

Calcul des vases d'expansion pour les installations de chauffage central

Calcul d'un vase d'expansion à pression variable Flexcon pour une installation de chauffage central

Pour le calcul de vases d'expansion à pression variable pour des installations de chauffage, nous utilisons, soit la méthode classique, soit la méthode SAPC 17.

Pour le calcul de vases d'expansion à pression variable, Flamco a, lors de l'introduction des vases d'expansion en circuit fermé dans le secteur du chauffage central, mis au point une méthode de calcul propre, appelée la méthode de calcul classique. Cette méthode de calcul est toujours appliquée, surtout dans la construction de logements.

En cas de calcul correct et d'utilisation à bon escient du vase (sélection de la pression de gonflage et de la pression de remplissage), l'utilisation des vases d'expansion Flexcon ainsi calculés débouche sur un fonctionnement sans problème, même entre une pression de gonflage de 0,5 bar et une pression finale de 3 bar, et ce, grâce à la construction avec une membrane déroulante qui ne subit pratiquement aucune contrainte de tension. Toutefois, tous les vases d'expansion sur le marché ne peuvent pas fonctionner sans problème entre ces valeurs extrêmes, car, vu leur construction spécifique, la membrane (vessie) subit une contrainte de tension trop élevée.

Pour les projets de grande envergure, il est normal en Belgique de calculer les vases d'expansion selon la notice d'information SAPC 17 (rédigée par le service des applications physiques et du contrôle de la régie des bâtiments, ministère des travaux publics). Cette méthode de calcul tient compte de réserves plus importantes, ce qui débouche généralement sur des vases d'expansion (nettement) plus grands que selon la méthode de calcul classique.



Principales différences entre les méthodes de calcul classique et SAPC 17 :

Méthode de calcul classique :

- On calcule avec le coefficient d'expansion à la température moyenne (80 °C pour une installation 90/70 °C)
- Lors du calcul de l'effet utile d'un vase à pression variable, on considère généralement que la pression finale est la pression de tarage de la soupape de sécurité (éventuellement corrigée par la différence de hauteur entre le vase et la soupape de sécurité ou lorsque la pompe de circulation se trouve dans la conduite de retour)
- Enfin, lors du calcul du volume brut de vase nécessaire, une réserve de 25% est appliquée. Cette réserve doit suffire pour éviter que la soupape de sécurité ne s'ouvre et pour conserver une petite réserve d'eau dans le vase à froid.

Méthode SAPC 17 :

- On calcule avec le coefficient d'expansion à la température maximale (90 °C pour une installation 90/70 °C)
- Le vase d'expansion doit recueillir non seulement le volume d'expansion, mais aussi une réserve d'eau égale à 1% de la capacité en eau de l'installation (réserve pour compenser les pertes d'eau).
- Lors du calcul de l'effet utile d'un vase avec pression variable, une marge de 0,5 bar est appliquée entre la pression finale à l'endroit du vase d'expansion et la pression de tarage de la soupape de sécurité (éventuellement corrigée par la différence de hauteur entre le vase et la soupape de sécurité ou lorsque la pompe de circulation se trouve dans la conduite de retour) Pour la pression de gonflage, on considère généralement la pression statique + 0,3 bar.

Il ne faut pas sous-estimer l'importance du calcul correct d'un vase d'expansion. Les vases d'expansion sont des dispositifs de sécurité pour les circuits fermés. Des systèmes d'expansion insuffisamment dimensionnés provoquent des défaillances (dépression et infiltration d'air lors du refroidissement et ouverture des soupapes de sécurité lors du chauffage) et des dommages à l'installation (notamment corrosion et endommagement des pompes). Le cas échéant, Flamco exécute pour vous et sans aucun engagement le calcul des vases d'expansion à utiliser.

Calcul selon la méthode classique

Notions de base pour le calcul d'un vase d'expansion Flexcon selon la méthode classique

- **Capacité brute du vase**

Correspond à la capacité totale du vase d'expansion Flexcon.

- **Capacité utile (ou nette) du vase**

Correspond à la quantité maximale d'eau pouvant être recueillie par le vase d'expansion fonctionnant correctement.

- **Hauteur statique**

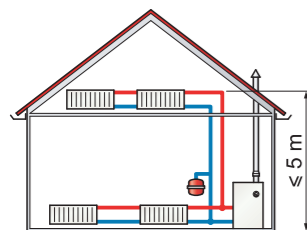
Correspond à la hauteur de l'installation, entre le point de raccordement du vase d'expansion Flexcon et le point le plus élevé de l'installation, mesurée en mètres de colonne d'eau (1 mètre CE = 0,1 bar).

- **Pression de gonflage du vase d'expansion Flexcon**

Correspond à la pression mesurée sur la valve de gonflage d'azote, en absence d'eau et à température ambiante. Cette pression doit correspondre à la pression résultante de la hauteur statique, arrondie au 0,5 bar supérieur.

- **Pression finale**

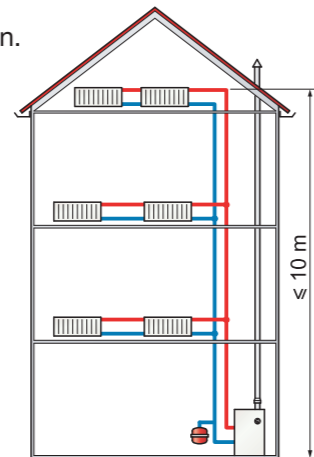
Correspond à la pression maximale régnant dans l'installation à l'endroit du vase d'expansion Flexcon. Cette pression correspond à la pression de tarage de la soupape de sécurité Prescor, à condition que la soupape de sécurité Prescor soit montée à la même hauteur que le vase d'expansion Flexcon et qu'aucune pompe ne soit montée entre le vase d'expansion Flexcon et la soupape de sécurité Prescor. La pression finale ne doit jamais dépasser la valeur maximale indiquée sur le vase d'expansion.



Pression de gonflage 0,5 bar



Pression de gonflage



Pression de gonflage 1,0 bar

- **Capacité en eau de l'installation**

Il s'agit de la somme des capacités en eau du (des) producteur(s) de chaleur, des radiateurs, des conduites, etc., après remplissage intégral et purge de ceux-ci. Si la capacité en eau de l'installation est inconnue, il faut l'estimer (voir page suivante).

- **Effet utile**

Correspond au rapport entre la capacité brute et la capacité nette du vase.

$$\text{Effet utile} = \frac{\text{capacité nette}}{\text{capacité brute}}$$

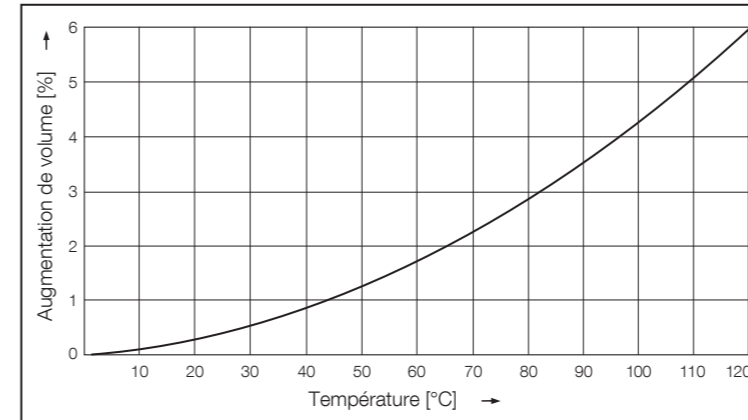
L'effet utile est déterminé par le rapport entre la pression de gonflage initiale et la pression finale. Ce qui donne la formule suivante (dérivée de la loi de Boyle) :

$$\text{Effet utile} = \frac{(\text{pression finale} + 1) - (\text{pression de gonflage} + 1)}{(\text{pression finale} + 1)}$$

Lorsque l'effet utile maximal d'un vase d'expansion est dépassé, la membrane peut subir un effort de traction. Cela débouche sur un endommagement voire même une rupture de la membrane.

- **Volume d'expansion**

Le volume d'expansion se détermine comme suit :
Volume d'expansion = capacité en eau x augmentation de volume à la température moyenne de chauffe.
Exemple : température de chauffe 90/70 °C (moyenne 80 °C) = 2,89%.



Le graphique permet de lire l'augmentation de volume de l'eau pure à différentes températures.

- **Facteur de sécurité**

Il est recommandé d'ajouter un supplément de 25% au volume d'expansion calculé.

- **Capacité brute du vase d'expansion Flexcon**

La capacité brute du vase d'expansion Flexcon est déterminée comme suit :

$$\text{capacité brute du vase} = \frac{\text{volume d'expansion} \times 1,25}{\text{effet utile}}$$

- **Coefficient d'expansion de l'eau en %**

Le tableau ci-dessous reprend les coefficients d'expansion en pourcent pour des hausses de températures de 10 °C à 110 °C.

Accroissement de température	Coefficient d'expansion
10 - 25 °C	0,35%
10 - 30 °C	0,43%
10 - 35 °C	0,63%
10 - 40 °C	0,75%
10 - 45 °C	0,96%
10 - 50 °C	1,18%
10 - 55 °C	1,42%
10 - 60 °C	1,68%
10 - 70 °C	2,25%
10 - 80 °C	2,89%
10 - 90 °C	3,58%
10 - 100 °C	4,34%
10 - 110 °C	5,16%

Approximation de la capacité en eau de l'installation

La capacité en eau de l'installation peut s'évaluer en multipliant la puissance de l'installation par les valeurs mentionnées dans le tableau. Le tableau porte sur des installations neuves. Pour les installations plus anciennes, il est recommandé d'opter pour des valeurs plus élevées.

Cette méthode est donnée à titre indicatif et ne constitue pas une garantie pour une sélection correcte du vase d'expansion Flexcon adéquat.

Pour déterminer la capacité voulue du vase d'expansion Flexcon, il faut calculer la capacité en eau de l'installation. Si le calcul de la capacité en eau de l'installation n'est pas possible, celle-ci peut être estimée au moyen des chiffres suivants issus de l'expérience et repris dans le tableau, sur la base d'une température de départ/retour de 90/70 °C.

Installation de chauffage central avec	Capacité d'eau en litres pour 1 kW (860 kcal/h)
Convecteurs et/ou aérothermes	5,2
Unités d'induction	5,5
Centrales de traitement d'air	6,9
Radiateurs à panneaux	8,8
Divers chauffage (tertiaire)	10,0
Radiateurs à colonnes	12,0
Divers eau glacée (tertiaire)	20,0
Plafonds rayonnants et/ou chauffage au sol	18,5
Systèmes de conduites étendus (chauffage urbain)	25,8

Page de calcul de la capacité en eau

Réseau de conduites	Capacité l/m	(m)	(l)
DN 15 (½")	0,2		
DN 20 (¾")	0,37		
DN 25 (1")	0,58		
DN 32 (1 ¼")	1,01		
DN 40 (1 ½")	1,37		
DN 50	2,21		
DN 65	3,9		
DN 80	5,3		
DN 100	9		
DN 125	13,6		
DN 150	20		
DN 200	33,6		
DN 250	53,2		
DN 300	71,5		
DN 350	90,5		
Chaudière(s)			
Corps de chauffe			
Divers			
Total			

Exemple de calcul 1

DONNÉES

- **capacité en eau de l'installation** = 340 litres
- température de chauffe moyenne (90/70 °C) = 80 °C
- hauteur statique = 8 m
- pression finale = 3,0 bar
- Vase d'expansion Flexcon et chaudière **en haut**.

CALCUL DU VOLUME D'EXPANSION

Coefficient d'expansion en % = 2,89% ≈ 2,9%

$$\text{Volume d'expansion} = \frac{340 \times 2,9}{100} = 9,86 \text{ litres}$$

$$\text{Effet utile} = \frac{(3,0 + 1) - (0,5 + 1)}{(3,0 + 1)} = 0,63$$

Capacité brute requise du

$$\text{Vase d'expansion Flexcon} = \frac{9,86 \times 1,25}{0,63} = 19,7 \text{ litres}$$

A sélectionner: 1 x Flexcon 25/0,5.

Exemple de calcul 2

DONNÉES

- **capacité en eau de l'installation inconnue**
- puissance de la chaudière = 280 kW
- température de chauffe moyenne (80/60 °C) = 70 °C
- Hauteur statique = 12 m
- Pression finale = 3,0 bar
- Vase d'expansion Flexcon et chaudière **en bas**.
- Corps de chauffe : 100 % de radiateurs à panneaux

CALCUL DU VOLUME D'EXPANSION

Calcul de la contenance en eau de l'installation = 280 x 8,8 = 2 464 litres

Coefficient d'expansion en % = 2,25%

$$\text{Volume d'expansion} = \frac{2,464 \times 2,25}{100} = 55,4 \text{ litres}$$

$$\text{Effet utile} = \frac{(3,0 + 1) - (1,5 + 1)}{(3,0 + 1)} = 0,375$$

Capacité brute requise du

$$\text{Vase d'expansion Flexcon} = \frac{55,4 \times 1,25}{0,375} = 184,8 \text{ litres}$$

A sélectionner : 1 x Flexcon 200/1,5.

Calcul selon la méthode SAPC 17

Notions de base pour le calcul d'un vase d'expansion Flexcon selon la méthode SAPC 17.

Toutes les pressions mentionnées sont des pressions relatives.

• Capacité en eau de l'installation C_i

Il s'agit de la somme des capacités en eau du (des) producteur(s) de chaleur, des radiateurs, des conduites, etc., après remplissage intégral et purge de ceux-ci. Si la capacité en eau de l'installation est inconnue, il faut l'estimer (voir page précédente).

• Volume d'expansion V_{ep}

Est égal au produit de la capacité en eau de l'installation C_i par le coefficient d'expansion C_e à la température de chauffe maximale. Sur les installations de chauffage, la température de départ est considérée comme étant la température de chauffe maximale (en général 90 °C). Sur les installations de refroidissement, la température de chauffe maximale est égale à la température ambiante maximale possible (dans la plupart des cas environ 30°C).

• Réserve d'eau théorique R_t

Cette réserve d'eau est fixée à 1% de la capacité en eau totale de l'installation et est ajoutée au volume d'expansion calculé. Elle sert notamment à compenser de légères pertes d'eau.

• Volume net V_n

Est la somme du volume d'expansion V_{ep} et de la réserve d'eau théorique R_t , et indique quelle quantité d'eau le vase d'expansion sélectionné doit au minimum pouvoir recueillir.

• Capacité totale réelle du vase V_{tr}

Est la capacité du vase d'expansion finalement sélectionné.

• Capacité utile du vase V_u

Est la quantité d'eau qui peut être recueillie par le vase d'expansion finalement sélectionné (est au moins égal à V_n).

• Réserve d'eau réelle R_r

Est la réserve d'eau réelle qui peut être recueillie par le vase d'expansion ($R_r = (V_{tr} \times F_p) - V_{ep}$).

• Hauteur statique p_h

Correspond à la hauteur de l'installation, entre le point de raccordement du vase d'expansion Flexcon et le point le plus élevé de l'installation, mesurée en mètres de colonne d'eau (1 mètre CE = 0,1 bar).

• Pression de gonflage du vase d'expansion Flexcon p_g

Correspond à la pression mesurée sur la valve de gonflage d'azote, sans charge et à température ambiante. Cette pression est sélectionnée à partir de la pression statique $p_h + 0,3$ bar. Ceci permet d'éviter que de l'eau ne soit refoulée dans le vase Flexcon lorsque l'installation est froide. Sur les installations en toiture et dans les bâtiments ne comportant qu'un seul niveau, il peut être nécessaire d'adapter p_g par rapport à la hauteur d'aspiration nette de la pompe de circulation ou de la pression de service minimale de la chaudière. La pression de gonflage dans le vase d'expansion Flexcon doit être au moins 0,5 bar supérieure à la pression ambiante.

• Pression finale p_f

Est la pression à hauteur du vase d'expansion dans une installation totalement réchauffée. Le vase d'expansion a recueilli le volume utile V_u .

• Pression d'ouverture des soupapes de sécurité p_s

La pression de tarage des soupapes de sécurité est sélectionnée de sorte à rendre impossible, où que ce soit dans l'installation, l'apparition d'une pression supérieure à la pression autorisée sur ce point. Pour éviter l'ouverture inutile des soupapes de sécurité, on calcule une pression finale $p_f = p_s - 0,5$ bar. Toutefois, parfois une différence de pression est possible entre le point de raccordement du vase d'expansion et la soupape de sécurité, sous l'influence par exemple d'une différence de hauteur ou de la présence d'un circulateur. Il faut alors tenir compte de cette différence lors de la détermination de p_f .

• Effet utile ou effet utile F_p

Est le rapport entre la capacité utile du vase V_u et la capacité brute du vase d'expansion à sélectionner. Ce effet utile est déterminé en fonction de la pression de gonflage p_g et de la pression finale p_f à l'endroit du vase d'expansion au moyen de la formule suivante :

$$F_p = \frac{(p_f + 1) - (p_g + 1)}{(p_f + 1)}$$

Il faut ici tenir compte du fait que certains vases d'expansion peuvent présenter un effet utile limité suite à leur construction.

Tableau de effet utile

Le tableau ci-dessous indique l'effet utile calculé selon SAPC 17. Ce tableau ne tient pas compte d'une différence de pression éventuelle entre le point de raccordement du vase d'expansion et les soupapes de sécurité sous l'influence d'une différence de pression ou de la présence d'une pompe de circulation dans la conduite de retour par exemple.

Pression de gonflage p_g bar	$p_s = 3,0$ bar $p_f = 2,5$ bar	$p_s = 4,0$ bar $p_f = 3,5$ bar	$p_s = 5,0$ bar $p_f = 4,5$ bar	$p_s = 6,0$ bar $p_f = 5,5$ bar
0,5	0,57	0,66	-	-
1,0	0,42	0,55	0,63	0,69
1,5	0,28	0,44	0,54	0,61
2,0	-	0,33	0,45	0,53
2,5	-	0,22	0,36	0,46
3,0	-	-	0,27	0,38

- Effet utile max. des vases d'expansion Flexcon avec membrane fixe = 0,63.
- Effet utile max. du vase d'expansion Flexcon 800 litres = 0,5, vase d'expansion Flexcon 1000 litres = 0,4.

• Capacité totale de vase requise V_{tt}

$$V_{tt} = \frac{V_n}{F_p}$$

• Capacité totale réelle du vase V_{tr}

Est la capacité du vase d'expansion finalement sélectionné.

• Pression de réglage de l'installation p_i

Indique la pression de remplissage de l'installation à froid :

$$p_i = \frac{V_{tr} \times (p_g + 1)}{V_{tr} - R_r} - 1$$

Exemples de calcul SAPC 17 de vases d'expansion Flexcon

Exemple 1 : pompe de circulation dans la conduite de départ

- La pompe de circulation est montée dans la conduite de départ.
- Le vase d'expansion est monté à la même hauteur que les soupapes de sécurité.

DONNÉES

• Capacité en eau de l'installation C_i	= 1000 litres
• Régime de température C_i	= 90/70 °C
• Pression de tarage de la soupape de sécurité p_s	= 3,0 bar
• Hauteur statique p_h	= 7 m = 0,7 bar

ÉTAPE 1 : CALCUL DU VOLUME D'EXPANSION

Capacité en eau de l'installation (estimée : kW x L/kW)	: 1000	L	(C_i)
x Coefficient d'expansion à une température de départ de 90 °C	: x 3,58	%	(C_e)
= Volume d'expansion physique	: 35,8	L	(V_{ep})
+ 1% de réserve sur la capacité de l'installation ($C_i \times 0,01$)	: +10,0	L	(R_i)
Volume net	= 45,8	L	(V_n)

ÉTAPE 2 : CALCUL DU VASE D'EXPANSION FLEXCON

* p_g = pression de gonflage	= colonne d'eau au-dessus du vase	+ 0,3 bar		
* p_g = pression de gonflage	= 7 mCE (0,7 bar)	+ 0,3 bar	= 1,0 bar	(p_g)

** p_f = pression finale	= pression d'ouverture de la soupape de sécurité (p_s)	- 0,5 bar		
** p_f = pression finale	= 3 bar	- 0,5 bar	= 2,5 bar	(p_f)

$$\text{Effet utile} = \frac{(p_f + 1) - (p_g + 1)}{(p_f + 1)} = \frac{(2,5 + 1) - (1,0 + 1)}{(2,5 + 1)} = 0,42 \quad (F_p)$$

$$\text{Volume total} = \frac{\text{volume net } (V_n)}{\text{effet utile } (F_p)} = \frac{45,8}{0,428} = 107 \text{ L} \quad (V_{tr})$$

Recommandation :

1 x Flexcon 110 / 1 (V_{tr})

POUR INFORMATION

La réserve d'eau réelle est : $(V_{tr} \times F_p) - V_{ep} = (110 \times 0,42) - 35,8 = 10,4 \text{ L } (R_i)$

Par conséquent, l'installation peut être réglée sur une pression de départ de :

$$\frac{V_{tr} \times (p_g + 1)}{V_{tr} - R_i} - 1 = \frac{110 \times (1 + 1)}{110 - 10,4} - 1 = 1,2 \text{ bar } (p)$$

* Prêter attention à la pompe de circulation NPSH et à la pression de service minimale de la chaudière : adapter éventuellement p_g .

** Prêter attention à Δp entre le point zéro et la soupape de sécurité sous l'influence par exemple de la différence de hauteur ou de la présence d'un circulateur.



Exemple 2 : pompe de circulation dans la conduite de retour

- La pompe de circulation est montée dans la conduite de retour entre le vase d'expansion et la chaudière.
- Le vase d'expansion est monté au même niveau que les soupapes de sécurité.

DONNÉES

• Capacité en eau de l'installation C_i	= 1000 litres
• Régime de température C_i	= 90/70 °C
• Pression de tarage de la soupape de sécurité p_s	= 3,0 bar
• Hauteur statique p_h	= 7 m = 0,7 bar
• Pression différentielle dynamique entre le vase d'expansion et la chaudière (pression de refoulement de la pompe)	= 0,4 bar

Lors de la détermination de la pression finale p_f à l'endroit du vase d'expansion, il faut tenir compte de cette différence de pression dynamique : $p_f = (3,0 - 0,4) - 0,5 = 2,1 \text{ bar}$.

ÉTAPE 1 : CALCUL DU VOLUME D'EXPANSION

Capacité en eau de l'installation (estimée : kW x L/kW)	: 1000	L	(C_i)
x Coefficient d'expansion à une température de départ de 90 °C	: x 3,58	%	(C_e)
= Volume d'expansion physique	: 35,8	L	(V_{ep})
+ 1% de réserve sur la capacité de l'installation ($C_i \times 0,01$)	: +10,0	L	(R_i)
Volume net	= 45,8	L	(V_n)

ÉTAPE 2 : CALCUL DU VASE D'EXPANSION FLEXCON

* p_g = pression de gonflage	= colonne d'eau au-dessus du vase	+ 0,3 bar		
* p_g = pression de gonflage	= 7 mCE (0,7 bar)	+ 0,3 bar	= 1,0 bar	(p_g)

** p_f = pression finale	= pression d'ouverture de la soupape de sécurité (p_s)	- 0,5 bar		
** p_f = pression finale	= 3 bar - 0,4 bar	- 0,5 bar	= 2,1 bar	(p_f)

$$\text{Effet utile} = \frac{(p_f + 1) - (p_g + 1)}{(p_f + 1)} = \frac{(2,1 + 1) - (1,0 + 1)}{(2,1 + 1)} = 0,354 \quad (F_p)$$

$$\text{Volume total} = \frac{\text{volume net } (V_n)}{\text{effet utile } (F_p)} = \frac{45,8}{0,354} = 129 \text{ L} \quad (V_{tr})$$

Recommandation :

1 x Flexcon 140 / 1 (V_{tr})

POUR INFORMATION

La réserve d'eau réelle est : $(V_{tr} \times F_p) - V_{ep} = (140 \times 0,35) - 35,8 = 13,4 \text{ L } (R_i)$

Par conséquent, l'installation peut être réglée sur une pression de départ de :

$$\frac{V_{tr} \times (p_g + 1)}{V_{tr} - R_i} - 1 = \frac{140 \times (1 + 1)}{140 - 13,2} - 1 = 1,2 \text{ bar } (p)$$

* Prêter attention à la pompe de circulation NPSH et à la pression de service minimale de la chaudière : adapter éventuellement p_g .

** Prêter attention à Δp entre le point zéro et la soupape de sécurité sous l'influence par exemple de la différence de hauteur ou de la présence d'un circulateur.



Exemple 3 : montage sur le toit, pression de gonflage 0,5 bar

- Montage sur le toit de la chaudière et du vase d'expansion.
- La pression de gonflage sélectionnée du vase d'expansion est 0,5 bar.
- Si la pression de service minimale de la chaudière ou la hauteur d'aspiration nette positive du circulateur est supérieure, voir l'exemple 4.
- Si la pompe de circulation est montée dans la conduite de retour, voir l'exemple 2.

DONNÉES

- Capacité en eau de l'installation C_i = 1000 litres
- Régime de température C_i = 90/70 °C
- Pression de tarage de la soupape de sécurité p_s = 3,0 bar
- Hauteur statique p_h = 1 m = 0,1 bar

ÉTAPE 1 : CALCUL DU VOLUME D'EXPANSION

Capacité en eau de l'installation (estimée : kW x L/kW)	: 1000	L	(C_i)
x Coefficient d'expansion à une température de départ de 90 °C	: x 3,58	%	(C_e)
= Volume d'expansion physique	: 35,8	L	(V_{ep})
+ 1% de réserve sur la capacité de l'installation ($C_i \times 0,01$)	: +10,0	L	(R_i)
Volume net	= 45,8	L	(V_n)

ÉTAPE 2 : CALCUL DU VASE D'EXPANSION FLEXCON

$$\begin{aligned}
 *p_g &= \text{pression de gonflage} = \text{colonne d'eau au-dessus du vase} + 0,3 \text{ bar} \\
 *p_g &= \text{pression de gonflage} = \mathbf{1 \text{ mCE (0,1 bar)}} + 0,3 \text{ bar} = \mathbf{0,5 \text{ bar}} \quad (p_g)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 **p_f &= \text{pression finale} = \text{pression d'ouverture de la soupape de sécurité (} p_s \text{)} - 0,5 \text{ bar} \\
 **p_f &= \text{pression finale} = \mathbf{3 \text{ bar}} - 0,5 \text{ bar} = \mathbf{2,5 \text{ bar}} \quad (p_f)
 \end{aligned}$$

$$\text{Effet utile} = \frac{(p_f + 1) - (p_g + 1)}{(p_f + 1)} = \frac{(2,5 + 1) - (0,5 + 1)}{(2,5 + 1)} = \mathbf{0,571} \quad (F_p)$$

$$\text{Volume total} = \frac{\text{volume net (} V_n \text{)}}{\text{effet utile (} F_p \text{)}} = \frac{\mathbf{45,8}}{\mathbf{0,571}} = \mathbf{80,2 \text{ L}} \quad (V_{tr})$$

Recommandation : **1 x Flexcon 80 / 0,5** (V_{tr})

POUR INFORMATION

La réserve d'eau réelle est : $(V_{tr} \times F_p) - V_{ep} = (80 \times 0,57) - 35,8 = \mathbf{9,8 \text{ L (} R_r \text{)}}$

Par conséquent, l'installation peut être réglée sur une pression de départ de :

$$\frac{V_{tr} \times (p_g + 1)}{V_{tr} - R_r} - 1 = \frac{80 \times (0,5 + 1)}{80 - 9,8} - 1 = \mathbf{0,7 \text{ bar (} p_i \text{)}}$$

* Prêter attention à la pompe de circulation NPSH et à la pression de service minimale de la chaudière : adapter éventuellement p_g .

** Prêter attention à Δp entre le point zéro et la soupape de sécurité sous l'influence par exemple de la différence de hauteur ou de la présence d'un circulateur.



Exemple 4 : montage sur le toit, pression de gonflage 1 bar

- Montage sur le toit de la chaudière et du vase d'expansion. Normalement, une pression de gonflage de 0,5 bar est sélectionnée en cas de montage sur le toit. Toutefois, certaines chaudières ou pompes de circulation requièrent une pression de service minimale supérieure, 1 bar par exemple. Lors de la sélection de la pression de gonflage, il faut en tenir compte.

DONNÉES

- Capacité en eau de l'installation C_i = 1000 litres
- Régime de température C_i = 90/70 °C
- Pression de tarage de la soupape de sécurité p_s = 3,0 bar
- Hauteur statique p_h = 1 m = 0,1 bar

ÉTAPE 1 : CALCUL DU VOLUME D'EXPANSION

Capacité en eau de l'installation (estimée : kW x L/kW)	: 1000	L	(C_i)
x Coefficient d'expansion à une température de départ de 90 °C	: x 3,58	%	(C_e)
= Volume d'expansion physique	: 35,8	L	(V_{ep})
+ 1% de réserve sur la capacité de l'installation ($C_i \times 0,01$)	: +10,0	L	(R_i)
Volume net	= 45,8	L	(V_n)

ÉTAPE 2 : CALCUL DU VASE D'EXPANSION FLEXCON

$$\begin{aligned}
 *p_g &= \text{pression de gonflage} = \text{colonne d'eau au-dessus du vase} + 0,3 \text{ bar} \\
 *p_g &= \text{pression de gonflage} = \mathbf{1 \text{ bar}} + 0,3 \text{ bar} = \mathbf{1,3 \text{ bar}} \quad (p_g)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 **p_f &= \text{pression finale} = \text{pression d'ouverture de la soupape de sécurité (} p_s \text{)} - 0,5 \text{ bar} \\
 **p_f &= \text{pression finale} = \mathbf{3 \text{ bar}} - 0,5 \text{ bar} = \mathbf{2,5 \text{ bar}} \quad (p_f)
 \end{aligned}$$

$$\text{Effet utile} = \frac{(p_f + 1) - (p_g + 1)}{(p_f + 1)} = \frac{(2,5 + 1) - (1 + 1)}{(2,5 + 1)} = \mathbf{0,428} \quad (F_p)$$

$$\text{Volume total} = \frac{\text{volume net (} V_n \text{)}}{\text{effet utile (} F_p \text{)}} = \frac{\mathbf{45,8}}{\mathbf{0,428}} = \mathbf{107 \text{ L}} \quad (V_{tr})$$

Recommandation : **1 x Flexcon 110 / 1** (V_{tr})

POUR INFORMATION

La réserve d'eau réelle est : $(V_{tr} \times F_p) - V_{ep} = (110 \times 0,43) - 35,8 = \mathbf{11,5 \text{ L (} R_r \text{)}}$

Par conséquent, l'installation peut être réglée sur une pression de départ de :

$$\frac{V_{tr} \times (p_g + 1)}{V_{tr} - R_r} - 1 = \frac{110 \times (1 + 1)}{110 - 11,5} - 1 = \mathbf{1,2 \text{ bar (} p_i \text{)}}$$

* Prêter attention à la pompe de circulation NPSH et à la pression de service minimale de la chaudière : adapter p_g .

** Prêter attention à Δp entre le point zéro et la soupape de sécurité sous l'influence par exemple de la différence de hauteur ou de la présence d'un circulateur.

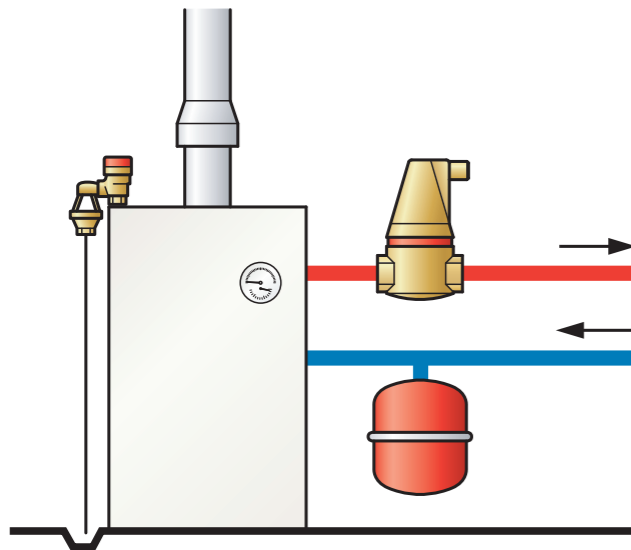


Pression de gonflage et pression de remplissage dans une installation de chauffage central

Théorie

Un remplissage correct est le corollaire indispensable d'un vase d'expansion bien sélectionné. Lorsque l'installation est remplie incorrectement, des problèmes peuvent survenir, à savoir :

- S'il y a trop d'eau dans l'installation, le vase d'expansion est rempli excessivement et la soupape de sécurité va s'activer inutilement.
- Un remplissage insuffisant de l'installation peut faire en sorte que le vase d'expansion est à sec lors du refroidissement de celle-ci. La conséquence en est la disparition soudaine de la pression (la pression dans le vase n'est plus transférée à l'installation) et une défaillance de la chaudière ou de la pompe. Une dépression peut apparaître au point le plus élevé de l'installation avec des problèmes d'air pour conséquence.



Note: La localisation correcte du vase d'expansion est dans la conduite de retour de l'installation, du côté aspiration de la pompe de circulation.

La sélection de la pression de gonflage du vase est en relation directe avec la hauteur de l'installation au-dessus du vase. Plus la colonne d'eau au-dessus du vase d'expansion est haute, plus la pression de gonflage du vase doit être élevée.

La pression de remplissage recommandée de l'installation (à froid) doit normalement être supérieure de 0,2 à 0,3 bar à la pression de gonflage du vase d'expansion.

Cela permet d'ajouter une quantité d'eau correcte à l'installation en circuit fermé, avec une réserve d'eau minimale dans le vase, et de garantir une pression de service suffisante. Cela permet aussi d'éviter que la soupape de sécurité ne s'ouvre inutilement (en cas de remplissage excessif).

La méthode de calcul tant classique que SAPC 17 en tient compte.

Dans certaines situations (en général les montages sur le toit), il se peut que la chaudière ou la pompe nécessite une pression minimale supérieure à celle qui est atteinte dans les recommandations susmentionnées.

Tenir compte de la pression minimale requise

Que faire lorsque la chaudière est située au point le plus haut de l'installation et qu'elle (ou la pompe) requiert une pression minimale supérieure ?

Voyons 2 possibilités différentes :

1. Sélectionner une pression de gonflage d'azote du vase supérieure à celle strictement nécessaire en fonction de la hauteur statique.

Un malentendu courant veut que l'augmentation de la pression de gonflage du vase entraîne automatiquement une élévation de la pression de service minimale dans l'installation (et donc aussi au point le plus élevé). C'est uniquement le cas si le vase d'expansion contient encore, dans toutes les circonstances, une quantité d'eau, donc si la pression de remplissage (dans une installation froide) est supérieure à la pression de gonflage du vase. Il faut donc également augmenter la pression de remplissage. Cela permet d'atteindre aussi une pression supérieure au point le plus élevé. Si la pression de l'installation descend sous la pression de gonflage du vase, la pression de

l'installation disparaît et une défaillance survient. Si le refroidissement se poursuit, une dépression se crée rapidement, ce qui provoquera une pénétration d'air dans l'installation.

L'augmentation de la pression de gonflage et de la pression de remplissage du vase en diminue l'effet utile. Par conséquent, un vase d'expansion plus grand est éventuellement nécessaire.

2. On conserve la pression de gonflage déterminée en fonction de la hauteur statique, mais on augmente la pression de remplissage (sur une installation froide) jusqu'à atteindre la pression minimale souhaitée. La différence importante (supérieure) entre la pression de gonflage et la pression de remplissage permet à une plus grande partie du vase d'être déjà remplie d'eau en situation froide (et diminue l'effet utile, ce qui fait qu'un vase plus grand est éventuellement nécessaire).

L'avantage de cette manière de procéder est que l'apparition d'une pression d'installation trop basse est contrôlée. Même après l'activation de la protection de la chaudière, il y a toujours de l'eau dans le vase et il y a toujours une pression sur l'installation, ce qui fait que, en cas de poursuite du refroidissement, le vase d'expansion peut encore renvoyer de l'eau dans l'installation et éviter la pénétration d'air.

Conclusion

- Par conséquent, une pression de gonflage supérieure dans un vase ne se traduit pas par une pression supérieure dans l'installation.
- Une pression de remplissage erronée, trop élevée, a une grande influence. Flamco recommande de remplir l'installation à la pression correcte (de préférence 0,2 à 0,3 bar au-dessus de la pression de gonflage du vase d'expansion Flexcon). Sur une installation (déjà partiellement) chauffée, la différence entre la pression de l'installation et la pression de gonflage du vase d'expansion doit donc être plus importante.

Instruments

- Pour un calcul correct du vase d'expansion Flexcon à appliquer, Flamco propose toutes sortes d'instruments, tels de la documentation technique, des règles de calcul et des programmes informatiques.