

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2024

Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit
Unité U42 – Conception préliminaire

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 15 pages.

DT 1 : Présentation de la pompe doseuse Milton Roy® Primeroyal PH	page 1-2/15
DT 2 : Diagramme des exigences	page 3/15
DT 3 : Plan d'ensemble	page 4/15
DT 4 : Nomenclature partielle et perspective	page 5/15
DT 5 : Caractéristiques constructeur de la pompe	page 6/15
DT 6 : Courbes d'évolution de vitesse, de débit et de couple	page 7/15
DT 7 : Diagrammes des exigences de la bielle et prix - limite élastique	page 8/15
DT 8 : Simulation des contraintes par éléments finis dans la bielle 6	page 9/15
DT 9 : Estampage	page 10-11/15
DT 10 : Diagramme taille de la série - indice de coût	page 12/15
DT 11 : Roulements à billes à contact oblique à deux rangées	page 13/15
DT 12 : Coussinets autolubrifiants à collerette	page 14/15
DT 13 : Clavettes	page 15/15

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP

Présentation de la pompe doseuse Milton Roy® Primeroyal PH

Les pompes doseuses Primeroyal Milton Roy® sont des pompes volumétriques à débit variable de grande précision. Ainsi, le débit de ces pompes dépend de la cylindrée réglable du mécanisme à piston et de la fréquence de rotation du moteur.

Les pompes doseuses Primeroyal® sont des pompes polyvalentes et fiables qui injectent des produits chimiques de manière uniforme et précise. La conception éprouvée des pompes permet un contrôle précis du débit de la pompe avec une précision de $\pm 1\%$ en fonctionnement normal stabilisé comprise entre 10 et 100 % du débit nominal. Elles sont dotées d'un système d'entraînement par bielle et excentrique variable qui permet de modifier la course en repositionnant l'axe de l'arbre mâle dans l'excentrique femelle. Le modèle PH offre plusieurs montages possibles.



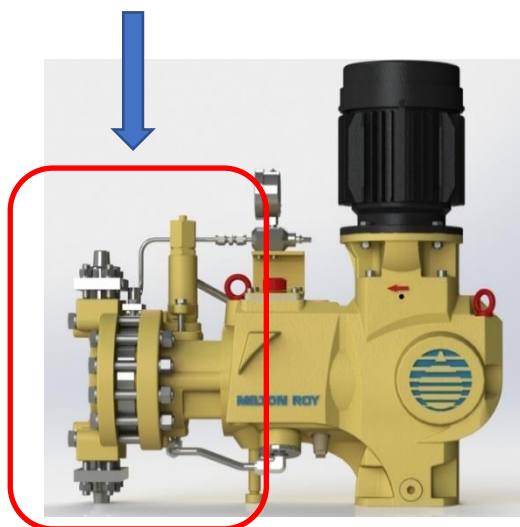
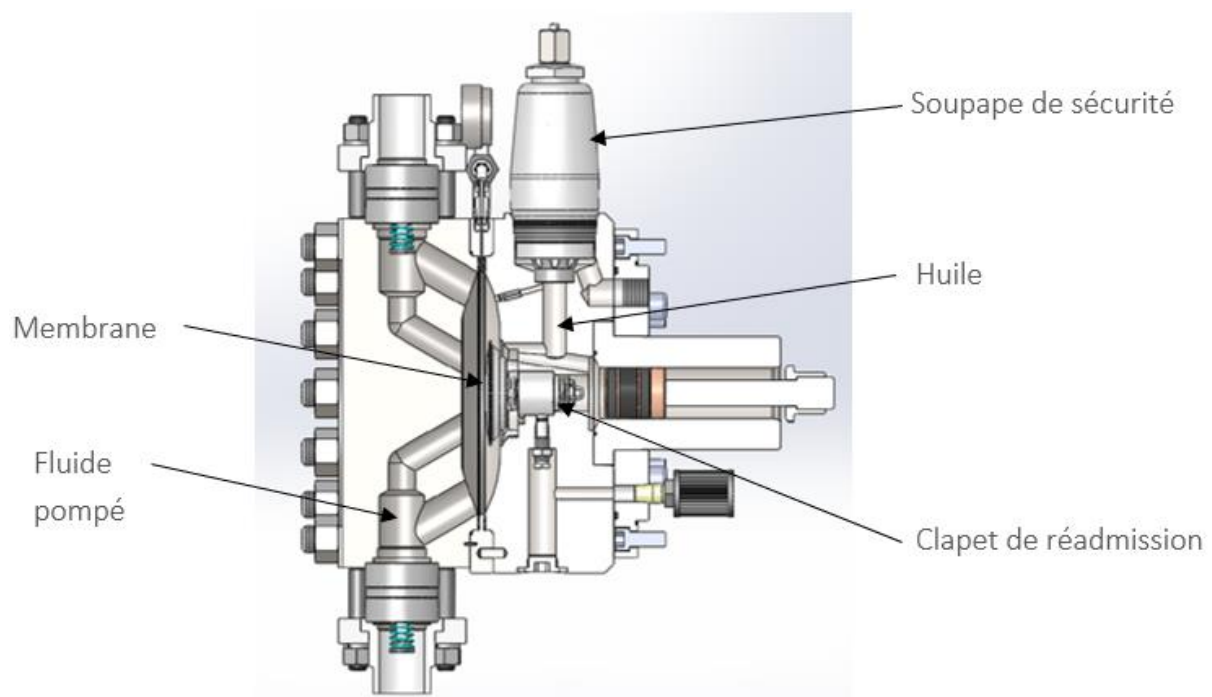
Avantages :

- conforme aux normes API 675 ;
- adaptabilité et précision : le débit est réglable en fonctionnement et à l'arrêt (réglage micrométrique de la course, dix (10) tours représentant de 0 à 100 % de la course, avec une échelle graduée en %) ;
- contraintes d'espace : encombrement et poids minimisés, disponible en configuration moteur vertical ou horizontal ;
- convient à la plupart des fluides utilisés dans les procédés industriels : nombreuses cadences pour un dosage précis ;
- conception modulaire pour répondre précisément à vos besoins : plusieurs options pour les têtes doseuses, les clapets anti-retour, les types de raccordement et le contrôle du débit ;
- longue durée de vie : matériaux de haute qualité conçus pour une construction robuste et éprouvée, lubrification par bain d'huile pour assurer la fiabilité dans le cadre d'un fonctionnement continu ;

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 1/15

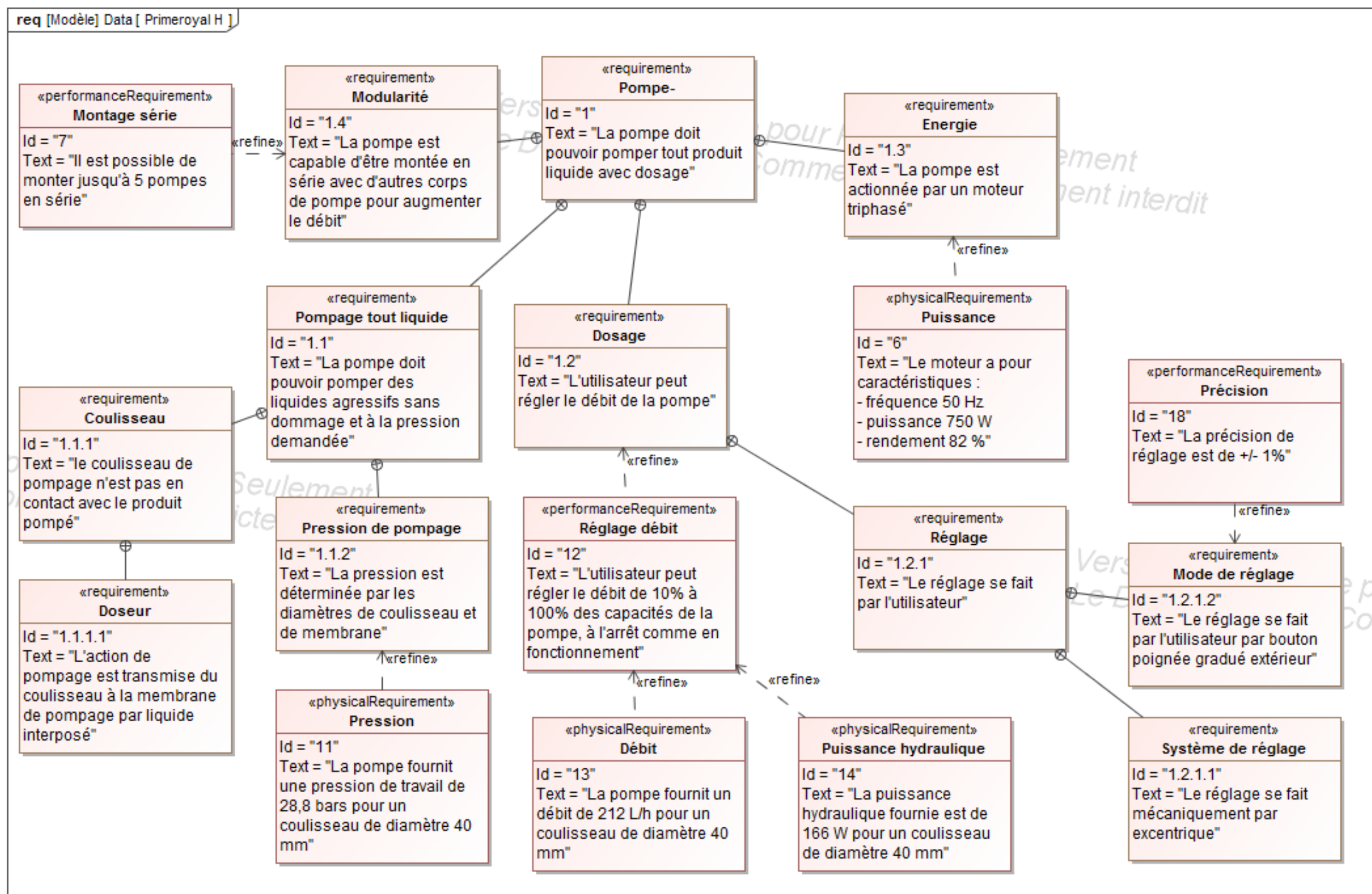
- sécurité : têtes doseuses à membrane haute performance qui résistent aux fuites. La durée de vie des doseurs est supérieure à 20 000 heures de fonctionnement ;
- fonctionne dans les conditions les plus extrêmes : configurations spécifiques pour fonctionner en conditions salines/offshore, désertiques, ou des environnements basse température ;
- conception globale : conforme aux principales certifications et normes internationales: ATEX, NACE, SASO, Union douanière, etc. ;
- protection contre les surpressions : soupape de sécurité intégrée pour protéger la pompe sur les têtes doseuses à membrane.

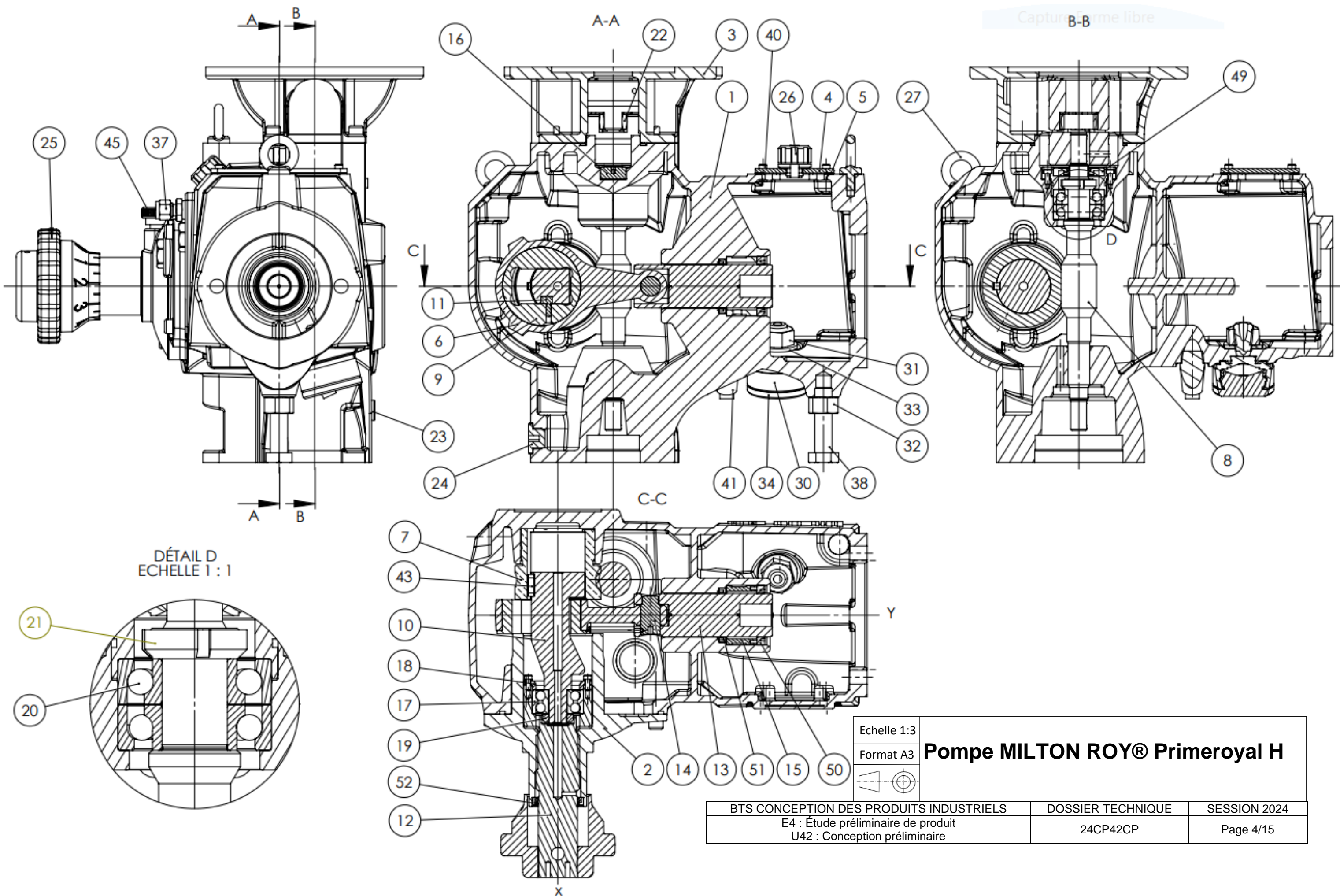
Le modèle de pompe Primeroyal H® est un modèle à moteur vertical. Le piston, dont la course est variable par un système à excentrique, appelé **coulisseau** dans la nomenclature, n'est pas en contact avec le liquide pompé. Il transmet le mouvement mécanique de pompage à un diaphragme (membrane) contenu dans un dispositif hydraulique appelé doseur (non étudié).



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 2/15

Diagramme des exigences

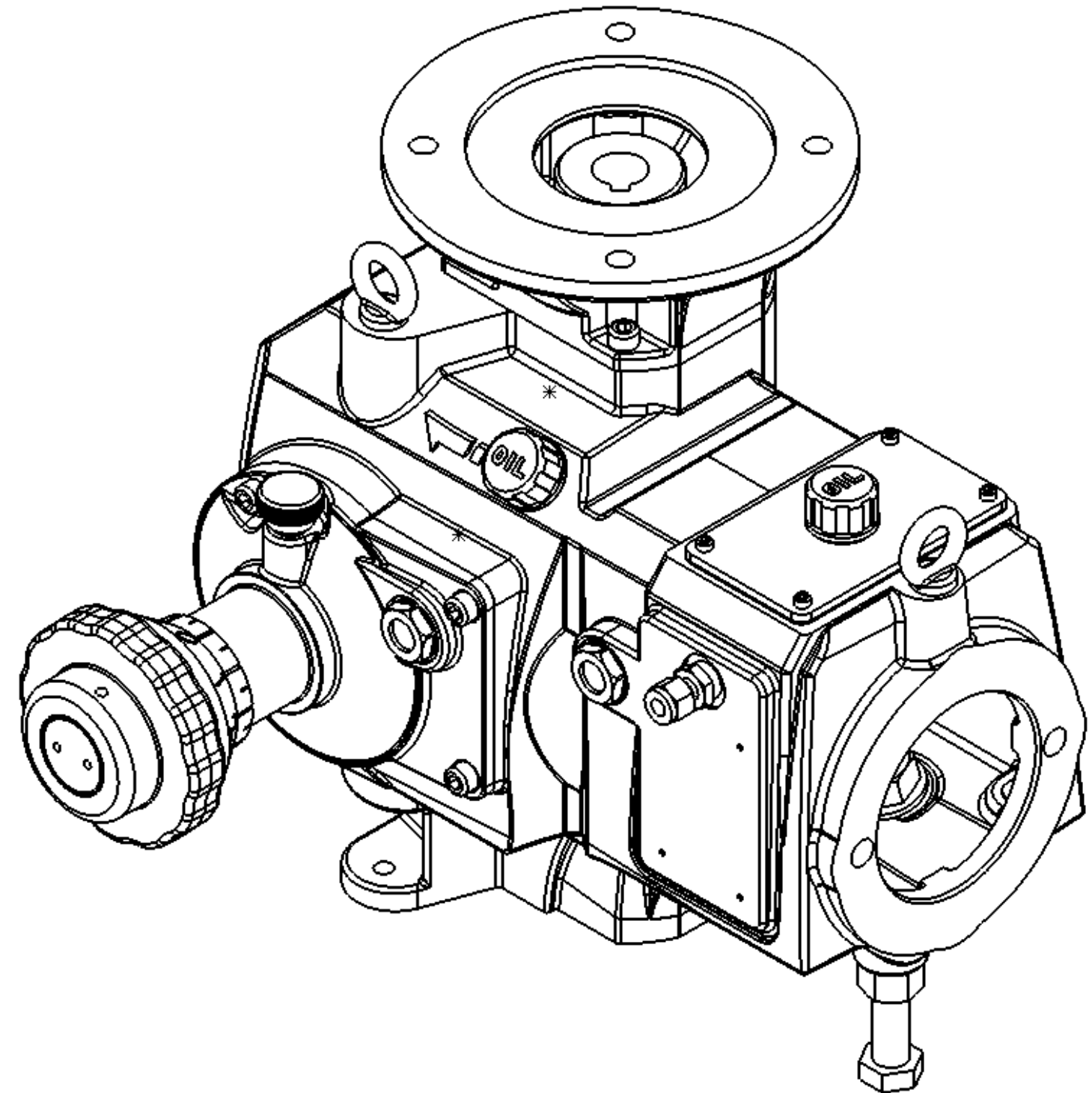




BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit	24CP42CP	Page 4/15
U42 : Conception préliminaire		

Nomenclature partielle et perspective

21	1	Ecrou Nylstop		52	1	Joint à lèvre 36x47x7	Polyuréthane
20	2	Roulement à bille contact oblique	20-47-14	51	1	Joint à lèvre 40x48x6	Polyuréthane
19	1	Ecrou Nylstop		50	1	Joint à lèvre 40x55x7	Polyuréthane
18	1	Bride		49	1	Joint à lèvre 17x47x7	Polyuréthane
17	1	Roulement 2 rangées de billes contact oblique	12-32-16,9	45	1	Butée de réglage	
16	1	Bride support		43	1	Clavette parallèle 6x6x20	C 35
15	1	Entretoise	S 235	41	1	Filtre à air	UE 12 P
14	1	Axe bielle coulisseau	42 Cr Mo 4	40	12	Vis CHc M4-10	
13	1	Coulisseau	C 45	38	1	Vis Hm 16-60	
12	1	Vis de réglage	Z 20 C 13	37	1	Raccord 3-8x8	
11	1	Patin	C 35	34	1	Ecrou moleté	
10	1	Excentrique mâle	C 45	33	1	Rondelle plate	
9	1	Excentrique femelle	42 Cr Mo 4	32	1	Ecrou H M16	
8	1	Vis sans fin	42 Cr Mo 4	31	1	Ecrou H M15	
7	1	Roue	UE 12 P	30	1	Corps de crépine	
6	1	Bielle	EN GJL-250	27	3	Anneau levage M8	C 22 zingué
5	1	Joint couvercle lanterne		26	1	Bouchon remplissage	polyamide
4	1	Couvercle de lanterne	S 235	25	1	Vernier	
3	1	Lanterne moteur		24	2	Bouchon 1/2 BSP	C 35
2	1	Support	FGL 250	23	1	Bouchon G 1/4	X6CrNiMoTi
1	1	Carter	FGL 250	22	1	Rotex SR 24	
Rep	Nb	Désignation	Matériau	Rep	Nb	Désignation	Matériau



Caractéristiques constructeur de la pompe MILTON ROY® Primeroyal H
SIMPLEX (Ø coulisseau 40 mm)

Pump Model: PRIMEROYAL H (PH)	Liquid End: TYPE HPD	Diaphragm: 106BP	Piston Ø40
PRIMEROYAL H (PH)	TYPE HPD	H - Metallic	106
1Head		Diaphragm Type: <input checked="" type="radio"/> SINGLE <input type="radio"/> DOUBLE	40
Liquid End Data			
Piston diameter:	D	mm	40
Check valve	Material: Steel		Ball Ø15,9
Number of check valves at the suction			1
Flanges @ MAX 38°C Select material →	SS 316L	Suction → No Flange	Discharge →
Working Pressure	P _{working}	bar g.	28,80
Internal Relief Valve Pressure MAWP	P _{relief}	bar g.	33,12
RESULTS			
MASP 5% (suction lift for 5% of flow drop)	Minimum Allowable Suction Pressure	bar a.	0,80
NPIPr (for water) Without acceleration losses	Net Positive Inlet Pressure Required	bar	0,19
NPIPa minimum	Net Positive Inlet Pressure Available	bar	0,60
MAX DISCH PRESS. W/ JOB DRIVER	Maximum Discharge Pressure with Job Driver	bar g.	27,00
Ps max	Maximum Allowable Suction Pressure	bar g.	9,28
Max allowable viscosity at 28,8 bar g.	Given for a Newtonian Fluid or Shear Thinning Fluid only	cP ±10 cP	19
Recommended Motor Rated Power		kW	0,75
Brake KW @ relief valve	Based on motor manufacturer calculation method	W	520,28
Brake KW @ working pressure	Root Mean Square method.	W	483,47
Note: For continuous operation and periodic duty with a Load Factor of 40,76% and with Peak Power < 2 x Motor rated power			
Flow rate @ 10 bar		l/h	212,000
Flow rate @ Working Pressure		l/h	207,576

Additional Results		
Nominal End Load @ P _{working}	N	3619,1
Nominal End Load @ P _{relief}	N	4162,0
Nominal End Load @ Ps suction	N	1,6
Volumetric efficiency	%	92,4%
Unit volume per stroke	cm ³	37,699
Hydraulic Power / Head (at P _{working})	kW	0,166
Flow rate / Head (10 bar)	l/h	212,000
Flow rate / Head (at p)	l/h	207,576

Courbe d'évolution de vitesse, de débit et de couple

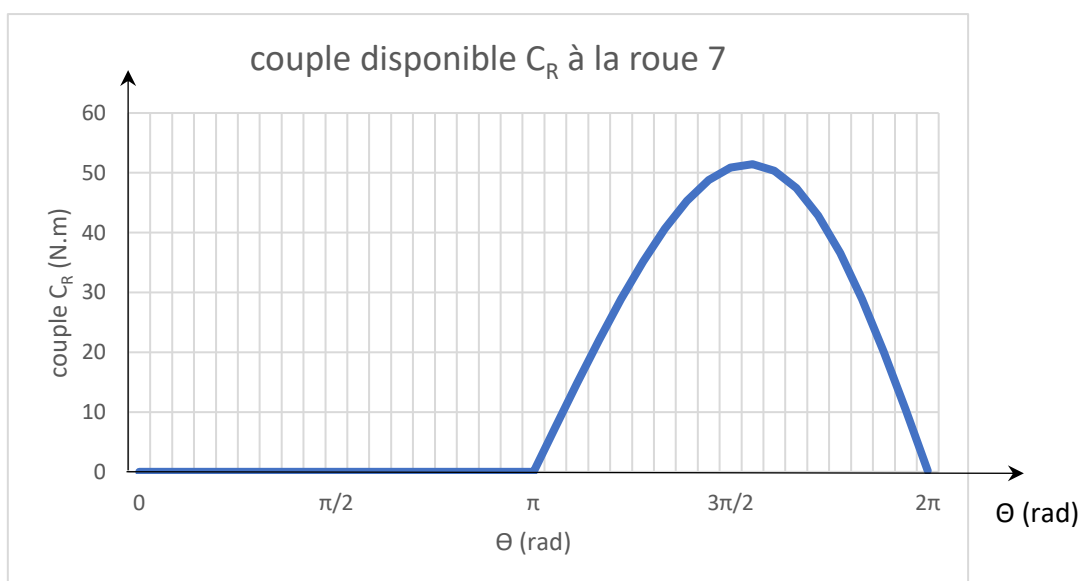
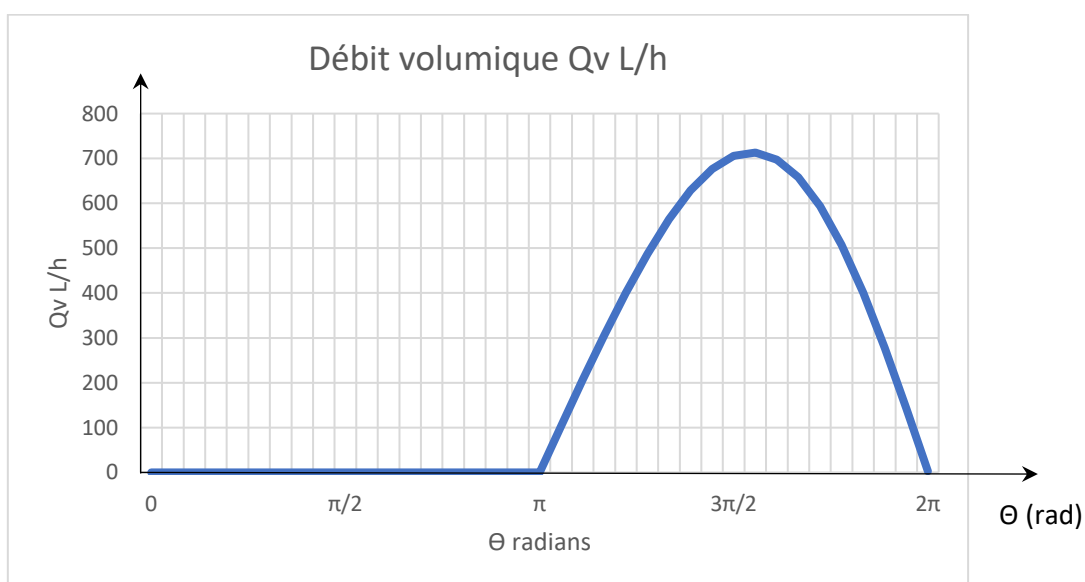
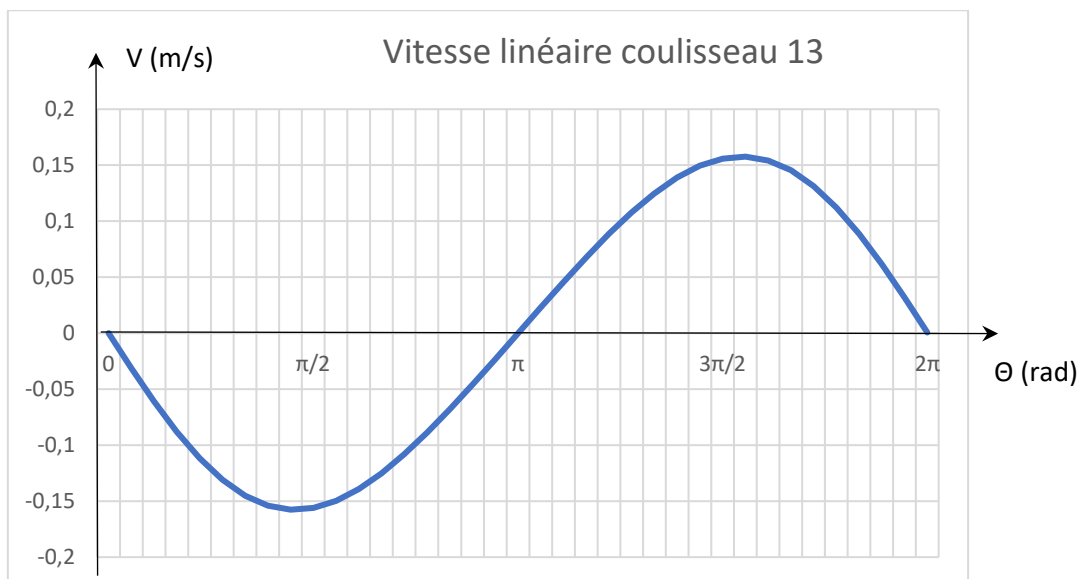


Diagramme des exigences de la bielle

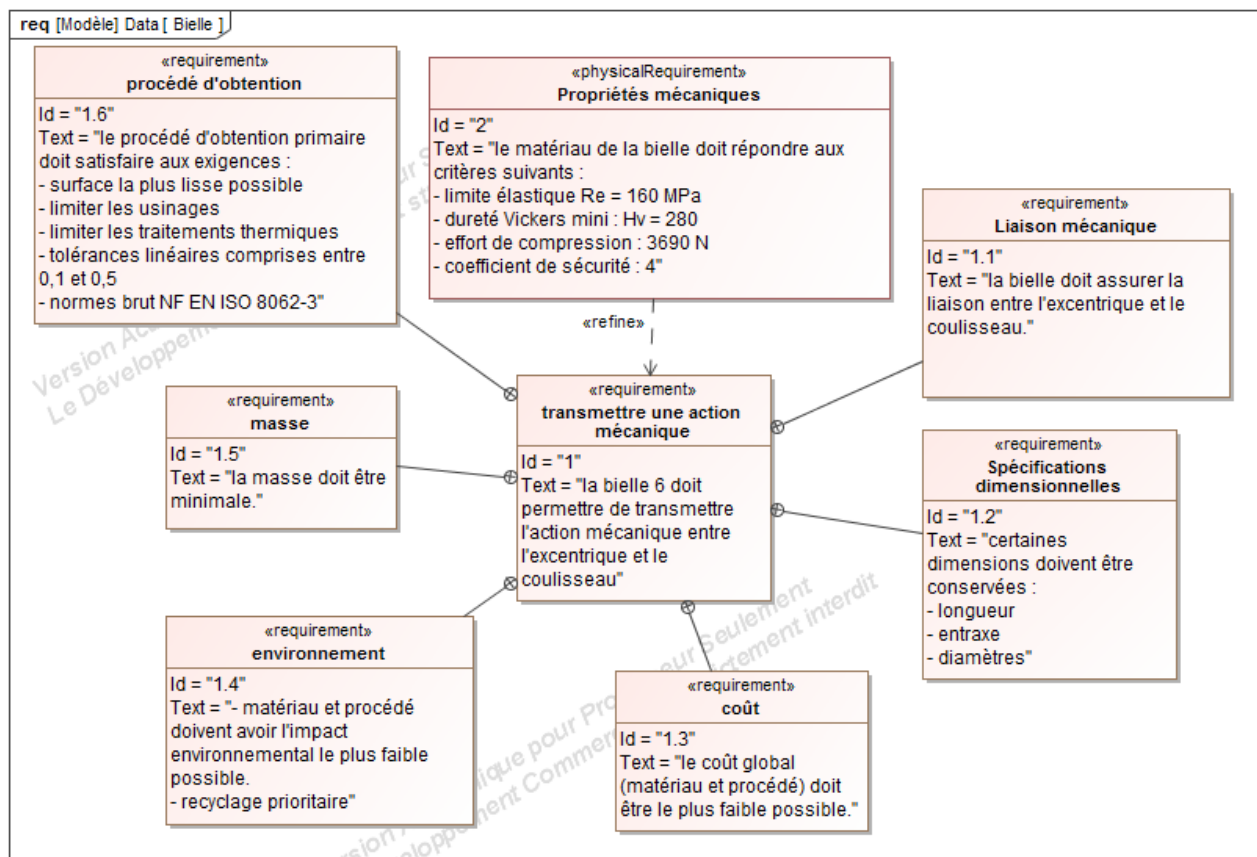
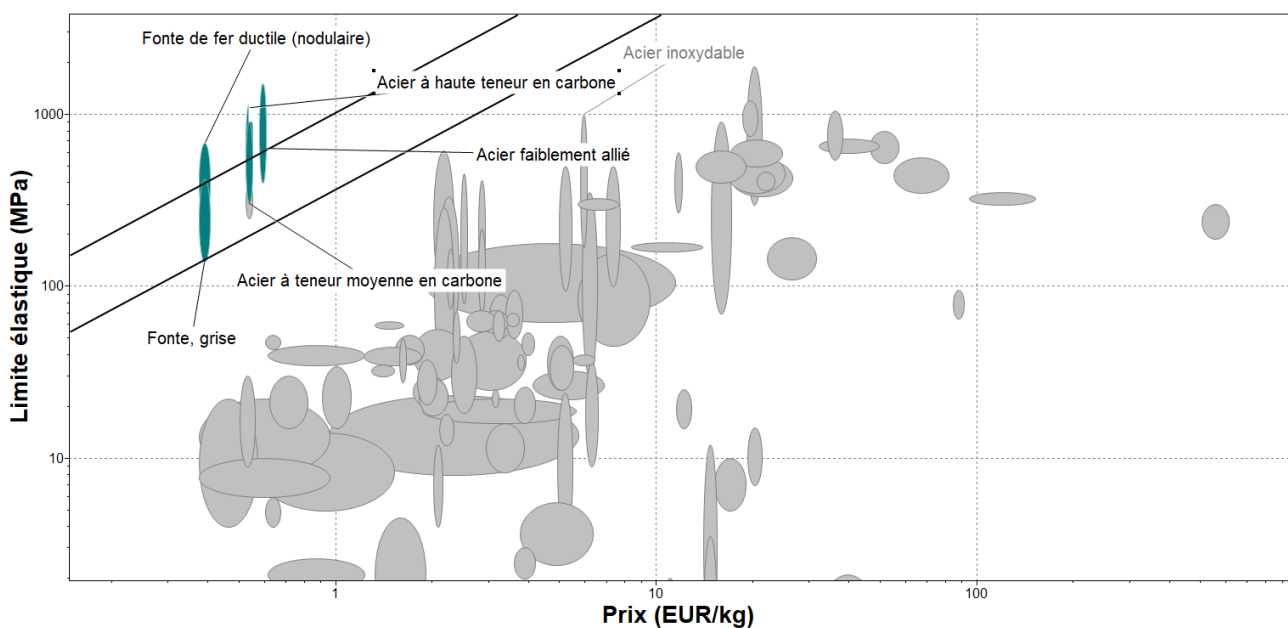
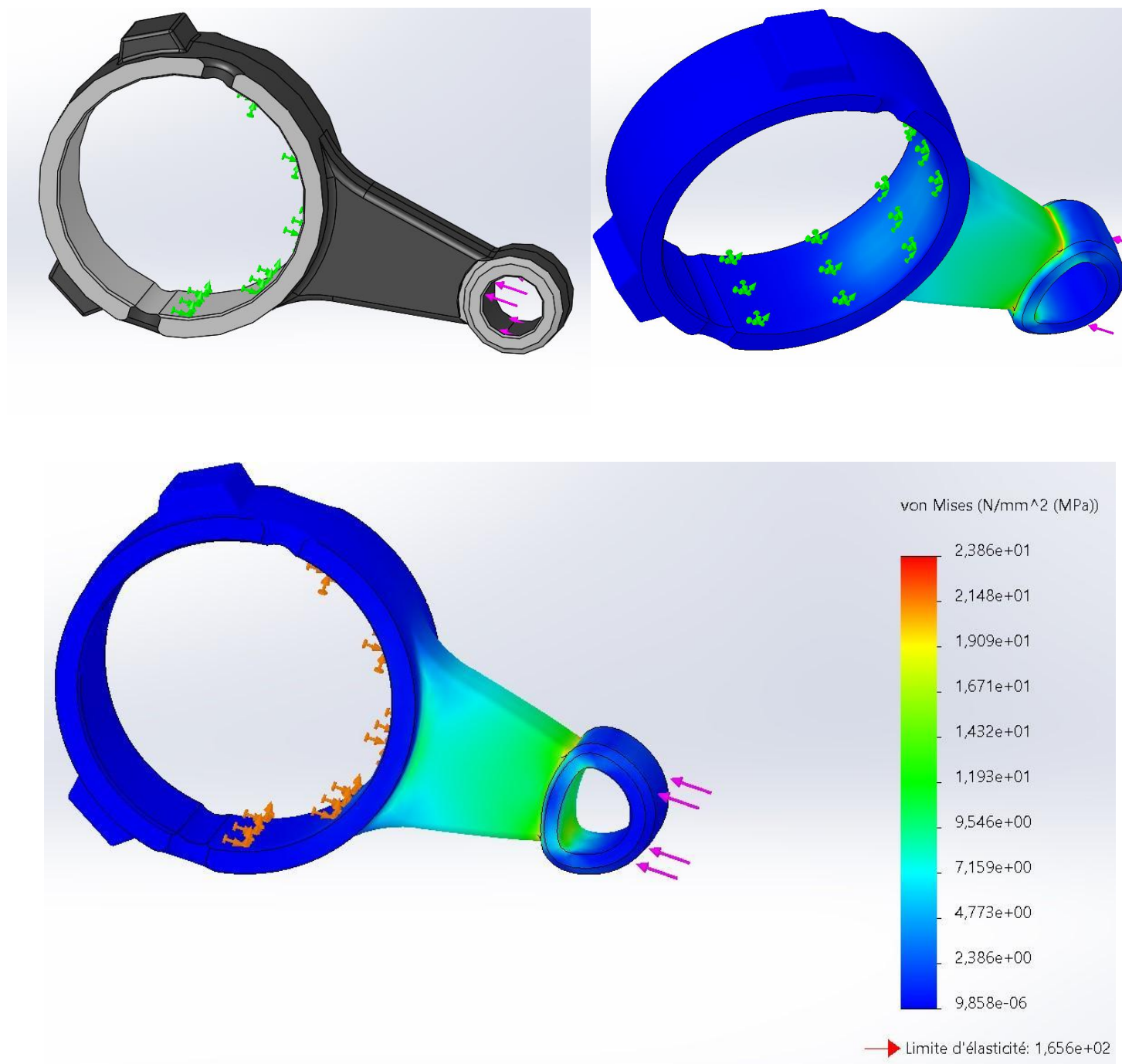


Diagramme prix-limite élastique



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 8/15

Simulation des contraintes par éléments finis dans la bielle 6

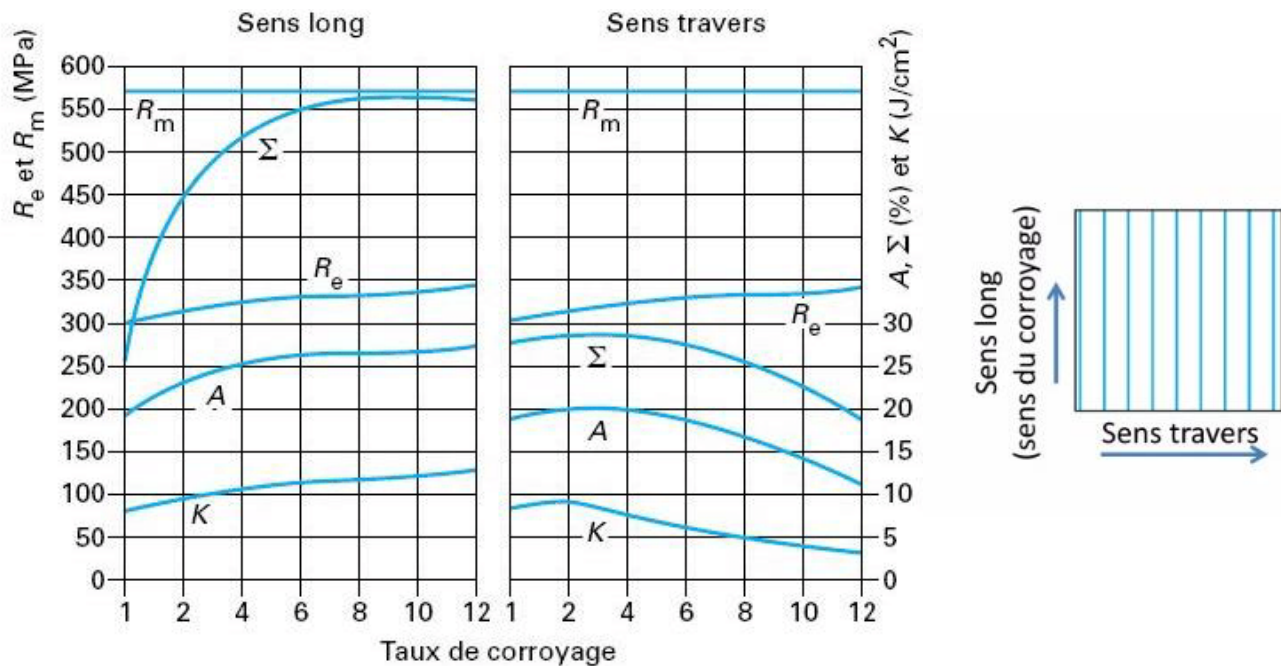


La limite d'élasticité est exprimée en N/mm².

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 9/15

Estampage

Influence de l'estampage sur les caractéristiques mécaniques



- R_e (MPa) limite d'élasticité
- R_m (MPa) résistance à la traction
- A (%) allongement à la rupture
- K (J/cm²) énergie de rupture par choc (résilience)
- Σ (%) coefficient de striction

Exemple de fibrage

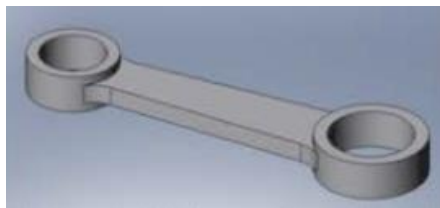
Fibrage : anisotropie → meilleure résistance dans le sens du fibrage



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 10/15

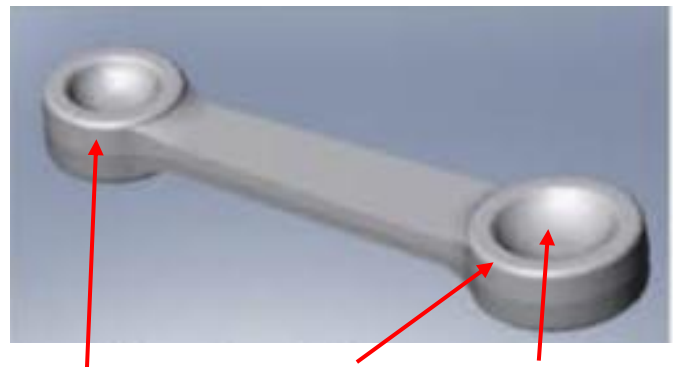
Règles de conception de pièces estampées

- ordre de grandeur des épaisseurs courantes :
 - quelques millimètres pour le pliage ou l'emboutissage ;
 - quelques centimètres pour l'estampage ;
 - quelques dizaines de centimètres pour le forgeage libre ;
- formes adaptées à la sortie de l'empreinte : formes arrondies et dépouilles sont à prévoir pour faciliter la sortie de l'empreinte ;
- formes adaptées à un refroidissement homogène : pour les procédés travaillant à chaud, la variation des épaisseurs devra être modérée et symétrique afin d'éviter la déformation lors du refroidissement ;
 - toile : les trous perpendiculaires au plan de joint ne seront pas débouchants. La toile résiduelle est éventuellement retirée en finition par usinage.



Forme initialement souhaitée

Forgeage
→



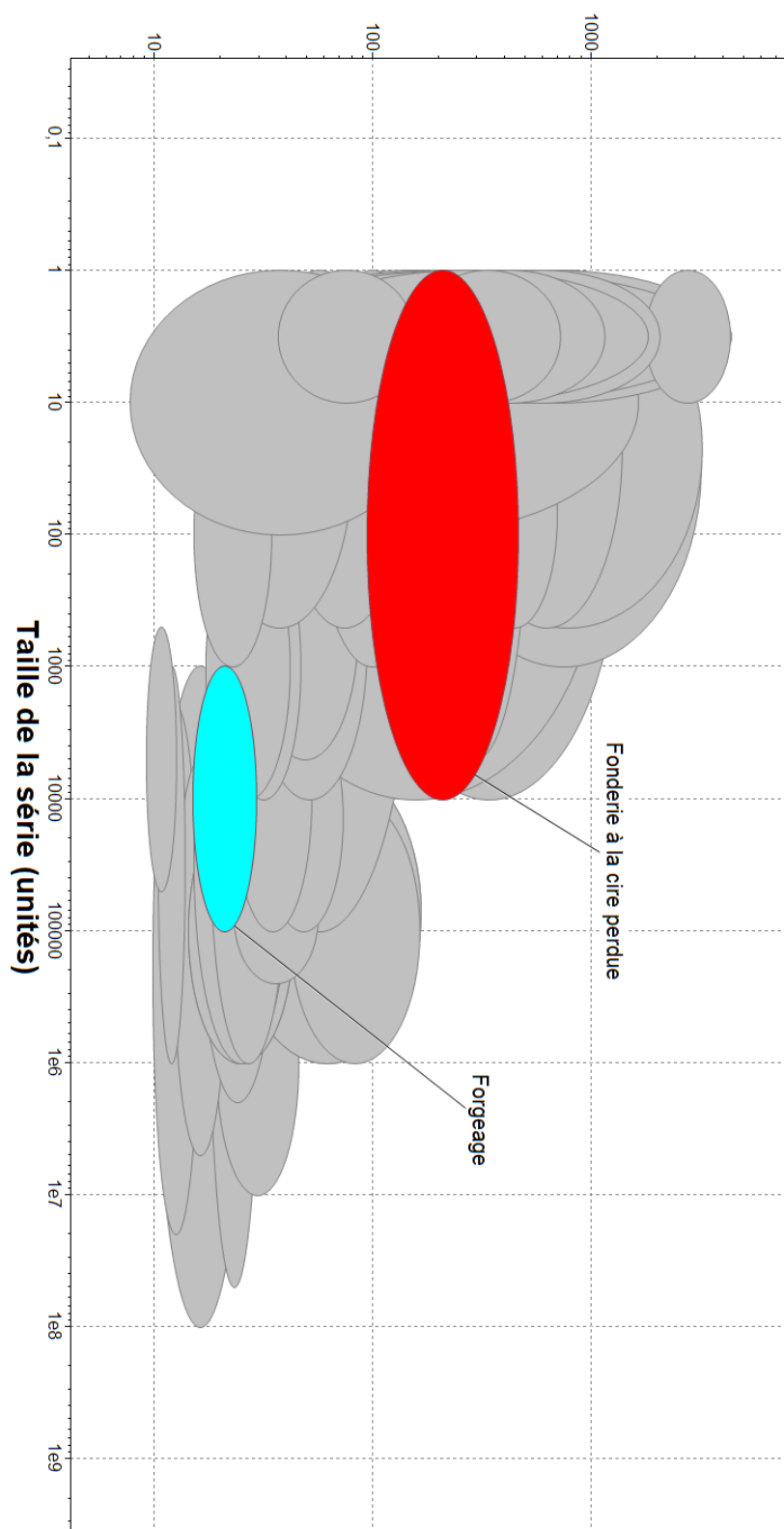
Dépouille Arrondi Toile
Forme brute obtenue par forgeage

Sources : « mise en forme de l'acier par estampage » M. Gaucheron
 « Avantages de la pièce estampée en construction mécanique » M ; Foucher
 Image obtenue avec Granta EduPack (anciennement CES Edupack 2016)
 Image obtenue avec Process Works

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 11/15

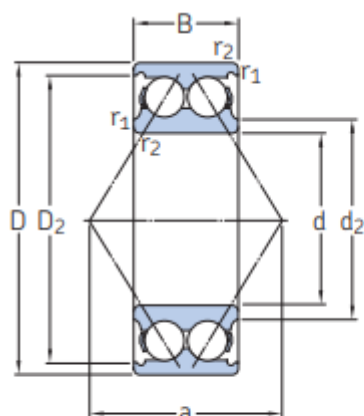
Diagramme taille de la série – indice de coût

Indice de coût (par unité)

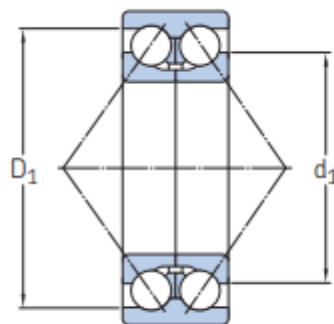


BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 12/15

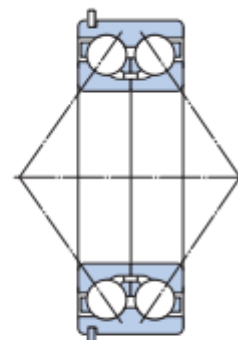
Roulements à billes à contact oblique à deux rangées (d 10 - 50mm)



32 A, 33 A



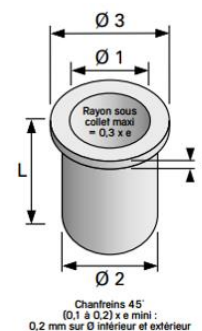
33 D

33 DNRCBM¹⁾

Dimensions d'encombrement			Charges de base dynamique statique		Limite de fatigue	Vitesses de base Vitesse de référence Vitesse limite		Masse	Désignations Roulement avec cage métallique cage en polyamide	
d	D	B	C	C ₀	P _u					
mm			kN		kN	tr/min		kg	–	
10	30	14	7,61	4,3	0,183	26 000	24 000	0,051	–	► 3200 ATN9
12	32	15,9	10,1	5,6	0,24	24 000	22 000	0,058	–	► 3201 ATN9
15	35	15,9	11,2	6,8	0,285	22 000	18 000	0,066	–	► 3202 ATN9
	42	19	15,1	9,3	0,4	18 000	16 000	0,13	–	► 3302 ATN9
17	40	17,5	14,3	8,8	0,365	19 000	16 000	0,096	–	► 3203 ATN9
	47	22,2	21,6	12,7	0,54	17 000	14 000	0,18	–	3303 ATN9
20	47	20,6	20,4	12,9	0,55	16 000	14 000	0,16	► 3204 A	► 3204 ATN9
	52	22,2	23,6	14,6	0,62	15 000	13 000	0,22	► 3304 A	► 3304 ATN9
25	52	20,6	21,6	14,3	0,6	14 000	12 000	0,18	► 3205 A	► 3205 ATN9
	62	25,4	32	20,4	0,865	12 000	11 000	0,35	► 3305 A	► 3305 ATN9
30	62	23,8	30	20,4	0,865	11 000	10 000	0,29	► 3206 A	► 3206 ATN9
	72	30,2	42,5	30	1,27	10 000	9 000	0,52	► 3306 A	► 3306 ATN9

Roulements à contact oblique									
α degrés	e	Roulements à une rangée et roulements en tandem (duplex T)				Roulements à deux rangées et duplex en X et en O			
		si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$		si $\frac{F_a}{F_r} > e$		si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$		si $\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
P = X.Fr + Y.Fa									
20	0,57	1	0	0,43	1,00	1,00	1,09	0,70	1,63
25	0,68	1	0	0,41	0,87	1,00	0,92	0,67	1,41
30	0,80	1	0	0,39	0,76	1,00	0,78	0,63	1,24
35	0,95	1	0	0,37	0,66	1,00	0,66	0,60	1,07
40	1,14	1	0	0,35	0,57	1,00	0,55	0,57	0,93
45	1,33	1	0	0,33	0,50	1,00	0,47	0,51	0,81

Coussinets autolubrifiants à collerette



Avec BP 25 en bronze

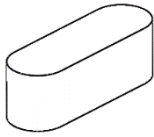
Type	Ø intérieur mm (Ø1)	Ø extérieur mm (Ø2)	Collerette		Longueur mm (L)
			Ø extérieur mm (Ø3)	Épaisseur mm (e)	
SBF BP25 Ø3/6 L	C3 ⁺²⁰ / ₊₆	6 ⁺³⁷ / ₊₁₉	9	1,5	4-6-10
SBF BP25 Ø4/8 L	C4 ⁺²⁸ / ₊₁₀	8 ⁺⁴⁵ / ₊₂₃	12	2	4-8-12
SBF BP25 Ø6/10 L	C6 ⁺²⁸ / ₊₁₀	10 ⁺⁴⁵ / ₊₂₃	14	2	6-10-16
SBF BP25 Ø8/12 L	C8 ⁺³⁵ / ₊₁₃	12 ⁺⁵⁵ / ₊₂₈	16	2	8-12-16
SBF BP25 Ø9/14 L	C9 ⁺³⁵ / ₊₁₃	14 ⁺⁵⁵ / ₊₂₈	19	2,5	6-10-14
SBF BP25 Ø10/13 L	C10 ⁺³⁵ / ₊₁₃	13 ⁺⁵⁵ / ₊₂₈	16	1,5	10-16-20
SBF BP25 Ø10/15 L	C10 ⁺³⁵ / ₊₁₃	15 ⁺⁵⁵ / ₊₂₈	20	2,5	10-16-20
SBF BP25 Ø10/16 L	C10 ⁺³⁵ / ₊₁₃	16 ⁺⁵⁵ / ₊₂₈	22	3	8-10-16
SBF BP25 Ø12/15 L	C12 ⁺⁴³ / ₊₁₆	15 ⁺⁵⁵ / ₊₂₈	18	1,5	12-16-20
SBF BP25 Ø12/17 L	C12 ⁺⁴³ / ₊₁₆	17 ⁺⁵⁵ / ₊₂₈	22	2,5	12-16-20-25
SBF BP25 Ø12/18 L	C12 ⁺⁴³ / ₊₁₆	18 ⁺⁵⁵ / ₊₂₈	24	3	8-12-20
SBF BP25 Ø14/18 L	C14 ⁺⁴³ / ₊₁₆	18 ⁺⁵⁵ / ₊₂₈	22	2	14-18-22
SBF BP25 Ø14/20 L	C14 ⁺⁴³ / ₊₁₆	20 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	26	3	14-18-22-28
SBF BP25 Ø15/19 L	C15 ⁺⁴³ / ₊₁₆	19 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	23	2	16-20-25
SBF BP25 Ø15/21 L	C15 ⁺⁴³ / ₊₁₆	21 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	27	3	16-20-25-32
SBF BP25 Ø16/20 L	C16 ⁺⁴³ / ₊₁₆	20 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	24	2	16-20-25
SBF BP25 Ø16/22 L	C16 ⁺⁴³ / ₊₁₆	22 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	28	3	16-20-25-32
SBF BP25 Ø18/22 L	C18 ⁺⁴³ / ₊₁₆	22 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	26	2	18-22-28
SBF BP25 Ø18/24 L	C18 ⁺⁴³ / ₊₁₆	24 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	30	3	18-22-28
SBF BP25 Ø20/24 L	C20 ⁺⁵³ / ₊₂₀	24 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	28	2	16-20-25
SBF BP25 Ø20/26 L	C20 ⁺⁵³ / ₊₂₀	26 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	32	3	16-20-25-32
SBF BP25 Ø22/27 L	C22 ⁺⁵³ / ₊₂₀	27 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	32	2,5	18-22-28
SBF BP25 Ø22/28 L	C22 ⁺⁵³ / ₊₂₀	28 ⁺⁶⁸ / ₊₃₅	34	3	15-20-25-30

NUANCES STANDARD	Bronze BP 25	Alliage ferreux FP 20	Alliage ferreux SO 16 (uniquement en ébauche)
Équivalent AFNOR	FU-E10-62	FC10-U3-56	FC50-U20-60
Équivalent DIN 30910	Sint A50	Sint A10	Hors Norme
Masse volumique (g/cm³)	6,2	5,6	6
Pression Maxi (daN/cm²)	100	225	600
Vitesse linéaire Maxi (m/s)	6	4	0,3
PV Maxi (daN/cm² x m/s)	18	18	9
Plage de température (°C)	-5 / +90	-5 / +90	0 / +105
Huile d'imprégnation	MT100	MT100	METADOP
Porosité ouverte minimale	23	20	16

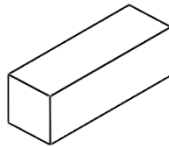
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 14/15

Clavettes

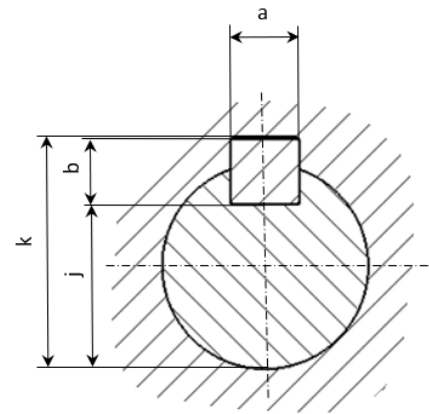
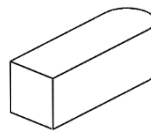
Forme A



Forme B



Forme C



Tolérances pour clavetage						
Clavette	sur a			h9		
	sur b			h9 pour $b \leq 6$	h11 pour $b \geq 6$	
Rainure	libre	normal	serré	d	j	k
Arbre	H9	N9	P9	6 à 22 inclus	0 - 0,1	+ 0,1 0
Moyeu	D10	Js9	P9	22 à 130	0 - 0,2	+0,2 0
				130 à 230	0 - 0,3	+ 0,3 0

d	a	b	j	k
De 6 à 8 inclus	2	2	$d - 1,2$	$d + 1$
8 à 10	3	3	$d - 1,8$	$d + 1,4$
10 à 12	4	4	$d - 2,5$	$d + 1,8$
12 à 17	5	5	$d - 3$	$d + 2,3$
17 à 22	6	6	$d - 3,5$	$d + 2,8$
22 à 30	8	7	$d - 4$	$d + 3,3$
30 à 38	10	8	$d - 5$	$d + 3,3$