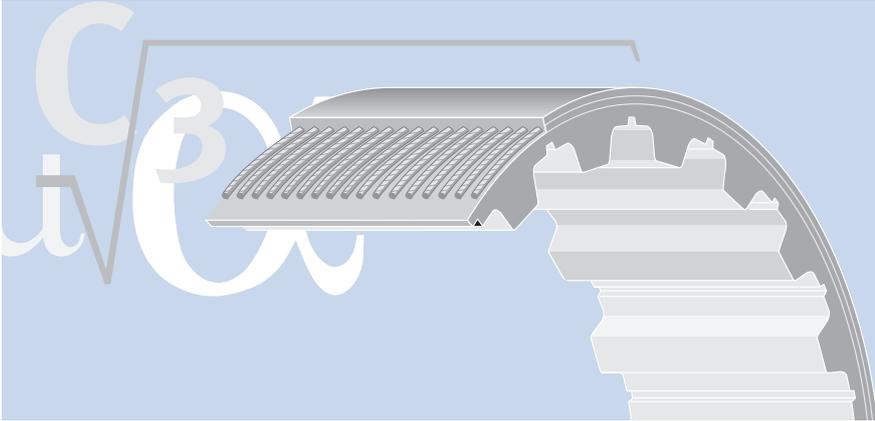


# siegling proposition

## courroies dentées

## Calcul des courroies dentées



Vous trouverez des informations détaillées sur les courroies dentées à rendement élevé Siegling Proposition dans la documentation générale (Réf. No. 245).

### Sommaire

Formules	2
Méthode de calcul pour courroies dentées C 92	5
Exemples de calculs	7
Feuilles de calculs	15
Tableaux	26

# Formules

## 1. Forces

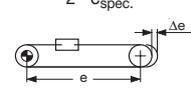
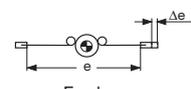
Désignation	Symbole	Unité	Calculs/Observations
Force périphérique à transmettre	$F_U$	N	$F_U = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T}{d_0} = \frac{19,1 \cdot 10^6 \cdot P}{n \cdot d_0}$ $= \frac{10^3 \cdot P}{v} \text{ [N]}$ $F_U = F_A + F_H + F_R \dots \text{ [N]}$
Force d'accélération	$F_A$	N	$F_A = m \cdot a \text{ [N]}$
Force d'élévation	$F_H$	N	$F_H = m \cdot g \cdot \sin \alpha \text{ [N]}$ (sin $\alpha$ pour transport sur plan incliné)
Force de friction (valeurs $\mu$ -voir tableau 4)	$F_R$	N	$F_R = m \cdot \mu \cdot g \text{ [N]}$ ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )
Force périphérique maximale	$F_{U \max}$	N	$F_{U \max} = F_U \cdot (c_2 + c_3) \text{ [N]}$
Force périphérique spécifique requise	$F'_{U \text{ requise}}$	N	$F'_{U \text{ req.}} = F_{U \max} / c_1 \text{ [N]}$
Force périphérique spécifique	$F'_U$	N	Valeur sur feuille de calcul
Force de pré-tension	$F_V$	N	$F_V \geq 0,5 \cdot F_{U \max} \text{ [N]}$ (Transmission à 2 poulies) $F_V \geq F_{U \max} \text{ [N]}$ (Transmissions linéaires)
Force minimale d'entraînement	$F_B$	N	$F_B = F_{U \max} + F_V \text{ [N]}$
Force admissible de la couche de traction	$F_{\text{admissible}}$	N	Valeur sur feuille de calcul
Force externe	$F$	N	
Force résultante sur arbre en statique	$F_{WS}$	N	$F_{WS} = 2 \cdot F_V \text{ [N]}$ (Transmission à 2 poulies)

## 2. Masses

Désignation	Symbole	Unité	Calculs/Observations
Masse en mouvement	$m$	kg	$m = m_R + m_L + m_{Z \text{ réd.}} + m_{S \text{ réd.}} \text{ [kg]}$
Masse de la courroie	$m_R$	kg	$m_R = m'_R \cdot l / 1000 \text{ [kg]}$
Poids métrique de la courroie	$m'_R$	kg/m	Valeur sur feuille de calcul
Masse linéaire du chariot	$m_L$	kg	
Masse de la poulie dentée	$m_Z$	kg	$m_Z = \frac{(d_k^2 - d^2) \cdot \pi \cdot b \cdot \rho}{4 \cdot 10^6} \text{ [kg]}$
Masse réduite de la poulie dentée	$m_{Z \text{ réd.}}$	kg	$m_{Z \text{ réd.}} = \frac{m_Z}{2} \cdot \left[ 1 + \frac{d^2}{d_k^2} \right] \text{ [kg]}$
Masse de la poulie de tension	$m_S$	kg	$m_S = \frac{(d_s^2 - d^2) \cdot \pi \cdot b \cdot \rho}{4 \cdot 10^6} \text{ [kg]}$
Masse réduite de la poulie de tension	$m_{S \text{ réd.}}$	kg	$m_{S \text{ réd.}} = \frac{m_S}{2} \cdot \left[ 1 + \frac{d^2}{d_s^2} \right] \text{ [kg]}$



### 3. Dimensions

Désignation	Symbole	Unité	Calculs/Observations
Diamètre d'alésage	d	mm	
Diamètre primitif	$d_0$	mm	$d_0 = z \cdot t / \pi$ [mm], Valeur du catalogue
Diamètre de flasque	$d_k$	mm	Valeur du catalogue du fournisseur poulies dentées
Diamètre de la poulie de tension	$d_s$	mm	
Largeur de la poulie dentée, poulie de tension	b	mm	
Largeur de la courroie	$b_0$	mm	
Longueur de la courroie non tendue pour transmissions à 2 arbres	l	mm	Pour $i = 1$ : $l = 2 \cdot e + \pi \cdot d_0 = 2 \cdot e + z \cdot t$ [mm] Pour $i \neq 1$ : $l = \frac{t \cdot (z_2 + z_1)}{2} + 2e + \frac{1}{4e} \left[ \frac{t \cdot (z_2 - z_1)}{\pi} \right]^2$
Longueur totale de la courroie		mm	$l = z \cdot t$ [mm]
Longueur de serrage par extrémité de courroie	$l_k$	mm	Pour AdV 07
Entr'axes (précis)	e	mm	Est calculé à partir de l
Course de tension	$\Delta e$	mm	Transmissions à 2 poulies en rotation et transmissions linéaires à 2 poulies (AdV 07 avec plaque de jonction):  $\Delta e = \frac{F_v \cdot l}{2 \cdot C_{spéc.}}$ [mm]  Courroies tendues (AdV 07)  $\Delta e = \frac{F_v \cdot l}{C_{spéc.}}$ [mm]
Changement de position sous l'influence de forces externes	$\Delta s$	mm	$\Delta s = \frac{F}{C}$ [mm]; $\Delta s_{min} = \frac{F}{C_{max}}$ [mm]
Pas	t	mm	Entr'axes des dents

### 4. Constantes et facteurs de correction

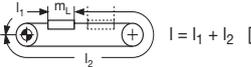
Désignation	Symbole	Unité	Calculs/Observations
Densité	$\rho$	kg/dm <sup>3</sup>	P. ex. matière de la poulie
Coefficient de frottement	$\mu$		Selon combinaison des matériaux; voir tableau 4
Facteur d'engrènement; Nombre de dents en prise transmettant l'effort	$c_1$		$i = 1$ ; $c_1 = z/2$  $i \neq 1$ ; $c_1 = \frac{z_1}{180} \cdot \arccos \frac{(z_2 - z_1) \cdot t}{2 \cdot \pi \cdot e}$  Tableau 1 : tenir compte de $c_{1 \max}$ !
Facteur de fonctionnement	$c_2$		Tableau 2
Facteur d'accélération	$c_3$		Tableau 3

# Formules

## 5. Valeurs liées aux déplacements

Désignation	Symbole	Unité	Calculs/Observations
Nombre de tours	n	min <sup>-1</sup>	$n = \frac{v \cdot 19,1 \cdot 10^3}{d_0}$ [min <sup>-1</sup> ]
Vitesse de la courroie	v	m/s	$v = \frac{d_0 \cdot n}{19,1 \cdot 10^3} = \sqrt{\frac{2 \cdot s_a \cdot a}{1000}}$ [m/s]
Accélération	a	m/s <sup>2</sup>	
Accélération de la pesanteur	g	m/s <sup>2</sup>	g = 9,81 [m/s <sup>2</sup> ]
Parcours complet	s <sub>v</sub>	mm	s <sub>v</sub> = s <sub>a</sub> + s' <sub>a</sub> + s <sub>c</sub> [mm]
Distance d'accélération (freinage)	s <sub>a</sub> (s' <sub>a</sub> )	mm	s <sub>a</sub> (s' <sub>a</sub> ) = $\frac{a \cdot t_a^2 \cdot 10^3}{2} = \frac{v^2 \cdot 10^3}{2 \cdot a}$ [mm]
Distance à v = constant	s <sub>c</sub>	mm	s <sub>c</sub> = v · t <sub>c</sub> · 10 <sup>3</sup> [mm]
Temps d'accélération (freinage)	t <sub>a</sub> (t' <sub>a</sub> )	s	t <sub>a</sub> (t' <sub>a</sub> ) = $\frac{v}{a} = \sqrt{\frac{2 \cdot s_a}{a \cdot 1000}}$ [s]
Temps de parcours à v = constant	t <sub>c</sub>	s	t <sub>c</sub> = $\frac{s_c}{v \cdot 10^3}$ [s]
Temps de parcours total	t <sub>v</sub>	s	t <sub>v</sub> = t <sub>a</sub> + t' <sub>a</sub> + t <sub>c</sub> [s]
Rendement	i		

## 6. Autres valeurs

Désignation	Symbole	Unité	Calculs/Observations
Angle d'inclinaison	α	°	Sur plan incliné
Force spécifique liée à l'élasticité	c <sub>spéc.</sub>	N	Valeur sur feuille de calcul
Elasticité d'une courroie	c	N/mm	En général : $c = \frac{c_{spéc.}}{l}$ [N/mm]
Elasticité d'une transmission linéaire			$c = \frac{l}{l_1 \cdot l_2} \cdot c_{spéc.}$ [N/mm]
Déterminé à partir des positions extrêmes de la transmission linéaire	c <sub>min</sub> /c <sub>max</sub>	N/mm	 $l = l_1 + l_2$ [
c <sub>min</sub> pour l <sub>1</sub> = l <sub>2</sub>			 $c_{min} = \frac{4 \cdot c_{spéc.}}{l}$ [N/mm]
Fréquence propre	f <sub>e</sub>	s <sup>-1</sup>	$f_e = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c \cdot 1000}{m_L}}$ [s <sup>-1</sup> ]
Ronflement	f <sub>0</sub>	s <sup>-1</sup>	$f_0 = \frac{n}{60}$ [s <sup>-1</sup> ]
Coefficient de sécurité à la base de la dent	S <sub>dent</sub>		S <sub>dent</sub> = F' <sub>U</sub> /F' <sub>U requis</sub>
Coefficient de sécurité	S <sub>trac.</sub>		S <sub>trac.</sub> = F <sub>adm</sub> /F <sub>B</sub>
Nombre de dents	z		à i = 1
Nombre de dents de la petite poulie	z <sub>1</sub>		à i ≠ 1
Nombre de dents de la grande poulie	z <sub>2</sub>		à i ≠ 1
Nombre de dents minimum	z <sub>min</sub>		Valeur sur feuille de calcul
Diamètre minimum de la poulie de tension	d <sub>s min</sub>	mm	Valeur sur feuille de calcul
Puissance à transmettre	P	kW	$P = \frac{F_U \cdot n \cdot d_0}{19,1 \cdot 10^6} = \frac{F_U \cdot v}{10^3}$ [kW]
Couple à transmettre	T	Nm	$T = \frac{F_U \cdot d_0}{2 \cdot 10^3}$ [Nm]
Courroie ouverte	AdV07		
Courroie mise en sans fin	AdV09		

# Méthode de calcul pour courroies dentées C 92



$$F_U = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T}{d_0} = \frac{19,1 \cdot 10^6 \cdot P}{n \cdot d_0} = \frac{10^3 \cdot P}{v} \quad [\text{N}]$$

et  $v = \frac{d_0 \cdot n}{19,1 \cdot 10^3} \quad [\text{m/s}]$  avec  $d_0 = \frac{z \cdot t}{\pi} \quad [\text{mm}]$

ou: somme de toutes les forces  $F_U = F_R + F_H + F_A \dots \quad [\text{N}]$

dont:  $F_R = m \cdot \mu \cdot g \quad [\text{N}]$  Force de friction

$F_H = m \cdot g$  bzw.  $m \cdot g \cdot \sin \alpha \quad [\text{N}]$  Force d'élévation

$F_A = m \cdot a \quad [\text{N}]$  Force d'accélération

Force périphérique  $F_U$  [N]  
à transmettre

1

Facteurs de fonctionnement et d'accélération  $c_2$  et  $c_3$  lire sur tableaux 2 et 3

$$F_{U \max} = F_U \cdot (c_2 + c_3) \quad [\text{N}]$$

Force périphérique maximale  
 $F_{U \max}$  [N]

2

$c_1 = z/2$  pour  $i = 1$

$$c_1 = \frac{z_1}{180} \cdot \arccos \frac{(z_2 - z_1) \cdot t}{2 \cdot \pi \cdot e} \quad \text{pour } i \neq 1$$

Toujours arrondir les valeurs calculées  $c_1$  au chiffre entier immédiatement inférieur. Observer les valeurs maximales selon le tableau 1.

S'il n'est pas indiqué, estimer le nombre de dents et déterminer  $n$ .

Facteur d'engrènement  $c_1$  pour  
la poulie motrice (la plus petite)

3

$$F'_{U \text{ req.}} = \frac{F_{U \max}}{c_1} \quad [\text{N}]$$

Force périphérique spécifique  
requis  $F'_{U \text{ req.}}$  [N]

4

Sur le tableau « Synthèse des diagrammes », lire horizontalement et de gauche à droite en partant de  $F'_{U \text{ req.}}$  jusqu'au point d'intersection avec les nombres des tours/mn des courroies. Tous les pas de courroies situés au dessus de ce point peuvent en principe convenir.

Choisir le type de courroie, puis en se reportant sur la feuille de calcul du type retenu, reprendre le point d'intersection initial; la courbe située au-dessus de ce point indique la largeur de courroie  $b_0$  [mm]. Le point d'intersection du nombre de tours/mn avec la courbe de la largeur retenue indique la force périphérique transmise  $F_U$  [N].

Sélection des courroies selon  
diagrammes

$F'_U$  [N] de la courroie choisie

$$l = 2 \cdot e + z \cdot t = 2 \cdot e + \pi \cdot d_0 \quad [\text{mm}] \quad \text{pour } i = 1$$

$$l = \frac{t \cdot (z_2 - z_1)}{2} + 2e + \frac{1}{4e} \left[ \frac{t \cdot (z_2 - z_1)}{\pi} \right]^2 \quad [\text{mm}] \quad \text{pour } i \neq 1$$

$l$  doit être un nombre entier multiple du pas  $t$  en mm. Les formules sont valables pour les transmissions à 2 poulies en rotation. Il faut calculer les autres constructions selon leur géométrie.

$m_R = m'_R \cdot l/1000$  [kg];  $m'_R$  selon la feuille de calcul

Calculs selon formules. Dimensions des poulies dentées selon catalogue.

Longueur de courroie  $l$  [mm]

5

Masse de la courroie  $m_R$  [kg]

Masse réduite de la poulie dentée  
et des rouleaux de tension  
 $m_{Z \text{ réd.}}, m_{S \text{ réd.}}$  [kg]

# Méthode de calcul pour courroies dentées C 92

6

Vérifier  $F_U$  avec  $F_A$

Compte tenu de  $m_R$ ,  
 $m_Z$  réd. et  $m_S$  réd.

Répéter les opérations 1 à 4, dans les cas où il faut tenir compte de l'influence de la masse de courroie, p. ex. pour des transmissions linéaires à forte accélération

7

Détermination du coefficient de sécurité de la base de la dent  $S_{dent}$

$$S_{dent} = \frac{F'_U \cdot c_1}{F_{Umax}} = \frac{F'_U}{F_{Ureq.}}$$

Condition impérative:  $S_{dent} > 1$

8

Force de pré-tension  $F_V$  [N]

$$F_V > 0,5 \cdot F_{Umax} \text{ [N]}$$

$$F_V > F_{Umax} \text{ [N]}$$

Pour transmissions à 2 poulies  
Pour transmissions linéaires

Force minimale d'entraînement  
 $F_B$  [N]

$$F_B = F_{Umax} + F_V \text{ [N]}$$

Détermination de la couche de traction  $S_{trac.}$

$$S_{trac.} = \frac{F_{adm.}}{F_B}$$

Condition impérative:  $S_{trac.} > 1$   
 $F_{adm.}$  selon feuille de calcul

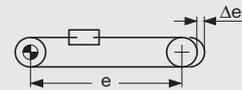
9

Course de tension  $\Delta e$  [mm]

(Pour courroies soudées sans fin:  
Tension de pose  $\varepsilon$  env. 0,1 %  
pour courroie ouverte:  
Tension de pose  $\varepsilon$  env. 0,2 %)

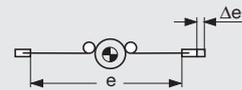
Transmissions à 2 poulies en rotation et transmission linéaire à 2 poulies (AdV 07 avec plaque de jonction)

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{2 \cdot c_{spéc.}} \text{ [mm]}$$



Courroies tendues (AdV 07)

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{c_{spéc.}} \text{ [mm]}$$

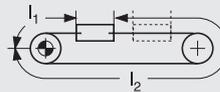


En règle générale, calcul des opérations 10 à 12, uniquement dans le cas de transmissions linéaires.

10

Elasticité du système complet  $c$  [N/mm] et  $c_{min}$  [N/mm]

$$c = \frac{l}{l_1 \cdot l_2} \cdot c_{spéc.} \text{ [N/mm]}; l = l_1 + l_2$$



$c_{min}$  et  $c_{max}$  correspondant à la position du chariot à l'extrême droite et gauche.

$$c_{min} = \frac{4 \cdot c_{spéc.}}{l} \text{ [N/mm] pour } l_1 = l_2$$

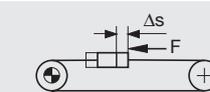


11

Changement de position sous influence de force externe  $\Delta s$  [mm]

$$\Delta s = \frac{F}{c} \text{ [mm]}$$

$$\Delta s_{max} = \frac{F}{c_{min}} \text{ [mm]}$$



12

Résonance:  
Fréquence propre:  $f_e$  [s<sup>-1</sup>]

$$f_e = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c \cdot 1000}{m}} \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

$$f_0 = \frac{n}{60} \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

$f_e$  doit être  $\neq f_0$   
Tout danger de résonance est ainsi évité.

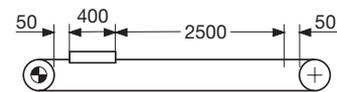
Ronflement:  $f_0$  [s<sup>-1</sup>]

# Transmission linéaire pour assurer le déplacement de supports de montage



Distance	$S_V = 2500 \text{ mm}$
Vitesse	$v = 3 \text{ m/s} = \text{const.}; i = 1$
Accélération	$a = 15 \text{ m/s}^2$
Masse du chariot	$m_L = 25 \text{ kg}$
	Compris support de montage + produit à transporter
Force de friction des guides	$F_R = 80 \text{ N}$
Longueur du chariot	$l_L = 400 \text{ mm}$
$d_0$	Env. 100 mm

## Schéma



On recherche : type de courroie et largeur  $b_0$ , nombres de tours, caractéristiques des poulies dentées, force de pré-tension et distance, force périphérique, exactitude du positionnement.

$$F_U = F_A + F_R \text{ [N]}$$

$$F_A = 25 \text{ kg} \cdot 15 \text{ m/s}^2 = 375 \text{ N}$$

$$F_U = 375 \text{ N} + 80 \text{ N} = 455 \text{ N}$$

Négliger la masse des poulies dentées et des courroies.

## Force périphérique $F_U$ [N]

1

À transmettre par la courroie dentée  
Siegling Proposition  
 $F_U$  [N] – estimation.

$$c_2 = 1,4 \text{ à cause d'une forte accélération}$$

$$c_3 = 0, \text{ car } i = 1$$

$$455 \text{ N} \cdot 1,4 = F_{U \max} = 637 \text{ N}$$

## Facteurs de fonctionnement et d'accélération $c_2$ et $c_3$

2

$F_{U \max}$  – estimation.

Choisi:  $c_1 = 12$  pour courroie ouverte  
Pour  $d_0 \approx 100 \text{ mm}$  et  $c_1 = 12$  il en résulte  $Z_{\min} = 24$ ;  
les pas de 14 et 20 mm sont donc exclus à cause du  $d_0$ !

## Facteur d'engrènement $c_1$

3

$$F'_{U \text{ req.}} = \frac{F_{U \max}}{c_1} = 53,08 \text{ N}$$

$$n = \frac{v \cdot 19,1 \cdot 10^3}{d_0} = 573 \text{ min}^{-1}$$

## $F'_{U \text{ req.}}$

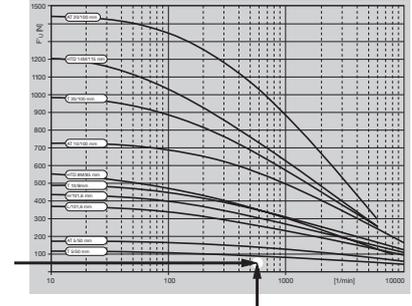
4

N selon valeurs  $d_0$  et  $v$

# Transmission linéaire pour assurer le déplacement de supports de montage

## Choix des courroies

Pour les transmissions linéaires il faut utiliser de préférence les types AT et HTD!  
Les types AT 5, AT 10, HTD 8M peuvent éventuellement être retenus après vérification.



Synthèse des diagrammes

## F<sub>U</sub> de la courroie retenue

Choisi:  
AT 10 à cause de son élasticité élevée; t = 10 mm.

$$F'_U = 140 \text{ N}$$

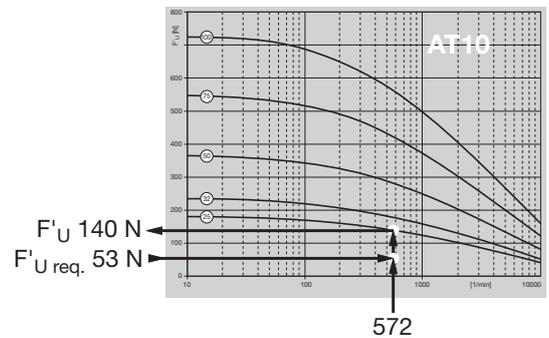


Diagramme AT 10

## 5

## Choix des poulies dentées

$d_0 = 100 \text{ mm}$   
 $\Rightarrow 100 \cdot \pi = 314/t = 31,4 \text{ dents}$   
Choisi:  $Z = 32$ ; poulie standard  
Matière aluminium;  $\rho = 2,7 \text{ kg/dm}^3$   
 $d_0 = 32 \cdot t/\pi = 101,86 \text{ mm}$

$$\text{Il en résulte: } n = \frac{v \cdot 19,1 \cdot 10^3}{101,86} = 562 \text{ min}^{-1}$$

$$d_K = 100 \text{ mm}; d = 24 \text{ mm}; b = 32 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow m_Z = \frac{(100^2 - 24^2) \cdot \pi \cdot 32 \cdot 2,7}{4 \cdot 10^6} = 0,64 \text{ kg}$$

$$m_{Z \text{ réd.}} = \frac{0,64}{2} \cdot \left[ 1 + \frac{24^2}{100^2} \right] = 0,34 \text{ kg}$$

$$l = 2 \cdot (2500 + 400 + 100 + d_0) - (400 - 2 \cdot 80) + z \cdot t$$

$$l = 6283,7 \text{ mm} \Rightarrow l = 6290 \text{ mm}$$

## Masse de la poulie dentée

## Masse réduite de la poulie dentée

## Calculer la longueur de la courroie

Selon le schéma et  $d_0$ ;  
Longueur de serrage  $l_K$  par extrémité de courroie = 80 mm.

## Déterminer la masse de la courroie

$$m'_R = 0,064 \text{ kg/m} \cdot 2,5 \text{ cm} = 0,16 \text{ kg/m}$$

$$m_R = 1,00 \text{ kg}$$

$$F_A = (25 \text{ kg} + 1 \text{ kg} + 2 \cdot 0,34 \text{ kg}) \cdot a$$

$$F_A = 400,2 \text{ N}$$

$$F_U = 400,2 + 80 = 480 \text{ N}$$

$$F_{U \max} = 480 \cdot 1,4 = 675 \text{ N}$$

$$F'_{U \text{ req.}} = 56,02 \text{ N}$$

$$s_{\text{dent}} = \frac{F'_U}{F'_{U \text{ req.}}} = \frac{140}{56,02} = 2,5 > 1 \quad \text{Condition remplie}$$

$F_V \geq F_{U \max}$  pour transmissions linéaires!

$$F_V \text{ choisi} = 1,5 F_{U \max} = 1000 \text{ N}$$

$$F_B = F_V + F_{U \max} = 1675 \text{ N}$$

$$s_{\text{trac.}} = \frac{F_{\text{adm.}}}{F_B} = \frac{3750}{1675} = 2,24 > 1 \quad \text{Condition remplie}$$

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{2 \cdot C_{\text{spéc.}}} = \frac{1000 \text{ N} \cdot 6290 \text{ mm}}{2 \cdot 10^6 \text{ N}} = 3,14 \text{ mm}$$

$$C_{\min} = \frac{l}{l_1 \cdot l_2} \cdot C_{\text{spéc.}} = \frac{6290 - 2 \cdot 80}{2684 \cdot 3446} \cdot C_{\text{spéc.}} = 662,77 \text{ N/mm}$$

$$C_{\max} = \frac{l}{l_1 \cdot l_2} \cdot C_{\text{spéc.}} = \frac{6290 - 2 \cdot 80}{184 \cdot 5946} \cdot C_{\text{spéc.}} = 5602,96 \text{ N/mm}$$

Dans ce cas, force externe:  $F_R = 80 \text{ N}$

$$\Delta s_{\min} = \frac{F_R}{C_{\max}} = 0,014 \text{ mm}$$

$$\Delta s_{\max} = \frac{F_R}{C_{\min}} = 0,122 \text{ mm}$$

$$f_e = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{C_{\min} \cdot 1000}{m_L}} = 25,7 \text{ s}^{-1}$$

$$f_0 = \frac{n}{60} = \frac{562}{60} = 9,4 \text{ s}^{-1} \quad \text{donc, aucun danger de résonance}$$

Courroie dentée 25 AT 10, 6290 mm de longueur  
 Poulies dentées avec  $Z = 32$  pour courroies de 25 mm  
 Course de tension pour  $F_V$   $\Delta e = 3,14 \text{ mm}$   
 $n = 562 \text{ min}^{-1}$   
 $\Delta s_{\max} = 0,122 \text{ mm}$

$F_{U \max}$  exact compte tenu  
de  $m_R$  et  $m_{Z \text{ req.}}$

6

Coefficient de sécurité de la base  
de la dent  $s_{\text{dent}}$

7

Force minimale d'entraînement  $F_B$

8

Force de pré-tension  $F_V$

Coefficient de sécurité de la  
couche de traction  $s_{\text{trac.}}$

$F_{\text{adm.}}$  selon feuille de calcul AT 10

Course de tension  $\Delta e$  [mm]  
 $C_{\text{spéc.}}$  selon feuille de calcul AT 10

9

Elasticité du système  
 $C_{\min}$ ;  $C_{\max}$

10

$l_1$  et  $l_2$  selon schéma!

Changement de position sous  
l'influence de forces externes

11

Fréquence propre du système

12

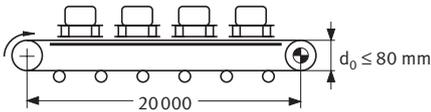
Ronflement

Résultat

Si  $\Delta s_{\max}$  doit être plus petit,  
on prend  $b_0 = 32 \text{ mm}$ .  
Aucun danger de résonance.

# Convoyeur à courroies jumelées pour chaîne d'assemblage avec plateaux (tray)

## Schéma



Vitesse	$v = 0,5 \text{ m/s}$
Masse plateau charge comprise	$m = 1,8 \text{ kg}$
Charge maximale	20 plateaux
Support de la courroie, brin supérieur	Support-guides en matière plastique
Support de la courroie, brin inférieur	Rouleaux
Entr'axes	$e = 20000 \text{ mm}$
Démarrage	Sans charge
Fonctionnement	Fonctionnement continu, Transport proprement dit
Diamètre de poulie	$d_0 \leq 80 \text{ mm}$

On recherche : type de courroie, longueur, course de tension, caractéristiques des poulies dentées.

## 1

### Force périphérique $F_U$ [N]

À transmettre par la courroie dentée Siegling Proposition  $F_U$  [N] sans masse de courroie

$F_U \text{ hier} = F_R$ , car il n'y a pas d'accélération notable.

$$F_U = F_R = m \cdot \mu \cdot g$$

$\mu$  choisi env. 0,25 selon le tableau 4

$$m = 20 \cdot 1,8 \text{ kg} = 36 \text{ kg}$$

$$F_U = F_R = 36 \cdot 9,81 \cdot 0,25 = 88,3 \text{ N}$$

## 2

### Facteurs de fonctionnement et d'accélération

$c_3 = 0$ , car  $i = 1$

$c_2 = 1,2$  choisi (20% de réserve)

$$F_{U \text{ max}} = 1,2 \cdot 88,3 \text{ N} = 106 \text{ N pour 2 courroies}$$

$$F_{U \text{ max}} = 53 \text{ N par courroie}$$

## 3

### Facteur d'engrènement

$c_1$  choisi =  $c_{1 \text{ max}} = 6$  pour Adv 09

La courroie fonctionne en continu et est soudée sans fin.

## 4

### Force périphérique spécifique requise $F'_{U \text{ req.}}$

$$F'_{U \text{ req.}} = \frac{F_{U \text{ max}}}{c_1} = 8,8 \text{ N}$$

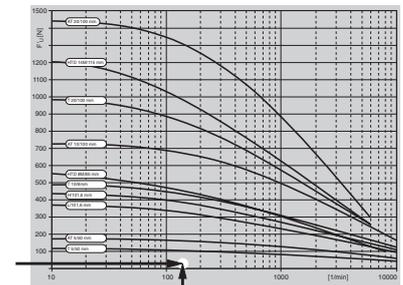
avec  $d_0 = 75 \text{ mm}$  il en résulte

$$n = \frac{v \cdot 19,1 \cdot 10^3}{75} = 127 \text{ min}^{-1}$$

La courroie la plus petite est suffisante.

Choisi : 2 pièces 16 T 5.

Largeur 16 à cause de la surface portante plus importante du plateau.



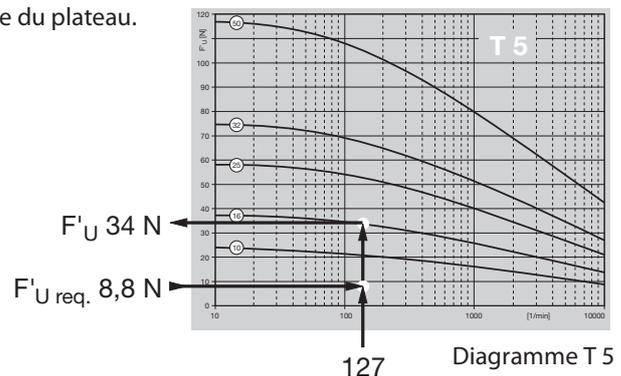
Synthèse des diagrammes

### Nombre de tours

### Choix de la courroie

### $F'_U$ [N] de la courroie retenue

$$F'_U = 34 \text{ N}$$



$$\frac{d_0 \cdot \pi}{t} = Z = 47,1 \quad \text{dents}$$

Choisi : Z = 48 dents ; poulie standard

$$l = Z \cdot t + 2 \cdot e = 40240 \text{ mm}$$

$$m_R = l \cdot m'_R = 0,038 \text{ kg/m} \cdot 40,24 \text{ m} = 1,53 \text{ kg}$$

$$F_{U \max} = F_R \cdot 1,2$$

$$F_R = (20 \cdot 1,8 \text{ kg} + 2 \cdot 1,53 \text{ kg}) \cdot 9,81 \cdot 0,25 = 95,8 \text{ N}$$

$$F_{U \max} = 115 \text{ N} = 57,5 \text{ N/courroie}$$

Aucune augmentation notable ; vérification inutile

$$s_{\text{dent}} = \frac{F'_{U \max} \cdot c_1}{F'_{U \max}} = \frac{34 \cdot 6}{57,5} = 3,69 > 1 \quad \text{Condition remplie}$$

$$F_V \geq 0,5 \cdot F_{U \max}$$

Choisi :  $F_V = 40 \text{ N}$

$$F_B = F_V + F_{U \max} = 40 + 57,5 = 97,5 \text{ N}$$

$$s_{\text{trac.}} = \frac{F_{\text{adm.}}}{F_B} = \frac{270 \text{ N}}{97,5 \text{ N}} = 2,8 > 1 \quad \text{Condition remplie}$$

$F_{\text{adm.}}$  selon feuille de calcul pour 16 T5 Adv 09

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{2 \cdot c_{\text{spéc.}}} \quad \text{avec } c_{\text{spéc.}} = 0,12 \cdot 10^6 \text{ selon feuille de calcul}$$

$$\Delta e = \frac{40 \cdot 40240}{2 \cdot 0,12 \cdot 10^6} = 6,7 \text{ mm}$$

2 courroies dentées 16 T 5, longueur 40240 mm, Adv 09  
Poulies dentées avec Z = 48 dents pour courroies largeur 16 mm  
Course de tension pour  $F_V$   $\Delta e = 6,7 \text{ mm}$

Choix de la courroie dentée

5

Longueur de la courroie

Masse de la courroie

$F_U$  max compte tenu de  $m_R$   
du brin supérieur

6

Coefficient de sécurité de la  
base de la dent

7

Force de pré-tension  $F_V$

8

Force minimale d'entraînement  $F_B$

Coefficient de sécurité de la  
couche de tracion  $s_{\text{trac.}}$

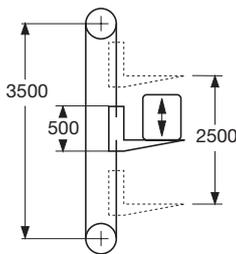
Course de tension  $\Delta e$

9

Résultat

# Système de manutention vertical

## Schéma



Distance	2500 mm
Vitesse	2 m/s
Accélération moyenne/Freinage	4 m/s <sup>2</sup>
Freinage maximal (arrêt d'urgence)	10 m/s <sup>2</sup>
Masse du chariot charge comprise	75 kg
Nombre de courroies	2 pièces
Force de friction des supports-guides	F <sub>R</sub> = 120 N
d <sub>0</sub>	Maximal 150 mm

On recherche : type de courroie et longueur, force de pré-tension, course de tension, nombre de tours. Fortes sollicitations!

## 1 Force périphérique [N]

Force périphérique F<sub>U</sub> [N] à transmettre par courroie dentée Siegling Proposition

$$F_U = F_A + F_H + F_R + \dots$$

$$F_R = 120 \text{ N}$$

$$F_A = 75 \text{ kg} \cdot 4 \text{ m/s}^2 = 300 \text{ N}$$

$$F_{A \text{ max}} = 75 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 750 \text{ N (arrêt d'urgence)}$$

$$F_H = 75 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 736 \text{ N}$$

$$F_U = 120 \text{ N} + 736 \text{ N} + 750 \text{ N (freinage rapide pour trajet descendant)}$$

$$F_U = 1606 \text{ N}$$

## 2 Facteur de fonctionnement c<sub>2</sub> et d'accélération c<sub>3</sub>

$$c_3 = 0, \text{ car } i = 1$$

c<sub>2</sub> = 2,0 à cause des fortes sollicitations

$$F_{U \text{ max}} = 1606 \cdot 2 = 3212 \text{ N répartis sur 2 courroies}$$

$$F_{U \text{ max}} = 1606 \text{ N par courroie}$$

## 3 Facteur d'engrènement c<sub>1</sub>

Courroie ouverte : c<sub>1</sub> = 12 = c<sub>1 max</sub> pour AdV 07 choisi

=> Z<sub>min</sub> = 24 ; t = 20 supprimé à cause de d<sub>0 max</sub>

## 4 Force périphérique spécifique F'<sub>U req.</sub> nécessaire

$$F'_{U \text{ req.}} = \frac{F_{U \text{ max}}}{12} = 133 \text{ N par courroie}$$

avec d<sub>0</sub> = 140 mm il en résulte

$$n = \frac{v \cdot 19,1 \cdot 10^3}{d_0} = 273 \text{ min}^{-1}$$

Nombre de tours

Choix de la courroie

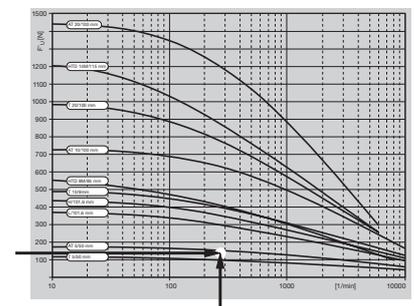
Tous les choix sont possibles entre L et HTD 14M.

Choisi : HTD 14M à cause des grandes réserves

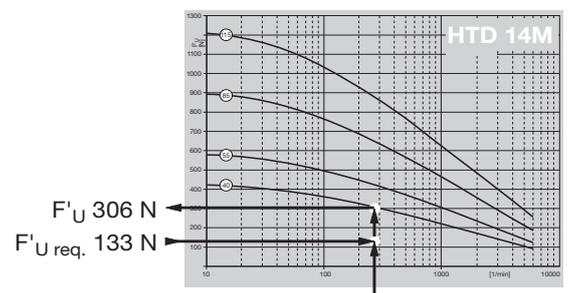
Désignation : 40 HTD 14M

F'<sub>U</sub> [N] de la courroie retenue

$$F'_{U} = 306 \text{ N}$$



Synthèse des diagrammes



273  
Diagramme HTD 14M



$$Z = \frac{d_0 \cdot \pi}{t} = \frac{140 \cdot \pi}{14} = 31,4$$

Choisi:  $Z = 32$ ; poulie standard  $\Rightarrow n = 268 \text{ min}^{-1}$

$$l = 3500 \cdot 2 + Z \cdot t - 500 + 2 \cdot 114$$

$$l = 7176 \text{ mm} \hat{=} 512,6 \text{ dents}$$

Choisi: 512 dents  $\hat{=} 7168 \text{ mm}$

$$m'_R \cdot l = 0,44 \text{ kg/m} \cdot 7,168 \text{ m} = 3,155 \text{ kg/courroie}$$

$$m_Z = 6,17 \text{ kg} \quad (\text{Valeur sur catalogue})$$

$$d_K = 139,9 \text{ mm} \quad (\text{Valeur sur catalogue})$$

$$d = 24,0 \text{ mm} \quad (\text{Valeur sur catalogue})$$

$$m_{Z \text{ r\u00e9d.}} = \frac{m_Z}{2} \cdot \left[ 1 + \frac{d^2}{d_K^2} \right] = 3,18 \text{ kg}$$

$$\text{Soit au total: } 4 \cdot 3,18 = 12,7 \text{ kg}$$

S\u00e9lection de la poulie

5

Longueur de la courroie

Masse de la courroie

Caract\u00e9ristiques des poulies dent\u00e9es

Masse r\u00e9duite de la poulie dent\u00e9e

$$F_U = F_A + F_H + F_R$$

$$F_H = 736 \text{ N}$$

$$F_R = 120 \text{ N}$$

$$F_A = (75 \text{ kg} + 12,7 \text{ kg} + 2 \cdot 3,155 \text{ kg}) \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 940 \text{ N}$$

$$F_U = 940 + 120 + 736 = 1800 \text{ N}$$

$$F_{U \text{ max}} = c_2 \cdot F_U = 3600 \text{ N}; \text{ r\u00e9partie sur 2 courroies}$$

$$\Rightarrow F_{U \text{ max}} = 1800 \text{ N/courroie}$$

$$F'_{U \text{ req.}} = \frac{1800}{12} = 150 \text{ N}$$

$F_U$  compte tenu de la masse de la courroie et de la poulie

6

$$S_{\text{dent}} = \frac{F'_{U \text{ max}}}{F'_{U \text{ req.}}} = \frac{3600}{150} = 2,07 > 1$$

Condition remplie

Coefficient de s\u00e9curit\u00e9 de la base de la dent  $S_{\text{dent}}$

7

# Système de manutention vertical

8

Choisir la force de pré-tension

Force minimale d'entraînement  $F_B$ 

Force admissible de la couche de traction

Coefficient de sécurité de la couche de traction  $s_{\text{trac.}}$ 

$$F_V \geq F_{U \max} = 1800$$

$$\text{Choisi: } 2000 \text{ N} = F_V$$

$$F_B = F_{U \max} + F_V = 3800 \text{ N}$$

$$F_{\text{adm.}} = 8500 \text{ N}$$

$$s_{\text{trac.}} = \frac{F_{\text{adm.}}}{F_B} = \frac{8500}{3800} = 2,24 > 1 \quad \text{Condition remplie}$$

9

Course de tension  $\Delta e$ 

$$C_{\text{spéc.}} = 2,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{2 \cdot C_{\text{spéc.}}} = \frac{7168 \cdot 2000}{2 \cdot 2,12 \cdot 10^6} = 3,38 \text{ mm}$$

Résultat

Courroie dentée 40 HTD 14M

7168 mm long = 512 dents

Poulies dentées à 32 dents pour courroies largeur 40 mm

Course de tension pour la force  $F_V$   $\Delta e = 3,38 \text{ mm}$ 

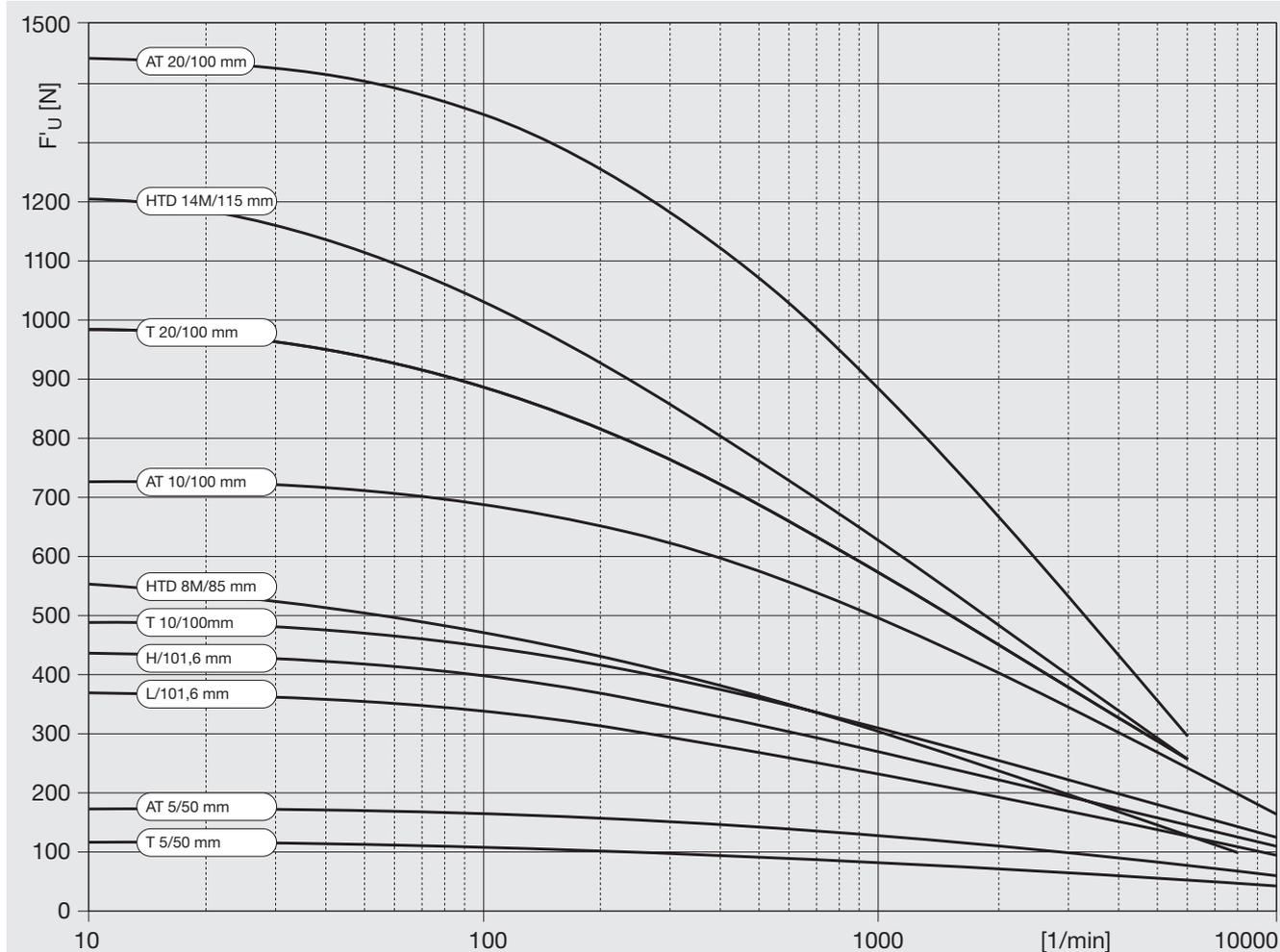
Sécurité/recommandations

Pour les systèmes de manutention vertical, il faut observer les prescriptions des différents organismes pour la sécurité du travail.

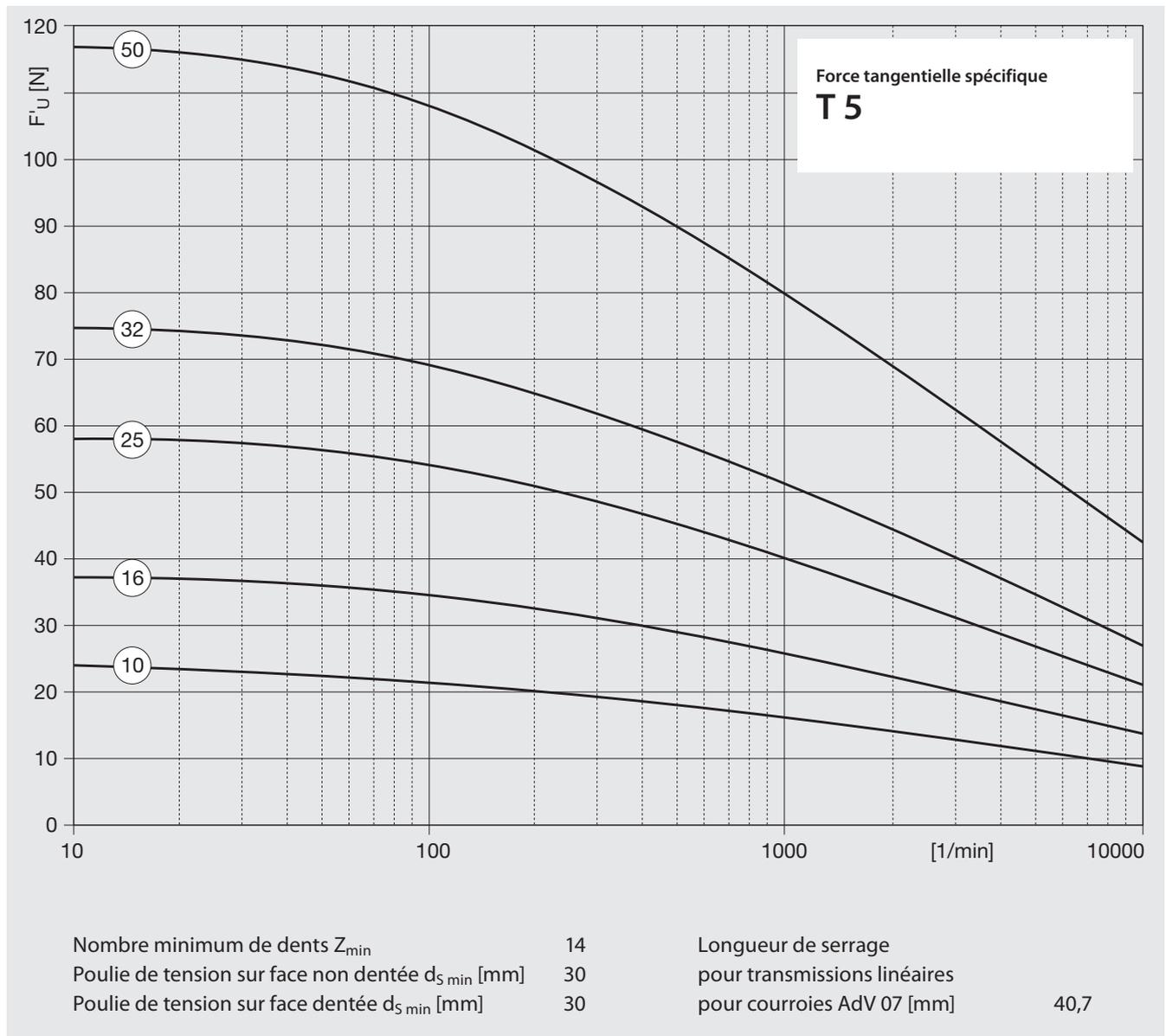
Le cas échéant, il faut prouver la résistance à la rupture à l'aide de la charge de rupture maximale de la courroie. Celle-ci équivaut à 4 fois la force de traction admissible  $F_{\text{adm.}}$  pour du matériel ouvert AdV 07.

Valeurs exactes sur demande.

# Synthèse des diagrammes



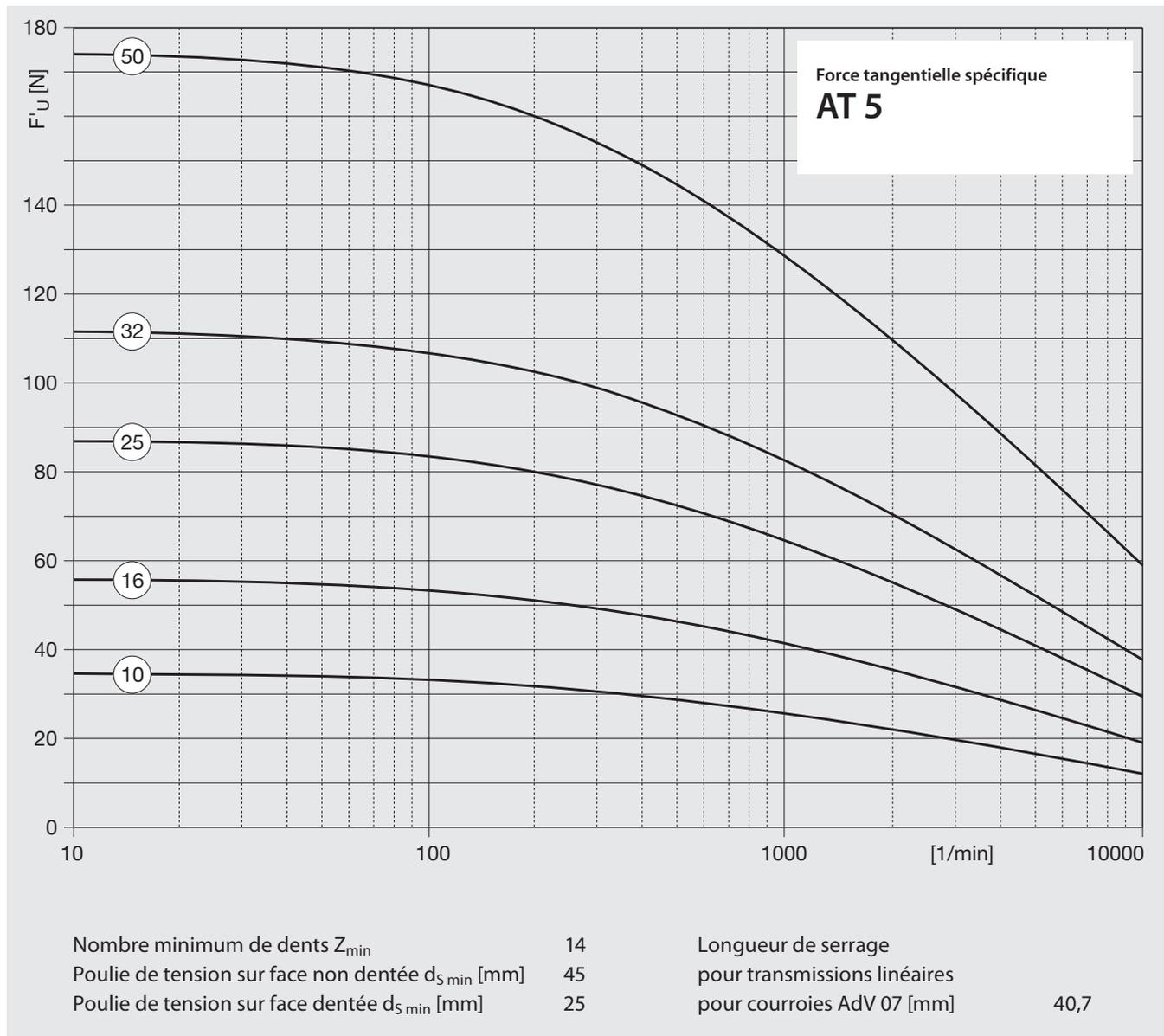
# Courroie dentée T 5



### Données techniques relatives au type T 5

Valeurs	$b_0$ [mm]	10	16	25	32	50
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		190	270	450	550	840
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		390	550	910	1100	1690
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		0,08	0,12	0,19	0,24	0,38
$m'_R$ [kg/m]		0,024	0,038	0,060	0,077	0,12

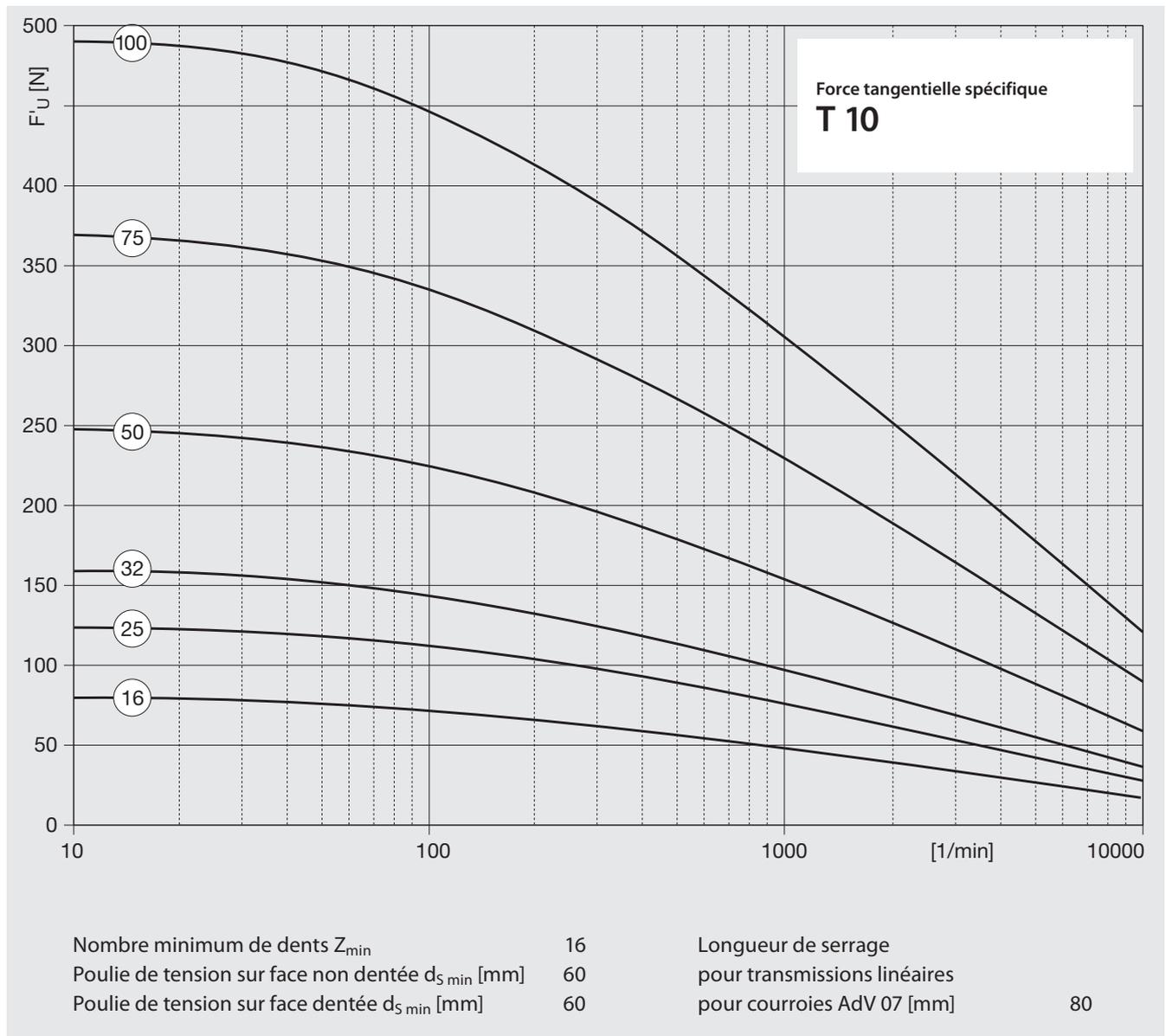
# Courroie dentée AT 5



### Données techniques relatives au type AT 5

Valeurs	$b_0$ [mm]	10	16	25	32	50
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		280	630	840	1100	1750
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		560	1260	1680	2240	3500
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		0,17	0,27	0,42	0,54	0,84
$m'_R$ [kg/m]		0,030	0,048	0,075	0,096	0,150

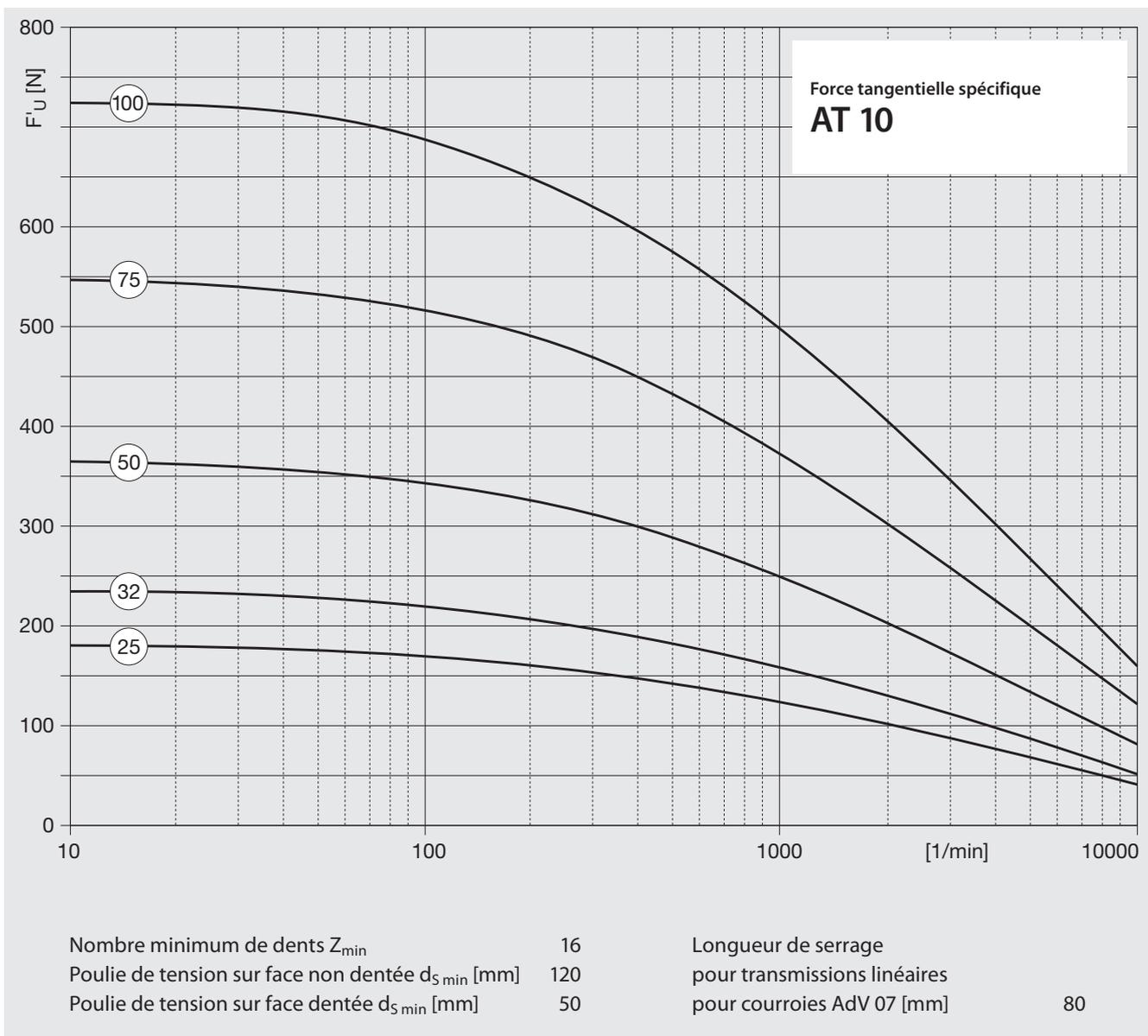
# Courroie dentée T 10



### Données techniques relatives au type T 10

Valeurs	$b_0$ [mm]	16	25	32	50	75	100
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		650	1100	1300	2100	2550	3550
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		1310	2200	2620	4200	5100	7100
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		0,32	0,50	0,64	1,00	1,50	2,00
$m'_R$ [kg/m]		0,077	0,120	0,154	0,240	0,360	0,480

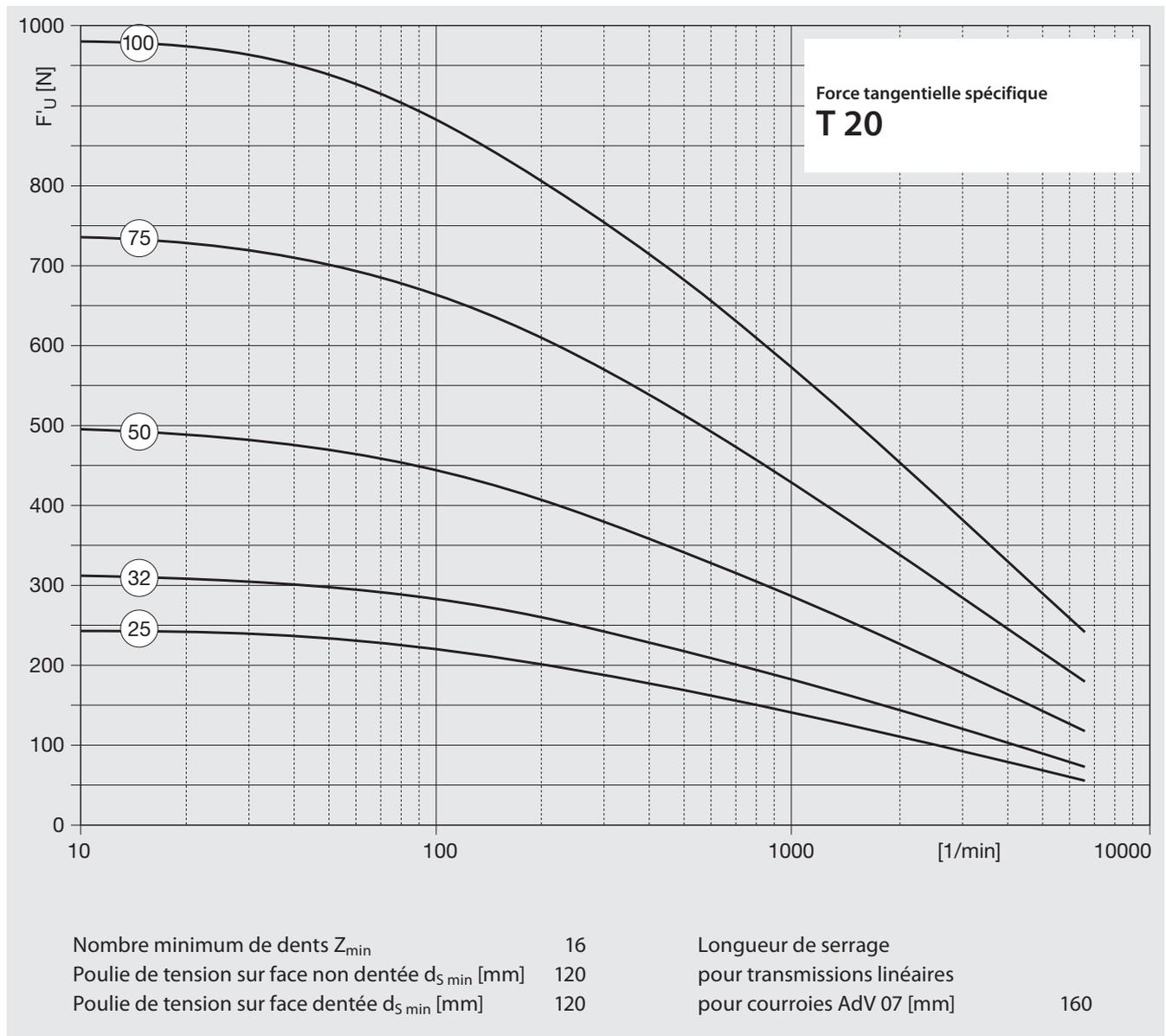
# Courroie dentée AT 10



### Données techniques relatives au type AT 10

Valeurs	$b_0$ [mm]	25	32	50	75	100
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		1850	2500	3700	6000	8000
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		3750	5000	7500	12000	16000
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		1,00	1,28	2,00	3,00	4,00
$m'_R$ [kg/m]		0,160	0,205	0,320	0,480	0,640

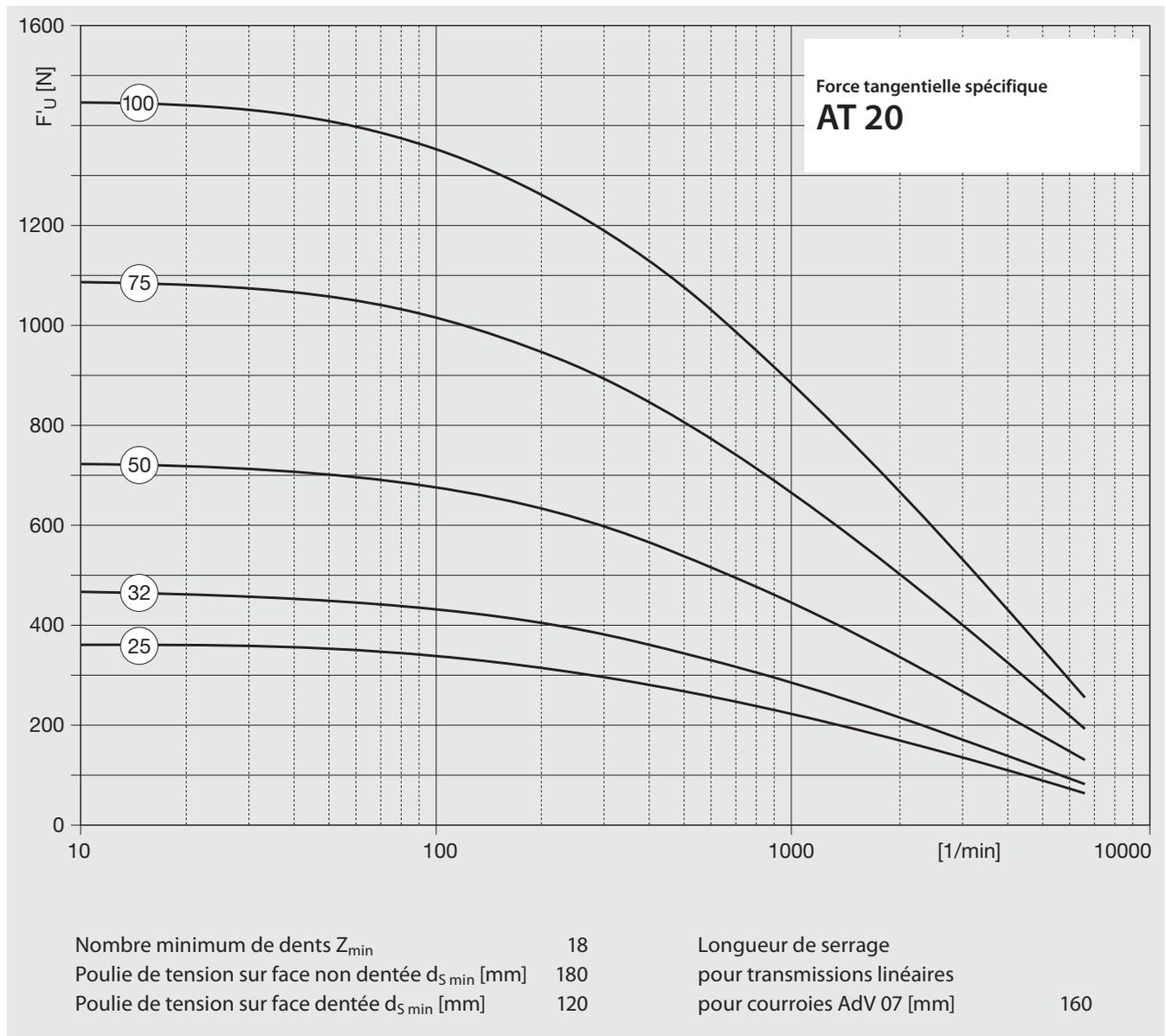
# Courroie dentée T 20



### Données techniques relatives au type T 20

Valeurs	$b_0$ [mm]	25	32	50	75	100
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		1600	2050	3250	4900	6700
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		3200	4100	6500	9800	13500
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		0,88	1,32	1,75	2,63	3,50
$m'_R$ [kg/m]		0,193	0,246	0,385	0,577	0,770

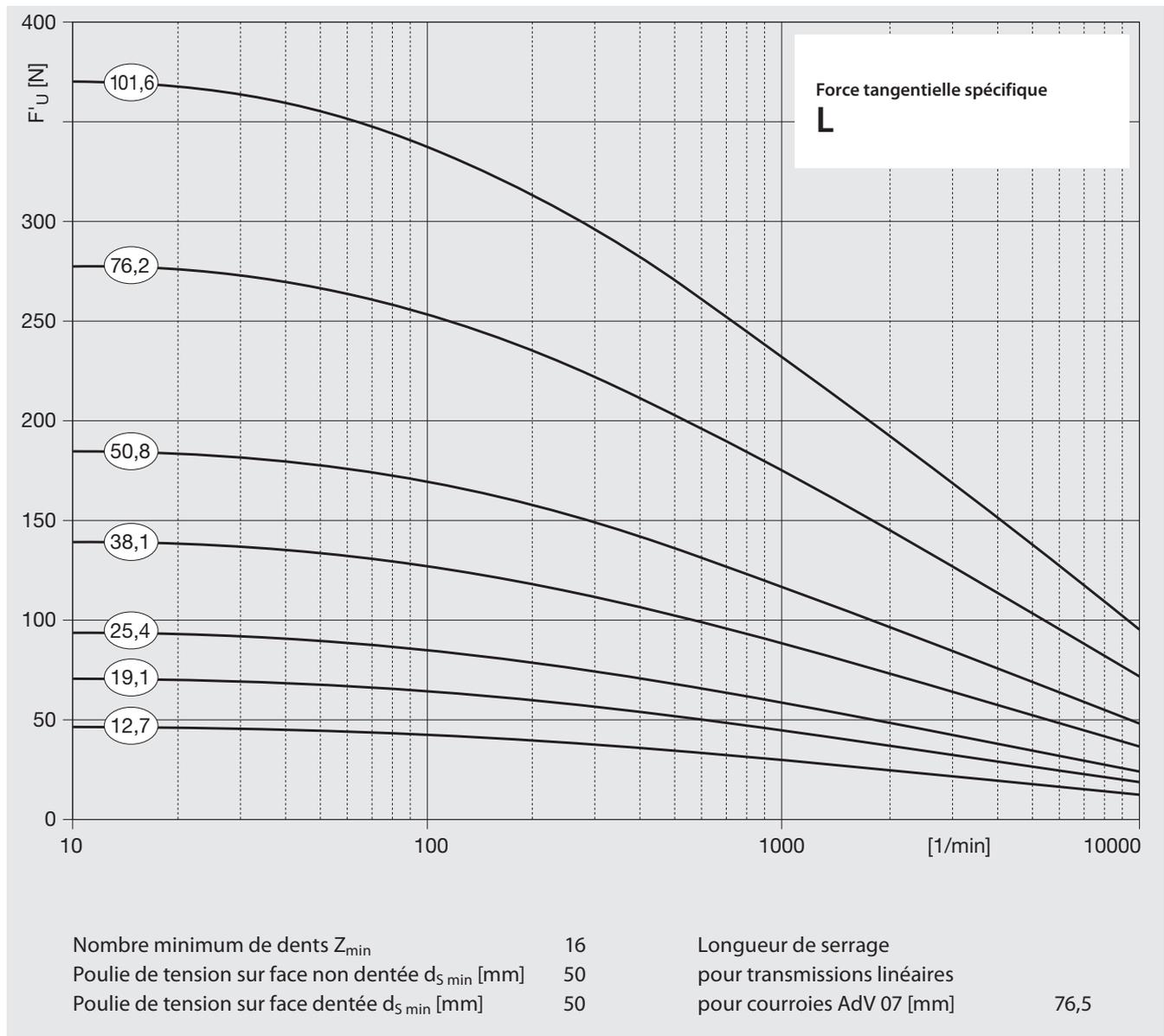
# Courroie dentée AT 20



### Données techniques relatives au type AT 20

Valeurs	$b_0$ [mm]	25	32	50	75	100
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		2900	3600	5800	9000	12000
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		5800	7200	11700	18000	25200
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		1,56	2,00	3,13	4,69	6,25
$m'_R$ [kg/m]		0,250	0,320	0,500	0,750	1,000

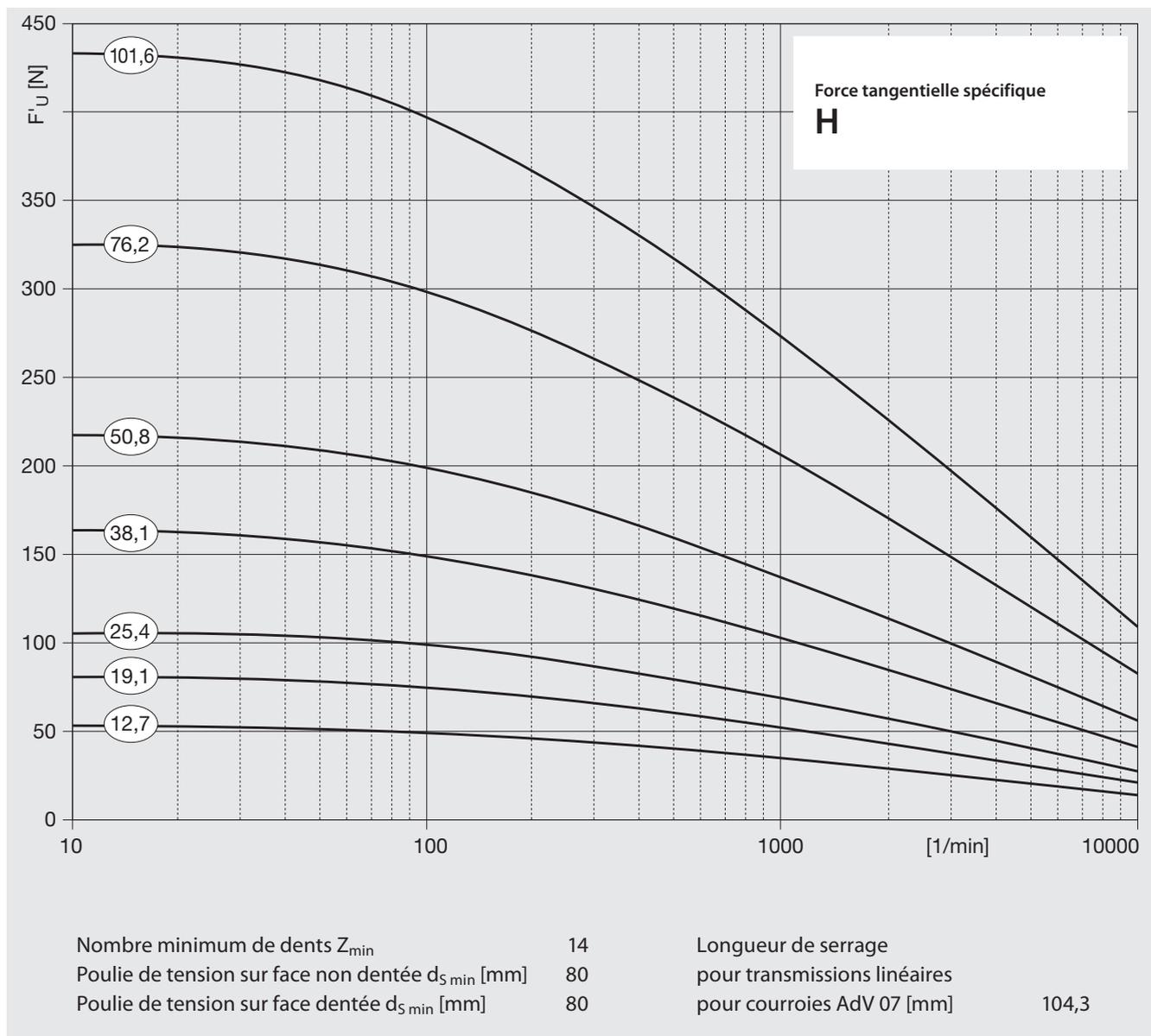
# Courroie dentée L = 3/8" $\hat{=}$ t = 9,525 mm



**Données techniques relatives au type L = 3/8"**

Valeurs	$b_0$ [mm]	12,7	19,1	25,4	38,1	50,8	76,2	101,6
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		440	650	870	1310	1760	2550	3300
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		890	1340	1780	2670	3560	5100	6600
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		0,25	0,38	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
$m'_R$ [kg/m]		0,050	0,074	0,099	0,149	0,198	0,297	0,396

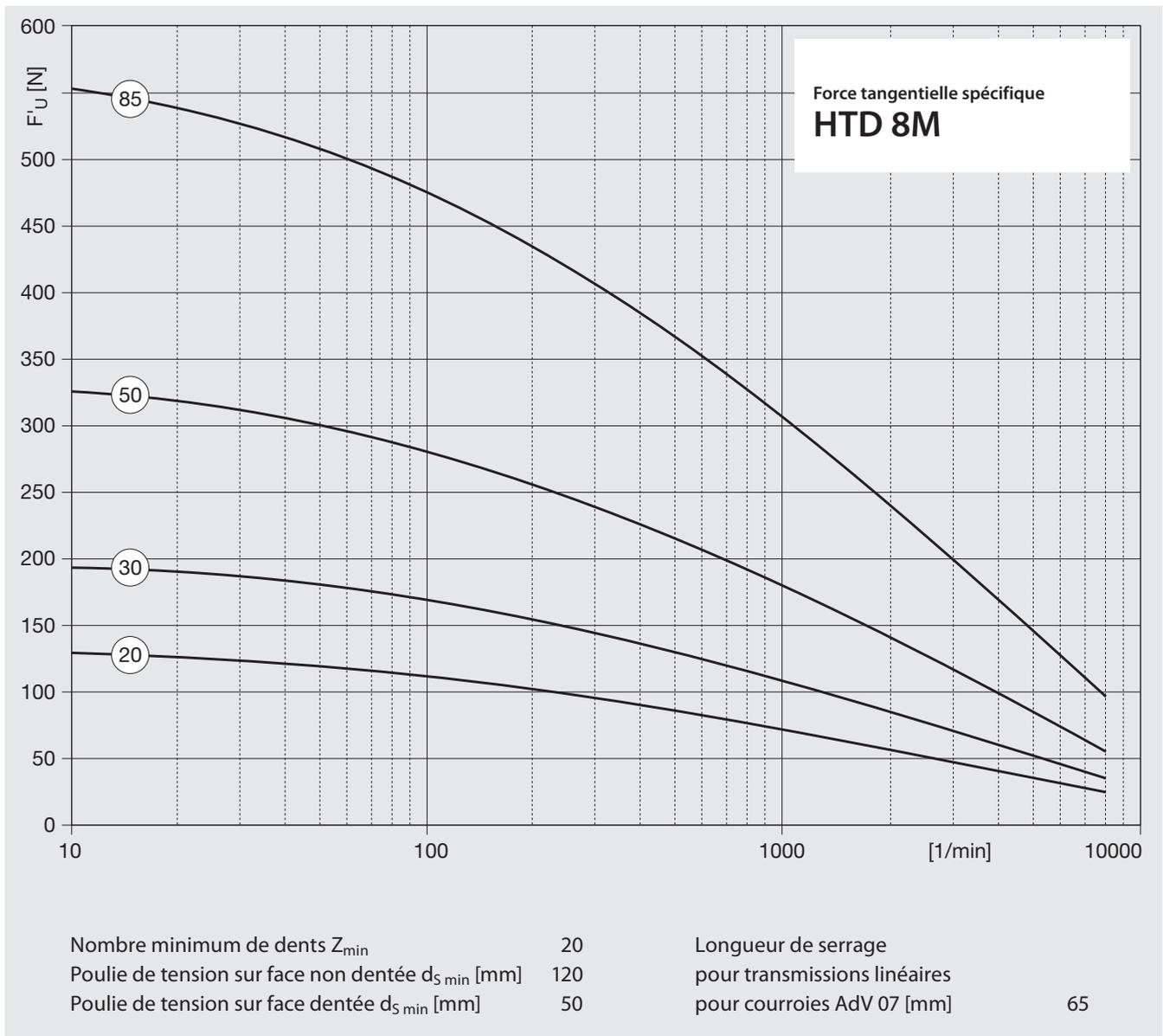
# Courroie dentée H = 1/2" $\hat{=}$ t = 12,7 mm



**Données techniques relatives au type H = 1/2"**

Valeurs	$b_0$ [mm]	12,7	19,1	25,4	38,1	50,8	76,2	101,6
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		440	650	870	1310	1760	2550	3300
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		890	1340	1780	2670	3560	5100	6600
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		0,25	0,38	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
$m'_R$ [kg/m]		0,057	0,086	0,114	0,171	0,229	0,343	0,457

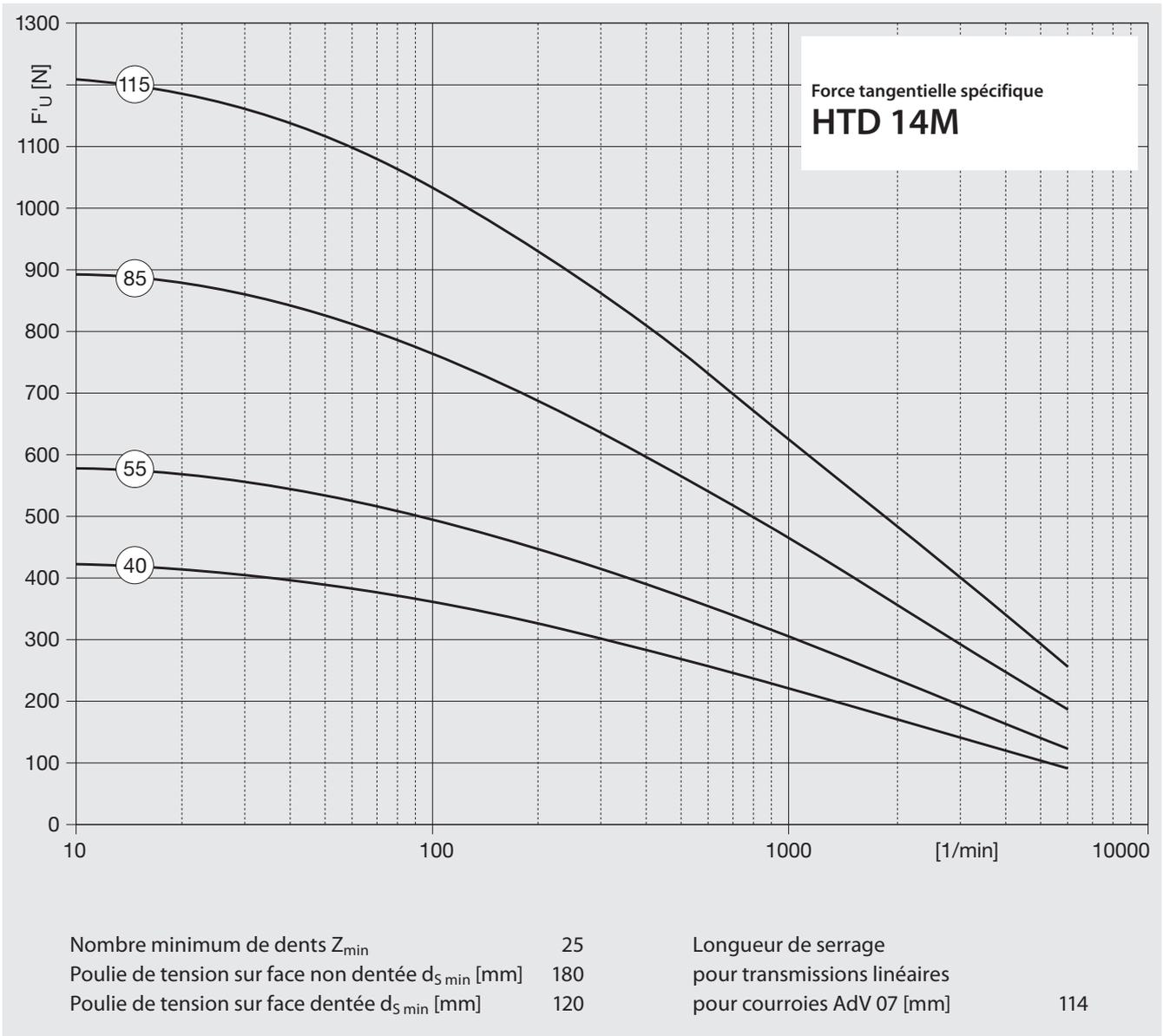
# Courroie dentée HTD 8M



### Données techniques relatives au type HTD 8M

Valeurs	$b_0$ [mm]	20	30	50	85
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		1400	2100	3500	5700
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		2800	4200	7000	11500
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		0,70	1,05	1,75	2,98
$m'_R$ [kg/m]		0,132	0,198	0,330	0,561

# Courroie dentée HTD 14M



## Données techniques relatives au type HTD 14M

Valeurs	$b_0$ [mm]	40	55	85	115
$F_{adm.}$ [N] Adv 09		4200	5800	9600	11600
$F_{adm.}$ [N] Adv 07		8500	11800	19500	23600
$C_{spéc.}$ [N] · 10 <sup>6</sup>		2,12	2,92	4,51	5,83
$m'_R$ [kg/m]		0,440	0,605	0,935	1,265

# Tableaux

**Tableau 1**  
Facteur d'engrènement  $c_1$

Application	$c_1$ max
Courroie soudée sans fin AdV 09	6
Courroie ouverte AdV 07	12
Transmission linéaire avec haute précision de positionnement	4

$c_1$  = nombre de dents en prise transmettant l'effort

**Tableau 2**  
Facteur de fonctionnement  $c_2$

Conditions de fonctionnement en continu	$c_2 = 1,0$
Surcharge de courte durée < 35 %	$c_2 = 1,10 - 1,35$
Surcharge de courte durée < 70 %	$c_2 = 1,40 - 1,70$
Surcharge de courte durée < 100 %	$c_2 = 1,75 - 2,00$

**Tableau 3**  
Facteur d'accélération  $c_3$

Rapport de transmission $i$	$c_3$
$i > 1$ à 1,5	0,1
$i > 1,5$ à 2,5	0,2
$i > 2,5$ à 3,5	0,3
$i > 3,5$	0,4

**Tableau 4**  
Coefficient de frottement des courroies dentées

$\mu$	PU	PAZ	PAR
Sole/guides	0,5	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3
Supports-guides en plastique	0,2 - 0,3	0,2 - 0,25	0,2 - 0,25
Accumulation	0,5	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3

Toutes les données indiquées sont des valeurs approximatives

PU = Polyuréthane

PAZ = Tissu de polyamide sur la face dentée

PAR = Tissu de polyamide sur la face lisse

# Tableaux

## Résistances

Produits chimiques	Résistance	Produits chimiques	Résistance
Acétate d'éthyle	-	Graisse, lubrifiant (savon mou)	●
Acétate de Butyle	-	Huile ASTM 1	●
Acétone	○	Huile ASTM 2	●
Acide acétique 20%	○	Huile ASTM 3	○
Acide chlorhydrique 20%	○	Huile minérale	●
Acide nitrique 20%	-	Isopropanol	○
Acide sulfurique 20%	○	Kérosène	●
Ammoniac 10%	●	Lessive de potasse 1N	○
Aniline	-	Méthanol	○
Benzène	○	Méthanol/Essence 15-85	●
Butanol	○	Méthyl Ethyl Cétone	○
Chlorure d'aluminium, aqueux 5%	●	N-Heptane	●
Chlorure de méthylène	-	N-Méthyl pyrrolidone	-
Chlorure ferrique, aqueux 5%	○	Savon mou	●
Cyclohexanol	○	Savon mou + 20% d'eau	○
Diméthyl formamide	-	Solution d'hydroxide de sodium 1N	○
Eau	●	Solution de chlorure de sodium concentrée	●
Eau de mer	●	Solution de sel de cuisine concentrée	●
Essence normale	●	Soude caustique 1N	○
Essence super	●	Tétrachlorure de carbone	-
Ethanol	○	Tétrahydrofurane	-
Ether éthylique	●	Toluène	-
Gasoil	●	Trichloréthylène	-

**Tableau 5**  
Les résistances ci-contre s'entendent à température ambiante.

### Légende

- = Résistant
- = Résistant sous certaines réserves ; dilatation, perte de poids, éventuellement durcissement du revêtement et craquelures après un certain temps.
- = Non résistant



En raison de la diversité des utilisations de nos produits ainsi que des données particulières respectives, nos instructions, indications et renseignements sur la qualification de ces derniers ne représentent que des directives générales et ne dégagent pas le client d'un essai et d'un contrôle sous sa propre responsabilité. Lors d'une assistance technique par nos soins, le client est seul responsable de la réussite de son travail.

### **Le Service Forbo Siegling – à tout moment dans le monde**

Forbo Siegling emploie, dans le monde entier, plus de 2.000 personnes dans les sociétés du Groupe. Nos produits sont fabriqués dans 8 pays ; des sociétés du Groupe et agences avec stocks et ateliers sont présentes dans plus de 50 pays. Forbo Siegling dispose de points de service, plus de 300 adresses dans le monde.