



# **Présentation du programme ThermoVapor**

**Dimensionnement réseaux de distribution de  
vapeur**

Jean Yves MESSE - THERMEXCEL

50, rue d'Erevan (Bât. 35 le Capricorne)

92130 ISSY LES MOULINEAUX – FRANCE

## 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, à 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

Choix unité de pression		mbar (100 Pa)	
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)		2791,0	kJ /kg K
- Chaleur latente de vaporisation à 201,41 °C et 15 bar relatif		1933,0	kJ /kg K
- Masse volumique de la vapeur à 201,41 °C et 15 bar relatif		5,052	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	Lien(s) tube	Module F40		Energie à transférer	Pression service	Température de la vapeur		Chaleur latente	Débit vapeur	Débit de vapeur corrigé		Sélection réseaux				Vitesse réelle	Pression dynami	Perte de charge		
			K Fixe	K			Nbre	Bar relatif			°C	°C	kJ/kg	kg vap./h	°C	kg vap./h			m3/h	Orde	Dynami
	- Réseau de distribution	320			5500000	13,9829	193	1945,23	10178,45	10178,45	1340,37	125110	139 f4	131,7	acier T10	27,33	28,36	3,41	1,04	1133,94	
	- Coude standard 90°		0,499	8	5500000	12,849	193	1959,49	10104,66	10104,66	1435,53	125110	139 f4	131,7	acier T10	23,27	30,16			120,50	
	- Coude standard 45°		0,266	6	5500000	12,7285	194	1961,04	10096,63	10096,63	1446,52	125110	139 f4	131,7	acier T10	23,50	30,36			48,53	
	- Té (passage ligne droite)		0,323	1	5500000	12,6799	194	1961,66	10093,47	10093,47	1451,00	125110	139 f4	131,7	acier T10	23,53	30,45			10,14	
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,16	1	5500000	12,6698	194	1961,8	10092,80	10092,80	1451,93	125110	139 f4	131,7	acier T10	23,61	30,46			4,87	
	- Robinet soupape		5,704	1	5500000	12,6649	194	1961,86	10092,47	10092,47	1452,39	125	DN125 - 5"	127	Pat.inst.	31,85	35,24			201,02	
	<b>Colonne montante Fde</b>	4			1000000	12,4639	193	1964,46	916,56	916,56	267,51	65T10	66776	70,3	acier T10	19,14	12,55	3,30	1,00	13,20	
	- Réseau de distribution		0,38	1	1000000	12,4507	193	1964,63	916,40	916,40	267,74	65T10	66776	70,3	acier T10	19,16	12,56			4,77	
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,16	1	1000000	12,4459	193	1964,7	916,34	916,34	267,82	125	DN125 - 5"	127	Pat.inst.	5,87	1,18			0,19	
	<b>Colonne montante étage 1</b>	4			500000	12,4457	193	1964,7	916,17	916,17	133,91	50T10	50660	54,5	acier T10	15,95	8,70	3,15	1,00	12,62	
	- Réseau de distribution		0,401	1	500000	12,4331	193	1964,86	916,09	916,09	134,02	50T10	50660	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	50660	54,5	acier T10	15,96	8,71			1,39	
	<b>Raccordement</b>	19			100000	12,4282	193	1964,93	916,21	916,21	26,81	32T10	33742	37,2	acier T10	6,85	1,60	0,98	1,00	18,72	
	- Réseau de distribution		0,451	6	100000	12,4095	193	1965,17	913,19	913,19	26,85	32T10	33742	37,2	acier T10	6,86	1,61			6,28	
	- Coude standard 90°		0,347	3	100000	12,4032	193	1965,25	913,18	913,18	26,86	32T10	33742	37,2	acier T10	6,86	1,61			1,67	
	- Robinet soupape		5,704	1	100000	12,4016	193	1965,27	913,18	913,18	26,86	125	DN125 - 5"	127	Pat.inst.	0,53	0,01			0,07	
<b>Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar :</b>																			2538,43		
Coefficients majoration de sécurité (assemblages mal réalisés, entartrage prévisionnel, etc.)																			1,04	129,38	
<b>Désignation</b>																			Quant	Pdc / Lt	
- Echangeur de chaleur																					
- batterie émettrice																			1	300m3	300,00
- vanne 3 voies																			1	250m3	250,00
- compteur d'énergie																					
- divers																					
<b>Total perte de charge du circuit hydraulique : 3,28 bar, ou en mbar :</b>																			3278,42		

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.



Choix unité de pression		mbar(100 Pa)	
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)		2791,3 kJ/kg K	
- Chaleur latente de vaporisation à 201,41 °C et 15 bar relatif		1933,0 kJ/kg K	
- Masse volumique de la vapeur à 201,41 °C et 15 bar relatif		3,092 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	Linéar tub.	Module P40 KFin/K	Nbre	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	Valueur	U	Wh	Barrelatif	°C	°C	kWh	Kvap/h	Cond	masse	volumiq	Gde	Dnami	Drtal	Matériau	m/s	mbar	mbar/m	Totale
	<b>Centrale thermique</b>					15															
	- Réseau de distribution	55			800000		201	1933	1439,88	80	1179,31	145,74	50T10 50/60	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	1437,66	80	1179,40	147,93	50T10 50/60	54,5	acier T10	17,61	12,37			37,18	
	- Coude standard 45°		0,321	3	800000	14,7202	201	1936,4	1437,32	80	1179,41	148,27	50T10 50/60	54,5	acier T10	17,65	12,40			11,92	
	- Robinet soupape		6,915	4	800000	14,7083	201	1936,5	1437,21	80	1179,42	148,38	50 DN50 - 2"	50,8	Patinox	20,34	16,43			454,56	
	- Clapet sécurité à battant		1,017	1	800000	14,2537	199	1942	1483,02	80	1179,61	152,67	50 DN50 - 2"	50,8	Patinox	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 50/60	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 50/60	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 50/60	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 50/60	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 50/60	54,5	acier T10	20,34	14,30			2,29	
	- Robinet soupape		6,915	1	800000	12,5852	194	1962,9	1467,23	80	1180,53	170,85	50 DN50 - 2"	50,8	Patinox	23,41	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 50/60	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	1180,59	173,70	50T10 50/60	54,5	acier T10	20,68	14,54			52,44	
	- Coude standard 45°		0,321	3	800000	12,303	193	1965,6	1464,48	80	1180,72	174,36	50T10 50/60	54,5	acier T10	20,76	14,59			14,04	
	- Robinet soupape		6,913	1	800000	12,289	193	1966,7	1464,35	80	1180,73	174,54	50T10 50/60	54,5	acier T10	20,78	14,51			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)

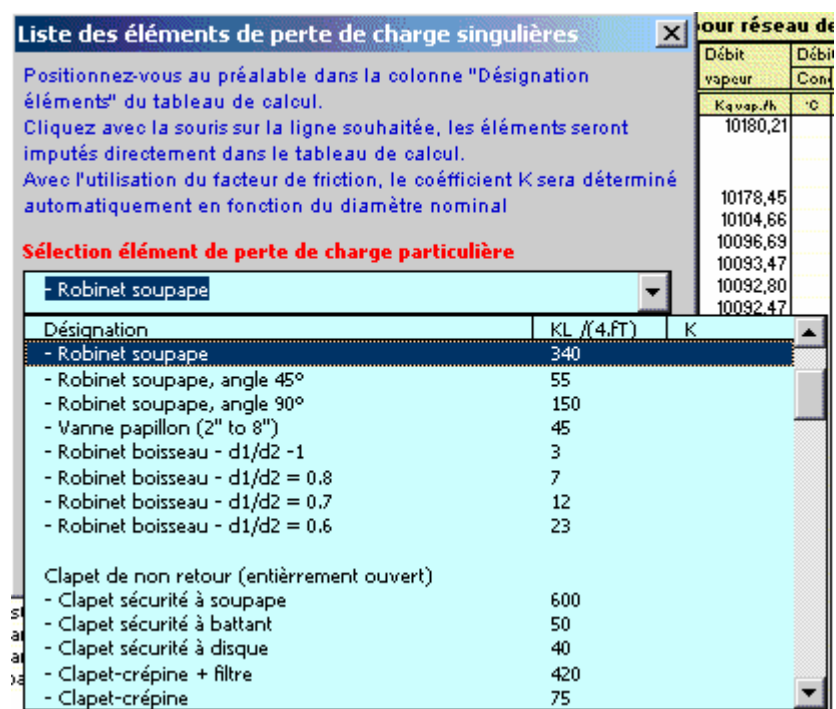
Valider
Ok

©2001 Jean Yves MESSE.

## 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.



Le programme ThermoVapor dispose 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](#)

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

Paramètre	Valeur	Unité
Unités de pression	Bar (100000 Pa)	
Perte de charge relevée	0,1	Bar
Débit de vapeur	1400	kg/h
Pression relative réseau vapeur (*) - < 165 bar	15	Bar
Température vapeur surchauffée - < 350 °C	220	°C
Diamètre nominal	Robinet	DN100 - 4"
- Température de vaporisation	201,41	°C
- Masse volumique vapeur	7,642	kg/m <sup>3</sup>
- Enthalpie spécifique vapeur	2 843,03	Kj/kg
- Chaleur latente de vaporisation	1 984,32	Kj/kg
- Chaleur massique vapeur	2,663	Kj/kg-k
- Débit volumique vapeur	183,20	m <sup>3</sup> /h
- Diamètre intérieur de l'élément	101,60	mm
- Vitesse de circulation	6,277	m/s
Module équivalent de la perte de charge	66,43	

(\*) 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)

©2001 Jean Yves MESSE.

Buttons: Valider, OK

## Programme ThermoVapor (Régulation)

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

### Détermination du Kv

La valeur du coefficient Kv peut être calculé en fonction des valeurs données "puissance thermique, pression de vapeur en amont et en aval".

Le programme peut également effectué le calcul avec de la vapeur surchauffée ou modifier le calcul le cas échéant dans une installation en récupération de condensats.

**Calcul vanne de régulation pour la vapeur saturée ou surcha...**

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

- Pression relative en amont de la vanne (\*) ..... 8 Bar

- Température vapeur surchauffée (facultatif) - < 350 °C

- Pression relative en aval de la vanne (\*) ..... 3 Bar

- Température récupération condensats (facultatif)

**Caractéristiques de la vapeur**

	Amont	Aval
- Température de vaporisation	175,42 °C	143,74 °C
- Masse volumique vapeur .....	4,662 kg/m3	2,170 kg/m3
- Enthalpie spécifique vapeur...	2 772,19 KJ/kg	2 737,78 KJ/kg
- Chaleur latente vaporisation	2 029,28 KJ/kg	2 132,59 KJ/kg
- Température de surchauffe	2,27 kJ/kg-K	157,26 °C

**Coéfficient débit Kv**    **Détermination Kv**

Kv calculé en fonction du débit et de la chute de pression.

Puissance thermique à faire transiter..... 1000 kw/h

Valeurs résultantes

Débit massique vapeur ..... 1 688,09 Kg/h

Débit volumique en sortie de vanne..... 777,90 m3/h

Coéfficient Kv..... 16,723 m3/h

(\*) 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)

Aide    **Valider**    **Ok**    ©2001 Jean Yves MESSE.

### Coéfficient de débit Kv pour une vanne

La puissance thermique peut être évaluée au travers d'une vanne en fonction du coefficient Kv, de la pression de vapeur en amont et en aval.

Le programme peut également effectué le calcul avec de la vapeur surchauffée ou modifier le calcul le cas échéant dans une installation en récupération de condensats.

**Calcul vanne de régulation pour la vapeur saturée ou surcha...**

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

- Pression relative en amont de la vanne (\*) ..... 8 Bar

- Température vapeur surchauffée (facultatif) - < 350 °C

- Pression relative en aval de la vanne (\*) ..... 3 Bar

- Température récupération condensats (facultatif)

**Caractéristiques de la vapeur**

	Amont	Aval
- Température de vaporisation	175,42 °C	143,74 °C
- Masse volumique vapeur .....	4,662 kg/m3	2,170 kg/m3
- Enthalpie spécifique vapeur...	2 772,19 Kj/kg	2 737,78 Kj/kg
- Chaleur latente vaporisation	2 029,28 Kj/kg	2 132,59 Kj/kg
- Température de surchauffe	2,27 kJ/kg-K	157,26 °C

**Coefficient débit Kv** Détermination Kv

Calcul du débit de vapeur en fonction de la chute de pression et du coefficient Kv

Coefficient Kv..... 16,723 Kv

Valeurs résultantes

Débit massique vapeur ..... 1 688,11 kg/h

Débit volumique en sortie de vanne..... 777,92 m3/h

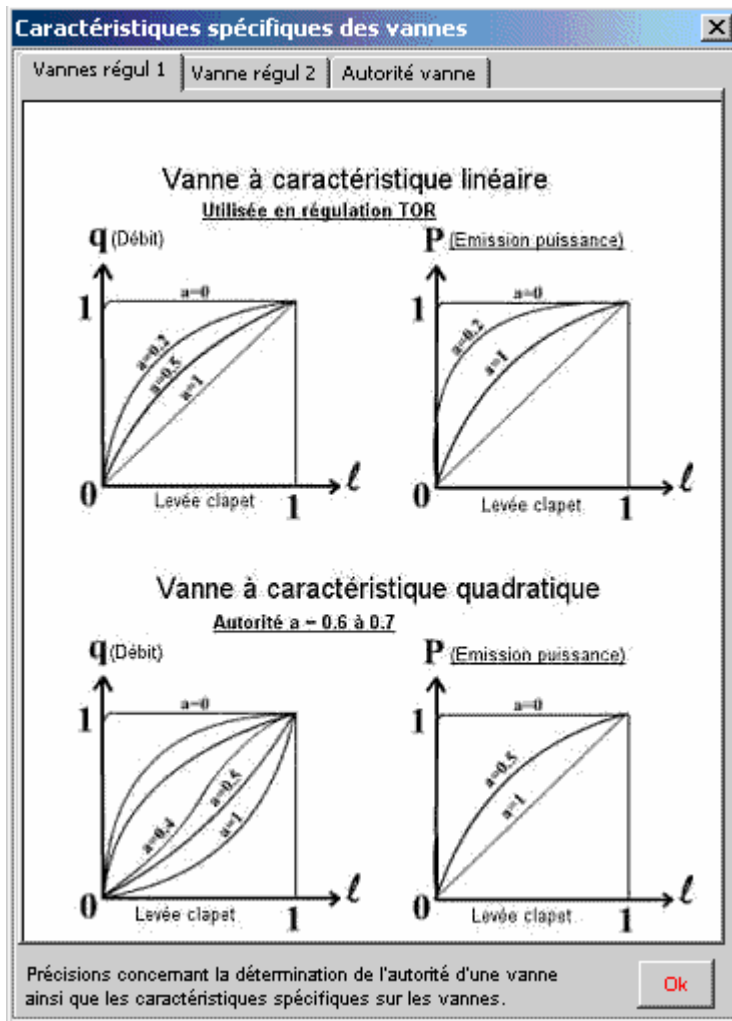
Puissance thermique équivalente ..... 1 000,01 kW/h

Aide (\*) 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.

## Boîte d'information sur les vannes.



## Programme ThermoVapor (Fonctions)

Lexique employé pour la vapeur (voir Thématique : Distribution de vapeur)

### Caractéristiques physiques de l'eau et de la vapeur

Le module de calcul intégré permet d'établir toutes les caractéristiques physiques de l'eau, de la vapeur et de la vapeur surchauffée.

#### Vapeur à l'état saturé (1)

Caractéristiques physiques de l'eau et de la vapeur	
Unité de pression	Bar (100000 Pa)
- Pression relative réseau vapeur (P*) - < 165 bar	7 Bar
- Température vapeur γ/s surchauffée - < 350 °C	
- Pression absolue de vaporisation	8,013 Bar
- Température de vaporisation selon P	170,48 °C
<b>Caractéristiques à l'état 170,48°C</b>	
- Volumique spécifique vapeur.....	0,240 m3/kg
- Masse volumique vapeur.....	4,169 kg/m3
- Enthalpie spécifique vapeur.....	2 767,53 Kj/kg
- Chaleur latente vaporisation.....	2 046,29 Kj/kg
- Chaleur sensible vapeur d'eau.....	721,24 Kj/kg
- Chaleur massique vapeur.....	2,496 Kj/kg-k
- Viscosité dynamique vapeur.....	0,0000147 Pa-s
- Viscosité cinématique vapeur.....	3,535 Cst
<b>Caractéristiques à l'état 170,48°C</b>	
- Masse volumique de l'eau.....	896,806 kg/m3
- Chaleur massique de l'eau.....	4,372 kJ/kg
- Conductivité thermique de l'eau.....	0,034 W/K-m
(P*) 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)	
<input type="button" value="Valider"/> <input type="button" value="OK"/>	
©2001 Jean Yves MESSE.	

#### Vapeur à l'état surchauffé (2)

Caractéristiques physiques de l'eau et de la vapeur	
Unité de pression	Bar (100000 Pa)
- Pression relative réseau vapeur (P*) - < 165 bar	7 Bar
- Température vapeur γ/s surchauffée - < 350 °C	320 °C (Pression 112,9bar)
- Pression absolue de vaporisation	8,013 Bar
- Température de vaporisation selon P	170,48 °C
<b>Caractéristiques à l'état 320°C</b>	
- Volumique spécifique vapeur.....	0,336 m3/kg
- Masse volumique vapeur.....	2,979 kg/m3
- Enthalpie spécifique vapeur.....	3 099,37 Kj/kg
- Chaleur latente vaporisation.....	2 378,13 Kj/kg
- Chaleur sensible vapeur d'eau.....	1 507,01 Kj/kg
- Chaleur massique vapeur.....	2,103 Kj/kg-k
- Viscosité dynamique vapeur.....	0,0000211 Pa-s
- Viscosité cinématique vapeur.....	4,975 Cst
<b>Caractéristiques à l'état 170,48°C</b>	
- Masse volumique de l'eau.....	896,806 kg/m3
- Chaleur massique de l'eau.....	4,372 kJ/kg
- Conductivité thermique de l'eau.....	0,032 W/K-m
(P*) 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)	
<input type="button" value="Valider"/> <input type="button" value="OK"/>	
©2001 Jean Yves MESSE.	

Le calcul des caractéristiques physiques de la vapeur saturée (1) peut se faire soit à partir de la pression relative ou inversement en fonction de la température de la vapeur ou des deux paramètres dans le cas d'utilisation de la vapeur surchauffée (2)

### Fonctions de calcul écrites en VBA

Il y a un grand nombre de fonctions intégrées disponibles immédiatement dans Excel. Les fonctions personnalisées écrites en VBA pour le programme ThermoVapeur peuvent être utilisées comme les fonctions intégrées d'Excel à condition d'avoir au préalable installé le programme ThermoVapor dans Excel.

Les fonctions ci-dessous sont utilisées dans le classeur et peuvent être réutilisées sur d'autres feuilles de calcul.

### **Formules de calcul de perte de charge sur les réseaux.**

Le calcul des pertes de charges est établi en fonction des éléments indiqués sur le site Web

#### **Calcul débit d'eau**

- P\_therm = Puissance thermique (Watts)
  - Delta\_T = Ecart de température entre l'aller et le retour (°K)
  - Mas\_V = masse volumique (kg/m<sup>3</sup>)
  - CM = Chaleur massique : in kJ/(kg K)
- Fonction = Debit(P\_therm, Delta\_T, CM, Mas\_V)

#### **Calcul du nombre de Reynolds en fonction de la viscosité dynamique du fluide**

- Visc\_dyn = Viscosité dynamique, valeur E-6 . kg/(m s)
  - Vit = Vitesse (en m/s)
  - Mas\_V = masse volumique (en kg/m<sup>3</sup>)
  - Dia (Diamètre intérieur canalisation) (en mm)
- Fonction = Reynolds(Mas\_Vol, Vit, Dia, Visc)

#### **Calcul du nombre de Reynolds en fonction de la viscosité cinématique**

- Vit = Vitesse (en m/s)
  - Visc = Viscosité en centistoke
  - Dia = Diamètre intérieur canalisation en mm
- Fonction = Reynolds1(Vit, Visc, Dia)

#### **Calcul du facteur de friction selon l'équation de Colebrook (Méthode itérative)**

- Rugosité (en mm)
  - DI = Diamètre canalisation (en mm)
  - Re = Reynolds
- Fonction = Friction1(Rugo, Re, DI)

#### **Vitesse d'eau en m/s**

- Deb = Débit vapeur volumique m<sup>3</sup>/h
  - Dia = Diamètre (mm)
- Fonction = Vites(Deb, Dia)

#### **Calcul de la Pression dynamique**

- Dens = masse volumique en kg/m<sup>3</sup>
  - Vit = Vitesse (en m/s)
- Fonction = Pdyn(Dens, Vit)

#### **Perte de la charge linéaire**

- Friction (Coefficient de perte de charge)
  - Densité (masse volumique) (en kg/m<sup>3</sup>)
  - Diam\_canal (Diamètre intérieur canalisation) (en mm)
  - Vitesse (en m/s)
- Fonction = Pdc(Friction, Diam\_tube, Densité, Vitesse, Nature)

#### **Correction d'expansion**

- PdcTot = Total perte de charge linéaire

- Pres = Pression relative à l'origine du tronçon  
Fonction = Function Expan(PdcTot, Pres)

### **Calcul du module de perte de charge ([Coefficients K dépendant du diamètre utilisé](#))**

- Ke = Module de perte de charge  
- Indice = Facteur du module de perte de charge  
- Dia = Diamètre canalisation (en mm)  
Fonction = Module(Ke, Dia, Indice)

### **Fonctions pour les calculs des propriétés de l'eau et de la vapeur**

Toutes les propriétés de l'eau et de la vapeur sont formulées en fonction des éléments de l'IAPWS

Les tables de vapeur saturées placées sur le site ThermExcel ont été établies à partir de ces fonctions de calcul.

**Voir Thématique :** [Tables de vapeur](#)

### **Viscosité cinématique**

- T = Température (en °C)  
- Mas\_V = masse volumique (en kg/m<sup>3</sup>)  
- Visc\_dyn = Viscosité dynamique, valeur E-6 . kg/(m s)  
Fonction = Visc\_cine(T, Mas\_V)

### **Viscosité dynamique de l'eau, valeur E-6 . kg/(m s)**

Plage de validité : Jusqu'à 500 °C et 600 bar  
- T = Température (en °C)  
- V = Volume en m<sup>3</sup>/kg  
Fonction = Visc\_dyn(T As Single, V As Single) As Double

### **Masse volumique de la vapeur saturée en kg/m<sup>3</sup>**

Plage de validité : Jusqu'à 300 bar  
- P = Pression relative en Bar  
Fonction = MassVol(P)

### **Masse volumique de la vapeur surchauffée en kg/m<sup>3</sup>**

Plage de validité : Jusqu'à 350 °C et 300 bar  
- T = Température (en °C)  
- P = Pression relative en Bar  
Fonction = Mass\_vol(T, P)

### **Chaleur latente de la vapeur saturée en kJ /kg K**

Plage de validité : Jusqu'à 300 bar  
- P = Pression relative en Bar  
Fonction = Chlatente(P)

### **Chaleur latente de la vapeur surchauffée en kJ /kg K**

Plage de validité : Jusqu'à 350 °C et 300 bar  
- T = Température (en °C)  
- P = Pression relative de la vapeur en Bar  
Fonction = Chlatent(T, P)

### **Enthalpie spécifique de la vapeur saturée (chaleur totale) en kJ /kg K**

Plage de validité : Jusqu'à 300 bar  
- T = Température (en °C)

- P = Pression relative en Bar  
Fonction = Enthalp(P)

### **Enthalpie spécifique de la vapeur surchauffée (chaleur totale) en kJ /kg K**

Plage de validité : Jusqu'à 350 °C et 300 bar  
- T = Température (en °C)  
- P = Pression relative en Bar  
Fonction = Enthal(T, P)

### **Enthalpie de l'eau bouillante en kJ /kg K**

Plage de validité : Jusqu'à 300 bar  
- P = Pression relative en Bar  
Fonction = ChH2O(P)

### **Enthalpie de l'eau surchauffée en kJ /kg K**

Plage de validité : Jusqu'à 350 °C et 300 bar  
- T = Température (en °C)  
- P = Pression relative Bar  
Fonction = ChH2O1(T, P)

### **Chaleur massique de la vapeur kJ /kg K**

Plage de validité : Jusqu'à 300 bar  
- P = Pression relative en Bar  
Fonction = ChMas(P)

### **Pression de vaporisation en bar absolu**

Plage de validité : Jusqu'à 350 °C  
- T = Température (en °C)  
Fonction = Pression(T)

### **Température de vaporisation**

Plage de validité : Jusqu'à 300 bar  
- P = Pression relative en Bar  
Fonction = TempVap(P)

## **Fonctions diverses**

### **Calcul du diaphragme (en mm) selon Norme NFX 10-101**

- Diam\_int = Diamètre intérieur du tube, mm  
- Débit = Débit d'eau, l/h  
- Pdc = Perte de charge à créer, Bar  
- Temp = Température fluide, °C  
Fonction = D\_diaphr(Diam\_int, Débit, Pdc, Temp, P)

### **Calcul débit vanne vapeur en fonction du Kv**

- Qm = Débit poids vapeur, kg/h  
- P1 = Pression relative de la vapeur en amont, Bar  
- P2 = Pression relative de la vapeur en aval, Bar  
- Temp = Température vapeur surchauffée, °C  
Fonction = Débit\_Kv(Kv, P1, P2, Temp)

### **Calcul Kv vanne pour la vapeur**

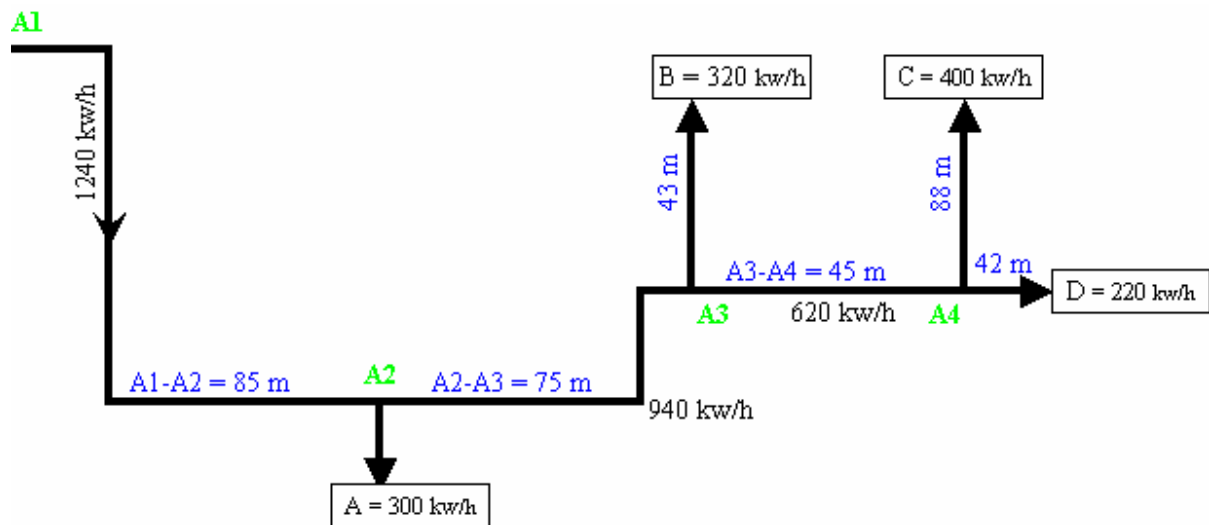
- Qm = Débit poids vapeur, kg/h  
- P1 = Pression relative de la vapeur en amont, Bar  
- P2 = Pression relative de la vapeur en aval, Bar  
- Temp = Température vapeur surchauffée, °C  
Fonction = Module\_Kv(Qm, P1, P2, Temp)

### **Conversion pdc en modules**

- Vitesse = Vitesse réelle de circulation, m/s  
- Temp = température de l'eau, °C

- Pdc = Perte de charge à créer, Pa  
- P = Pression relative de la vapeur en Bar  
Fonction = Module\_Pdc1(Pdc, Vitesse, Temp, P)

## Exemple de calcul d'un réseau de vapeur sèche



Le calcul s'effectue en fonction du circuit le plus défavorable en considérant que la perte de charge soit relativement homogène sur l'ensemble du réseau de distribution.

Dans le cas présent 2 possibilités existent

- 1° - Réseau principal de A1 + A2 + A3 + A4 + D
- 2° - Réseau principal de A1 + A2 + A3 + A4 + C

Nous prendrons le cas N°2 qui semble être le plus défavorable.

L'installation assure la distribution de vapeur sous une pression de 12 bar relatif à son point d'origine.

Les puissances thermiques indiquées sur le schéma ci-dessus sont des puissances utiles.

Le **programme [ThermoVapor](#)** placé sur ce site permet d'effectuer ce calcul de perte de charge en prenant en compte les éléments suivants.

Il calcule automatiquement en fonction de la pression de service de l'installation :

- L'enthalpie spécifique de la vapeur
- La chaleur latente de vaporisation
- La masse volumique de la vapeur.
- La chaleur massique de la vapeur.

Le programme détermine automatiquement le débit de vapeur en fonction de :

- La puissance thermique horaire.

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

Choix unités de pression		Calcul PERTE DE CHARGE RESEAU VAPEUR	
Pression de service de l'installation	12	Bar relatif	
Température de vaporisation du circuit vapeur	191,65	°C	
- Enthalpie spécifique de la vapeur (chaleur totale)	2785,3	kJ/kg	
- Chaleur latente de vaporisation à 191,65 °C et 12 bar relatif	1970,6	kJ/kg	
- Masse volumique de vapeur à 191,65 °C et 12 bar relatif	6,623	kg/m <sup>3</sup>	
- Chaleur massique des condensats à 191,65 °C et 12 bar relatif	4,457	kJ/kg	

Repère	Description élément	Lin m	Module P4C Kf/K	P4C Nb	Puissance thermique W/h	Pression réseau Bar relatif	Températ de la vapeur °C	Chaleur latente kJ/kg	Débit vapeur kg vap./h	Débit vapeur corrigé m <sup>3</sup> /h	Sélection réseaux				Viscosité mPa.s	Pression dynamique mbar	Perte de charge			
											Codo	D nom	D réel	Nature			linéaire mbar/m	Totale mbar		
A1-A2	- Réseau de distribution	35			1240000	12	191,7	1970,56	2265,35	2265,35	342,02	5173	66776	68,8	acier T1	25,56	21,63	6,14	1,02	533,20
	- Robinet trapèze		6,6	1	1240000	11,4668	189,7	1977,72	2257,15	2257,15	354,76	5173	DM65	63,5	Robin	31,12	30,80	7,03	1,00	203,24
	- Clapet sécurité à trapèze		11,4	1	1240000	11,26356	189	1980,49	2253,99	2253,99	359,89	5173	66776	68,8	acier T1	26,89	22,64	6,43	1,00	259,26
	- Coudé standard 90°		0,57	2	1240000	11,00431	188	1984,07	2249,92	2249,92	366,68	5173	66776	68,8	acier T1	27,40	23,03	6,54	1,00	26,37
	- T6 (parraço ligne droite)		0,38	1	1240000	10,97794	187,9	1984,44	2249,51	2249,51	367,38	5173	66776	68,8	acier T1	27,45	23,07	6,55	1,00	8,80
	- Réduction - 42/41 - 0.80	0,13	0,13	1	1240000	10,96914	187,9	1984,56	2249,37	2249,37	367,62	5173	66776	68,8	acier T1	27,47	23,08	6,56	1,00	3,00
A2-A3	- Réseau de distribution	75			940000	10,96613	187,9	1984,6	1705,13	1705,13	278,74	5173	66776	68,8	acier T1	20,83	13,27	3,80	1,01	288,29
	- Coudé standard 90°		0,57	2	940000	10,67785	186,8	1988,64	1701,67	1701,67	284,75	5173	66776	68,8	acier T1	21,28	13,53	3,87	1,00	15,49
	- T6 (parraço ligne droite)		0,38	1	940000	10,66236	186,7	1988,85	1701,48	1701,48	285,08	5173	66776	68,8	acier T1	21,30	13,54	3,88	1,00	5,17
A3-A4	- Réseau de distribution	45			620000	10,65719	186,7	1988,93	1122,21	1122,21	188,10	5173	50660	53	acier T1	23,68	16,73	6,61	1,01	301,14
	- T6 (dérivation)		1,21	1	620000	10,35605	185,5	1993,21	1119,80	1119,80	192,46	5173	50660	53	acier T1	24,23	17,08	6,74	1,00	20,66
A4-C	- Réseau de distribution	88			400000	10,33539	185,5	1993,51	722,34	722,34	124,36	5173	50660	53	acier T1	15,66	7,12	2,85	1,01	253,89
	- Robinet trapèze		6,91	1	400000	10,08151	184,4	1997,17	721,02	721,02	126,85	5173	DN50	50,8	Robin	17,39	8,59	2,73	1,00	59,39
<b>Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar :</b>																			<b>1977,85</b>	
Coefficients majoration de sécurité (assemblage mal réalisé, entartrage prévisionnel, etc.)																				
<b>Dérogations</b>																				
- Exigence de classe																				
- Colliers faillites																				
- usure soudure																				
- usure d'énergie																				
- durée																				
<b>Total perte de charge du circuit hydraulique : 1,98 bar, ou en mbar :</b>																			<b>1977,85</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 en compte tous ces éléments. Cette contrainte oblige à effectuer le calcul en partant de la production de vapeur. 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.

Les éléments suivants sont automatiquement réajustés, à savoir :

- L'enthalpie spécifique de la vapeur
- La chaleur latente de vaporisation
- La masse volumique de la vapeur.
- La chaleur massique de la vapeur.
- La viscosité dynamique de la vapeur.
- Le nombre de Reynolds.

Dans le cas présent on aura sur le réseau de distribution :

- Point A1 = Pression : 12 bar - Chaleur latente de vaporisation 1970,56 kJ/kg - Débit de vapeur : 2265 kg/h
- Point A2 = Pression : 10,96 bar - Chaleur latente de vaporisation 1984,6 kJ/kg - Débit de vapeur : 1705,13 kg/h
- Point A3 = Pression : 10,66 bar - Chaleur latente de vaporisation 1988,93 kJ/kg - Débit de vapeur : 1122,21 kg/h
- Point A4 = Pression : 10,34 bar - Chaleur latente de vaporisation 1993,51 kJ/kg - Débit de vapeur : 722,34 kg/h
- Point C = Pression : 10,02 bar - Chaleur latente de vaporisation 1997,07 kJ/kg - Débit de vapeur : 721 kg/h

**Exemple de calcul d'un réseau de vapeur saturée ou vapeur humide**

Il existe généralement une perte thermique sur les réseaux de distribution de vapeur entraînant une chute de température sur la vapeur de distribution.

Dans cet exemple le calcul est effectué avec de la vapeur saturée : 12 bar effectif à son point d'origine.

Choix unités de pression		Mbr. MPa		CALCUL PERTE DE CHARGE RESEAU VAPEUR									
Pression de service de l'installation		12 bar relatif		D:\Excel\thermique\Addin\Enq\fr - Fichier azrair\va pour fr.xls									
Température de vaporisation du circuit		191,65 °C		Menu vapeur									
- Enthalpie spécifique de la vapeur (chaleur totale)		2715,4 kJ/kgK											
- Chaleur latente de vaporisation à 191,65 °C et 12 bar		1970,56 kJ/kgK											
- Masse volumique de la vapeur à 191,65 °C et 12 bar		4,623 kg/m3											
- Chaleur massique des condensats à 191,65 °C et 12 bar		4,457 kJ/kgK											

Calcul perte de charge pour réseau de vapeur d'eau																		
Ref	Désignation élément	Longueur	Puissance thermique	Pression réseau	Température de la vapeur	Chaleur latente	Débit vapeur	Débit de vapeur corrigé	Sélection réseaux			Viscosité	Pression dynamique	Perte de charge				
		m	kWh	Bar relatif	°C	°C	kJ/kg	kg/h	Code	Press	Defr	Mat	mbr	mbar	mbar/m	mbar		
A1	- Réseau de distribution	85	1240000	12	12	191,7	1970,56	2265,35	342,02	55T3	55/75	58,0	55T3	25,56	21,63	6,14	1,00	533,20
	- Rabinetrapape		1240000			189,7	1977,72	2257,15	354,76	55	DH55 - 2.5"	53,0	Rabul.	31,12	30,80	7,03	1,00	203,24
	- Clapet sécurité à vapeur		1240000			189	1980,49	2253,99	359,89	55T3	55/75	58,0	55T3	26,89	22,64	6,43	1,00	259,26
	- Coudo standard 90°		1240000			188	1984,07	2249,92	366,68	55T3	55/75	58,0	55T3	27,40	23,03	6,54	1,00	26,37
	- T6 (parazage ligne droite)		1240000			187,9	1984,44	2249,51	367,38	55T3	55/75	58,0	55T3	27,45	23,07	6,55	1,00	8,80
	- Réduction - d2/d1 - 0.80		1240000			187,9	1984,56	2249,37	367,62	55T3	55/75	58,0	55T3	27,47	23,08	6,56	1,00	3,00
A2	- Réseau de distribution	75	940000	10,96613	171	171	2012,06	1681,86	259,93	55T3	55/75	58,0	55T3	19,42	12,20	3,49	1,00	264,62
	- Coudo standard 90°		940000			171	2014,4	1679,90	266,24	55T3	55/75	58,0	55T3	19,89	12,48	3,57	1,00	14,29
	- T6 (parazage ligne droite)		940000			171	2014,53	1679,80	266,59	55T3	55/75	58,0	55T3	19,92	12,50	3,57	1,00	4,77
A3	- Réseau de distribution	45	620000	10,68245	152	152	2040,46	1093,87	161,62	55T3	58/68	53	55T3	20,35	14,01	5,52	1,00	251,10
	- T6 (dérivation)		620000			152	2043,25	1092,38	165,53	55T3	58/68	53	55T3	20,84	14,33	5,65	1,00	17,33
A4	- Réseau de distribution	88	400000	10,41402	141	141	2055,74	700,48	101,44	55T3	58/68	53	55T3	12,77	5,63	2,25	1,00	199,49
	- Rabinetrapape		400000			141	2058,27	699,62	103,46	58	DH58 - 2"	58,0	Rabul.	14,18	6,80	2,13	1,00	47,00
<b>Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar :</b>																<b>1832,48</b>		
Coefficient majoration de sécurité (assemblage mal réalisé, entartrage prévisionnel, etc.)																		
<b>Désignation</b>														<b>Quant</b>	<b>P de FU</b>			
- Echangeur de chaleur																		
- batterie 6métrique																		
- vanne 3 voies																		
- compteur d'énergie																		
- divers																		
<b>Total perte de charge du circuit hydraulique : 1,83 bar, ou en mbar :</b>																<b>1832,48</b>		

En prenant comme hypothèse une chute de température de 0,25°C/m, il est aisé d'intégrer ces éléments dans la feuille de travail.

Le programme recalcule et ajuste automatiquement toutes les caractéristiques de la vapeur (enthalpie, chaleur latente, masse volumique, viscosité, etc.) en fonction de la température d'entrée du réseau partiel.

En comparant les 2 tableaux de calcul, le débit de vapeur passe de 721 kg/h calculé initialement à 699,92 kg/h.

Cette chute de température dans le réseau entraîne une formation de condensats avec perte thermique pour conséquence.

### Exemple de calcul d'un réseau de vapeur surchauffée

La vapeur surchauffée : de la vapeur à une température supérieure à la température de saturation. La température d'une vapeur surchauffée n'est pas fonction de sa pression. Un perte d'enthalpie ne produit pas nécessairement une condensation de vapeur.

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 : 12 bar effectif et 250°C à son point d'origine.

Choix unité de pression		Mbar (MPa)		CALCUL PERTE DE CHARGE RESEAU VAPEUR														
Pression de service de l'installation				12 bar relatif		DiExcel thermique\Addin Enqlrh - Fichier ozone\vaapeur.fr.xls												
Température de vaporisation du circuit				191,65 °C		Menu vapeur												
- Enthalpie spécifique de la vapeur (chaleur totale)				2785,4 kJ/kgK														
- Chaleur latente de vaporisation à 191,65 °C et 12 bar				1978,0 kJ/kgK														
- Masse volumique de la vapeur à 191,65 °C et 12 bar				6,123 kg/m3														
- Chaleur massique des condensats à 191,65 °C et 12 bar				4,457 kJ/kgK														
Calcul perte de charge pour réseau de vapeur d'eau																		
Rd	Désignation éléments	Laferre late	Puissance thermique	Pression réseau	Température de la vapeur	Chaleur latente	Débit vapeur	Débit de vapeur corrigé	Sélection réseaux				Viscosité	Pression dynamique	Perte de charge			
		m	W/h	bar relatif	°C	°C	kg/h	kg/h	mm	mm	mm	mm	mPa	bar	bar/m	bar		
A1	- Réseau de distribution	85	1240000	12	250	250	1845,56	2418,78	2418,78	427,35	50T3	50T3	50	31,93	28,85	8,22	1,00	718,11
	- Rabinet zapape		1240000	11,28189	250	250	1848,37	2415,10	2415,10	452,97	50	DMS-2.5"	50	39,73	42,08	9,66	1,00	277,66
	- Clapet sécurité 3 zapape		1240000	11,00423	250	250	1849,44	2413,70	2413,70	463,70	50T3	50T3	50	34,65	31,24	8,90	1,00	357,70
	- Coudé standard 90°		1240000	10,64652	250	250	1850,82	2411,90	2411,90	478,27	50T3	50T3	50	35,74	32,20	9,17	1,00	36,87
	- T6 (parcours ligne droite)		1240000	10,60966	250	250	1850,96	2411,72	2411,72	479,82	50T3	50T3	50	35,85	32,30	9,20	1,00	12,33
	- Réduction - d2/d1 - 0.80		1240000	10,59733	250	250	1851,01	2411,65	2411,65	480,34	50T3	50T3	50	35,89	32,34	9,21	1,00	4,20
A2	- Réseau de distribution	75	940000	10,59213	233	233	1893,44	1787,23	1787,23	342,12	50T3	50T3	50	25,56	17,07	4,90	1,00	373,25
	- Coudé standard 90°		940000	10,21987	233	233	1895,11	1785,65	1785,65	353,81	50T3	50T3	50	26,44	17,64	5,06	1,00	20,14
	- T6 (parcours ligne droite)		940000	10,19968	233	233	1895,2	1785,56	1785,56	354,46	50T3	50T3	50	26,49	17,67	5,07	1,00	6,74
A3	- Réseau de distribution	45	620000	10,19294	218	218	1929,65	1156,69	1156,69	221,31	50T3	50/60	50	27,87	20,29	8,02	1,00	367,07
	- T6 (dérivation)		620000	9,825872	218	218	1931,54	1155,55	1155,55	229,06	50T3	50/60	50	28,84	20,98	8,30	1,00	25,37
A4	- Réseau de distribution	88	400000	9,800498	209	209	1951,15	738,03	738,03	143,25	50T3	50/60	50	18,04	8,38	3,36	1,00	300,13
	- Rabinet zapape		400000	9,500369	192	192	1987,28	724,61	724,61	138,26	50	DMS-2"	50	18,95	9,41	2,99	1,00	65,06
<b>Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar :</b>																<b>2564,68</b>		
Coefficient majoration de sécurité (assemblage mal réalisé, entartrage préventif, etc.)																		
<b>Dérivation</b>																		
- Echangeur de chaleur																		
- Batterie électrolyse																		
- vanne 2 voies																		
- compteur d'énergie																		
- divers																		
<b>Total perte de charge du circuit hydraulique : 2,56 bar, ou en mbar :</b>																<b>2564,687</b>		

En prenant comme hypothèse une chute de température de 0,2°C/m, il est aisé d'intégrer ces éléments dans la feuille de travail.

Le programme recalcule automatiquement toutes les caractéristiques de la vapeur (enthalpie, chaleur latente, masse volumique, viscosité, etc.) en fonction de la température d'entrée du réseau partiel.