



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**session 2011**

## BTS MÉCANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS

## ÉPREUVE E4

## Conception détaillée de la partie opérative

Sous-épreuve 41

## DIMENSIONNEMENT ET VALIDATION DES PARTIES OPERATIVES

Compétence CP 33 : dimensionner, évaluer les performances d'une solution opérative et choisir un constituant ou un composant opératif

Durée : 3 h

Coefficient 2

**SUJET DE L'ETUDE**  
**FABRICATION DE CAMEMBERTS**

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ

Documents remis aux candidats :

- Présentation générale (feuilles blanches) pages 1 à 3
- Travail demandé (feuilles jaunes) pages 4 à 10
- Documents ressources (feuilles vertes) pages 11 à 14
- Document réponse (feuille bleue) DR1

**IMPORTANT** : il est demandé de vérifier que le sujet est complet dès sa mise à disposition.

**Le document réponse DR1 sera remis à la fin de l'épreuve, même s'il n'a pas été utilisé.**

*Les deux études A et B proposées peuvent être traitées indépendamment et dans un ordre quelconque.*

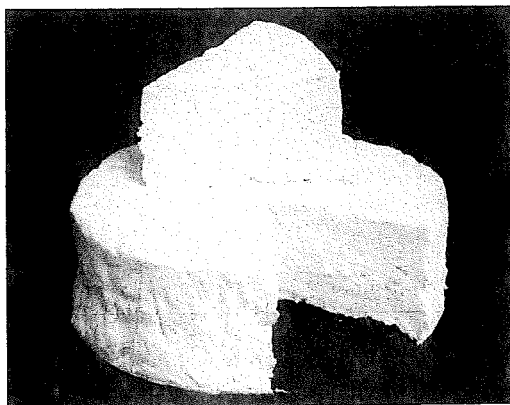
**Le document réponse doit être agrafé à la copie normalisée.**

# Fabrication de camemberts

## Présentation Générale

### Le produit

Le camembert est un fromage français originaire de Normandie, bénéficiant d'une AOP (Appellation d'Origine Protégée). Il doit son nom au village de Camembert situé près de Vimoutiers dans l'Orne. Il est l'un des emblèmes gastronomiques de la France. C'est un fromage à base de lait de vache cru, à pâte molle, à croûte fleurie, de couleur blanche et de forme ronde. Il faut 2 litres de lait pour faire un fromage de 250 g. Il est obligatoirement commercialisé dans une boîte en bois.



### Le procédé de fabrication

La fabrication traditionnelle d'un camembert nécessite trois semaines.

Après avoir été collecté, le lait est traité, chauffé à 37 °C, puis versé dans de grandes bassines<sup>(a)</sup>. Une présure<sup>(b)</sup> naturelle est alors ajoutée afin d'aider la coagulation du lait (voir synoptique page 2). Compact et homogène, le caillé<sup>(c)</sup> est tranché par sabrage<sup>(d)</sup> pour faciliter l'égouttage du lactosérum<sup>(e)</sup> puis versé à l'aide d'une louche dans des moules<sup>(f)</sup> individuels posés sur des clayettes<sup>(g)</sup>. Afin de donner au fromage sa texture onctueuse, cinq passes successives espacées d'environ 40 min d'égouttage, sont nécessaires pour remplir un moule. Cette suite d'opérations exige environ une journée entière.

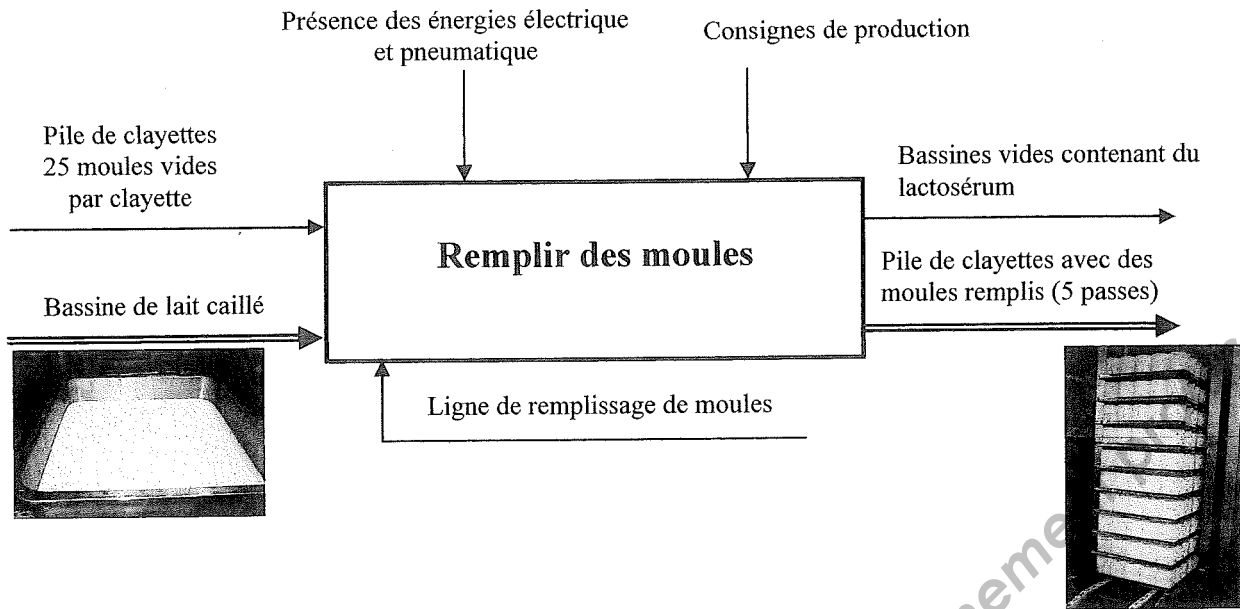
Le deuxième jour, les fromages sont démoulés et transférés au saloir. Le sel est saupoudré sur toutes les surfaces du fromage. Le troisième jour, les fromages sont stockés dans le hâloir où ils resteront pour affinage à une température de 10° à 13°C pendant 12 jours. Les fromages sont alors conditionnés.

L'étude se limitera à la ligne de remplissage des moules comme indiqué sur le synoptique page 2.

<sup>(a)</sup> Bassine :	réceptacle contenant le lait et la présure pour former le caillé.
<sup>(b)</sup> Présure :	substance permettant de faire cailler le lait.
<sup>(c)</sup> Caillé :	lait coagulé grâce à la présure.
<sup>(d)</sup> Sabrage :	opération consistant à trancher le caillé à l'aide de grandes lames.
<sup>(e)</sup> Lactosérum :	résidu liquide après coagulation (petit lait).
<sup>(f)</sup> Moule :	conteneur du caillé pour former un camembert. Les moules sont posés sur la clayette à raison de 25 moules par clayette.
<sup>(g)</sup> Clayette :	plateau grillagé sur lequel reposent les moules.



## Fonction globale



## Extrait des éléments du cahier des charges fonctionnel

Type	Fonction	Critères d'appréciation	Niveaux	Flexibilité
FP1	Sabrer le lait caillé dans la bassine	Dimensions des bassines : - longueur - largeur - hauteur	800 mm 800 mm 1200 mm	F0 F0 F0
FP2	Remplir les moules	Nb de moules par clayette Nb de louches du mécanisme Quantité de louches de caillé par moule	25 25 5	F0 F0 F0
FP3	Empiler ou dépiler les clayettes	Nombre total de clayettes empilées	11	F0
FP4	Egoutter	Temps d'égouttage	40 min	F0
FC1	Gérer le cycle	Cadence Disponibilité	48 clayettes / h 88% mini	F0 F0

# ETUDE DU POSTE D'ELEVATION DES CLAYETTES

## A - Etude du sous-ensemble « système de prise de clayettes »

Les clayettes chargées de camemberts en cours de fabrication (fig. 1 et 2) sont empilées une par une afin de constituer une pile de 11 clayettes. Ces dernières sont positionnées dans un ascenseur et supportées par 4 crochets escamotables.

A l'arrivée de la 11<sup>ème</sup> clayette, la pile est soulevée puis redéposée sur celle-ci. La pile de 11 clayettes peut être alors déplacée vers la zone d'égouttage.

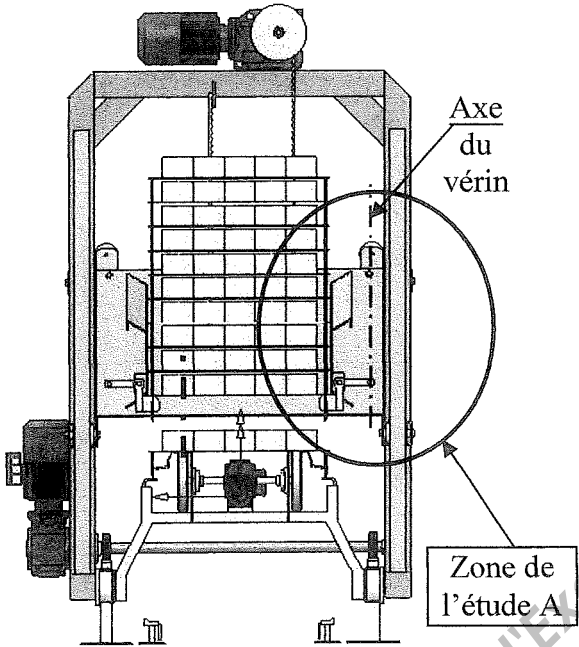


Figure 2

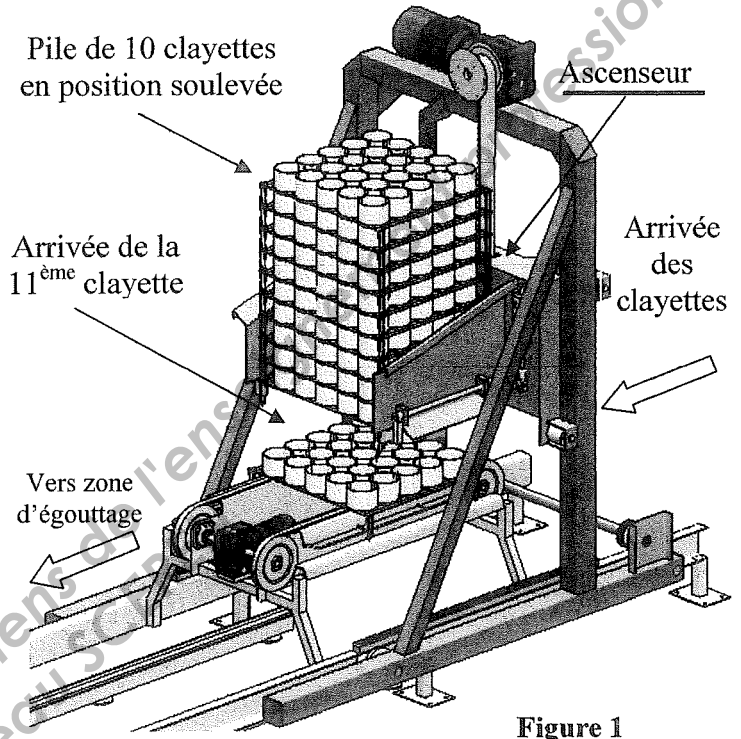
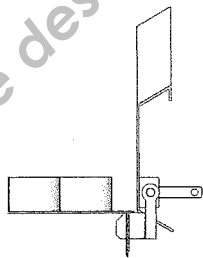


Figure 1

Deux mécanismes symétriques (fig 3) sont constitués d'un système articulé 1 comportant 2 crochets mis en mouvement par un vérin pneumatique V.

Position 1 :  
crochets  
engagés sous  
la clayette



Position 2 :  
crochets  
escamotés

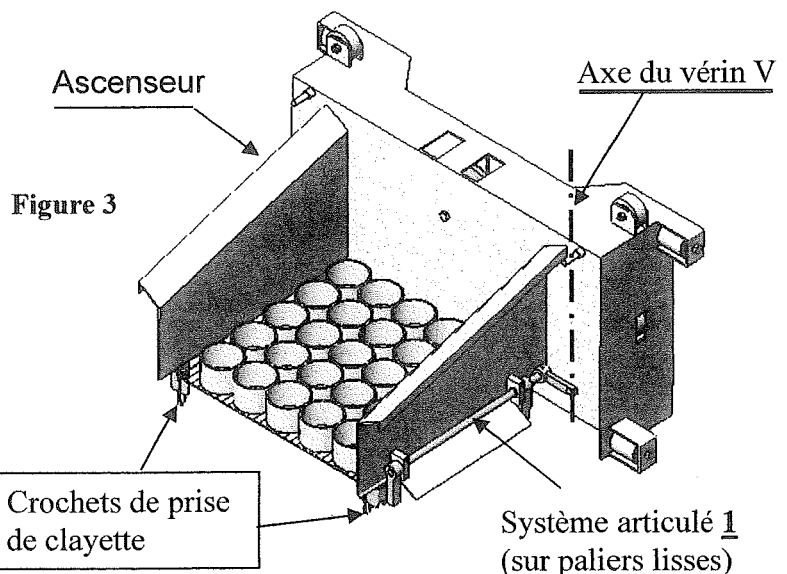
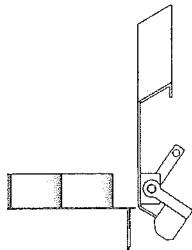


Figure 3

# PROBLEME TECHNIQUE 1 : Choix du vérin V

## Géométrie et Hypothèses

- Le système étant symétrique, l'étude se limitera à un mécanisme d'escamotage (figure 4). L'étude est réalisée lorsque les 11 clayettes sont empilées et reposent sur les 4 crochets. La charge est répartie uniformément sur les 4 crochets.
- Repère  $R_0 (O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  galiléen, lié au bâti 0.
- Dans la position de la fig. 4, l'axe du vérin V est // à  $\vec{z}_0$  et son action sur 1 est modélisable en E par un glisseur de résultante :  $\vec{R}_{V \rightarrow 1} = Z_E \cdot \vec{z}_0$
- Masse des clayettes + fromages + moules :  $M = 184 \text{ kg}$ .  
Les masses des autres pièces seront négligées.
- Accélération de la pesanteur : on prendra  $\vec{g} = -10 \cdot \vec{z}_0 \text{ (m/s}^2\text{)}$
- Toutes les liaisons sont supposées parfaites.
- Les actions mécaniques en C et D sont modélisables par des glisseurs :  
 $\vec{C}_{cl \rightarrow 1} = Z_C \cdot \vec{z}_0$  et  $\vec{D}_{cl \rightarrow 1} = Z_D \cdot \vec{z}_0$

## Modélisation d'un mécanisme escamotable :

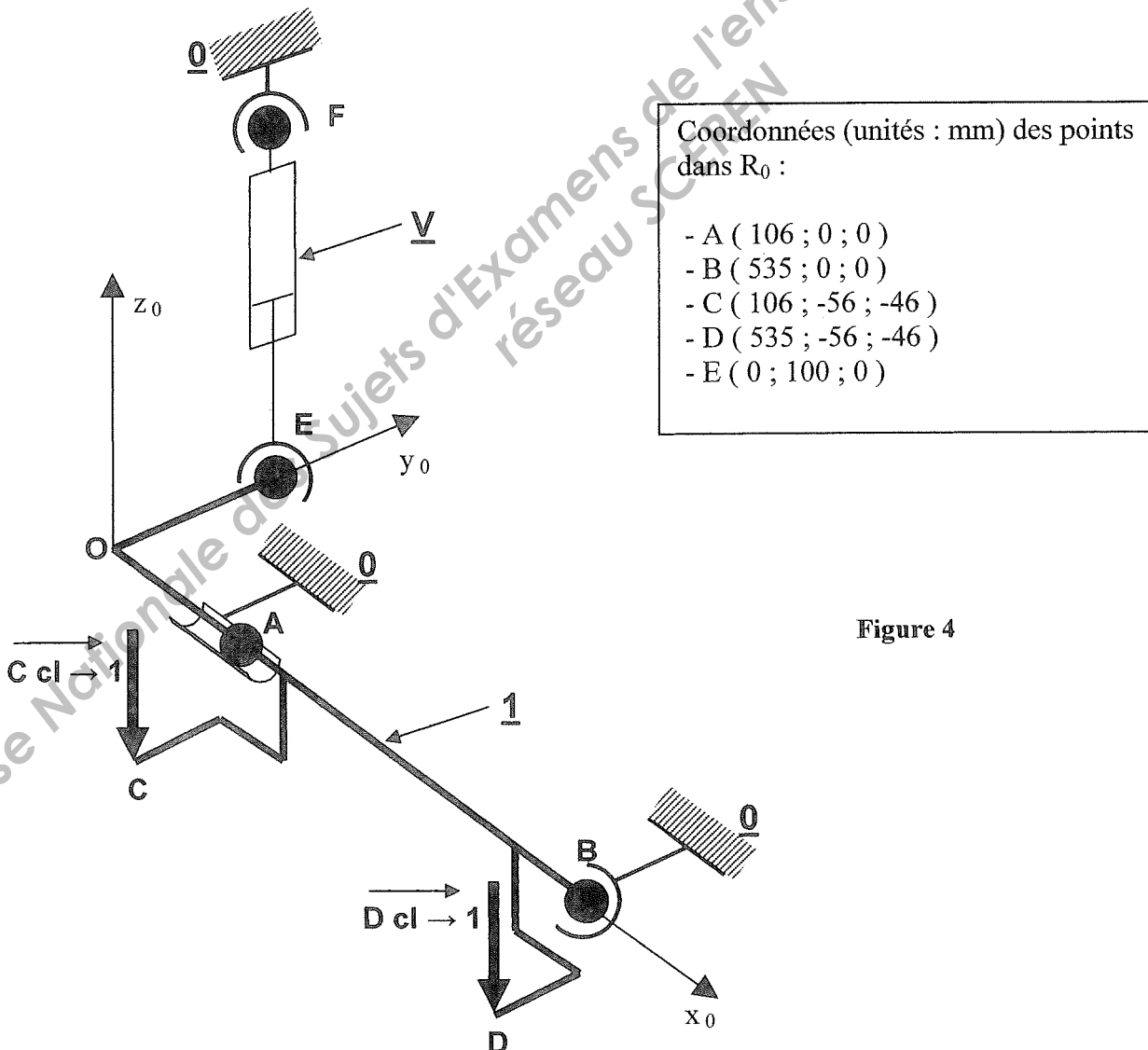


Figure 4

## ETAPE 1 : Détermination du diamètre du vérin V

Le système 1 isolé est "le système articulé + crochets".

**Question A 1 :** Ecrire sous forme de torseur le bilan des actions mécaniques extérieures sur 1.

Notation à utiliser : ( $K$  point quelconque ;  $i$  solide quelconque)

$$\{T_{i \rightarrow 1}\}_K = \begin{Bmatrix} \vec{K}_{i \rightarrow 1} \\ \vec{M}_{K i \rightarrow 1} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} X_K & L_K \\ Y_K & M_K \\ Z_K & N_K \end{Bmatrix}_R \quad \begin{aligned} \vec{K}_{i \rightarrow 1} &= X_K \cdot \vec{x} + Y_K \cdot \vec{y} + Z_K \cdot \vec{z} \\ \vec{M}_{K i \rightarrow 1} &= L_K \cdot \vec{x} + M_K \cdot \vec{y} + N_K \cdot \vec{z} \end{aligned}$$

Les actions mécaniques exercées sur l'ensemble 1 ont été saisies sur un logiciel de calcul.

Unités : force : N ; distance : mm

**SOLIDE ISOLE : 1**

Nombre d'actions mécaniques extérieures : 5  
Système d'équations en appliquant le PFS au point B

$$\begin{aligned} X_B &= 0 \\ Y_B + Y_A &= 0 \\ Z_B + Z_A + Z_E - 920 &= 0 \\ 100 Z_E + 51520 &= 0 \\ 429 Z_A + 535 Z_E - 197340 &= 0 \\ -429 Y_A &= 0 \end{aligned}$$

**Question A 2 :** A l'aide des équations ci-dessus, déterminer l'action exercée par le vérin de basculement V sur l'ensemble 1.

Le vérin est alimenté sous une pression de 0,5 MPa.  
Un taux de charge compris entre 0,5 et 0,6 est préconisé.

**Question A 3 :** Calculer le diamètre minimal de ce vérin V. Choisir dans la documentation ASCO-JOUCOMATIC (voir document ressource page 11) le diamètre normalisé.

## ETAPE 2 : Détermination de la course du vérin V

**Question A 4 :** Déterminer graphiquement (épure à effectuer sur le document réponse DR1) la course standard du vérin V afin de permettre l'escamotage des crochets. Les arrêts du vérin seront effectués en fin de course.

Méthode conseillée :

- Déterminer la position du point E (appelée E') lorsque les crochets sont escamotés.
- Définir la différence d'altitude  $\Delta_Z$
- Choisir dans la documentation un vérin de course légèrement supérieure à  $\Delta_Z$ . Le vérin est prévu avec fixations détachables (tenon arrière démontable et chape femelle de tige).
- Quel que soit le résultat trouvé à la question A3, on retiendra un vérin  $\varnothing 50$  mm. A partir de la documentation ASCO JOUCOMATIC déterminer EF la cote d'encombrement du vérin (tige sortie) puis tracer la position du point F.
- Valider la position définitive du point E (appelée E'') sachant que le vérin s'arrête en fin de course. Vérifier que l'angle minimum de rotation des crochets est respecté.



### ETAPE 3 : Validation du vérin V

Le vérin doit répondre à un cahier des charges très strict : environnement alimentaire. En conséquence il est de la gamme anticorrosion (acier inox 316 L).

Question A 5 : Donner, en utilisant le document ressource page 11, le code du vérin choisi.

### PROBLEME TECHNIQUE 2 : Validation du dimensionnement de l'arbre supportant les crochets

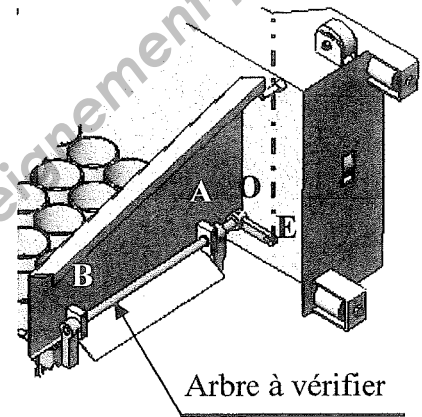
Objectif : Vérifier le coefficient de sécurité pour les contraintes de l'arbre porte crochets.

Coefficient de sécurité souhaité :  $s = 3$

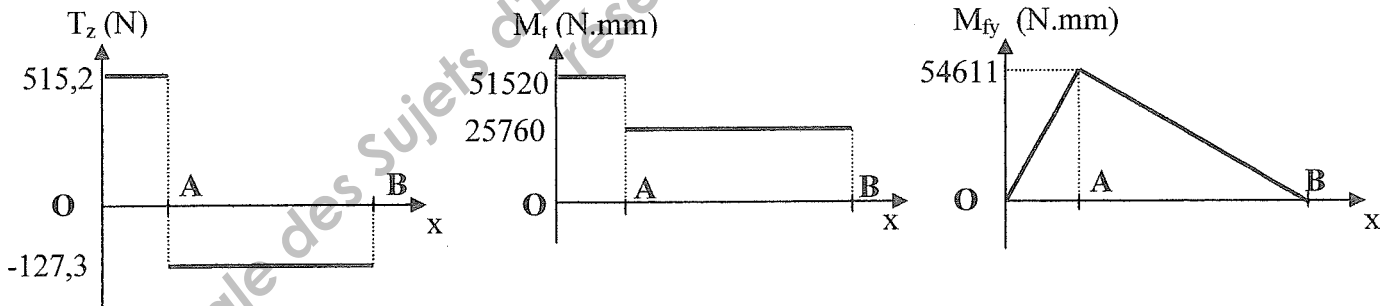
#### Données :

- L'arbre OB :  $\varnothing 25$  mm est en acier Inox 316 L  
 $R_{e\ mini} = 185$  MPa ;  $R_{m\ mini} = 440$  MPa  $R_{cg} = 0,5 R_e$   
 $E = 2.10^5$  MPa ;  $G \approx 0,4 E$
- La modélisation est celle de la figure 4
- Le torseur d'action mécanique exercée par le vérin V sur l'ensemble 1 vaut :

$${}^E \{ \tau_{V \rightarrow 1} \} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -515,2 & 0 \end{Bmatrix}_{O_{10}}$$



- Les diagrammes des efforts intérieurs dans l'arbre OB (logiciel de résistance des matériaux) sont :



Question A 6 : Déterminer la section la plus sollicitée et relever les valeurs maximales.

#### ETAPE 1 : Détermination de la contrainte équivalente

Question A 7 : A l'aide du formulaire page 12, calculer la contrainte maximale en flexion simple, la contrainte maximale en torsion simple, et la contrainte équivalente dans la section droite de la poutre la plus sollicitée selon le critère de Tresca.

#### ETAPE 2 : Vérification du coefficient de sécurité

Question A 8 : Le diamètre de la poutre permet-il de respecter le coefficient de sécurité ?

## B - Etude du sous-ensemble « Ascenseur »

La pile de 11 clayettes chargées de camemberts en cours de fabrication doit être soulevée afin d'être transférée vers les chambres d'égouttage.

### PROBLEME TECHNIQUE : Choix d'une courroie crantée

L'ascenseur, figure 5, chargé de soulever une pile de clayettes peut être modélisé par le schéma simplifié figure 6

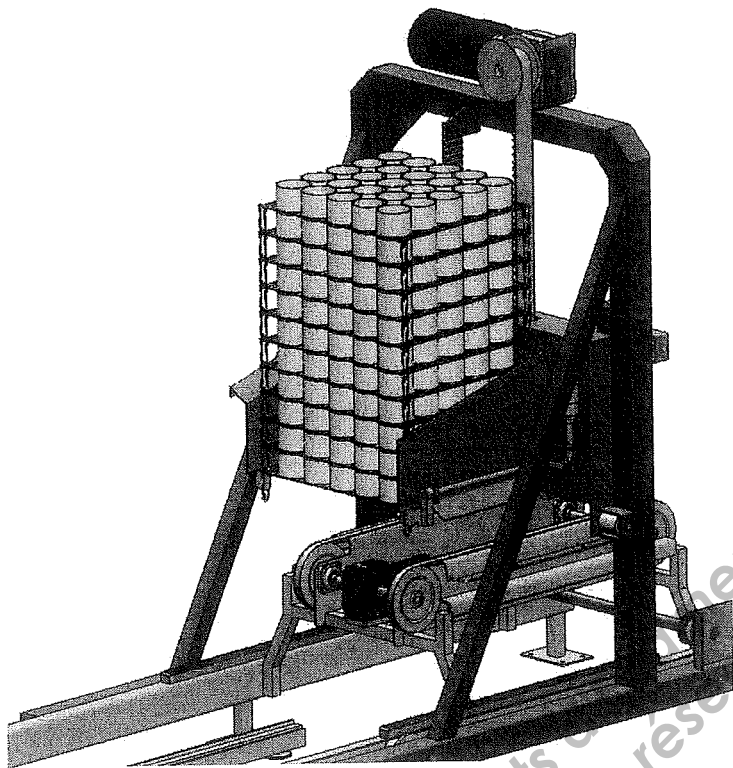


Figure 5

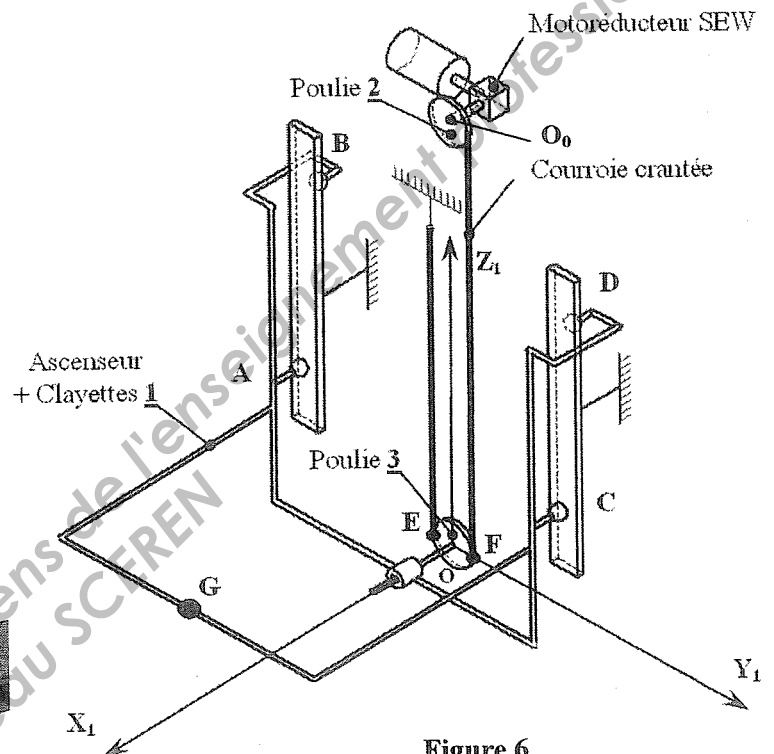


Figure 6

#### Hypothèses et données :

- On se place dans le cas le plus défavorable où :
  - La pile est constituée de 11 clayettes de 25 moules remplis (5 louches / moule)
  - La masse à soulever comprend l'ascenseur (96 kg) et la pile (184 kg) : au total  $m = 280$  kg,
  - Position du centre de gravité de la charge totale :  $\overline{OG} = 0,4 \vec{x}_1 + 0,2 \vec{z}_1$  (unités : m)
  - On prendra  $\vec{g} = -10 \vec{z}_1$  ( $m/s^2$ ).
- Les masses des autres pièces seront négligées.
- $R_0 = (O_0, \vec{X}_1, \vec{Y}_1, \vec{Z}_1)$  est supposé galiléen et  $R_1 = (O, \vec{X}_1, \vec{Y}_1, \vec{Z}_1)$  est lié à  $\underline{1}$ .
- La chaîne d'action est constituée :
  - d'un moteur SEW :  $P_N = 4$  kW,  $N_N = 1438$  tr/min,  $M_N^l = 26,6$  N.m
  - d'un réducteur de réduction exacte 10,2
  - des poulies  $\underline{2}$  et  $\underline{3}$  au diamètre identique  $d_2 = d_3 \sim 140$  mm
  - d'une courroie crantée objet de ce calcul (voir figure 6).
- Les liaisons seront supposées parfaites.
- L'ascenseur est guidé en translation par quatre galets modélisés par des appuis ponctuels A, B, C et D et des galets latéraux non représentés.

## ETAPE 1 : Détermination des caractéristiques cinématiques du mouvement de l'ascenseur

Le motoréducteur choisi permet de soulever l'ensemble 1 {ascenseur + clayettes} grâce à une courroie crantée (voir figures 5 et 6). Ses caractéristiques électromécaniques lui permettent d'entraîner en rotation la poulie 2 selon la loi ci-contre (phase accélération).

La fréquence de rotation maximale de 2 est atteinte lorsque le moteur tourne à sa fréquence nominale de 1438 tr/min.

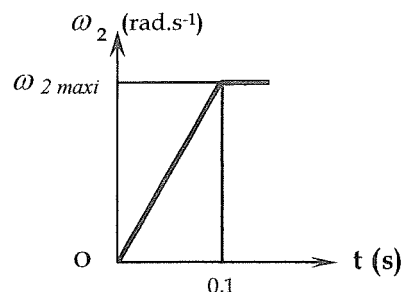


Figure 7

### Question B 1 :

Calculer  $\omega_{2\text{maxi}}$  ; en déduire  $\omega'_2$  l'accélération angulaire de 2.

En supposant que le diamètre d'enroulement sur la poulie reste constant, calculer :

- $V_c$ , la vitesse linéaire de la courroie à  $t = 0,1s$ ,
- $a_c$ , l'accélération tangentielle d'un point de la courroie.

### Question B 2 :

Le Centre Instantané de Rotation de la poulie 3 / bâti 0 est situé au point E (voir figure 8) ; en déduire à  $t = 0,1s$  la vitesse de montée du centre O de la poulie 3/0 ( $\vec{V}_{O \in 3/0}$ ). Préciser le raisonnement qui vous permet d'obtenir ce résultat.

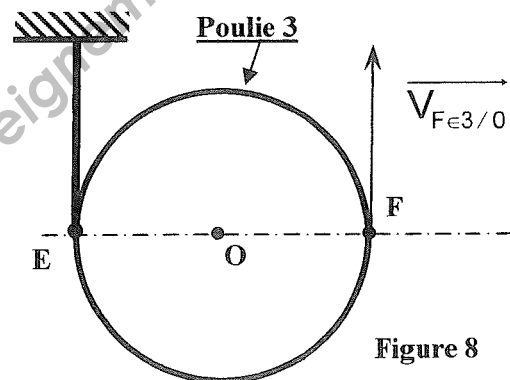


Figure 8

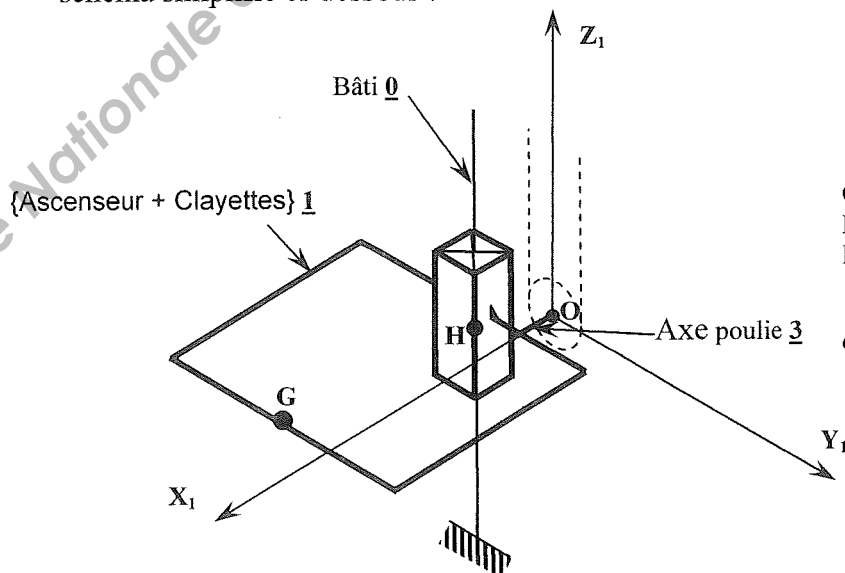
### Question B 3 :

$\vec{V}_{O \in 3/0}$  étant égale à la vitesse de montée de l'ascenseur atteinte à  $t = 0,1s$ , calculer  $a_1$  l'accélération à laquelle il est soumis quand  $0 \leq t \leq 0,1s$ .

## ETAPE 2 : Détermination des efforts dynamiques appliqués à la courroie de l'ascenseur

Hypothèses et données : identiques aux précédentes avec

- L'ensemble retenu pour cette étude est l'ensemble 1 {Ascenseur + Clayettes} modélisé par le schéma simplifié ci-dessous :



O centre de la liaison pivot de la poulie 3/1  
H point de réduction de la liaison glissière de l'ascenseur/bâti :

$$\vec{OH} = 0,1 \vec{x}_1 + 0,15 \vec{z}_1 \text{ (unités : m)}$$

G centre de gravité de l'ensemble 1 :

$$\vec{OG} = 0,4 \vec{x}_1 + 0,2 \vec{z}_1 \text{ (unités : m)}$$

Figure 9

- L'action mécanique de la poulie 3 sur 1 est modélisable en O par un glisseur de résultante  $\vec{O}_{3 \rightarrow 1} = Z_0 \cdot \vec{Z}_1$
- L'étude est faite durant la montée de l'ascenseur dans la phase d'accélération. On prendra  $\vec{a}_1 = 6 \vec{z}_1$  (m.s<sup>-2</sup>).

**Question B 4 :**

En appliquant à 1 le théorème de la résultante dynamique (en projection sur l'axe  $\vec{Z}_1$ ), calculer l'action en O de la poulie 3 sur l'ascenseur 1 dans cette phase.

**Question B 5 :**

Isoler la poulie 3 + un morceau de courroie (figure 10). En déduire la tension T sur l'un de ses brins.

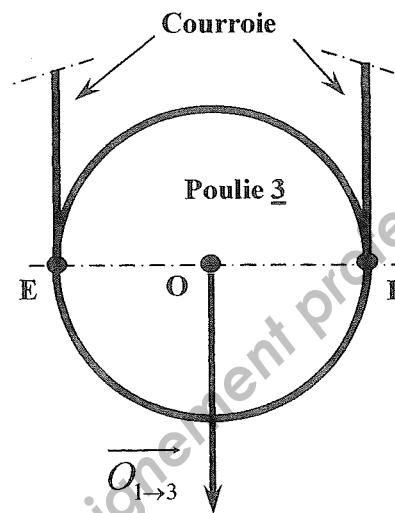


Figure 10

**ETAPE 3 : Choix de la courroie à partir de la documentation constructeur**

Hypothèses et données : identiques aux précédentes avec

- Le motoréducteur choisi, piloté par un variateur, peut fournir un effort tangentiel exercé sur la courroie qui vaut au maximum  $F_T = 3000$  N.
- Le type de courroie préconisée pour cette application est une courroie en polyuréthane standard AT 20 simple denture au pas métrique de 20 mm.
- Les poulies 2 et 3 identiques ont 22 dents.
- Une des extrémités de la courroie est fixée au bâti, l'autre sur la poulie 2. Pour ne pas que la courroie s'enroule sur elle-même il n'y a que 5 dents en prise au début du soulèvement (figure 11).
- Coefficient de sécurité sur la largeur de la courroie (accélération masse moyenne)  $s = 1,5$ .

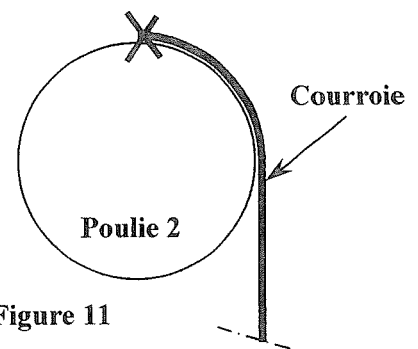


Figure 11

**Question B 6 :**

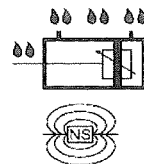
Calculer à l'aide des documents ressources pages 13 et 14, la largeur de la courroie répondant au problème technique posé.

L'armature de la courroie transmet un effort  $F_N$  (voir pages 13 et 14) ; elle doit posséder un coefficient de sécurité  $\geq 5$  (levage) : est-ce le cas ?

Donner la largeur de la courroie choisie.

# VERIN ANTICORROSION

Ø 32 à 80 mm (Ø 100-125 mm nous consulter)  
double effet - ISO 6431  
à fixations détachables ou à tenon arrière intégré



Série  
**435**  
Type  
**CIX**

## PRESENTATION

Les vérins anticorrosion sont adaptés à l'utilisation en milieux agressifs :

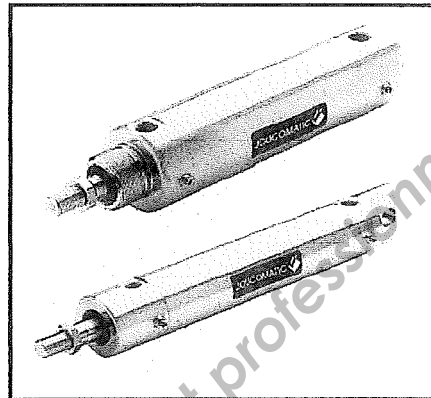
- ambiances chimiques, salines ou humides
- environnement alimentaire, laiteries, fromageries et métiers de la viande, ils résistent à l'acide lactique et aux arrosages avec additifs antibactériens.

## GENERALITES

Détection	Prévu pour détecteurs magnétiques de positions
Fluide	Air ou gaz neutre filtré, lubrifié ou non
Pression d'utilisation	10 bar max.
Température ambiante	-10°C à +80°C
Normalisation	ISO 6431

## CONSTRUCTION

Tube	Acier inox AISI 316 L
Tige	Acier inox AISI 316 L
Fonds avant et arrière	Acier inox AISI 316 L
Ecrou de fond	Acier inox AISI 316 L
Ecrou de tige	Acier inox AISI 316 L
Piston	Alliage léger



## SELECTION DU MATERIEL

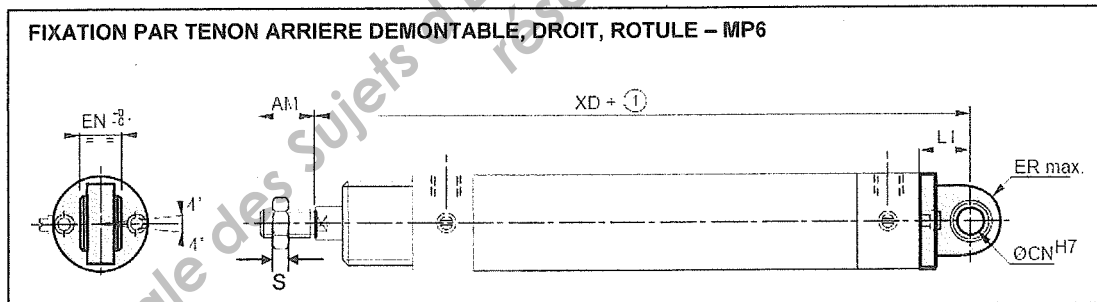
Ø (1) (mm)	vérin prévu pour fixations détachables		vérin à tenon arrière intégré		course standard (mm)											course maxi réalisable (mm)	
	code (2)	référence (2) (3)	code (2)	référence (2) (3)	25	50	80	100	125	160	200	250	320	400	500		630
32	43550603 (2)	CIX 32 A (2) - DM	43550610 (2)	CIX 32 A (2) - DM	•	•	•	•	•	•	•	•					800
40	43550604 (2)	CIX 40 A (2) - DM	43550611 (2)	CIX 40 A (2) - DM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			800
50	43550605 (2)	CIX 50 A (2) - DM	43550612 (2)	CIX 50 A (2) - DM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		1000
63	43550606 (2)	CIX 63 A (2) - DM	43550613 (2)	CIX 63 A (2) - DM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1000
80	43550607 (2)	CIX 80 A (2) - DM	43550614 (2)	CIX 80 A (2) - DM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1000

(1) Ø 100-125 mm, nous consulter

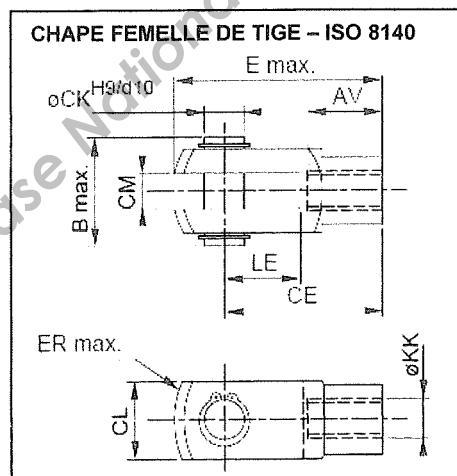
(2) Préciser la course (en mm) en choisissant de préférence les courses standard définies ci-dessus. Respecter la course maxi réalisable

(3) Détecteur ne faisant pas partie de notre fourniture

### FIXATION PAR TENON ARRIERE DEMONTABLE, DROIT, ROTULE - MP6



### CHAPE FEMELLE DE TIGE - ISO 8140



Ø	AM	CN	ER	L	S	XD
32	22	10	15	18,5	5	142
40	24	12	18	19	6	160
50	32	12	22	22	8	170
63	32	16	22	26	8	190
80	40	16	25	30,5	10	210

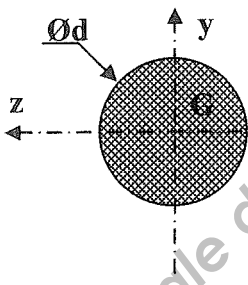
① Course

Ø	AV	B	CE	CK	CL	CM	E	ER	KK	LE
32	20	26	40	10	20	10	52	13	M10x1,25	20
40	23	31	48	12	24	12	62	15	M12x1,25	24
50	34	39	64	16	32	16	83	20	M16x1,5	32
63	34	39	64	16	32	16	83	20	M16x1,5	32
80	40	48	80	20	40	20	105	25	M20x1,5	40

## FORMULAIRE DE RESISTANCE DES MATERIAUX

Sollicitation simple	Contrainte	Condition de résistance
Torsion simple	$\tau_{\max i} = \frac{M_t}{\frac{I_0}{\nu}}$ <p> <math>M_t</math> : moment de torsion (N.mm)  <math>I_0 / \nu</math> : module de torsion (mm<sup>3</sup>)  <math>I_0</math> : Moment quadratique polaire (mm<sup>4</sup>)  <math>\nu</math> : ordonnée du point le plus éloigné (mm)                 </p>	$\tau_{\max i} \leq R_{pg}$ $R_{pg} = \frac{R_{eg}}{S}$ <p> <math>R_{pg}</math> : Résistance pratique au glissement (MPa)  <math>R_{eg}</math> : Résistance élastique au glissement (MPa)  <math>S</math> : coefficient de sécurité                 </p>
Flexion simple	$\sigma_{\max i} = \frac{M_{f \max i}}{\frac{I_{Gy}}{\nu}}$ <p> <math>M_{f \max i}</math> : moment fléchissant maxi (N.mm)  <math>I_{Gy} / \nu</math> : module de flexion (mm<sup>3</sup>)  <math>I_{Gy}</math> : moment quadratique / à Gy (mm<sup>4</sup>)                 </p>	$\sigma_{\max i} \leq R_{pe}$ <p>Avec <math display="block">R_{pe} = \frac{R_e}{S}</math></p> <p> <math>R_{pe}</math> : Résistance pratique à l'extension (MPa)  <math>R_e</math> : Résistance élastique à l'extension (MPa)  <math>S</math> : coefficient de sécurité                 </p>

### Section circulaire :



$$I_{Gy} = \frac{\pi d^4}{64} \qquad \frac{I_{Gy}}{\nu} = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$I_0 = I_G = \frac{\pi d^4}{32} \qquad \frac{I_0}{\nu} = \frac{\pi d^3}{16}$$

### Sollicitations composées : flexion – torsion

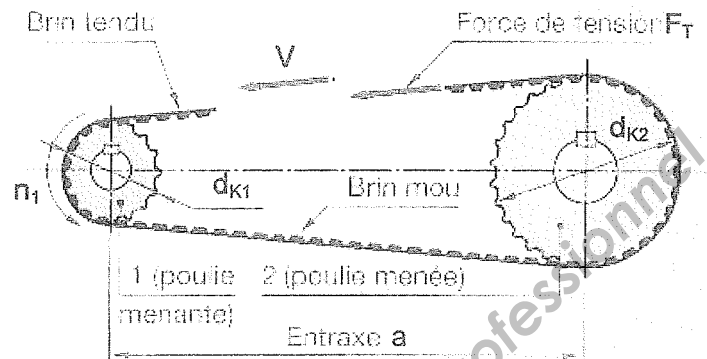
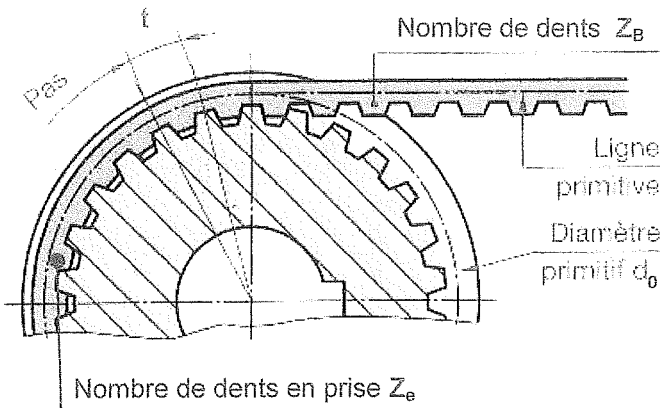
Critère de Tresca : la condition de résistance s'écrit :

$$\sigma_{eq} \leq R_{pe}$$

Contrainte équivalente :

$$\text{avec } \sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

1 – Les symboles :



<b>a</b>	entraxe (mm)
<b>b</b>	largeur de courroie (mm)
<b>d<sub>K</sub>...</b>	diamètre extérieur de la poulie (mm)
<b>d<sub>0</sub>...</b>	diamètre primitif (mm) $d_0 = \frac{Z \cdot t}{\pi}$ (coïncide avec l'axe du câble)
<b>F<sub>N</sub></b>	force tangentielle nominale transmissible par l'armature, pour 10 mm de largeur (N) Valeur à diviser par 2 pour courroies soudées
<b>F<sub>pt</sub></b>	force de prétension au montage (N)
<b>F<sub>T</sub></b>	force tangentielle (N)
<b>F<sub>T/Z</sub></b>	force tangentielle transmissible (N) par une dent en prise par 10 mm de largeur courroie (voir courbe)

<b>L</b>	longueur de la courroie (mm)
<b>M</b>	couple (Nm)
<b>n<sub>1</sub></b>	vitesse de rotation (tr/min) de la petite poulie dentée
<b>P</b>	puissance (kW)
<b>t</b>	pas (mm)
<b>V</b>	vitesse linéaire (m/s)
<b>Z</b>	nombre de dents de la poulie
<b>Z<sub>B</sub></b>	nombre de dents de la courroie
<b>Z<sub>e</sub></b>	nombre de dents en prise sur la petite poulie. Pour le calcul : 12 maxi pour courroies standard, 16 maxi pour courroies GEN III.
<b>Z<sub>1</sub></b>	nbr. de dents de la petite courroie
<b>Z<sub>2</sub></b>	nbr. de dents de la grande courroie
<b>K</b>	constante pour mesure de prétension (voir page 83)

2 – Les formules :

En fonction de la puissance à transmettre **P** on détermine le couple **M** puis on en déduit la force tangentielle **F<sub>T</sub>**.

$$M_{(Nm)} = \frac{9550 \cdot P_{(kW)}}{n_1 \text{ (tr/min)}}$$

$$F_{T(N)} = \frac{2000 \cdot M_{(Nm)}}{d_{k1} \text{ (mm)}} \quad \text{ou} \quad F_{T(N)} = \frac{1,91 \cdot 10^7 \cdot P_{(kW)}}{n_1 \text{ (tr/min)} \cdot d_{k1} \text{ (mm)}}$$

Largeur de la courroie :

$$b_{(mm)} = \frac{10 \cdot F_{T(N)}}{Z_e \cdot F_{T/Z}}$$

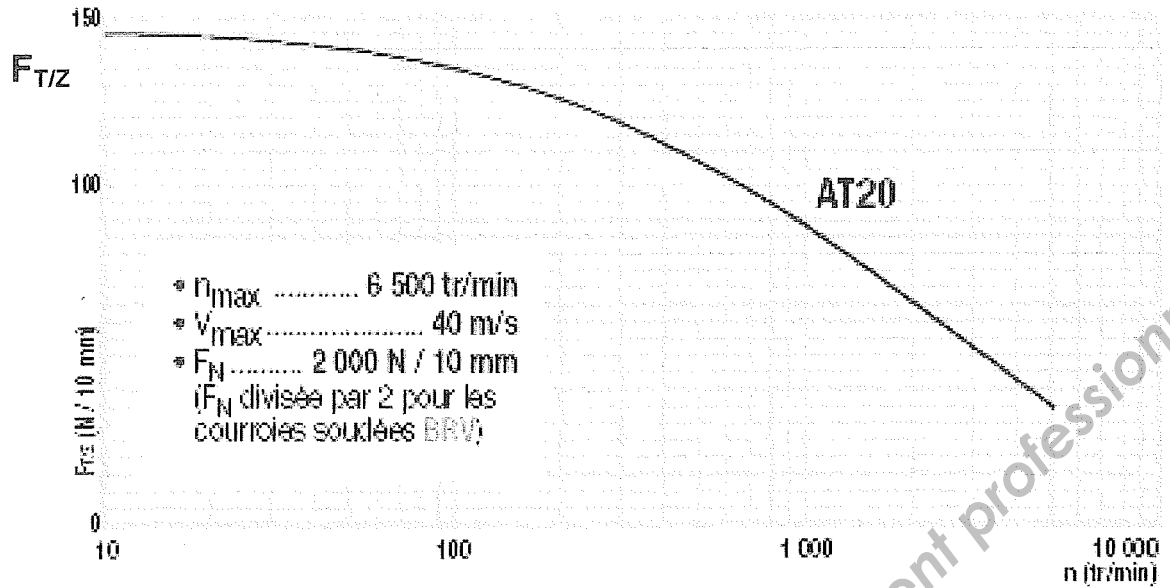
Nombre de dents en prise.

Z<sub>e</sub> = partie entière de :

$$\left[ \frac{Z_1}{2} - \frac{t \cdot Z_1}{2 \cdot \pi^2 \cdot a} (Z_2 - Z_1) \right]$$

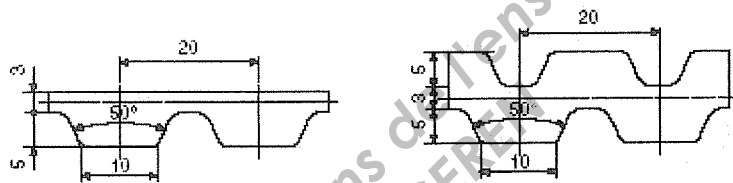
Cette largeur est calculée sans coefficient de sécurité **S**. Il convient de la multiplier par un coefficient de sécurité qui est essentiellement variable d'une application à l'autre

### 3 – Efforts admissibles sur la denture d'une courroie AT 20 :



### 4 – Largeurs disponibles pour une courroie AT 20 :

SD SIMPLE DENTURE

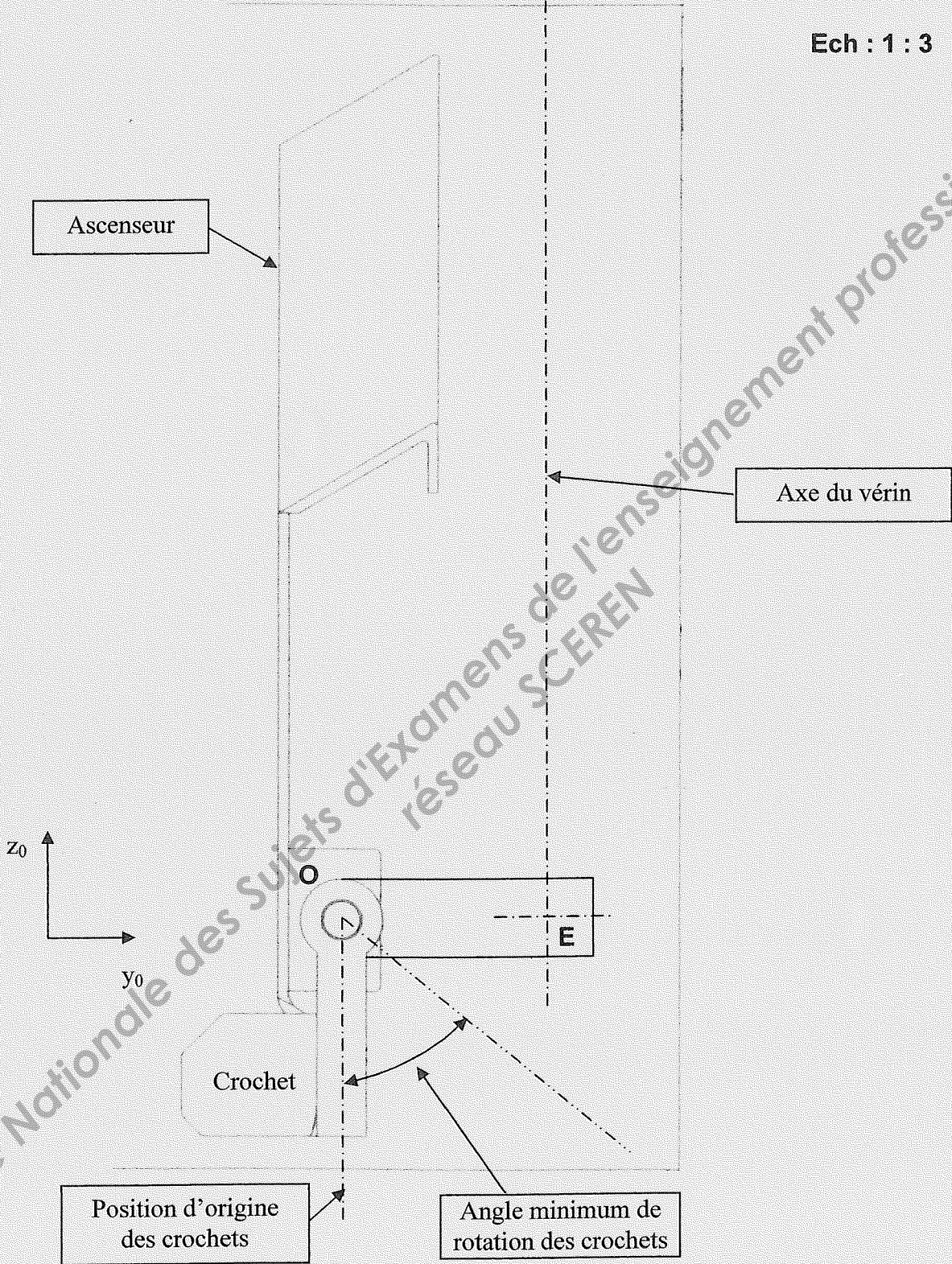


	masse au mètre = 0,106 kg/10 mm de largeur			masse au mètre = 0,120 kg/10 mm de largeur			
Largeurs de courroies	b	25	32	50	75	100	150
Largeurs de poulies	B	32	40	60	85	110	160



**DETERMINATION DE  
LA COURSE DU VERIN**

Ech : 1 : 3



**DOCUMENT REPONSE DR1**