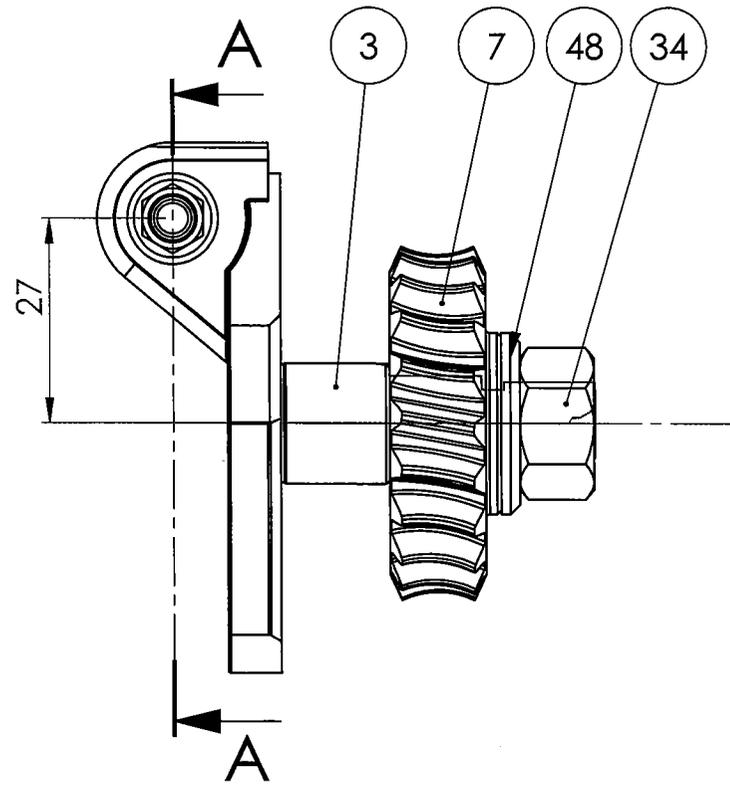


Format: A3	Pompe Milroyal	
Echelle 1:2	Dosapro	
	16-ITANA-ME1	DT10

31		Entretoise de rinçage		62		Vis palier	
30		Amortisseur		61		Vis H M6x20	
29		Vis d'accouplement		60		Vis HC M3x5	
28		Couvercle de lanterne		59		Vis HC M6x85	
27		Couvercle de carter		58		Vis HC M6x55	
26		Corps de doseur		57		Vis de blocage réglage	
25		Corps de clapet		56		Vis d'accrochage	
24		Clavette		55		Vis CHC M6x25	
23		Circlips		54		Vis CHC M6x16	
22		Carter d'arbre		53		Vis C M5x10	
21		Capuchon		52		Support moteur	
20		Butée de clapet		51		Support bouchon de remplissage	
19		Bouton de réglage		50		Siège de clapet	
18		Bouchon		49		Roulement SKF	
17		Bouchon reniflard		48		Rondelle roue dentée	
16		Bouchon doseur		47		Rondelle M8	
15		Bille de clapet		46		Rondelle M8 8x15,4x0,8	
14		Bague de manivelle		45		Rondelle M6	
13		Bague de guidage		44		Ressort de clapet	
12		Axe maneton		43		Rotule unibal	Ref: SMG8 série 40 ext.bronze
11		Axe d'accrochage		42		Joint torique 42x4,5	
10		Axe coulisseau		41		Joint torique 18,6x2,6	
9		Anneau tressé		40		joint couvercle de lanterne	
8		Vis sans fin 2 filets		39		Joint de couvercle carter	
7		Roue dentée 20 dents		38		Joint à lèvres	
6		Piston	Diamètre: 22,20 mm	37		Joint à lèvres fourreau	
5		Support manivelle		36		Joint à lèvres carter	
4		Coulisseau		35		Fouloir	
3		Manivelle		34		Ecrou de roue dentée	
2		Bielle		33		Ecrou M8	
1		Carter		32		Ecrou M5	
REP.	NB.	DESIGNATION	OBS.	REP.	NB.	DESIGNATION	OBS.
Echelle:	Pompe Milroyal Dosapro			Dessiné par:			DT11
Format A4 V	Nomenclature partielle			Le:			
							16-ITANA-ME1



COUPE A-A
EHELLE 1 : 1



Ensemble manivelle

Echelle 1: 1

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2016

U4 – ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES SYSTEMES

Sous épreuve U41 :
Analyse du comportement d'un mécanisme

DOSSIER SUJET

A noter : les parties sont indépendantes.

I ^{ère} partie : étude préliminaire	DS1
II ^{ème} partie : étude cinématique	DS2
III ^{ème} partie : étude statique	DS3 – DS4

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		

1^{ère} partie :

Problématique : Dans un souci de rentabilité, la machine doit être modifiée et sa vitesse portée à 550 m/min.

La nouvelle production est estimée à 11.13 t/h à l'enrouleur pour un débit massique des lèvres de 13.20 t/h. Le service maintenance veut simplement valider le choix de la pompe existante en appliquant le nouveau débit exigé.

- Découverte de l'existant puis détermination des nouveaux réglages :

Nota : les questions 1 à 5 et 7 et 8 sont à répondre sur le document réponse DR1.

Données : puissance moteur : 0.25 kW fréquence de rotation moteur : 1450 tr/min
rendement système roue et vis sans fin : 0.84

- 1) Déterminer les liaisons proposées sur le document DR1, puis compléter leur tableau des mobilités (voir DT8, DT9, DT10, DT11 et DT12).
- 2) Pour une production de 11 t/h de pâte sèche pour un papier de 95 g/m², le débit d'agent de rétention injectée est de 91,65 l/h.
Calculer le nouveau débit pour la nouvelle production de 11.13 t/h.
- 3) Relever dans la nomenclature les caractéristiques de la vis sans fin, puis de la roue dentée d'entraînement de la manivelle, puis calculer le rapport de réduction. Préciser le nombre de battements du piston en une heure.
- 4) Relever le diamètre du piston 6 dans le dossier technique puis calculer la section.
- 5) En utilisant la formule ci-dessous, déterminer la course du piston.

$$Q = \text{nb battements} \times S \times C$$

Q : Débit (93 litres/heure) nb battements: nb allers/retours du piston par heure

S : section du piston (dm²) C : Course, distance entre le point mort haut et point mort bas (dm) , voir DT8 et DT9.

- 6) On admettra une course de 30 mm. On donne le point H, position du point mort haut du coulisseau pour le nouveau réglage. Déterminer sur le document réponse DR2 :
 - a) H1, position du point mort bas lié à la course puis la nouvelle position du support de manivelle en positionnant A1.
 - b) tracer dans le plan (x,y) la projection de la trajectoire de A appartenant à la manivelle par rapport au bâti dans la nouvelle position du support de manivelle.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DS
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DS 1/4

- 7) Déterminer le nombre de tours en vissant ou dévissant que devra faire le technicien de maintenance s'il part de la position « débit nul » au point mort haut (PMH), sachant que la vis de réglage a un pas à droite de 1mm,
- 8) On donne sur le document ressource DRES6 une simulation du fonctionnement de la pompe sur laquelle on peut déterminer l'angle de basculement de la rotule repérée 43.
 - a) Relever l'angle de basculement maximum de la rotule.
 - b) Relever l'angle de basculement conseillé sur la documentation technique (DRES5). (Attention au montage voir DT12, on prendra le cas le plus défavorable).
 - c) Transcrire l'angle de basculement en degré, comparer, conclure.

II^{ème} partie :

Problématique : En étudiant les historiques de ces pompes, le service maintenance a observé en majorité des pannes liées à la rotule unibal repérée 43 sur la nomenclature (DT10). En utilisant maintenant la pompe avec un débit supérieur, nous voulons vérifier si cette rotule peut supporter les nouvelles conditions d'utilisation. Pour cela, nous allons déterminer la vitesse de glissement de la rotule.

Données : puissance moteur : 0.25 kW fréquence de rotation moteur : 1450 tr/min
rendement du système roue et vis sans fin : 0.84 rayon manivelle: 27 mm

Vous répondrez sur une feuille de copie.

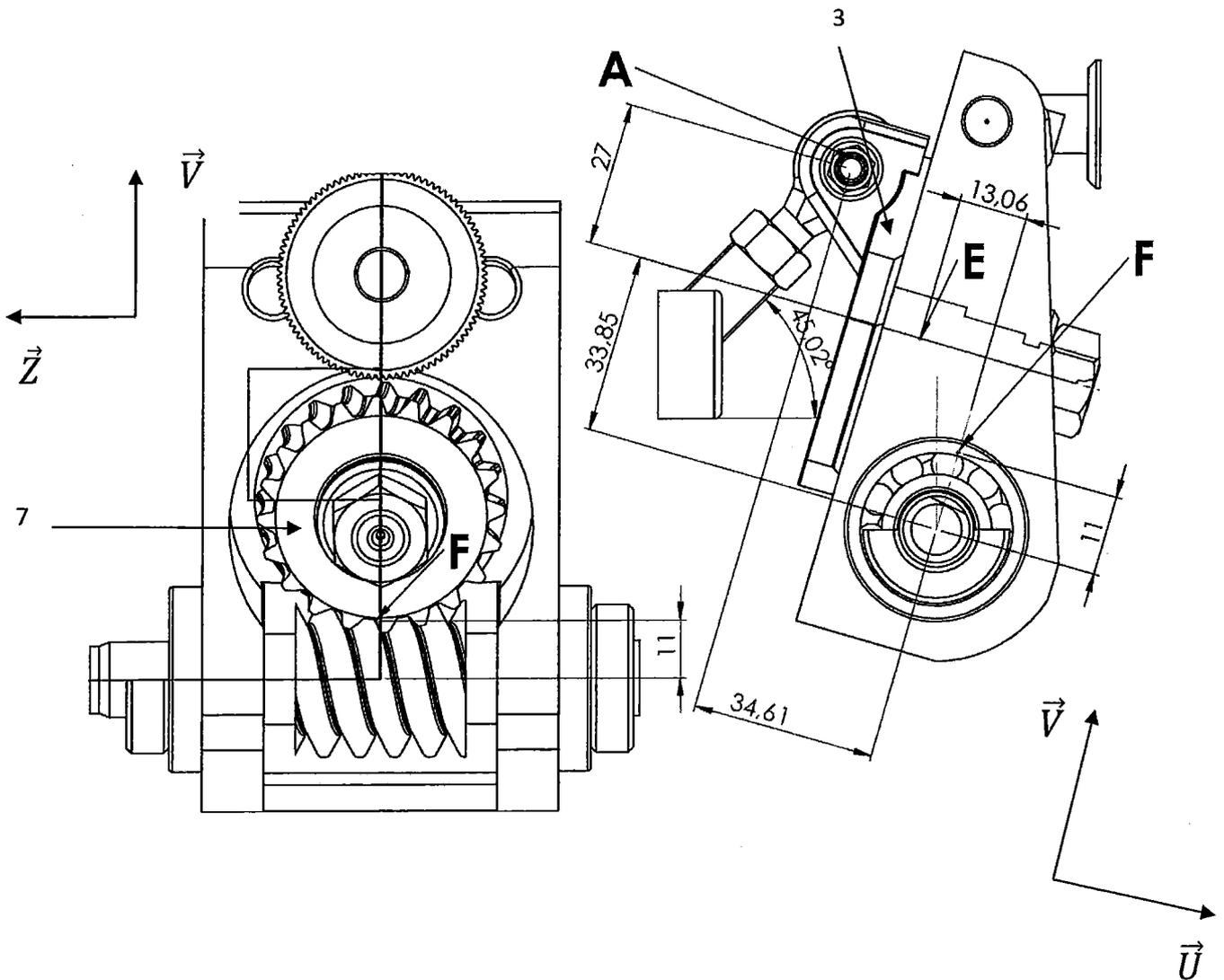
- 9) Calculer $\omega_{3/1}$ (voir DR3) puis $\overrightarrow{VA\ 3/1}$. (Attention au rapport de transmission).
- 10) Tracer sur DR3 le support du vecteur $\overrightarrow{VA\ 3/1}$.
- 11) Définir le mouvement de 4/1. Tracer sur le document réponse DR3 le support de $\overrightarrow{VB\ 4/1}$.
- 12) Montrer que $\overrightarrow{VA\ 3/1} = \overrightarrow{VA\ 2/1}$ et que $\overrightarrow{VB\ 4/1} = \overrightarrow{VB\ 2/1}$.
- 13) Tracer le support de $\overrightarrow{VB\ 2/1}$ sur DR3.
- 14) Le problème étant spatial, on a fait une simulation sur un logiciel de calcul, le document ressource DRES7 est une copie d'écran des résultats.
 - a) Déterminer la vitesse angulaire maximale de glissement de la rotule.
 - b) Calculer la vitesse tangentielle de la rotule vitesse en m/min. (Rayon rotule 4mm).
 - c) Voir la vitesse maximale possible de glissement de la rotule sur le document ressource DRES4, conclure

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DS
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DS 2/4

III^{ème} partie :

Problématique : suite aux pannes liées à la rotule unibal rep 43 nous voulons vérifier que cette rotule peut supporter les nouvelles conditions d'utilisation. Pour cela, nous allons déterminer les nouvelles actions mécaniques sur la rotule.

Données : puissance moteur : 0.25 kW ^{250W} fréquence de rotation moteur : 1450 tr/min
rendement système roue et vis sans fin : 0.84



E est le centre de la liaison entre la manivelle 3 et son support 5.

F est le contact entre la roue 7 et la vis sans fin 8.

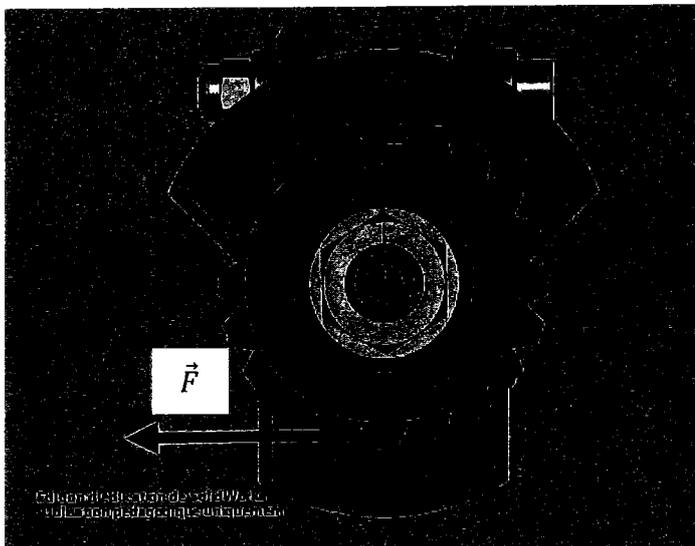
A est le centre de la liaison entre la bielle 2 et la manivelle 3.

Les points A, E et F sont dans le plan $(0, \vec{U}, \vec{V})$

Vous répondez sur la feuille de copie.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DS
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DS 3/4

- 15) Calculer le couple du moteur électrique à l'aide des données.
- 16) Calculer le couple agissant sur la roue dentée en utilisant le rapport de réduction, puis le rendement. On admettra un couple moteur de 1,65 Nm.
- 17) Déterminer l'effort \vec{F} au point F sur la roue sachant que le diamètre primitif de la roue dentée est de 40 mm, on admettra un couple sur la roue de 14 Nm.



- 18) Citer la liaison au point E, puis écrire le torseur statique dans $(\vec{U}, \vec{V}, \vec{Z})$.
- 19) Citer la liaison au point A, puis écrire le torseur statique dans $(\vec{U}, \vec{V}, \vec{Z})$.
- 20) Isoler l'ensemble {3+7}, réaliser le bilan des actions mécaniques extérieures sous forme de torseur.

On donne le torseur en F : $T_F \begin{Bmatrix} -355 & 0 \\ -200 & 0 \\ -570 & 0 \end{Bmatrix}_{(O, \vec{U}, \vec{V}, \vec{Z})}$

les unités sont le newton pour les actions mécaniques puis le Nm pour les couples.

- 21) Dire si le système est résolvable et expliquer pourquoi.
- 22) Sur le document ressource DRES8, on donne les résultats d'une simulation des efforts dans la rotule unibal repérée 43 du document technique DT10.
 - a) Relever les efforts maximaux encaissés par la rotule.
 - b) Relever sur le document ressource DRES2 l'effort maximal que peut transmettre notre rotule, conclure.
- 23) A l'aide des éléments des 3 parties, conclure sur le choix de la rotule 43. Quel est le paramètre qui pose problème ?

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DS
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DS 4/4

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2016

**U4 – ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES
SYSTEMES**

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

DOSSIER REPONSES

3 pages

DR1 à DR3

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		

DR1

Question 1) Donner le nom de la liaison, sa représentation 3D avec le repère puis entourer le ou les degrés de liberté possibles.

Liaison : L3/5

Nom :

Représentation :

Tu	Ru
Tv	Rv
Tz	Rz

Liaison : L3/43

Nom :

Représentation :

Tx	Rx
Ty	Ry
Tz	Rz

Liaison : L4/1

Nom :

Représentation :

Tx	Rx
Ty	Ry
Tz	Rz

Question 2)

Question 3)

Question 4)

Question 5)

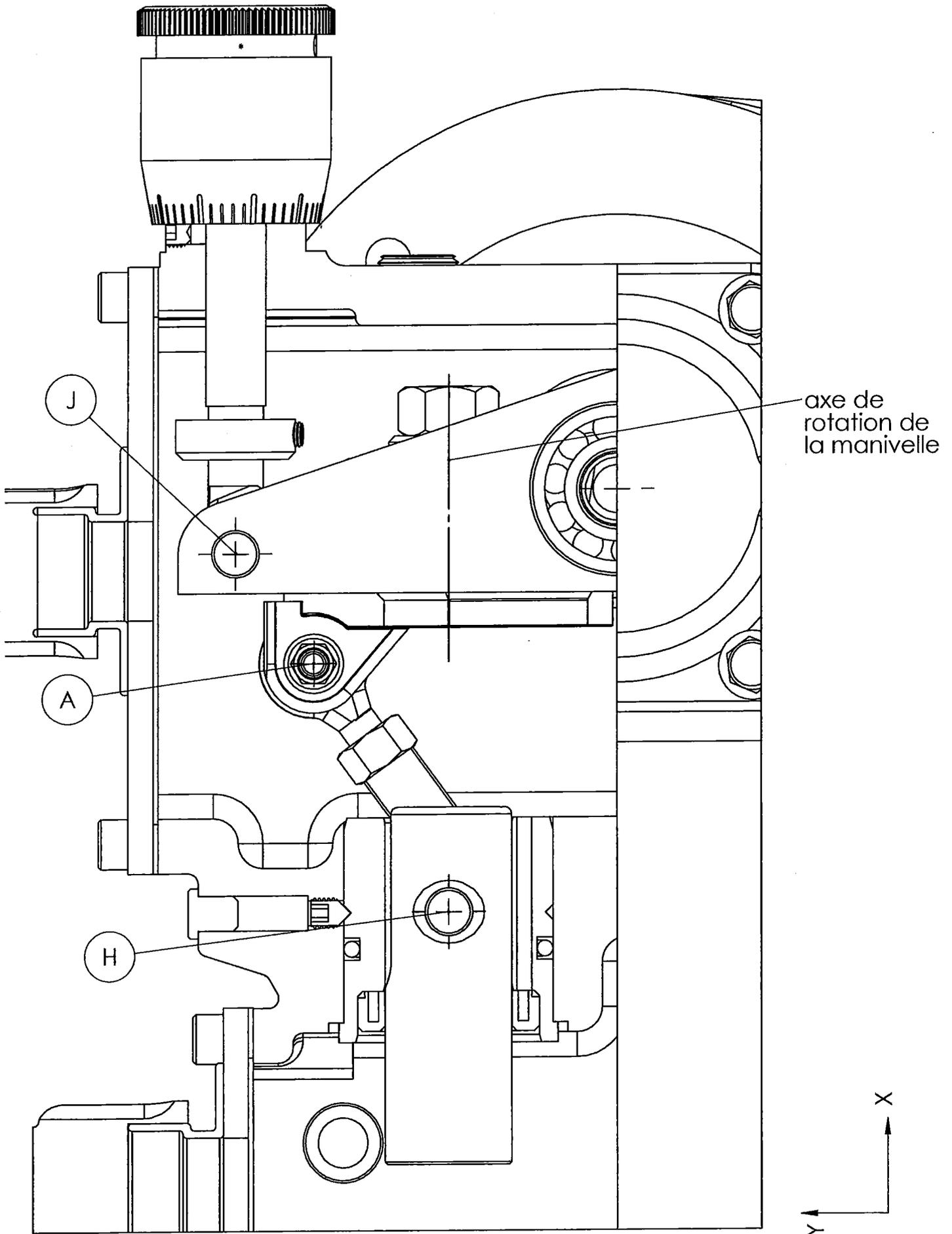
Question 7)

Question 8)

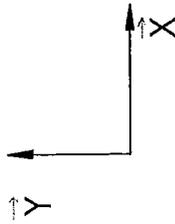
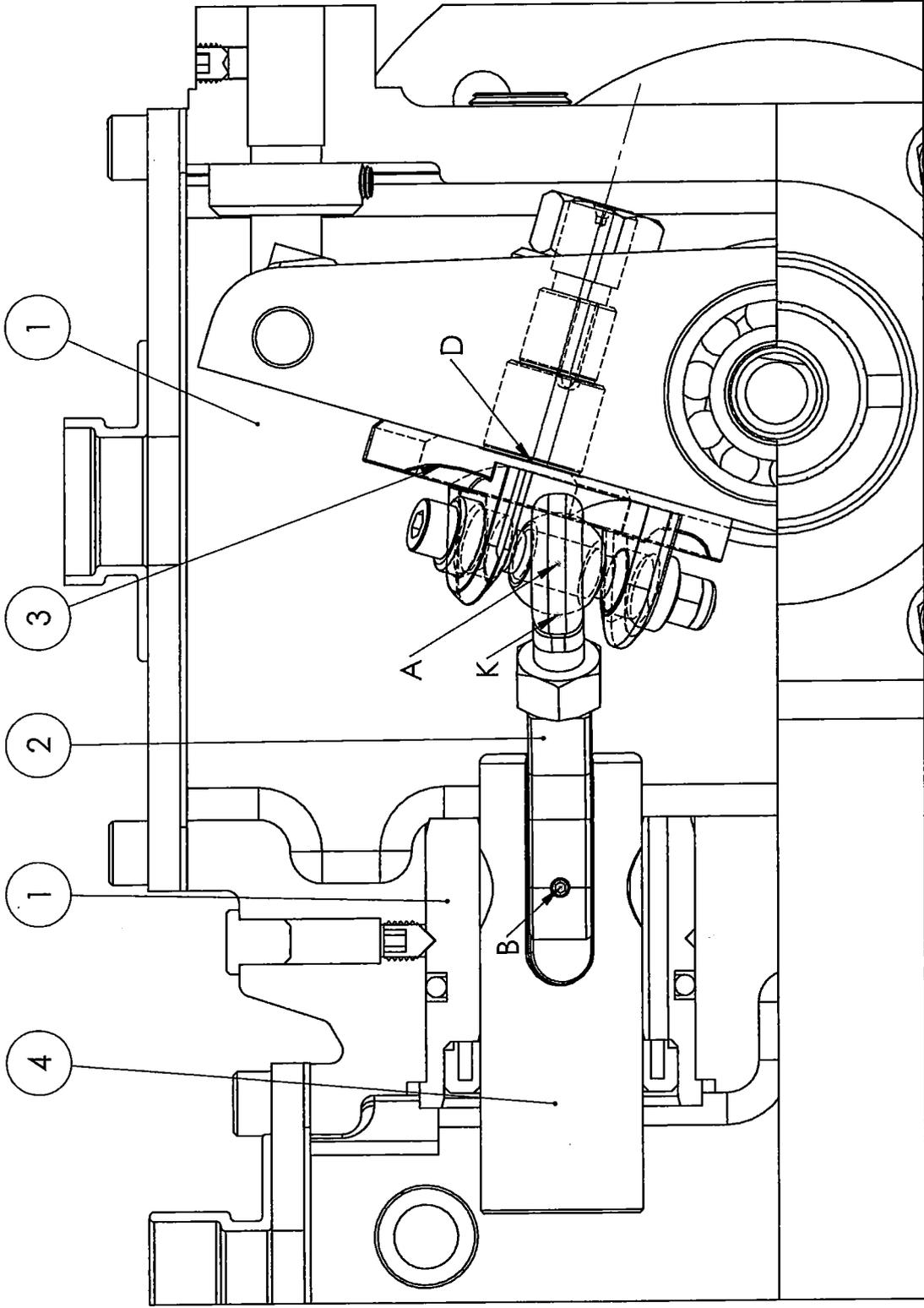
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DR
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DR 1

DR2

A noter que sur ce schéma la course du piston est nulle



Echelle 1:1



Echelle 1:1
16-ITANA-ME1

DR3

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

Session 2016

**U4 – ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES
SYSTEMES**

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

DOSSIER RESSOURCES

Les rotules unibal

DRES1 à DRES5

Copies d'écran de simulation

DRES6 à DRES8

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2016
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		

Série standard SM/SF SMG/SFG

Mécanique générale

Utilisation

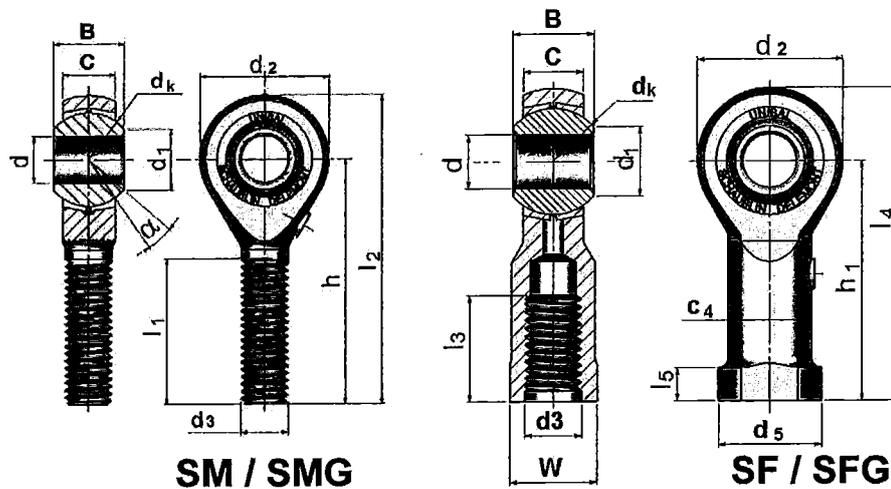
- Usuelle, standard, mécanique générale

Contact de glissement

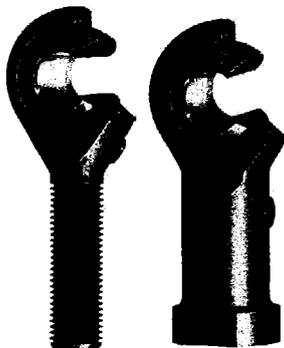
- Entretoises en laiton ou bronze / Bague en acier à roulement

Entretien

- Nécessite un graissage régulier.
- Graisseur intégré sur les embouts à partir de la taille 8 (lettre G)



Type		d	B	C	dk	d1	d2	d3
		H7	$0_{-0,05}$	$\pm 0,2$				(SM) 6 g (SF) 6 H
SM 2	SF 2	2	4,8	3,6	6,00	3,60	9	M2 x0,4
SM 3	SF 3	3	6	4,5	7,93	5,18	12	M3 x0,5
SM 4	SF 4	4	7	5,25	9,52	6,46	14	M4 x0,7
SM 5	SF 5	5	8	6	11,11	7,71	16	M5 x0,8
SM 6	SF 6	6	9	6,75	12,70	8,96	18	M6 x1
SMG 8	SFG 8	8	12	9	15,88	10,40	22	M8 x1,25
SMG 10	SFG 10	10	14	10,5	19,05	12,92	26	M10 x1,5
SMG 12	SFG 12	12	16	12	22,23	15,43	30	M12 x1,75
SMG 14	SFG 14	14	19	13,5	25,40	16,86	34	M14 x2
SMG 16	SFG 16	16	21	15	28,58	19,39	38	M16 x2
SMG 18	SFG 18	18	23	16,5	31,75	21,89	42	M18 x1,5
SMG 20	SFG 20	20	25	18	34,92	24,38	46	M20 x1,5
SMG 22	SFG 22	22	28	20	38,10	25,84	50	M22 x1,5
SMG 25	SFG 25	25	31	22	42,85	29,60	56	M24 x2
SMG 30	SFG 30	30	37	25	50,80	34,80	66	M30 x2



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DRES
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DRES 1/8

Série standard SM/SF SMG/SFG

Mécanique générale

Caractéristiques dimensionnelles :

- Existe de la taille 2 à 30
- Veuillez nous consulter pour des diamètres d'alésage supérieurs à 30mm

Matériaux

Support :

- Taille 2 à 12 : acier C35Pb (1.0502), zingué chromaté bleu
- Taille 14 à 30 : acier C35 (1.0501), zingué chromaté bleu

Bague :

- Acier à roulement 100Cr6 (1.3505) trempé, chromé de la grandeur 4 à 20

Entretoises :

- Taille 2 à 16 : CuZn40MnPb
- Taille 18 à 30 : GC-CuSn7ZnPb

Remarques

Filetage à Gauche : ajouter le suffixe L dans la désignation

- Exemple : SFL 6

Sur demande :

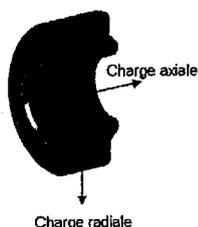
- Exécution avec jeu réduit
- Contrôle magnétoscopique (suffixe M – Exemple : SMGM12)
- Graissage d'origine - Molykote BR2 (cf. page 17)

d mm	d _s	C ₄	h	h ₁	l ₁ ±0.5	l ₂	l ₃ ±0.5	l ₄	l ₅	W	α°	Charge de base statique C ₀ * (daN)	Poids (g)	
													SMG	SFG
2	4.5	3.8	18	16	9	22.5	6	20.5	2.5	4.5	16	220	2	3
3	6.5	5.0	27	21	15	33	7.5	27	3	5.5	15	420	5	7
4	8.5	6.5	30	24	18	37	10	31	3.5	7	14	530	9	11
5	9.5	7.5	33	27	20	41	12.5	35	4	8	13	650	12	14
6	12	9.5	36	30	22	45	13	39	5	10	13	800	18	22
8	16	12.5	42	36	25	53	16	47	5	13	14	1'180	35	38
10	19	15.0	48	43	29	61	19	56	6.5	16	14	1'550	57	70
12	22	17.5	54	50	33	69	20	65	6.5	18	13	1'970	87	110
14	25	20.0	60	57	36	77	25	74	8	21	16	2'660	120	150
16	27	22.0	66	64	40	85	30	83	8	24	15	3'210	170	200
18	31	25.0	72	71	44	93	33	92	10	27	15	3'830	240	280
20	34	27.5	78	77	47	101	36	100	10	30	15	4'500	320	370
22	37	30.0	84	84	51	109	40	109	12	34	15	5'300	420	480
25	42	33.5	94	94	57	122	42	122	12	36	15	6'450	580	670
30	50	40.0	110	110	66	143	50	143	15	46	17	8'530	980	1 080

* Les charges statiques ne sont pas forcément comparables d'un fabricant à un autre. Elles dépendent étroitement des critères qui ont été retenus, du type d'acier utilisé et des dimensions de l'embout à rotule

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DRES
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DRES 2/8

Charge statique



La charge statique de base C_0 figure dans les tableaux dimensionnels. Pour un embout à rotule, elle est limitée par la résistance du support.

Les valeurs indiquées dans les tableaux du programme standard Unibal sont établies à partir de la limite élastique du matériau du support (C_{se}) en tenant compte d'un facteur de sécurité :

$$C_0 = \frac{C_{se}}{1.25}$$

Dans le cas d'une rotule, la charge statique de base C_0 est calculée en utilisant la formule suivante :

$$C_0 = d_K \times C \times 0.85 \times X$$

d_K : diamètre de sphère de la bague intérieure (mm)

C : largeur du support (mm)

X : Contrainte admissible par le matériau ($\text{daN} \cdot \text{mm}^{-2}$)

Résistance à la fatigue : Attention, les valeurs indiquées dans les tableaux dimensionnels correspondent à des charges statiques ponctuelles. Veuillez nous consulter pour des cas de résistance à la fatigue

Charge statique axiale

Le tableau suivant donne les valeurs de charge statique axiale à ne pas dépasser pour les rotules et les embouts à rotule.

Séries standard, .40, .45, .50, .51 et .52	Charges axiales statiques limites $F_a \text{ adm.}$
SME/SFE/SMEM/SSE	8% C_0
SM/SF SMG/SFG SS/SSA	20% C_0

C_0 : Charge statique de base (voir tableaux dimensionnels pages 24 à 47)

Dans le cas des embouts à rotules, il faut également s'assurer de la bonne implantation du filetage afin d'éviter tout risque de flambage ou d'arrachement du pied de l'embout à rotule.

Dans le cas des rotules (SS, SSA, SSE), il faut être attentif au dispositif de maintien axial de la cage.

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DRES
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DRES 3/8

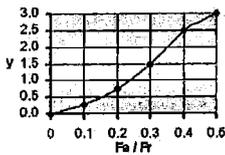
Vérification de l'application

La démarche à suivre pour vérifier le choix d'une rotule est la suivante :

- Calculer et vérifier si la pression est dans les limites admises
- Calculer et vérifier si la vitesse est dans les limites admises
- Calculer le facteur PV (Pression x Vitesse) et vérifier la limite admise

Série	Contact de glissement		Pression maxi admissible (daN · mm ⁻²)	Vitesse maxi admissible (m · min ⁻¹)	PV maximum Admissible
	Bague int.	Bague ext.			
-	Acier	Bronze	5	5	3,5
		Acier	10	4	3,5
.40	Acier	Uniflon® E	15	4	4,5
		Bronze	5	2,5	3
.45	Acier inox	Uniflon® E	15	4	4,5
		Bronze	5	4,5	3
.50	Acier	Acier inox	10	4,5	3,5
		Uniflon® E	15	4	4
.50	Acier	Acier inox	10	2,5	4,5
		Uniflon® E	15	4	4,5

Calcul de la pression spécifique



Coefficient de charge axiale y et charge dynamique équivalente :

- Nos rotules sont conçues pour supporter des charges radiales (Fr). Mais la combinaison avec une charge axiale (Fa) est parfois inévitable et les rotules peuvent s'en accommoder dans une certaine mesure. Il convient donc de calculer la charge dynamique équivalente F en tenant compte d'un facteur de correction y pour cette charge axiale. Le tableau ci contre donne la valeur de y pour différents ratios Fa / Fr.

$$F = Fr + (y \times Fa) \quad \text{Cas normal : } F = Fr$$

Vérification de la pression moyenne en fonction de la force exercée sur la surface de frottement.

$$P = \frac{F}{d_K \times C \times 0.85}$$

- P : pression (daN.mm⁻²)
- F : charge dynamique totale (daN)
- Fr : charge dynamique radiale (daN)
- Fa : charge dynamique axiale (daN)
- d_K : diamètre de sphère de la bague intérieure (mm)
- C : largeur du support ou de la cage (mm)

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DRES
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DRES 4/8

L'angle de basculement maximum dépend du type de montage réalisé. Il est contre indiqué de dépasser l'angle de basculement qui figure dans les tableaux dimensionnels.

L'angle de basculement maximum est conditionné par :

- d_k le diamètre de sphère
- d le diamètre de l'alésage
- d_1 le diamètre sur plat
- B la largeur de la bague
- C la largeur de la cage ou du support

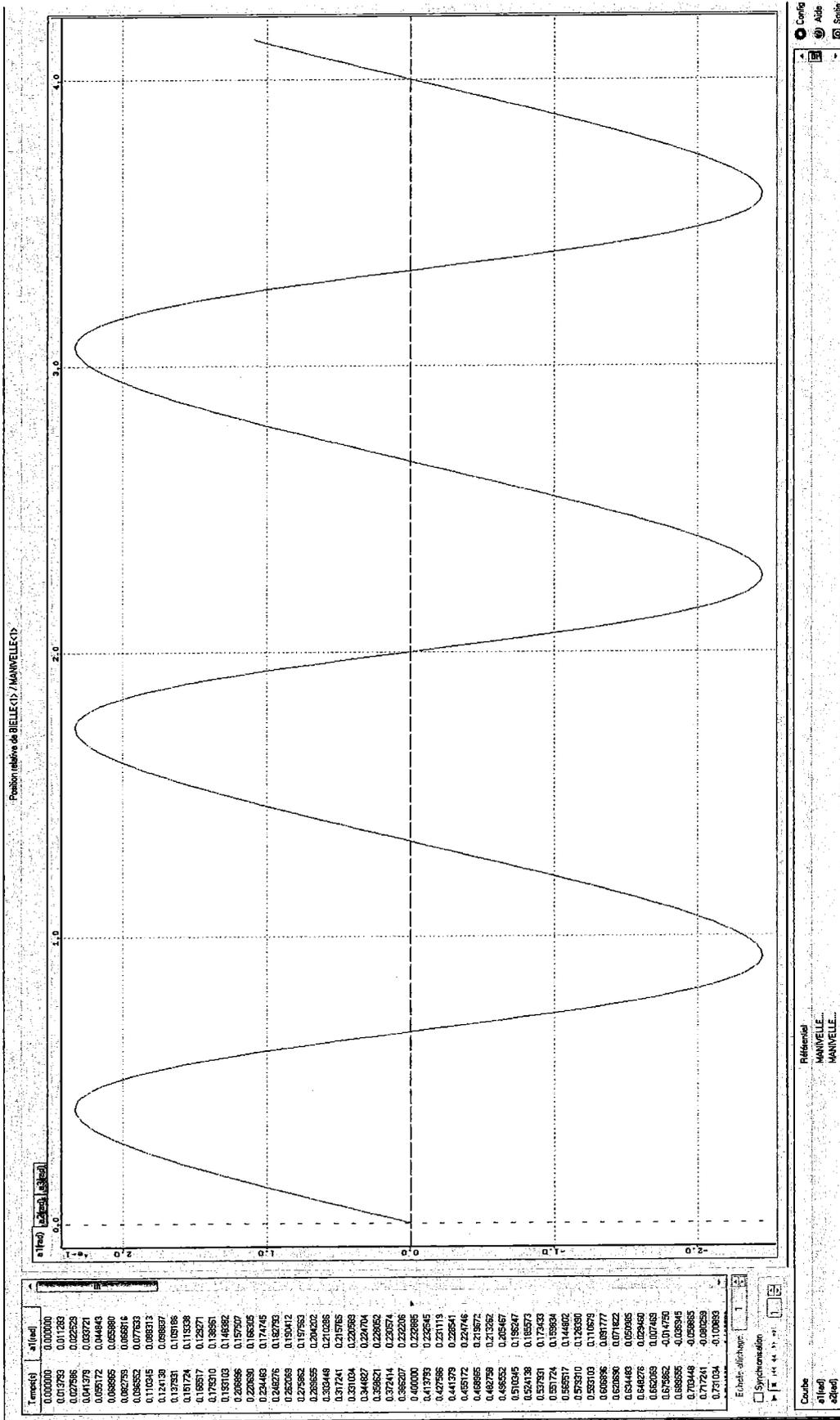
$$\alpha_1 = \cos^{-1}\left(\frac{C}{d_k}\right) - \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{d_1}{B}\right)$$

$$\alpha_2 = \cos^{-1}\left(\frac{C}{d_k}\right) - \sin^{-1}\left(\frac{d_1}{B}\right)$$

Grandeur	Valeur de l'angle α	
	α_1	α_2
2	16°	33°
3	15°	31°
4	14°	30°
5	13°	25°
6	13°	25°
8	14°	24°
10	14°	24°
12	13°	23°
14	16°	24°
16	15°	24°
18	15°	23°
20	15°	23°
22	15°	23°
25	15°	23°
30	17°	24°

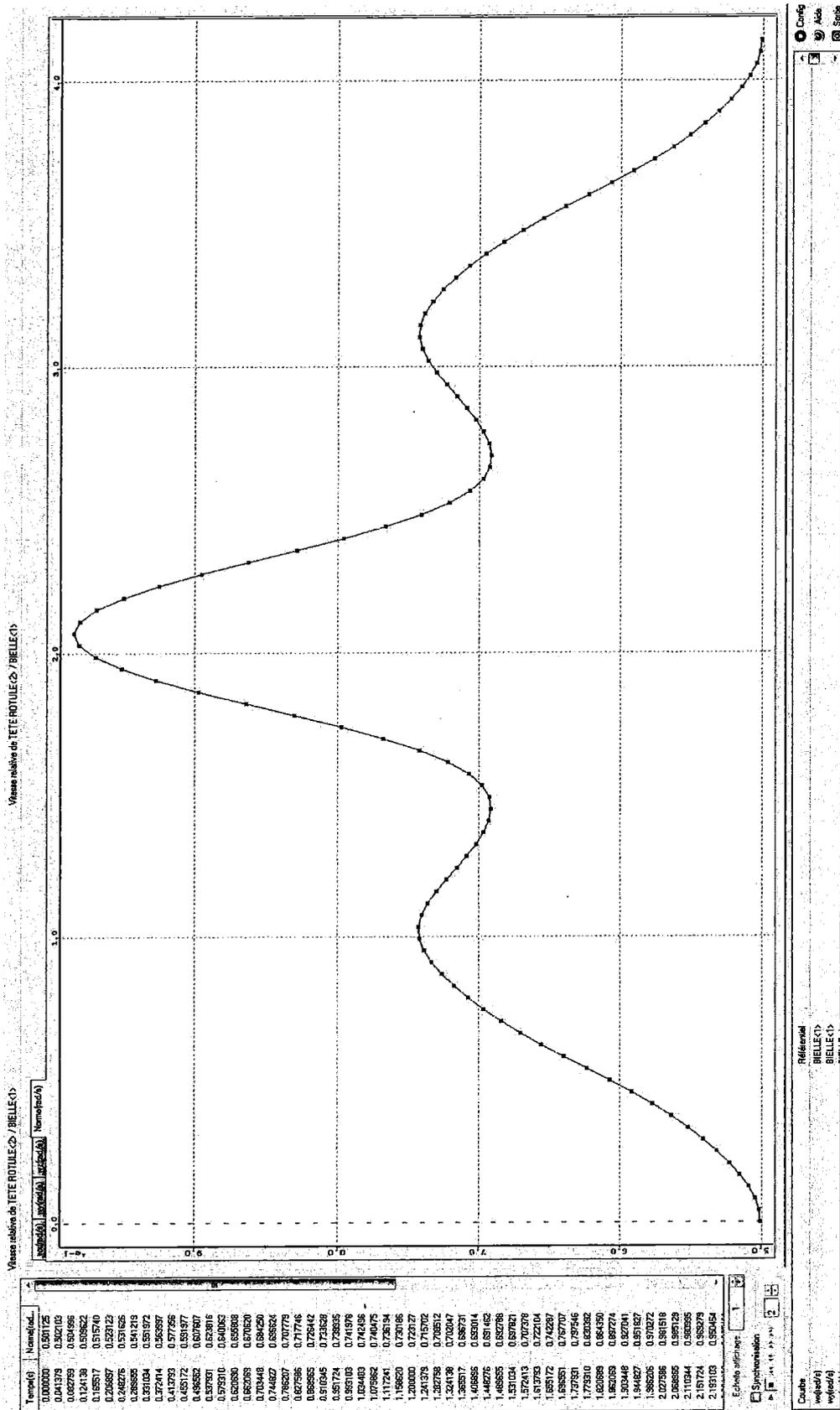
BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DRES
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DRES 5/8

Copie d'écran de la simulation de l'angle de basculement de la rotule



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DRES
Epreuve U41 – Analyse du comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DRES 6/8

Copie d'écran de la simulation de la vitesse de glissement de la rotule



BTS INDUSTRIES PAPETIERES	Session 2016	DRES
Epreuve U41 – Analyse du comportement d’un mécanisme	Durée : 3 heures	Coeff. : 2,5
CODE : 16-ITANA-ME1		DRES 7/8

Copie d'écran de la simulation des efforts dans la rotule

