

ThermExcel

**Présentation du programme
HydroTherm**

Dimensionnement réseaux de distribution de chaleur

Programme Hydrotherm (Calcul réseaux thermiques)

Caractéristiques et fonctions du programme

Ce programme de calcul sur Excel permet de dimensionner et d'effectuer le calcul des pertes de charge sur les circuits de distribution de chaleur (**réseaux d'eau glacée, eau chaude ou d'eau surchauffée à usage thermique tel que par exemple les installations de chauffage**)

Il s'applique sur tous les types de réseaux et tient compte tout particulièrement des conditions de fonctionnement et des particularités spécifiques sur les canalisations, telles que :

- La température de l'eau véhiculée jusqu'à 320°C (eau surchauffée)
- La pression de service de l'installation.
- Du type de fluide thermique utilisé (Eau chaude ou eau glacée)
- L'adjonction d'antigel (température négative jusqu'à -50°C)
- La nature des différents types de matériaux utilisés (conduite en acier, cuivre, PVC, parois maçonnées, etc.)
- Les différents types de modules de perte de charges.

Des modules de calculs complémentaires sont incorporés au programme, à savoir :

- Une liste constituée de 415 canalisations réparties sur 17 catégories de réseaux.
- Une liste des modules de perte de charge.
- Un programme de calcul de diaphragmes.
- Un programme de calcul de vannes de régulation
- Un programme de calcul de module de perte de charge équivalent en fonction de la perte de charge relevée.
- Un programme de calcul d'évaluation de la puissance motorisée de la pompe en fonction de la charge calculée.

Le programme de calcul est pourvu d'une commande barre personnalisée donnant accès aux différentes procédures, boîtes de calculs et macro-commandes.

Les fichiers de travail sont créés séparément permettant d'alléger le stockage des données.

Tableau du calcul de perte de charge

Le fichier de travail peut être constitué de différentes feuilles de calcul. Vous pouvez à partir du même fichier, insérer une nouvelle feuille de calcul ou dupliquer la feuille de calcul en cours pour une étude similaire et apporter les modifications complémentaires par la suite.

Dans votre tableau de calcul vous pouvez rajouter ou retirer des lignes de calcul, sans altérer les phases de calculs.

Dans le tableau de calcul vous pouvez en complément déterminer la hauteur manométrique totale et le NPSH de la pompe (Net Positive Suction Head)

Vous pouvez également choisir l'unité de pression de votre choix dans l'étude :

- Pascal
- DecaPascal (10 Pa)
- mm d'eau (9.807 Pa)
- mbar (100 Pa)
- Torr / mm Hg (133.3226 Pa)
- Kilo Pascal (1000 Pa)
- Psi, Pound per square inch (6896.47 Pa)
- Bar (100000 Pa)

Les débits de base peuvent être imputés en :

- Litre / seconde (l/s)
- Litre / heure (l/h)
- Mètre cube / heure (m³/h)

Pour chaque feuille du tableau de calcul, la présentation se fait, soit :

En affichage basic :

Choix unité de pression		DecaPascal(10 Pa)	
Type de fluide thermique		(Eau chaude) 1	
Température de départ du circuit		90 °C	
- Pression absolue de vaporisation sur l'installation		0,709 bar	
- Masse volumique de l'eau sur le circuit à 90 °C		965,108 kg/m ³	
- Chaleur massique de l'eau à 90 °C et à 965,11kg/m ³		4,205 KJ/Kg.K	
Adjonction d'antigel (Pourcentage de glycol)		50%	
- masse volumique glycol (à 0°C - 100% glycol).....		1200 Kg/m ³	
- chaleur spécifique glycol (à 0°C).....		1,7 KJ/Kg.K	
Pression de service de l'installation (facultatif)		bar	

Menu barre HydroTherm

Calcul perte de charge pour réseau d'eau chaude à eau glycolée à 90°C																	
Rep	Désignations éléments	Linéaire tube	Modular P40		Energie à transférer	Température			Débit réel	Sélection réseaux				Vitesse réelle	Pression dynamique	Perte de charge	
			K Fixe	K		Nbr	eau	Delta		moyen	Code	Dnami	Dréal			Matériau	Unitaire
		m	Valueur	U	Wh	°C	K	K	l/h		mm	mm	Nature	m/s	daPa	daPa/m	daPa
	- Réseau de distribution	4			170000	90	20	80	8292,4	50T	50/60	53,8	acier T1	1,01	52,75	21,59	86,34
	- Té (passage ligne droite)		0,4	1	170000	90	20	80	8292,4	50T	50/60	53,8	acier T1	1,01	52,75		21,20
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,13	1	170000	90	20	80	8292,4	50T	50/60	53,8	acier T1	1,01	52,75		6,86
Colonne montante étage 1																	
	- Réseau de distribution	4			91000	90	20	80	4438,9	40T	40/49	42,5	acier T1	0,87	38,82	21,59	86,34
	- Té (passage ligne droite)		0,42	1	91000	90	20	80	4438,9	40T	40/49	42,5	acier T1	0,87	38,82		16,39
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,13	1	91000	90	20	80	4438,9	40T	40/49	42,5	acier T1	0,87	38,82		5,05
Colonne montante étage 2																	
	- Réseau de distribution	4			52000	90	20	80	2536,5	32T	33/42	36,6	acier T1	0,67	23,04	15,82	63,26
	- Té (passage ligne droite)		0,44	1	52000	90	20	80	2536,5	32T	33/42	36,6	acier T1	0,67	23,04		10,04
	- Réduction - d2/d1 = 0.75			1	52000	90	20	80	2536,5	32T	33/42	36,6	acier T1	0,67	23,04		
Colonne montante étage 2																	
	- Réseau de distribution	36			27000	90	20	80	1317,0	25T	26/34	27,9	acier T1	0,60	18,40	18,02	648,70
	- Té (passage ligne droite)		0,46	1	27000	90	20	80	1317,0	25T	26/34	27,9	acier T1	0,60	18,40		8,49
	- Réduction - d1/d2 = 0.75		0,13	1	27000	90	20	80	1317,0	25T	26/34	27,9	acier T1	0,60	18,40		2,39
	- Réseau de distribution	19			27000	90	20	80	1317,0	25T	26/34	27,9	acier T1	0,60	18,40	18,02	342,37
	- Coude standard 90°		0,69	6	27000	90	20	80	1317,0	25T	26/34	27,9	acier T1	0,60	18,40		76,39
	- Coude standard 45°		0,37	3	27000	90	20	80	1317,0	25T	26/34	27,9	acier T1	0,60	18,40		20,37
	- Robinet boisseau - d1/d2 = 0.6		0,54	1	27000	90	20	80	1317,0		25 DN25 - 1"	25,4	Robinet.	0,72	26,78		14,49
Total perte de charge du réseau hydraulique en daPa :																4934,61	
- Coefficients majoration de sécurité (assemblages mal réalisés, entartrage prévisionnel, etc.)																5%	246,73

Calcul du NPSH (pompe aspirant) en m		Désignation des équipements annexes		Quant	Pdc / U	
- Altitude		- Batterie échangeur		1	4kPa	
- Température du fluide		- Batterie émettrice				
- Hauteur géométrique d'aspiration		- Vanne de régulation		1	5kPa	
- Perte de charge réseau aspiration		- Compteur d'énergie				
- Pression barométrique défavorable - 250	10,1	- Divers				
- Pression de vaporisation	0,06	Total perte de charge du circuit hydraulique en daPa :				
- Masse volumique du fluide	1000	- Pression relative disponible au point le plus éloigné en bar		Soit en daPa :		
- NPSH disponible en mètre de liquide		- Hauteur géométrique en circuit ouvert en m		Densité du fluide 965,11 kg/m ³		
		- Pression disponible en amont du surpresseur à déduire en bar		Soit en daPa :		
Hauteur manométrique totale (HMT) de la pompe en daPa :						6081,34

Dans le cas d'une pompe aspirante sur un circuit ouvert on peut également effectuer en complément le calcul du NPSH disponible (Hauteur de charge nette absolue)

En affichage complet, le tableau visualise en complément :

- Les indices de rugosité.
- La masse volumique de l'eau.
- La chaleur massique de l'eau.
- La viscosité dynamique de l'eau.
- Le nombre de Reynolds.

Cliquez sur cette image pour effectuer un affichage complet

Choix unité de pression		mbar(100 Pa)																				
Type de fluide thermique		(Eau chaude) 1																				
Température de départ du circuit		90 °C																				
- Pression absolue de vaporisation sur l'installation		0,704 bar																				
- Masse volumique de l'eau sur le circuit à 90 °C		965,104 kg/m3																				
- Chaleur massique de l'eau à 90 °C et à 965,11kg/m3		4,205 KJ/kg.K																				
Adjonction d'antigel (Pourcentage de glycol)		0,319843 %																				
- masse volumique glycol (30°C-100% glycol).....		994,1383 kg/m3 (masse volumique de l'eau glycolée)																				
- chaleur spécifique glycol (30°C).....		3,840868 KJ/kg.K (Chaleur spécifique de l'eau glycolée)																				
Pression de service de l'installation (facultatif)		bar																				
		soit : 1,1681 w/kg K																				
		0,319843 Kq/m3 (viscosité cinématique de l'eau glycolée)																				
		994,1383 Kq/m3M (masse volumique de l'eau glycolée)																				
		3,840868 KJ/kg (Chaleur spécifique de l'eau glycolée)																				
Menu barre HydroTherm																						
Calcul perte de charge pour réseau d'eau chaude à eau glycolée à 90°C																						
Rep	Désignations éléments	Linaire tube	Moduler P4C	Energie à transférer	Température			Masse volumique	Chaleur massique	Viscosité cinématique	Débit réel	Sélection réseaux				Vitesse réelle	Nbre Reynolds	Pression dynamique	Perte de charge			
					eau	Delta	moyen					Code	Dnami	Dréal	Matériau				rugosité	Unitaire	Totale	
		m	Valueur	Wh	°C	K	K	kg/m3	KJ/kg.K	centistokes	l/h	mm	mm	Nature	mm	m/s	U	m-bar	m-bar/m	m-bar		
Colonne montante étage 1																						
	- Réseau de distribution	4		31000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	4265,4	40T	40/49	42,5	acier T1	0,06	0,04	38747	3,49	1,95	7,79	
	- Té (passage ligne droite)		0,42	1	31000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	4265,4	40T	40/49	42,5	acier T1	0,06	0,04	38747	3,49	1,47	
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,13	1	31000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	4265,4	40T	40/49	42,5	acier T1	0,06	0,04	38747	3,49	0,45	
Colonne montante étage 2																						
	- Réseau de distribution	4		52000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	2437,4	32T	33/42	26,6	acier T1	0,06	0,64	65523	2,07	1,43	5,71	
	- Té (passage ligne droite)		0,44	1	52000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	2437,4	32T	33/42	26,6	acier T1	0,06	0,64	65523	2,07	0,90	
	- Réduction - d2/d1 = 0.75			1	52000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	2437,4	32T	33/42	26,6	acier T1	0,06	0,64	65523	2,07		
Colonne montante étage 2																						
	- Réseau de distribution	36		27000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	1265,6	25T	26/34	27,9	acier T1	0,06	0,58	44630	1,65	1,63	58,55	
	- Té (passage ligne droite)		0,46	1	27000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	1265,6	25T	26/34	27,9	acier T1	0,06	0,58	44630	1,65	0,76	
	- Réduction - d1/d2 = 0.75		0,13	1	27000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	1265,6	25T	26/34	27,9	acier T1	0,06	0,58	44630	1,65	0,22	
	- Réseau de distribution	19		27000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	1265,6	25T	26/34	27,9	acier T1	0,06	0,58	44630	1,65	1,63	30,90	
	- Coude standard 90°		0,69	6	27000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	1265,6	25T	26/34	27,9	acier T1	0,06	0,58	44630	1,65	6,87	
	- Coude standard 45°		0,37	3	27000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	1265,6	25T	26/34	27,9	acier T1	0,06	0,58	44630	1,65	1,83	
	- Robinet boisseau - d1/d2 = 0.6		0,54	1	27000	90	20	80	1000,87	3,84	0,36	1265,6	25	DN25 - 1"	25,4	Robinet.	0,01	0,69	49023	2,41	1,30	
Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar :																			444,73			
Calcul du NPSH (pompe aspirant) en m																			22,24			
Désignation des équipements annexes																			Quant		Pdc / U	
- Altitude																						
- Batterie échangeur																						
- Batterie émettrice																			1		300,00	
- Vanne de régulation																			1		250,00	
- Compteur d'énergie																						
- Divers																						
Total perte de charge du circuit hydraulique en mbar :																			1016,97			
- Pression relative disponible au point le plus éloigné en bar																					Soit en mbar :	
- Hauteur géométrique en circuit ouvert en m																					Densité du fluide	
- Pression disponible en amont du surpresseur à déduire en bar																					Soit en mbar :	
Hauteur manométrique totale (HMT) de la pompe en mbar :																			1016,97			

Toutes les cellules de calcul en bleu violet sont programmées.

Module d'indexation de la table réseaux

L'affichage et l'imputation éventuelle des types de réseaux se font par l'intermédiaire d'un module spécifique.

Codage des canalisations de la table réseaux

Cliquez avec la souris sur la ligne souhaitée et cliquez sur OK, le code réseau sera placé dans le presse-papier. Ensuite positionnez vous dans la colonne code dans l'entité réseaux et cliquez avec le bouton de droit de la souris + collez.

Sélection code **Éléments réseaux** **Désignation** **Ø nominal** **Ø intérieur**

Codage	Nature	Désignation	Dim. nominale	Ø INT	épais.	Ø EXT.	rugosité
12	Robinet.	DN12 - 3/8"		9,53	-----	-----	0,01
15	Robinet.	DN15 - 1/2"		12,70	-----	-----	0,01
20	Robinet.	DN20 - 3/4"		19,05	-----	-----	0,01
25	Robinet.	DN25 - 1"		25,40	-----	-----	0,01
32	Robinet.	DN32 - 1 1/4"		31,75	-----	-----	0,01
40	Robinet.	DN40 - 1,5"		38,10	-----	-----	0,01
50	Robinet.	DN50 - 2"		50,80	-----	-----	0,01
65	Robinet.	DN65 - 2,5"		63,50	-----	-----	0,01
80	Robinet.	DN80 - 3"		76,20	-----	-----	0,01
100	Robinet.	DN100 - 4"		101,60	-----	-----	0,01
125	Robinet.	DN125 - 5"		127,00	-----	-----	0,01
150	Robinet.	DN150 - 6"		152,40	-----	-----	0,01

l'eau
 corrigé
 volumiq
 m³/h
 1340,37
 1435,53
 1446,52
 1451,00
 1451,93
 1452,39

Les types de canalisations intégrées dans le programme HydroTherm pour le calcul des pertes de charge, sont :

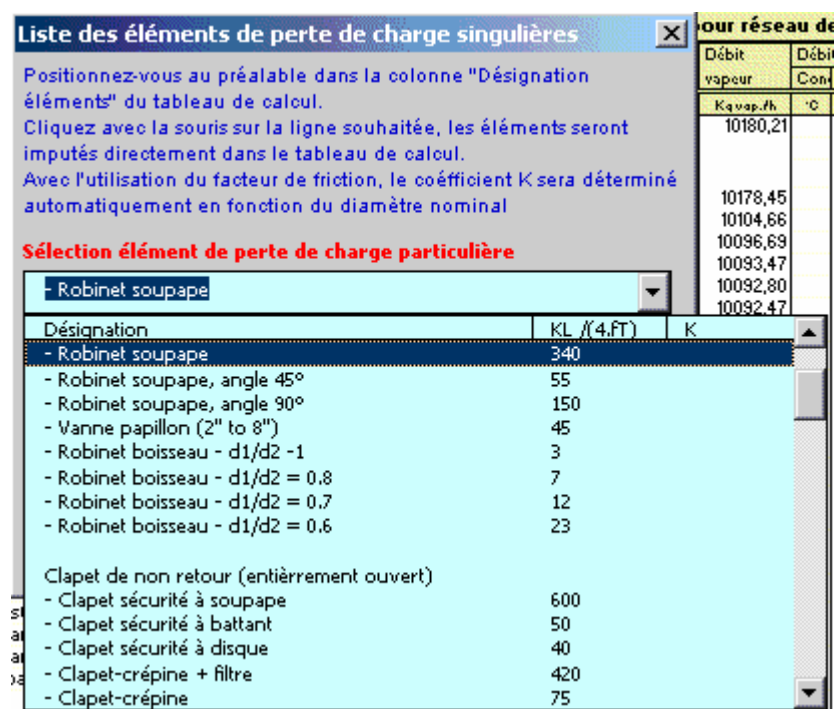
- Tube acier noir T1 et T2 (utilisation classique) - Diamètre DN12 à DN400 (3/8" à 16")
- Tube acier galvanisé - Diamètre DN12 à DN 300
- Tube acier noir T3 - Diamètre DN12 à DN150
- Tube acier noir T10 - Diamètre DN 32 à DN 400
- Tube acier noir série spéciale - Diamètre DN 450 à DN 900
- Tube acier selon normes USA - 5S, 10S, 40S, 80S - Diamètre 1/2" à 30" - 15 à 750 mm
- Tube cuivre (usage courant) - Diamètre DN10 à DN 50/52
- Tube cuivre selon normes Européenne série X, Y, Z - Diamètre 4 à 150 mm
- Tube cuivre selon normes USA série K, L, M - Diamètre 1/4" à 12" - 8 à 300 mm
- Tube cuivre (qualité frigorifique) - Diamètre DN 6 à DN 80 (1/4" à 3 1/8")
- Tube PVC chauffage sol - Diamètre DN 12 à DN 25
- Tube PVC pression - Diamètre DN 12 à DN 315
- Tube fonte ductile à joint- Diamètre DN 50 à DN 2000
- Tube fonte ductile haute pression - Diamètre DN 80 à DN 300
- Tube polyéthylène (PehD) - Diamètre DN16 à DN 315
- Tube polyéthylène pour le gaz - Diamètre DN15 à DN 200
- Tube inox 316L - Diamètre DN 12 à DN 200
- Robinetterie - Diamètre DN12 à DN 400 (3/8" à 16")

Soit l'équivalent de 415 tubes indexés dans le programme.

Module de calcul perte de charge singulière

Voir thématique : [Calcul des pertes de charges singulières sur réseaux hydrauliques](#)

Il est prévu dans le programme une procédure d'appel placée sur la barre du menu personnalisé servant à connaître les valeurs indicatives des coefficients K et à des imputations directes sur la feuille de travail.



Les programmes HydroTherm, HydroWater et HydroExcel disposent d'un certains nombres de modules de perte de charge "k" à valeurs fixes ou kL qui sont déjà intégrés. Vous cliquez dans un menu déroulant et ensuite sur l'élément que vous souhaitez introduire et l'imputation se fait automatiquement dans la feuille de travail (Désignation + valeur k) sur la ligne où était située initialement la cellule active. Vous pouvez bien sûr modifier la valeur k si nécessaire.

La valeur kl est égal à $K / (4.ft)$, voir : [Thématique pertes de charge singulières](#)

Chaque module de perte de charge singulière (robinetterie, coudes, etc.) est recalculé automatiquement en fonction du diamètre introduit.

Module d'évaluation du coefficient de perte de charge

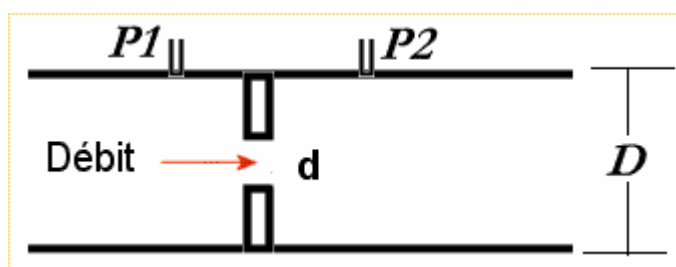
Voir thématique : [Calcul des pertes de charges singulières sur réseaux hydraulique](#)

et aussi : [Calcul des pertes de charges accessoires](#)

Programme de calcul de module de perte de charge équivalent en fonction de la perte de charge relevée.

Module de calcul de diaphragme

Voir thématique : [Calcul de diaphragme](#)



- d = diamètre du diaphragme
- D = diamètre intérieur du tube
- P1 - P2 = perte de charge à créer (Pression différentielle)

Calcul du diamètre d'un diaphragme ✕

Unites de pression mbar (100 Pa ou 0,1 kPa) ▼

Pression différentielle (P1 - P2) mbar

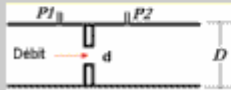
Température de l'eau (limité à 320°C) °C

Débit de base Q (voir formule empirique) l/h

Diamètre nominal (Voir table) - Ø ≥ 32 mm 107/114 ▼

- Nature de la canalisation acier T3
- Désignation courante canalisation DN100 - 4"
- Diamètre intérieur du tube (D) : 105,30 mm
- Masse volumique de l'eau 864,681 kg/m3
- Chaleur massique de l'eau 4,497 Kj/kg-k
- Débit réel selon la température 53 829,86 l/h
- Vitesse de circulation réseau 1,717 m/s

Diamètre du diaphragme (d) : 43,58 mm



$$Q = \frac{P(w/h) \cdot 0,86}{\Delta T}$$

Formule empirique

©2001 Jean Yves MESSE

Programme Hydrotherm (Régulation)

Voir thématique : [Coéfficient Kv, Kvs, Kvo, taux de fuite](#)

Détermination du Kv

La valeur du Kv peut être calculé en fonction des valeurs données "débit et perte de charge estimés".

Unité de pression : mbar (100 Pa ou 0,1 kPa)

- Température de l'eau (Limitée à 320°C) 300 °C

- Pression de service de l'installation 1 Bar (1000kPa)

- Masse volumique de l'eau 999,760 kg/m3

- Chaleur massique de l'eau 4,182 KJ/kg-k

Détermination Kv | Chute de pression | Coefficient débit Kv

La valeur du Kv peut de même être calculée en fonction des valeurs données "débit et perte de charge estimés"

Débit de base Q (selon formule empirique ci-dessous) 10 m3/h

- Chute de pression dans la vanne 100 mbar

- Débit réel en fonction de la température 10,53 m3/h

- **Coefficient Kv** 27,66 m3/h

Débit d'eau équivalent à 14,5°C sous 1 bar de pression avec une chute de pression de 1 bar au droit de la vanne.

Aide $Q = \frac{P(w/h) \cdot 0,86}{\Delta T}$ Attention aux décimales. Virgule en Français et point en Anglais (voir configuration windows en paramètres régionaux) **Valider** **Ok** ©2001 Jean Yves MESSE.

Coefficient de débit Kv pour une vanne

C'est le débit d'eau Q en m3/h mesuré à 4°C (Masse volumique = 1000kg/m3) qui pour une perte de charge de 1 bar, passe à travers la vanne considérée comme entièrement ouverte.

Calcul vanne de regulation

Unité de pression : mbar (100 Pa ou 0,1 kPa)

- Température de l'eau (Limitée à 320°C) 15 °C

- Pression de service de l'installation 1 Bar (1000kPa)

- Masse volumique de l'eau 999,196 kg/m3

- Chaleur massique de l'eau 4,186 KJ/kg-k

Détermination Kv | **Chute de pression** | Coefficient débit Kv

Le débit d'eau Q en m3/h peut être évalué dans une vanne en fonction du Kv et de la chute de pression estimée.

- Chute de pression à travers la vanne 300 mbar

Sélection vanne

Vanne L&G - VXF31 - DN40 | 19 Coef. Kv

- Débit réel en fonction de la température 10,41 m3/h

- Débit de base Q (selon formule empirique ci-dessous) 10,40 m3/h

Aide $Q = \frac{P(w/h) \cdot 0,86}{\Delta T}$ Attention aux décimales. Virgule en Français et point en Anglais (voir configuration windows en paramètres régionaux) **Valider** **Ok** ©2001 Jean Yves MESSE.

Chute de pression

C'est la différence de pression entre l'entrée et la sortie de la vanne. C'est donc sa perte de charge.

La valeur du Kv est de même utilisée pour calculer la chute de pression dans une vanne en fonction du débit qui le traverse.

Calcul vanne de regulation
✕

Unité de pression mbar (100 Pa ou 0,1 kPa) ▾

- Température de l'eau (Limitée à 320°C) °C

- Pression de service de l'installation Bar (1000kPa)

- Masse volumique de l'eau

- Chaleur massique de l'eau

Détermination Kv
Chute de pression
Coefficient débit Kv

La valeur du Kv est de même utilisée pour calculer la chute de pression dans une vanne en fonction du débit qui le traverse.

Débit de base Q (selon formule empirique ci-dessous) m3/h

Sélection vanne

Vanne L&G - VXF31 - DN40 ▾ Coeft. Kv

- Chute de pression dans la vanne..... mbar

- Débit réel en fonction de la température

Calcul de l'autorité de la vanne

- Perte de charge du circuit à réguler.....

- Autorité de la vanne

$$Q = \frac{P(w/h) \cdot 0.86}{\Delta T}$$

Attention aux décimales.
Virgule en Français et point
en Anglais (voir
configuration windows en
paramètres régionaux)

Valider

Ok

Aide ©2001 Jean Yves MESSE.

Programme Hydrotherm (Calcul pompe)

Module de calcul du moteur de pompe en circuit fermé

Voir thématique : [Calcul moteur de pompe](#)

Dimensionnement moteur de pompe en circuit fermé

Unites de pression: Bar (100000 Pa ou 100 kPa)

Hauteur manométrique totale: 3 Bar

Débit de base Q (voir formule): 200 m3/h

Rendement pompe: 60 %

Rendement transmission, marge sécurité: 90 %

Résultats des éléments

Energie mécanique fluide: 16,667 kWh

Rendement pompe & transmission: 54,00 %

Energie utile absorbée arbre moteur: 30,864 kWh

Consommation énergie électrique (kVA/h): 38,91 kVA

Résultats électriques moteur à charge nominale

Puissance nominale moteur: 37,00 kw

Rendement moyen du moteur: 91,29 %

Puissance nominale active absorbée: 40,528 kw

Facteur de puissance (Cos): 86,88 %

Puissance électrique nominale: 46,650 kVA

Intensité nominale: 230V (Moteur < 0.75 kw) / 67,34 A (Moteur > 0.5 kw) / Tri 400V

Formule empirique: $Q = \frac{P(w/h) \cdot 0.86}{\Delta T}$

Attention aux décimales. Virgule en Français et point en Anglais (voir configuration windows en paramètres régionaux)

©2001 Jean Yves MESSE

Pour un débit d'eau de 200 m3/h et une perte de charge de 3 bar, l'énergie utile absorbée sur l'arbre moteur est de 30,86 kw.

La puissance nominale du moteur doit être supérieure ou égale à cette valeur. Les puissances motrices sont normalisées.

Le dimensionnement de l'installation électrique sera effectué avec :

- une puissance nominale moteur de 37 kW.

- une puissance électrique apparente disponible de 46,65 kVA (Kilo Volt Ampère par heure) en Tri 400 V + terre
- un câble d'alimentation déterminé sur la base d'un courant électrique de 67,34 A.

Dans le cas présent le moteur ne fonctionnera pas à pleine charge, il fonctionnera à 83% de sa puissance nominale.

La consommation réelle d'énergie électrique sera de 38,91 kWh. C'est cette valeur qui sera utilisée si l'on veut effectuer un bilan annuel de consommation d'énergie électrique.

Cela est bien entendu q'une évaluation (les rendements des pompes varient selon les fabricants), mais ces données seront très utiles lors d'un avant projet ou d'une estimation de prix.

Programme Hydrotherm (Expansion, soupape, etc.)

Feuille de calculs annexes

Dans le programme ThermExcel, une feuille de calcul complémentaire totalement programmée peut être insérée dans le fichier de travail permettant de dimensionner les équipements complémentaires dans une installation thermique, a savoir :

- Le ou les vases d'expansion (fermé ou ouvert)
- La ou les soupapes de sécurité.
- La bouteille casse pression ou bouteille de découplage hydraulique.
- Le volume d'eau tampon dans une installation d'eau glacée pour assurer le bon fonctionnement des refroidisseurs de liquide.
- Le calcul automatique de la contenance en eau de l'installation, de la surface de calorifuge et de la peinture pour les travaux de sous-traitance par exemple.

				Linéaire	Calorifuge				Peinture		Contenance eau			
Volume d'eau (valeurs indicatives)				m	épr	surffm2/m	Q x surf	surffm2/m	Q x surf	U	litres	U x Q		
- ventilateur-convecteur: 5 à 6 l / 1 kWh										8 kw	8,00 l	64,00 l		
- aérotherme: 7 à 8 l / 1 kWh										9,00 l				
- panneaux solaires: 8,5 à 10 l / 1 kWh										6 kw	11,00 l	66,00 l		
- radiateurs acier: 10 à 11 l / 1 kWh										300 kw	2,00 l	600,00 l		
- chauffage central et collectif: 2 l / 1 kWh														
Ø nominal		Ø EXT.	Ø INT							m	l/m	m x Q		
CU34	32 33/42	42,40 mm	36,60 mm	100 m	25 mm	0,290 m ²	29,01 m ²	0,133 m ²	13,31 m ²	100 m	1,052 l	105,16 l		
	34/36	36,00 mm	34,00 mm		25 mm	0,270 m ²		0,113 m ²			0,907 l			
CU40	40/42	42,00 mm	40,00 mm		25 mm	0,289 m ²		0,132 m ²			1,256 l			
	40/49	48,30 mm	42,50 mm	80 m	25 mm	0,309 m ²	24,69 m ²	0,152 m ²	12,13 m ²	80 m	1,418 l	113,43 l		
	50/60	60,30 mm	53,90 mm	50 m	50 mm	0,503 m ²	25,17 m ²	0,189 m ²	9,47 m ²	50 m	2,272 l	113,61 l		
	65/66/76	76,10 mm	69,60 mm		50 mm	0,553 m ²		0,239 m ²			3,80 l			
	80/80/90	88,90 mm	82,40 mm	60 m	50 mm	0,593 m ²	35,59 m ²	0,279 m ²	16,75 m ²	60 m	5,33 l	319,80 l		
	100/107/114	114,30 mm	105,30 mm		50 mm	0,673 m ²		0,359 m ²			8,70 l			
	125/129/7	132,00 mm	125,00 mm		50 mm	0,732 m ²		0,418 m ²			12,27 l			
	150/168,3/4,5	168,30 mm	159,30 mm		50 mm	0,842 m ²		0,528 m ²			19,92 l			
	200/219,1/6,3	219,10 mm	207,30 mm		50 mm	1,002 m ²		0,688 m ²			33,73 l			
	250/273/6,3	273,00 mm	260,40 mm		50 mm	1,171 m ²		0,857 m ²			53,23 l			
	300/323,9/7,1	323,90 mm	309,70 mm		50 mm	1,331 m ²		1,017 m ²			75,29 l			
							Calorifuge	213,59	Peinture	99,42	Volume d'eau	1605,1L		
Calcul du vase d'expansion sous pression d'azote (Vase d'expansion fermé)														
- Volume d'eau dans l'installation (Va) -----											1605,08L			
Pression circuit d'eau														
- Pression statique (Pa) + 0,3 bar (pression de gonflage vase d'expansion) -----											1,00 bar			
- Pression de fonctionnement installation (Po - Pression relative) -----											3,00 bar			
Calcul expansion														
- Temp. d'eau de remplissage 10 °C														
- Temp. d'eau en fonctionnement 90 °C														
- Densité eau à 1 bar pour 10°C, en kg/m ³ 999,78											Facteur d'expansion (n)	3,58%		
- Densité eau à 3 bar pour 90°C, en kg/m ³ 965,20											Volume d'expansion eau	57,49L		
Facteur de pression installation -----											2,01			
Volume utile du vase expansion (Vesp) -----											115,36L			
Volume utile de sécurité en cas de perte d'eau installation -----											16,05L x 2,01	32,21L		
Volume nominal du vase d'expansion (Vn) -----											147,57L			
Vase d'expansion ouvert (Il doit obligatoirement être placé au point le plus haut de l'installation)														
- Capacité utile en % en eau de l'installation 6%											96,3 L	(capacité utile du vase d'expansion ouvert)		
- Ø du tube d'expansion (Vitesse < à 0.10 m/s)											300,0 kw	39 mn		
- Ø du tube de sécurité														
Soupape de sécurité														
- Ø de raccordement du tube de sécurité											330,0 kw	47 mn		
Bouteille casse pression														
Vitesse dans la bouteille : 0,05 à 0,10 m/s											300,0 kw	20 °C	0,10	214 mn
Volume d'eau minimum circuit eau glacée - V = (N x 60 x Z) / 4,18 x delta T)														
- Puissance du premier étage des refroidisseurs de liquide (kW)											N	67,0 kw		
- Temps de fonctionnement minimum acceptable (mini 5 mn)											Z	5,00 mn		
- Ecart de température aux conditions de charge partielles (approx. 2°C)											delta T	2 °C		
- Contenance totale minimale en eau (litres) de l'installation											V	2404,3 L		

Certains des éléments de calcul peuvent être retirés aisément de la feuille de travail.

Calcul vase d'expansion

Si on suit les documents techniques des fabricants, le volume du vase d'expansion est déterminé exclusivement en fonction du volume d'expansion du système hydraulique et de la pression d'azote du vase d'expansion.

Cette approche n'est pas bonne, le vase d'expansion ne sert pas seulement à recevoir l'eau par accroissement d'expansion, mais il agit également comme réservoir d'eau servant à compenser des pertes dues aux fuites sur le système hydraulique sur une certaine période de temps.

Avec le vase d'expansion ouvert traditionnel, le remplacement des pertes de fuite de l'eau a lieu automatiquement en raison de la hauteur du réservoir et donc par conséquent d'une pression statique plus élevée de remplissage d'eau.

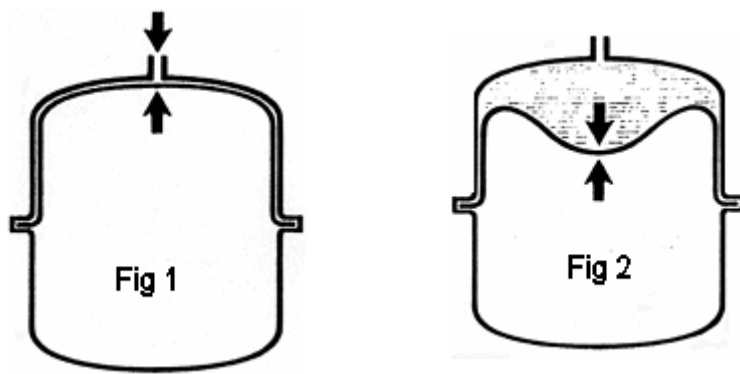
Dans le cas d'un réservoir fermé à membrane, le volume d'azote tampon de l'autre côté du diaphragme doit compenser les pertes d'eau se produisant dans les conditions normales de fonctionnement.

Cependant c'est seulement possible quand :

- Une réserve d'eau suffisante complémentaire est accordée dans la détermination du dimensionnement du vase d'expansion
- La pression du système hydraulique même lorsque le système est froid est toujours plus importante que la pression statique.
- La relation entre la pression dans le système hydraulique et le diaphragme du réservoir d'expansion est tel que quel que soit les conditions de fonctionnement, il y aura toujours de l'eau disponible dans le réservoir d'expansion et qui en raison de la pression d'azote retournera dans le système hydraulique même en cas de fuite d'eau dans système hydraulique.

Afin de réaliser cette situation, le système de chauffage exige en conséquence l'installation d'un vase d'expansion plus conséquent et doit même dans l'état de l'installation à froid être rempli à une pression plus élevée que la pression initiale d'azote dans le vase d'expansion.

Les Fig. 1 et 2 expliquent les méthodes incorrectes précédentes de remplissage qui ne fournissent pas un bon approvisionnement en eau du réservoir.



1. La pression de remplissage dans l'installation et la pression initiale d'azote sont identique. Il n'y a aucune possibilité d'un approvisionnement du réservoir.
 2. La pression initiale de remplissage de l'installation est plus grande que la pression d'azote. La perte d'eau est automatiquement substituée.
-

Quelle taille le réservoir de l'eau devrait-il être?

Il est recommandé que le réservoir contienne en plus 1% du volume entier de l'eau avec un minimum de 2 ou 3 litres quel que soit le cas du type de système hydraulique.

Etant donné que la pression initiale de l'azote n'est pas toujours identique à la pression statique du système hydraulique, il faut que soit :

- la pression du système hydraulique soit augmentée à la valeur de la pression du volume d'azote,
- la pression d'azote soit ajustée ou réduite à la pression de la hauteur statique du système hydraulique.

La première méthode est recommandée, car elle n'exige aucun outil spécial.

Le calcul du diaphragme d'un vase d'expansion peut être effectué très facilement en appliquant l'une des deux formules suivantes:

1°/ - Volume d'eau du système hydraulique (V_e) \leq 300 litres:

$$V_n = 3 + (n \cdot V_e) \cdot \left(\frac{P_2}{P_2 - P_1} \right)$$

2°/ - Volume d'eau du système hydraulique (V_e) $>$ 300 litres:

$$V_n = \frac{V_e}{100} \cdot (n \cdot V_e) \cdot \left(\frac{P_2}{P_2 - P_1} \right)$$

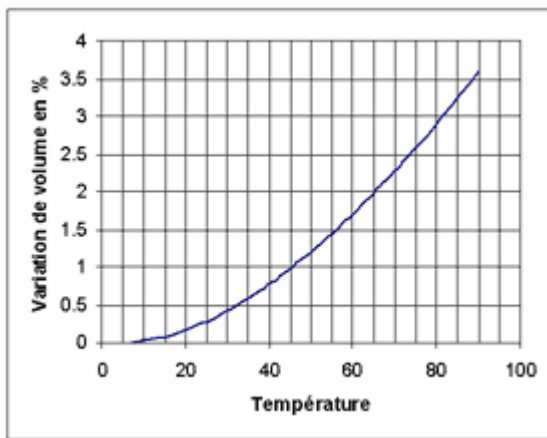
- V_n = volume nominal du vase d'expansion en litres
- V_e = volume d'eau dans le système hydraulique
- P_1 = pression initiale en bar absolu (p_a = hauteur statique du système de chauffage ou de la pression initiale choisie dans le vase d'expansion)
- p_2 = pression finale en bar absolu ($P_2 = 2,0 + 1,013 = 3,013$)

- n = coefficient d'expansion de l'eau dans le système hydraulique en pourcentage (voir formule ci-dessous).

$$n = \left(\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_2} \right) \cdot 100$$

- ρ_1 = masse volumique de l'eau à la température de remplissage en kg/m³
- ρ_2 = masse volumique de l'eau à la température de fonctionnement de l'installation en kg/m³

Le résultat de la variation de volume en fonction de cette formule de calcul peut être obtenu avec le diagramme ci-dessous en fonction de la température en régime de fonctionnement.



Exemple de calcul :

Calcul du vase d'expansion sous pression d'azote (Vase d'expansion fermé)	
Pression circuit d'eau	- Volume d'eau dans l'installation (Ve) ----- 14 14,23L
	- Pression statique (Pa) + 0,3 bar (pression de gonflage vase d'expansion) ----- 1,00 bar
	- Pression de fonctionnement installation (Pe - Pression relative) ----- 3,00 bar
Calcul expansion	
- Temp. d'eau de remplissage 10 °C	- Densité eau à 1 bar pour 10°C, en kg/m ³ 999,73 Facteur d'expansion (n) 3,58%
- Temp. d'eau en fonctionnement 90 °C	- Densité eau à 3 bar pour 90°C, en kg/m ³ 965,20 Volume d'expansion eau 50,66L
Facteur de pression installation	2,01
Volume utile du vase expansion (Vexp)	101,65L
Volume utile de sécurité en cas de perte d'eau installation	14,14L x 2,01 28,38L
Volume nominal du vase d'expansion (Vn)	130,02L

- Ve = 1414,23 litres en volume d'eau dans l'installation
- P2 = 3,0 bar + 1,013 bar = 4,013 bar absolu en pression normale de fonctionnement
- Te = 90°C - Température d'eau en fonctionnement normal
- hauteur statique = 6 m

- $P1 = 1,0 \text{ bar} + 1,013 \text{ bar} = 2,013 \text{ bar absolu}$ - Pression initiale minimum = 0,6 bar - pression initiale sélectionnée en bar = 1,0
- $n = 3,58 \%$ d'expansion d'eau (10°C à 90°C) soit 50,66 litres en volume d'expansion d'eau
- $f_e = 2,01$ (facteur de pression sur l'installation) = $P2 / (P2 - P1)$
- $V_{\text{exp}} = 101,65$ litres (Volume utile du vase d'expansion)
- 14,14 litres (1% du volume en eau de l'installation pour sécuriser les fuites d'eau occasionnelles dans le système hydraulique)
- $V_n = 130,02$ litres - Volume nominal du vase d'expansion = $(50,66 + 14,14) * 2,01$.

Comme vous pouvez voir dans cet exemple, bien que l'installation dispose seulement d'une hauteur statique de 6 m, elle est traitée comme si elle avait une hauteur statique de 10 m afin de satisfaire le calcul avec une pression initiale standard d'azote de 1,0 bar.

Maintenant, on peut calculer exactement la pression de remplissage exigée pour remplir le vase d'expansion du système. Cependant ce procédé est maladroit, il est recommandé d'opérer comme suit :

Le remplissage initial du système devrait être appliqué jusqu'à hauteur de la pression de tarage de la soupape de sécurité et le système de chauffage devrait être mis en service jusqu'à la température de fonctionnement maximum. De cette façon, l'eau en excès sera expulsée après que le système se refroidisse, le volume entier utilisable du vase d'expansion sera alors disponible. En même temps, un contrôle sur la fonction des dispositifs de sécurité aura été exécuté.

Vous devez faire attention pour vous assurer que la pression de système à froid soit au moins de 0,2 bar au-dessus de la pression de remplissage d'azote du vase d'expansion. L'aiguille rouge du manomètre de pression devrait être ajustée sur une pression de remplissage d'azote de la barre +0,2.

Pourquoi le réservoir d'approvisionnement en eau est-il si important?

Si l'installation de chauffage est remplie seulement à la pression initiale d'azote du vase d'expansion comme c'est généralement le cas, et que alors l'installation est mise en fonctionnement normal, l'expansion de l'eau exercée dans le vase d'expansion produit une pression plus élevée que la pression initiale d'azote du réservoir. Toutes les parties du système hydraulique sont donc en état surpressurisé. Cependant pratiquement tous les systèmes hydrauliques perdent de l'eau due à des fuites ou à des opérations de dégazage, particulièrement durant les premiers mois de fonctionnement.

En outre, chaque filetage ou équipement divers représente une fuite potentielle. Sur ces endroits, la vapeur d'eau se répand constamment, dépendant de la température et des propriétés d'étanchéité relatives à ces joints. L'eau qui s'échappe du système hydraulique par ce processus, est complétée par l'eau contenue dans réservoir d'expansion.

Si ensuite le système se refroidit en raison des conditions de fonctionnement telles que notamment en réduction de nuit ou durant les périodes demi saison par exemple, il y a insuffisamment d'eau pour maintenir le système totalement rempli et inévitablement la partie plus élevée du système de chauffage, souffrira des conditions à basse pression.

Cette basse pression, notamment aux endroits où sont placés les dispositifs de dégazages automatiques même aux entrées d'air, contribue à un enrichissement de l'eau de chauffage par l'oxygène. Naturellement, il n'est pas nécessaire de demander aux experts d'expliquer dans le grand détail, les effets que l'oxygène et l'eau ont sur les composants tels que les canalisations en acier. Il est donc important que chaque système de chauffage, quelque soit l'emplacement ou des conditions de fonctionnement dispose d'une pression suffisante.