

DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement des réducteurs de pression prévoit essentiellement les étapes suivantes :

- **calcul du débit de projet** ; le débit effectivement nécessaire aux points de puisage varie énormément en fonction du nombre d'appareils et du type de bâtiment. Il faudra donc calculer cette valeur avec précision pour obtenir le dimensionnement correct ;
- **calcul de la vitesse** ; pour garantir un fonctionnement précis et silencieux du réducteur, la vitesse de l'eau doit respecter certaines valeurs (indiquées plus loin) en fonction du débit de projet estimé.

Calcul du débit de projet

Rappelons que l'on obtient le débit de projet à partir du débit total et du bon facteur de simultanéité. Il n'existe aucune norme ou critère spécifique pour dimensionner les réducteurs de pression mais il est conseillé de tenir compte d'un coefficient de simultanéité pour ces dispositifs afin d'éviter de les surdimensionner et pour garantir leur fonctionnement optimal.

Le choix du coefficient de simultanéité dépend de plusieurs facteurs, à savoir :

- le type de point de puisage ;
- la quantité et le type d'appareils.

Sachant que les critères de simultanéité se basent sur les probabilités, les méthodes possibles risquent de présenter des différences et peuvent être plus ou moins précises ou prudentes en fonction de chaque cas. L'adoption ou pas du critère de simultanéité est confiée au responsable de projet. Le DTU60.11 donne la formule suivante :

$$S = (0,8 / (N-1)^{0,5}) \times C_m \quad \text{où :}$$

N est le nombre total de points de puisage.

C_m est le coefficient de majoration selon la destination du bâtiment considéré. En règle générale, on convient d'un coefficient de majoration de 1 pour usages normales (ex. logements), de 1,25 pour usages importants (ex. hôtels), et de 1,5 pour usages intensifs (ex. gymnases).

On obtient le débit total en fonction du type d'appareils et du débit unitaire (voir tableau) :

$$Q_{total} = n \cdot Q_{évier} + n \cdot Q_{bidet} + \dots$$

où n est le nombre d'appareils pour chaque catégorie.

Type appareil	Débit unit. (l/min)	Type appareil	Débit unit. (l/min)
évier	12	baignoire	20
lavabo	12	chasse d'eau	7
bidet	12	lave-linge	12
douche	12	lave-vaisselle	6

Débit unitaire des appareils selon DTU60.11

Si l'on dispose du facteur de simultanéité, on obtient le débit de projet de la façon suivante :

$$Q_{projet} = S_{simultanéité} \cdot Q_{total}$$

Normalement, après avoir obtenu la valeur du débit total, on obtient le débit de projet à partir des graphiques ou des tableaux faisant partie de la littérature technique ou des normes. Pour cela, consulter le DTU60.11 et le guide « Calculs Pratiques de Plomberie Sanitaire » (G.Dubreuil-A. Giraud, éditions parisiennes 2008).

Calcul de la vitesse

Pour éviter toute situation bruyante et l'usure rapide des appareils de distribution, il convient que **la vitesse de l'eau dans les conduits ne dépasse pas la valeur limite de 2 m/s pour les canalisations en sous-sol ou locaux techniques, de 1,5 m/s dans les colonnes montantes, et 1 m/s pour les branchements d'étages (DTU60.11).** Rappelons que la valeur de la vitesse du flux dépend du débit effectif et de la section du conduit, selon la relation :

$$v = \frac{10^3 \cdot 4}{60 \cdot \pi} \cdot \frac{Q_{projet}}{DN^2}$$

où

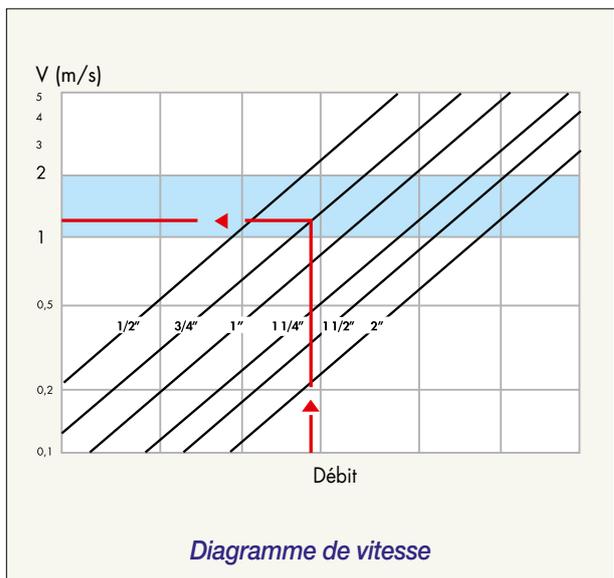
- v = vitesse du flux [m/s]
- Q_{PROJET} = débit du fluide [l/min]
- DN = diamètre nominal [mm]

Un intervalle de vitesse de flux conseillé, sauf restrictions précises, peut être :

$$1 \text{ m/s} < v < 2 \text{ m/s}$$

Il suffira ensuite de choisir la dimension du réducteur de pression afin d'obtenir une vitesse de flux comprise dans l'intervalle indiqué.

Le calcul analytique peut être remplacé par des diagrammes comme ceux qui sont représentés ci-dessous.



RAPPORT DE RÉDUCTION ET DE CAVITATION

Rapport de réduction

Le rapport de réduction d'un réducteur de pression correspond au rapport entre la pression en amont (P_M) et la pression en aval (P_V) ou pression réduite.

Exemple :

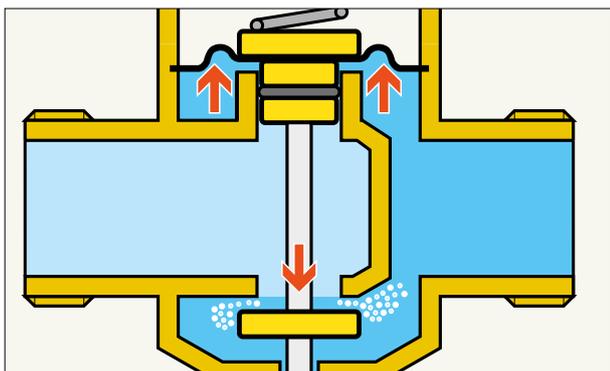
pression en amont $P_M = 15 \text{ bar}$

pression en aval $P_V = 3 \text{ bar}$

le rapport de réduction est $15:3 = 5:1$.

Cavitation

Le phénomène de la cavitation, typique des installations hydrauliques, se manifeste à travers la formation de petites bulles de vapeur dont l'implosion rapide risque d'endommager les canalisations et les composants.



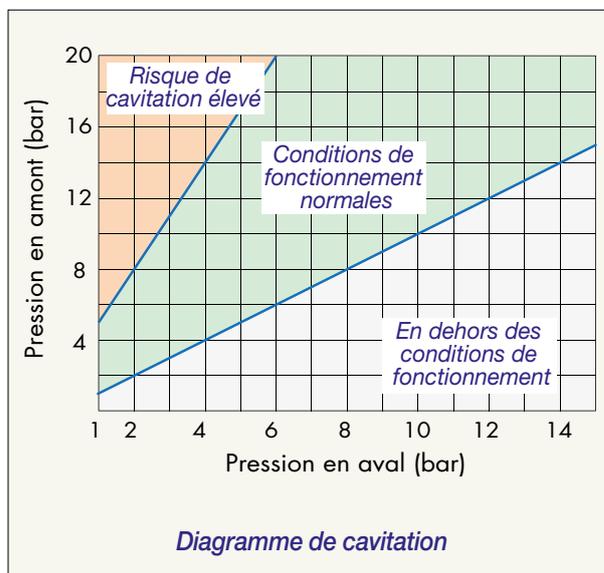
Si le **rapport de réduction** entre la pression en amont (P_M) et la pression réduite (P_V) est **trop important**, l'eau présente dans le réducteur, entre l'obturateur et son siège, s'écoule à une vitesse élevée qui fait chuter localement la pression jusqu'à atteindre la pression de vapeur saturante du liquide.

Cette condition modifie la phase du liquide qui passe directement à la phase gazeuse, avec la formation de bulles (cavités) contenant de la vapeur ; le phénomène est accentué par la présence d'air dissout dans l'eau.

L'explosion de ces bulles détermine des fluctuations de pression chargées d'énergie qui, additionnée à la vitesse élevée de l'eau dans l'espace entre le siège et l'obturateur, peut compromettre prématurément les composants présents à l'intérieur du réducteur de pression.

Diagramme de cavitation

Pour réduire le plus possible le risque de cavitation à l'intérieur du réducteur, ce qui pourrait entraîner un dysfonctionnement avec risque d'érosion sur la zone d'étanchéité, de vibrations et de bruits, il est vivement conseillé de faire référence aux conditions de travail indiquées sur le diagramme de cavitation.



- **Zone rouge** : le rapport de réduction entre amont et aval est trop élevé et il est fort possible que le phénomène de cavitation se déclenche.
- **Zone verte** : le réducteur intervient avec un rapport de réduction correct et donc sans phénomène de cavitation.
- **Zone grise** : zone dans laquelle le réducteur ne peut pas fonctionner du fait que la pression en amont est inférieure à la pression en aval (réduite).

À cause des nombreux facteurs et des nombreuses variations des conditions d'exercice, à savoir :

- pression du circuit
- température
- présence d'air
- débit et vitesse

qui pourraient influencer le comportement du réducteur de pression, il est conseillé de stabiliser le rapport entre la pression en amont et la pression en aval sur des valeurs oscillant entre 2:1 et 3:1 (**rapport limite de réduction**).

Exemple :

pression en amont $P_M = 10 \text{ bar}$

pression en aval $P_V = 5 \text{ bar}$

le rapport de réduction est $10:5 = 2:1$.

Dans ces conditions, le risque de cavitation est pratiquement nul.

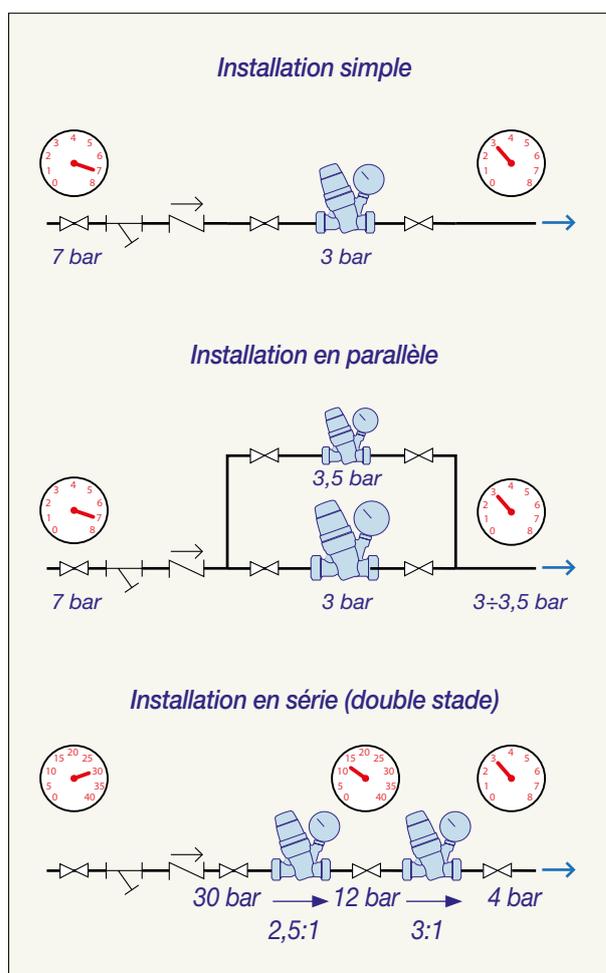
TYPES D'INSTALLATION

Les réducteurs de pression sont généralement installés sur l'entrée du réseau, pour réduire la pression de l'eau provenant du réseau public, immédiatement avant le compteur volumétrique du logement.

Si le réseau à desservir est particulièrement étendu, un seul réducteur à l'entrée ne suffira pas. Prévoir plusieurs réducteurs le long de la canalisation pour garantir la bonne pression sur tous les logements.

Les configurations les plus communément utilisées sont :

- **installation simple.** Configuration prévue lorsque le rapport de réduction est inférieur à 3:1, condition recommandée pour éviter le phénomène de cavitation ;
- **installation en parallèle.** Configuration prévue lorsque le débit requis par les dérives est très variable et peut atteindre des valeurs nettement au-dessous de celles de projet ; elle garantit une pression stable en aval même lorsque le débit est faible ;
- **installation en série (double stade).** Configuration prévue lorsque la pression initiale est élevée, lorsque le rapport de réduction est supérieur à 3:1 ou lorsque la pression en entrée oscille énormément.



RÉDUCTEURS EN PARALLÈLE

Le dimensionnement d'un réducteur en fonction de son débit maximum peut présenter des problèmes si le débit requis est faible.

Dans ce cas, le réducteur serait obligé de fonctionner en-dehors de sa plage de service optimale, avec l'obturateur quasiment fermé et il pourrait ne pas être en mesure de stabiliser correctement la pression de sortie, créant ainsi des fluctuations.

Pour éviter ce problème, il convient d'installer deux réducteurs de pression en parallèle selon la logique suivante :

- un réducteur principal, dimensionné en fonction du débit de projet ;
- un réducteur en by-pass, réglé avec environ 0,5 ÷ 0,7 bar de plus par rapport au tarage du réducteur principal et dimensionné en fonction du débit minimum requis par le réseau.

Pour calculer le **débit de projet**, consulter le DTU60.11 aux chapitres qui expliquent les étapes de calcul et citent les normes de référence.

Le **débit minimum requis** peut raisonnablement arriver à **20 ÷ 30%** du débit de projet.

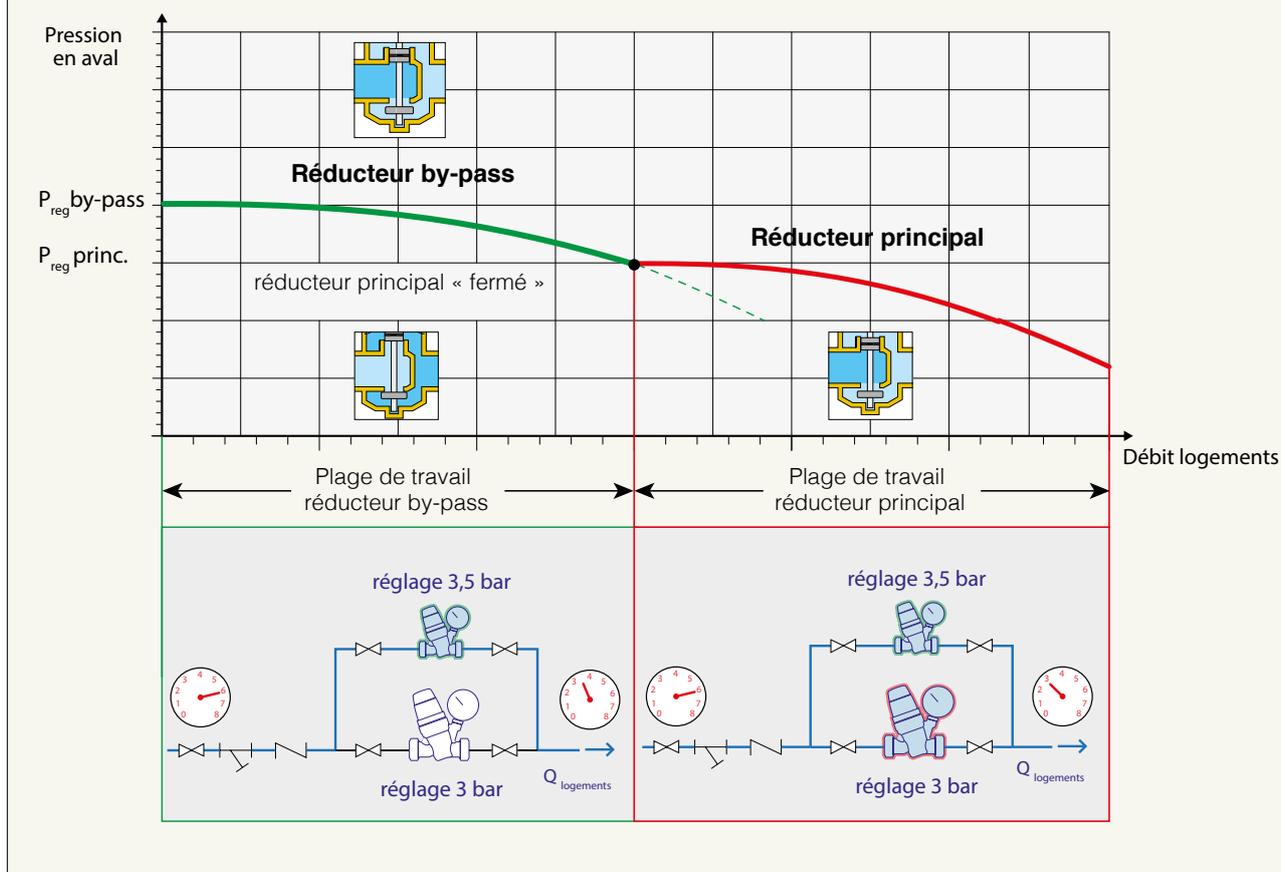
Le schéma ci-après représente graphiquement le fonctionnement des deux réducteurs en parallèle.

Lorsque le débit aux dérives est **faible**, le réducteur en by-pass s'avère suffisant car sa pression de tarage est plus élevée par rapport au réducteur principal.

Lorsque les dérives exigent un **débit plus important**, dépassant une certaine valeur, le réducteur principal intervient lui aussi, selon la logique suivante :

- lorsque le débit augmente, la pression en aval diminue sous l'effet de la perte de charge qui augmente à l'intérieur du réducteur en by-pass ;
- le réducteur principal commence à fonctionner (son obturateur s'ouvre) lorsque la pression en aval atteint sa valeur de tarage.

Fonctionnement des réducteurs en parallèle



Exemple de dimensionnement

Dimensionner un réducteur de pression d'étage présentant les caractéristiques suivantes :

- doit desservir 4 appartements (dont les points de puisage sont décrits dans le tableau suivant) ;
- la pression de tarage requis pour les points de puisage correspond à 3 bar.

Type d'appareil	Qté	Débit unitaire
évier de cuisine	4	12 l/min
lavabo	4	12 l/min
bidet	4	12 l/min
douche	4	12 l/min
chasse d'eau	4	7 l/min
lave-linge	4	12 l/min
lave-vaisselle	4	6 l/min
Débit total		292 l/min
Débit de projet		45 l/min

calculé selon DTU60.11

$$V = \frac{10^3 \cdot 4}{60 \cdot \pi} \cdot \frac{45}{25^2} = 1,5 \text{ m/s}$$

Lorsque le débit requis est faible, on peut raisonnablement considérer que le débit minimum correspond à 20÷30 % du débit de projet, à savoir :

$$Q_{min} = 30\% \cdot Q_{projet} = 13,5 \text{ l/min}$$

Cette valeur permet de dimensionner le réducteur en by-pass selon la même procédure : pour obtenir une vitesse comprise entre 1 et 2 m/s, la taille du réducteur doit être DN 15.

$$V = \frac{10^3 \cdot 4}{60 \cdot \pi} \cdot \frac{13,3}{15^2} = 1,27 \text{ m/s}$$

Pour fonctionner correctement, le réducteur en by-pass doit être étalonné à une pression dépassant de 0,5÷0,7 bar la valeur de tarage du réducteur principal.

$P_{reg\ principal} = 3 \text{ bar}$
 $P_{reg\ by-pass} = 3,5 \text{ bar}$

Après avoir obtenu le débit de projet, calculer la vitesse du flux à partir de la formule indiquée page 20 : pour obtenir une vitesse comprise entre 1 et 2 m/s, la taille du réducteur primaire doit être DN 25.

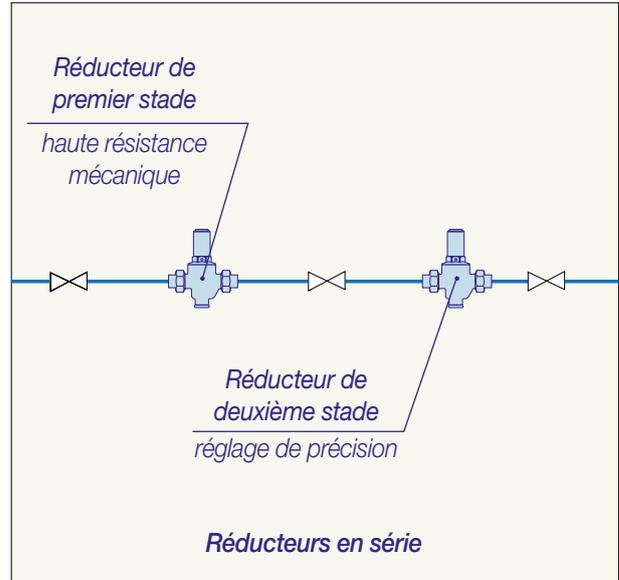
RÉDUCTEURS EN SÉRIE

Si le rapport de réduction dépasse la limite conseillée ou la pression de projet de l'installation, il convient de prévoir :

- un **réducteur de premier stade** pour obtenir une première réduction de la pression ;
- un **réducteur de deuxième stade**, installé en série au premier, pour obtenir la pression souhaitée.

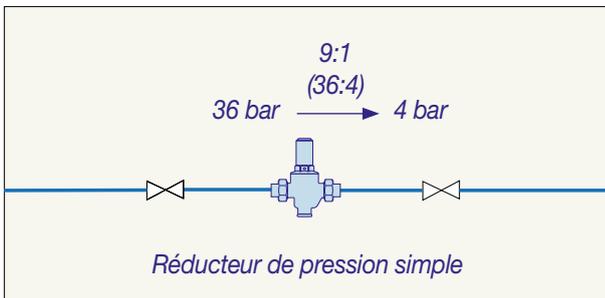
D'une manière générale, le réducteur de premier stade peut être un dispositif dont le réglage est moins sophistiqué mais il devra présenter d'excellentes qualités de résistance mécanique du fait qu'il devra supporter les crêtes et les écarts de pression du réseau.

Le réducteur de deuxième stade est moins influencé par les crêtes et les fluctuations de pression du fait qu'il est protégé par le réducteur de premier stade. Il doit cependant garantir une pression régulière vers les points de puisage.

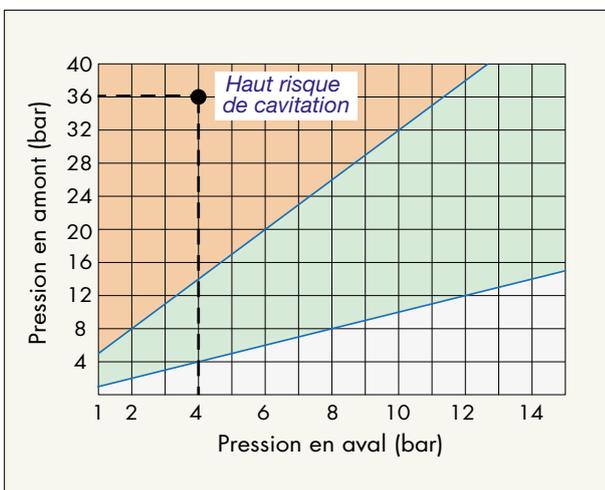


Exemple de dimensionnement

Si la pression disponible en amont correspond à 36 bar, l'arrivée d'eau doit assurer une pression de 4 bar. Le rapport de réduction qui en découle est donc 9:1, nettement au-dessus de la valeur limite de 3:1.

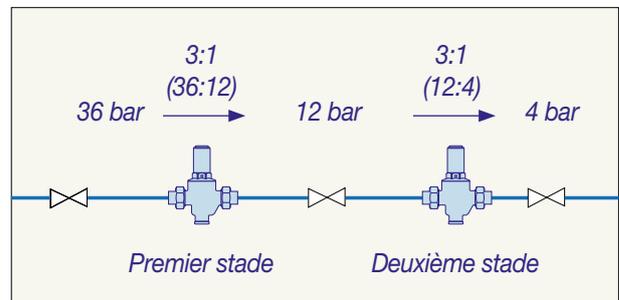


Comme le montre le diagramme ci-après, un seul réducteur de pression réglé sur 4 bar n'est pas suffisant car il intervient dans la zone rouge, et donc en condition de cavitation.

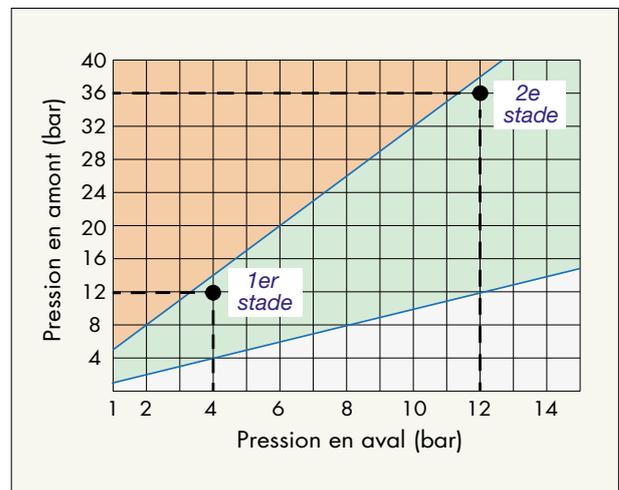


Le dimensionnement correct prévoit l'utilisation de deux réducteurs de pression en série.

Le réducteur de premier stade peut être réglé sur 12 bar, avec un rapport de réduction de 3:1 (36:12). Un réducteur de deuxième stade réglé sur 4 bar monté en série sur le premier peut intervenir avec un rapport de réduction de 3:1 (12:4).

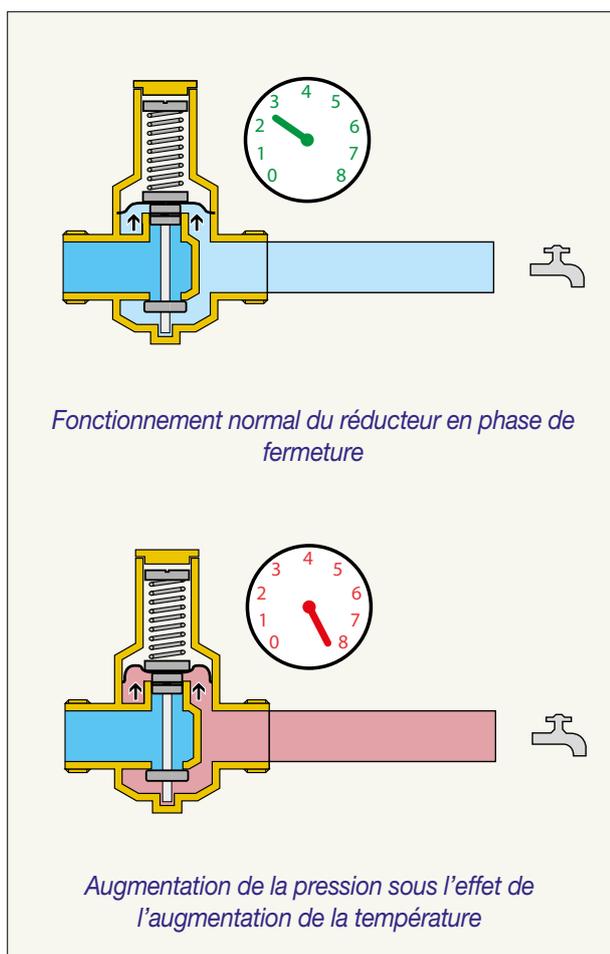
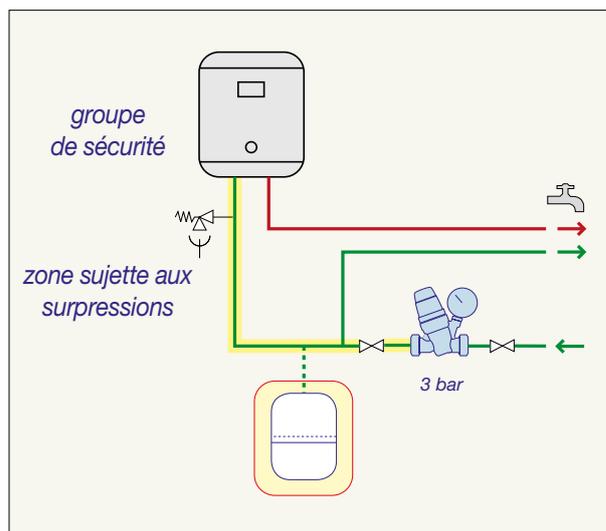


De cette façon, les deux réducteurs fonctionnent à l'intérieur de la plage de travail optimale.



PROTECTION CONTRE LES SURPRESSIONS EN AVAL DU RÉDUCTEUR

Si la pression en aval du réducteur augmente, celui-ci fonctionnera comme un clapet anti-retour. Pour mieux comprendre ce comportement, faire référence à l'image ci-dessous qui montre bien qu'une pression élevée en aval entraîne la fermeture de l'obturateur du réducteur de pression du fait qu'elle force la membrane. De cette manière, l'eau reste bloquée entre le robinet de puisage et le réducteur. Si le volume d'eau augmente sous l'effet d'une hausse de la température, la pression augmente, ce qui risque, dans la plupart des cas, de rompre les membranes des réducteurs.

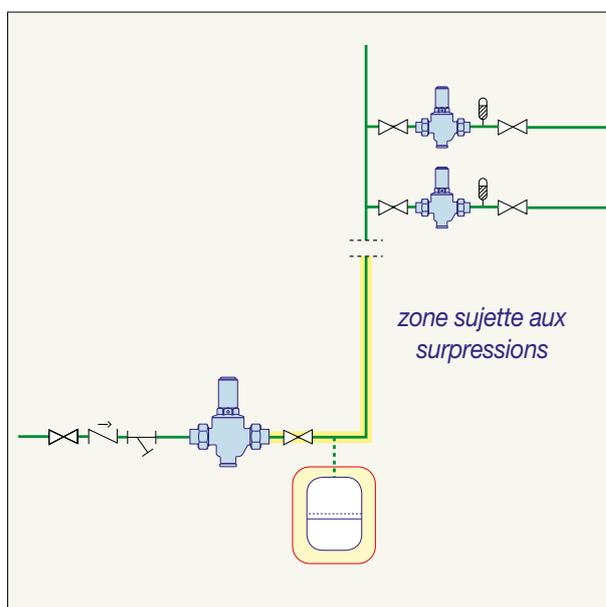


La pression peut également augmenter sur les grandes installations qui disposent généralement de plusieurs réducteurs montés en série. Dans ce cas, si les deux réducteurs sont proches, ce qui revient à dire que le conduit intermédiaire ne contient pas beaucoup d'eau, les dilatations peuvent être absorbées par les canalisations. Au contraire, si la distance augmente entre les deux réducteurs (cas des grands réseaux de distribution), les dilatations risquent de rompre les membranes.

Sur les **installations de moyennes-grandes dimensions**, la pression augmente à proximité du générateur de chaleur mais aussi le long des canalisations lorsque l'eau qui les traverse est réchauffée.

Ce cas se présente sur les réseaux particulièrement longs équipés d'un double réducteur et dont les canalisations peuvent être exposées à la chaleur directe du soleil ou autres.

Tout comme pour les installations de petite taille, il est possible de résoudre ce problème en installant des vases d'expansion.



Généralement, la pression en aval du réducteur des installations de **petites dimensions** augmente du fait de la présence d'un chauffe-eau.

La pression n'arrive pas à « s'échapper » car, en l'absence de demande aux points de puisage, le réducteur reste fermé. Dans ce cas, il faut installer, entre le réducteur et le ballon, un vase d'expansion sanitaire à circulation d'eau (problèmes légionelles) afin de compenser l'augmentation de pression. Rappel : la présence d'un groupe de sécurité NF est obligatoire sur un chauffe-eau. Il doit être manoeuvré une fois par mois pour éviter le blocage (voir DTU60.11).