



# **Application pour le programme HydroWater**

**Dimensionnement réseaux de distribution d'eau**

Jean Yves MESSE – THERMEXCEL

Copyright © 2004 - 2007 - ThermExcel- All Rights Reserved

## Programme ThermoVapor (Calcul réseaux)

### 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 vapeur. 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 pression de vapeur utilisée (0 à 100 bar)
- le type de vapeur (vapeur saturée en basse ou haute pression, vapeur surchauffée)
- la nature des différents types de matériaux utilisés (conduite en acier, cuivre, etc.)
- les différents types de modules de perte de charges.

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

- Une liste constituée de canalisations 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.

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.

Il y a 415 types de canalisations intégrées dans le programme ThermoVapor pour le calcul des pertes de charge.

Le choix des matériaux devra être fait avec la plus grande prudence selon le type vapeur utilisé (Voir la compatibilité et réglementation en vigueur)

### Tableau du calcul de perte de charge en vapeur saturée

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.

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

- Pascal
- Déca Pascal (10 Pa)
- mm d'eau (9.807 Pa)
- mbar (100 Pa)
- Pound per square inch (6896.47 Pa)

Le programme calcule automatiquement le débit de vapeur en fonction :

- de la puissance thermique horaire.
- de la pression vapeur.
- de la température de vapeur (uniquement en cas d'utilisation de la vapeur surchauffée)
- de la température des condensats le cas échéant (récupération des condensats).

### Tableau de calcul en affichage basic :

Cliquez sur cette image pour effectuer un affichage complet

Choi <u>r</u> unité de pression		mbar(100Pa)	
Pression de service de l'installation	15	bar relatif	
Température de vaporisation du circuit vapeur	201,4	°C	
- Enthalpie spécifique de la vapeur (chaleur totale)	2791,4	kJ /kg K	
- Chaleur latente de vaporisation à 201,41 °C et 15 bar relatif	1923,4	kJ /kg K	
- Masse volumique de la vapeur à 201,41 °C et 15 bar relatif	3,043	kg/m3	
- Chaleur massique des condensats à 80 °C	4,193	kJ /kg K	

  

Calcul perte de charge pour réseau de vapeur d'eau																					
Rep.	Désignations éléments	Linéaire tube	Module P4C	Energie à transférer	Pression service	Température de la vapeur	Chaleur latente	Débit vapeur	Débit de vapeur corrigé	Sélection réseaux				Vitesse réelle	Pression dynamique	Perte de charge					
		m	Valveur	U	Wh	Bar relatif	°C	kJ/kg	kgvap./h	°C	kgvap./h	m3/h	Code	Dnami	Dréal	Matériau	m/s	mbar	mbar/m	K	Total
	- Réseau de distribution	320			5500000	13,9829	198	1945,29	10178,45	10178,45	1340,37	125T10 1397.4	131,7	acier T10			27,33	28,36	3,41	1,04	1133,94
	- Coude standard 90°		0,499	8	5500000	12,849	195	1959,49	10104,66	10104,66	1435,53	125T10 1397.4	131,7	acier T10			29,27	30,16			120,50
	- Coude standard 45°		0,246	6	5500000	12,7285	194	1961,04	10096,69	10096,69	1446,52	125T10 1397.4	131,7	acier T10			29,50	30,36			48,53
	- Tête (passage ligne droite)		0,333	1	5500000	12,6799	194	1961,66	10093,47	10093,47	1451,00	125T10 1397.4	131,7	acier T10			29,59	30,45			10,14
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,16	1	5500000	12,6696	194	1961,8	10092,80	10092,80	1451,93	125T10 1397.4	131,7	acier T10			29,61	30,46			4,87
	- Robinet soupape		5,704	1	5500000	12,6649	194	1961,86	10092,47	10092,47	1462,39	125 DH125-5°	127	Robinet.			31,85	35,24			201,02
	<b>Colonne montante Fide</b>																				
	- Réseau de distribution	4			1000000	12,4639	193	1964,46	1832,56	1832,56	267,51	65T10 6676	70,3	acier T10			19,14	12,55	3,30	1,00	13,20
	- Tête (passage ligne droite)		0,38	1	1000000	12,4507	193	1964,63	1832,40	1832,40	267,74	65T10 6676	70,3	acier T10			19,16	12,56			4,77
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,16	1	1000000	12,4459	193	1964,7	1832,34	1832,34	267,82	125 DH125-5°	127	Robinet.			5,87	1,18			0,19
	<b>Colonne montante étage I</b>																				
	- Réseau de distribution	4			500000	12,4457	193	1964,7	916,17	916,17	133,91	50T10 5060	54,5	acier T10			15,95	8,70	3,15	1,00	12,62
	- Tête (passage ligne droite)		0,401	1	500000	12,4331	193	1964,86	916,09	916,09	134,02	50T10 5060	54,5	acier T10			15,96	8,70			3,49
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,16	1	500000	12,4296	193	1964,91	916,07	916,07	134,05	50T10 5060	54,5	acier T10			15,96	8,71			1,39
	<b>Raccordement</b>																				
	- Réseau de distribution	19			100000	12,4282	193	1964,93	183,21	183,21	26,81	32T10 3342	37,2	acier T10			6,85	1,60	0,98	1,00	18,72
	- Coude standard 90°		0,651	6	100000	12,4095	193	1965,17	183,19	183,19	26,85	32T10 3342	37,2	acier T10			6,86	1,61			6,28
	- Coude standard 45°		0,347	3	100000	12,4032	193	1965,25	183,18	183,18	26,86	32T10 3342	37,2	acier T10			6,86	1,61			1,67
	- Robinet soupape		5,704	1	100000	12,4016	193	1965,27	183,18	183,18	26,86	125 DH125-5°	127	Robinet.			0,59	0,01			0,07
<b>Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar :</b>																			<b>2536,43</b>		
Coefficients majoration de sécurité (assemblages mal réalisés, entartrage prévisionnel, etc.)																			1,05	123,92	
<b>Désignation</b>																			<b>Quant</b>	<b>Pdc / U</b>	
- Echangeur de chaleur																					
- batterie émettrice																			1	300m	
- vanne 3 voies																			1	250m	
- compteur d'énergie																					
- divers																					
<b>Total perte de charge du circuit hydraulique : 3,28 bar, ou en mbar :</b>																			<b>3278,42</b>		

La perte de charge dû à l'écoulement de la vapeur s'accompagne d'une expansion qui se traduit par une augmentation du débit (c'est à dire de la vitesse), une diminution de la masse volumique et une augmentation de la viscosité dynamique.

Le programme prend de en compte tous ces éléments. Cette contrainte oblige a effectuer le calcul en partant du générateur de chaleur. Les éléments du réseau sont introduits au fur à mesure de la distribution de la vapeur jusqu'au point le plus éloigné.

A chaque entrée d'un élément (canalisation ou accessoires) dans le tableau de calcul, le programme recalcule automatiquement la pression d'entrée sur la ligne suivante dans la colonne pression de service du tableau de calcul.

**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		Pression de service de l'installation		Température de vaporisation de circuit vapeur		Masse barre ThermoVapor																		
bar relatif		215,4 °C		215,4 kJ/kgK		1,132 kg/m³																		
		215,4 kJ/kgK		1,132 kg/m³		5,123 kJ/kgK																		
Calcul perte de charge pour réseau de vapeur d'eau																								
Rep#	Description Élément	Etat	Mécanisme	Energie à transférer	Pression	Température	Masse	viscosité	Chaleur	Débit	Débit de vapeur	Sélection réseaux			Viscos	Nbre	Pression	Perte de charge						
	- Clapet sécurité à battant		1	5500000	14,0104	198	7,607	2,066	1345	10180,21	10180,21	1338,23	125	DN125 -	127	Robinet.	0,01	29,34	1803535	32,75		27,48		
<b>Réseau sous-sol</b>																								
	- Réseau de distribution	320	8	5500000	13,3823	198	7,594	2,070	1345,3	10178,45	10178,45	1340,37	125T10	133 / 4	132	acier T10	0,05	27,33	1739210	28,36	3,41	1133,34		
	- Coude standard 90°		8	5500000	12,843	195	7,039	2,214	1353,5	10104,66	10104,66	1435,53	125T10	133 / 4	132	acier T10	0,05	29,27	1741063	30,16		120,50		
	- Coude standard 45°		6	5500000	12,7285	194	6,980	2,231	1361	10036,63	10036,63	1446,52	125T10	133 / 4	132	acier T10	0,05	29,50	1741232	30,36		48,53		
	- T6 (passage ligne droite)		1	5500000	12,6739	194	6,956	2,238	1361,7	10035,47	10035,47	1451,00	125T10	133 / 4	132	acier T10	0,05	29,53	1741386	30,45		10,14		
	- Réduction - d2/d1 = 0.80	0,16	1	5500000	12,6598	194	6,951	2,239	1361,8	10032,80	10032,80	1451,33	125T10	133 / 4	132	acier T10	0,05	29,61	1741405	30,46		4,87		
	- Robinet soupape		1	5500000	12,6643	194	6,943	2,240	1361,9	10032,47	10032,47	1452,33	125	DN125 -	127	Robinet.	0,01	31,85	1805861	35,24		201,02		
<b>Colonne montante Rde</b>																								
	- Réseau de distribution	4	1	1000000	12,4639	193	6,851	2,268	1364,5	1832,56	1832,56	267,51	65T10	66/76	70,3	acier T10	0,05	19,14	593235	12,55	3,30	13,20		
	- T6 (passage ligne droite)		1	1000000	12,4507	193	6,844	2,270	1364,8	1832,40	1832,40	267,74	65T10	66/76	70,3	acier T10	0,05	19,16	593305	12,56		4,77		
	- Réduction - d2/d1 = 0.80	0,16	1	1000000	12,4459	193	6,842	2,271	1364,7	1832,34	1832,34	267,82	125	DN125 -	127	Robinet.	0,01	5,87	328421	1,18		0,19		
<b>Colonne montante étage J</b>																								
	- Réseau de distribution	4	1	500000	12,4457	193	6,842	2,271	1364,7	316,17	316,17	133,31	50T10	50/60	54,5	acier T10	0,05	15,95	382656	8,70	3,15	12,62		
	- T6 (passage ligne droite)		1	500000	12,4331	193	6,835	2,273	1364,3	316,03	316,03	134,02	50T10	50/60	54,5	acier T10	0,05	15,96	382662	8,70		3,43		
	- Réduction - d2/d1 = 0.80	0,16	1	500000	12,4296	193	6,834	2,273	1364,3	316,07	316,07	134,05	50T10	50/60	54,5	acier T10	0,05	15,96	382664	8,71		1,39		
<b>Raccordement</b>																								
	- Réseau de distribution	19	1	100000	12,4282	193	6,833	2,274	1364,3	183,21	183,21	26,81	32T10	33/42	37,2	acier T10	0,05	6,85	112125	1,60	0,38	18,72		
	- Coude standard 90°		6	100000	12,4095	193	6,824	2,276	1365,2	183,19	183,19	26,85	32T10	33/42	37,2	acier T10	0,05	6,86	112127	1,61		6,28		
	- Coude standard 45°		3	100000	12,4032	193	6,821	2,277	1365,3	183,18	183,18	26,86	32T10	33/42	37,2	acier T10	0,05	6,86	112128	1,61		1,67		
	- Robinet soupape		1	100000	12,4016	193	6,820	2,277	1365,3	183,18	183,18	26,86	125	DN125 -	127	Robinet.	0,01	0,53	32844	0,01		0,07		
<b>Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar :</b>																			2595,48					
Coefficients majoration de sécurité (s'assembler mal réalisés, entartrage prévisionnel, etc.)																			1,1					
<b>Total perte de charge du circuit hydraulique : 3,28 bar, ou en mbar :</b>																					3278,42			
<b>Déclaration</b>																								
- Echangeur de chaleur																								
- batterie 5matrice																					1	118k		390,00
- vannes 2voies																					1	218k		258,00
- compteur d'énergie																								
- divers																								

Toutes les cellules de calcul en bleu violet sont programmées.

**Calcul réseau vapeur saturée avec récupération des condensats**

Cliquez sur cette image pour effectuer un affichage complet

Choix unité de pression		mbar(100Pa)																			
Pression de service de l'installation		15 bar relatif																			
Température de vaporisation du circuit vapeur		201,41 °C																			
- Enthalpie spécifique de la vapeur (chaleur totale)		2791,8 kJ/kg K																			
- Chaleur latente de vaporisation à 201,41 °C et 15 bar relatif		1933,4 kJ/kg K																			
- Masse volumique de la vapeur à 201,41 °C et 15 bar relatif		3,093 kg/m3																			
- Chaleur massique des condensats à 80 °C		4,193 kJ/kg K																			
<b>Calcul perte de charge pour réseau de vapeur d'eau</b>																					
Rep	Désignation éléments	Liéat tube	Module P4G	Energie à transférer	Pression service	Température de la vapeur	Chaleur latente	Débit vapeur	Débit de vapeur corrigé	Sélection réseaux			Vitesse réelle	Pression dynamique	Perte de charge						
		m	Valveur	U	Wk	Barrelatif	°C	°C	kJ/kg	Kg vap./h	°C	Kg vap./h	m3/h	Cade	Dnami	Dréel	Matériau	m/s	mbar	mbar/m	mbar
	<b>Centrale thermique</b>					15															
	- Réseau de distribution	55			800000	15	201	1933	1489,88	80	1179,31	145,74	50T10	5060	54,5	acier T10	17,35	12,18	4,38	1,01	242,59
	- Coude standard 90°		0,601	5	800000	14,7574	201	1935,9	1487,66	80	1179,40	147,93	50T10	5060	54,5	acier T10	17,61	12,37			37,18
	- Coude standard 45°		0,321	3	800000	14,7202	201	1936,4	1487,32	80	1179,41	148,27	50T10	5060	54,5	acier T10	17,65	12,40			11,92
	- Robinet soupape		6,918	4	800000	14,7083	201	1936,5	1487,21	80	1179,42	148,38	50	DN50 - 2"	50,8	Robinet	20,34	16,43			454,58
	- Clapet sécurité à battant		1,017	1	800000	14,2537	199	1942	1483,02	80	1179,61	152,67	50	DN50 - 2"	50,8	Robinet	20,92	16,91			17,20
	<b>Réseau sous-sol</b>																				
	- Réseau de distribution	320			800000	14,2365	199	1942,2	1482,86	80	1179,62	152,84	50T10	5060	54,5	acier T10	18,20	12,78	4,59	1,05	1547,61
	- Coude standard 90°		0,601	8	800000	12,6889	194	1961,5	1468,23	80	1180,46	169,59	50T10	5060	54,5	acier T10	20,19	14,19			68,26
	- Coude standard 45°		0,321	6	800000	12,6207	194	1962,4	1467,57	80	1180,51	170,42	50T10	5060	54,5	acier T10	20,29	14,26			27,44
	- Té (passage ligne droite)		0,401	1	800000	12,5932	194	1962,8	1467,30	80	1180,53	170,75	50T10	5060	54,5	acier T10	20,33	14,29			5,73
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,16	1	800000	12,5875	194	1962,9	1467,25	80	1180,53	170,82	50T10	5060	54,5	acier T10	20,34	14,30			2,29
	- Robinet soupape		6,918	1	800000	12,5852	194	1962,9	1467,23	80	1180,53	170,85	50	DN50 - 2"	50,8	Robinet	20,41	18,94			130,97
	<b>Raccordement</b>																				
	- Réseau de distribution	19			800000	12,4543	193	1964,6	1465,96	80	1180,62	172,46	50T10	5060	54,5	acier T10	20,54	14,43	5,18	1,00	98,82
	- Coude standard 90°		0,601	6	800000	12,3554	193	1965,9	1464,99	80	1180,69	173,70	50T10	5060	54,5	acier T10	20,68	14,54			52,44
	- Coude standard 45°		0,321	3	800000	12,303	193	1966,6	1464,48	80	1180,72	174,36	50T10	5060	54,5	acier T10	20,76	14,59			14,04
	- Robinet soupape		6,912	1	800000	12,289	193	1966,7	1464,35	80	1180,73	174,54	50T10	5060	54,5	acier T10	20,78	14,61			99,54
<b>Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar :</b>																				<b>2810,57</b>	
Coefficients majoration de sécurité (assemblages mal réalisés, entartrage prévisionnel, etc.)																				<b>140,53</b>	
																		<b>Désignation</b>	<b>Quant</b>	<b>Pdc/U</b>	
																		- Echangeur de chaleur			
																		- batterie émettrice	1	300m	300,00
																		- vanne 3 voies	1	250m	250,00
																		- compteur d'énergie			
																		- divers			
<b>Total perte de charge du circuit hydraulique : 3,5 bar, ou en mbar :</b>																				<b>3501,1</b>	

## Calcul réseau vapeur surchauffée

Pour les réseaux de grande longueur la vapeur surchauffée réduit ou évite la présence de condensats qui ne peuvent se former que si la vapeur est saturée.

Dans cet exemple le calcul est effectué avec de la vapeur surchauffée : 15 bar effectif et 250°C à son point d'origine.

En prenant comme hypothèse une chute de température de 0,1°C/m, il est aisé d'intégrer ces éléments dans la feuille de travail.

Cliquez sur cette image pour effectuer un affichage complet



Les types de canalisations intégrées dans le programme ThermoVapor 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.

## **Surchauffeur vapeur**

Module de calcul complémentaire concernant le calcul de la puissance thermique d'un surchauffeur à vapeur en fonction de débit de vapeur.

### Calcul thermique surchauffeur X

Unité de pression..... Bar (100000 Pa)

- Débit de vapeur ..... 1000 **Kg/h**

- Pression relative en amont de la vanne (\*) ..... 2 **Bar**

- Température vapeur surchauffée < 350 °C 300 °C

- Pression relative sortie surchauffeur 6 **Bar**

Caractéristiques de la vapeur	Saturée	Surchauffée
- Température de vaporisation	133,69 °C	300,00 °C
- Masse volumique vapeur .....	1,658 kg/m <sup>3</sup>	3,674 kg/m <sup>3</sup>
- Enthalpie spécifique vapeur ...	2 724,86 Kj/kg	3 059,74 Kj/kg
- Chaleur latente vaporisation	2 162,78 Kj/kg	1 702,30 Kj/kg
- Chaleur spécifique vapeur	2,20 kJ/kg-K	2,10 kJ/kg-K

- Puissance thermique du surchauffeur 96,86 kW

Prévoir une surpuissance selon la qualité de la vapeur saturée à son origine.  
On peut considérer que la vapeur à son origine peut être partiellement à l'état de condensation

(\*) Pression lue sur les manomètres ordinaires  
(Pression absolue - 1,013 bar)  
Attention aux décimales.  
Virgule en Français et point en Anglais (voir configuration windows en paramètres régionaux)

Valider
Ok

©2001 Jean Yves MESSE.