



2 bd Henry Becquerel
57100 YUTZ
TEL: 03 54 67 45 34
FAX: 03 54 67 87 23
Siret: 112 930 293 023 90



Mr. Elio PRESTA

N°Réf : 1256 AK

V/Réf : Appareil à pression et dispositif de pompage.

Yutz, le 04 Mars 2013

Monsieur,

Nous vous remercions vivement pour votre demande de prix, concernant la fourniture et la livraison d'un appareil à pression et d'un système de pompage de fluide avec pompe.

Pour cela nous vous soumettons une offre détaillée ci-dessous :

–Appareil à pression d'un volume de 30 m³ en acier carbone : catégorie 2

- La fixation des poteaux se fera par un dispositif d'ancrage au sol.
- Dimensions 7120 X 2600 X 10 mm selon norme CODAP.
- 6 pieds de support UPN 150 x 150 x 2000 selon norme CODAP.
- 1 Bride DN 650 PN 20 avec dispositif à potence pour trou d'homme.
- 3 brides DN 45 PN 20.
- 1 Sonde température PT 100.
- 1 Sonde niveau.
- 2 Tourillons de levage.

–Dispositif de pompage.

- Pompe déterminée selon diagramme manométriques à l'aspiration.
- Tuyaux diamètre 100 mm longueur 20 m.

Prix de l'ensemble : 20712,25 € HT.

Délais : à définir avec le service .

Règlement :à 45 jours fin de mois .

Restant à votre entière disposition pour tout renseignement complémentaire concernant cette affaire, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Azzeddine KOLLI

Note de calculs

CODAP :

1) L'épaisseur minimale nécessaire de l'enveloppe cylindrique est donnée par la formule suivante :

Di	2480 mm.
P	1 MPa.
Z	1.
F	210 MPa.

$$e = (P \times Di) / (2f \times Z - P)$$
$$e = 6,15 \text{ mm.}$$

(D'après la formule C2.1.4.1)

Di	Diamètre intérieur de l'enveloppe.
P	Pression de calcul.
Z	Coefficient de soudure (Pour une situation exceptionnelle de service ou d'essai de résistance, ainsi que pour une enveloppe sans soudure longitudinale ou hélicoïdale :Z=1)
f	Contrainte nominale de calcul du matériau de l'enveloppe.

Détermination de f (contraintes nominales de calcul) :

(Annexe tableau GA5.6.1-1)

$$f = \text{Min} \{ (Rp_{1,0} / 1,2) ; (Rm / 3) \}$$

$$f = \text{Min} \{ (300) ; (210) \}$$

$$f = 210 \text{ MPa.}$$

Rp 1,0	360 Mpa.
Rm	630 Mpa.

Rp 1,0	Valeur minimale spécifiée de la limite conventionnelle d'élasticité à 1% à la température de calcul t.
Rm	Valeur minimale spécifiée de la résistance à la traction à la température ambiante.

Epaisseur à commander :

(Figure C1.9)

$$T = e + c + c1 / 100 + c2.$$

$$T = 10 \text{ mm.}$$

2) L'épaisseur minimale nécessaire d'un fond torisphérique en un seul élément ou constitué de plusieurs éléments soudés de même épaisseur est donnée par la relation :

$$e = \text{MAX} \{ (e_s) ; (e_y) ; (e_b) \}$$

$$e = e_b$$

$$e = 10,14 \text{ mm.}$$

(D'après la formule C3.1.5.1a)

P	1 Mpa.
Di	2480 mm.
Z	1.
f	210 Mpa.
R	0,183 X Di.
r	0,856 X Di.
β	0,9

P	Pression de calcul
Di	Diamètre intérieur de l'enveloppe
Z	Coefficient de soudure (Pour une situation exceptionnelle de service ou d'essai de résistance, ainsi que pour une enveloppe sans soudure longitudinale ou hélicoïdale :Z=1)
f	Contrainte nominal de de calcul du matériau de l'enveloppe.
R	Rayon intérieur de la calotte sphérique d'un fond torisphérique ou du fond torisphérique équivalent à un fond elliptique.
r	Rayon de carre d'un fond torisphérique (rayon intérieur de l'élément torique dans un plan méridien) ou du fond torisphérique équivalent à un fond elliptique.
β	Valeur d'après graphique C3.1.5.

a) L'épaisseur es est donnée par la formule :

$$e_s = (P \times R) / (2 f Z - 0,5 P)$$

$$e_s = 5,91 \text{ mm.}$$

(D'après la formule C3.1.5.1b)

b) L'épaisseur ey est donnée par la formule :

$$e_y = \beta (0,75 R + 0,2 Di) P / f$$

$$e_y = 10,09 \text{ mm.}$$

(D'après la formule C3.1.5.1c et graphique C3.1.5)

c) L'épaisseur eb est donnée par la formule :

$$e_b = 0,0433 (0,75 R + 0,2 Di) (Di/r)^{0,55} (P/f)$$

$$e_b = 10,14 \text{ mm.}$$

(D'après formule C3.1.5.1d)

Epaisseur à commander :

(Figure C1.9)

$$T = e + c + c1/100 + c2.$$

$$T = 12 \text{ mm.}$$

3) Détermination des caractéristique des tourillons de levage :

Les tourillons de levage sont définis pour les appareils verticaux, et le rapport hauteur sur diamètre est au moins égal à 3.

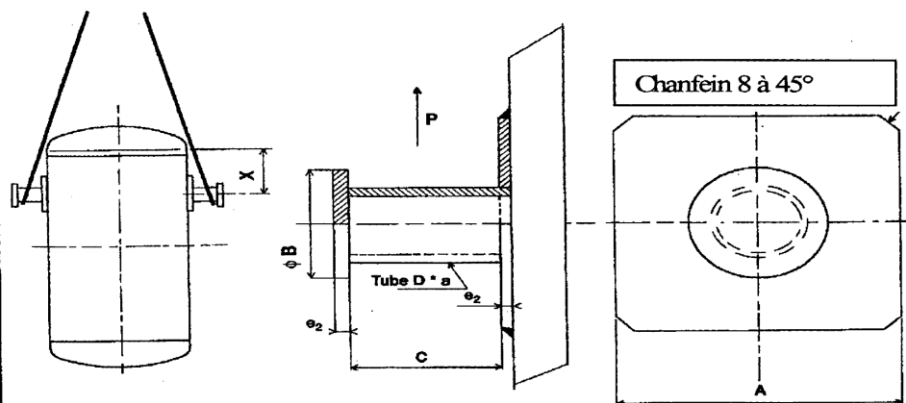
C'est le cas en particulier des colonnes de distillation et appareils similaires.

Dans notre situation nous choisirons une force admissible par tourillons (P) de 500000 N.

0406 - REA ST A

TOURILLONS DE LEVAGE

Les tourillons de levage sont définis pour les appareils horizontaux et verticaux



CARACTÉRISTIQUES DES TOURILLONS DE LEVAGE

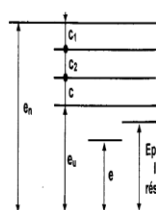
Force admissible par tourillon P (N)	Fourrure A (mm)	TUBE		Tampon		C (mm)	Masse par tourillon (Kg)
		D (mm)	a (mm)	B (mm)	E2 (mm)		
4000	50	16.3	2	25	2	30	1
6000	50	16.3	2.5	25	2.5	30	1.25
8000	50	16.3	3	25	3	30	1.5
10000	60	21.91	4	30	3	30	2.25
15000	60	21.91	5	30	4	30	3
20000	60	21.91	5	30	5	30	3.5
50000	70	27.31	5	35	5	30	6

Extraits du CODAP 2000 :

Contrainte nominale de calcul :

Matériau		Contrainte nominale de calcul f		
		f ₁	f ₂	f ₃
Aciers non alliés ou alliés non inoxydables et non austénitiques Aciers inoxydables austéno-ferritiques, martensitiques, ferritiques et semi-ferritiques		$\min\left(\frac{R'_{p0,2}}{1,5}, \frac{R'_m}{2,4}\right)$	$\min\left(\frac{R'_{p0,2}}{1,6}, \frac{R'_m}{2,7}\right)$	$\min\left(\frac{R'_{p0,2}}{1,6}, \frac{R'_m}{3}\right)$
Aciers inoxydables austénitiques	Au choix du fabricant	$\frac{R'_m}{3}$ ou $\frac{R'_{p1,0}}{1,5}$	$\frac{R'_m}{3,25}$ ou $\frac{R'_{p1,0}}{1,6}$	$\frac{R'_m}{3,5}$ ou $\frac{R'_{p1,0}}{1,66}$

Epaisseurs : notions et définitions



- e₀ : épaisseur nominale de commande du produit brut
- e₁ : épaisseur utile de l'élément
- e : épaisseur minimale nécessaire de l'élément
- c₁ : tolérance en moins sur l'épaisseur du produit brut
- c₂ : réduction d'épaisseur en cours de fabrication
- c : surépaisseur de corrosion

Calcul des enveloppes cylindriques soumises à une pression intérieure :

Notations :

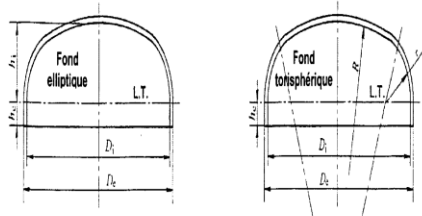
- D_e : diamètre extérieur de l'enveloppe
- D_i : diamètre intérieur de l'enveloppe
- D_m : diamètre moyen de l'enveloppe
- z : coefficient de soudure (pour une situation exceptionnelle de service ou d'essai de résistance, ainsi que pour une enveloppe sans soudure longitudinale ou hélicoïdale : z = 1)
- f : contrainte nominale de calcul du matériau de l'enveloppe
- p : pression de calcul
- e : épaisseur minimale nécessaire de l'enveloppe

Règles de calcul :

L'épaisseur minimale nécessaire de l'enveloppe cylindrique est donnée par l'une ou l'autre des formules :

$$e = \frac{p \cdot D_i}{2 \cdot f \cdot z - p} \quad e = \frac{p \cdot D_m}{2 \cdot f \cdot z} \quad e = \frac{p \cdot D_e}{2 \cdot f \cdot z + p}$$

Calcul des fonds soumis à une pression intérieure :



Notations :

- D_e : diamètre extérieur du fond
- f : contrainte nominale de calcul du matériau du fond
- R : rayon intérieur de la calotte sphérique d'un fond torisphérique ou du fond torisphérique équivalent à un fond elliptique
- r : rayon de carre d'un fond torisphérique ou du fond torisphérique équivalent à un fond elliptique
- z : coefficient de soudure (pour une situation exceptionnelle de service ou d'essai de résistance : z = 1)
- D_i : diamètre intérieur du fond
- p : pression de calcul
- h_c : hauteur du bord cylindrique d'un fond elliptique ou torisphérique
- h_i : flèche intérieure théorique d'un fond elliptique
- e : épaisseur minimale nécessaire du fond

Règles de calcul pour les fonds elliptiques :

L'épaisseur minimale nécessaire d'un fond elliptique est celle du fond torisphérique équivalent dont les rayons r et R sont donnés par les formules (fonds elliptiques conformes à la norme NF E 81-103) :

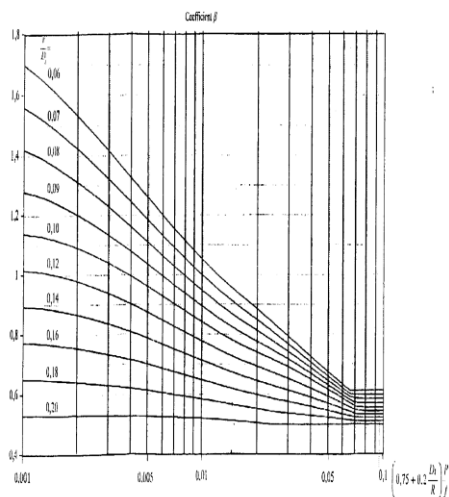
$$r = 0,183 \cdot D_i \quad R = 0,856 \cdot D_i$$

Règles de calcul pour les fonds torisphériques :

L'épaisseur minimale nécessaire d'un fond torisphérique composé d'un seul élément est donné par la relation :

$$e = \max\{e_1, e_2, e_3\}$$

- l'épaisseur e₁ est donnée par la formule : $e_1 = \frac{p \cdot R}{2 \cdot f \cdot z - 0,5p}$ dans laquelle z = 1 si le fond est constitué d'un seul élément sans soudure
- l'épaisseur e₂ est donnée par la formule : $e_2 = \beta \cdot (0,75R + 0,2D_i) \cdot \frac{p}{f}$ dans laquelle le coefficient β est donné par le graphique suivant :



- l'épaisseur e₃ est donnée par la formule : $e_3 = 0,0433 \cdot (0,75R + 0,2D_i) \cdot \left(\frac{D_i}{R}\right)^{0,55} \cdot \left(\frac{p}{f}\right)^{0,667}$
- Lorsque $e_2 > 0,005D_i$ il n'y a pas lieu de tenir compte de la valeur de e₃

Calcul pour pompe :

Le calcul de la pression est égal à la hauteur Manométrique Totale :

Afin d'obtenir un résultat pertinent, il faut ajouter trois paramètres, à savoir :

> **Le dénivelé**, afin d'éviter de rentrer dans des calculs savants, beaucoup de fabricants indiquent que la pression peut être connue en divisant par 10 sa hauteur de dénivelé en mètre.

> **La pression utile** quant à elle indique le nombre de bars consommés ou souhaités par vos installations : nombre de douche, lavabos, robinets... lus il y en aura à alimenter plus la pression demandée sera grande.

> **Les pertes en charges** pour faire simple, les pertes en charge indiquent les pertes de pression lors du transport du liquide. Et oui, lorsque le liquide se propage dans les canalisations, il frotte aux parois de la tuyauterie entraînant une perte de pression. Ainsi, plus le tuyau possède un diamètre de petite taille, plus les pertes de charge sont élevées.

→ Dans notre cas nous prendrons en compte la hauteur de l'appareil à pression et la profondeur du bassin, ainsi que la somme des pertes de charge.

• **Perte de charge sur longueur total de 19m de la tuyauterie** : (Regarder Abaque)

◇ 4 Coudes (4 x 2,8 = 11 cm): 0,11 m.

◇ 1 Vanne (1 x 5,8 = 5,8 cm): 0,058 m.

◇ 1 Clapet (1 x 61 = 61 cm): 0,61 m.

→ **Pertes total de charge = 1,73 m.**

• **Hauteur manométrique que la pompe doit atteindre :**

◇ $H_{mt} = H_{gp} + H_{ga} + \text{Pertes de charges}(P_c)$.

◇ $H_{mt} = 7,5 + 2 + 1,73$.

◇ $H_{mt} = 11,23 \text{ m} + 20 \% \text{ d'entartrages}$.

◇ $H_{mt} = 13,5 \text{ m}$.

Hgp	Hauteur géométrique de refoulement.
Hga	Hauteur géométrique à l'aspiration.

• **Calcul de la vitesse d'aspiration :**

◇ $v = Q / S$

◇ $v = (50 / 3600) / (\pi \times 0,05^2)$

◇ $v = 1,76 \text{ m/s}$

◇ $v = 2 \text{ m/s}$ (Pour Abaque)

Q	Débit en M/s.
S	Surface en M².

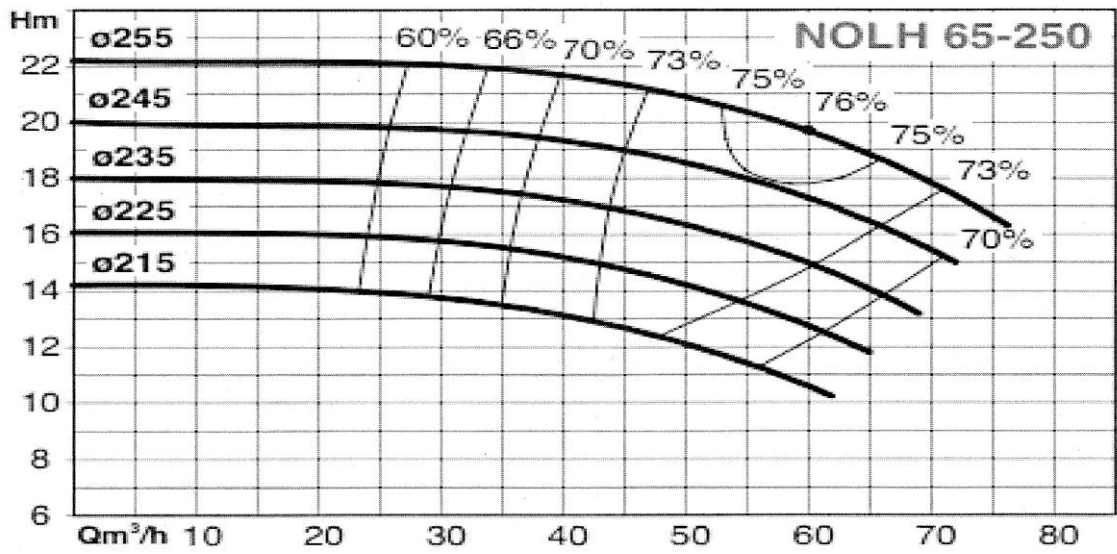
→ Le choix d'une pompe se fera d'après les abaques de présélection hydrau

Facteur Q min./Q nom. Facteur Q max./Q nom.

NOLH 65-250

0,3

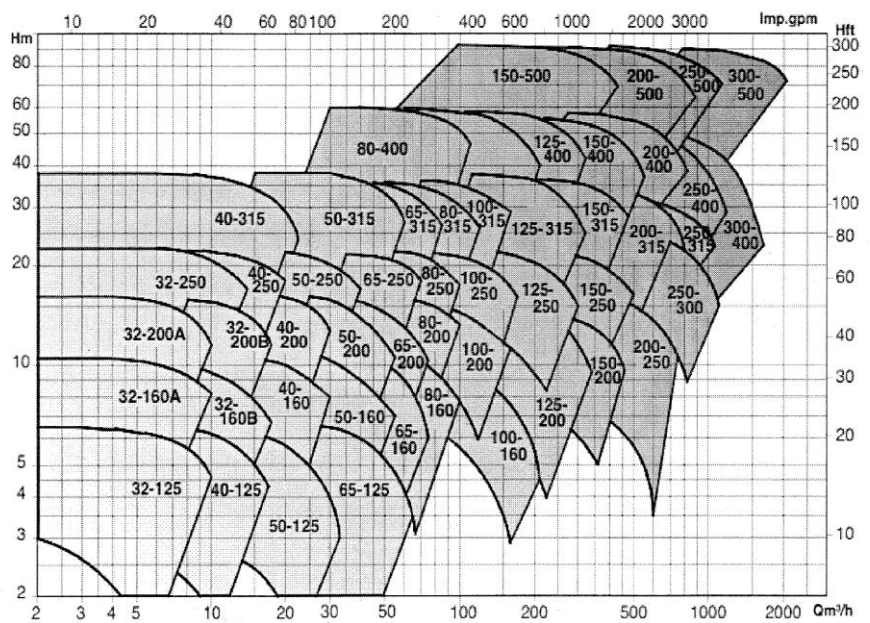
1,1



GUIDE DE PRESELECTION HYDRAULIQUE

• 4 pôles

Modèle	Courbe	Dimensions	
		Avec spacer	Sans spacer
32-125 *			
32-200A	Page 07	Page 31	Page 38
32-200B *	Page 08	Page 31	Page 38
40-160		Page 32	
40-200 *	Page 09	Page 32	Page 38
50-125			Page 39
50-160 *	Page 10	Page 32	Page 39
50-315			
65-125 *	Page 11	Page 32	Page 39
65-250		Page 33	Page 40
65-315 *	Page 12	Page 33	Page 40
80-250			
80-315 *	Page 13	Page 33	Page 40
100-200		Page 34	Page 41
100-250 *	Page 14	Page 34	Page 41
125-200			
125-250 *	Page 15	Page 34	Page 41
150-200		Page 35	
150-250 *	Page 16	Page 35	Page 42
150-500			
200-250 *	Page 17	Page 35	Page 42
200-500		Page 36	Page 43
250-300 *	Page 18	Page 36	Page 43
250-500		Page 37	Page 44
300-400 *	Page 19	Page 37	Page 44
300-500			



Choix d'une pompe

Pertes de charge dans les tuyaux d'acier T1

Tuyau G	Q m³/h	Q l/min	1	3	6	9	12	18	24	30	36	42	48	60	90	120	180	240	300	360	420
			16	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000
G 1 DN 25			2,7 0,6	21 1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/4 DN 32			0,7 0,35	5,5 1	22 2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/2 DN 40			-	1,8 0,7	7 1,35	14 1,9	23 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2 DN 50			-	0,5 0,4	2,2 0,8	4 1,25	8 1,5	17 2,5	28 3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2 1/2 DN 65			-	0,6 0,5	2,1 0,75	4,2 1,4	8 2	17 1,4	28 2	34 2,5	4 1,2	22 3,4	28 4	-	-	-	-	-	-	-	-
DN 80			-	-	-	0,8 0,7	1,6 0,95	2,8 1,25	4,2 1,6	6,5 2,1	7,5 2,6	10,5 3,3	15 3,3	-	-	-	-	-	-	-	-
DN 100			-	-	-	-	0,55 0,6	0,9 0,8	1,4 1,1	2 1,25	2,4 1,4	3,5 1,6	5 2	11 3,2	20 4	-	-	-	-	-	-
DN 125			-	-	-	-	-	-	-	-	0,9 0,95	1,2 1,1	1,8 1,4	4 2,7	6,5 2,7	15 4	-	-	-	-	-
DN 150			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6 0,9	1,5 1,4	2,5 2,7	5 4,8	8 3,5	14 4,8	-	-
DN 200			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 0,8	0,6 1	1,3 1,6	2 2	3,5 2,6	4,6 3,5	6,5 3,5
DN 250			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 1	0,7 1,3	1,1 1,6	2 2,3	2 2,3
DN 300			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3 0,9	0,45 1,25	0,7 1,4	0,9 1,6

Q Débit. HL Pertes de charge en m pour 100 m. $v =$ Vitesse de passage max 1,5 m/s pour l'aspiration et 3 m/s pour le refoulement.

A B

Théorie sur les pompes centrifuges

Choix d'une pompe

Pertes de charge dans les accessoires de tuyauterie

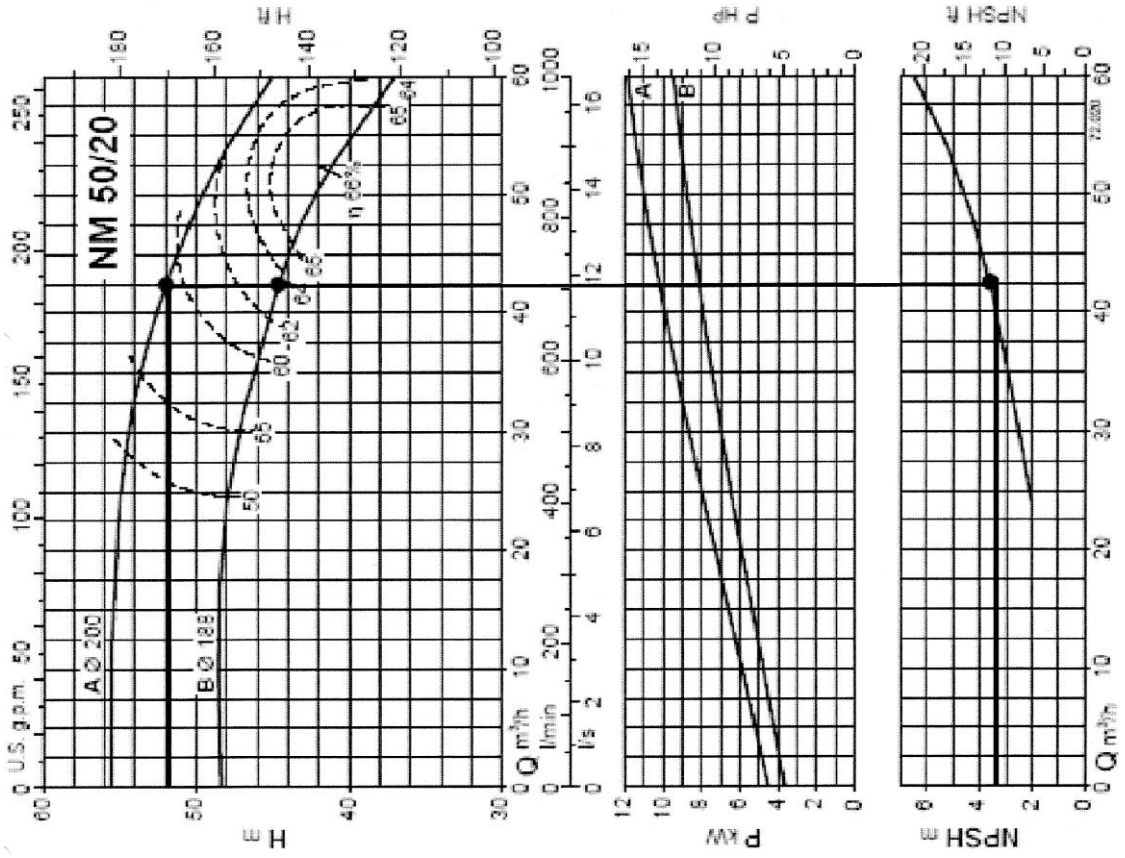
Table n. 2

Pertes de charge en cm pour les courbes, vannes, clapet de pied et clapet de non-retour

vitesse de l'eau m/sec.	Courbes à angle vif α				$\alpha = 90^\circ$ Courbes à angle arrondi				Vannes standard	Clapet de pied	Clapet de non-retour																																
	$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 40^\circ$		$\alpha = 60^\circ$		$\alpha = 80^\circ$					$\alpha = 90^\circ$																															
	$\frac{d}{R} = 0,4$	$\frac{d}{R} = 0,6$	$\frac{d}{R} = 0,8$	$\frac{d}{R} = 1$	$\frac{d}{R} = 1,5$																																						
0,4	0,43	0,52	0,71	1,0	1,2	1,1	1,6	2,3	3,2	4,0	4,8	5,2	6,2	7,6	1,6	1,9	2,3	3,3	4,0	5,8	6,1	7,8	13	25	33	43	55	67	82	110	160	190	140										
0,5	0,67	0,81	1,1	1,6	1,9	2,2	3,2	4,0	5,2	6,4	7,6	8,5	10	14	18	26	31	40	48	60	70	85	100	123	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220
0,6	0,97	1,2	1,6	2,3	2,8	3,6	4,5	5,2	6,4	7,6	8,5	10	14	18	26	31	40	48	60	70	85	100	123	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220	
0,7	1,35	1,65	2,2	3,2	3,9	5,2	6,4	7,6	8,5	10	14	18	26	31	40	48	60	70	85	100	123	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220			
0,8	1,7	2,1	2,8	4,0	4,8	6,4	7,6	8,5	10	14	18	26	31	40	48	60	70	85	100	123	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220				
0,9	2,2	2,7	3,6	5,2	6,2	8,5	10	14	18	26	31	40	48	60	70	85	100	120	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220						
1,0	2,7	3,3	4,5	6,4	7,6	10	14	18	26	31	40	48	60	70	85	100	120	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220							
1,5	6,0	7,3	10	14	18	26	31	40	48	60	70	85	100	120	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220										
2,0	11	14	18	26	31	40	48	60	70	85	100	120	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220												
2,5	17	21	28	40	48	60	70	85	100	120	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220														
3,0	25	30	41	60	70	85	100	120	150	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220																
3,5	33	40	55	78	93	120	160	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220																			
4,0	43	52	70	100	130	160	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220																				
4,5	55	67	90	130	160	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220																					
5,0	67	82	110	160	190	220	32	33	34	35	36	37	38	40	48	58	71	85	100	120	160	220																					

Choix d'une pompe

Diagramme pompes

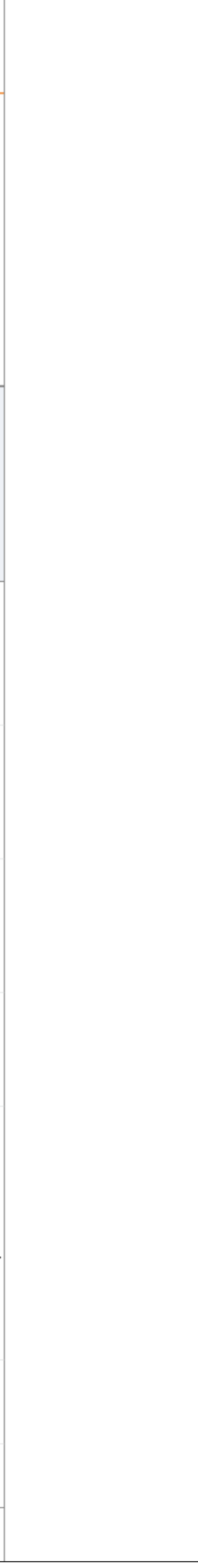


Puissance absorbée

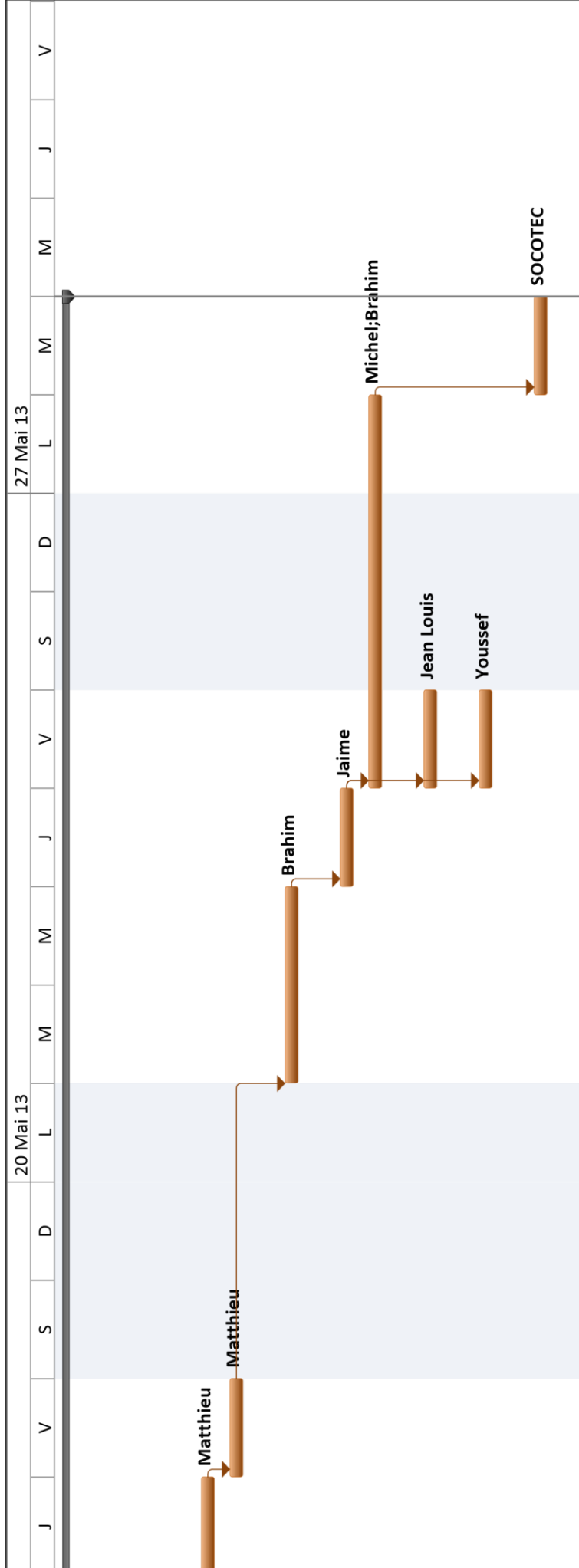
Détail du chiffrage

Désignation	Nombre	Matière	Prix avec fabrication en €
Virole 7120 X 2600 x 10	1	S235JR	650
Fond 2600 x 10	2	S235JR	570
Fourrure 330 x 320 x 12	6	S235JR	160
Tourillons de levage	2	S235JR	350
Pied de support UPN 150 x 150 x 2500	6	S235JR	470
Bride DN 650	1	S235JR	350
Bride DN 40	3	S235JR	200
Pompe	1		760
Organisme de contrôle appareil à pression	1		1980
Transport sur site	2		800
Location matériel manutention	1		950
Fixation est dispositif d'ancrage	6		4800
Sonde PT 100	2		340
Tuyauterie			2280
Etude et conception	2		1070
Divers(boulonnerie ...)			840
MARGE			+25%
TOTAL HT en €			20712 ,25

N°	Mode Tâche	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs	13 Mai 13						
							S	D	L	M	M	J	
1		Project Aforest	11 jours	Lun 13/05/13	Mar 28/05/13								
2		Bureau d'étude conception	2 jours	Lun 13/05/13	Mar 14/05/13								
3		Approvisionnement matières	1 jour	Mer 15/05/13	Mer 15/05/13	2							
4		Fabrication Atelier débit	1 jour	Jeu 16/05/13	Jeu 16/05/13	3							
5		Fabrication Atelier cintrage	1 jour	Ven 17/05/13	Ven 17/05/13	4							
6		Fabrication Atelier assemblage	2 jours	Mar 21/05/13	Mer 22/05/13	5							
7		Transport sur site	1 jour	Jeu 23/05/13	Jeu 23/05/13	6							
8		Installation sur site appareil à pression	2 jours	Ven 24/05/13	Lun 27/05/13	7							
9		Installation sur site tuyauterie	1 jour	Ven 24/05/13	Ven 24/05/13	7							
10		Installation sur site pompe	1 jour	Ven 24/05/13	Ven 24/05/13	7							
11		Contrôle appareil à pression	1 jour	Mar 28/05/13	Mar 28/05/13	8							

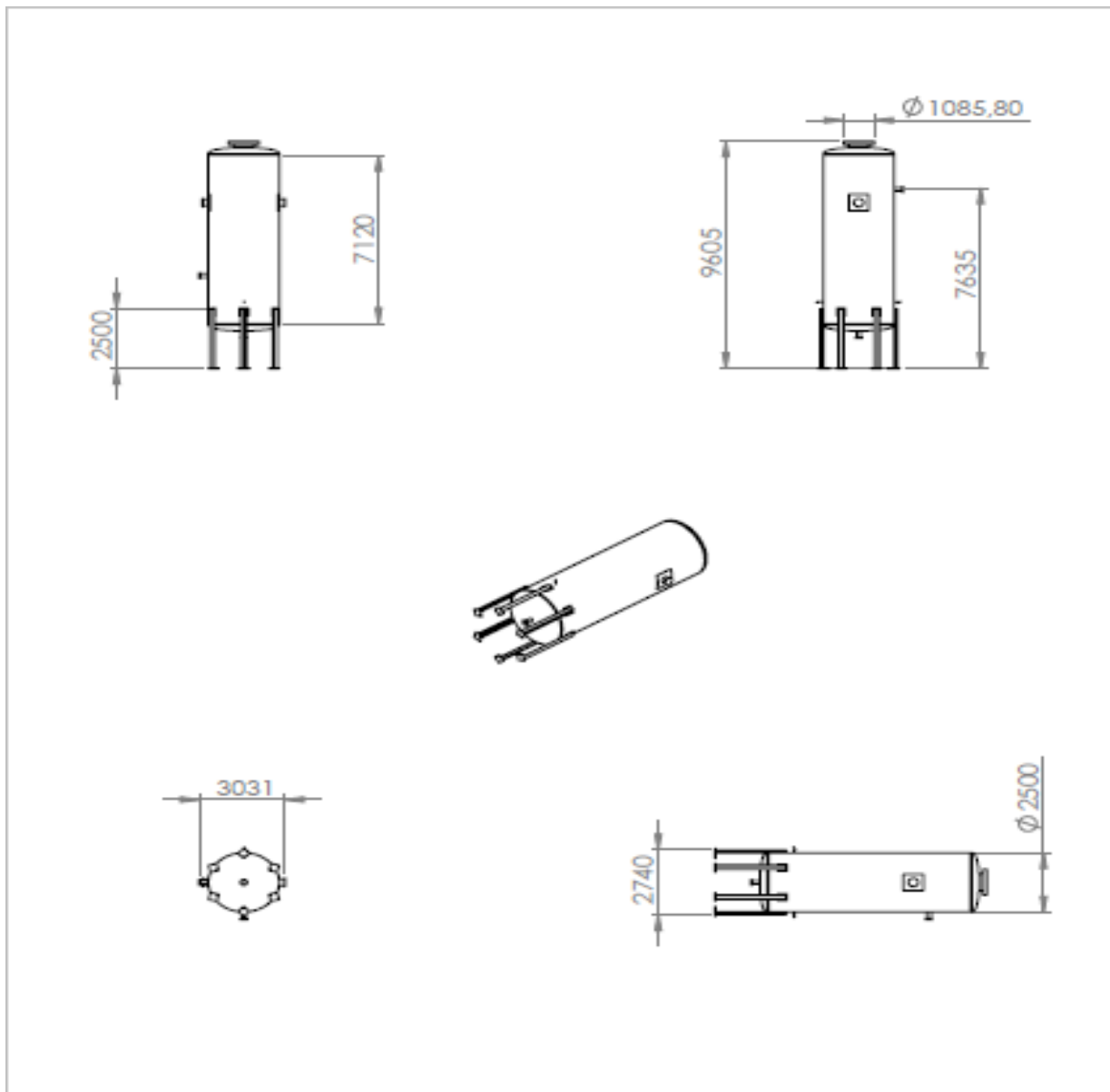


Tâche	Jalons externes	Report récapitulatif manuel
Fractionnement		
Jalon		
Récapitulative		
Récapitulatif du projet		
Tâches externes		



Projet : Projet app
Date : Jeu 16/05/13

Détail de l'appareil à pression



SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES JEAN DE SURFACE TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRE:		REVISION	CASSER LES ANGLES VRS	NE PAS CHANGER L'ECHELLE	REVISION
AUTEUR	NOM	SIGNATURE	DATE	Appareil à pression	
VERB.	KOLLI				
APPRE.					
FAB.					
QUAL.				MATERIAU:	N° DE PLAN
				S235JR	RESERVOIR
				MARQUE:	ECHELLE: 2/30
					FEUILLE 1 SUR 1
					A4

