

**Section d'insertion**

**1.0 Unités, sélection du fluide, réglage des coefficients**

1.1 Unités de calcul	SI Units (N, mm, kW...)	
1.2 Paramètres du fluide		
1.3 Choix du fluide	02. Eau (20 °C)	
1.4 Densité	$\rho$	998.19 [kg/m <sup>3</sup> ]
1.5 Vitesse du son dans le fluide	$a$	1481.88 [m/s]
1.6 Module d'élasticité du fluide	$K$	2.1920 [GPa]
1.7 Viscosité cinématique	$\nu$	0.0000010064 [m <sup>2</sup> /s]
1.8 Viscosité dynamique	$\mu$	0.0010046000 [Pa*s]
1.9 Paramètres de l'environnement		
1.10 Altitude	Alt	0 [m]
1.11 Pression barométrique de référence	$p_b$	101.325 [kPa]
1.12 Pesanteur	$g$	9.8067 [m/s <sup>2</sup> ]
1.13 Nombre critique de Reynolds	$Re_{cr}$	2300 [-]

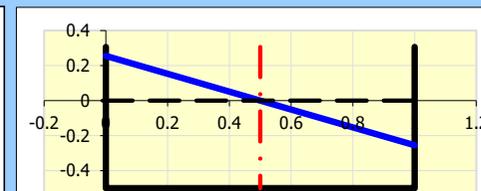
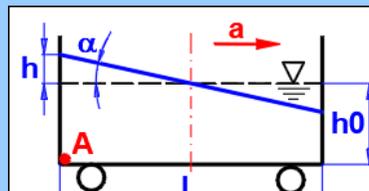
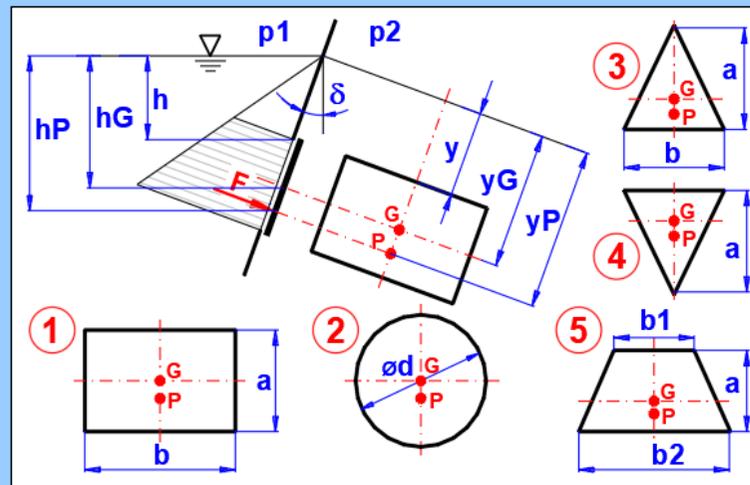
**1.14 Conversion d'unités**

Longueur	1	m	1000	mm
Aire	1	m <sup>2</sup>	10.76391042	feet <sup>2</sup>
Densité	1	kg/m <sup>3</sup>	0.062427818	lb/ft <sup>3</sup>
Vitesse	1	m/s	3.280839895	ft/s
Pression	1	MPa	10.1972	Atm
Viscosité cin.	1E-06	m <sup>2</sup> /s	1.08134E-05	ft <sup>2</sup> /s
Viscosité dyn.	0.001	Pa*s	2.08854E-05	lbf*s/ft <sup>2</sup>
Accélération	1	m/s <sup>2</sup>	3.280839895	ft/s <sup>2</sup>
Puissance	1000	W	1.34102	HP
Force	1	N	0.224809	lbf
Débit	1	m <sup>3</sup> /s	35.31	ft <sup>3</sup> /s
Température	20	°C	68.00	°F

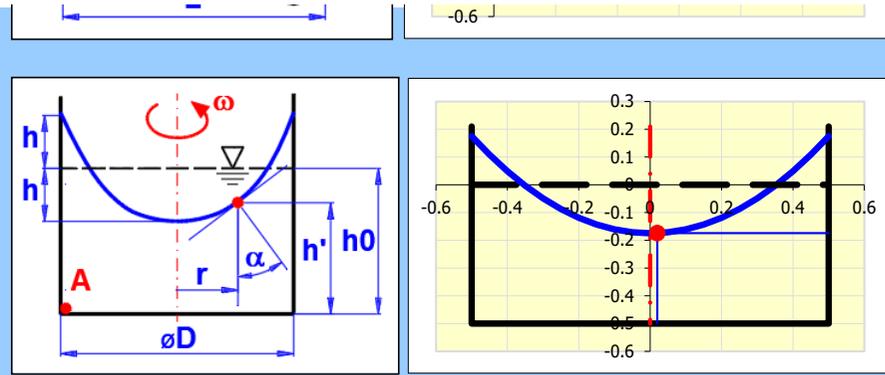
**2.0 Hydrostatique**

**2.1 Forces hydrostatiques sur des surfaces planes**

2.2 Sélection de la surface	2. Cercle	
2.3 Pression au-dessus de la surface	$p_1$	101.3250 [kPa]
2.4 Pression externe	$p_2$	101.3250 [kPa]
2.5 Bord supérieur - profondeur	$h$	3.0000 [m]
2.6 Diamètre	$d$	1.0000 [m]
2.7 Largeur	$b$	0.9000 [m]
2.8 Largeur	$b_2$	3.0000 [m]
2.9 Angle	$\delta$	45.000 [°]
2.10 Surface	$S$	0.78540 [m <sup>2</sup> ]
2.11 Force	$F$	25782.74 [N]
2.12 Bord supérieur - distance $y$	$y$	4.2426 [m]
2.13 Centre de gravité - distance $y$	$y_G$	4.7426 [m]
2.14 Centre de pression - distance $y$	$y_P$	4.7558 [m]
2.15 Centre de gravité - profondeur	$h_G$	3.3536 [m]
2.16 Points d'application de la force - profondeur	$h_P$	3.3629 [m]
2.17 Équilibre des fluides - accélération linéaire		
2.18 Longueur du réservoir	$L$	1.0000 [m]
2.19 Niveau du fluide	$h_0$	0.5000 [m]
2.20 Accélération / Décélération	$a$	5.0000 [m/s <sup>2</sup> ]
2.21 Angle du niveau du fluide	$\alpha$	27.02 [°]
2.22 Augmentation du niveau du liquide	$h$	0.2549 [m]



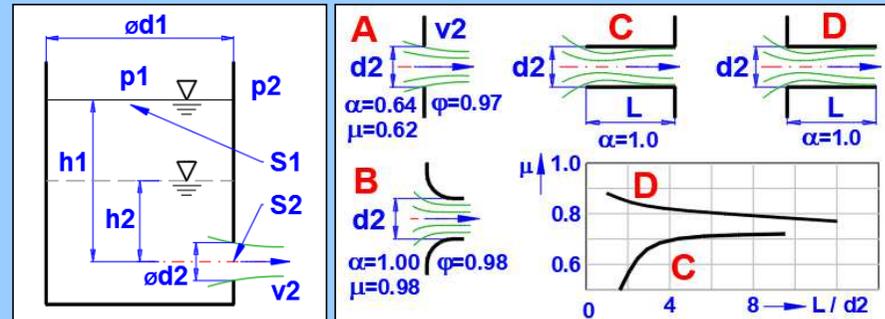
2.23	Pression au point A	pA	7.3899	[kPa]
<b>2.24 Equilibre du fluide - rotation</b>				
2.25	Diamètre du réservoir	D	1.0000	[m]
2.26	Niveau du fluide	h0	0.5000	[m]
2.27	Vitesse de rotation du réservoir	n	50.0000	[rpm]
2.28	Vitesse angulaire	$\omega$	5.236	[rad/s]
2.29	Augmentation du niveau du liquide	h	0.1747	[m]
2.30	Pression au point A	pA	3.6018	[kPa]
2.31	Résultats pour le rayon	r	0.0200	[m]
2.32	Angle de surface	$\alpha$	3.20	[°]
2.33	Niveau du fluide	h'	0.3258	[m]



**3.0 Décharge stationnaire d'un fluide par un orifice**

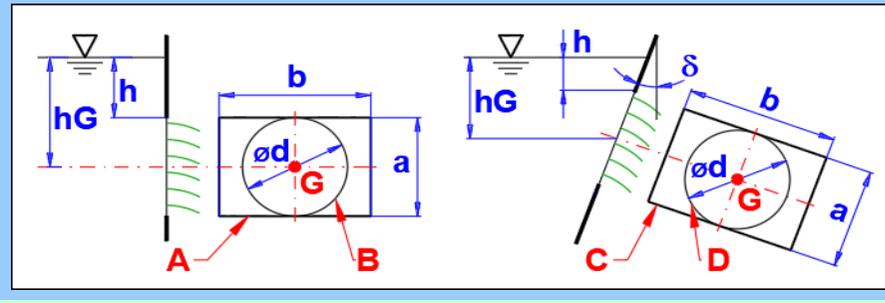
**3.1 Décharge d'un fluide par un petit orifice**

3.2	Pression au-dessus de la surface	p1	101.3250	[kPa]	✓
3.3	Pression externe	p2	101.3250	[kPa]	
3.4	Niveau du fluide	h1	2.000	[m]	
3.5	Diamètre du réservoir	d1	2.000	[m]	
3.6	Surface du récipient	S1	3.14	[m <sup>2</sup> ]	✓
3.7	Diamètre du trou	d2	10.000	[mm]	
3.8	Surface de l'orifice	S2	78.540	[mm <sup>2</sup> ]	✓
3.9	Vitesse théorique de décharge	vt2	6.26	[m/s]	
3.10	Nombre de Reynolds/Coefficient de décharge pour A	Re / $\mu$	62231.52   0.62	[~]	
3.11	Coefficient de contraction	$\alpha$	0.64	[~]	
3.12	Coefficient de vélocité	$\varphi$	0.97	[~]	
3.13	Coefficient de décharge	$\mu$	0.62	[~]	✓
3.14	Vitesse d'écoulement réelle	v2	6.08	[m/s]	
3.15	Débit	Q	0.3054	[L/s]	
3.16	Hauteur du niveau requis	h2	1.000	[m]	
3.17	Durée de vidage d'un récipient de h1 dans h2 (pour p1 = p2)	t	12052.78	[s]	
3.18	Temps d'ouverture (à partir de h1)	to	1000	[s]	
3.19	Pendant le temps d'ouverture, la sortie va s'écouler	Qo	301.6635	[L]	



**3.20 Décharge d'un fluide par un grand orifice**

3.21	Typ otvoru	B. Cercle (mur vertical)		
3.22	Bord supérieur - profondeur	h	2.000	[m]
3.23	Diamètre	d	1.000	[m]
3.24	Largeur	b	2.000	[m]
3.25	Angle	$\delta$	30.000	[°]
3.26	Coefficient de décharge	$\mu$	0.62	[~]
3.27	Centre de gravité - profondeur	hG	2.500	[m]
3.28	Débit	Q	3.410	[m <sup>3</sup> /s]



**4.0 Décharge stationnaire - déversoirs (ISO 1438, Swiss Engineers, Hansen, Bazin, Frese)**

#### 4.1 A. Déversoir rectangulaire

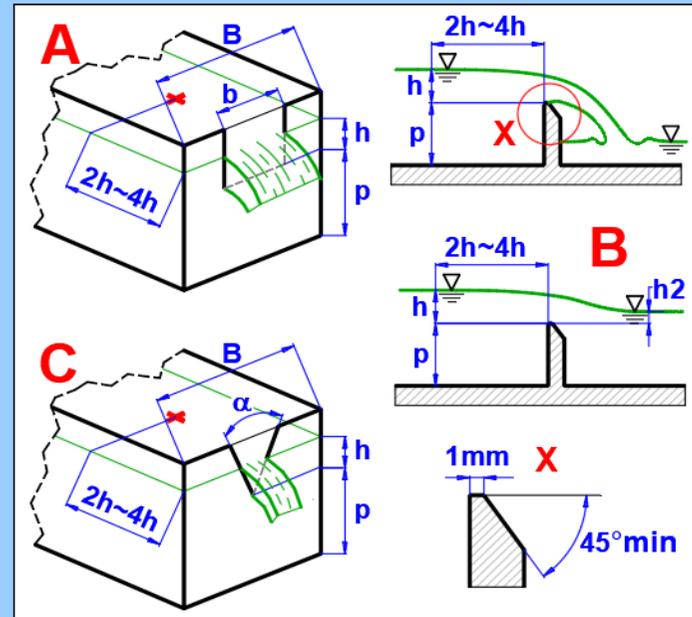
4.2 Type de calcul de Cd, Q	1. ISO 1438:2017			[h/p=0.44<2.5]
4.3 Hauteur mesurée au-dessus du déversoir	h	0.400	[m]	[h>0.03m]
4.4 Hauteur de la crête par rapport au sol	p	0.900	[m]	[p>0.10m]
4.5 Largeur du canal d'approche	B	8.000	[m]	[B>=b]
4.6 Largeur mesurée de l'échancrure	b	2.000	[m]	[b>0.15m]
4.7 Coefficient de débit	Cd	0.590	[~]	<input checked="" type="checkbox"/>
4.8 Débit volumétrique	Q	0.8850	[m³/s]	

#### 4.9 B. Déversoir rectangulaire - noyé (ISO1438)

4.10 Hauteur mesurée derrière le déversoir	h2	0.200	[m]	[h/p=0.44<4]
4.11 Coefficient de noyage	f	0.755	[~]	<input checked="" type="checkbox"/> [h2/h=0.5]
4.12 Débit volumétrique	Q	0.6685	[m³/s]	[0<h2/h<0.97]

#### 4.13 C. Déversoir triangulaire (ISO1438)

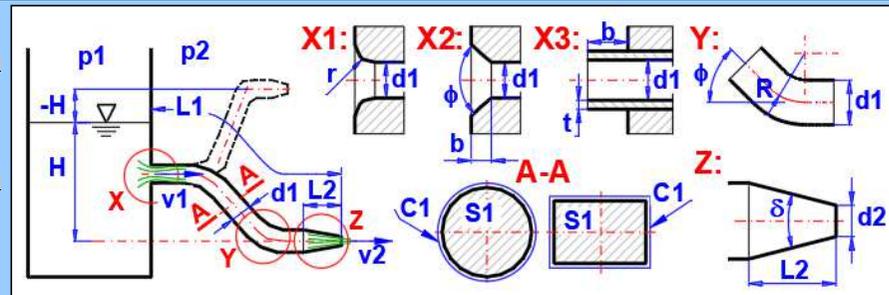
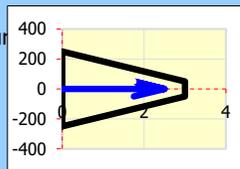
4.14 Hauteur mesurée au-dessus du déversoir	h	0.500	[m]	[h>0.06m]
4.15 Angle d'échancrure	α	99.00	[°]	[20°<α<100°]
4.16 Coefficient de débit	Cd	0.581	[~]	<input checked="" type="checkbox"/>
4.17 Débit volumétrique	Q	0.2851	[m³/s]	



### 5.0 Flux stationnaire d'un fluide visqueux – section constante d'une tuyauterie avec jet de sortie/diffuseur

#### 5.1 Tuyauterie et conditions initiales

5.2 Pression au-dessus de la surface	p1	101.3250	[kPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
5.3 Pression externe	p2	101.3250	[kPa]	
5.4 Hauteur du niveau de surface	H	200.00	[m]	>0
5.5 Diamètre du tuyau	d1	500.00	[mm]	
5.6 Section du flux du fluide (A-A)	S1	196349.54	[mm²]	<input checked="" type="checkbox"/>
5.7 Circuit humide (A-A)	C1	1570.80	[mm]	
5.8 Diamètre hydraulique	dh1	500.00	[mm]	
5.9 Longueur de la conduite	L1	1000.00	[m]	
5.10 Matériau de la tuyauterie (rugosité)	10. Vieux tuyau en fonte (k = 1 - 4.5)		[mm]	
5.11 Rugosité de la conduite moyenne	k	2.5000	[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
5.12 Mode de calcul Lambda	D. Colebrook - White (Tubes de rugosité)			
5.13 Coefficient de pertes par friction λ (Lambda)	λ	0.030444	[~]	<input checked="" type="checkbox"/>
5.14 Coefficient de perte d'entrée (détail X1, X2, X3)	ζI	0.5000	[~]	
5.15 Coefficient de perte de coudes+valves (détail Y)	ζB+ζV	1.9000	[~]	
5.16 Jet / Diffuseur (détail Z :)	A. Utilisé			
5.17 Jet / Diffuseur	d2	100.000	[mm]	
5.18 Surface du jet de décharge / diffuseur	S2	7853.982	[mm²]	<input checked="" type="checkbox"/>
5.19 Circuit humide	C2	314.159	[mm]	
5.20 Hydraulický průměr	dh2	100.000	[mm]	
5.21 Longueur du jet / diffuseur	L2	3.000	[m]	
5.22 Angle culminant du jet / diffuseur	δ	7.63	[°]	Busé



#### 5.37 Calcul de la perte dans l'entrée arrondie (détail X1 :)

5.38 Rayon de courbure	r	30.00	[mm]	<=250
5.39 Coefficient de perte	ζI	0.2000	[~]	

#### 5.40 Calcul de la perte dans l'entrée conique (détail X2 :)

5.41 Largeur du biseau	b	20.00	[mm]	<=250
5.42 Angle du biseau	φ	90.00	[mm]	<=90
5.43 Coefficient de perte	ζI	0.3540	[~]	

#### 5.44 Calcul de la perte dans l'entrée étendue (détail X3 :)

5.45 Extension du tube	b	20.00	[mm]	<=250
5.46 Epaisseur de la paroi	t	2.00	[mm]	<=50
5.47 Coefficient de perte	ζI	0.7280	[~]	

#### 5.48 Calcul de la perte par flexion (détail Y :)

5.49 Rayon de courbure	R	300.00	[mm]	>250
------------------------	---	--------	------	------

5.23	Coefficient de perte du jet / diffuseur	$\zeta_o$	0.099	0.099	[~]	<input checked="" type="checkbox"/>
5.24	<b>Résultats</b>					
5.25	Vitesse du tuyau	$v_1$	2.28700		[m/s]	
5.26	Vitesse de sortie	$v_o$	57.17490		[m/s]	
5.27	Nombre de Reynolds (tuyau)	Re	1136201.7		[~]	
5.28	Hauteur de perte (pertes hydrauliques)	hz	33.32896		[m]	
5.29	Efficacité de la tuyauterie	$\eta$	83.34		[%]	
5.30	Puissance de pression = $Q*(p_2-p_1)$	Pp	0.00000		[kW]	
5.31	Puissance en hauteur = $Q*g*Ro*H$	Ph	879.14229		[kW]	
5.32	Puissance de perte = $Q*g*Ro*hz$	Pz	146.50451		[kW]	
5.33	Puissance de sortie = $Q*Ro*v_o^2/2$	Po	732.63778		[kW]	
5.34	Débit	Q	0.449050604		[m³/s]	
5.35	Unités		[m³/s]	[m³/h]	[US Gal./s]	[US Gal./h]
5.36	Débit	Q	0.449051	1616.582	118.62667	427056.021
					[L/min]	[cm³/s]
					26943.0363	449050.60
						[cm³/min]
						26943036.3

5.50	Angle de flexion	$\phi$	90	[°]
5.51	Coefficient de perte	$\zeta_B$	1.0873	[~]
5.52	Coefficient de perte de déchar	$\zeta_O$	1.0000	[~]

### 5.53 Coefficient de perte des valves

$\alpha$ [°]	5	10	20	30	45	60
<b>A</b>	0.05	0.3	1.6	5.2	31	200
<b>B</b>	0.25	0.5	1.5	3.9	19	120
<b>C</b>	-	300	60	30	10	3
<b>d1/h</b> [-]	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
<b>D</b>	2.2	1.9	1.5	1.6	5	40

## 6.0 Flux stationnaire d'un fluide visqueux – sections diverses de tuyauterie

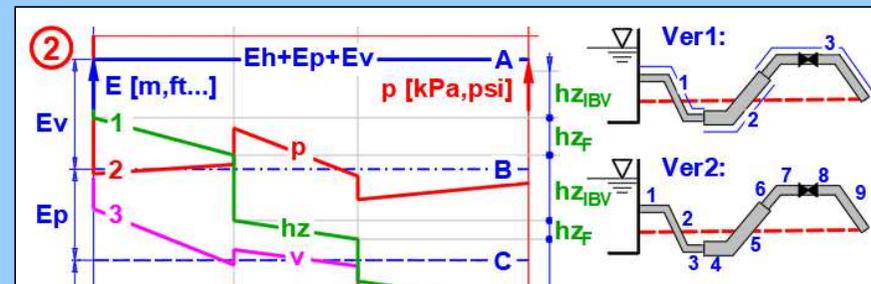
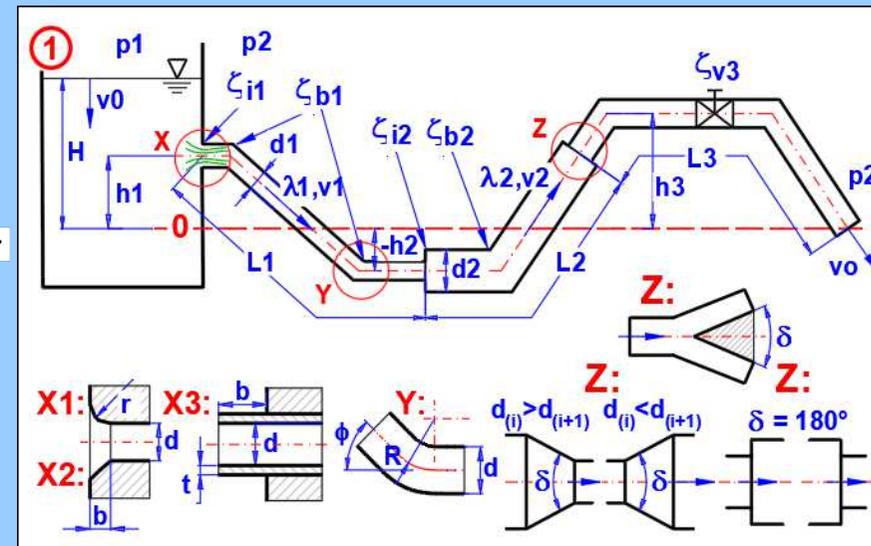
### 6.1 Conditions initiales

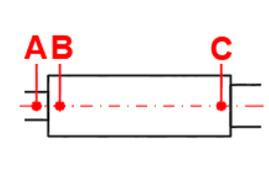
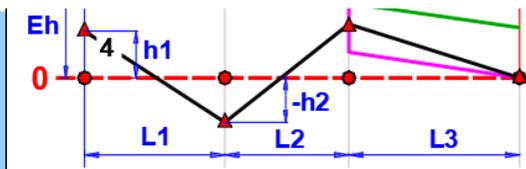
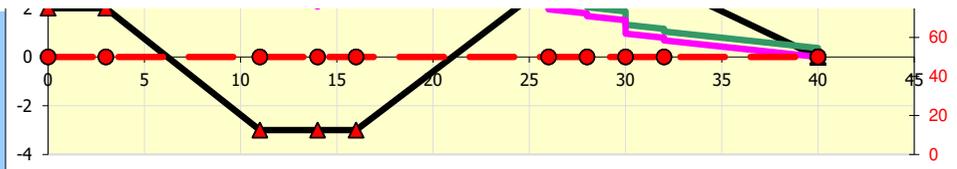
6.2	Pression au-dessus de la surface	$p_1$	101.3250	[kPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
6.3	Pression externe	$p_2$	101.3250	[kPa]	
6.4	Vitesse du fluide	$v_0$	0.0000	[m/s]	
6.5	Hauteur du niveau de surface	H	10.000	[m]	>0
6.6	Mode de calcul Lambda		D. Colebrook - White (Tubes de rugosité)		

### 6.7 Résultats

6.8	Niveau énergétique	En	10.000000	[m]
6.9	Vitesse de sortie théorique	$v_{to}$	14.004749	[m/s]
6.10	Vitesse de sortie	$v_o$	2.674219	[m/s]
6.11	Hauteur de perte (pertes hydrauliques)	hz	9.63538	[m]
6.12	Efficacité de la tuyauterie	$\eta$	3.65	[%]
6.13	Puissance de pression = $Q*(p_2-p_1)$	Pp	0.00000	[kW]
6.14	Puissance de la vitesse = $Q*Ro*v_o^2/2$	Pv	0.00000	[kW]
6.15	Puissance en hauteur = $Q*g*Ro*H$	Ph	5.26333	[kW]
6.16	Puissance de perte = $Q*g*Ro*hz$	Pz	5.07142	[kW]
6.17	Puissance de sortie = $Q*Ro*v_o^2/2$	Po	0.19191	[kW]
6.18	Débit	Q	0.053768363	[m³/s]

### 6.19 Graphique : Énergie (à gauche), Pression (à droite)





### 6.20 Définition de la tuyauterie et résultats du calcul

ID	A	B	C	D	E
Nombre	Hauteur	Longueur	Diamètre	Surface	
9	h	L	d (dh)	S	
Nombre	[m]	[m]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	
1	2	3	120	11309.73	✓
2	2	8	120	11309.73	✓
3	-3	3	120	11309.73	✓
4	-3	2	240	45238.93	✓
5	-3	10	240	45238.93	✓
6	3	2	160	20106.19	✓
7	3	2	160	20106.19	✓
8	3	2	160	20106.19	✓
9	3	8	160	20106.19	✓
10	0	20	100	7853.982	✓
11	0	20	100	7853.982	✓
12	0	20	100	7853.982	✓
13	0	20	100	7853.982	✓
14	0	20	100	7853.982	✓
15	0	20	100	7853.982	✓

F	G	H	I	J	K	L	
Delta	Geom	Geom	Rugosité	Reynolds	Friction	Friction	
$\delta$	$\zeta I$	$\zeta I + \zeta B + \zeta V$	k	Re	Lambda	Lambda	
[°]	[~]	[~]	[mm]	[~]	[~]	[~]	
	0.5	0.5	1.5	566859.9	0.04101	0.04101	✓
180	0	0.3	1.5	566859.9	0.04101	0.04101	✓
180	0	0.3	1.5	566859.9	0.04101	0.04101	✓
180	9	9	1.5	283429.9	0.03281	0.03281	✓
180	0	0.3	1.5	283429.9	0.03281	0.03281	✓
180	0.309	0.309	1.5	425144.9	0.03723	0.03723	✓
180	0	0.3	1.5	425144.9	0.03723	0.03723	✓
180	0	1.5	1.5	425144.9	0.03723	0.03723	✓
180	0	0.3	1.5	425144.9	0.03723	0.03723	✓
180	0	0	1.5	0	0	0	✓
180	0	0	1.5	0	0	0	✓
180	0	0	1.5	0	0	0	✓
180	0	0	1.5	0	0	0	✓
180	0	0	1.5	0	0	0	✓

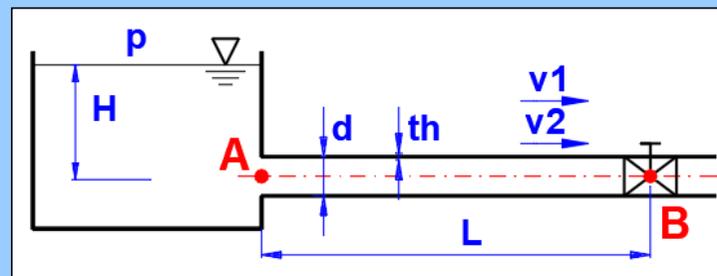
M	N	O
Vitesse	Sélection	Sélection
v	7. p-A	8. p-B
[m/s]	[m]	
4.754167	18.35101	16.62243
4.754167	15.44095	15.09523
4.754167	16.9446	16.59889
1.188542	15.4174	15.84955
1.188542	15.82986	15.80825
2.674219	9.709786	9.30452
2.674219	9.134833	9.025447
2.674219	8.855761	8.308827
2.674219	8.139141	8.029754
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

### 7.0 Choc hydraulique

7.1 Transfert des valeurs du paragraphe [5.0].

#### 7.2 Paramètres initiaux

7.3 Matériau de la tuyauterie	2. Fonte ordinaire	
7.4 Module d'élasticité du matériau de la tuyauterie	E	60.00 [GPa] ✓
7.5 Diamètre du tuyau	d	500.00 [mm]
7.6 Epaisseur de la paroi de la conduite	th	20.00 [mm]
7.7 Longueur de la conduite	L	1000.00 [m]
7.8 Vitesse du fluide avant la fermeture de la vanr	v1	2.32 [m/s]
7.9 Vitesse du fluide après fermeture de la valve	v2	0.00 [m/s]
7.10 Durée de fermeture de la valve	tc	2.00 [s]



#### 7.11 Tuyau flexible (élastique)

7.12 Module d'élasticité volumique du fluide	K	2.1920 [GPa]
7.13 Vitesse du son dans le fluide	a	1071.32 [m/s]
7.14 Temps de parcours de l'onde de choc (B->A->)	t	1.867 [s]
7.15 Intensité de l'onde de pression produite	p	1.1561 [MPa]
7.16 Contrainte méridienne	$\sigma_1$	7.225 [MPa]

#### 7.18 Tuyauterie absolument rigide

7.19 Module d'élasticité volumique du fluide	K	2.1920 [GPa]
7.20 Vitesse du son dans le fluide	a	1481.88 [m/s]
7.21 Temps de parcours de l'onde de choc (B->A->)	t	1.350 [s]
7.22 Intensité de l'onde de pression produite	p	1.1561 [MPa]
7.23 Contrainte méridienne	$\sigma_1$	7.225 [MPa]

7.17 Contrainte circonférentielle

$\sigma_c$   [MPa]

7.24 Contrainte circonférentielle

$\sigma_c$   [MPa]

**?** **Section d'additions**

**8.0 Calcul de la viscosité et de la densité**

8.1 Choix du fluide	<input type="text" value="01. Eau"/>	
8.2 Température	T <input type="text" value="50.00"/>	[°C]
8.3 Densité	$\rho$ <input type="text" value="988.06"/>	[kg/m <sup>3</sup> ]
8.4 Viscosité cinématique	$\nu$ <input type="text" value="0.0000005743"/>	[m <sup>2</sup> /s]
8.5 Viscosité dynamique	$\mu$ <input type="text" value="0.0005674722"/>	[Pa*s]
8.6 Transfert des valeurs dans le paragraphe [1.0]		