

Réservoirs d'expansion ASME

POURQUOI UN RÉSERVOIR D'EXPANSION EST-IL NÉCESSAIRE ?

Un réservoir d'expansion est nécessaire dans un circuit fermé de chauffage ou un système de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air refroidi à l'eau pour deux motifs d'une grande importance :

1. Pour réguler la plage des pressions de service de l'installation
2. Pour fournir à l'eau dilatée dans le réseau un endroit où s'accumuler à mesure que l'eau est chauffée. Dans une installation de chauffage, la dilatation se produit lorsque l'eau est chauffée de sa température la plus froide de remplissage à sa température de service. Dans une installation de refroidissement de l'eau, la dilatation survient lorsque l'installation est fermée et que la température du réseau s'élève de la température de service à la température ambiante

L'objectif au moment de choisir la capacité d'un réservoir d'expansion consiste à permettre à l'installation d'absorber la dilatation de l'eau au cours des cycles de chauffage et de refroidissement sans que l'installation ne dépasse la limite de pression du composant dont la pression nominale est la moins élevée. Habituellement, pour des motifs de conception, l'appareil qui possède les caractéristiques nominales les moins élevées est la soupape de détente. La pression maximale de l'installation est fixée normalement à 90% de la caractéristique nominale de la soupape de détente à son lieu d'installation.

COMPARAISON ENTRE LES RÉSERVOIRS À MEMBRANE OU À VESSIE AUX RÉSERVOIRS D'ACIER SANS MEMBRANE

Le réservoir d'expansion sans membrane est employé depuis nombre d'années et son fonctionnement a toujours été excellent. Lorsqu'un réservoir d'expansion sans membrane est utilisé, l'installation est régulée au moyen de l'air. Il faut exercer un contrôle sur le volume d'air ou le coussin d'air qui se forme au-dessus du niveau d'eau dans le réservoir. Étant donné que le coussin d'air et l'eau sont en contact à l'intérieur du réservoir, l'air est absorbé par l'eau. Si l'air absorbé par l'eau ne retourne pas de la façon adéquate vers le coussin d'air, un trop-plein d'eau s'ensuit dans le réservoir.

Un trop-plein survient lorsque le volume réduit du coussin d'air d'un réservoir d'expansion ne permet plus à l'eau dilatée thermiquement de pénétrer dans le réservoir sans que la pression excède la pression maximale de l'installation. Lorsque la pression maximale est dépassée, la soupape de détente s'ouvre et l'eau chauffée s'écoule vers le drain. **MISE EN GARDE:** Il n'est pas nécessaire qu'un réservoir d'expansion soit entièrement plein pour qu'il y ait trop-plein. Les mêmes manifestations se produiront si le réservoir d'expansion est trop petit.

L'avantage d'un réservoir d'acier sans membrane réside dans son coût d'achat moins élevé que celui d'un réservoir avec membrane ou vessie. Cependant, dans nombre de cas, le coût d'utilisation annulera cet avantage.

Le réservoir d'expansion à membrane ou à vessie a été conçu dans le but de séparer le coussin d'air de l'eau de l'installation. L'eau ne peut s'infiltrer à l'intérieur du réservoir, puisque l'air est emprisonné entre la paroi du réservoir et la surface externe de la vessie installée à l'intérieur du réservoir. L'eau est maintenue à l'intérieur de la vessie. Ainsi, l'installation fonctionne également comme un purgeur d'air, puisque l'air extrait de l'eau est évacué vers l'atmosphère.

Un réservoir à vessie est généralement plus petit qu'un réservoir sans membrane dans des conditions d'utilisation identiques. En effet, de l'air est mis sous pression dans le réservoir jusqu'à l'atteinte de la pression de service avant que l'installation soit remplie d'eau. La seule eau que doit recevoir un réservoir d'expansion à vessie ou à membrane est l'eau dilatée. Dans une installation de chauffage, ce phénomène se produit lorsque l'eau à la température de remplissage est chauffée jusqu'à la température de service. En ce qui a trait à une installation de refroidissement de l'eau, la température de l'eau s'élève de la température de service à la température ambiante. Étant donné que l'installation a la capacité d'évacuer l'air, il est possible d'installer l'évent et le séparateur d'air à l'endroit le plus adéquat de l'installation, soit habituellement au point haut, là où la pression est la moins élevée, ou à la sortie de la chaudière, là où la température de l'eau est la plus haute. Le réservoir d'expansion peut alors être installé au niveau du sol, puisque l'air n'a plus à être retourné vers le réservoir. Ainsi, le réservoir d'expansion à membrane ou à vessie peut être installé à l'endroit le plus avantageux.

EMPLACEMENT HABITUEL DES RÉSERVOIRS D'EXPANSION

Le point de raccordement entre l'installation et le réservoir d'expansion se nomme le point de maintien de la pression. Ainsi, peu importe l'endroit où le réservoir d'expansion est raccordé à l'installation, la pression sera toujours la même que la pression à l'intérieur du réservoir, qu'il s'agisse d'un réservoir sans membrane ou d'un réservoir avec vessie ou membrane, ou que la pompe de l'installation soit en marche ou non. La pression ne variera que si de l'eau ou de l'air est ajouté au réservoir ou en est retiré. Pour mieux comprendre ce point de maintien de la pression, il est nécessaire de comprendre la loi de Boyle-Mariotte.

En raison de l'existence de ce point de maintien de la pression, l'installation subit un surcroît de pression de la pompe, entre le refoulement de la pompe et le raccord du réservoir d'expansion. Du raccord du réservoir d'expansion à l'aspiration de la pompe, l'installation subit une baisse de pression par rapport à la pression du réservoir en raison de la perte de charge amenée par le débit.

Compte tenu de la perte de la pression ajoutée par la pompe et de la perte de charge par frottement, il est donc préférable de situer ce point de maintien de la pression, autrement dit le point de raccordement du réservoir d'expansion au système, le plus près possible de l'aspiration de la pompe.

CONVERSION



D'un réservoir d'expansion sans membrane à un réservoir d'expansion à membrane

Titre du projet : _____ Date : _____

Emplacement : _____ N° modèle : _____

Personne-ressource : _____ Soumis le : _____

Ingénieur : _____ Approuvé par : _____

Entrepreneur : _____ Date d'approbation : _____

RENSEIGNEMENTS REQUIS

1. Calculez le volume du réservoir d'expansion d'acier sans membrane (tableau 2, p. 22) (1) _____ gal _____ L
2. Température de l'eau une fois le circuit rempli (2) _____ °F _____ °C
3. Température maximale de fonctionnement (3) _____ °F _____ °C
4. Pression minimale de fonctionnement (habituellement, la pression de remplissage) (4) _____ psi _____ kPa
5. Pression maximale de fonctionnement (10 % sous le seuil de la soupape de détente) (5) _____ psi _____ kPa

CALCUL DU VOLUME POUR DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE OU DE CLIMATISATION À CALOPORTEUR

6. Calculez le facteur d'acceptance à l'aide de la formule $(P_a \div P_f) (P_a \div P_0)$,
où P_a = Pression (atmosphérique)
 P_f = Pression de remplissage + pression atmosphérique
 P_0 = pression de fonctionnement + pression atmosphérique
et inscrivez le résultat. (6) _____
7. Inscrivez le volume du réservoir d'expansion d'acier sans membrane de la ligne (1). (7) _____ gal _____ L
8. Calculez le volume de l'eau en expansion.
Multipliez le résultat de la ligne (6) par celui de la ligne (7) et inscrivez la réponse. (8) _____ gal _____ L
9. À l'aide du tableau « Facteurs d'acceptance » (voir les pages 23 et 24), calculez et inscrivez le facteur d'acceptance. (9) _____
10. Divisez le résultat de la ligne (8) par celui de la ligne (9);
inscrivez le volume total du réservoir. (10) _____ gal _____ L

Ligne (8) _____, volume d'expansion de l'eau (volume toléré)

Ligne (10) _____, volume total du réservoir

SÉLECTION DU MODÈLE

Choisissez l'un des modèles de réservoirs d'expansion à partir de la table des réservoirs à vessie ou à membrane.

- Les modèles HGT (non-ASME) ou OT doivent respecter les critères des lignes (8) et (10).
- Les modèles AL ne doivent respecter que le critère de la ligne (10).

Dans le cas de systèmes de grande envergure, plusieurs réservoirs d'expansion peuvent être raccordés ensemble.

MISE EN GARDE: Le tableau « Facteur de dilatation » n'a été prévu que pour les systèmes utilisant l'eau comme caloporteur. Ajoutez 60 % au facteur de dilatation lorsqu'une solution moitié glycol, moitié eau est employée ou communiquez avec le représentant Calefactio de votre région si la concentration de la solution est différente. Plusieurs réservoirs d'expansion peuvent être raccordés ensemble.

Réservoirs hydropneumatiques – Série AFX

A) Fonction des réservoirs hydropneumatiques

Un réservoir hydropneumatique peut accomplir plusieurs fonctions. Dans une station de surpression, le réservoir alimente l'installation en eau durant les périodes de débit nul au cours des arrêts de la pompe où il peut fournir de l'eau pour compenser les fuites. Dans le cas d'un puits, le réservoir fournit la quantité d'eau requise au cours de la période qui s'écoule entre l'atteinte de la pression de fermeture de la pompe jusqu'à l'atteinte de la pression de mise en marche. S'il s'agit de la pompe d'un système d'arrosage ou d'irrigation, le réservoir fournit une sorte de tampon qui maintient la pression au niveau requis et empêche le démarrage trop fréquent de la pompe régulatrice de pression de type jockey. Dans tous les cas, la quantité d'eau que le réservoir doit stocker pour fournir l'installation à n'importe quel cycle se nomme l'abaissement du niveau. Il faut d'abord déterminer cet abaissement afin de pouvoir calculer correctement les dimensions du réservoir hydropneumatique.

Il existe deux formes de réservoirs hydropneumatiques, les **réservoirs sans membrane** et les **réservoirs avec membrane ou vessie**. Les deux types remplissent la même fonction dans une installation. Le réservoir à vessie est plus petit et requiert moins d'espace au sol, tandis que le coût d'achat initial du réservoir sans membrane est moins élevé. Le réservoir à vessie ou à membrane comporte une barrière de caoutchouc qui empêche tout contact entre l'eau et l'air, c'est ce contact qui justement favorise l'apparition d'un trop-plein dans un réservoir sans membrane. Les dimensions de ces deux types de réservoirs diffèrent et il faut prendre soin de choisir la procédure de dimensionnement qui convient le mieux.

B) Calcul de l'abaissement du niveau

EAU DE PUIITS – Dans une application de ce genre, la pompe alimente le réseau en eau et le réservoir hydropneumatique y remplit deux fonctions. Tout d'abord, il procure de l'eau à l'installation lorsque la pompe s'arrête et il empêche la pompe d'exécuter des cycles trop rapides.

Avant de sélectionner le format du réservoir hydropneumatique, il faut déterminer la façon dont l'installation fonctionne ainsi que la durée voulue du cycle de la pompe.

LA DURÉE DU CYCLE

La durée du cycle est la période écoulée entre les déclenchements de la pompe. Si la durée du cycle de la pompe doit être régulée par un réservoir hydropneumatique, il faut d'abord déterminer à quelle fréquence la pompe doit se mettre en marche. Il appartient au concepteur de prendre une décision à cet égard. Certains fabricants de pompes ou de moteurs recommandent que la pompe soit régulée de façon à ne pas se mettre en marche plus de six (6) fois l'heure. Pour choisir le réservoir hydropneumatique qui conviendra à cette installation, il faut tenir compte de deux aspects: la capacité de la pompe et les exigences de l'installation. Examinons ces deux aspects séparément.

Réservoirs hydropneumatiques – Série AFX

CAPACITÉ DE LA POMPE

Le format de la pompe est habituellement quelque peu supérieur aux exigences de l'installation et le réservoir hydropneumatique qui convient peut être choisi en fonction de la capacité de la pompe. Si on calcule que le cycle dure dix (10) minutes, on peut présumer que le cycle de plus courte durée sera déterminé en combinant le moment où la pompe fonctionne et où il n'y a aucune demande, suivi du moment où la demande est de 100 % et où la pompe est en arrêt. À partir de là, si la pompe est en service cinq (5) minutes sans demande de l'installation, toute l'eau s'écoulera dans le réservoir hydropneumatique et si la demande de l'installation s'élève alors à 100 % pendant les cinq (5) prochaines minutes et que la pompe s'arrête, toute l'eau s'écoulera hors du réservoir et l'installation sera prête à recommencer un nouveau cycle.

On peut donc conclure que la durée du cycle est de dix (10) minutes et que sa fréquence est de six (6) fois l'heure, mais comme il est possible de le deviner immédiatement, il est peu pratique d'imaginer une pompe fonctionnant sans qu'il y ait demande de l'installation ou une installation fonctionnant dès que la pompe s'arrête. Toutes les fois où la pompe et l'installation fonctionnent simultanément, la durée du cycle s'en trouve toujours accrue.

EXEMPLE

La capacité de la pompe est de 10 gallons la minute.
L'abaissement du niveau équivaldrait à 50 gallons.
La pompe se met en marche à une pression de 30 psi et elle s'arrête à 45 psi.
Un réservoir hydropneumatique à membrane d'une capacité totale de 200 gallons serait requis.*

DEMANDE DE L'INSTALLATION

Si la demande de l'installation est inférieure à la capacité de la pompe, il est possible de réduire le format du réservoir afin de tenir compte de cette différence.

EXEMPLE

La capacité de la pompe est de 10 gallons par minute.
La demande de l'Installation est de 5 gallons par minute.

Un cycle de dix (10) minutes donnerait lieu à un système dans lequel un total de cinquante (50) gallons par cycle serait nécessaire. La pompe d'une capacité de 10 gal./min fonctionnerait cinq (5) minutes et pomperait cinquante (50) gallons, ce qui donnerait lieu à un cycle d'une durée de quinze (15) minutes.

Comme on recherche un cycle de dix (10) minutes, il faudrait alors diviser la période de dix (10) minutes par la période de quinze (15) minutes pour obtenir un coefficient de 0,66666. $50 \times 0,66666 = 33,33$ gallons, soit la quantité nécessaire par cycle. Il s'agit de l'abaissement du niveau du réservoir dans cette application :

33,33 gal. = pompe d'une capacité de 10 gal. par minute
= 3,333 min. de durée de pompage

33,33 gal. = 5 gal. par minute en tant que demande de l'installation

= 6,666 min. (demande de l'installation) / cycle
Durée de cycle de 10 minutes

L'abaissement du niveau du réservoir est à présent de 33,33 gallons.

La pompe se met en marche à une pression de 30 psi et elle s'arrête à 45 psi.

Un réservoir à vessie hydropneumatique doté d'une capacité totale de 133 gallons serait nécessaire.*

*Consultez les fiches techniques appropriées pour obtenir les dimensions des réservoirs.

Réservoirs hydropneumatiques – Série AFX

C) Stations de surpression

Dans une station de surpression, le réservoir remplit de nombreuses fonctions.

(1) Le réservoir peut servir à régulariser l'apport d'eau à l'installation lorsque la distribution d'eau est irrégulière et que la pompe ne fonctionne pas en continu. Un immeuble de bureaux constitue un bon exemple d'endroit où il est impossible d'établir avec précision les tendances en matière de demande en eau. Pour déterminer l'abaissement du niveau d'eau dans cette application, il faudrait suivre la même méthode que dans le cas d'un puits.

(2) Le réservoir peut également alimenter l'installation en eau lorsque la pompe doit être arrêtée pendant des périodes prolongées, comme durant la nuit où personne ne se trouve normalement dans l'immeuble. L'abaissement du niveau d'eau serait déterminé en évaluant la demande prévue exigée de l'installation de surpression pendant une période d'arrêt, une fuite de l'installation (robinets qui fuient), l'entretien de l'édifice (personnel remplissant des seaux d'eau) ou l'utilisation des cabinets (chasse d'eau).

Si l'installation décrite au point 1 est suffisamment imposante, comme dans une école, le fait de contrôler la période de marche à l'aide d'une minuterie permettrait de réduire le format du réservoir nécessaire. Dans ces circonstances, la pompe fonctionne constamment alors que la demande est assez constante, mais lorsque l'immeuble est inoccupé durant la nuit, la minuterie permettrait à la station de surpression de fonctionner de la manière indiquée au point deux ci-dessus. Il est possible de déterminer ensuite l'abaissement du niveau en se servant de la demande de nuit prévue.

(3) Dans les systèmes de pompage à vitesse variable, la pression et le débit d'eau sont régulés au moyen d'une pompe de surpression et le réservoir hydropneumatique ne sert que lorsque la pompe s'arrête en raison d'un débit nul. Le réservoir alimente alors l'installation en eau si elle fuit, ce qui empêche les démarrages trop fréquents de la pompe. Pour que le réservoir fonctionne, il faut qu'il existe une différence de pression entre la pression d'arrêt de la pompe et la pression de déclenchement de celle-ci. En tenant compte de cette différence de pression et de l'abaissement du niveau requis du volume, la dimension du réservoir hydropneumatique peut être calculée correctement.

D) Systèmes d'arrosage

Nombre de systèmes d'extinction des feux automatique incluent une pompe régulatrice de pression de type jockey qui maintient l'installation à la pression requise. Si l'installation fuit, il est possible que la pompe régulatrice de pression de type jockey commence à se déclencher trop fréquemment puisque l'eau n'est pas compressible. En installant un réservoir hydropneumatique au-delà de la pompe régulatrice de pression de type jockey, on fournit un tampon qui empêchera le déclenchement trop fréquent de la pompe tout en maintenant le système à la pression désirée. L'abaissement du niveau est calculé d'après le débit de fuite acceptable.

E) Systèmes d'irrigation

Dans le cas de cette application, on utilise les mêmes critères que ceux applicables à un système d'arrosage, tels que décrits ci-dessus. Le dimensionnement du réservoir hydropneumatique suit les mêmes règles. Cependant, une pompe régulatrice de pression de type jockey peut fournir de l'eau au réseau de distribution ponctuellement.

RÉSERVOIRS HYDROPNEUMATIQUES



Calcul du volume d'un réservoir hydropneumatique

Titre du projet : _____

Date : _____

Emplacement : _____

N° modèle : _____

Personne-ressource : _____

Soumis le : _____

Ingénieur : _____

Approuvé par : _____

Entrepreneur : _____

Date d'approbation : _____

RENSEIGNEMENTS REQUIS

1. Vidange (le réservoir doit fournir) (1) _____ gal _____ L
2. Pression minimale (pression de mise en marche de la pompe) (2) _____ psi _____ kPa
3. Pression maximale (pression de fermeture de la pompe) (3) _____ psi _____ kPa

SÉLECTION D'UN MODÈLE : RÉSERVOIR À VESSIE

4. Inscrivez la capacité de vidange requise de la ligne (1). (4) _____ gal _____ L
5. À l'aide du tableau « Facteurs d'acceptance » (voir les pages 63 et 64), calculez et inscrivez le facteur d'acceptance. (5) _____
6. Divisez le résultat de la ligne (4) par celui de la ligne (5), inscrivez le volume total du réservoir. (6) _____ gal _____ L

TIRÉ DE L'EXEMPLE PRÉSENTÉ À LA PAGE 60

- | | |
|---|----------------|
| 1. Vidange..... | 50 gal |
| 2. Pression minimale | 30 psi |
| 3. Pression maximale | 45 psi |
| 4. Vidange (chiffre de la ligne 1) | 50 gal |
| 5. Facteur d'acceptance | 0,251 |
| 6. Divisez le résultat de la ligne 4 par celui de la ligne 5,
inscrivez le volume total du réservoir | 199,20 gallons |

TABLEAU FACTEURS D'ACCEPTANCE



Utilisez un manomètre

P. Pression opérat. max.		P _f – Pression de service minimale au niveau du réservoir (psig)/kPa											
psig	kPa	5 34,5	10 68,9	12 82,7	15 103,4	20 137,9	25 172,4	30 206,8	35 241,3	40 275,8	45 310,3	50 344,7	55 379,2
10	68,9	0,202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	82,7	0,262	0,075	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	103,4	0,337	0,168	0,101	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	137,9	0,432	0,288	0,231	0,144	-	-	-	-	-	-	-	-
25	172,4	0,504	0,378	0,328	0,252	0,126	-	-	-	-	-	-	-
27	186,1	0,527	0,408	0,360	0,288	0,168	-	-	-	-	-	-	-
30	206,8	0,560	0,447	0,403	0,336	0,224	0,112	-	-	-	-	-	-
35	241,3	0,604	0,503	0,463	0,403	0,302	0,202	0,101	-	-	-	-	-
40	275,8	0,640	0,548	0,512	0,457	0,366	0,274	0,183	0,091	-	-	-	-
45	310,3	0,670	0,586	0,553	0,503	0,419	0,335	0,251	0,168	0,084	-	-	-
50	344,7	0,696	0,618	0,587	0,541	0,464	0,386	0,309	0,232	0,155	0,078	-	-
55	379,2	0,717	0,646	0,617	0,574	0,502	0,430	0,359	0,287	0,215	0,144	0,072	-
60	413,7	0,736	0,669	0,643	0,602	0,536	0,469	0,402	0,335	0,268	0,201	0,134	0,067
65	448,2	0,753	0,690	0,665	0,627	0,565	0,502	0,439	0,376	0,314	0,251	0,188	0,125
70	482,6	0,767	0,708	0,685	0,649	0,590	0,531	0,472	0,413	0,354	0,295	0,236	0,177
75	517,1	0,780	0,725	0,702	0,669	0,613	0,558	0,502	0,446	0,390	0,333	0,279	0,223
80	551,6	0,792	0,739	0,718	0,686	0,634	0,581	0,528	0,475	0,422	0,370	0,317	0,264
85	586,1	0,802	0,752	0,732	0,702	0,652	0,602	0,552	0,502	0,451	0,401	0,351	0,301
90	620,5	0,812	0,764	0,745	0,716	0,669	0,621	0,573	0,525	0,478	0,430	0,382	0,335
95	655,0	0,820	0,775	0,757	0,729	0,684	0,638	0,593	0,547	0,501	0,456	0,410	0,365
100	689,5	0,828	0,785	0,767	0,741	0,698	0,654	0,610	0,567	0,523	0,479	0,436	0,392
105	723,9	0,835	0,794	0,777	0,752	0,710	0,668	0,626	0,585	0,543	0,501	0,459	0,418
110	758,4	0,842	0,802	0,786	0,762	0,723	0,682	0,642	0,601	0,561	0,521	0,481	0,441
115	792,9	0,848	0,810	0,794	0,771	0,734	0,694	0,655	0,617	0,578	0,540	0,501	0,463
120	827,4	0,854	0,817	0,802	0,780	0,742	0,705	0,668	0,631	0,594	0,557	0,520	0,483
125	861,8	0,859	0,823	0,809	0,787	0,752	0,716	0,680	0,644	0,608	0,573	0,537	0,501
130	896,3	0,864	0,829	0,815	0,795	0,760	0,726	0,691	0,657	0,622	0,586	0,553	0,519
135	930,8	0,868	0,835	0,822	0,802	0,768	0,735	0,701	0,668	0,635	0,601	0,563	0,534
140	965,3	0,873	0,840	0,827	0,808	0,776	0,743	0,711	0,679	0,647	0,614	0,582	0,550
145	965,3	0,877	0,845	0,833	0,814	0,783	0,751	0,720	0,689	0,658	0,626	0,595	0,564
150	1034,2	0,880	0,850	0,838	0,820	0,789	0,759	0,729	0,699	0,668	0,638	0,608	0,577
155	1068,7	0,884	0,854	0,843	0,825	0,795	0,766	0,736	0,707	0,677	0,648	0,618	0,589
160	1103,2	0,887	0,859	0,847	0,830	0,801	0,773	0,744	0,716	0,687	0,658	0,630	0,601
165	1137,6	0,890	0,863	0,851	0,835	0,807	0,779	0,751	0,724	0,696	0,668	0,640	0,612
170	1172,1	0,893	0,866	0,855	0,839	0,812	0,785	0,758	0,731	0,704	0,677	0,649	0,622
175	1206,6	0,896	0,870	0,859	0,843	0,817	0,791	0,764	0,738	0,711	0,685	0,659	0,632
180	1241,1	0,899	0,873	0,863	0,847	0,822	0,796	0,770	0,745	0,719	0,693	0,668	0,642
185	1275,5	0,901	0,876	0,866	0,851	0,826	0,801	0,776	0,751	0,726	0,701	0,676	0,651
190	1310,0	0,904	0,879	0,870	0,855	0,831	0,806	0,782	0,757	0,733	0,709	0,684	0,660
195	1344,5	0,906	0,882	0,873	0,858	0,835	0,811	0,787	0,763	0,739	0,716	0,692	0,668
200	1379,0	0,908	0,885	0,876	0,862	0,838	0,815	0,792	0,768	0,745	0,722	0,699	0,675
205	1413,4	0,910	0,888	0,878	0,865	0,842	0,819	0,796	0,774	0,751	0,728	0,705	0,682
210	1447,9	0,912	0,890	0,881	0,868	0,845	0,823	0,801	0,779	0,756	0,734	0,712	0,689
215	1482,4	0,914	0,892	0,884	0,871	0,849	0,827	0,805	0,783	0,762	0,740	0,718	0,696
220	1516,8	0,916	0,895	0,886	0,873	0,852	0,831	0,810	0,788	0,767	0,746	0,724	0,703
225	1551,3	0,918	0,897	0,889	0,876	0,855	0,834	0,813	0,792	0,772	0,751	0,730	0,709
230	1585,8	0,919	0,899	0,891	0,879	0,858	0,838	0,817	0,797	0,777	0,756	0,736	0,715
235	1620,3	0,921	0,901	0,893	0,881	0,861	0,841	0,821	0,801	0,780	0,760	0,740	0,720
240	1654,7	0,923	0,903	0,895	0,883	0,864	0,844	0,825	0,805	0,785	0,766	0,746	0,727
245	1654,7	0,924	0,905	0,897	0,886	0,866	0,847	0,828	0,808	0,789	0,770	0,751	0,731
250	1723,7	0,926	0,907	0,899	0,888	0,869	0,850	0,831	0,812	0,793	0,774	0,755	0,737

TABLEAU FACTEURS D'ACCEPTANCE



Utilisez un manomètre

(P _o) Pression opérat. max.		P _f – Pression de service minimale au niveau du réservoir (psig)/kPa											
psig	kPa	60 413,7	65 448,2	70 482,6	75 517,1	80 551,6	85 586,1	90 620,5	95 655,0	100 689,5	105 723,9	110 758,4	115 792,9
60	413,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	448,2	0,062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	482,6	0,118	0,059	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	517,1	0,167	0,111	0,056	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	551,6	0,211	0,158	0,106	0,053	-	-	-	-	-	-	-	-
85	586,1	0,251	0,201	0,151	0,101	0,050	-	-	-	-	-	-	-
90	620,5	0,287	0,239	0,191	0,143	0,096	0,048	-	-	-	-	-	-
95	655,0	0,319	0,273	0,228	0,182	0,137	0,091	0,045	-	-	-	-	-
100	689,5	0,347	0,305	0,261	0,218	0,174	0,131	0,087	0,043	-	-	-	-
105	723,9	0,376	0,334	0,292	0,250	0,208	0,167	0,125	0,083	0,041	-	-	-
110	758,4	0,401	0,361	0,321	0,281	0,241	0,200	0,160	0,120	0,080	0,040	-	-
115	792,9	0,424	0,386	0,347	0,309	0,270	0,232	0,193	0,155	0,116	0,007	0,039	-
120	827,4	0,446	0,408	0,371	0,334	0,297	0,260	0,223	0,186	0,149	0,111	0,074	0,037
125	861,8	0,465	0,429	0,394	0,358	0,322	0,286	0,250	0,215	0,179	0,143	0,107	0,071
130	896,3	0,484	0,450	0,415	0,381	0,346	0,312	0,277	0,243	0,208	0,173	0,138	0,104
135	930,8	0,501	0,468	0,439	0,401	0,367	0,334	0,301	0,267	0,234	0,200	0,167	0,134
140	965,3	0,517	0,485	0,453	0,420	0,388	0,356	0,324	0,291	0,259	0,226	0,194	0,162
145	999,7	0,532	0,501	0,470	0,438	0,407	0,376	0,344	0,313	0,282	0,250	0,219	0,188
150	1034,2	0,547	0,517	0,486	0,456	0,426	0,396	0,365	0,335	0,305	0,273	0,243	0,213
155	1068,7	0,559	0,530	0,500	0,471	0,441	0,412	0,382	0,353	0,323	0,295	0,265	0,236
160	1103,2	0,573	0,544	0,515	0,487	0,458	0,430	0,401	0,372	0,344	0,315	0,286	0,258
165	1137,6	0,585	0,557	0,529	0,501	0,473	0,446	0,418	0,390	0,362	0,334	0,306	0,278
170	1172,1	0,595	0,568	0,541	0,514	0,487	0,460	0,433	0,406	0,378	0,352	0,325	0,298
175	1206,6	0,606	0,579	0,553	0,527	0,500	0,474	0,447	0,421	0,395	0,369	0,343	0,316
180	1241,1	0,616	0,590	0,565	0,539	0,513	0,488	0,462	0,436	0,411	0,385	0,360	0,334
185	1275,5	0,626	0,601	0,576	0,551	0,526	0,501	0,476	0,451	0,426	0,401	0,376	0,351
190	1310,0	0,635	0,611	0,587	0,562	0,538	0,513	0,489	0,465	0,440	0,415	0,391	0,366
195	1344,5	0,644	0,620	0,597	0,573	0,549	0,525	0,501	0,478	0,454	0,429	0,405	0,381
200	1379,0	0,652	0,629	0,605	0,582	0,559	0,535	0,512	0,489	0,466	0,443	0,419	0,396
205	1413,4	0,660	0,637	0,614	0,591	0,568	0,546	0,523	0,450	0,477	0,455	0,432	0,410
210	1447,9	0,667	0,645	0,622	0,600	0,578	0,556	0,533	0,510	0,489	0,467	0,445	0,423
215	1482,4	0,674	0,653	0,631	0,609	0,587	0,565	0,544	0,522	0,500	0,479	0,457	0,435
220	1516,8	0,682	0,660	0,639	0,618	0,597	0,575	0,554	0,533	0,511	0,490	0,469	0,447
225	1551,3	0,688	0,667	0,646	0,625	0,604	0,583	0,563	0,542	0,521	0,501	0,478	0,459
230	1585,8	0,695	0,675	0,654	0,634	0,613	0,593	0,573	0,552	0,532	0,511	0,490	0,470
235	1620,3	0,700	0,680	0,660	0,640	0,620	0,600	0,579	0,559	0,539	0,521	0,501	0,481
240	1654,7	0,707	0,687	0,668	0,648	0,629	0,609	0,589	0,570	0,550	0,530	0,510	0,491
245	1689,2	0,712	0,693	0,673	0,654	0,635	0,615	0,596	0,577	0,558	0,539	0,520	0,501
250	1723,7	0,718	0,699	0,680	0,661	0,642	0,623	0,604	0,585	0,566	0,548	0,529	0,510

$$\text{Facteur d'acceptance} = 1 - \frac{P_f}{P_o}$$

P_f = la pression minimale absolue, P_o = la pression maximale absolue