

Brevet de technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2008

Analyse fonctionnelle et structurelle (Epreuve E4)
--

Durée 5h

Coefficient 3

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

Ce sujet contient 4 dossiers

- **Présentation**
- **Questionnaire**
- **Documents réponses**
- **Dossier technique**

Brevet de technicien Supérieur
MAINTENANCE INDUSTRIELLE
Session 2008

Analyse fonctionnelle et structurelle
(Epreuve E4)

Présentation

Ce dossier contient les documents PR 1/ 4 à PR 4/4

PRESENTATION

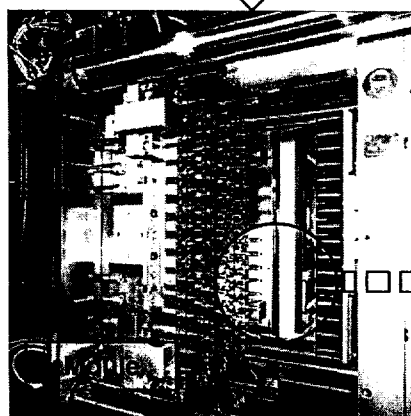
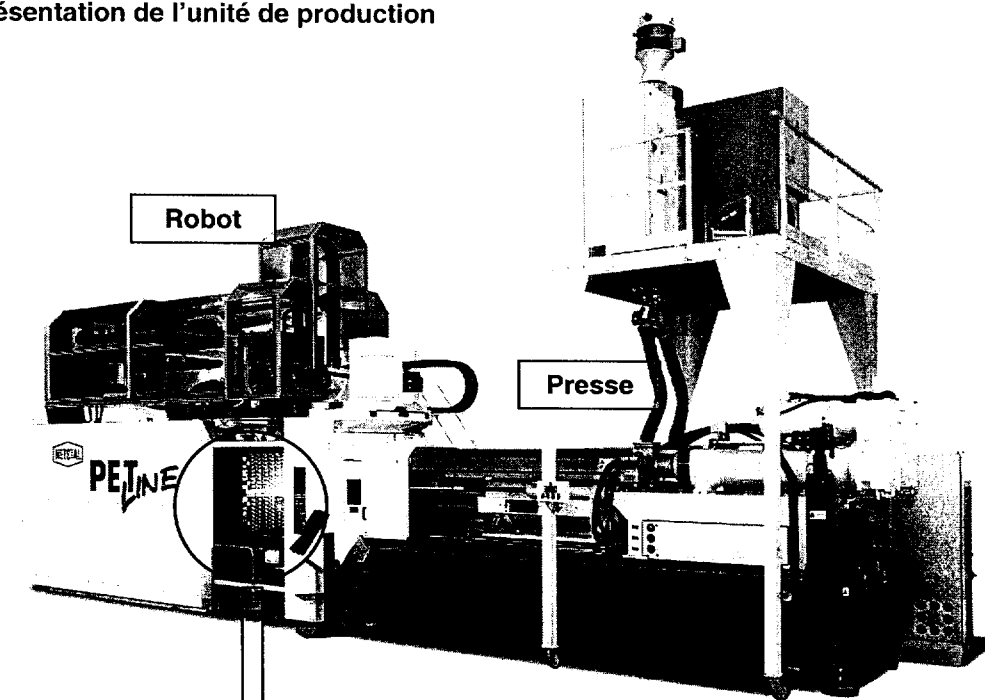
Le système automatisé étudié dans ce sujet est un robot qui prend en charge l'évacuation de pièces moulées sur une presse à injecter. Cette unité de production est utilisée pour le démoulage des préformes en PET (polyéthylène téréphtalique), destinées à la fabrication des bouteilles.

Présentation de l'injection soufflage

Les bouteilles sont fabriquées selon le principe de l'injection – soufflage en deux temps :

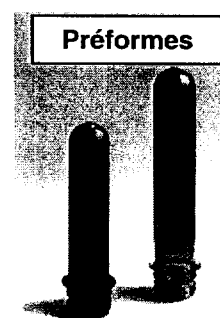
1. Injection : sur une presse à injecter, on réalise une préforme dont le col est définitivement fixé mais dont le corps, à l'état d'ébauche, ne représente que 10 % du volume final de la bouteille.
2. Soufflage : après transport sur le lieu de remplissage, on réchauffe la préforme, afin de ramollir le PET, avant de la gonfler à la forme voulue dans un moule creux.

Présentation de l'unité de production



... les moules possèdent de 48 à 64 empreintes ...

A la sortie du moule les préformes sont encore trop fragiles pour être éjectées et tomber par gravité sur un tapis.. Un robot vient donc les prendre pour les déposer dans un poste de refroidissement avant d'être lâchées sur le tapis d'évacuation



... et les tailles des préformes dépendent du contenu final de la bouteille.

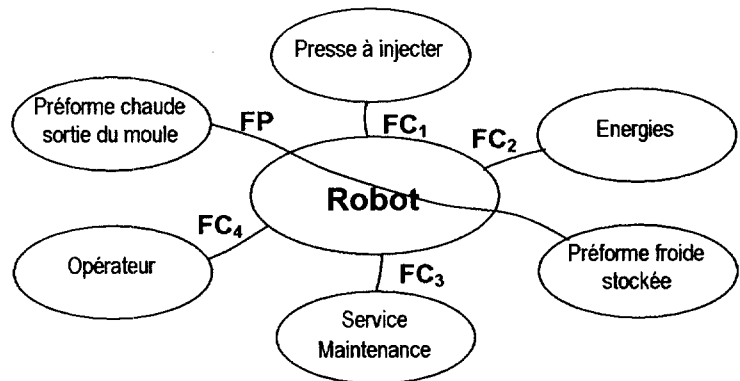
Installation d'une nouvelle presse dans l'atelier de moulage de préformes :

L'atelier de moulage de préformes comporte déjà trois presses à injecter, une quatrième machine doit être installée. Cette nouvelle presse, NETSTAL HP 3500 équipée d'un robot HEKUMA, est une machine d'occasion qui provient d'un autre site de fabrication du groupe. Elle est accompagnée d'un dossier machine et d'un historique des défaillances et des interventions.

Le robot, installé au-dessus du moule, permet de saisir les préformes à la sortie du moule alors qu'elles sont encore chaudes (et donc fragiles) pour ensuite les refroidir avant de les évacuer en vue de leur stockage.

On peut situer le robot dans son environnement à l'aide du diagramme **A.P.T.E.** ci-dessous:

- FP** : Sortir les préformes du moule, les refroidir et les évacuer
- FC₁** : S'adapter aux dimensions du moule et au cycle de la presse
- FC₂** : Utiliser les énergies disponibles
- FC₃** : Faciliter les opérations de maintenance
- FC₄** : Permettre un dialogue avec l'opérateur



Il est composé des sous ensembles suivants :

Bâti

L'ensemble du robot est supporté par une structure métallique, appelée châssis de base, qui surélève le robot pour enjamber le moule de la presse. Tous les sous-ensembles décrits ci-dessous sont fixés sur la structure du bâti.

Axe vertical

L'axe vertical est une unité de manipulation pour le démoulage automatique de préformes dans la presse à injecter. Il transfère les préformes de la sortie du moule à l'axe horizontal. Il est composé d'un plateau de prélèvement monté sur une glissière verticale.

Le plateau de prélèvement, entraîné par une courroie et un servomoteur **M₁**, descend verticalement dans le moule ouvert, reçoit les préformes (éjectées du moule) à l'aide de douilles de prélèvement où elles sont maintenues par aspiration et remonte dans sa position de repos le temps de refroidissement nécessaire.

Axe horizontal

L'axe horizontal reçoit les préformes du robot vertical et les transfère aux postes de refroidissement. Il est composé d'un axe linéaire Nadella assurant le guidage en translation et d'un chariot avec manipulateur basculant.

Le chariot, fixé sur l'axe linéaire commandé par un servomoteur **M₂**, entraîne le manipulateur basculant en translation/bâti. Ce dernier est lui-même composé d'un châssis, entraîné en rotation/chariot par le vérin **V₁**, et d'un plateau de dégagement déplacé en translation/châssis par les deux vérins **V₂**.

La préhension des préformes est assurée par des buses d'aspiration fixées sur le plateau.

Poste de refroidissement

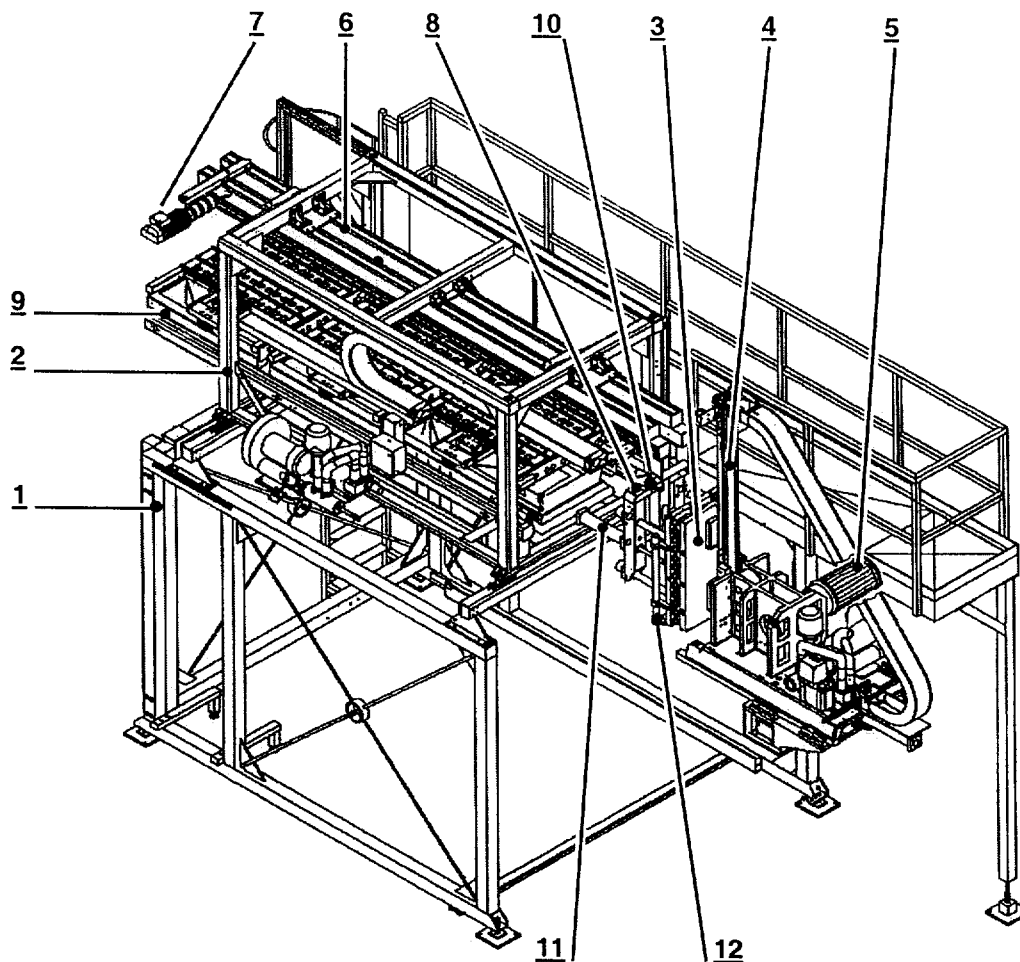
Les trois postes de refroidissement ont pour but de laisser refroidir les préformes avant leur évacuation vers le tapis. Ils sont utilisés successivement pour que le temps de refroidissement se prolonge sur 3 cycles de la presse à injecter.

Après son déplacement vers la gauche, le plateau de dégagement, actionné par les vérins **V₂**, descend pour déposer les préformes dans le poste de refroidissement. Chaque poste étant composé de deux mâchoires, actionnées par des vérins, dans lequel circule de l'eau refroidie. Les préformes sont maintenues entre les deux mâchoires refroidies avant d'être évacuées vers le tapis roulant, par gravité, à l'ouverture des mâchoires.

Tapis roulant

Le convoyeur évacue les préformes vers une zone de stockage avant son transport au poste d'emballage.

ROBOT HEKUMA PET



12	Plateau de dégagement	Axe horizontal
11	2 Vérins V2	Axe horizontal
10	Vérins V1	Axe horizontal
9	Tapis roulant	Tapis roulant
8	Manipulateur basculant	Axe horizontal
7	Servomoteur M2	Axe horizontal
6	Axe linéaire Nadella	Axe horizontal
5	Servomoteur M1	Axe vertical
4	Glissière verticale	Axe vertical
3	Plateau de prélèvement	Axe vertical
2	Structure du bâti	Bâti
1	Châssis de base	Bâti
Rep	Désignation	Sous-ensemble

PROBLEMATIQUE DE MAINTENANCE

L'étude qui va suivre a pour objectif d'augmenter la productivité en répondant aux deux points suivants :

Réduction du temps de cycle de production :

Actuellement le cycle de production de 48 préformes (petits modèles) est de 12 s. La direction de la société s'est fixée pour objectif de ramener ce temps de cycle proche de 10 s, soit un gain d'environ 2 s.

Les courses des différents mouvements ne pouvant être réduites (conception de la machine), les paramètres de ces mouvements, vitesses et accélérations seront modifiés.

L'entreprise ne possédant pas de service méthode, c'est au service maintenance que la faisabilité de cette opération a été confiée en vérifiant que les différents éléments de la chaîne fonctionnelle sont capables de résister à de tels changements.

Après analyse des différents temps de cycle, le responsable du service maintenance décide de les modifier de la façon suivante :

- réduction de 1,2 seconde sur l'axe horizontal
- réduction de 0,75 seconde sur l'axe vertical

Amélioration de la fiabilité

L'historique des défaillances et des interventions de cette nouvelle unité de production met en évidence trois grandes causes de pertes de production :

- Après leur transfert sur le plateau de dégagement de l'axe horizontal quelques préformes sont lâchées lors du basculement du plateau. Ce dysfonctionnement peut engendrer un arrêt de production important pour évacuer ces préformes : c'est le manque d'amortissement en fin de course de basculement du plateau qui en est la cause.
- Lors de la remontée du plateau de prélèvement de l'axe vertical, des sauts de dents de la courroie d'entraînement, au niveau de la poulie motrice, ont provoqué un décalage de ce plateau. Les dégâts peuvent être importants et la remise en état de la fonction nécessite un arrêt de production important pour recalibrer la position de ce plateau par rapport au moule : c'est la mauvaise tension de la courroie qui est la principale cause de cette défaillance.
- La rupture des vis de fixation de l'équerre du vérin V1 qui actionne le basculement du plateau de dégagement sur l'axe horizontal a nécessité un arrêt de plusieurs jours pour remettre en état le robot : c'est le mauvais dimensionnement des éléments de fixations qui est remis en cause.

Brevet de technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2008

Analyse fonctionnelle et structurelle (Epreuve E4)

Questionnaire

Ce dossier contient les documents Q 1/8 à Q 8/8

BAREME

Lecture du sujet : 35 minutes

Questions		Durée conseillée	Barème / 60
1	Analyse préliminaire	40	12
2	Réduction du temps de cycle	80	24
3	Amélioration de la fiabilité	145	24
	3.1 analyse d'une défaillance	5	
	3.2 implantation d'amortisseurs	75	
	3.3 modification fixation	20	
	3.4 modification tendeur courroie	45	

1	Barème : 12 points	Durée de travail conseillée : 40 min
---	--------------------	--------------------------------------

OBJECTIF : ANALYSE PRELIMINAIRE ET COMPREHENSION DU SYSTEME

Cette analyse préliminaire a pour but de vous aider dans la compréhension du fonctionnement du robot. Utilisez toutes les ressources du dossier technique et de la présentation du robot

Q 1.1	Documents à consulter : PR2/4, DT3, DT4	Répondre sur DR 1
-------	---	-------------------

On donne le synoptique du fonctionnement du robot sur lequel les mouvements sont désignés par des flèches numérotées de 1 à 5:

- **Indiquer** dans le tableau du document réponse, par une croix, l'actionneur qui provoque le mouvement.

Q 1.2	Documents à consulter : PR2/4, PR3/4, DT1, DT3, DT4, DT5	Répondre sur DR 1
-------	--	-------------------

En vous aidant de la description du fonctionnement du robot et des représentations graphiques de la partie opérative:

- **Compléter** sur le document réponse le diagramme F.A.S.T. incomplet du robot.

Q 1.3 Analyse de la partie opérative

Axe horizontal

Q 1.3.1	Documents à consulter : PR2/4, PR3/4 et DT4	Répondre sur DR1
---------	---	------------------

En vous aidant de la description du fonctionnement de l'axe horizontal et des représentations graphiques de l'axe horizontal:

- **Compléter** le schéma cinématique dans le plan xy permettant de définir tous les mouvements de l'axe horizontal.

Axe vertical

Q 1.3.2	Documents à consulter : DT5	Répondre sur DR 1
---------	-----------------------------	-------------------

On donne le schéma cinématique simplifié de l'axe vertical sans le plateau de préhension ni le système de tension de la courroie:

- **Tracer**, sur le document réponse et dans les cases appropriées, le symbole du mouvement des différents sous-ensembles / bâti lors d'un cycle normal (hors réglage de la tension) lors de la descente du plateau.

PROBLEME POSE: REDUIRE LE TEMPS DE CYCLE DE PRODUCTION

On demande au service maintenance de l'entreprise d'étudier la faisabilité d'une augmentation de cadence. Deux points critiques relatifs à ce problème ont été identifiés :

- Le moteur d'entraînement de l'axe horizontal
- La courroie de transmission de l'axe vertical

L'étude suivante permettra de vérifier que le moteur d'entraînement et la courroie de transmission accepteront la nouvelle cadence.

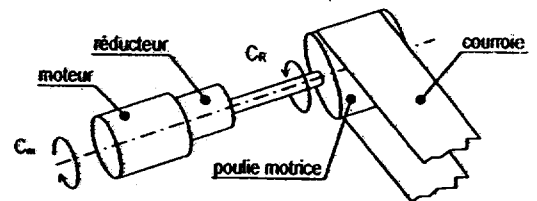
Les autres composants et actionneurs sont utilisés actuellement largement en dessous de leurs performances maxi et ne nécessitent donc pas d'étude particulière.

Q 2.1 Documents à consulter : DT1**Répondre sur feuille de copie**

Le servomoteur M2 qui commande l'axe linéaire Nadella est composé d'un moteur alimenté par un variateur et d'un réducteur. Pour obtenir une réduction du temps de cycle de 1,2 s il faut régler la rampe l'accélération du variateur à sa valeur maxi, ce qui provoque une augmentation du couple résistant C_r au démarrage.

On donne :

- le couple résistant exercé sur la poulie motrice au démarrage : $C_r = 25,00 \text{ Nm}$
- le couple maxi disponible sur le moteur : $C_m = 7,33 \text{ Nm}$
- le rendement de la transmission $\eta = 88\%$
- le rapport de réduction du réducteur $i = 2 / 10$



- Vérifier que le couple moteur est suffisant au démarrage (sur feuille de copie).

Q 2.2 Faisabilité axe vertical

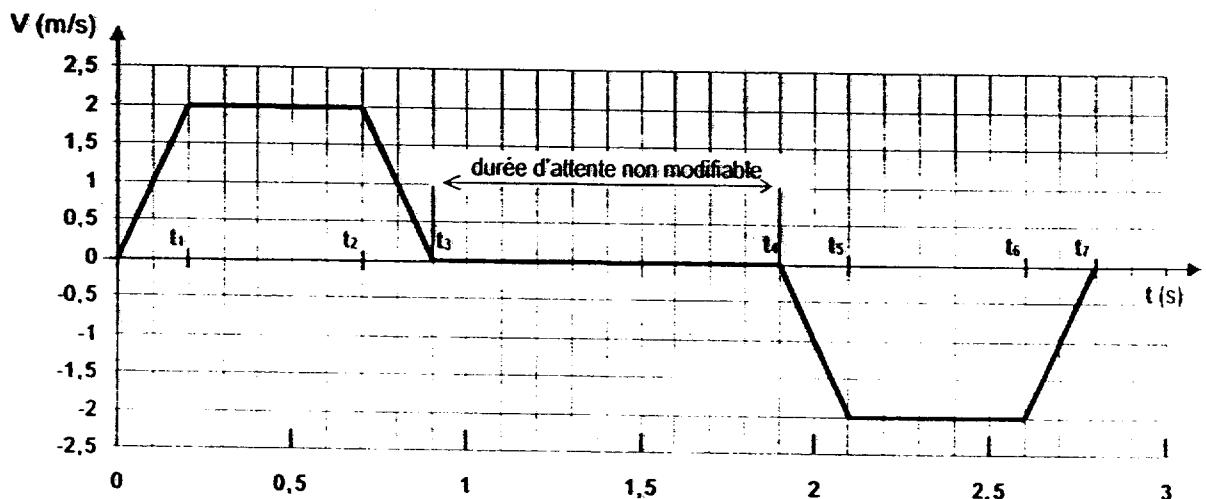
Gain de temps obtenu

Q 2.2.1 Documents à consulter : DT1**Répondre sur feuille de copie**

Dans le souci : de réduire de 0,8s le temps de cycle de cet axe on désire utiliser les capacités maximum du servomoteur M1.

On donne les caractéristiques du mouvement actuel du chariot vertical ainsi que la courbe des vitesses du mouvement sur un cycle complet :

- accélération / décélération $a = 10 \text{ m.s}^{-2}$
- vitesse maxi $v = 2 \text{ m.s}^{-1}$
- amplitude du mouvement $x = 1,4 \text{ m}$



Le temps d'attente entre la descente et la montée du plateau de prélèvement est fixe : c'est le temps nécessaire au transfert des préformes du moule vers le plateau.

On donne les nouvelles caractéristiques du mouvement au maximum des capacités du servomoteur :

- accélération / décélération	$a = 25 \text{ m.s}^{-2}$
- vitesse maxi	$v = 4 \text{ m/s}$

Dans le but de calculer le nouveau temps de cycle :

- **Calculer** l'instant t_1 puis le déplacement y_1 correspondant à la fin de la phase d'accélération en descente
- **Calculer** la distance y_2 parcourue pendant la phase de descente à vitesse constante et en déduire le déplacement total puis le temps t_2 correspondant à la fin de cette phase
- **Calculer** l'instant t_3 correspondant à la fin de la phase de décélération en descente
- **Calculer** l'instant t_4 correspondant à la fin de la phase d'attente.

En procédant de la même manière pour les phases de remontée...

- **Calculer** le nouveau temps de cycle et **Conclure**

Calcul courroie

Q 2.2.2	Documents à consulter DT5, DT6	Répondre sur feuille de copie
---------	--------------------------------	-------------------------------

La modification des paramètres du mouvement engendre une surtension de la courroie au démarrage. On veut vérifier que la transmission par courroie du plateau de prélèvement résiste bien à ces nouvelles contraintes.

On donne les caractéristiques suivantes :

- accélération de la pesanteur	$g = 10 \text{ m.s}^{-2}$
- masse en mouvement	$m = 70 \text{ kg}$
- accélération du mouvement	$a = 25 \text{ m.s}^{-2}$
- liaison glissière sans frottement	

- **Calculer** la tension T due au démarrage lors de la montée du plateau de dégagement sans tenir compte du frottement dans la transmission.

Pour tenir compte des frottements dans la transmission on applique à la tension T un coefficient correctif k qui permet de déterminer la tension théorique $F_{th} = k T$.

On donne

- un extrait du catalogue constructeur (voir DT6)	
- coefficient correctif	$k = 1,2$
- on prendra pour valeur	$T = 2500 \text{ N}$

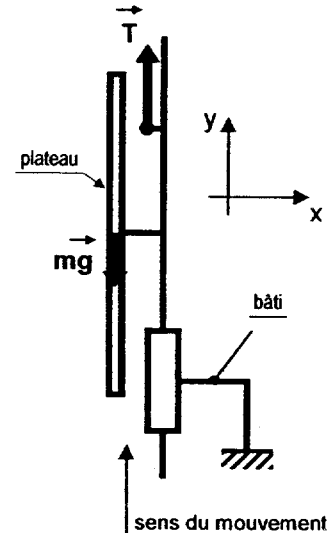
- **Calculer** la tension théorique F_{th}
- **Déterminer** la tension totale F réelle à l'aide du document constructeur

La transmission du mouvement est donnée par la poulie motrice du servomoteur. Il reste à vérifier que l'ensemble courroie/poulie peut transmettre la tension totale F .

On donne les caractéristiques de l'ensemble poulie/courroie :

- Type courroie : T 22,225 (XH)	
- largeur courroie	$b = 101,6 \text{ mm}$
- vitesse maxi de la courroie	$v = 4 \text{ m.s}^{-1}$
- nombre de dents de la poulie motrice	$Z = 30 \text{ dents}$
- diamètre primitif de la poulie motrice	$d_k = 119 \text{ mm}$
- angle d'enroulement de la courroie sur poulie	$\alpha = 190^\circ$

- **Calculer** la fréquence de rotation de la poulie motrice.
- **En déduire** la force tangentielle admissible F_{tz} .
- **Donner** la valeur de l'effort maximal admissible F_t par l'ensemble poulie/courroie et **conclure**



PROBLEME POSE: AMELIORER LA FIABILITE

A la réception du robot dans l'entreprise, un dossier d'historique de pannes électriques, pneumatiques ou mécaniques l'accompagne. Une analyse des défaillances (voir AMDEC ci-dessous) a mis en évidence les actions de maintenance à mener pour améliorer sa fiabilité.

Extrait d'AMDEC du robot : pannes mécaniques

(d'après l'historique des 2 années précédentes)

Repère	Composant	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le système	Effets sur la production	Gravité	Fréquence	Difficulté de détection	Criticité	Temps de réparation	Actions envisagées
159	Vis CHc M8-60	Liaison vérin V ₁ /support	Rupture vis de fixation	Chocs répétés	Liaison vérin / support non assurée	Arrêt total	4	2	1	8	0,5	Mise en place de vis plus résistantes
131	Buse	Liaison pré-forme / plaque	Lâché de la préforme	Chocs en fin de course retrait et basculement	Aucun	Rebuts importants	1	4	3	12	0	Ajout d'amortisseurs hydrauliques
224	Tirant	Règlage tension courroie axe vertical	dégradation du méplat de manœuvre	En étude	Règlage difficile à assurer	Aucun	1	1	1	1	0	En étude
208	Courroie	Transmission axe vertical	Saut de dent	Tension mal réglée	Décalage entre plaque verticale et moule	Arrêt total	3	3	1	9	0,5	Règlage par écrasement de rondelles élastiques

indices de gravité, fréquence et risque de non-détection: de 1 (faible) à 4 (très élevé)

Q 3.1	Documents à consulter : AMDEC ci-dessus et DT5	Répondre sur feuille de copie
--------------	---	--------------------------------------

Analyse d'une défaillance

- Donner une ou plusieurs causes plausibles de la défaillance "dégradation du méplat de manœuvre" du tirant repéré 224.
- Proposer sous forme de croquis une modification envisageable pour éviter cette défaillance.

Q 3.2 Action de maintenance relative à la défaillance "lâchés des préformes"

Les amortisseurs de fin de course intégrés aux vérins V₁ et V₂ ont été jugés inefficaces compte tenu des chocs importants survenant lors des mouvements de l'axe horizontal. On décide donc d'implanter des amortisseurs hydrauliques externes agissant lors de la fin des mouvements engendrés par les vérins V₁ et V₂.

Q 3.2.1	Documents à consulter DT7	Répondre sur feuille de copie
----------------	----------------------------------	--------------------------------------

Le plateau de dégagement est actionné par deux vérins identiques

On donne les caractéristiques ci-dessous :

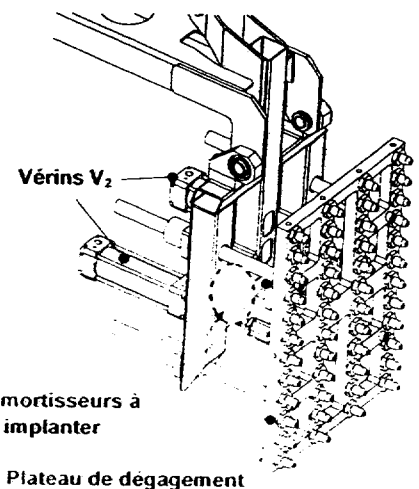
- diamètre piston vérin	D = 63 mm
- diamètre tige vérin	d = 25 mm
- pression d'alimentation	p = 6 bar

- Calculer l'effort F₁ exercé par les 2 vérins V₂ en rentrée de tige.

On donne

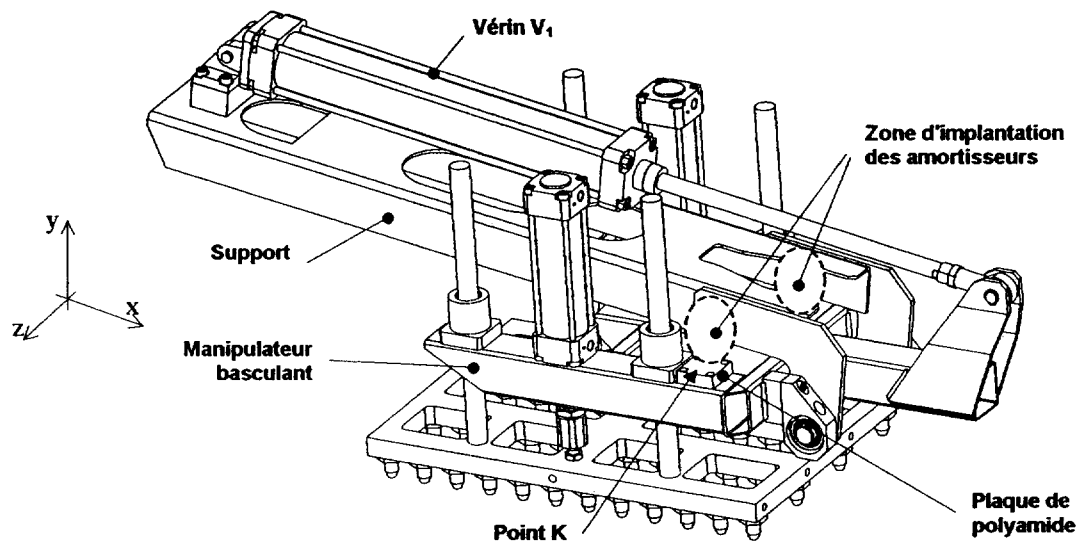
- un extrait du catalogue d'amortisseurs hydrauliques S.M.C. avec la démarche proposée pour choisir les deux amortisseurs à implanter.
- masse du plateau équipé m = 38 kg
- vitesse de déplacement du plateau v = 1,2 m.s⁻¹
- course estimée de l'amortisseur S = 12 mm

- Calculer la masse équivalente M_e
- Choisir la référence des deux amortisseurs choisis et expliquer succinctement les différents choix dans la démarche



Après une démarche équivalente à celle de la question précédente le technicien maintenance a choisi d'implanter deux amortisseurs RB 2725 sur le manipulateur basculant. Une pièce d'usure (plaque de polyamide vissée sur le manipulateur basculant) est prévue au contact avec l'amortisseur.

Le système est représenté en position "début d'amortissement" et à cet instant la liaison entre la tige de l'amortisseur et la plaque est considérée comme un contact ponctuel sans frottement.



Conditions d'emploi

La tige de l'amortisseur vient en contact avec la plaque en polyamide au point K

- **tracer de 2 couleurs différentes et désigner sur le document réponse DR2:**
 - la ligne d'action de la force de contact F_K de la plaque sur la tige d'amortisseur
 - le support de la vitesse d'impact v du point K appartenant au manipulateur basculant par rapport au support.

On donne un extrait du catalogue d'amortisseurs hydrauliques S.M.C. (DT7)

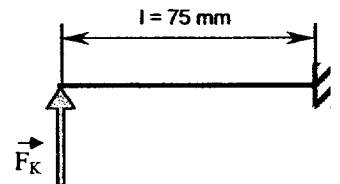
- **vérifier si l'amortisseur correspond aux conditions d'emploi imposées par le constructeur**
- **proposer éventuellement une solution si ce n'est pas le cas.**

Dimensionnement de la pièce de fixation de l'amortisseur RB 2725

Cette pièce est un profilé en U en acier qui est soudée au support. Le modèle de calcul est donné ci-dessous, il s'agit d'une poutre encastree à une de ses extrémités et sollicitée en flexion simple.

On donne

- un formulaire de Résistance des Matériaux (DT9)
- la documentation technique des profilés en U (DT9)
- l'action de l'amortisseur sur la pièce de fixation $F_K = 3\,500\text{N}$
- la longueur de la pièce $l = 75\text{mm}$
- la flèche maxi admissible $f_{adm} = 0,2\text{mm}$
- la limite élastique de l'acier de la pièce $R_e = 400\text{MPa}$
- le coefficient de sécurité souhaité $s = 2$
- le module de Young $E = 2.10^5\text{MPa}$



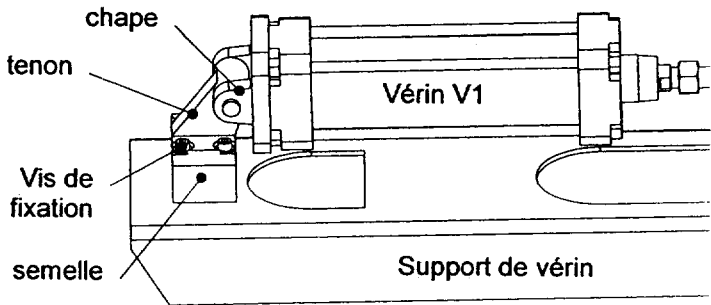
- **calculer le moment fléchissant maximum M_{fmax}**
- **exprimer la condition de résistance, en déduire le module de flexion nécessaire I_{gz}/v**
- **choisir un profilé en U d'après la documentation technique**
- **en admettant que le profilé choisi soit de type F3317, calculer la flèche maximum et Conclure.**

Action de maintenance relative à la défaillance: "rupture d'une vis de fixation du tenon du vérin V₁"

Afin de prévenir cette défaillance on envisage de redimensionner les vis de fixation.

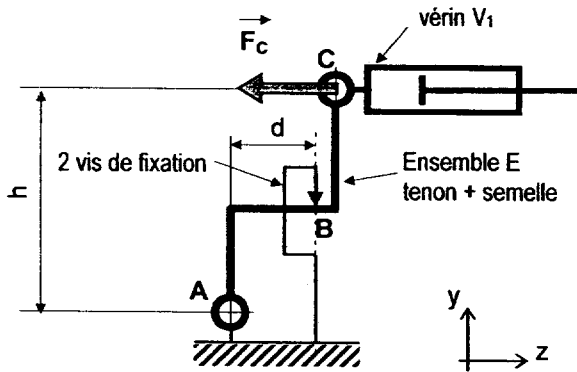
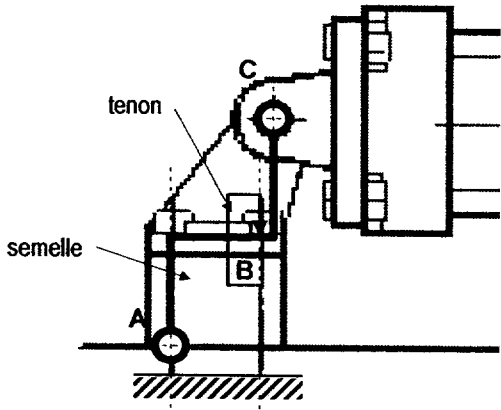
Dans le nouveau cycle, lors des phases dynamiques du mouvement, l'action de la chape+vérin sur le tenon F_c pourra atteindre 6000 N.

On considère que, sous l'action de cet effort, l'ensemble tenon+semelle a tendance à tourner autour de son arrête gauche (liaison pivot au point A) et que les deux vis de fixation droite travaillent en traction (contact ponctuel en B).



On donne :

- le modèle de calcul représenté par le schéma ci-dessous (ramené dans le plan de symétrie)
- toutes les liaisons sont sans frottement.
- l'action des deux vis de fixation gauche est négligée
- l'action de la chape sur le tenon $F_c = 6\,000\text{ N}$
- la hauteur $h = 103\text{ mm}$
- la distance $d = 50\text{ mm}$
- coefficient de fatigue sur les vis $s_d = 2$



- En isolant l'ensemble E, **déterminer**, par une méthode de votre choix (graphique sur le document DR3 ou analytique sur feuille de copie), l'action en B de chacune des 2 vis de fixation sur l'ensemble E

Les vis utilisées actuellement sont des vis CHc M8 de classe 5-8.

En utilisant l'abaque proposé annexe DT8

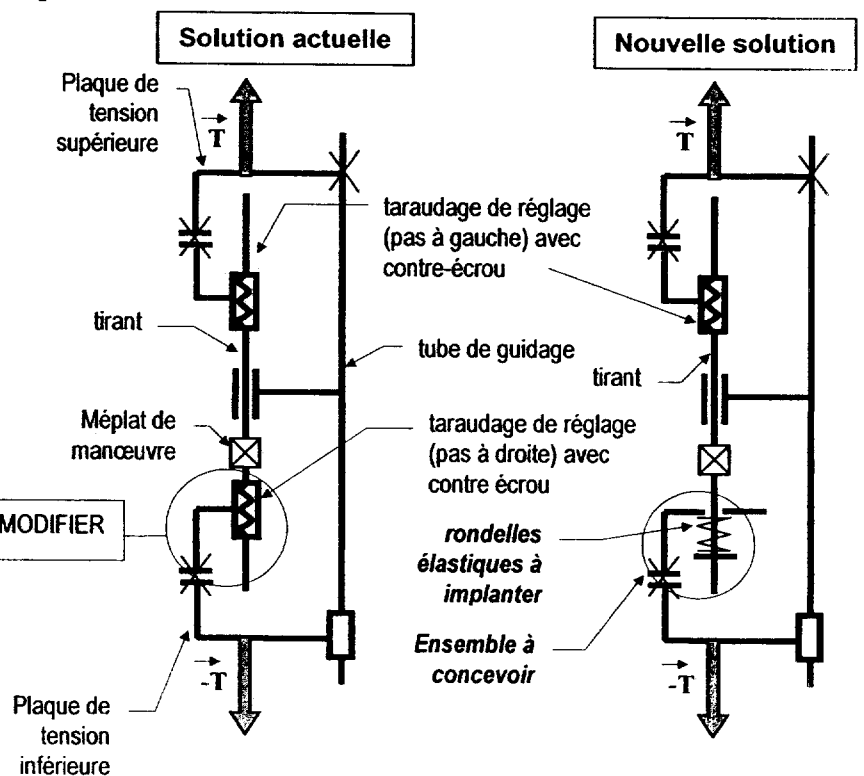
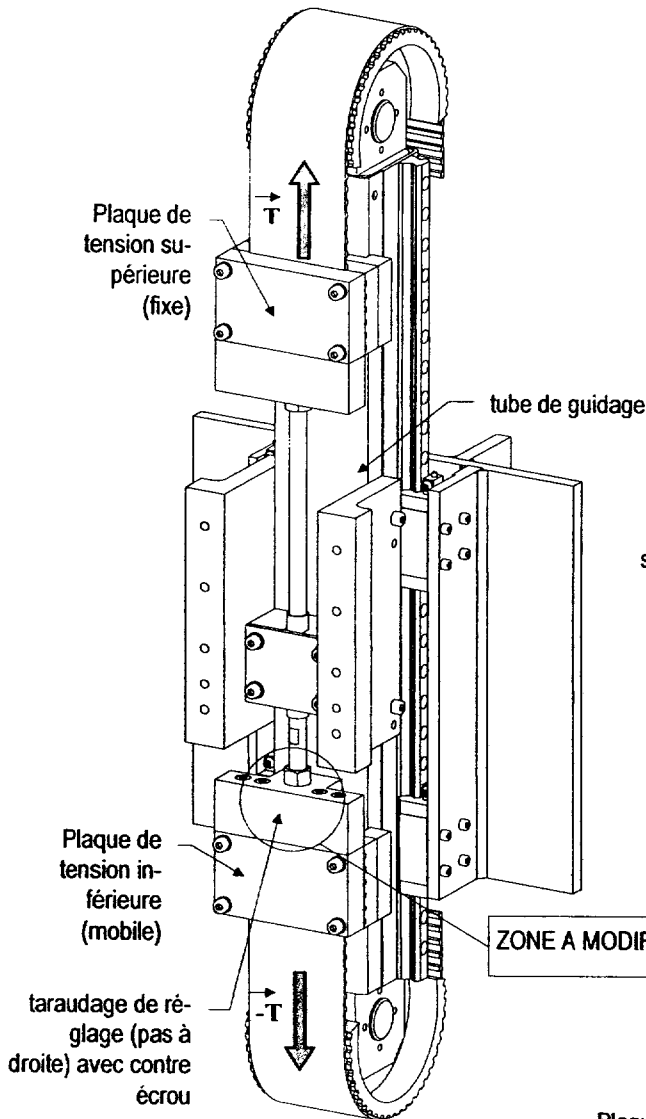
- **Déterminer** l'effort admissible pour une vis
- En tenant compte du coefficient de fatigue, **proposer** différentes solutions pour le choix des vis.

Action de maintenance relative à la défaillance: "Saut de dent sur la courroie axe vertical"

Actuellement, lors du démarrage de l'axe vertical, la tension T passe instantanément de la valeur de pré-tension de 1 700N à sa valeur en fonctionnement de 3 400N.

Il en résulte un choc entraînant des vibrations dans la transmission. L'augmentation de la cadence (qui accroît la tension) va accentuer ce phénomène: il y a donc un risque de détérioration à prendre en compte. D'autre part le réglage de la pré-tension à une valeur précise est délicat avec le système actuel.

On décide de modifier le tendeur en utilisant des rondelles élastiques de type Belleville (montées en parallèle) qui vont atténuer le choc du démarrage et permettre, par la maîtrise de leur écrasement, un réglage plus précis de la valeur de la tension.



Q 3.4.1	Documents à consulter DT2, DT5	Répondre sur feuille de copie
---------	--------------------------------	-------------------------------

Actuellement on évalue la tension de la courroie en mesurant la fréquence propre d'un mètre de courroie à l'aide d'un appareil spécifique (voir procédure en annexe DT2)

Cette mesure pose quelques problèmes de fiabilité car l'accès est délicat et la mise en œuvre pas toujours rigoureuse. Bien que cette méthode soit toujours applicable avec le nouveau système de réglage, le service maintenance souhaite proposer une solution alternative consistant à mesurer l'écrasement des rondelles élastiques formant un ressort.

On donne un extrait du dossier machine (directive d'entretien DT2)

- *Afin de définir la nouvelle gamme de réglage de la tension de la courroie **donner** une procédure de mesure de l'écrasement des rondelles élastiques.*

Q 3.4.2	Documents à consulter DT5, DT8	Répondre sur DR4
---------	--------------------------------	------------------

On demande au service maintenance d'élaborer un avant-projet de solution utilisant des rondelles élastiques pour le réglage de la tension de la courroie.

La modification envisagée est décrite par le schéma technologique de la nouvelle solution page précédente.

On donne les consignes suivantes :

- utiliser 2 rondelles de diamètre intérieur 20mm montées en parallèle.
- les moyens de fabrication sont ceux d'un atelier de maintenance conventionnel (tour, fraiseuse, perceuse, poste de soudage).
- le principe de manœuvre du tirant par méplat est conservé

- *Sur le document réponse **DR4**, **proposer** l'avant projet d'une solution sous la forme d'un croquis à main levée ou aux instruments.*

Brevet de technicien Supérieur

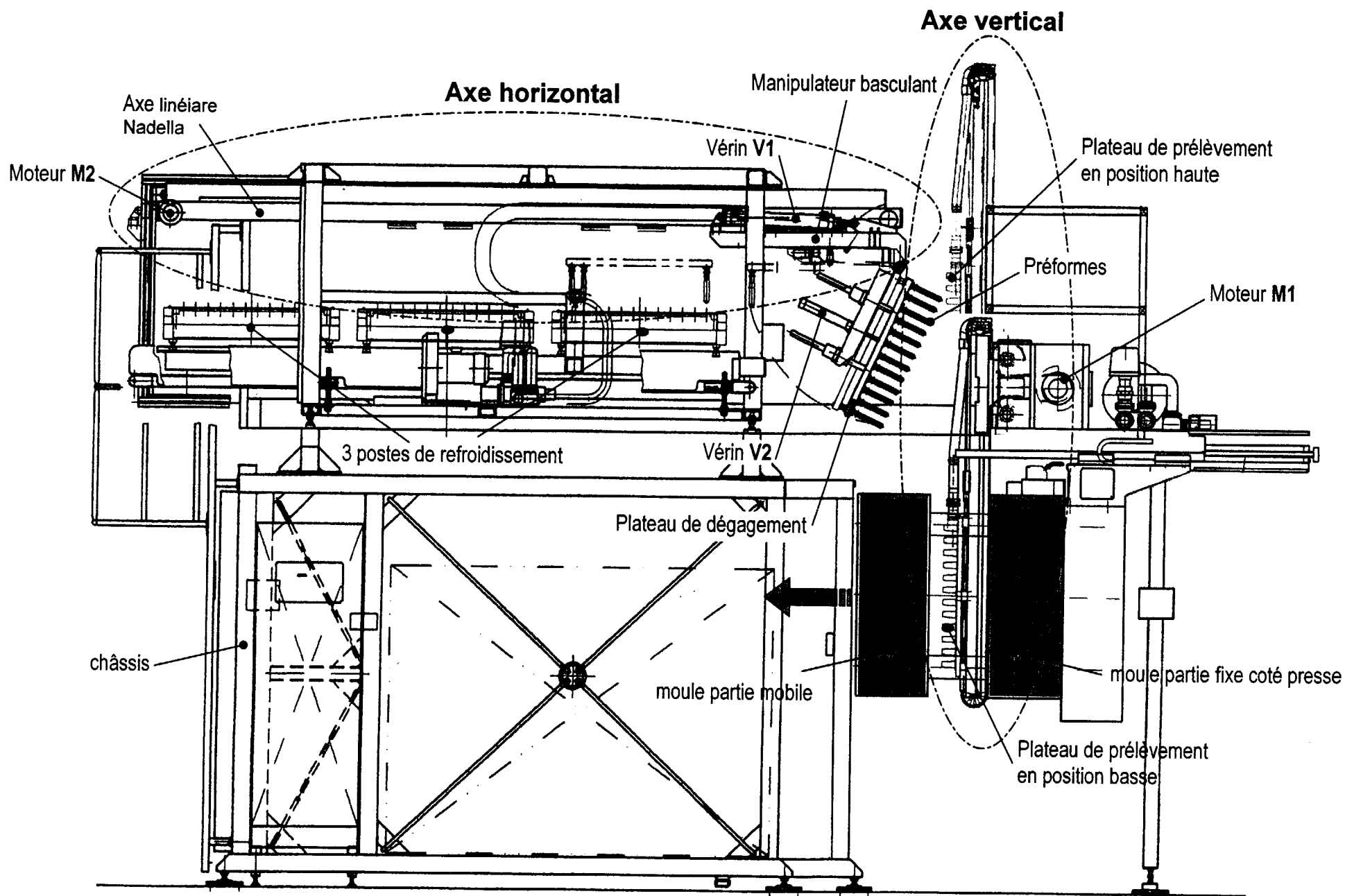
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2008

**Analyse fonctionnelle et structurelle
(Epreuve E4)**

Dossier technique

Ce dossier contient les documents DT1 à DT9



6 Entretien

6.1 Généralité

L'utilisation sans risque du robot ne peut être garantie qu'en observant strictement les instructions d'entretien suivantes.

La machine, pour être opérationnelle, doit être dans un état impeccable du point de vue technique. De ce fait, effectuez les travaux d'entretien selon la présente instruction. Tous les travaux d'entretien doivent être exécutés par un personnel qualifié. Sécurisez le robot contre toute mise en marche involontaire pour effectuer les travaux au sein des grilles protectrices. Avant chaque mise en marche (même en opération de pas-à-pas) assurez-vous que personne ne se trouve au sein des grilles protectrices.

6.2 Plan d'entretien

Intervalle	Chap.	Travaux d'entretien
une fois 2 semaines après la première mise en service	6.3.1	• Contrôler tous les installations de sécurité
	6.3.2	• Contrôler le fonctionnement des amortisseurs
	6.3.3	• Contrôler l'usure de préh.de prélèvement et de transport.bande conv.
	6.3.4	• Contrôler la pression du vide (préhens.de prélèvem.et de transport)
chaque jour	6.3.1	• Contrôle visuel des positions des axes(préh.de prélèvem.et de transp
	6.3.8	• Contrôler si ventouse préh. de prélév. et transp. en bon état
tous les 6 mois	6.3.11	• Contrôler l'usure des glissières, nettoyez et lubrifiez-les
		• Contrôle visuel de la tension de la courroie (voir aussi 6.3.13)
toutes les env.10 000 h	6.3.12	• Remplacez la courroie dentée du robot vertical

6.3.12 Courroie dentée du robot vertical

Pour changer la courroie

- 1 Positionner la machine dans la position correspondant à la cote 1000 de la figure 6.3.12
- 2 Couper le circuit de la tension de commande et tourner l'interrupteur général.
- 3 Sécuriser la préhension de prélèvement à l'aide d'une grue ou d'un appui de sorte qu'elle ne puisse pas se déplacer.
- 4 Débloquer les contre-écrous du tirant de tension et détendre la courroie.
- 5 Desserrer la fixation de la courroie en haut et en bas.
- 6 Enlever la courroie.
- 7 Introduire la nouvelle courroie.
- 8 Remonter la fixation.
- 9 Tendre la courroie au moyen du tirant de tension à 5000 N:
 - Donner un choc sur la courroie au point de mesure 6
 - Mesurer la fréquence propre de la courroie au moyen du contrôleur SM4.
 - La fréquence propre de vibration de 1m de longueur libre (cote 1000 de la figure ci-contre) de la courroie doit être de 36 Hz.
 - Ajuster la tension si la valeur n'est pas correcte jusqu'à ce que le contrôleur indique la valeur voulue
- 10 Retirez avec précaution la grue ou l'appui.
- 11 Tournez l'interrupteur général à MARCHE.
- 12 Approchez avec précaution la position initiale en pressant sur la touche PAS AVANT ROBOT, dès que le robot se déplace de nouveau vers le haut Contrôler la distance à la came de référence.
- 13 Sélectionner l'opération manuelle et contrôlez la position supérieure et inférieure, corrigez éventuellement
- 14 Le contrôle visuel de la tension des courroies se fait tous les 6 mois.

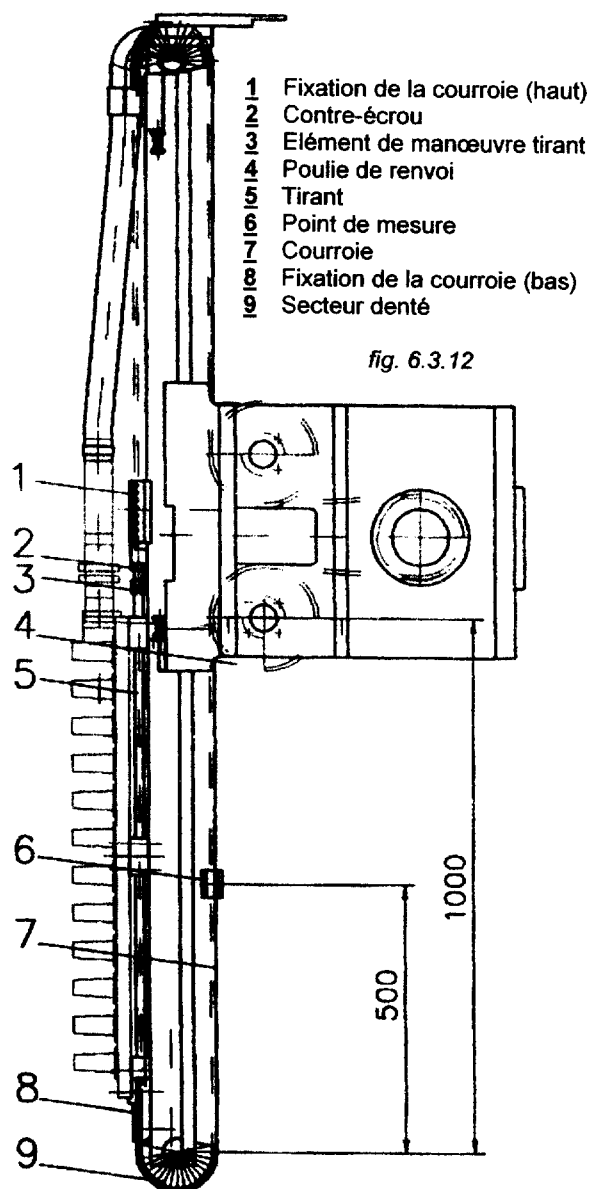
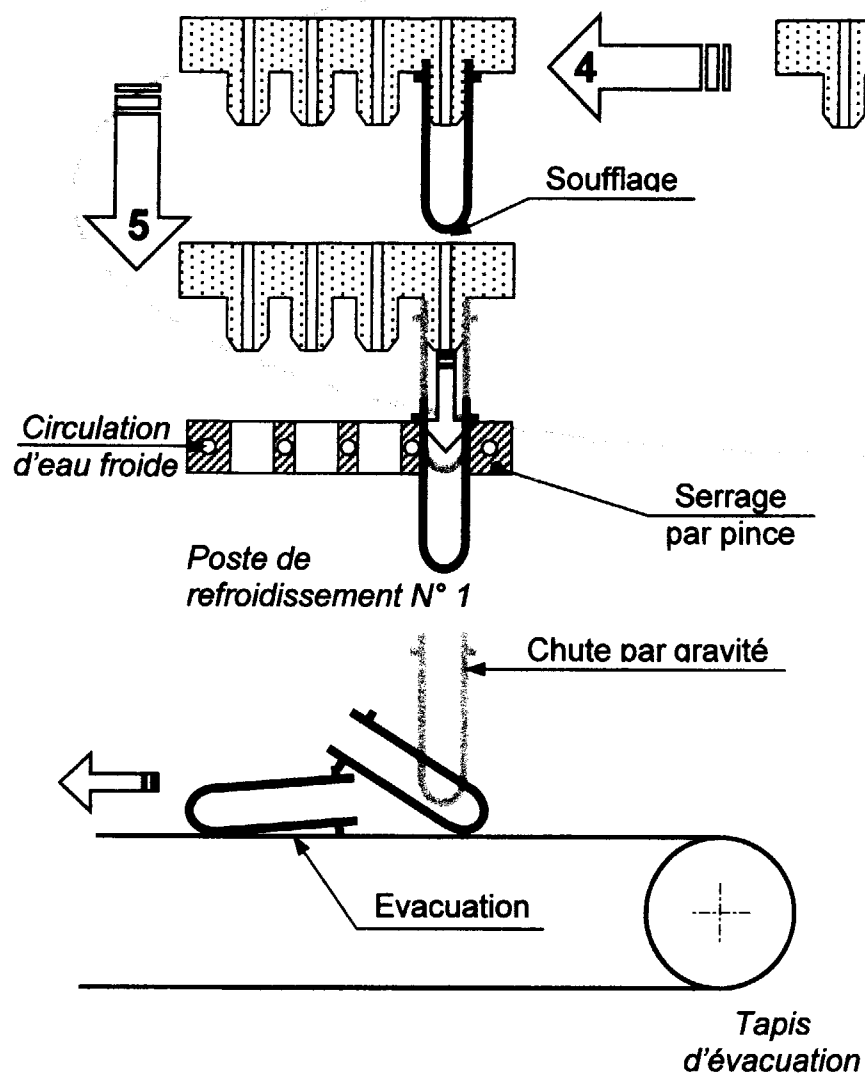


fig. 6.3.12

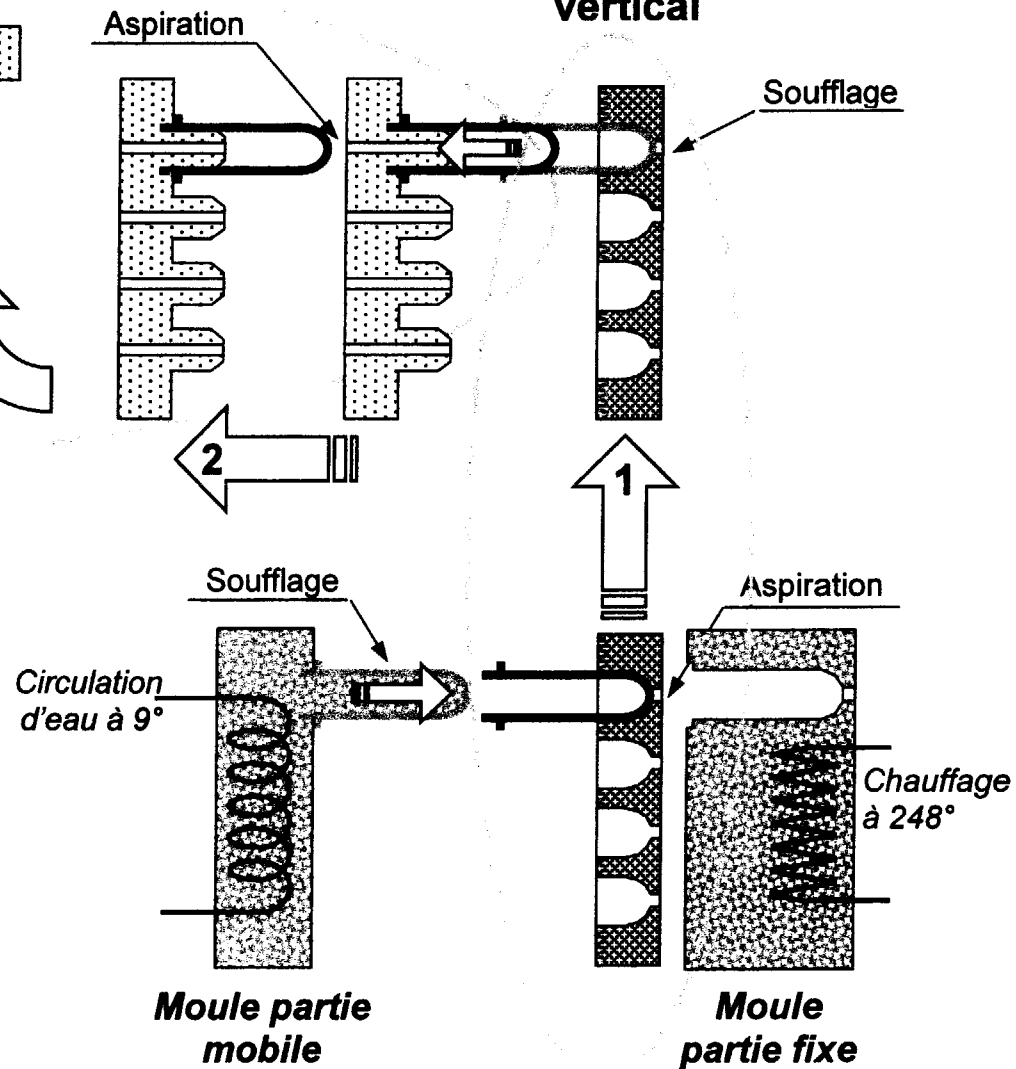
Synoptique des mouvements du robot (du moule au poste de refroidissement)

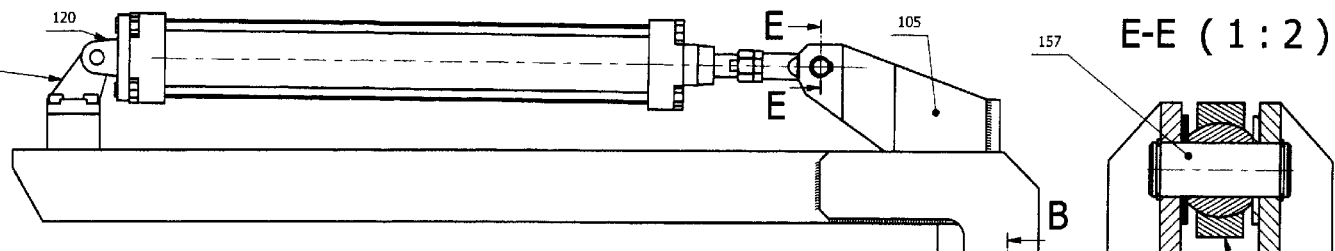
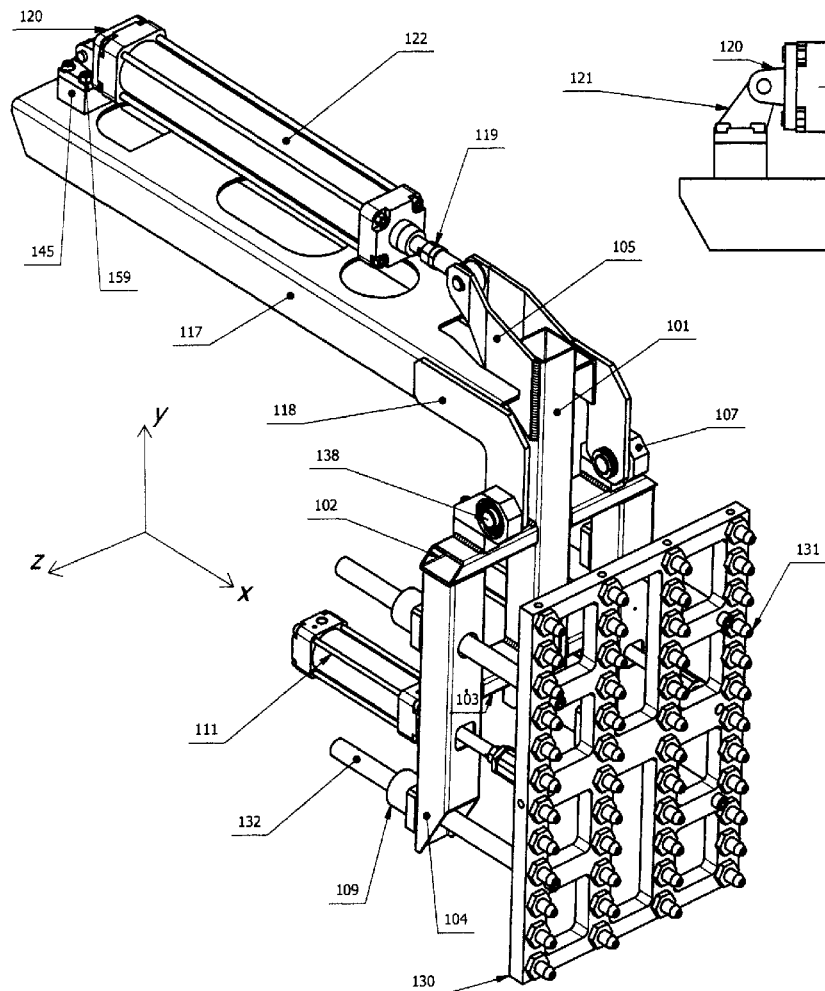
Aspiration = maintien
Soufflage = éjection

Axe horizontal



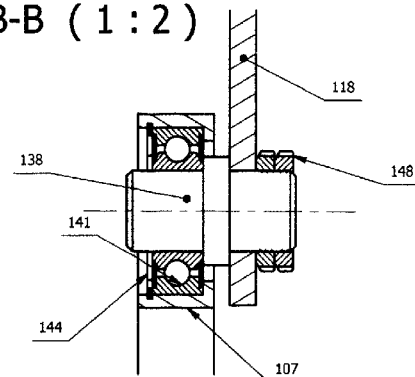
Axe vertical



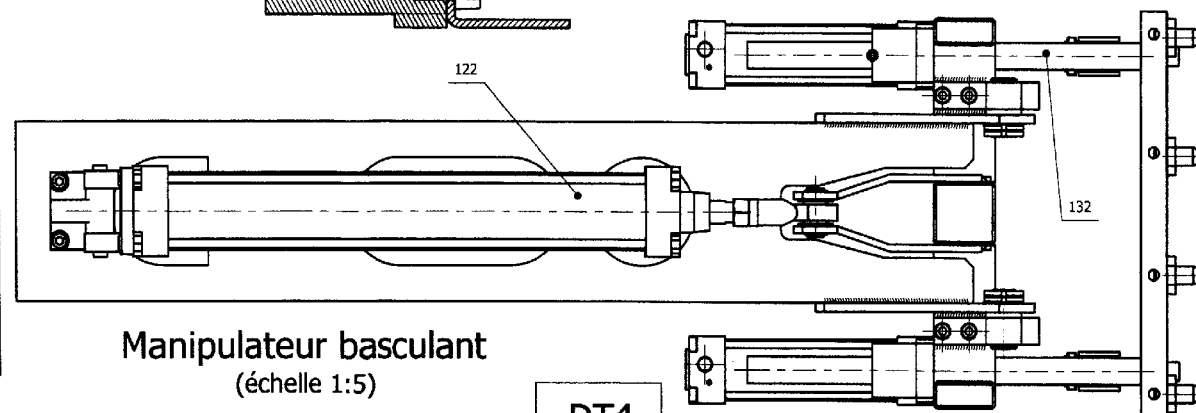
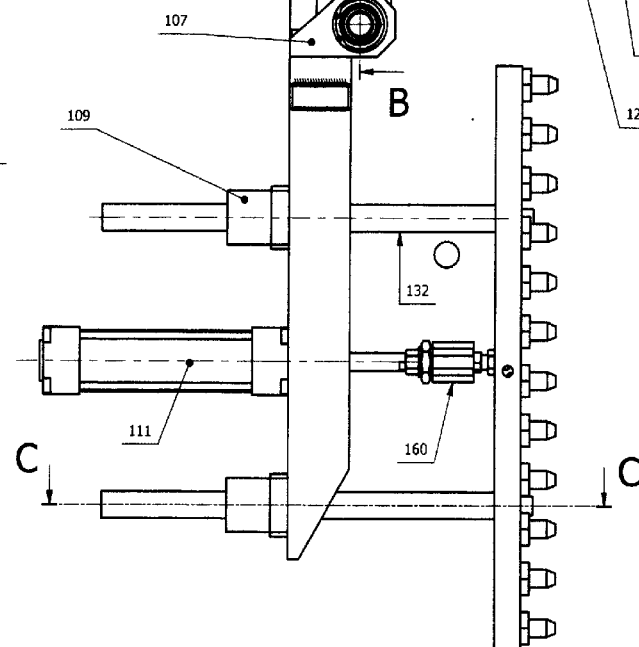
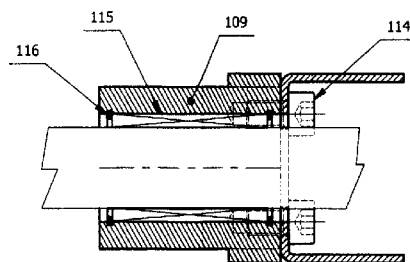


E-E (1:2)

B-B (1:2)



C-C (1:2)



Manipulateur basculant
(échelle 1:5)

DT4

Rep	Nb	Désignation	Rep	Nb	Désignation
101	1	colonne	121	1	tenon arrière pour vérin
102	2	traverse supérieure	122	1	vérin V1
103	2	traverse inférieure	128	1	embout de vérin à rotule
104	2	colonne latérale	130	1	plateau de dégagement
105	1	flasque de chape	131	48	buse
107	2	palier	132	4	barre de guidage
109	4	fourreau douille à billes	138	1	axe de basculement
111	2	vérin V2	141	1	roulement 62206
115	1	douille à billes	144	1	anneau élastique pour alésage
116	2	anneau élastique pour alésage	145	1	semelle
117	1	support	148	2	écrou à encoches M30x1
118	2	équerre	157	1	axe de rotule
119	1	contre-écrou	159	4	vis CHc M8-60 4-6
120	1	chape d'articulation de vérin	160	2	accouplement articule

T12.7 (H)
T22.225 (XH)

**COURROIES
EN POLYURETHANNE
ARMÉES DE CABLES D'ACIER**

BRECOFLEX®

BRECO M-V®

Synchroflex®

**BINDER
MAGNETIC**

MULCO®

SD SIMPLE DENTURE

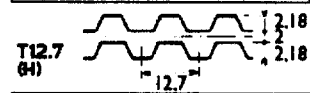


masse au mètre = 0,042 kg/10 mm de largeur



masse au mètre = 0,109 kg/10 mm de largeur

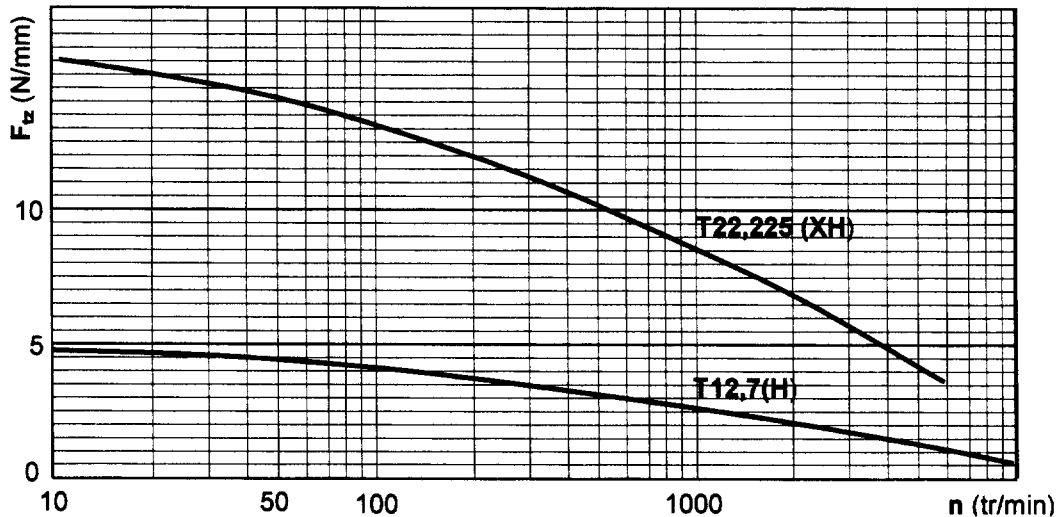
DL DOUBLE DENTURE



masse au mètre = 0,046 kg/10 mm de largeur



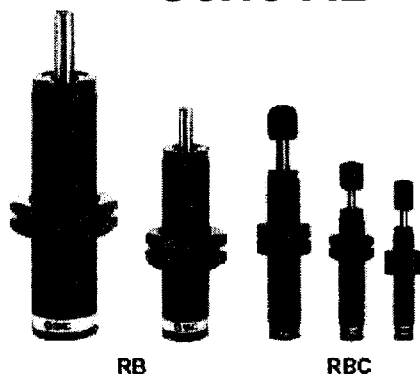
Code (1/100 pouce)	50	75	100	150	200	300	400
Largeurs de courroies b (mm)	12,7	19,1	25,4	38,1	50,8	76,2	101,6
Largeurs de poulies B (mm)	19	25,4	31,8	46	58,7	86,2	111,6



Principe : la courroie transmet une puissance (en kW) ou un couple (en Nm) par les dents en prise sur la poulie via les câbles d'armature.

	F_{th} : tension théorique (issue des calculs)
	F_{tp} : tension de pose (ou pré-tension). On prend en général $F_{tp} = F_{th}$
	F : tension totale $F = F_{th} + F_{tp}$
	F_t : force tangentielle admissible par dent et par cm de largeur de courroie (N/cm) à déterminer sur l'abaque ci-dessus
	Largeurs de courroies : $b = 12,7 - 19,1 - 25,4 - 38,1 - 50,8 - 76,2$ et $101,6$ mm
	Nombre de dents en prise : Z_p
	F_t : force tangentielle admissible par la courroie $F_t = F_t \times b \times Z_p$
	Fréquence de rotation de la poulie motrice: n
	Largeurs de poulies : $19 - 25,4 - 31,8 - 46 - 58,7 - 86,2$ et $111,6$ mm

Amortisseur de chocs hydraulique Série RB



Caractéristiques

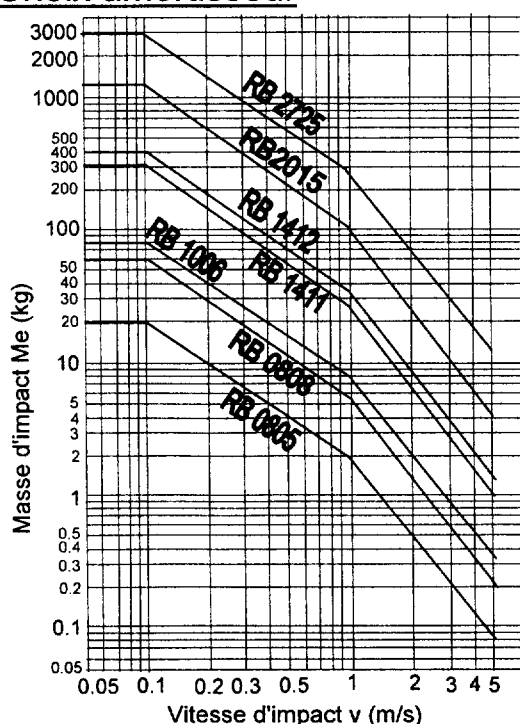
Modèle	Stard	RB0805	RB0806	RB1006	RB1007	RB1411	RB1412	RB2015	RB2725
Emboî	RBC0805	RBC0806	RBC1006	RBC1007	RBC1411	RBC1412	RBC2015	RBC2725	
Absorption d'énergie maxi (J)		0.98	2.94	3.92	5.88	14.7	19.6	58.8	147
Absorption de la course (mm)		5	6	6	7	11	12	15	25
Vitesse d'impact (m/s)		0.05 à 5							
Utilisation maxi* (cycle/min)		80	80	70	70	45	45	25	10
Energie motrice maxi (N)		245	245	422	422	814	814	1961	2942
Température maxi (°C)		-10 à 80 (sans eau)							
Effort du ressort (N)	Détendu	1.96	1.96	4.22	4.22	6.86	6.86	8.34	8.83
	Comprimé	3.83	4.22	6.18	6.86	15.30	15.98	20.50	20.01
Masse (g)		15	15	25	25	65	65	150	360

1 Démarche de calcul

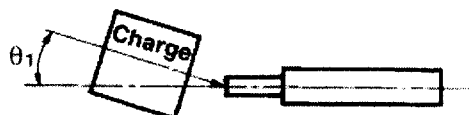
- choisir un type d'impact
- à partir d'une vitesse connue ou équivalente v calculer E_1 , E_2 , puis E
- en déduire M_e

	Masse horizontale entraînée	Masse montante entraînée	Masse horizontale libre	Masse en chute libre	Masse pivotante libre
Vitesse d'impact	v	V	v	$\sqrt{2gh}$	ωR
Energie cinétique E_1	$E_1 = 1/2mv^2$	$E_1 = 1/2mV^2$	$E_1 = 1/2mv^2$	$E_1 = mgh^2$	$1/2I\omega^2$
Energie motrice E_2	$E_2 = F_1 S$	$E_2 = F_1 S - mgS$	$E_2 = \mu mgS$	$E_2 = F_1 S + mgS$	TS/R
Energie totale E	$E = E_1 + E_2$	$E = E_1 + E_2$	$E = E_1 + E_2$	$E = E_1 + E_2$	$E = E_1 + E_2$
Masse équivalente M_e	$M_e = 2E/v^2$	$M_e = 2E/V^2$	$M_e = 2E/v^2$	$M_e = 2E/v^2$	$M_e = 2E/v^2$

2 Choix amortisseur



- A partir de la vitesse d'impact et de la masse équivalente M_e , choisir sur l'abaque l'amortisseur convenant au problème posé.
- Vérifier que la course imposée est bien compatible avec le modèle choisi
- Attention pour que les amortisseurs de la gamme RB fonctionnent correctement et pour éviter tout risque de fuite d'huile, il est indispensable que l'angle d'excentricité (*) soit inférieur à 3° :

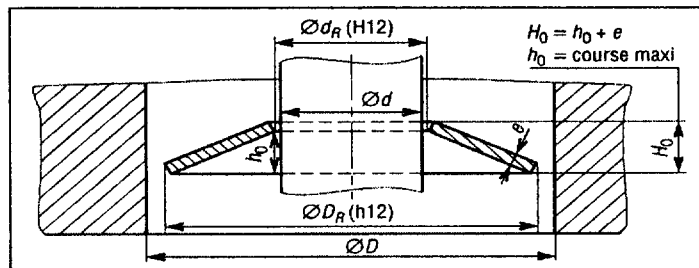


Excentricité admissible $\theta_1 < 3^\circ$

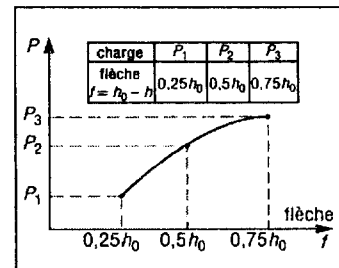
(*) angle entre la force de contact F et l'axe de l'amortisseur. La vitesse d'impact v doit aussi vérifier cette condition

Exemples d'empilages				
capacité de charge	P	P	$6P$	$2P$
déformation ou flèche sous P	$f = h_0 - h \approx H_0 - H$	$6f$	$f/6$	$3f/2$

Exemples d'empilages de rondelles ressorts.



Dimensions des rondelles élastiques.

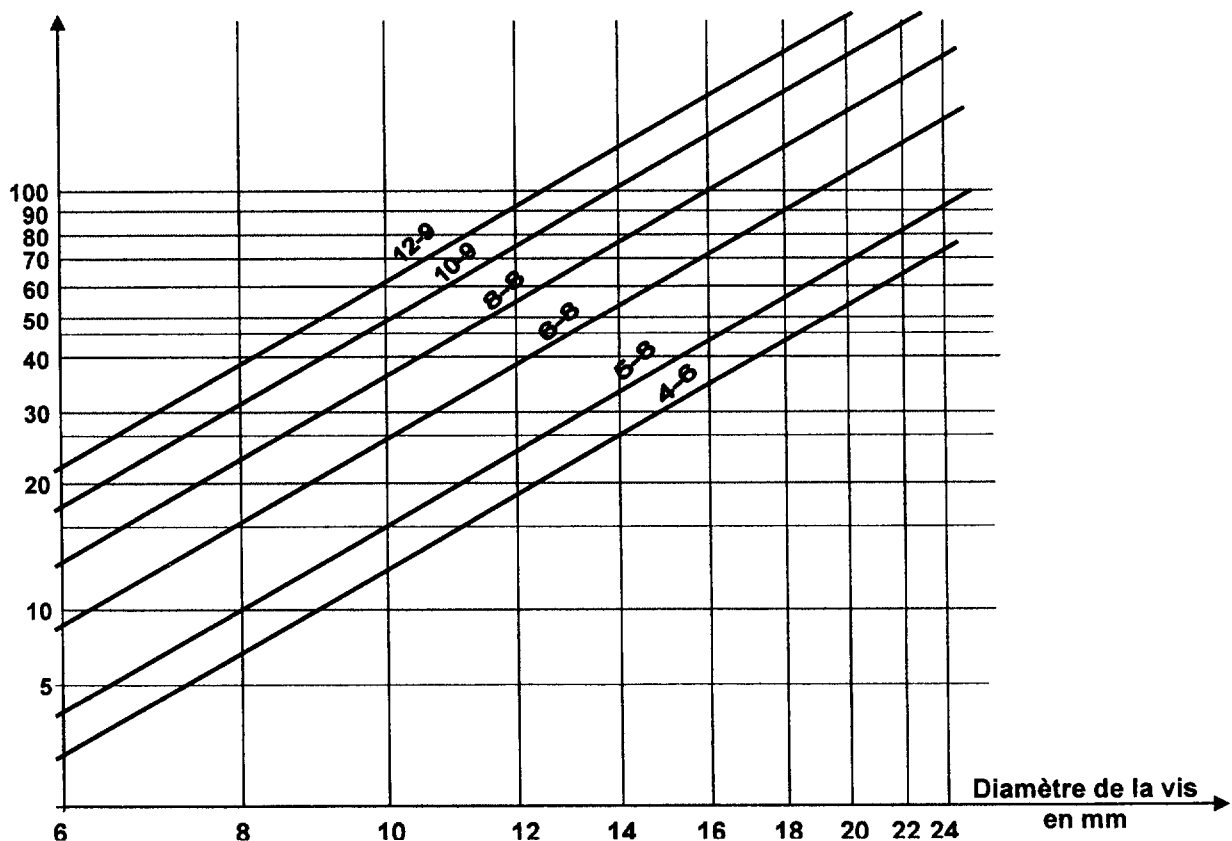


Courbe effort/déformation.

Rondelles ressorts («Belleville») : principales dimensions																					
dimensions communes	d mm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30	35	40	45
	D_R mm	8	10	12,5	14	16	18	20	22,5	25	28	31,5	35,5	40	45	50	56	63	71	80	90
	d_R mm	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	14,2	16,3	18,3	20,4	22,4	25,4	28,5	30,5	35,5	41,0	46,0
	D mm	8,5	10,5	13	14,5	16,5	18,5	20,5	23	25,6	28,6	32,4	36,4	41	46	51	57,2	64,5	72,5	81,5	91,5
série	e_A mm	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,5	1,75	2	2,25	2,5	3	3	3,5	4	5	5
épaisse A	h_A mm	0,8	0,75	1	1,1	1,25	1,4	1,55	1,75	2,05	2,15	2,45	2,80	3,15	3,5	4,1	4,3	4,9	5,8	6,7	7
$f = 0,25 h_0$	P_{1A} daN	8	12	24	28	36	45	54	69	105	105	140	185	235	280	425	415	540	735	1 180	1 010
$f = 0,50 h_0$	P_{2A} daN	15	22	45	54	69	86	105	135	205	200	270	360	450	535	820	790	1 040	1 410	2 290	1 980
$f = 0,75 h_0$	P_{3A} daN	21	32	66	79	100	125	150	190	295	290	390	520	650	775	1 200	1 140	1 500	2 050	3 360	3 150

Effort axial admissible en kN

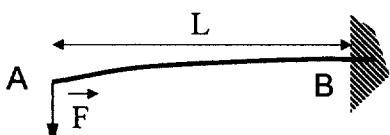
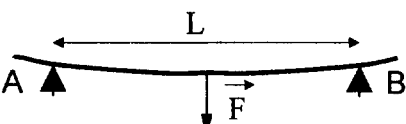
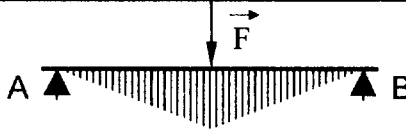
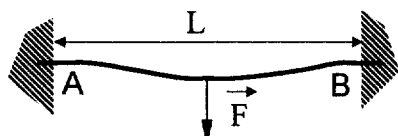
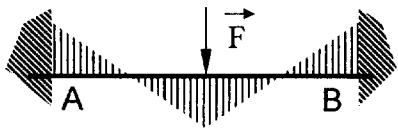
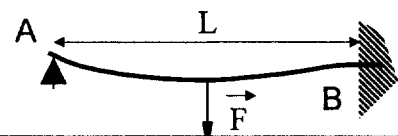
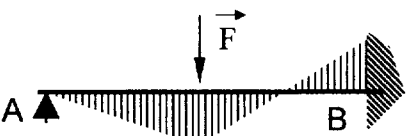
Classe de qualité de vis



DT8

Formulaire de Résistance des Matériaux

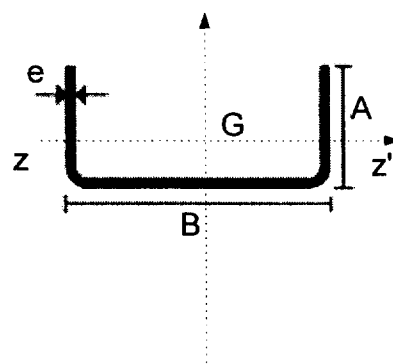
Contrainte σ	Flèche f
$\sigma = \frac{Mf}{\left(\frac{I_{Gz}}{v}\right)}$	$f = K2 \frac{FL^3}{48 EI_{Gz}}$

Genre d'appui	K2	Graphe des moments fléchissants
	16	
	1	
	1/4	
	7/16	



Produit	Coulisses profilées à froid
Description	Profilés réalisés à partir de bandes refendues Certaines dimensions disponibles en galvanisé ou en prépeint. Possible sur délai pour toutes les dimensions.
Utilisation	Tous travaux industriels et de serrurerie.
Longueurs	Disponible en longueurs de 6m

Référence	B (mm)	A (mm)	E (mm)	I _{zz'} (mm ⁴)	I _{zz'v} (mm ³)
F 3520	30	20	2	5369	390
F 1392	40	25	2	10802	624
F 3844	40	25	3	15236	895
F 3317	50	30	3	27479	1322
F 1025	60	30	3	29168	1354
F 2170	60	40	4	83794	3080
F 2169	80	40	4	92310	3226
F 1648	80	40	5	111345	3950
F 3571	90	35	3	104328	5962
F 2406	100	50	5	225360	6302
F 2083	100	50	6	262780	7445



DT9

Brevet de technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2008

**Analyse fonctionnelle et structurelle
(Epreuve E4)**

Documents réponses

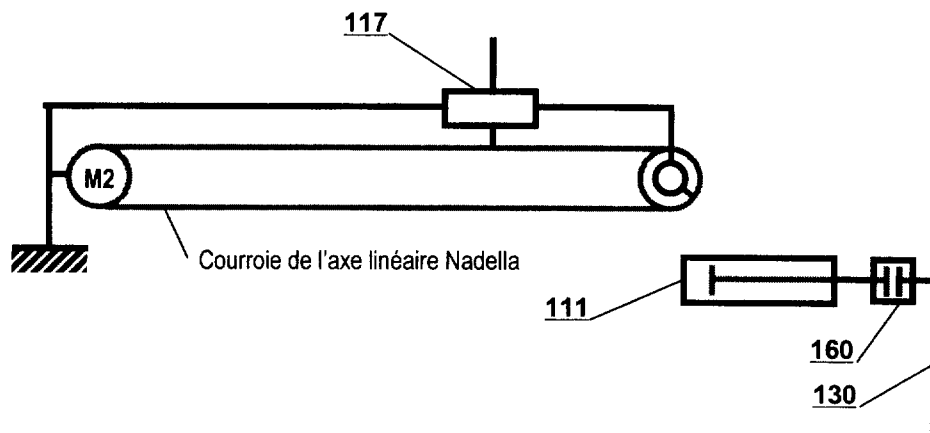
Ce dossier contient les documents DR1 à DR4

Ces documents-réponses sont à rendre en totalité (même vierge) dans une feuille de copie double servant de chemise et portant l'identité du candidat

1.3 Analyse de la partie opérative

1.3.1.Axe Horizontal

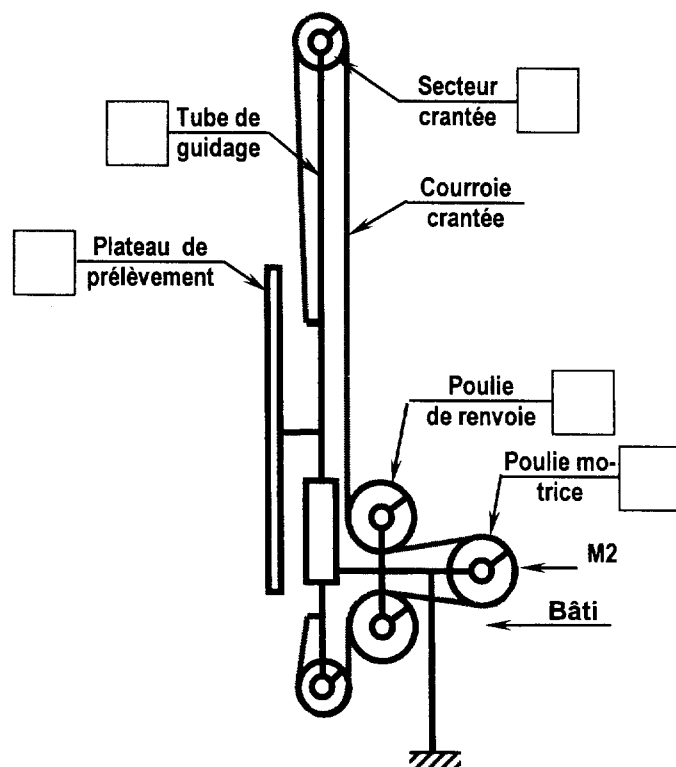
... schéma cinématique



1.3.2.Axe vertical

... mouvements des différents sous-ensembles / bâti

- translation ↓ ou →
- rotation ↻ ou ↻
- fixe ✕

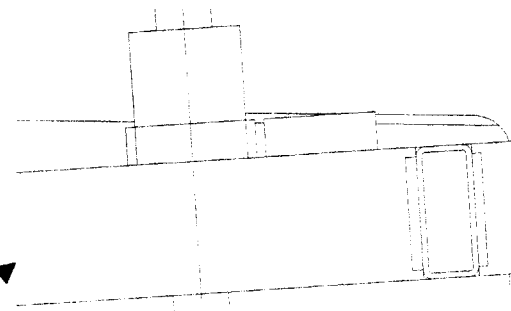


Document réponse 2

3.2.2. Conditions d'emploi

- Vérification :

- Solution proposée :



Point de contact
amortisseur / plaque de
polyamide K

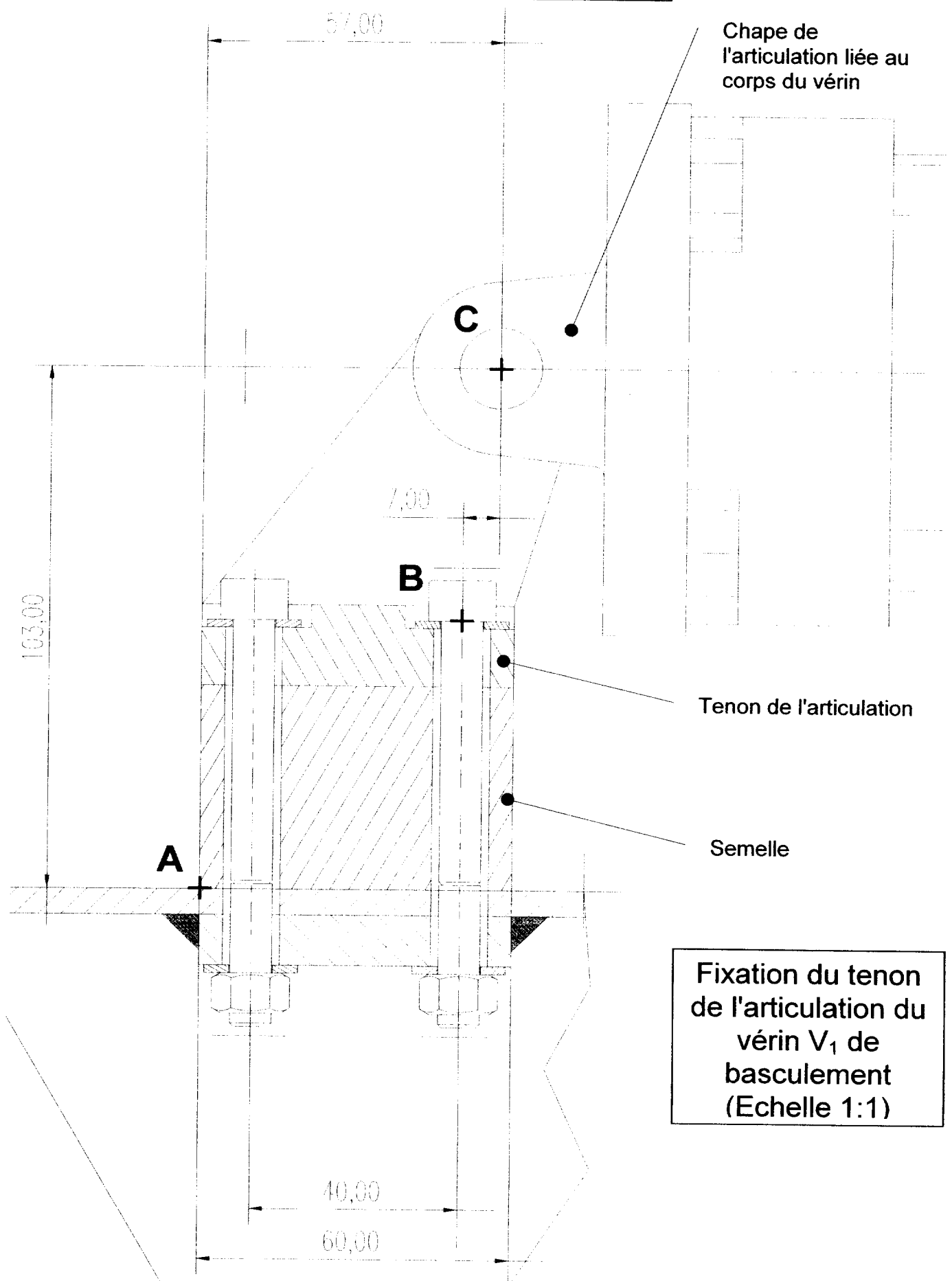
Plaque de polyamide
fixée sur le manipulateur
basculant

Axe de rotation du
manipulateur basculant

DR2

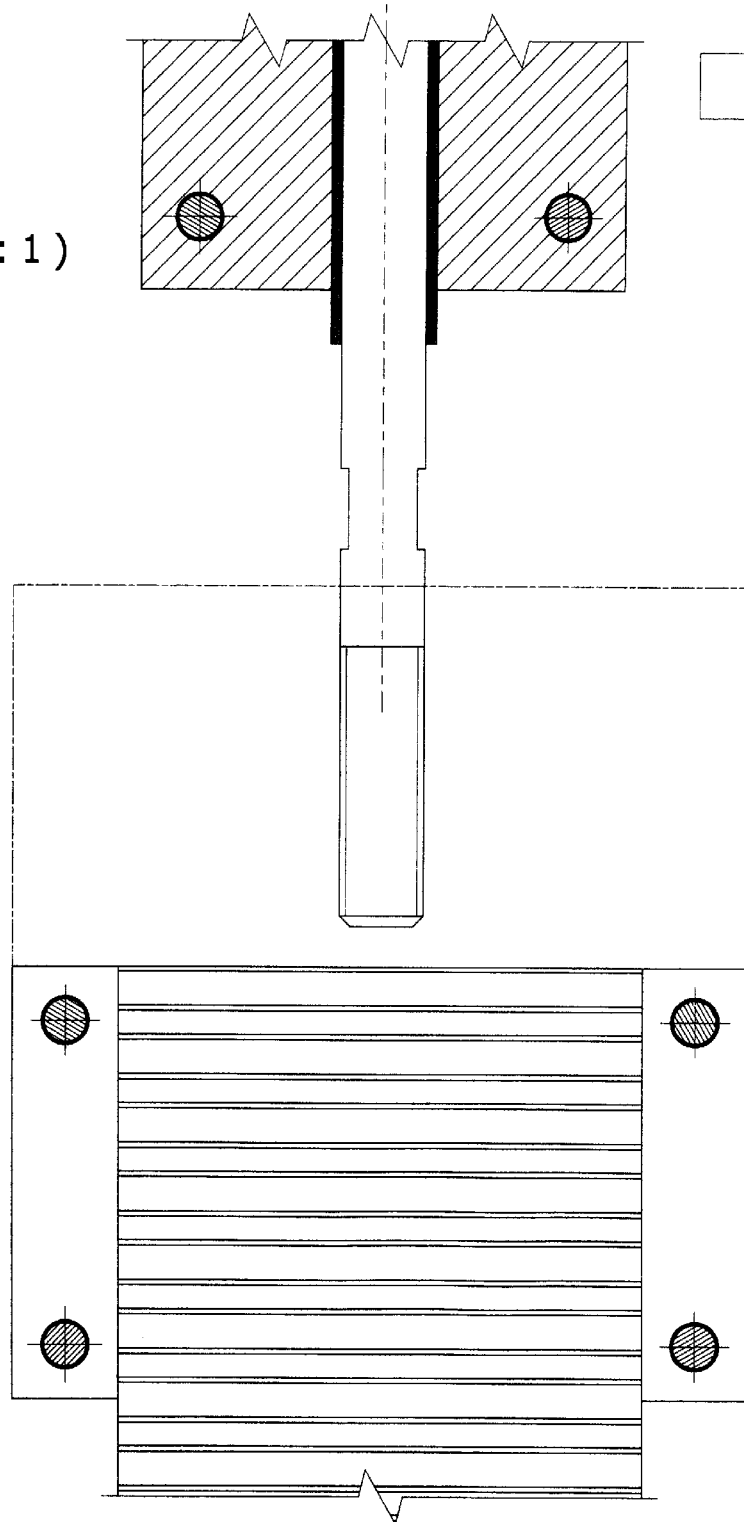
Manipulateur
basculant en début
d'amortissement
(Echelle 1:4)

Document réponse 3



DR3

B-B (1 : 1)



Axe vertical:
Modification du système de
réglage de tension de la
courroie

nouvelle pièce de
liaison tirant-courroie

DR4

