

CONCOURS GENERAL des LYCEES

Session 2008

## GENIE MECANIQUE



# CONCOURS GENERAL DES LYCEES – GENIE MECANIQUE

SESSION 2008

**Aucun document autorisé**

**Moyens de calculs autorisés**

*Calculatrice de poche y compris les calculatrices programmables ou écrans graphiques, autonomes, non-imprimantes conformément à la circulaire n°99.186 du 16 novembre 1999.*

## **Documents disponibles**

1 dossier « Sujet »	pages DS1 à DS14
1 dossier « Technique »	pages DT1 à DT18
1 dossier « Réponse »	pages DR1 à DR18

## **Documents à rendre**

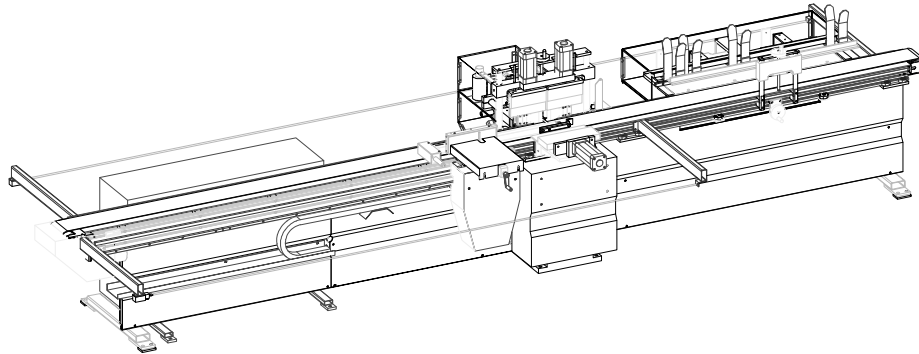
- feuilles de copies.
- dossier Réponse dans sa chemise.

# CONCOURS GENERAL DES LYCEES – GENIE MECANIQUE

SESSION 2008

## DOSSIER TECHNIQUE

### Mortaiseuse automatique à bédane unique



#### **Composition du dossier technique**

DT 1	Présentation générale et objectif principal de l'étude
DT 2	Diagramme des interacteurs (point de vue utilisateur)
DT 3	Vue en perspective de la mortaiseuse automatique
DT 4	Vue en perspective du module d'usinage.
DT 5	Principe d'usinage d'une mortaise - définition des paramètres géométriques
DT 6	FAST partiel
DT 7	Dispositif de réglage de la hauteur de mortaisage
DT 8	Guidage du module de positionnement longitudinal du profilé
DT 9 et DT 10	GRAFCET
DT 11 et DT 12	Schémas pneumatiques
DT 13	Pré-étude d'implantation du dispositif « 3 profondeurs »
DT 14 à DT 16	Documentations techniques sur la technologie pneumatique
DT 17	Schémas électriques
DT 18	Flexion d'une poutre colonne de la mortaiseuse

La société Parveau, implantée à Vignols en Corrèze, conçoit et fabrique des machines spéciales dédiées à l'industrie du bois.  
Ces machines répondent chacune à un cahier des charges différent, mais mettent en œuvre des modules à la conception éprouvée.

L'étude envisagée porte sur une mortaiseuse semi automatique du catalogue PARVEAU (voir **DT2**-à **DT4** présentation de la machine et **DT5** pour vocabulaire relatif à une mortaise).

#### Objectif principal de l'étude

Actuellement, cette machine est opérationnelle pour des profilés long de 2m30.  
Les conditions de coupe ont été validées pour les essences de bois généralement utilisées par les fabricants de menuiserie.

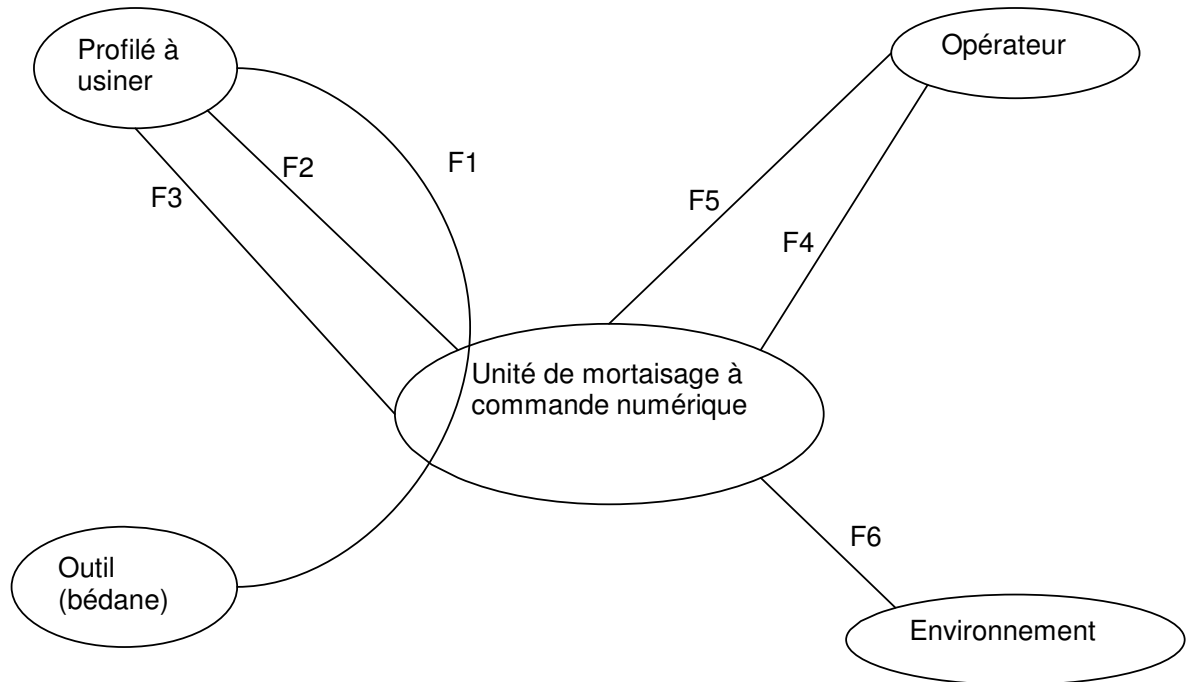
Un client souhaite usiner des profilés plus longs (3 m), dans une essence de bois exotique plus dure.

Après des tests sur les capacités de coupe de la machine avec la nouvelle essence de bois, on constate des défauts d'usinage.

On se propose donc d'étudier:

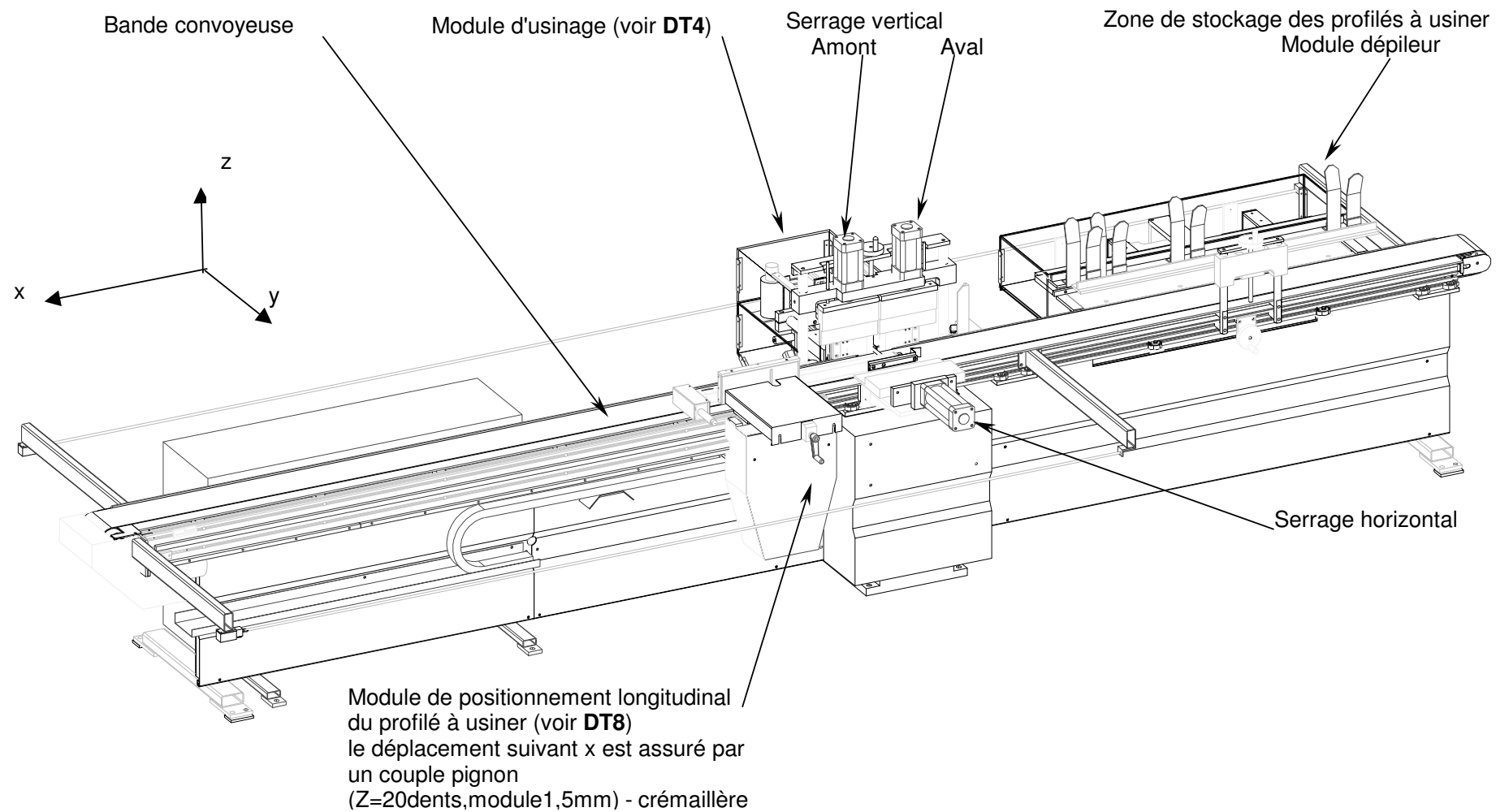
- l'adaptation possible de la machine à des profilés plus longs,
- les causes de défaillances, et leur remédiation éventuelle

### Diagramme des interacteurs (point de vue utilisateur)

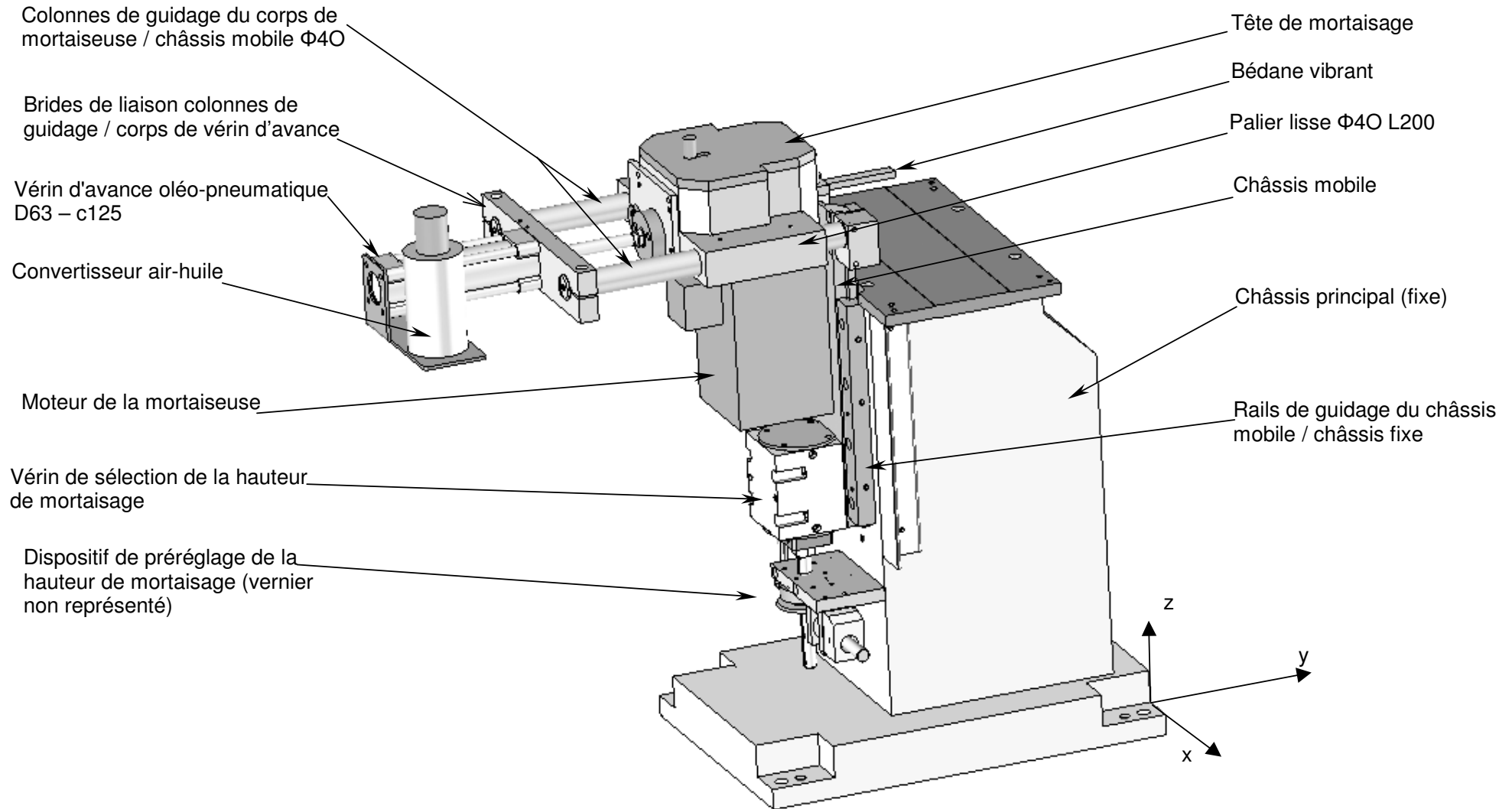


fonction	Libellé de la fonction
F1	Générer une ou plusieurs mortaises
F2	Stocker les profilés non usinés
F3	Evacuer profilé usiné
F4	Programmer un cycle d'usinage, Paramétrer, régler, lancer cycle
F5	Respecter les normes de sécurité
F6	Respecter les normes relatives aux bruits, pollution,...

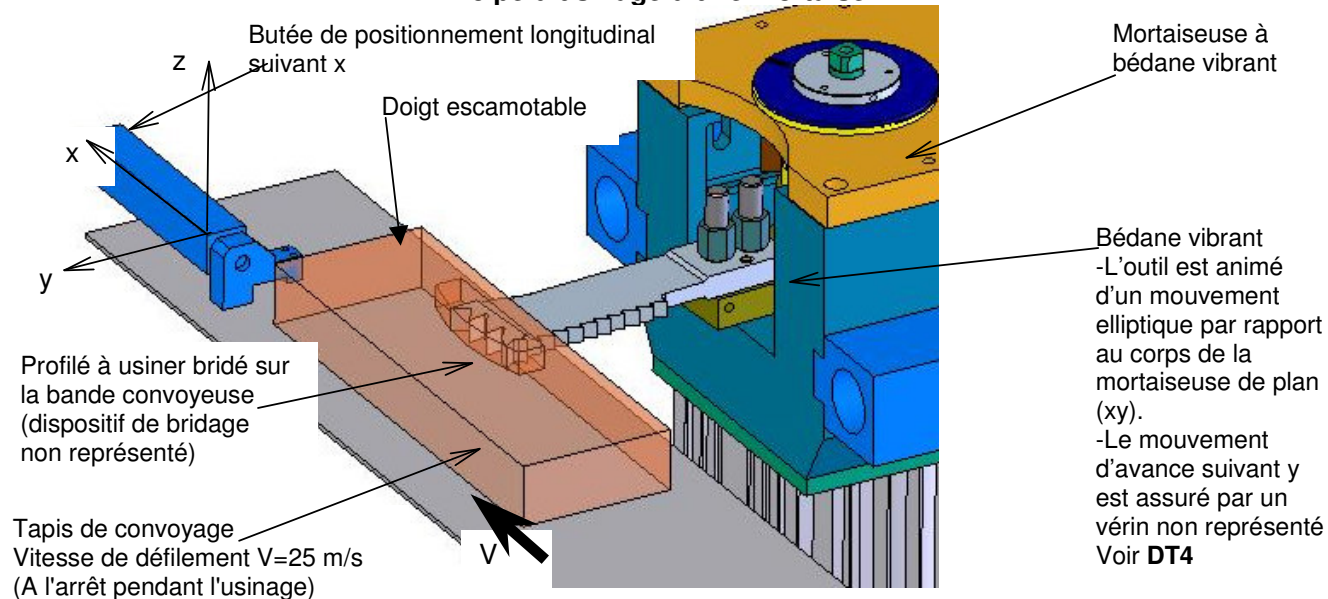
## Mortaiseuse automatique à bédane unique



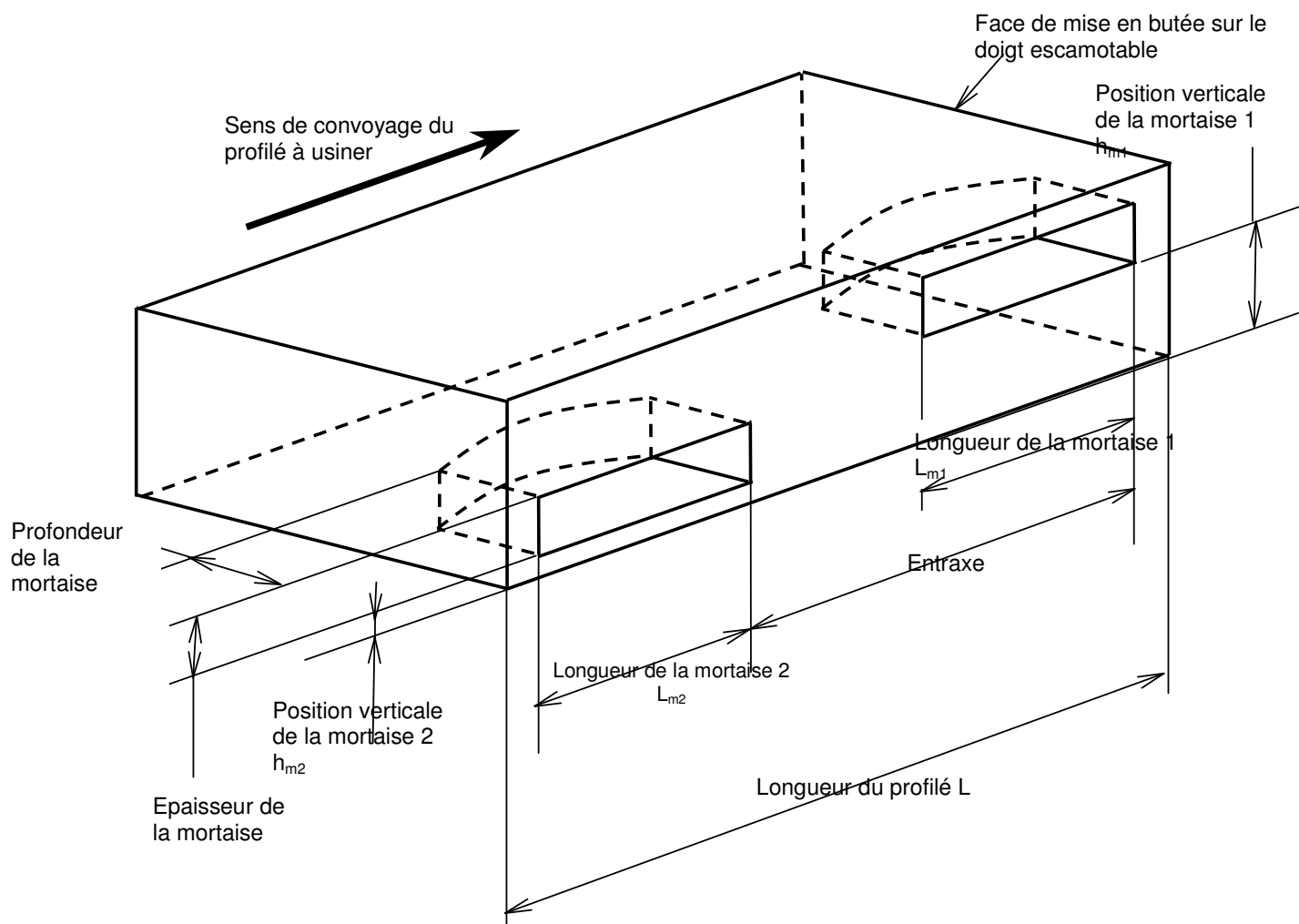
## Module d'usinage



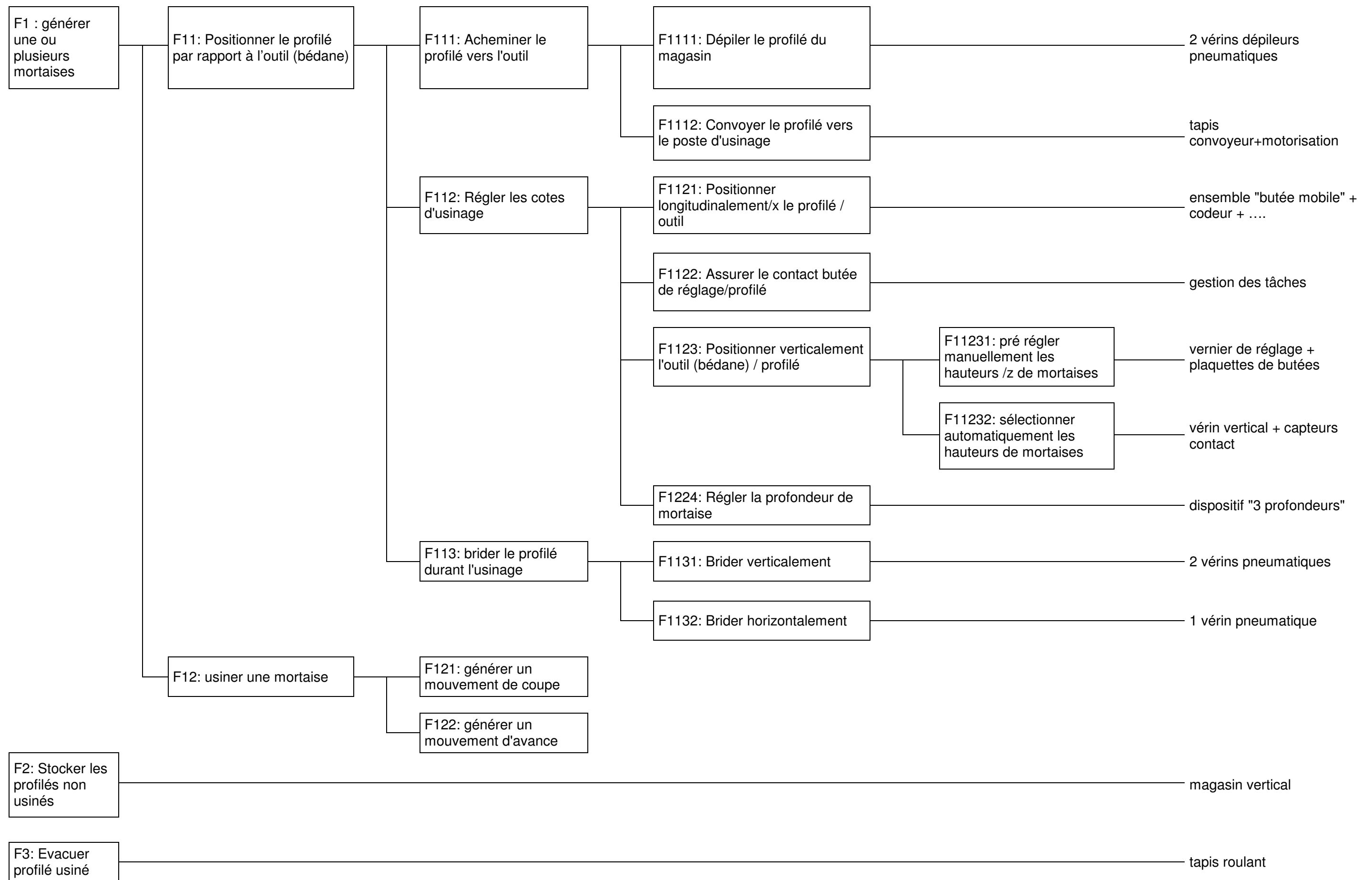
## Principe d'usinage d'une mortaise



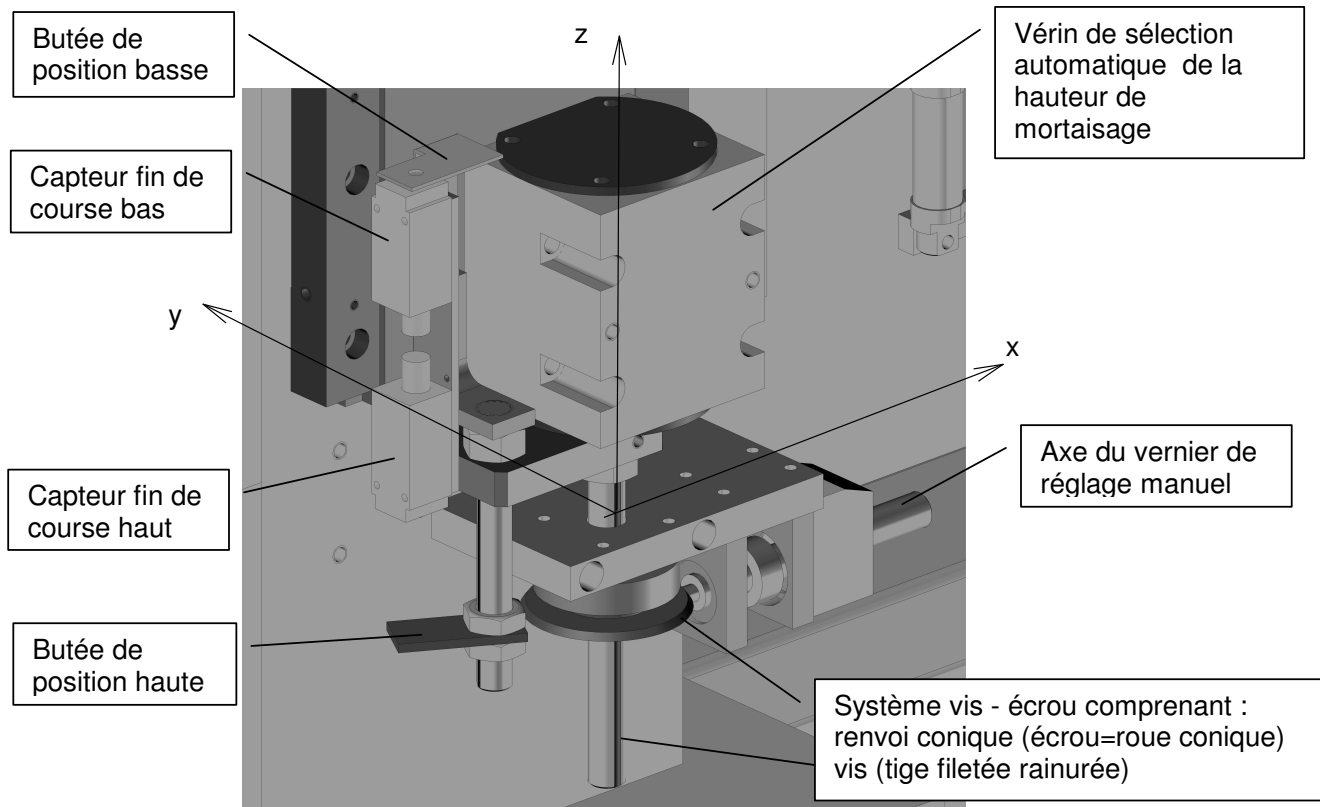
## Définition des paramètres géométriques de mortaisage



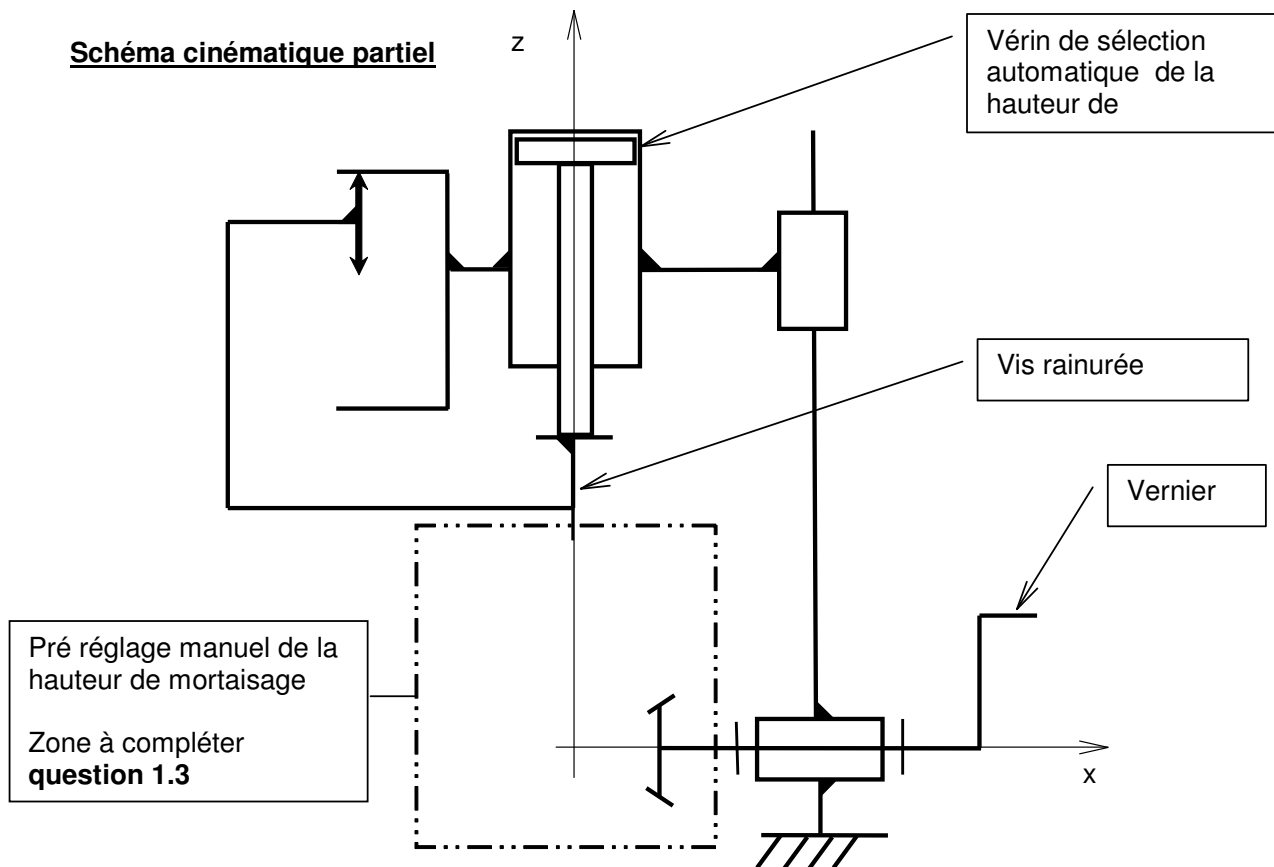




## Dispositif de réglage de la hauteur de mortaisage



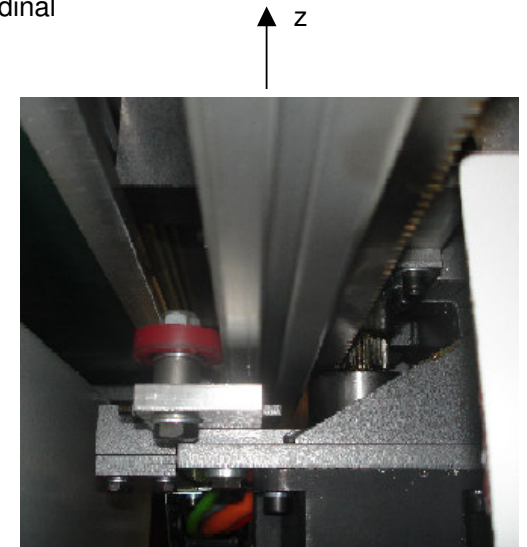
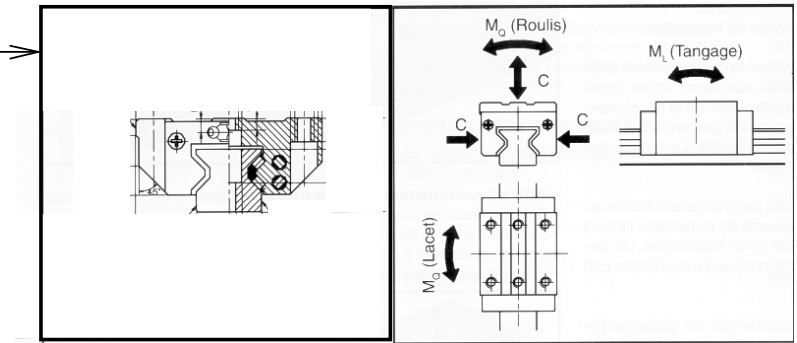
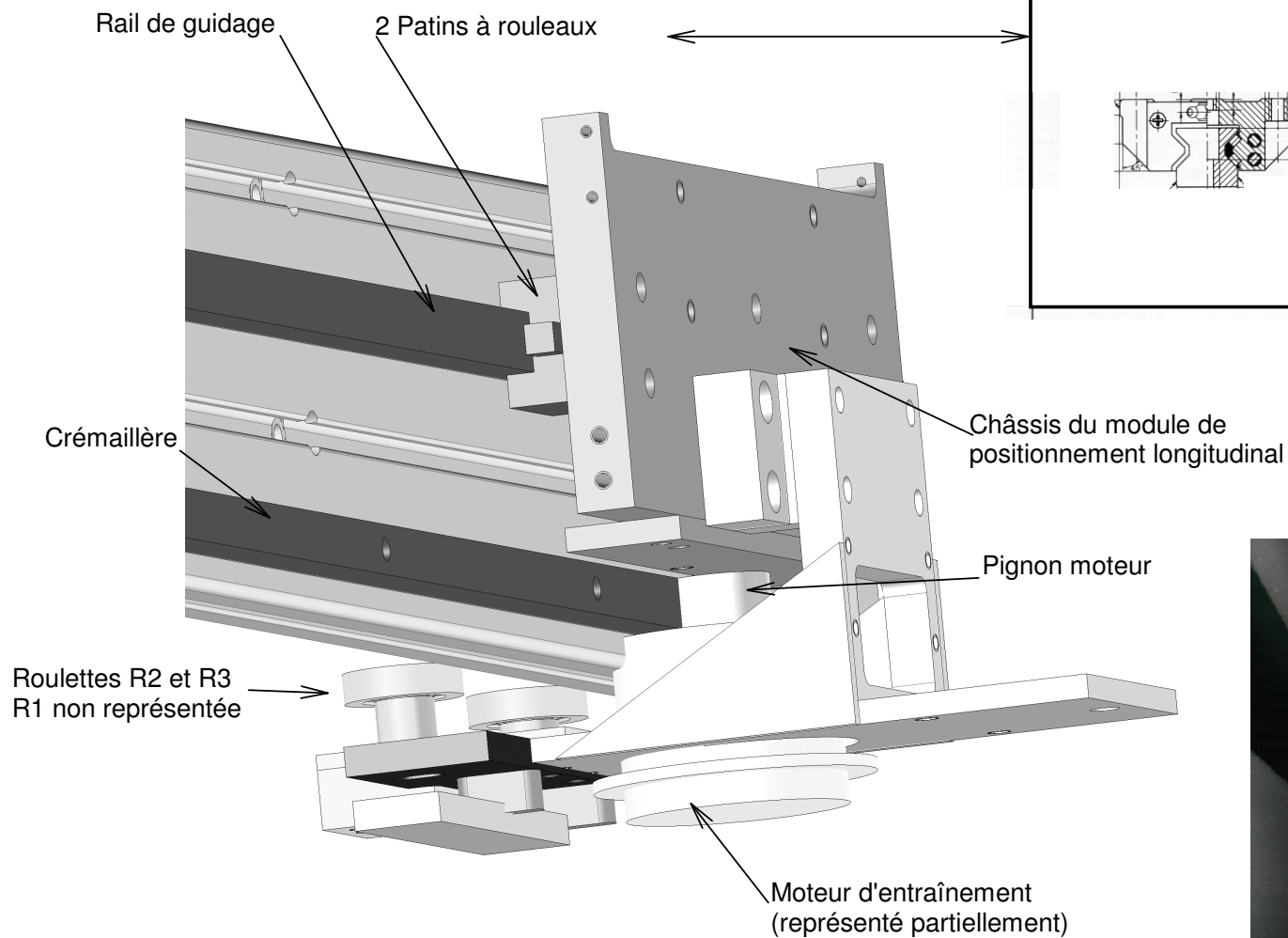
### Schéma cinématique partiel



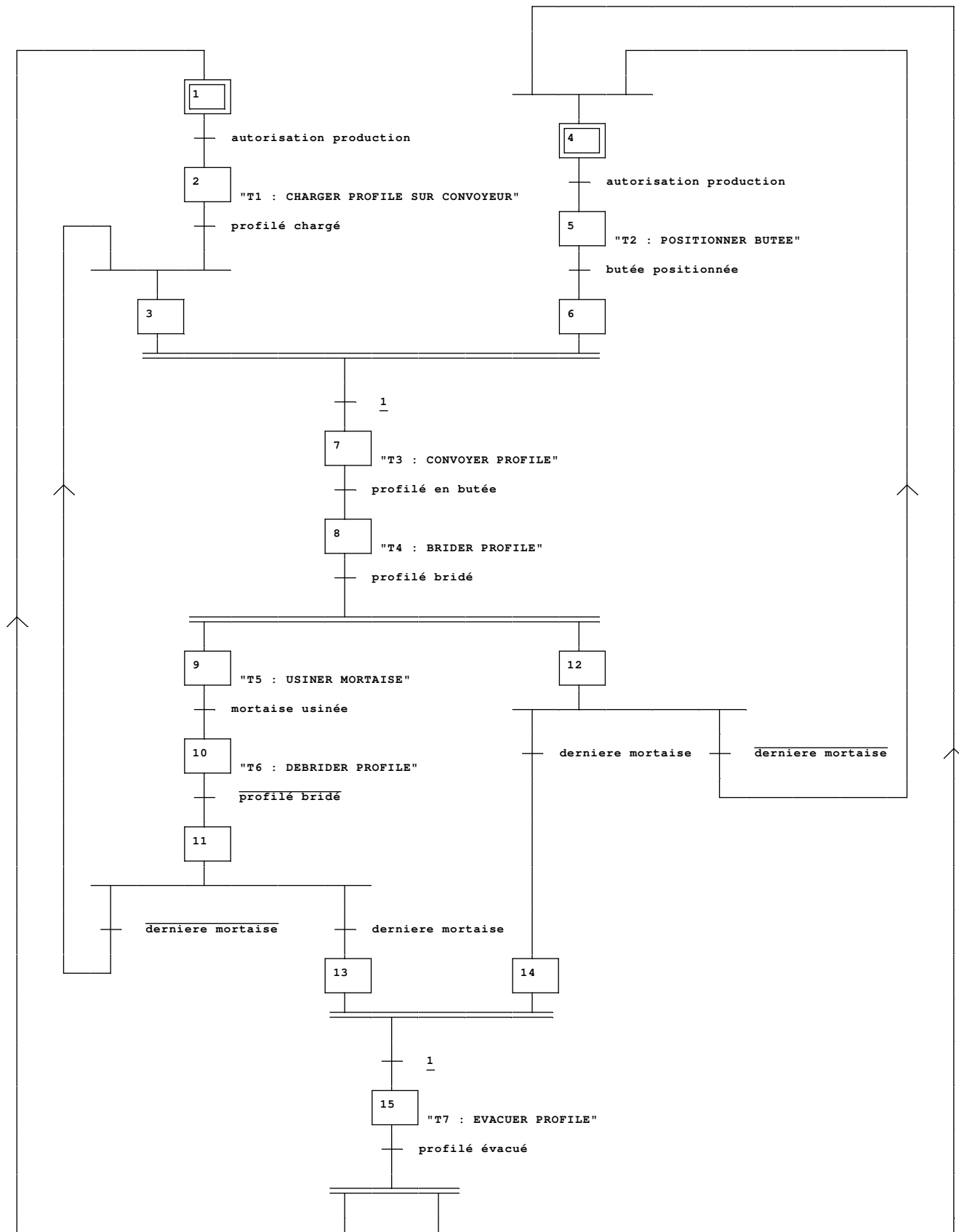
## Guidage du module de positionnement longitudinal du profilé

Les carters ne sont pas représentés

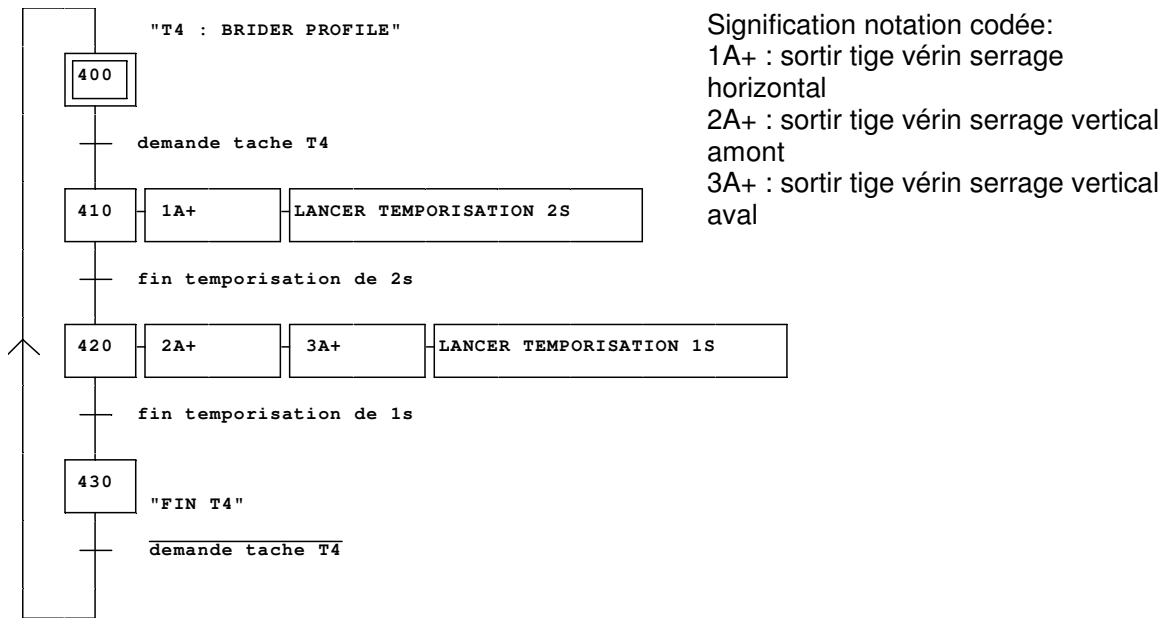
Principe du guidage linéaire par patins à rouleaux



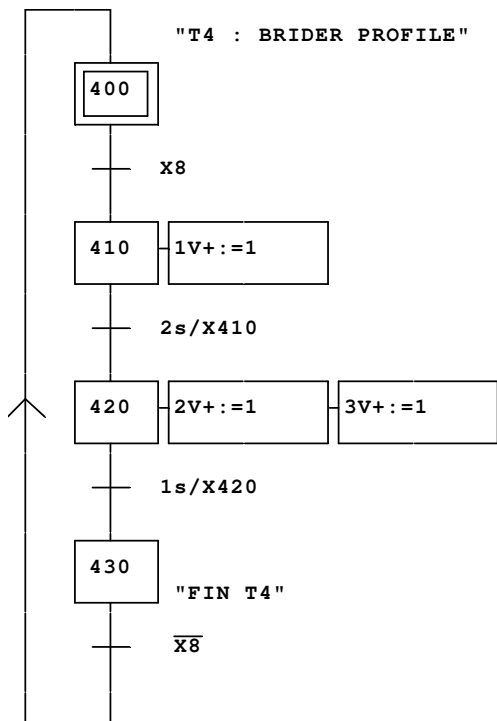
## GRAFCET de coordination des taches operatives (point de vue système)

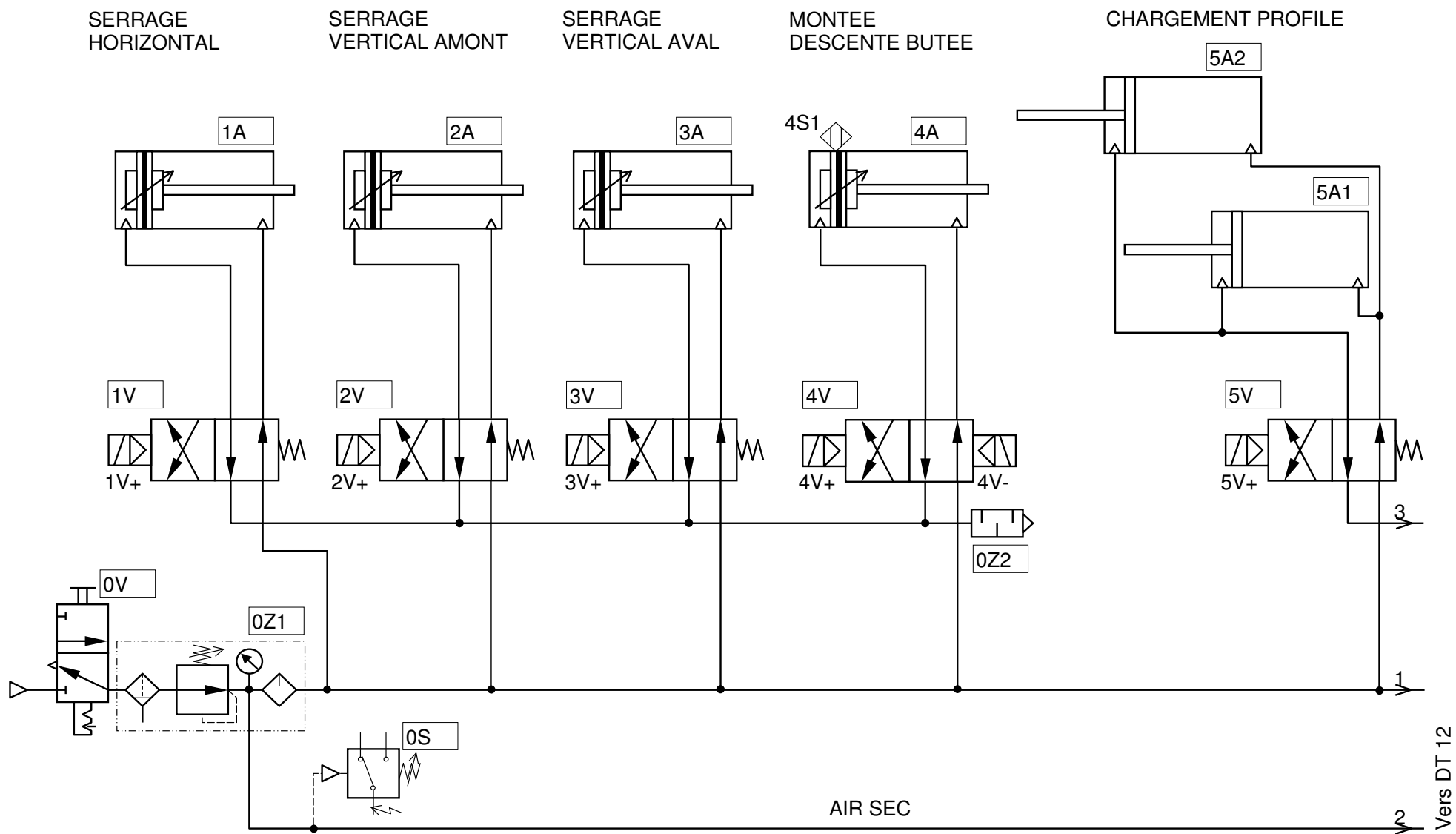


## GRAFCET GT4 INITIAL "BRIDER PROFILE" point de vue partie opérative

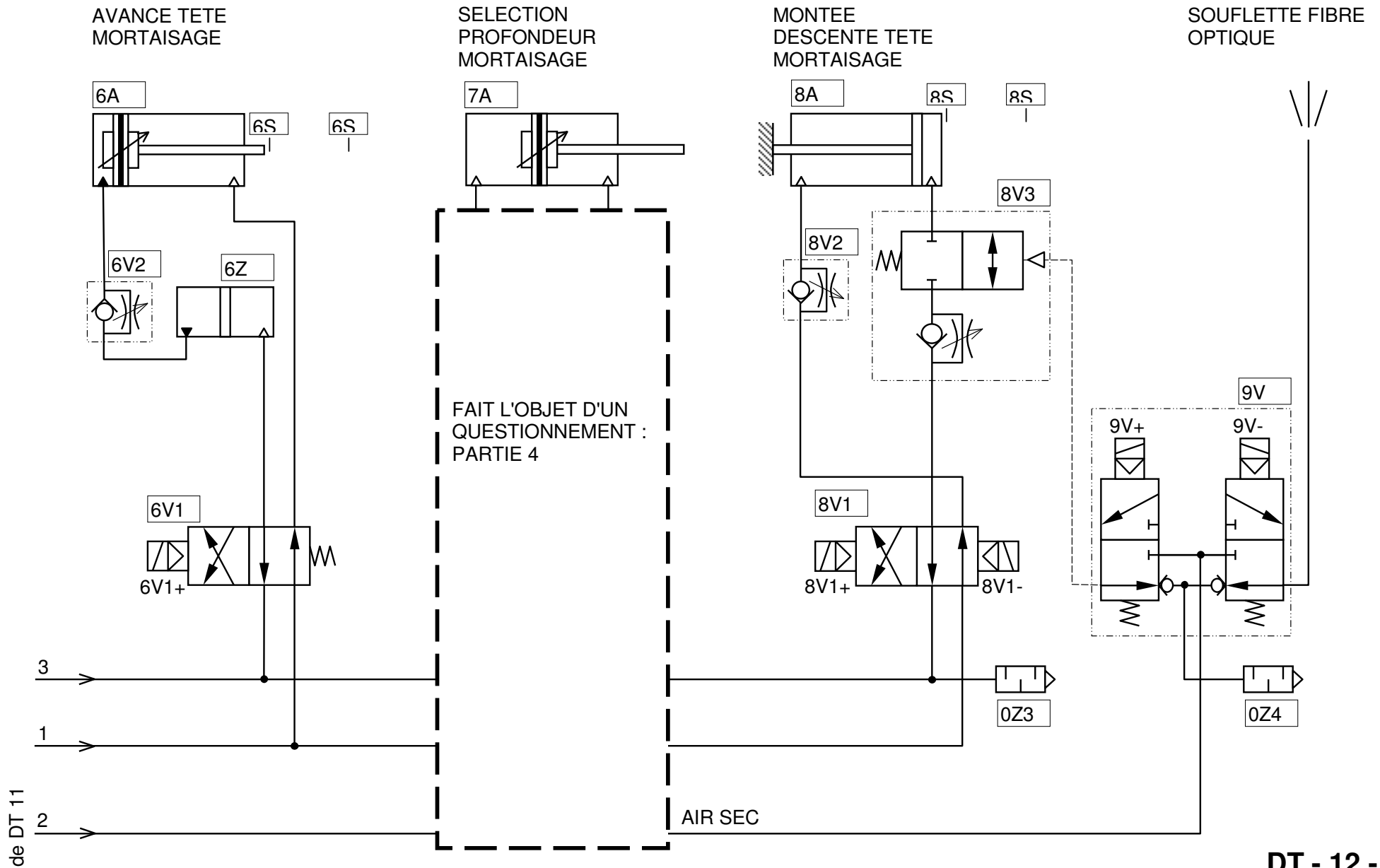


## GRAFCET GT4 INITIAL "BRIDER PROFILE" point de vue partie commande





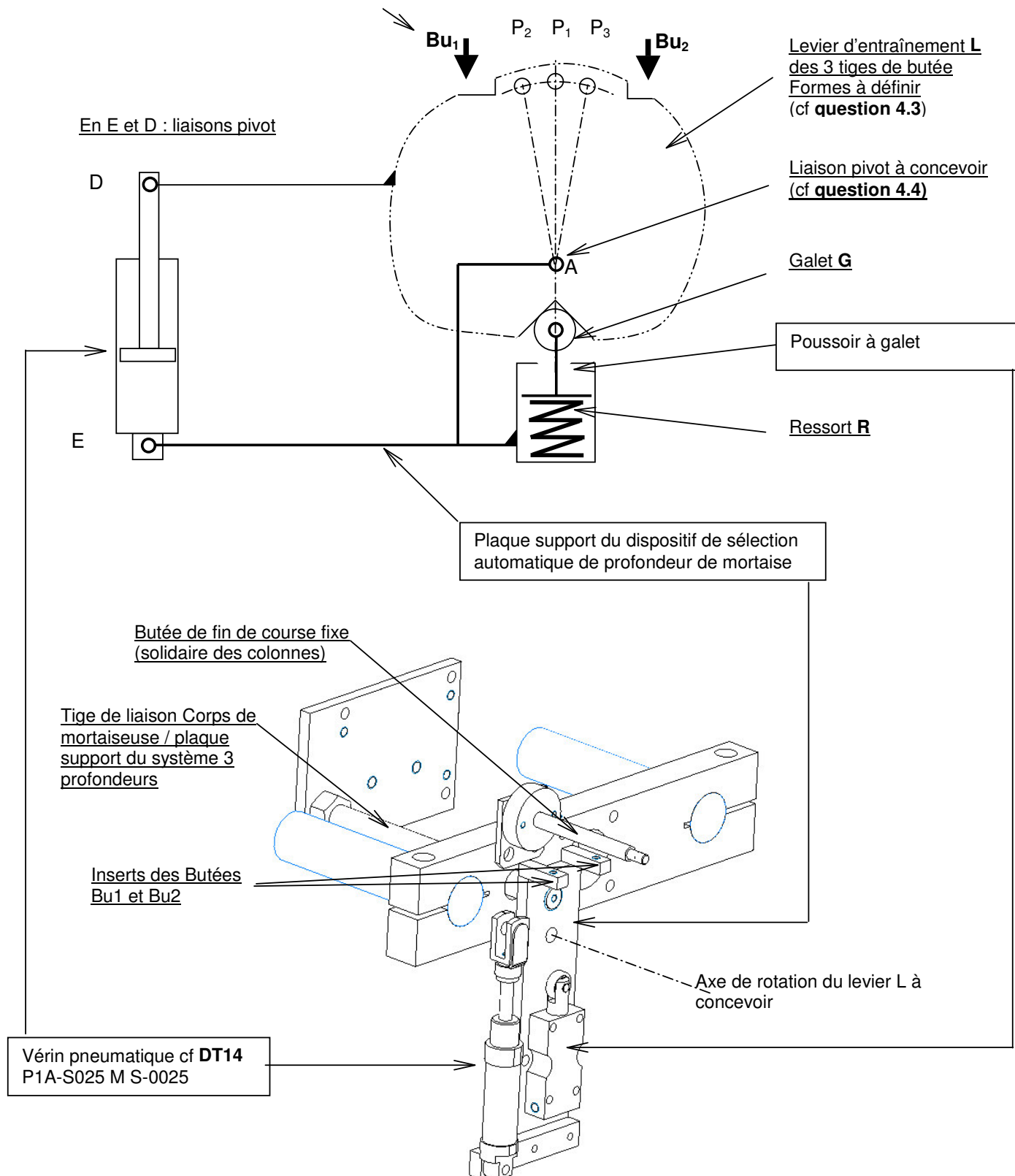
Vers DT 12



## Pré-étude d'implantation du dispositif « 3 profondeurs »

Bu1 et Bu2 : 2 butées limitant le débattement angulaire du levier L

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> : position des 3 tiges M6 constituant les butées de profondeur





## Mini ISO

## Vérins

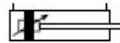
## Caractéristiques spécifiques

Pression d'utilisation maxi 10 bar  
 Température de fonctionnement maxi +80 °C  
 mini -20 °C



## Vérin double effet

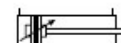
Amortissement pneumatique réglable



Vérin diam. mm	Course mm	Référence
<b>16</b> Conn. M5	20	P1A-S016MS-0020
	25	P1A-S016MS-0025
	30	P1A-S016MS-0030
	40	P1A-S016MS-0040
	50	P1A-S016MS-0050
	80	P1A-S016MS-0080
	100	P1A-S016MS-0100
	125	P1A-S016MS-0125
	160	P1A-S016MS-0160
	200	P1A-S016MS-0200
	250	P1A-S016MS-0250
	320	P1A-S016MS-0320
Course 500 mm maxi	400	P1A-S016MS-0400
	500	P1A-S016MS-0500
<b>20</b> Conn. G1/8	20	P1A-S020MS-0020
	25	P1A-S020MS-0025
	30	P1A-S020MS-0030
	40	P1A-S020MS-0040
	50	P1A-S020MS-0050
	80	P1A-S020MS-0080
	100	P1A-S020MS-0100
	125	P1A-S020MS-0125
	160	P1A-S020MS-0160
	200	P1A-S020MS-0200
	250	P1A-S020MS-0250
	320	P1A-S020MS-0320
Course 1000 mm maxi	400	P1A-S020MS-0400
	500	P1A-S020MS-0500

## Vérin double effet

Amortissement pneumatique réglable



Vérin diam. mm	Course mm	Référence
<b>25</b> Conn. G1/8	20	P1A-S025MS-0020
	25	P1A-S025MS-0025
	30	P1A-S025MS-0030
	40	P1A-S025MS-0040
	50	P1A-S025MS-0050
	80	P1A-S025MS-0080
	100	P1A-S025MS-0100
	125	P1A-S025MS-0125
	160	P1A-S025MS-0160
	200	P1A-S025MS-0200
	250	P1A-S025MS-0250
	320	P1A-S025MS-0320
Course 1000 mm maxi	400	P1A-S025MS-0400
	500	P1A-S025MS-0500

Les vérins sont fournis complets avec écrou de nez et écrou de tige.  
 Les vérins avec tige traversante sont fournis complets avec deux  
 écrous de tige et un écrou de nez.

## Guide de choix, force théorique vérins double effet

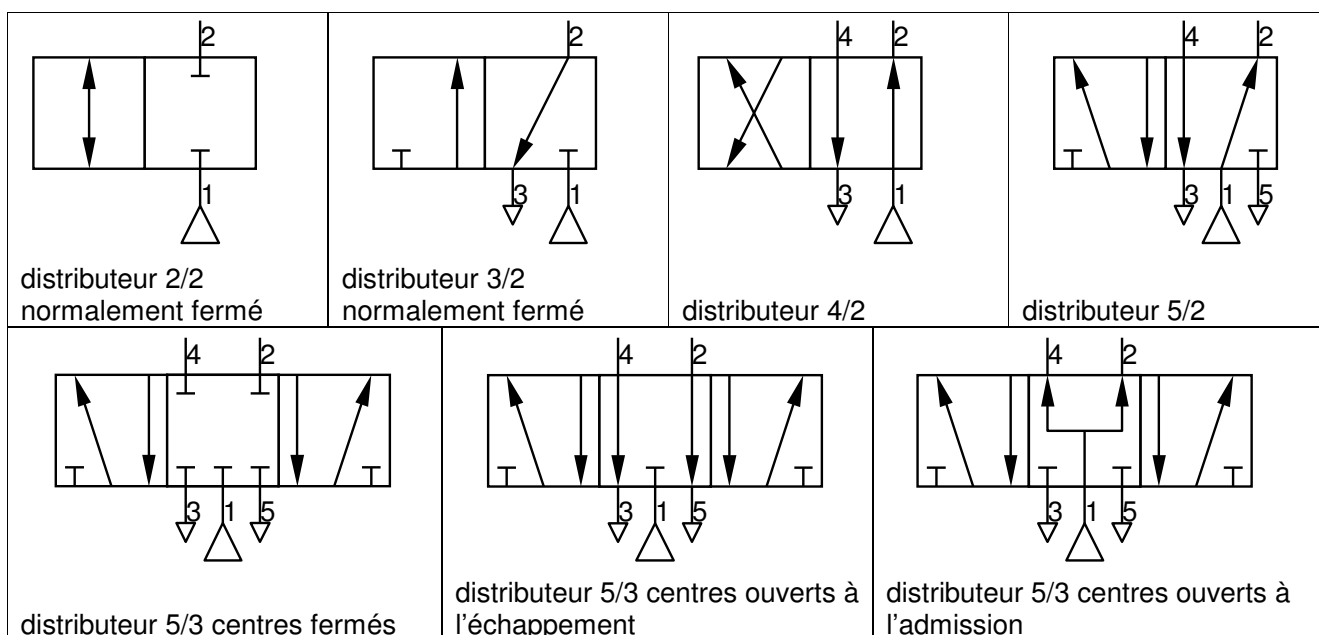
Ø vérin tige mm	Course	S. piston cm <sup>2</sup>	Force théorique maxi. en N (bar)									
			1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
<b>10/4</b>	+	0,8	8	16	24	31	39	<b>47</b>	55	63	71	79
	-	0,7	7	13	20	26	33	<b>40</b>	46	53	59	66
<b>12/6</b>	+	1,1	11	23	34	45	57	<b>68</b>	79	90	102	113
	-	0,8	8	17	25	34	42	<b>51</b>	59	68	76	85
<b>16/6</b>	+	2,0	20	40	60	80	100	<b>120</b>	141	161	181	201
	-	1,7	17	35	52	69	86	<b>104</b>	121	138	156	173
<b>20/8</b>	+	3,1	31	63	94	126	157	<b>188</b>	220	251	283	314
	-	2,6	26	53	79	106	132	<b>158</b>	185	211	238	264
<b>25/10</b>	+	4,9	49	98	147	196	245	<b>295</b>	344	393	442	491
	-	4,1	41	82	124	165	206	<b>247</b>	289	330	371	412

+ = Course en sortie de tige  
 - = Course en rentrée de tige

## Nota!

Sélectionner une force théorique 50-100%  
 plus grande que la force requise.

## PRINCIPAUX TYPES DE DISTRIBUTEURS PNEUMATIQUES



### CARACTERISTIQUES DES DISTRIBUTEURS « PARKER MODUFLEX »

Moduflex Valve System



P2M

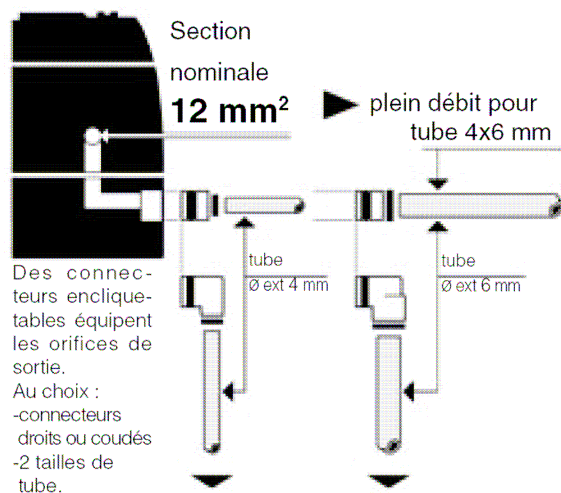
### Débits et connexions pour tubes

Les 2 tailles de distributeurs correspondent à 4 tailles de tubes, couvrant ainsi toutes les applications usuelles.

#### Taille 1

Débit  $Q_{max.} > 400 \text{ NI/min}$

Section  $12 \text{ mm}^2$ , pour tubes  $\varnothing$  ext. 4 et 6 mm



vers vérins

6 à 25 mm

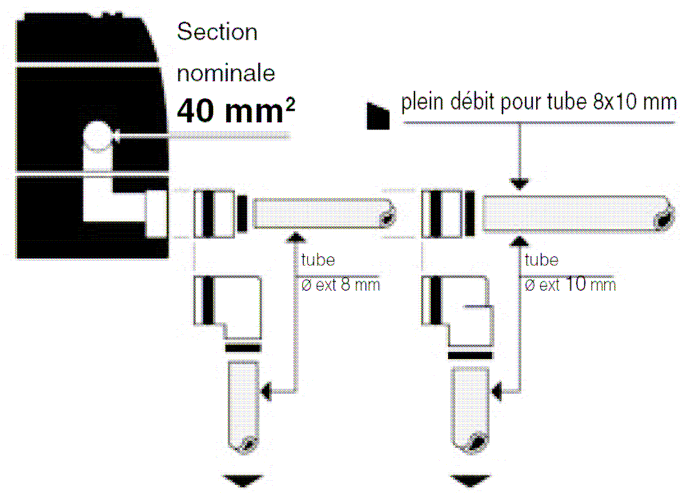
25 à 40 mm

#### Taille 2

Débit  $Q_{max.} > 1200 \text{ NI/min}^*$

Section  $40 \text{ mm}^2$ , pour tubes  $\varnothing$  ext. 8 et 10 mm

\* excepté les fonctions 3/2 et double 4/2 : voir p.10



vers vérins

40 à 63 mm

63 à 100 mm

### Modules distributeurs en îlot à connectique intégrée

Quand le nombre de modules croît, cette version d'îlot à connectique intégrée s'impose. Un tel îlot est alors raccordé à l'automate programmable avec un câble et multi-connecteur enfiché sur la tête d'îlot, ou par un bus de terrain, avec la connexion et le décodage adéquat.



### Modules de base (sans connecteur) et connecteurs pneumatiques correspondants

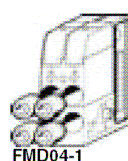
#### Taille 1

Désignation	Symbole	Masse (g)	Référence
4/2 Monostable		94	P2M1V4ES2CV
4/2 Bistable		103	P2M1V4EE2CV
2 x 3/2 NF + NF 2 électro-pilotes avec anti-retour d'échapp.		106	P2M1VDEE2CV
2 x 3/2 NO + NO 2 électro-pilotes avec anti-retour d'échapp.		106	P2M1VCEE2CV
2 x 3/2 NF + NO 2 électro-pilotes avec anti-retour d'échapp.		106	P2M1VEEE2CV
2 x 4/2 Monostable 2 électro-pilotes avec anti-retour d'échapp.		114	P2M1VJEE2CV
3/2 NF 1 seul électro-pilote avec anti-retour d'échapp.		102	P2M1V3ES2CV
4/3 Centre ouvert = 2 x 3/2 NF + NF sans anti-retour d'échapp.		106	P2M1VGEE2CV

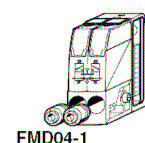
P2M1V4ES2CV



P2M1VJEE2CV



P2M1VDEE2CV



#### Connec. pneu. Ø Tube \*

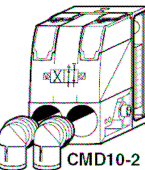
Désignation	Masse (g)	Référence
Droit	4mm	2 FMD04-1
	6mm	3 FMD06-1
Coudé	4mm	5 CMD04-1
	6mm	3 CMD06-1
Bouchon	3	PMDXX1
Silencieux	5	MMDVA1
Union double mâle à "clipper"	3	HMDXX1

\* Quantité indivisible : 10

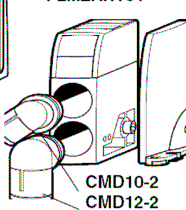
#### Taille 2

Désignation	Symbole	Masse (g)	Référence
4/2 Monostable		100	P2M2V4ES2CV
4/2 Bistable		110	P2M2V4EE2CV
2 x 3/2 NF + NF 2 électro-pilotes avec anti-retour d'échapp.		115	P2M2VDEE2CV
2 x 3/2 NO + NO 2 électro-pilotes avec anti-retour d'échapp.		115	P2M2VCEE2CV
2 x 3/2 NF + NO 2 électro-pilotes avec anti-retour d'échapp.		115	P2M2VEEE2CV
3/2 NF 1 seul électro-pilote avec anti-retour d'échapp.		110	P2M2V3ES2CV
4/3 Centre ouvert = 2 x 3/2 NF + NF sans anti-retour d'échapp.		115	P2M2VGEE2CV

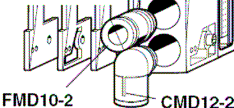
P2M2V4EE2CV



P2M2HXT01



P2M2BXV0A



#### Connec. pneu. Ø Tube \*

Désignation	Masse (g)	Référence
Droit	6mm	3 FMD06-2
	8mm	4 FMD08-2
	10mm	5 FMD10-2
	12mm	6 FMD12-2
Coudé	6mm	5 CMD06-2
	8mm	6 CMD08-2
	10mm	7 CMD10-2
	12mm	8 CMD12-2
Bouchon	5	PMDXX2
Silencieux	3	MMDVA2
Union double mâle à "clipper"	8	HMDXX2

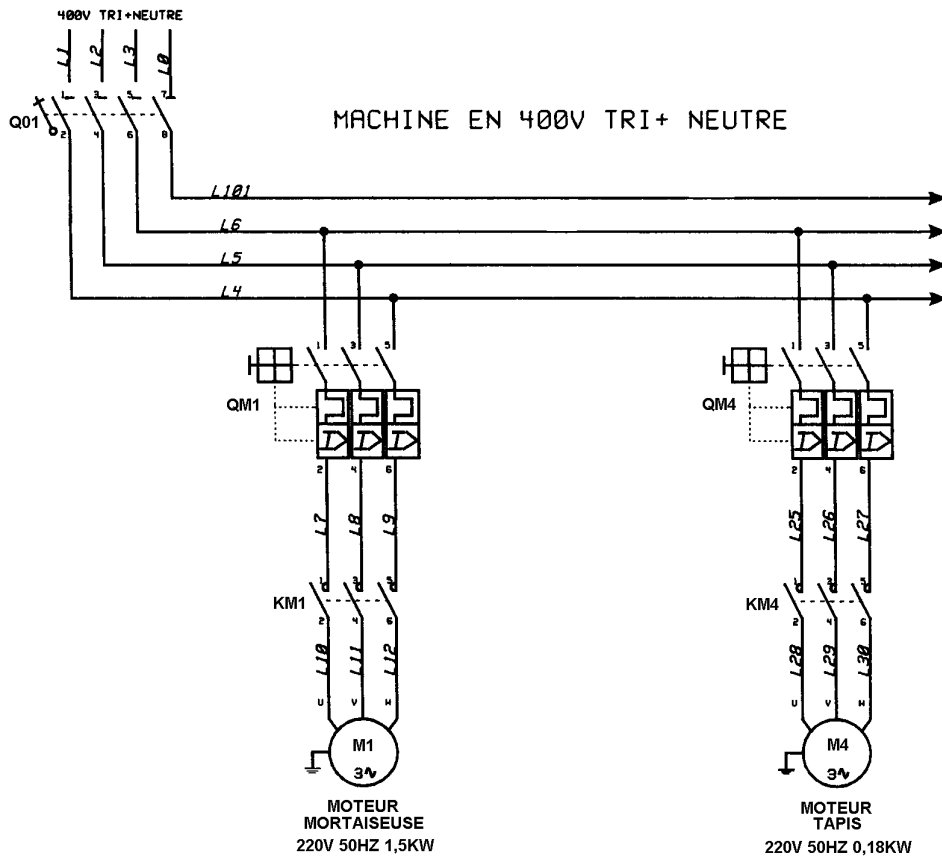
\* Quantité indivisible : 10

### Modules de tête et queue et modules intermédiaires

Désignation	Symbole	Masse (g)	Référence
Module de tête et queue d'îlot		64	P2M2HXT01
Module intermédiaire d'alimentation		68	P2M2BXV0A

Commander des connecteur taille 2 avec les modules de tête et queue.

## SCHEMA ELECTRIQUE PARTIEL DE PUISSANCE



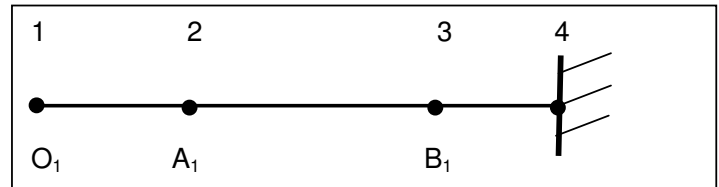
## Flexion d'une poutre colonne de la mortaiseuse Etude menée avec le logiciel RDM Le Mans

### Paramètres du Matériau

Nom du matériau = Acier  
 Module d'Young = 210000 MPa  
 Masse volumique = 8000 kg/m<sup>3</sup>  
 Limite élastique = 250 MPa

### Position des Noeuds

Noeud	y (mm)
1	0
2	150
3	350
4	450



### Paramètres de la section droite

#### Noeuds 1 à 4

Rond plein :  $D = 40.00$  (mm)  
 Aire = 12.57 cm<sup>2</sup>  
 Moment quadratique :  $I_x = 12.57$  cm<sup>4</sup>  
 Fibre supérieure :  $v_y = 20.00$  mm     $W_{el.z} = 6.28$  cm<sup>3</sup>  
 Fibre inférieure :  $v_y = 20.00$  mm     $W_{el.z} = 6.28$  cm<sup>3</sup>

Poids de la structure = 45.24 N (  $g = 10.00$  m/s<sup>2</sup> )

Liaison(s) nodale(s) |

Noeud 4 : Encastrement

Le chargement appliqué correspond aux résultats de la **question 3.6** pour une colonne.

Résultats : Déplacements nodaux [ mm , rad ] |

Noeud	Flèche (mm)	Pente (radians)
1	-0.363664	0.001248
2	-0.189518	0.001063
3	-0.025121	0.000485
4	0.000000	0.000000

# CONCOURS GENERAL DES LYCEES – GENIE MECANIQUE

SESSION 2008

## DOSSIER SUJET

Le sujet comporte 4 parties (14 pages).

DS 1 et DS 2

**Partie 1** : Analyse fonctionnelle et structurelle

DS 3 à DS 8

**Partie 2** : Etude du module de positionnement longitudinal

DS 9 à DS 11

**Partie 3** : Réduction des défauts d'usinage

DS 12 à DS 14

**Partie 4** : Implantation d'un dispositif "3 profondeurs"

## Partie 1

<b>Objectif:</b>	<b>Identifier certaines fonctions et les solutions techniques mises en oeuvre</b>
------------------	---

### **Fonction F1121 Positionner longitudinalement le profilé par rapport à l'outil**

Le positionnement longitudinal du profilé à usiner est réalisé à l'aide de l'ensemble "butée mobile" voir **DT3**, **DT5** et **DT8**

#### **Question 1-1** répondre sur **DR 1**

Décrire la nature du mouvement du "module de positionnement longitudinal du profilé" par rapport au bâti.

#### **Question 1-2** répondre sur **DR 1**

Compléter le FAST partiel suivant à l'aide:

- des documents techniques
- du FAST (cf. **DT6**)
- des indications données ci-dessous

[Déplacer l'ensemble; Entraîner en translation; Guider l'ensemble ; Gérer la position; Rail; Codeur + automate; Moteur + pignon + crémaillère]

### **Fonction F1123 Positionner verticalement l'outil (bédane) par rapport au profilé**

Un dispositif de transformation de mouvement (voir **DT 7**) permet d'obtenir la translation verticale suivant z d'une vis.

Ce déplacement vertical est transmis à l'ensemble du châssis mobile, et assure ainsi le préréglage de la position verticale « par défaut » de l'outil (paramètre  $h_{m1}$  voir **DT 5**).

#### **Question 1-3** répondre sur **DR 1**

Préciser sur le graphe de liaisons la nature des liaisons vis / châssis principal et vis / roue conique permettant la transformation de mouvement du système de préréglage manuel.

#### **Question 1-4** répondre sur **DR 1**

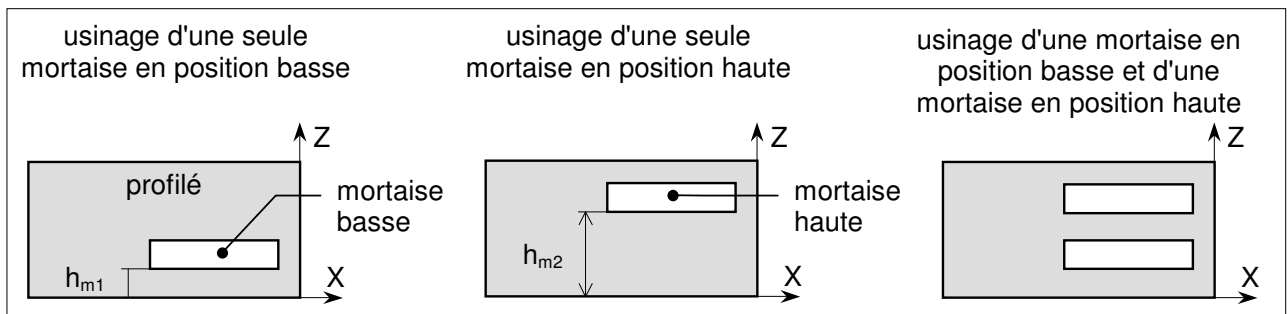
Compléter le schéma cinématique de la transformation du mouvement de rotation du vernier en translation verticale de la vis

#### **Question 1-5** répondre sur feuille de copie

A partir du document **DT 12** nommer les différentes parties du composant repéré 8V3 et expliquer la fonction de chacune de ces parties.

**Question 1-6** répondre sur le document **DR 2**

Le choix de la hauteur de mortaise présentera trois possibilités :



En fonction des notations des actions et réceptivités données sur le document **DR 2** :  
Compléter le GRAFCET GT5 « USINER MORTAISE(S) » point de vue partie opérative.

**Question 1-7** répondre sur feuille de copie

A partir du document **DT 9**

- Donner l'expression point de vue partie commande de la réceptivité "demande tâche T5" du GRAFCET GT5 « USINER MORTAISE(S) ».
- Donner l'expression point de vue partie commande de la réceptivité "mortaise usinée" du GRAFCET GCTO permettant d'assurer la coordination avec le GRAFCET GT5.

**Fonction F1112 Convoyer le profilé vers le poste d'usinage**

Le schéma électrique d'alimentation du moteur entraînant le tapis de convoyage est donné sur le document **DT 17**

Le composant repéré QM4 est un disjoncteur à déclencheurs magnétothermiques.

**Question 1-8** répondre sur feuille de copie

Donner et expliquer le rôle des différentes fonctions que réalise le composant QM4.

Le schéma électrique partiel de commande est donné sur le document **DT 17**

**Question 1-9** répondre sur feuille de copie

Donner l'équation du relais de mise en service KM1105.

**Question 1-10** répondre sur feuille de copie

Expliquer le rôle du contact km1105.

Les bobines des relais KA2 et KA3 sont directement reliées aux sorties de l'automate.

**Question 1-11** répondre sur feuille de copie

Enoncer la raison principale qui a conduit à l'utilisation des relais auxiliaires KA2 et KA3 afin de piloter les bobines des contacteurs KM1 et KM4.



## Partie 2

**Objectif:** vérifier que les solutions techniques actuelles sont compatibles avec l'évolution des contraintes d'utilisation (profilés à usiner plus longs)

### Démarche proposée

- Etape 1:** adapter certaines caractéristiques de la motorisation
- Etape 2:** vérifier la capacité de la carte d'acquisition du codeur
- Etape 3:** vérifier le dimensionnement de la liaison chariot / châssis principal

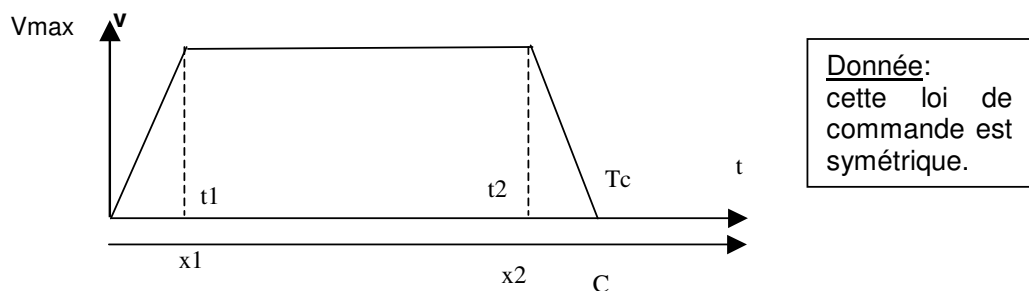
### Etape 1: Etablir certaines caractéristiques de la nouvelle loi de commande de la motorisation

Le module de positionnement longitudinal se déplace suivant l'axe des x.

La course de retour (notée C) de ce module doit s'effectuer en un temps noté  $T_c$ .

Le temps de cycle impose que cette valeur soit de:  $T_c = 1.9s$ .

Pour les profilés de longueur 2,3 m, le moteur est piloté selon la loi de commande en trapèze ci-dessous



De manière à préserver le moteur, la vitesse maximale ( $V_{max}$ ) est limitée à 1,8 m/s.

### Question 2-1 Répondre sur feuille de copie

Ecrire la relation liant  $V_{max}$  et l'accélération  $a_1$ , puis la relation liant la distance  $x_1$ , l'accélération  $a_1$  et la durée  $t_1$ .

Durant la phase d'accélération le module de positionnement parcourt une distance  $x_1$  égale à 0,56 m

Déterminer la durée  $t_1$  de la phase d'accélération et en déduire la valeur de l'accélération  $a_1$

**Question 2.2** Répondre sur feuille de copie

Pour un profilé de 3 m, la course retour du module de positionnement doit s'effectuer durant un temps  $T_c$  identique ( $T_c = 1,9$  s)

La vitesse maximale ( $V_{max}$ ) est toujours limitée à 1,8 m/s et la loi de commande est toujours en trapèze et symétrique.

Durant la phase d'accélération le module de positionnement parcourt maintenant une distance  $x_1$  égale à 0.2 m.

Déterminer la durée  $t_1$  de la phase d'accélération et en déduire la valeur de l'accélération  $a_1$

**Etape 2: vérifier la capacité de la carte d'acquisition du codeur**

Données

La position longitudinale de la butée mobile est contrôlée par un codeur incrémental à deux voies (A et B) déphasées d'un quart de période et de résolution 1024 points par tour pour chacune des voies.

Le codeur est installé en bout d'arbre supportant le pignon d'entraînement ( $m = 1,5$  ;  $z = 20$  dents).

La carte d'acquisition qui comptabilise le nombre d'impulsions émises par le codeur enregistre les fronts descendant de la voie A.

Cette carte peut supporter une fréquence d'acquisition maximum de 40kHz (40 000 impulsions par seconde).

Le nombre d'impulsions est stocké dans un compteur sous la forme d'un mot binaire signé de 16 bits (la valeur du bit de poids fort matérialise le signe : 0 pour un nombre positif, 1 pour un nombre négatif) ; seules les valeurs positives seront utilisées pour compter les impulsions émises par le codeur.

**Question 2-3** Répondre sur feuille de copie

Donner en binaire, en hexadécimal puis en décimal la valeur positive maximale pouvant être inscrite dans le compteur (expliquer les méthodes mises en œuvre pour effectuer les conversions entre les différentes bases de numération).

**Question 2-4** Répondre sur feuille de copie

Calculer le nombre d'impulsions que devra comptabiliser la carte d'acquisition pour une course maximum de 3m.

**Question 2-5** Répondre sur feuille de copie

Calculer la fréquence des impulsions émises par le codeur pour une vitesse maximale de déplacement du module de 1,8 m/s.

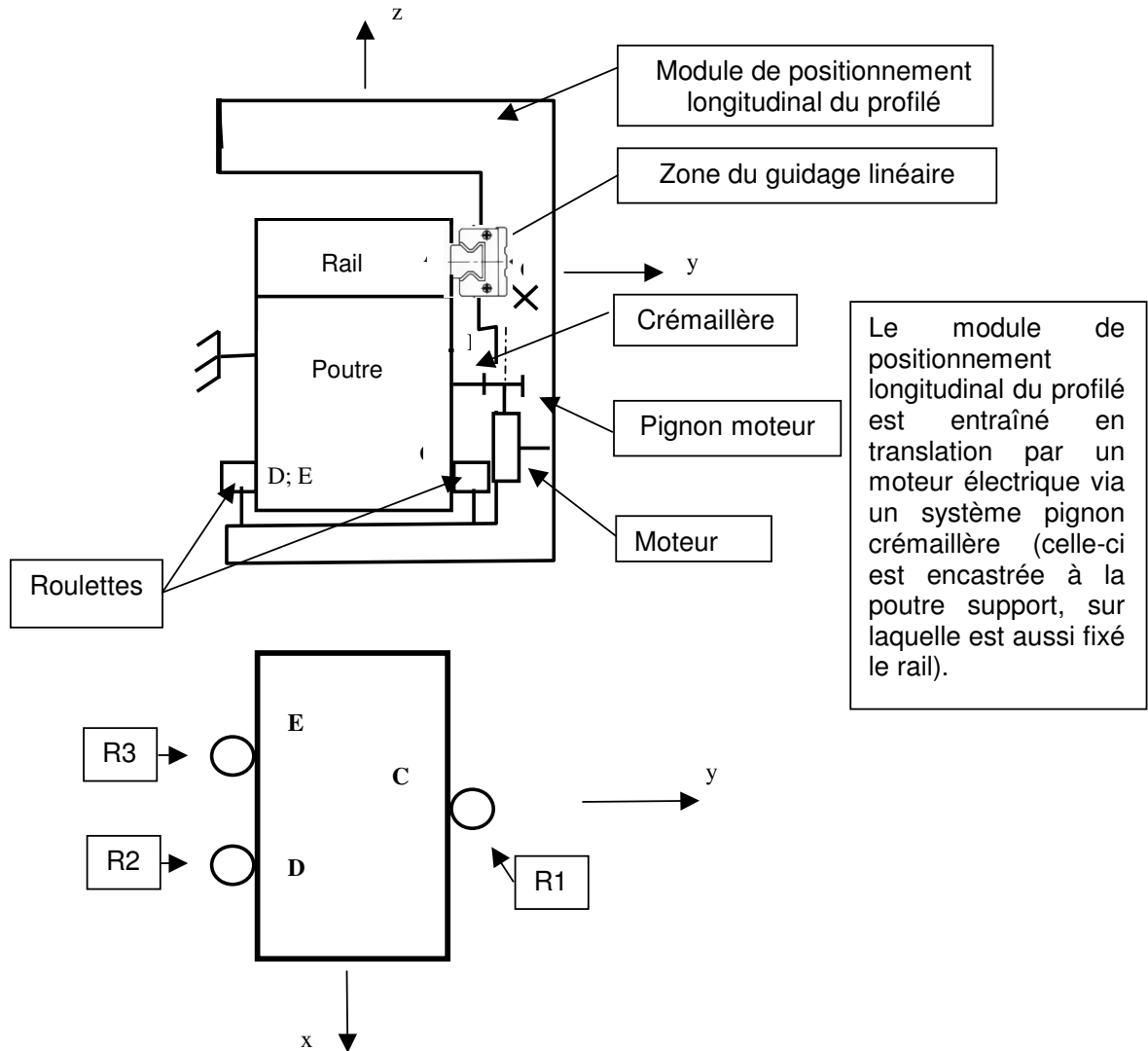
**Question 2-6** Répondre sur feuille de copie

Conclure sur la capacité de la carte d'acquisition à supporter les nouvelles contraintes (longueur de la course et vitesse de déplacement).

### Etape 3: vérifier le dimensionnement de la liaison chariot / châssis principal

La module de positionnement longitudinal du profilé est guidé par rapport au bâti par :

- un guidage linéaire à éléments roulants (Cf. **DT 8**)
- un jeu de trois roulettes (une coté moteur et deux coté opposé)



#### Données :

- le module a pour centre de gravité le point G et une masse  $m$  de 30 kg
- les roulettes R1, R2, R3 de la butée sont en contact avec le rail respectivement aux points C, D et E.
- le pignon moteur est en contact avec la crémaillère au point B
- angle de pression de l'engrenage  $\alpha = 20^\circ$
- le module de positionnement est guidé sur le rail au point A
- les points ont pour coordonnées (en millimètres):
- on prendra  $g = 10 \text{ m/s}^2$
- les liaisons seront supposées parfaites
- le repère lié au bâti est supposé galiléen.

Le rail et les patins du guidage linéaire assurent une liaison entre la poutre et le "module de positionnement longitudinal du profilé".

On modélise cette liaison par une liaison pivot glissant d'axe  $x$ .

**Question 2-7** répondre sur le document **DR 3**

Enoncer les hypothèses qui peuvent rendre ce modèle pertinent.

Les roulettes R1, R2 et R3 assurent également des liaisons entre la poutre et le "module de positionnement longitudinal du profilé".

**Question 2-8** répondre sur le document **DR 3**

Compléter, en tenant compte de ce qui précède, le schéma cinématique spatial.

**Question 2-9** répondre sur le document **DR 3**

La liaison globale entre la poutre et le "module de positionnement longitudinal du profilé" est hyperstatique.

Enoncer les avantages et inconvénients que cela constitue.

Indiquer éventuellement les réglages à prévoir (croquis apprécié)

**Question 2-10** répondre sur le document **DR 3**

Donner les conséquences d'un dépassement des valeurs limites des moments de tangage, de lacet et de roulis.

**Question 2-11** répondre sur le document **DR 4**

On isole le "module de positionnement longitudinal du profilé".

Le module de positionnement longitudinal du profilé est en phase d'accélération sur les  $x$  négatifs (phase de retour).

Représenter sur la figure **DR 4**, la direction et le sens de l'effet d'inertie ( $-m \cdot a_{\vec{x}}$ ) due à l'accélération du module de positionnement

**Question 2-12** répondre sur le document **DR 4**

Représenter sur la figure **DR 4**, la direction et le sens, des actions de pesanteur appliquées au module de positionnement

Préciser le type de couple (tangage, roulis, lacet) que provoque cette action sur le patin de guidage

On isole le "module de positionnement longitudinal du profilé".

On effectue le bilan des actions mécaniques de l'extérieur sur le "module de positionnement longitudinal du profilé". (Cf. **Question 2-11**).

**Question 2-13** répondre sur le document **DR 4**

Faire l'inventaire des actions mécaniques extérieures qui agissent sur le "module de positionnement longitudinal du profilé".

Utiliser la formulation suivante:

$$\text{Action en M de i sur j} \quad \{\tau_{i \rightarrow j}\} = \begin{Bmatrix} X_M & L_M \\ Y_M & M_M \\ Z_M & N_M \end{Bmatrix}$$

$$\text{On prendra :} \quad \{\tau_{rail \rightarrow module}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_A & M_A \\ Z_A & N_A \end{Bmatrix}$$

**Question 2-14** répondre sur le document **DR 5**

Appliquer le Théorème de la Résultante Dynamique au "module de positionnement longitudinal du profilé" dans le cas où celui-ci est en phase d'accélération lors du retour en position initiale (déplacement sur les  $x < 0$ ).

$$m \cdot a \cdot \vec{x} = \sum \overrightarrow{F_{ext \rightarrow module}} \quad (a < 0)$$

Ecrire les trois équations scalaires

**Question 2-15** répondre sur le document **DR 5**

Ecrire la relation entre la composante tangentielle  $X_B$  et la composante normale  $Y_B$  au point d'engrènement B (contact crémaillère / pignon moteur).

**Question 2-16** répondre sur le document **DR 5**

Le théorème du Moment Dynamique s'écrit au point A :

$$\overrightarrow{M_{A, rail \rightarrow module}} + \overrightarrow{AG} \wedge \overrightarrow{F_{pes \rightarrow module}} + \overrightarrow{AB} \wedge \overrightarrow{F_{crémaillère \rightarrow module}} + \overrightarrow{AC} \wedge \overrightarrow{F_{R1 \rightarrow module}} + \overrightarrow{AD} \wedge \overrightarrow{F_{R2 \rightarrow module}} + \overrightarrow{AE} \wedge \overrightarrow{F_{R3 \rightarrow module}} = \vec{\delta}(A, module / Ro)$$

Les trois équations scalaires donnent alors :

$$/x: \quad -10 m \cdot g + 100 Y_B + 150 Y_C + 150 Y_D + 150 Y_E = 0$$

$$/y: \quad M_A - 100 X_B = -160 m \cdot a$$

$$/z: \quad N_A - 15 X_B + 50 Y_D - 50 Y_E = -15 m \cdot a \quad \text{avec } a < 0!$$

Au bilan, comparer le nombre d'équations et le nombre d'inconnues de liaison.  
Conclure sur la possibilité de résolution.

**Question 2-17** répondre sur le document **DR 5**

Pour évaluer les efforts maximaux supportés par les roulettes, on se place dans le cas d'une phase d'accélération extrême :

- **R2** n'est pas chargée
- Le couple autour de z est entièrement supporté par les deux roulettes (on considère alors  $N_A = 0$ )

Exprimer littéralement  $Y_{C, rail \rightarrow R1}$  en fonction de l'accélération "a" et des différents paramètres de géométrie et de masse.

**Question 2-18** répondre sur le document **DR 6**

Effectuer l'application numérique pour les accélérations suivantes:

- $a1 = 3 \text{ m/s}^2$  (pour un profilé de 2.3 m)
- $a2 = 8 \text{ m/s}^2$  (pour un profilé de 3m)

Conclure sur l'évolution de la charge agissant sur la roulette

**Question 2-19** répondre sur le document **DR 6**

Les roulettes subissent une pression de contact élevée.

Il est nécessaire de vérifier que cette pression de contact est admissible par le matériau.

La théorie de Hertz permet d'évaluer la pression de contact entre deux solides à partir de la géométrie des roulettes, des efforts en jeu et de la nature du matériau constituant le rail.

Elle permet de conclure que le matériau employé pour les roulettes doit présenter un module d'Young

$$E_{roul} < 0.725 \text{ GPa}$$

En utilisant le diagramme de Ashby (**DR 6**) fourni, déterminer les familles de matériaux qui conviennent.

**Question 2-20** répondre sur le document **DR 6**

Pour affiner le choix il est nécessaire de considérer un deuxième critère.

Ce critère concerne la résistance mécanique du matériau représentée, dans cette

application, par le coefficient C ( $C = \frac{\sigma_{Eroul}^2}{E_{roul}}$ )

On donne **C > 5 10<sup>-2</sup>**

Appliquer ce critère au diagramme de Ashby et en déduire un matériau qui convient

**Question 2-21** répondre sur le document **DR 6**

La roulette utilisée actuellement est en "Courbane" (polymère technique)

Conclure quant au choix du matériau constituant la roulette.

## Partie 3

Des essais ont permis de tester la machine existante avec les contraintes dues aux profilés plus longs, et réalisés dans une essence de bois plus dure.

On constate des défauts :

- De précision de positionnement des mortaises usinées,
- De qualité (rugosité excessive)

**Objectif : vérifier les causes de la baisse de qualité de l'usinage, et proposer une solution permettant de respecter la qualité d'usinage exigée dans le cahier des charges fonctionnel.**

**Démarche proposée :**

**Etape 1 :** Etudier les défaillances dues au serrage

**Etape 2 :** Etudier les défauts dus aux déformations des colonnes de guidage de la mortaiseuse lors de l'usinage

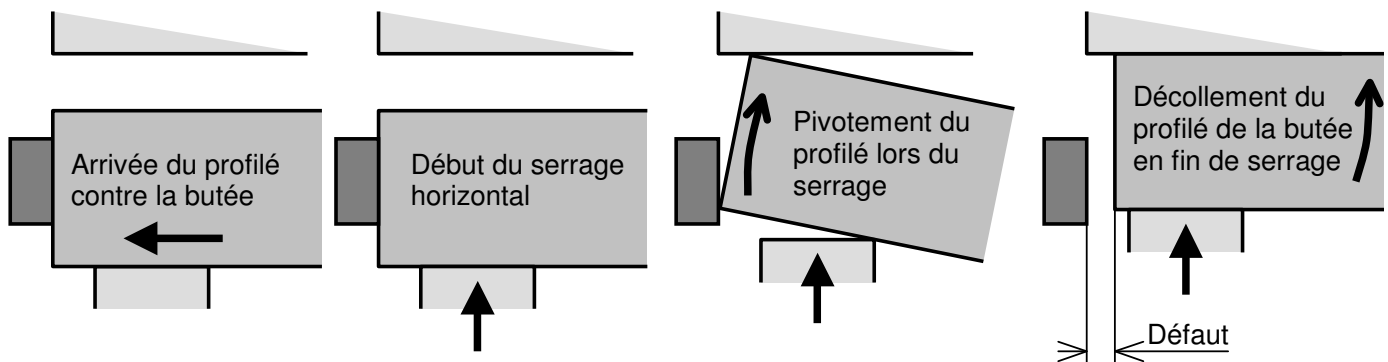
**Etape 3 :** Etudier les défauts dus aux déformations des rails de guidage vertical lors de l'usinage

**Etape 1 : Etude des défaillances dues au serrage**

**OBJECTIF :** assurer un serrage du profilé sans défaut de positionnement.

Le défaut de positionnement vient du décollement du profilé de la butée lors du serrage horizontal (voir schémas ci-dessous). La valeur de ce défaut est particulièrement élevée pour des profilés longs.

Cycle de serrage habituel



Pour remédier à ce défaut, il est proposé d'effectuer le cycle de serrage selon le principe énoncé ci-dessous :

- premier serrage horizontal
- desserrage
- avance du profilé jusqu'à être de nouveau en butée
- deuxième serrage horizontal

**Question 3-1** répondre sur le document **DR 7**

A partir des documents **DT9** et **DT10**, apporter les modifications nécessaires au GRAFCET GT4 « BRIDER PROFILE » point de vue partie commande afin de respecter le nouveau cycle de serrage (il est recommandé d'utiliser une structure de GRAFCET avec reprise de séquence et compteur).

Pour des raisons économiques, aucun détecteur n'est utilisé pour les mouvements des trois vérins de serrage (horizontal, vertical amont, vertical aval), seules des temporisations permettent l'exécution correcte des cycles de serrage et desserrage. Afin d'optimiser la durée des cycles de serrage et desserrage, il est décidé d'implanter des capteurs à seuil de pression à sortie électrique (symbole donné sur le document **DR8**) pour le mouvement de sortie de tige des trois vérins de serrage.

**Question 3-2** répondre sur le document **DR 8**

Modifier le schéma pneumatique afin d'implanter un capteur à seuil de pression sur le vérin de serrage horizontal pour le mouvement de sortie de tige.

**Question 3-3** répondre sur le document **DR 8**

Expliquer le principe de fonctionnement de ce type de capteur et justifier le choix de cette technologie.

**Etape 2: Réduction des déformations des colonnes de guidage de la mortaiseuse**

**Mise en situation et problématique**

Le document **DT4** décrit la solution initialement adoptée pour guider horizontalement la tête de mortaisage par rapport au châssis mobile.

Suite aux essais réalisés avec une essence de bois dure, la qualité de la mortaise réalisée est jugée insatisfaisante.

Hypothèses :

H1 : les plans médians de l'outil et de la mortaiseuse sont confondus

H2 : le problème est plan (plan (Oyz))

H3 : on travaille à 80% de la poussée du vérin d'avance de la mortaiseuse

H4 : pression de service 6 bars

H5 : masse de l'ensemble mortaiseuse – moteur :  $M = 40$  kg

H6 : masse de l'ensemble vérin pousseur + réservoir bac d'huile:  $M = 15$  kg

H7 : l'effet de la pesanteur sur les colonnes est négligé

H8 : le contact palier lisse / colonne est assimilé à 2 contacts ponctuels en A et B

H9 : la liaison en F (tige de vérin pousseur / corps de mortaiseuse) est assimilée à une ponctuelle de normale  $F\vec{y}$

H10 : le contact profilé / outil est assimilé à une ponctuelle de normale  $E\vec{y}$

H11 : l'ensemble est supposé en équilibre

**Evaluation des efforts supportés par les colonnes en phase d'usinage**

**Question 3-4** répondre sur document réponse **DR 9**

Faire l'inventaire des actions mécaniques exercées sur l'ensemble M : Mortaiseuse

Représenter graphiquement les actions mécaniques exercées sur l'ensemble M

Décrire la démarche permettant d'évaluer par calcul les efforts aux paliers en A et B.

Calculer la valeur des efforts aux paliers en A et B

**Question 3-5** répondre sur document réponse **DR 10**

Faire l'inventaire des actions mécaniques exercées sur l'ensemble V : vérin pousseur + bride

Représenter graphiquement les actions mécaniques exercées sur l'ensemble V

Calculer la valeur des efforts exercés dans la liaison encastrement bride / colonnes en O



### **Evaluation de la déviation angulaire de l'outil due à la flexion des colonnes.**

La déviation angulaire du plan de mouvement de l'outil par rapport au plan horizontal xy ne doit pas excéder 1°.

Au-delà de cette valeur, la qualité d'usinage (rugosité) devient insuffisante.

#### **Question 3-6** répondre sur document réponse **DR 11**

On admettra les valeurs suivantes pour les efforts (en N et N.m):

$$\begin{aligned} \text{aux paliers} \quad & \vec{A}_{(M \rightarrow \text{colonnes})} = -610.\vec{z}; \vec{B}_{(M \rightarrow \text{colonnes})} = 210.\vec{z} \\ \text{à l'encastrement en O :} \quad & \vec{O}_{(\text{bride} \rightarrow \text{colonnes})} = 1500.\vec{y} - 150.\vec{z}; \vec{M}_{O(\text{bride} \rightarrow \text{colonnes})} = 27.\vec{x} \end{aligned}$$

Représenter graphiquement les efforts appliqués sur une colonne

#### **Question 3-7** répondre sur document réponse **DR 11**

Utiliser le document technique **DT 18** pour déterminer les déplacements aux points A<sub>1</sub> et B<sub>1</sub> **pour une colonne**. Les colonnes sont en acier, module d'élasticité E<sub>acier</sub> = 210000 Mpa

Décrire la démarche suivie.

Compte tenu de ces résultats, en considérant l'ensemble mortaiseuse (carter + guide) indéformable, évaluer la déviation angulaire  $\theta_c$  du bédane exprimée en degré °.

Conclure sur le respect du cahier des charges.

#### **Question 3-8** répondre sur document réponse **DR 11**

Lors des essais, la flèche réelle à l'extrémité libre d'une colonne peut atteindre 7 à 8 mm.

Décrire les causes justifiant de tels écarts entre l'étude menée et la réalité constatée.

### **Réduction des défauts dus à la flexion des colonnes**

Pour rigidifier la structure de guidage du corps de la mortaiseuse, il est envisagé d'encastrement l'extrémité libre des colonnes avec le support mobile vertical.

Contraintes imposées :

- ne pas modifier l'architecture du guidage actuel
- fabrication mécano-soudée
- permettre la fixation de panneaux plexiglas de protection

#### **Question 3-9** répondre sur document réponse **DR 12**

Proposer sous forme de croquis commenté une solution respectant les contraintes décrites ci-dessus.

Tracer une vue d'ensemble sur la perspective, et des vues de détails planes pour préciser les solutions constructives.

## Partie 4

**Objectif : définir une solution constructive adaptée à l'évolution de cahier des charges**

De façon à gagner en productivité, un client souhaite sélectionner automatiquement une parmi 3 profondeurs de mortaisage.

En avant projet, le concepteur de la machine adopte le principe décrit **DT 13**

### Principe de fonctionnement de la solution envisagée

- 3 tiges filetées M6 réparties diamétralement sur le **levier L** dont les formes sont à étudier, constituent les butées de profondeur **P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>**
- La sélection de la butée de profondeur **P<sub>2</sub>** ou **P<sub>3</sub>** est assurée grâce à un vérin double effet faisant basculer le **levier L**.
- Un poussoir à **galet G** indexe par défaut et en l'absence d'énergie la position médiane **P<sub>1</sub>**. **Ce galet ne doit pas quitter l'entaille en V.**
- Une paire de butées **Bu1** et **Bu2** assure la fonction « limiter le débattement angulaire du levier support des tiges de butées de profondeur ».
- Le vérin ne doit pas être en fin de course. La position des butées **Bu1** et **Bu2** est réglable.
  
- L'ensemble du dispositif est solidaire d'une plaque support liée au corps de la mortaiseuse grâce à une tige.
- La translation selon y de la mortaiseuse s'arrête lorsque la butée de profondeur sélectionnée (**P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ou P<sub>3</sub>**) est en contact avec la butée fixe

### **Démarche proposée :**

**Etape 1 :** vérifier l'aptitude du vérin à assurer la fonction « maintenir le levier en position sélectionnée »

**Etape 2 :** vérifier l'adaptation de la course du vérin choisi au projet

**Etape 3 :** préciser les solutions constructives de l'avant projet

**Etape 4 :** définir la chaîne d'action pneumatique et intégrer cette évolution dans le GRAFCET GT5 : « usiner mortaise(s) »

## Etape 1 : vérifier l'aptitude du vérin présélectionné à assurer le basculement du levier

Hypothèses :

H1 : problème plan xy

H2 : liaisons parfaites sauf liaison piston / corps de vérin ; on adoptera donc un taux de charge du vérin  $\tau = 0,5$

H3 : pression de service 6 bar

H4 : étude menée dans le cas du passage de  $P_1$  à  $P_3$ . Le contact est unilatéral, au point C.

$$\|\vec{C}_{(L \rightarrow G)}\| = 320N$$

H5 : effet de la pesanteur négligé devant les autres efforts

### Question 4.1 répondre sur document réponse DR 13

Isoler le levier d'entraînement des butées **L**

Ecrire le bilan des actions mécaniques extérieures exercées sur **L**

Justifier brièvement la possibilité de résoudre par une méthode graphique

Déterminer graphiquement la valeur de l'effort maximal à fournir par le vérin pour quitter la position médiane **P<sub>1</sub>**

Conclure sur l'aptitude du vérin choisi à assurer cette fonction (voir **DT14**).

## Etape 2 : vérifier la course du vérin choisi

### Question 4.2 Répondre sur le document réponse DR 14

Utiliser l'épure fournie pour déterminer la course effective du vérin pour passer de **P<sub>2</sub>** à **P<sub>3</sub>**

Conclure sur le choix du vérin présélectionné (voir **DT14**).

Tracer le plan de contact avec les butées **Bu1** et **Bu2**.

Déduire du tracé précédent la position des butées **Bu1** et **Bu2** limitant le débattement angulaire du levier **L**.

Le galet **G** ne doit pas quitter l'entaille en V : Tracer en gras les limites de l'entaille en V sur l'épure.

## Etape 3 : préciser les solutions constructives de l'avant projet

Une première étude d'encombrement a permis de déterminer un volume d'implantation du dispositif de sélection automatique de la profondeur de mortaise.

La tige de liaison Corps de mortaiseuse / plaque support assure l'entraînement de l'ensemble du dispositif.

Le levier **L** et le corps du vérin de sélection sont en liaison pivot par rapport à cette plaque.

### Question 4.3 Répondre sur le document réponse DR 15

Les fonctions à assurer par le levier sont listées document **DR 15**

Réaliser un croquis commenté en perspective permettant de définir les formes extérieures du levier d'entraînement des butées.

### Question 4.4 Répondre sur le document réponse DR 16

Définir à main levée la solution constructive adoptée pour la liaison pivot entre le levier **L** et la plaque support

Tracer le contour du levier d'entraînement conçu en **question 4.3**

Indiquer toute cote ou ajustement fonctionnel que vous jugerez nécessaire.

Des annotations permettront de justifier les choix constructifs.

**Etape 4 : définir le chaîne d'action pneumatique et intégrer cette évolution dans le GRAFCET GT5 : « USINER MORTAISE(S) »**

**Rappel du principe de fonctionnement de la solution envisagée (voir DT 13)**

- Le poussoir à galet indexe par défaut (et en l'absence d'énergie pneumatique) la tige du vérin en position médiane (sélection de la butée de profondeur  $P_1$ ).
- La sélection de la butée de profondeur  $P_2$  ou  $P_3$  est assurée grâce au vérin (vérin tige sortie ou tige rentrée).

**Question 4.5** Répondre sur le document **DR 17**

Compléter le tableau permettant de faire le bilan de l'état des chambres du vérin double effet (« sous pression » ou « à l'échappement ») en fonction de la position choisie.

**Question 4.6** Répondre sur le document **DR 17**

A l'aide du document **DT 15**, proposer deux solutions (un distributeur par chambre ou un seul distributeur) pour le choix du ou des préactionneurs gérant la distribution de l'énergie pneumatique au vérin afin de pouvoir assurer les trois positions  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  (le type de commande des préactionneurs ne sera pas précisé à ce stade de l'étude).

L'îlot de distributeurs implanté sur la machine est du type « moduflex série V », le distributeur choisi devra donc s'insérer dans cet îlot.

**Question 4.7** Répondre sur le document **DR 17**

A partir des documents **DT 15 et 16** et de vos réponses aux questions précédentes, choisir une référence de distributeur et compléter le schéma pneumatique (le repérage des pilotages sera 7V+ pour la sortie de tige et 7V- pour la rentrée de tige).

Le choix de la profondeur sera matérialisé par une variable numérique P qui prendra 3 valeurs :

- [P=1] : profondeur P1 (position médiane du vérin)
- [P=2] : profondeur P2 (position tige sortie)
- [P=3] : profondeur P3 (position tige rentrée)

**Question 4.8** Répondre sur le document **DR 18**

En fonction :

- de vos choix précédents,
- des documents **DT 9 et DT 12**,
- de votre GRAFCET GT5 « USINER MORTAISE(S) » point de vue partie opérative (réponse à la question 1-7).

Proposer le GRAFCET GT5 « USINER MORTAISE(S) » point de vue partie commande incluant les modifications nécessaires afin d'intégrer le choix de la profondeur de mortaise.

*Dans le cas où la question 1-7 n'aurait pas été traitée, proposer seulement les modifications nécessaires du GRAFCET GT5 « USINER MORTAISE(S) » afin d'intégrer le choix de la profondeur de mortaise selon le un point de vue partie commande.*

NE RIEN INSCRIRE  
DANS CETTE PARTIE

CONCOURS GENERAL DES LYCEES – GENIE MECANIQUE

SESSION 2008

**DOSSIER REPONSE**

**A rendre à la fin de l'épreuve dans cette pochette**

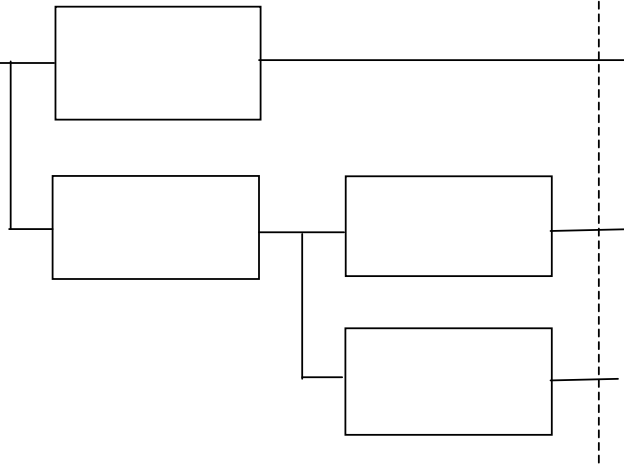
**Composition du dossier**

DR 1	Question 1-1 à 1-4
DR 2	Question 1-6
DR 3	Question 2-7 à 2-10
DR 4	Question 2-11 à 2-13
DR 5	Question 2-14 à 2-17
DR 6	Question 2-18 à 2-21
DR 7	Question 3-1
DR 8	Question 3-2 et 3-3
DR 9	Question 3-4
DR 10	Question 3-5
DR 11	Question 3-6 à 3-8
DR 12	Question 3-9
DR 13	Question 4-1
DR 14	Question 4-2
DR 15	Question 4-3
DR 16	.Question 4-4
DR 17	Question 4-5 à 4-7
DR 18	Question 4-8

### Question 1-1

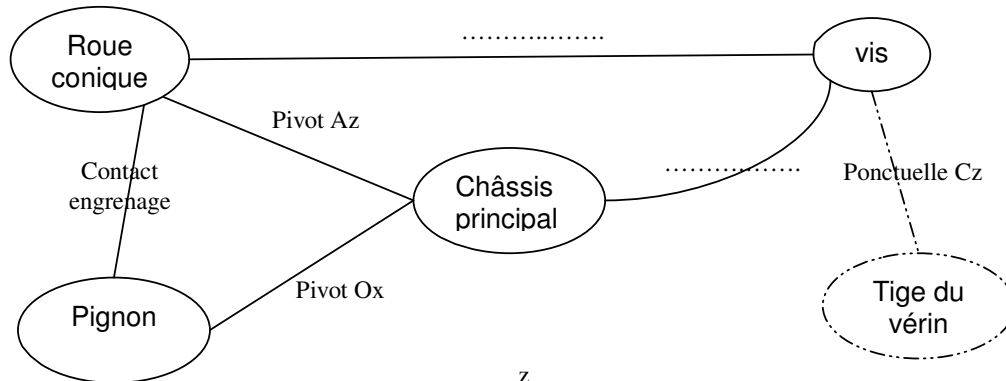
### Question 1-2

F1121: Positionner longitudinalement/x le profilé / outil

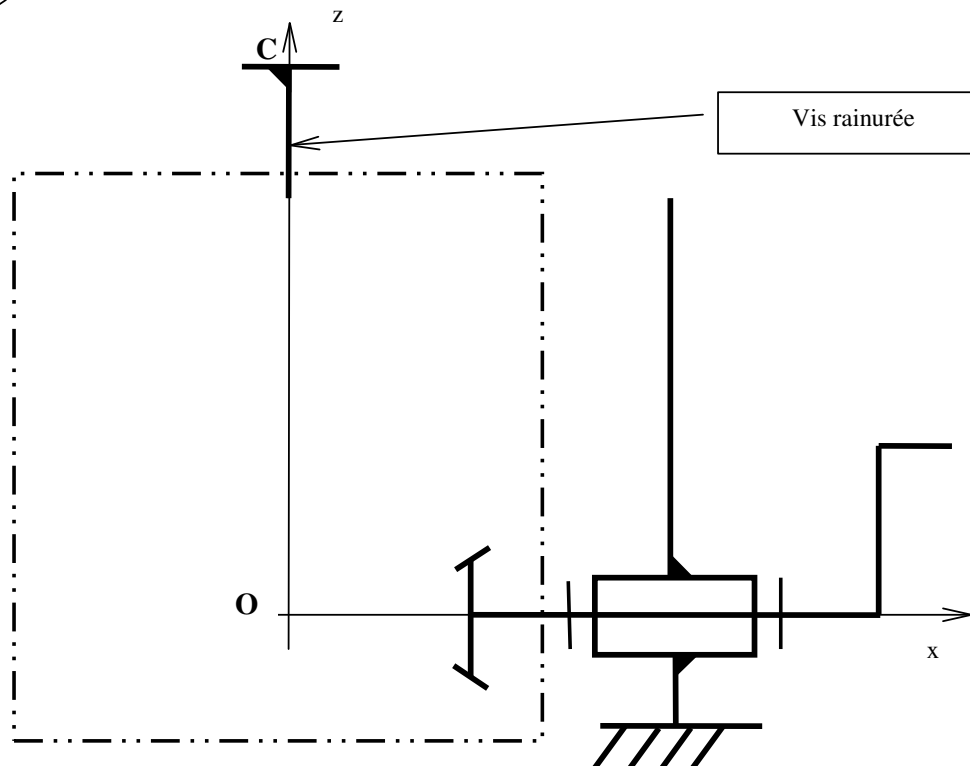


Solutions techniques:

### Question 1-3

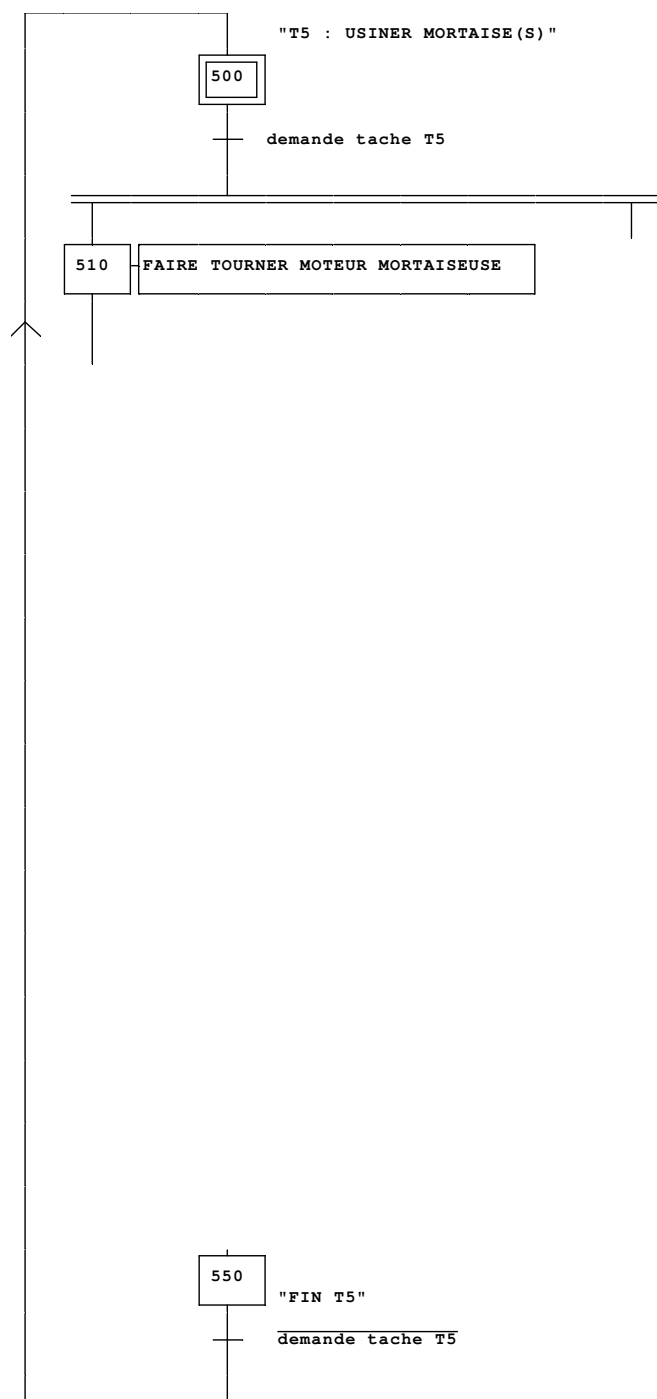
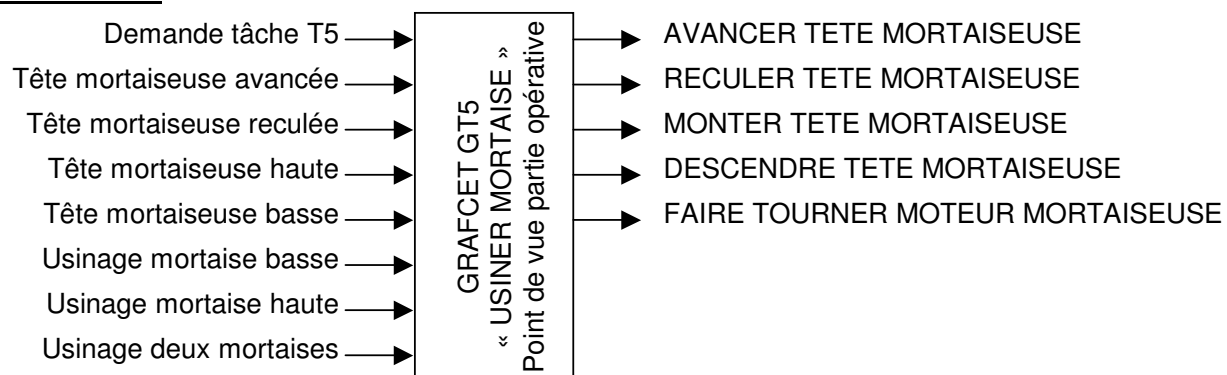


### Question 1-4



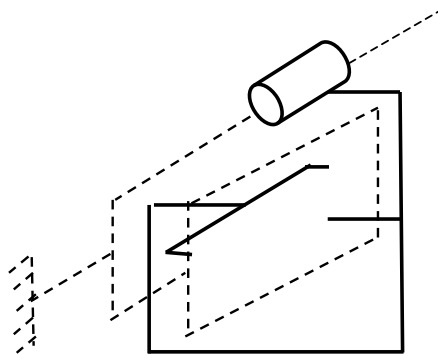
Vis rainurée

### Question 1-6



Question 2-7

Question 2-8

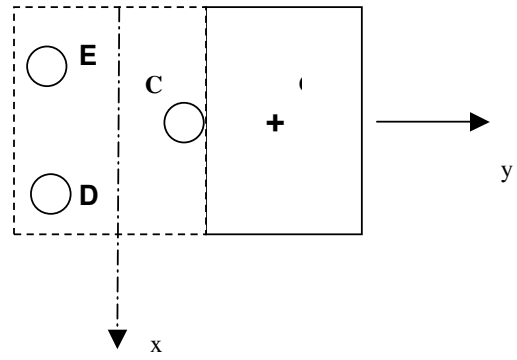


Question 2-9

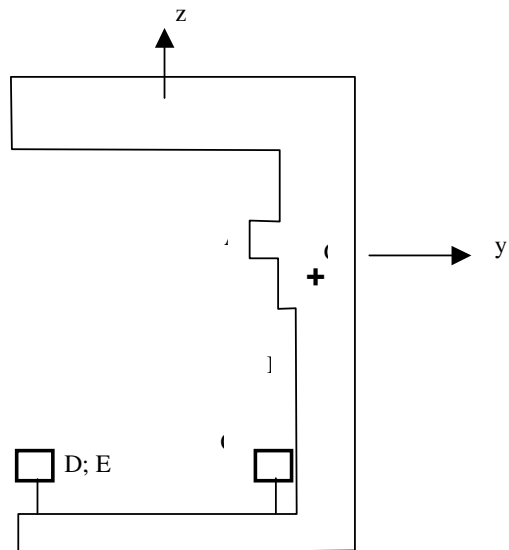
Question 2-10



**Question 2-11**



**Question 2-12**



**Question 2-13**

**Question 2-14**

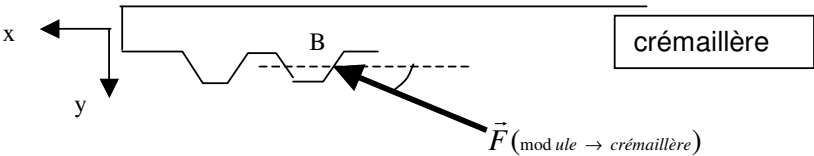
- /x:

(1)
- /y:

(2)
- /z:

(3)

**Question 2-15**

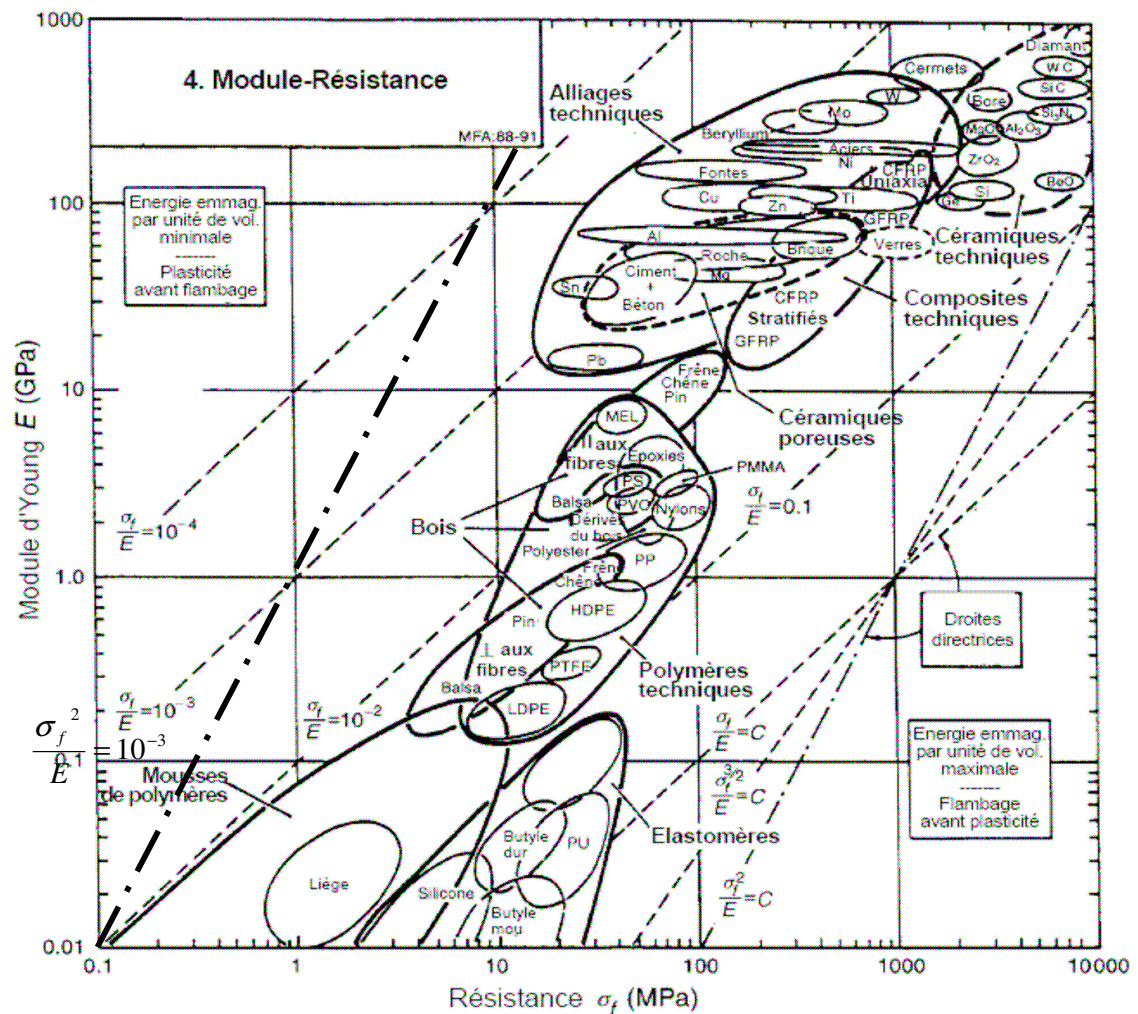


**Question 2-16**

**Question 2-17**

### Question 2-18

**Question 2-19 et 2-20**



Méthode d'utilisation:

On trace la droite directrice correspondant à la valeur calculée, puis on élimine un des cotés de la droite en fonction de l'inéquation utilisée

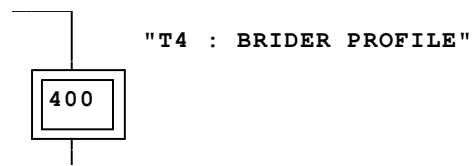
(c) Michael F Ashby  
(c) Editions Dunod, pour la traduction française

### Question 2-21

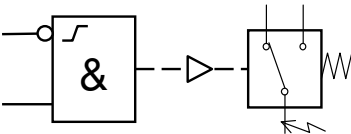
### Question 3-1

Relais moteur tapis avance profilé : **KA2**

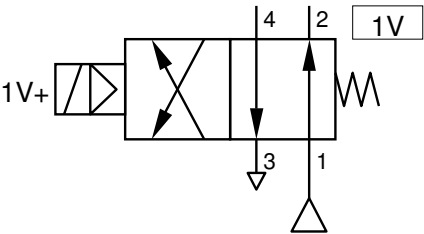
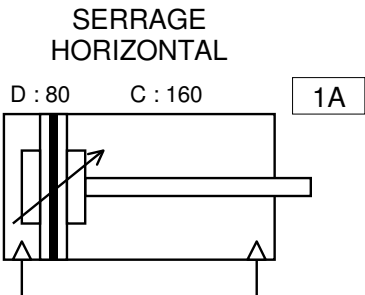
Profilé en butée : cellule photoélectrique de proximité à fibre optique repérée **B2**



Symbole d'un capteur à seuil de pression à sortie électrique :



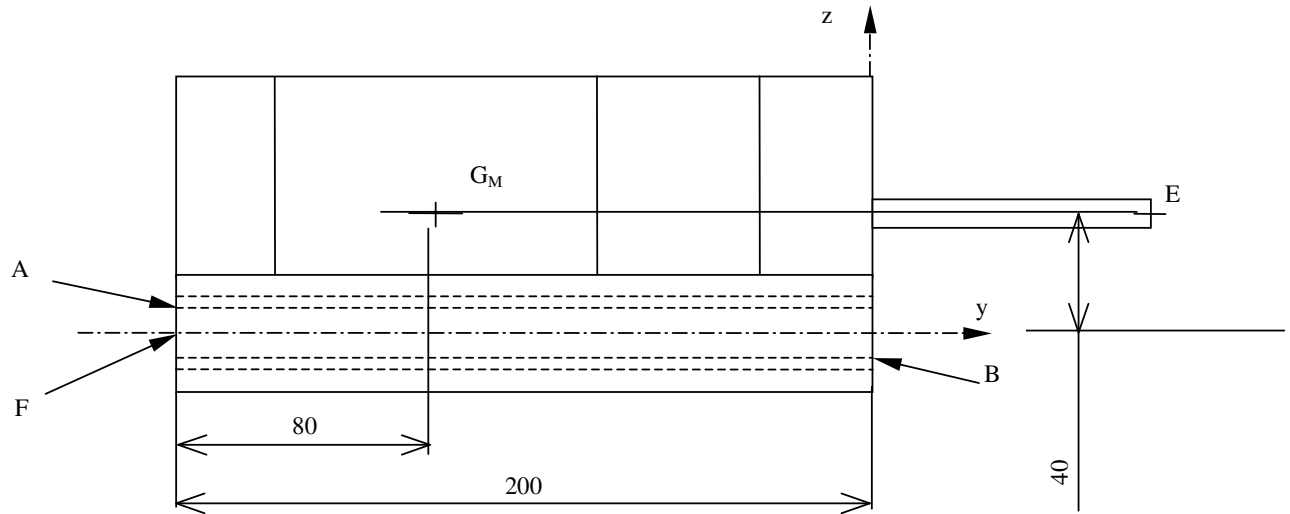
**Question 3-2**



**Question 3-3**

### Question 3-4

- Bilan des actions mécaniques exercées sur l'ensemble M : Mortaiseuse
- Représentation graphique des actions mécaniques exercées sur l'ensemble M

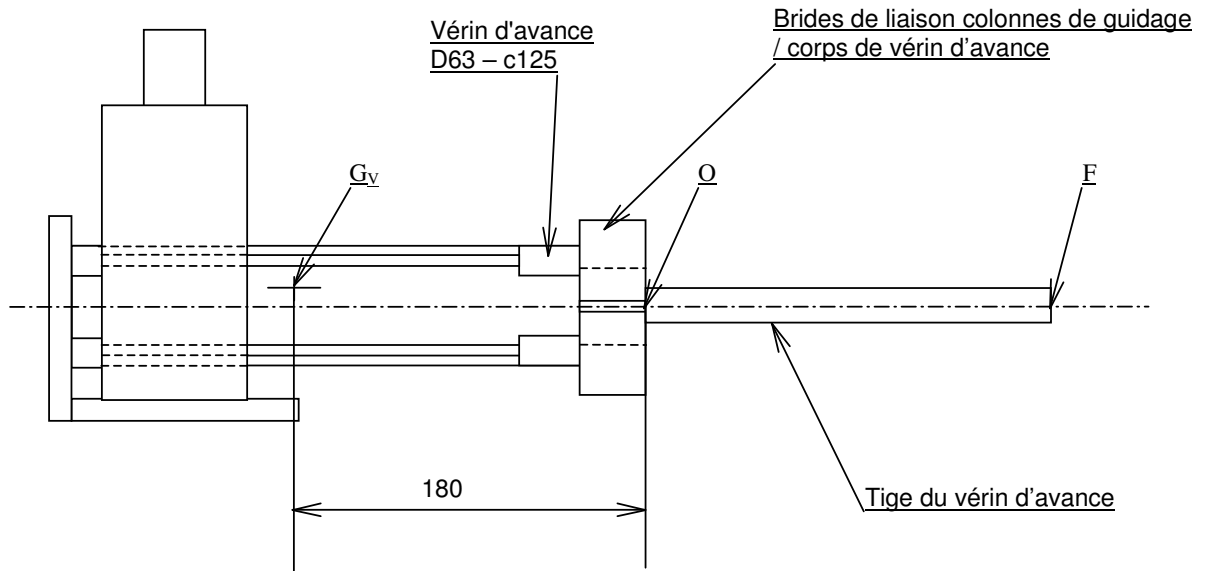


- Calcul des efforts en A et B

### Question 3-5

- Bilan des actions mécaniques exercées sur l'ensemble V : vérin d'avance + bride

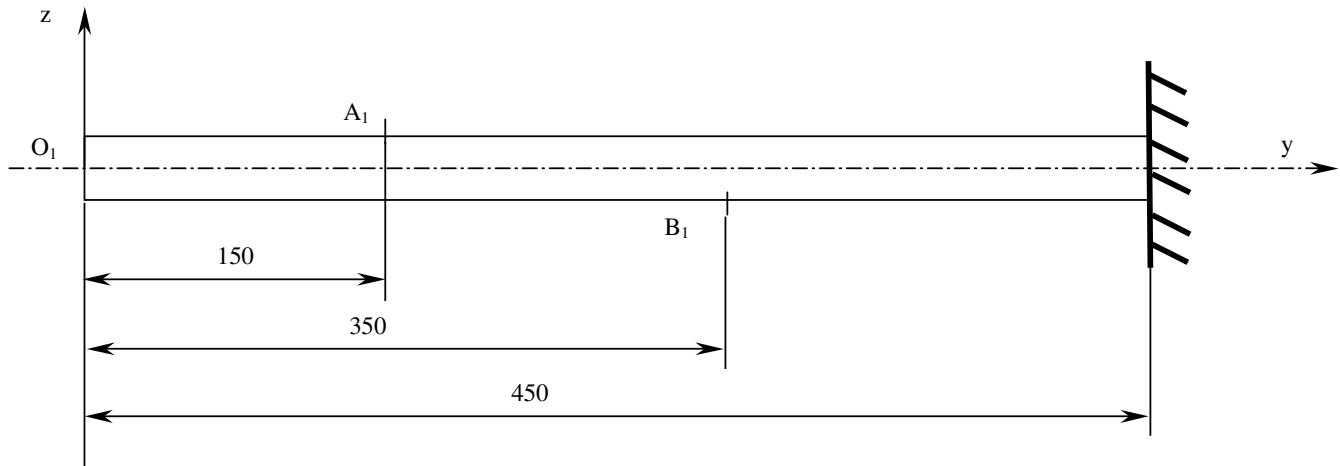
- Représentation graphique des actions mécaniques exercées sur l'ensemble V



- Calcul des efforts en appliqués en O

### Question 3-6

- Représentation graphique des actions mécaniques exercées sur **une colonne** (les différents points sont alors indicés « 1 »)



### Question 3-7

- détermination des déplacements aux points  $A_1$  et  $B_1$  pour une colonne

- évaluation de la déviation angulaire du bédane

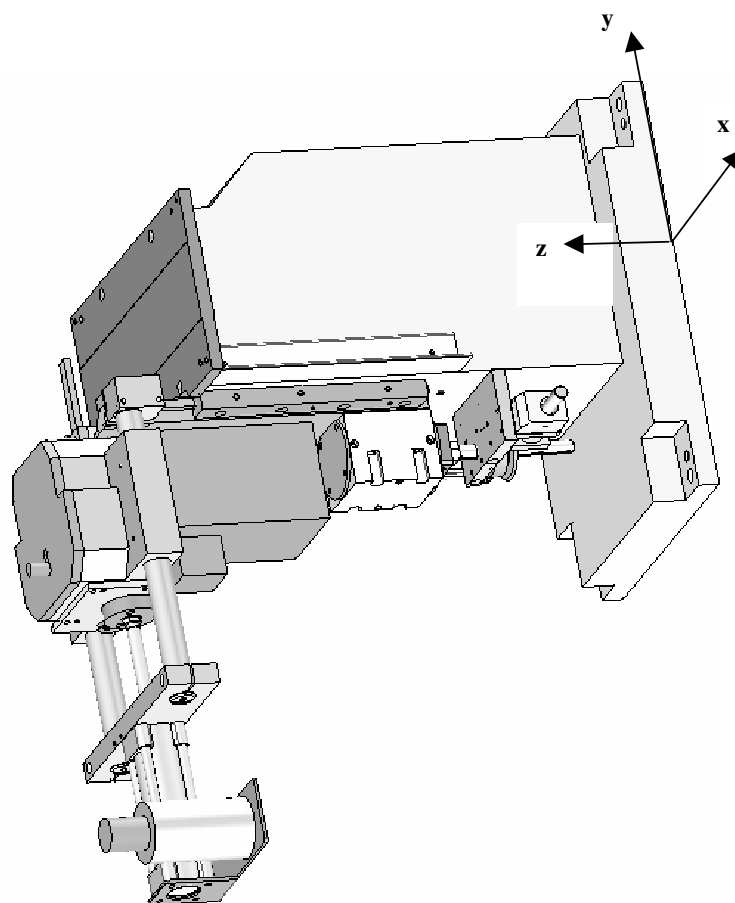
$\theta_c =$

### Question 3-8

- Justification de l'écart de flèche réelle / flèche théorique



**Question 3-9**



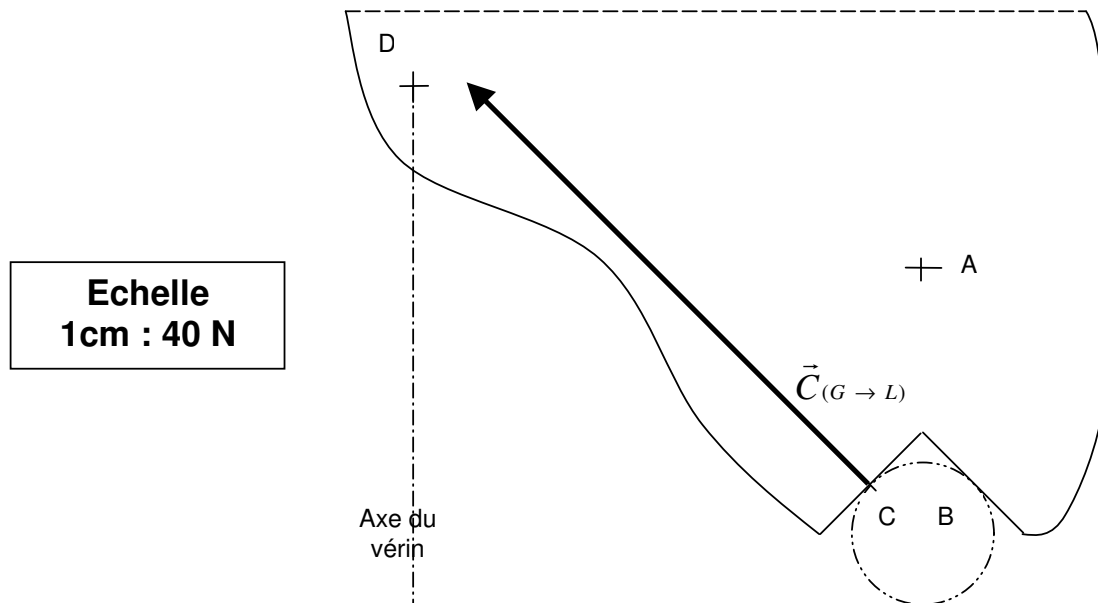
### Question 4.1

Justification de la possibilité de résoudre graphiquement

Bilan des actions exercées sur le levier

Détermination de l'effort à fournir par le vérin

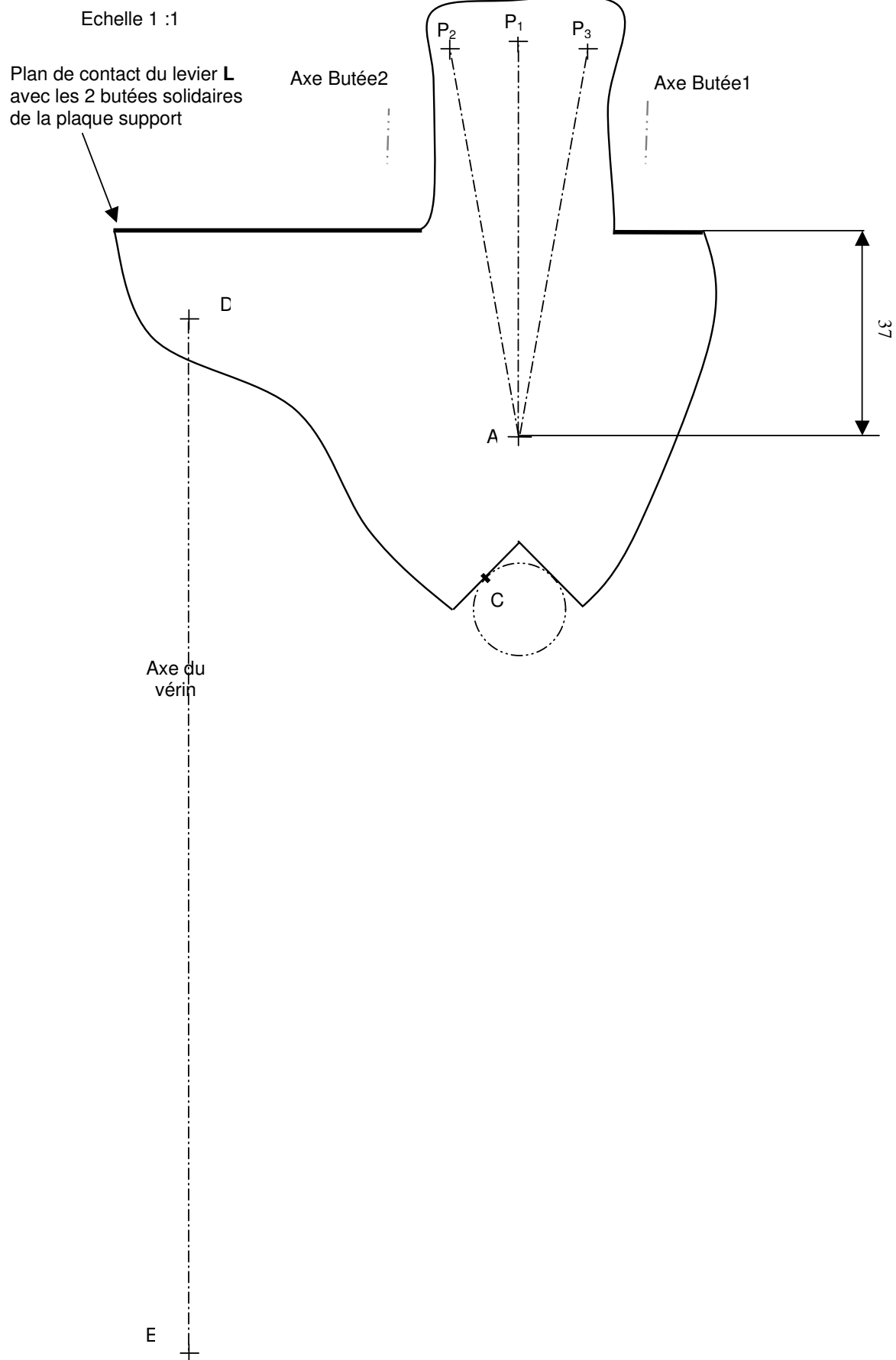
Remarque : les positions relatives des centres de liaisons A, B, C, D sont proposées à l'échelle 1, les formes du levier font l'objet d'un travail de définition.



Tracés

$$\text{D'où } \|\vec{D}_{(V \rightarrow L)}\| =$$

### Question 4.2



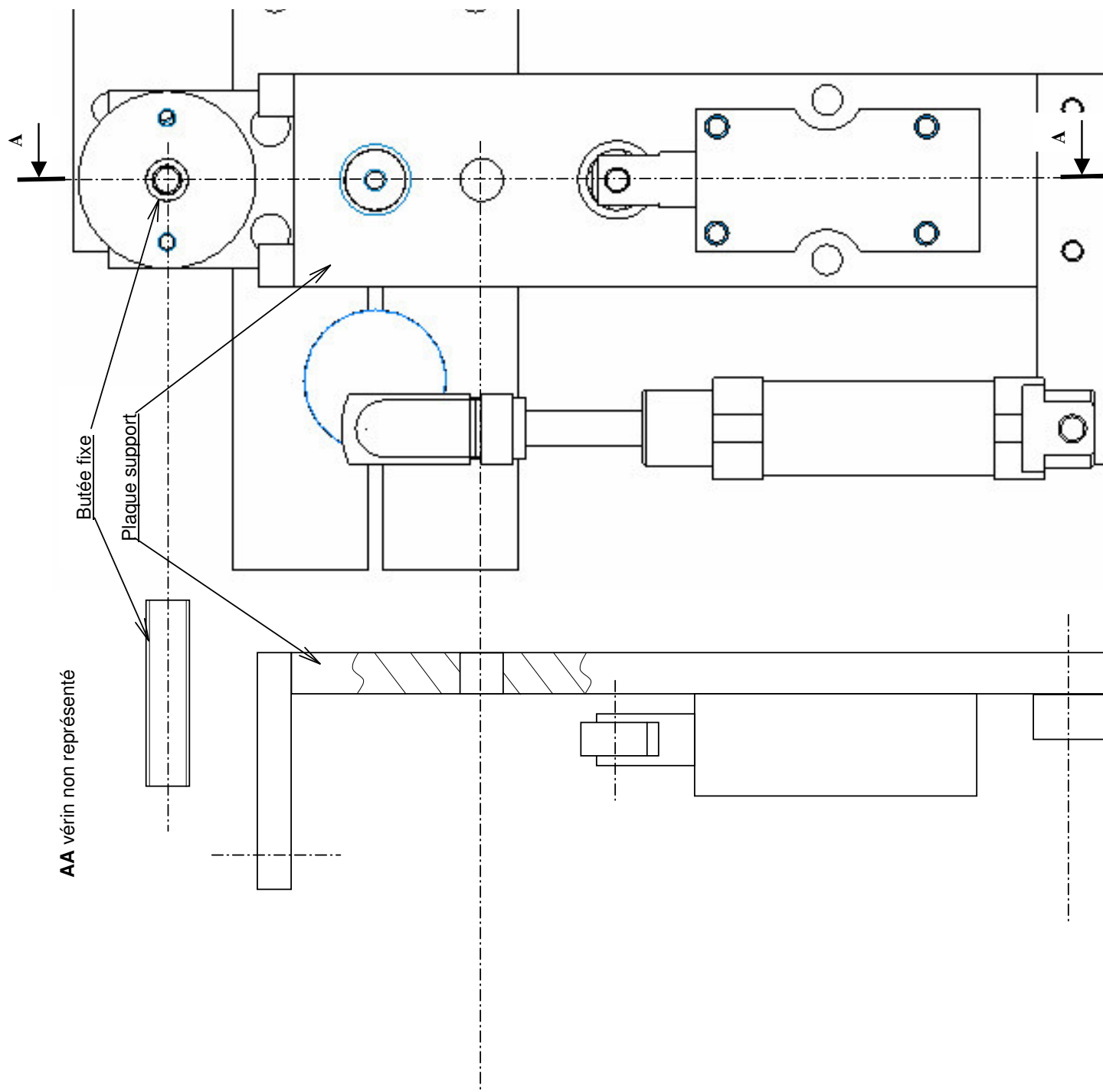
### Question 4.3

#### Croquis perspectif des formes extérieures du levier d'entraînement

Fonctions techniques à assurer :

- Guider en rotation le levier **L** / plaque support
- Guider en rotation tige du vérin d'entraînement / levier **L**
- Supporter les tiges de butées **P<sub>1</sub>**, **P<sub>2</sub>**, **P<sub>3</sub>**
- Guider le galet **G**
- Limiter le débattement angulaire du levier **L**

# **Question 4.4**

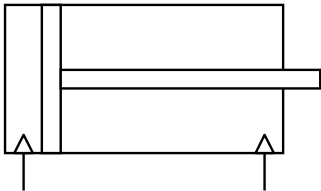


**Question 4.5**

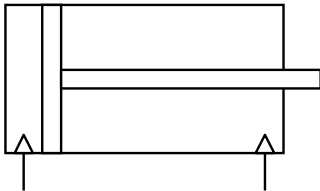
	Chambre avant	Chambre arrière
Profondeur <b>P<sub>1</sub></b> (position médiane)		
Profondeur <b>P<sub>2</sub></b> (position tige sortie)		
Profondeur <b>P<sub>3</sub></b> (position tige rentrée)		

**Question 4.6**

Solution 1

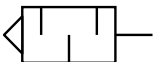
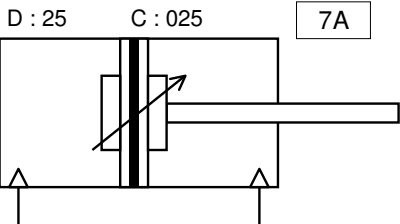


Solution 2



**Question 4.7**

Référence distributeur :



**Question 4.8**

Relais moteur mortaiseuse : **KA3**

