

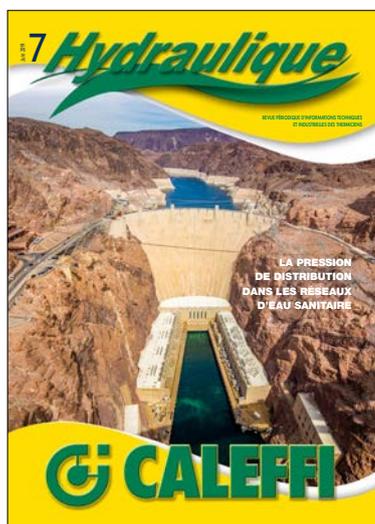
Juin 2019

# 7 *Hydraulique*

REVUE PÉRIODIQUE D'INFORMATIONS TECHNIQUES  
ET INDUSTRIELLES DES THERMiciens

**LA PRESSION  
DE DISTRIBUTION  
DANS LES RÉSEAUX  
D'EAU SANITAIRE**

**G CALEFFI**



Directeur de la publication :  
Mattia Tomasoni

Responsable de la Rédaction :  
Fabrizio Guidetti

Ont collaboré à ce numéro :

- Jérôme Carlier
- Elia Cremona
- Alessandro Crimella
- Domenico Mazzetti
- Roland Meskel
- Renzo Planca
- Alessia Soldarini

Hydraulique est une publication  
éditée par Caleffi France

Imprimé par :  
Poligrafica Moderna - Novara - Italie

Dépôt légal : juin 2019  
ISSN 1769-0609

**CALEFFI S.P.A.**  
S.R. 229, n.25  
28010 Fontaneto d'Agogna (NO)  
Tel. +39 0322 8491  
Fax +39 0322 863723  
info@caleffi.com  
www.caleffi.com

**CALEFFI FRANCE**  
45 Avenue Gambetta  
26 000 Valence  
Tel. +33 (0)4 75 59 95 86  
infos.france@caleffi.fr  
www.caleffi.fr

**CALEFFI INTERNATIONAL N.V.**  
Moesdijk 10-12  
P.O. BOX 10357 - 6000 GJ Weert  
Tel. +32 89-38 68 68  
Fax +32 89-38 54 00  
info@caleffi.be  
www.caleffi.be

**Copyright Hydraulique Caleffi. Tous droits réservés. Il est strictement interdit de publier, reproduire ou diffuser une quelconque partie de la revue sans l'accord écrit de Caleffi France.**

# Sommaire

- 3 LA PRESSION DE DISTRIBUTION DANS LES RÉSEAUX D'EAU SANITAIRE
- 4 VALEURS OPTIMALES POUR LA DISTRIBUTION DE LA PRESSION
- 5 SYSTÈMES DE SURPRESSION
- 7 AUTOCLAVES À COUSSIN D'AIR
- 10 AUTOCLAVES À MEMBRANE
- 12 APPROFONDISSEMENT SUR LE DIMENSIONNEMENT DES AUTOCLAVES
- 14 SURPRESSEURS AVEC POMPES À INVERTER
- 15 SYSTÈMES DE RÉDUCTION DE LA PRESSION
- 15 RÉDUCTEURS DE PRESSION À MEMBRANE
- 16 RÉDUCTEURS DE PRESSION À PISTON
- 17 RÉDUCTEURS DE PRESSION PILOTÉS
- 18 CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES
- 20 DIMENSIONNEMENT
- 21 RAPPORT DE RÉDUCTION ET DE CAVITATION
- 22 TYPES D'INSTALLATION
- 22 RÉDUCTEURS EN PARALLÈLE
- 24 RÉDUCTEURS EN SÉRIE
- 25 PROTECTION CONTRE LES SURPRESSIONS EN AVAL DU RÉDUCTEUR
- 26 DÉBIT DE RÉSEAU TROP FAIBLE
- 26 MÉTHODE ANALYTIQUE SIMPLIFIÉE
- 27 MÉTHODE GRAPHIQUE
- 28 RÉSEAU DE BOUCLAGE ET RÉDUCTEURS DE PRESSION
- 29 SCHÉMAS D'INSTALLATION
- 29 APPLICATIONS DOMESTIQUES
- 30 GRANDS IMMEUBLES
- 34 DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE
- 38 ÉCONOMIE D'EAU
- 42 Réducteurs de pression pour eau froide
- 43 Réducteurs de pression pour eau froide et chaude
- 44 Réducteurs de pression pour hautes pressions (PN 40)
- 45 Réducteur de pression à brides
- 45 Réducteur et stabilisateur de pression à brides avec circuit pilote
- 46 Réducteurs de pression pour applications spéciales
- 47 Logiciel de détermination

# LA PRESSION DE DISTRIBUTION DANS LES RÉSEAUX D'EAU SANITAIRE

Mme M. Alessia Soldarini et Mattia Tomasoni, ingénieurs

Version française par Jérôme Carlier et Roland Meskel de CALEFFI France

Les réseaux de distribution des eaux sanitaires doivent fournir l'eau chaude et l'eau froide à la bonne pression aux différents robinets (lavabos, douches, etc.). Pour cela, la conception des réseaux passe par plusieurs étapes, à partir d'une estimation des besoins spécifiques qui servira à dimensionner les canalisations, le contrôle et le **réglage de la pression**.

Dans ce numéro de la revue Hydraulique, nous étudierons attentivement ce dernier point en analysant son importance sous différents points de vue.

Nous verrons d'abord quelles sont les procédures à suivre pour **augmenter la pression** lorsque celle-ci est insuffisante. On utilise habituellement des **surpresseurs** dont nous indiquerons ici les caractéristiques et les principaux paramètres afin de les dimensionner correctement.

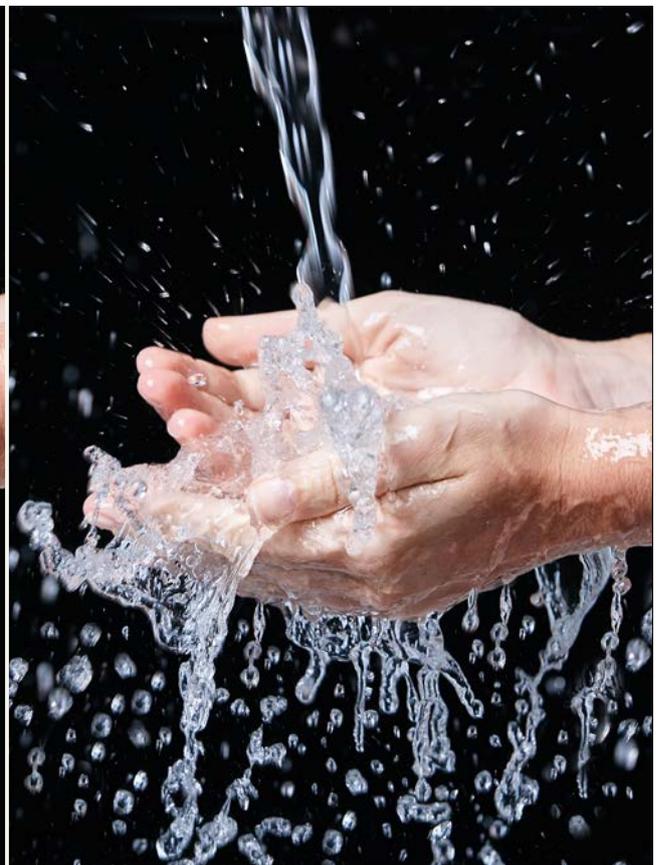
Nous nous concentrerons ensuite sur le cas contraire, à savoir la situation selon laquelle la **pression disponible est excessive**, ce qui risque d'entraîner un dysfonctionnement, un niveau de bruit élevé et un gaspillage. Dans ce cas, on utilise des **réducteurs de pression**, dispositifs en mesure

de régler la pression aux valeurs prescrites et de garantir sa stabilité dans les réseaux de distribution d'eau sanitaire. Nous analyserons attentivement leurs caractéristiques techniques principales concernant leur fonctionnement et expliquerons comment les installer en fonction des différentes situations possibles.

La dernière partie de ce numéro présente quelques **schémas d'installation** appliqués aux différents types d'immeubles et aux différents projets choisis pour assurer un fonctionnement parfait selon les cas.

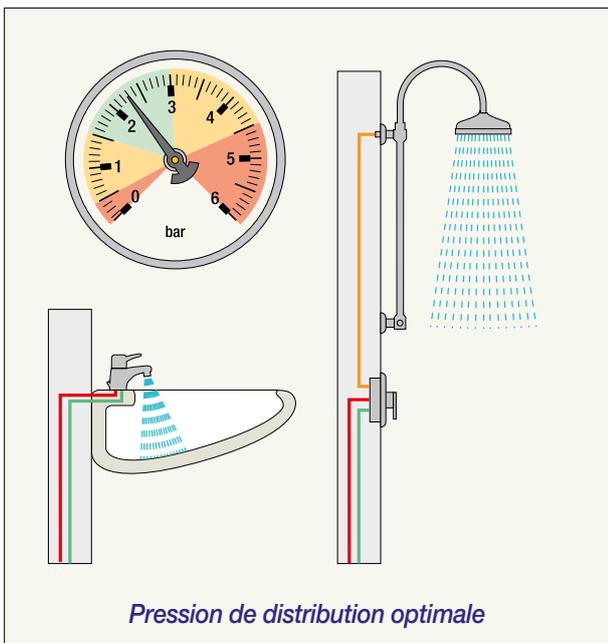
En dernier lieu, nous examinerons un sujet à la une, **l'économie de l'eau**, étroitement lié à l'économie d'énergie et à la conservation des ressources naturelles.

Des exemples viendront illustrer clairement les cas de **gaspillage d'eau** dérivant d'un mauvais réglage de la pression dans les installations sanitaires.

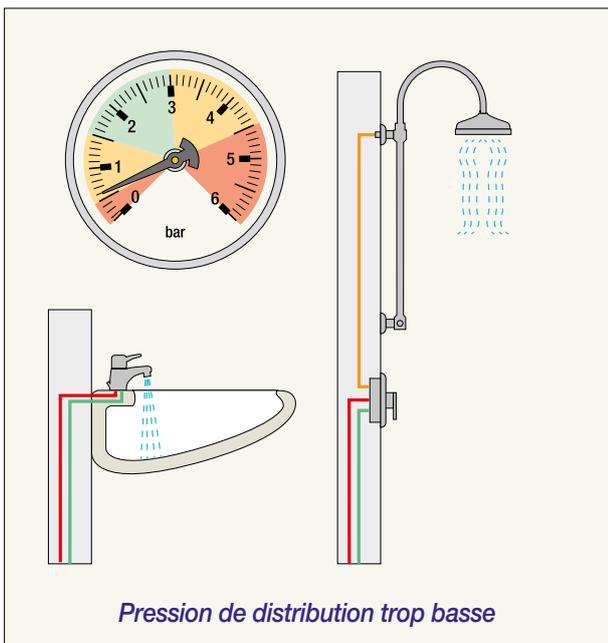


## VALEURS OPTIMALES POUR LA DISTRIBUTION DE LA PRESSION

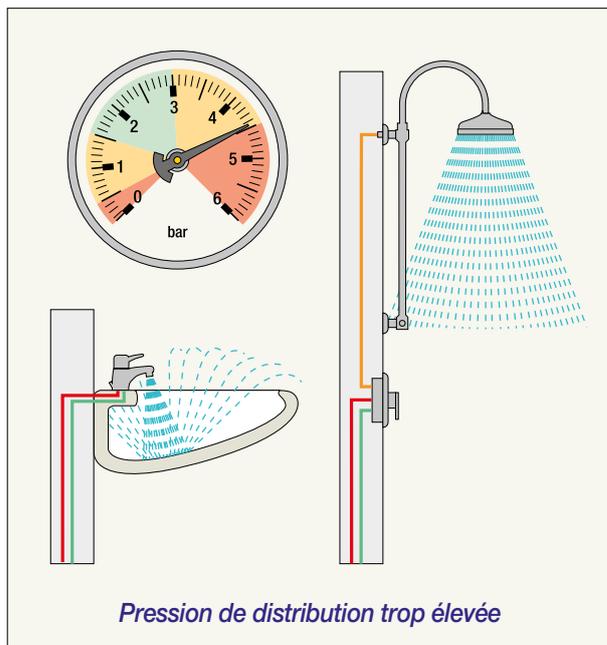
Pour assurer le débit nominal nécessaire à chaque robinet, le réseau hydraulique doit être dimensionné correctement, indépendamment des besoins des utilisateurs et des conditions d'utilisation. Pour cela, il convient d'assurer et de maintenir à chaque point de puisage une **pression comprise entre 1,5 et 3 bar**.



Si la pression de distribution s'avère trop basse, l'eau n'arrivera pas correctement à chaque robinet.



Lorsque la pression de distribution est trop élevée, la robinetterie et le réseau de distribution peuvent s'avérer bruyants ou subir des dommages.



Le réseau d'eau sanitaire doit donc être dimensionné de sorte à garantir la pression et les débits nominaux prévus pour assurer une distribution adéquate.

### Pression nominale

Il s'agit de la pression de service minimum prévue pour les différents points de puisage. Cette valeur sera la référence pour le dimensionnement des canalisations du réseau de distribution.

Le dimensionnement doit également tenir compte de la pression disponible sur le réseau public mais aussi de ses caractéristiques et de son extension.

Par conséquent :

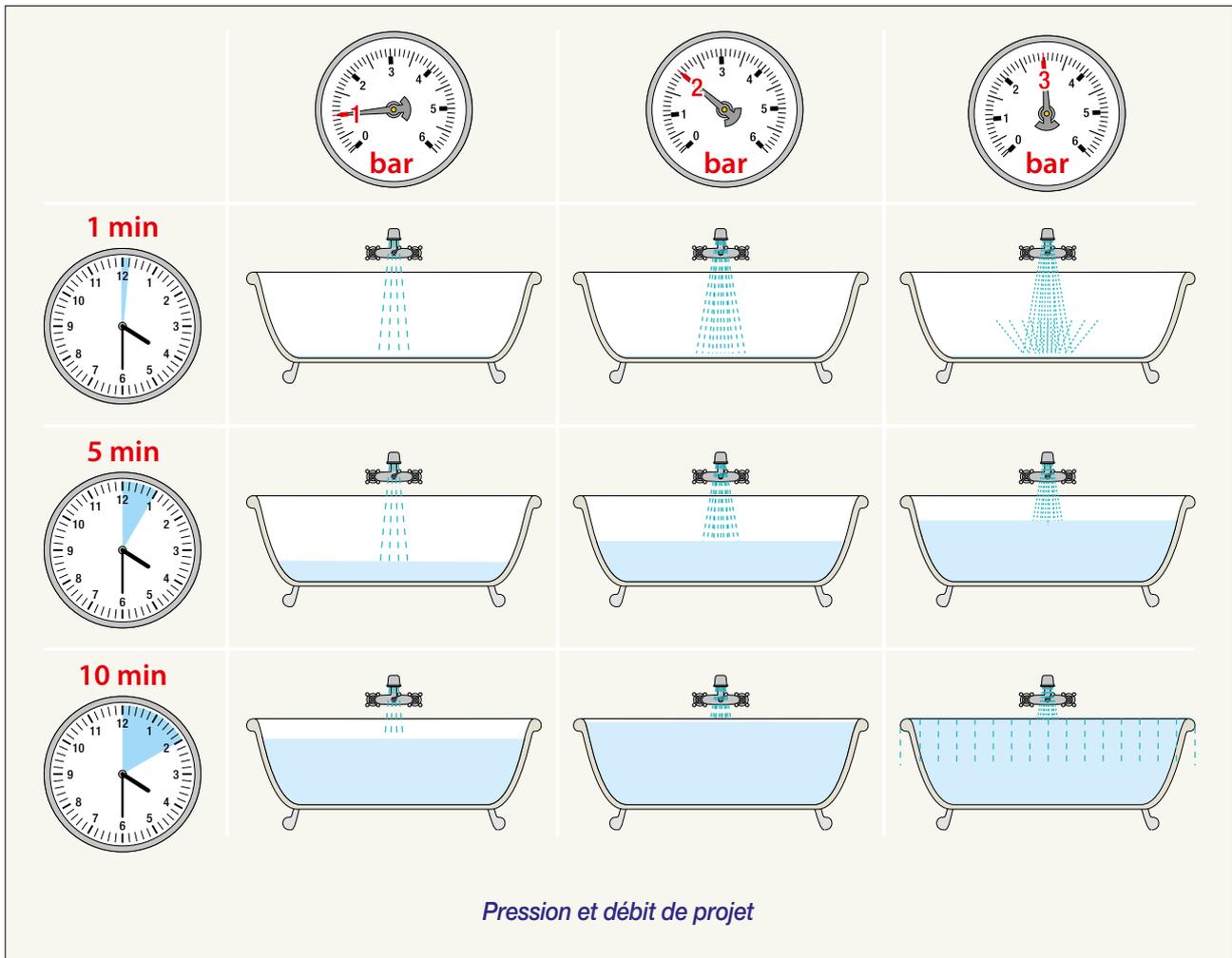
- si la pression disponible sur le réseau public n'est pas en mesure d'assurer la pression de projet au point de puisage, il faudra prévoir des surpresseurs pour en « augmenter » la valeur ;
- par contre, si la pression disponible sur le réseau public est trop élevée, il faudra installer des dispositifs tels que des réducteurs de pression pour rétablir les valeurs de projet.

### Débit du projet

Le réseau de distribution de l'eau sanitaire doit être dimensionné en fonction du débit de projet qui ne coïncide pas avec le débit total car il est peu probable que tous les points de puisage soient ouverts simultanément.

Le débit total correspond en effet à la somme des débits nominaux de chaque point de puisage alors que le débit de projet doit être calculé en intégrant un coefficient de réduction spécifique.

Ce coefficient est le facteur de simultanéité qui tient compte de la probabilité d'une utilisation simultanée des points de puisage.



## SYSTÈMES DE SURPRESSION

Les surpresseurs (ou groupes de pressurisation) ont pour but de :

- augmenter la pression à une valeur qui permette de distribuer correctement l'eau aux points de puisage ;
- garantir un débit correct aux points de puisage même lorsque la demande subit des variations.

Habituellement, on utilise ces systèmes lorsque :

- la pression d'alimentation provenant du réseau public est insuffisante ;
- il s'avère nécessaire de fournir de l'eau contenue dans des réservoirs ;
- l'eau est prélevée dans un puits.

Pour augmenter la pression, on utilise des pompes à un ou plusieurs stades, à choisir en fonction des caractéristiques suivantes :

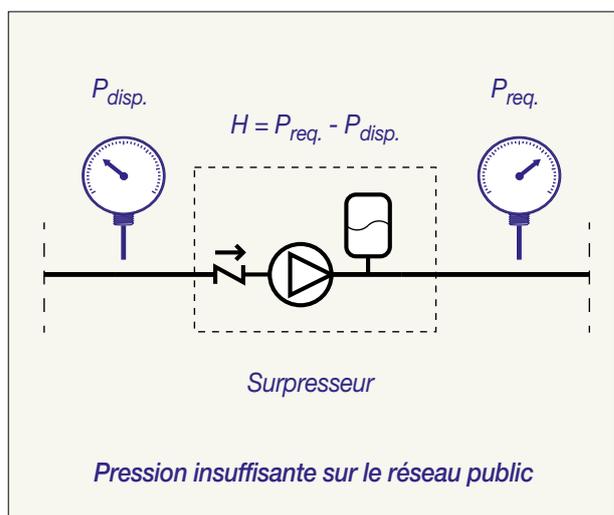
- $Q$  = débit de projet
- $H$  = différence entre pression maximale requise et pression en amont du groupe de pressurisation.

La hauteur manométrique de la pompe ( $H$ ) est calculée en fonction du type d'installation du surpresseur. Les cas d'installation les plus communs sont décrits ci-après.

### 1. Pression d'alimentation insuffisante sur le réseau

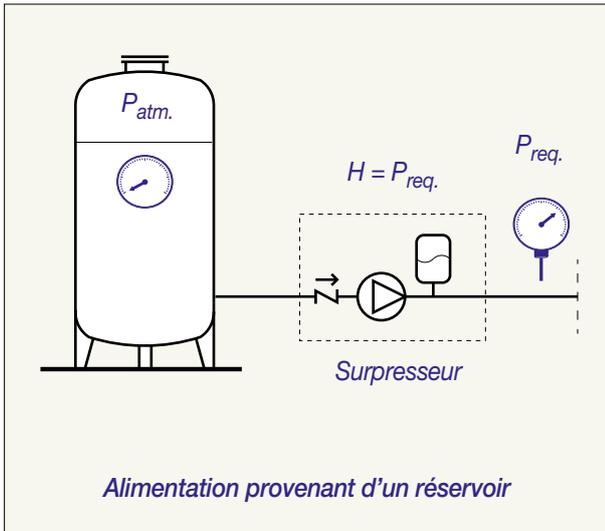
La hauteur manométrique du surpresseur doit correspondre à la différence entre la pression requise ( $P_{req.}$ ) et la pression disponible sur le réseau ( $P_{disp.}$ ).

Dimensionner le surpresseur à une hauteur manométrique identique à la pression requise pourrait entraîner des problèmes de pressions excessives avec des frais de gestion supplémentaires.



## 2. Alimentation provenant d'un réservoir

La hauteur manométrique du surpresseur doit correspondre à celle requise ( $P_{req.}$ ) du fait que les réservoirs accumulent généralement l'eau à la pression atmosphérique.

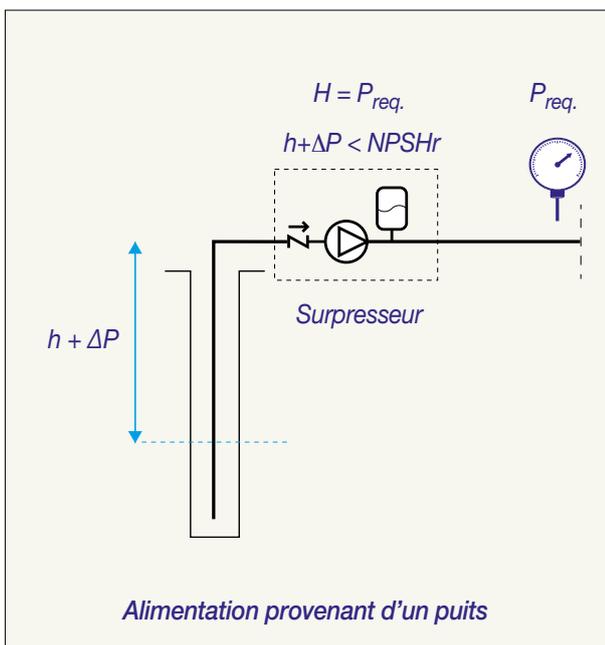


## 3. Alimentation provenant d'un puits

La hauteur manométrique du surpresseur doit être identique à celle requise mais il faut absolument vérifier la capacité d'aspiration de la pompe.

Normalement, cette valeur est fournie par les fabricants à travers les valeurs de NPSHr (acronyme anglais qui signifie Net Positive Suction Head required).

Vérifier également que la somme de la hauteur de la colonne d'eau en aspiration ( $h$ ) et les pertes de charge ( $\Delta P$ ) du conduit d'aspiration soient inférieures (normalement de 15-20%) à la valeur de NPSHr déclarée par le constructeur. S'il s'avère nécessaire de disposer d'une pression d'aspiration supérieure à la valeur de NPSHr, utiliser des pompes immergées installées à l'intérieur des puits.



Dans les trois cas, le surpresseur, utilisé pour garantir le débit nécessaire, très variable et discontinu sur les réseaux de distribution d'eau sanitaire, comprend :

- une ou plusieurs pompes de service ;
- éventuellement une pompe de réserve pour toujours assurer l'arrivée d'eau (par exemple dans les hôpitaux) ;
- un ou plusieurs réservoirs d'eau sous pression ;
- des collecteurs d'aspiration et de refoulement, des capteurs de pression, des manomètres, des accessoires hydrauliques de raccordement et des composants divers pour des embases de fixation et des boîtiers électriques.

Le réservoir d'eau sous pression, appelé également autoclave, sert à limiter le nombre d'amorçages horaires des pompes grâce à la réserve d'eau qu'il contient. Cette réserve reste sous pression sous l'effet de l'air ou d'un diaphragme élastique (membrane).

Les types de pompes et de réservoirs utilisés déterminent le type des surpresseurs, à savoir :

1. à une ou plusieurs pompes à vitesse constante et autoclave à coussin d'air.
2. à une ou plusieurs pompes à vitesse constante et autoclave à membrane.
3. à une ou plusieurs pompes à vitesse variable.

Les deux premiers systèmes sont également appelés à **pression variable** du fait que l'amorçage ou le désamorçage des pompes est commandé par un pressostat à niveaux de pression fixes.

Dès que le pressostat relève la valeur de pression minimale, il commande l'amorçage des pompes. Les pompes fonctionnent jusqu'à ce que le seuil de pression maximale fixé soit atteint. La pression à l'intérieur du réseau varie entre ces deux niveaux et cette différence reste constante entre 0,5 et 1 bar de sorte à ne pas générer des variations de débits trop importantes.

Le troisième système est dit à **pression constante** du fait que l'amorçage des pompes et leur réglage est confié à un régulateur électronique relié à un capteur de pression.

Le régulateur adapte les performances des pompes, à la hausse ou à la baisse, chaque fois que la pression varie, afin de garantir une pression de sortie pratiquement constante.

## AUTOCLAVES À COUSSIN D'AIR

Système de surpression traditionnel comprenant :

- **Réservoir autoclave**  
Contient la réserve d'eau nécessaire. Son volume peut être déterminé à partir de la formule suivante :

$$V = 30 \cdot \frac{Q_{pr} \cdot 60}{a} \cdot \left( \frac{P_{max} + 1}{P_{max} - P_{min}} \right)$$

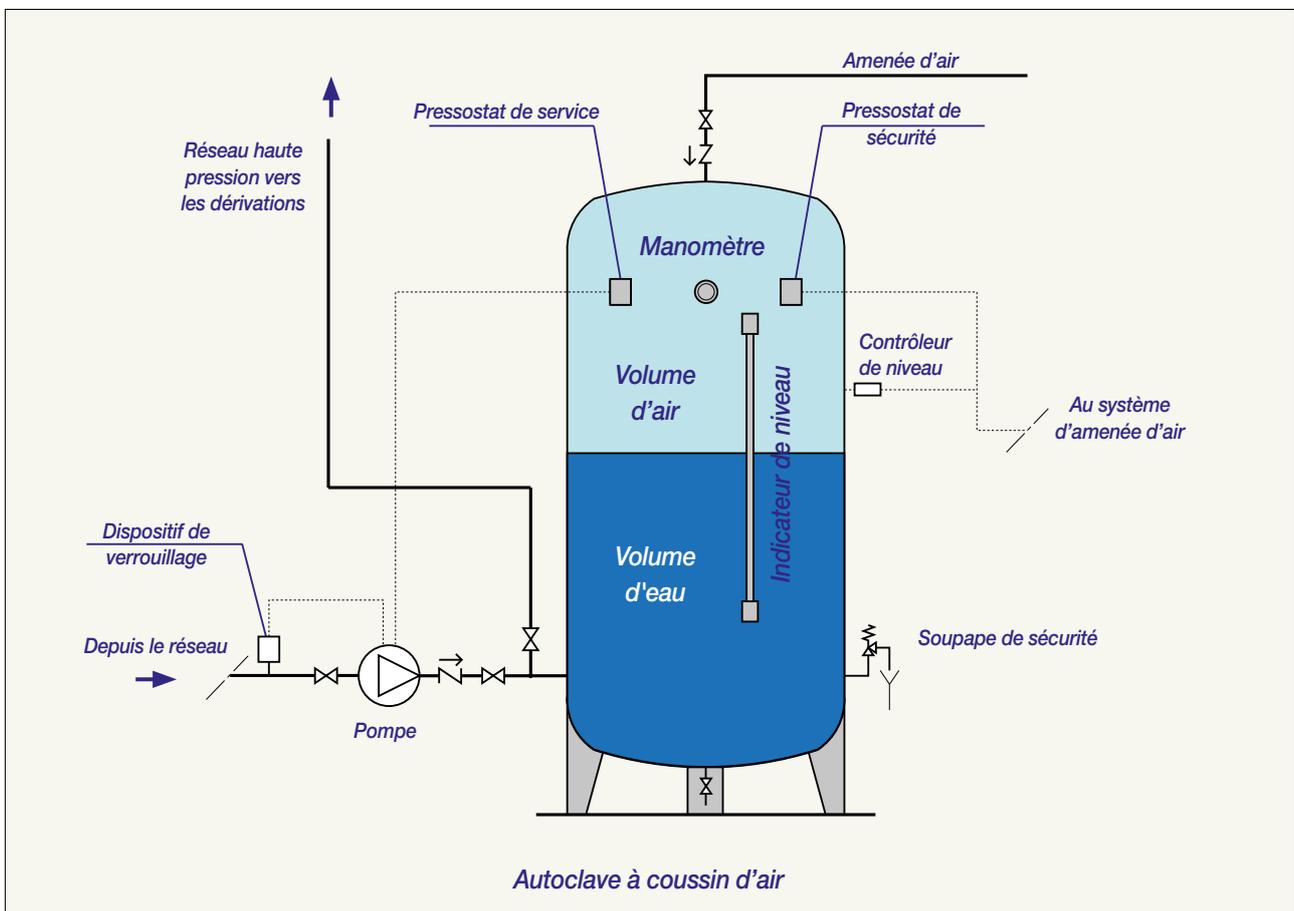
où :

V = Volume de l'autoclave, [l]  
 $Q_{pr}$  = Débit de projet, [l/s]  
 $P_{min}$  = Pres. min. de surpression [bar]  
 $P_{max}$  = Pres. max. de surpression [bar]  
 a = Nombre maxi d'amorçages horaires de la pompe [h<sup>-1</sup>]

Moyennes à considérer :

a = 30 pour pompe d'une puissance < 3 kW  
 a = 25 pour pompe d'une puissance entre 3 ÷ 5 kW  
 a = 20 pour pompe d'une puissance entre 5 ÷ 7 kW  
 a = 15 pour pompe d'une puissance entre 7 ÷ 10 kW  
 a = 10 pour pompe d'une puissance > 10 kW

- **Pompe**  
Elle permet d'augmenter la pression de l'eau provenant du réseau public.  
Dimensionner la pompe en fonction des critères signalés dans l'introduction, pages 5 et 6.
- **Pressostat de service**  
Cet instrument amorce la pompe lorsque la pression est trop basse ou la désactive lorsqu'elle est trop élevée par rapport aux valeurs définies.
- **Dispositif de verrouillage**  
Il empêche l'amorçage de la pompe lorsque celle-ci risque de fonctionner à sec (c'est-à-dire en l'absence d'eau à pomper).  
Si la pompe aspire directement l'eau dans le réseau public ou dans un réservoir fermé, le dispositif de verrouillage peut être constitué par un pressostat réglé à basse pression (1 bar par exemple) ; si la pompe aspire l'eau dans un réservoir ouvert, le dispositif de verrouillage peut être constitué par un contrôleur de niveau.
- **Système d'amenée d'air**  
Ce système capte l'air de l'extérieur pour assurer un coussin d'air sur le dessus du réservoir pour éviter qu'il ne soit lentement absorbé par l'eau.  
L'air peut arriver :
  1. par un système d'alimentation automatique ;
  2. à travers un compresseur ;
  3. par un réseau d'air comprimé.

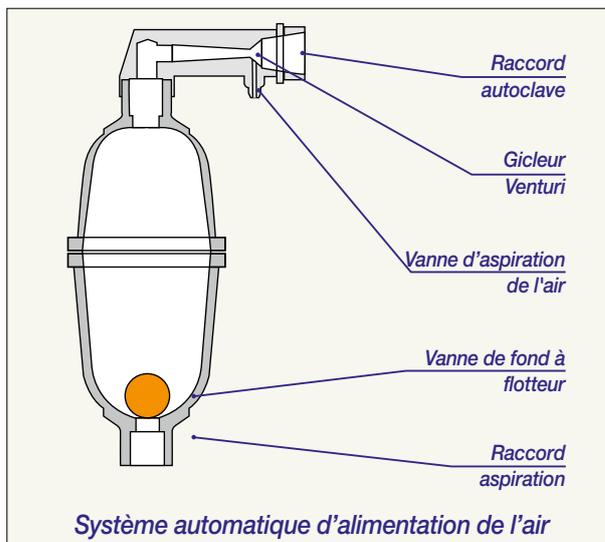


## Amenée d'air à travers un système automatique d'alimentation

Le système se compose principalement d'un dispositif comprenant un petit récipient présentant une vanne de fond à flotteur et une vanne d'aspiration de l'air. Cette dernière, lorsque l'eau traverse le dispositif, est en mesure d'aspirer l'air de l'extérieur grâce à l'effet Venturi. Ce dispositif doit être monté face au niveau de maintien du coussin d'air. Son fonctionnement est schématisé sur les images ci-après.

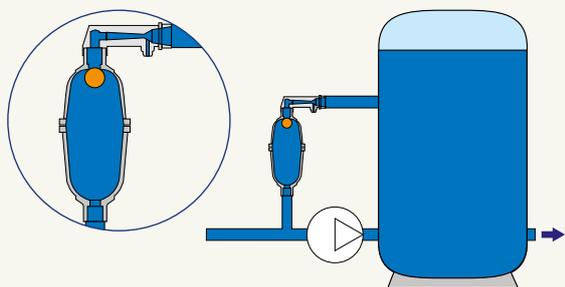
Utiliser le système d'alimentation automatique de l'air sur les installations prévoyant une utilisation régulière des pompes du fait qu'il exploite leur force d'amorçage pour remplir sa fonction. Il fonctionne correctement lorsque la charge d'eau est négative en phase d'aspiration ; si la charge est positive, il est préférable qu'elle ne dépasse pas 5 m C.E. (0,5 bar).

Par contre, il ne peut pas être utilisé en présence de pompes immergées car il serait impossible de le raccorder à l'aspiration de la pompe.



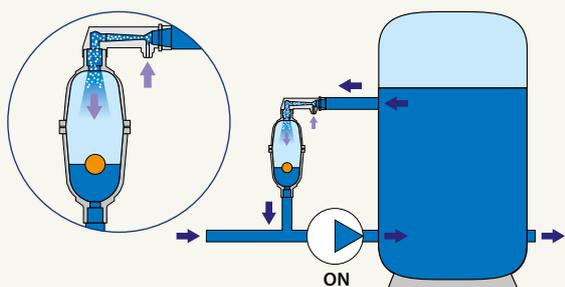
### 1. Condition de départ

La pompe est à l'arrêt. Le niveau d'eau présent dans l'autoclave est supérieur au seuil minimum, ce qui fait que le système d'alimentation est plein.



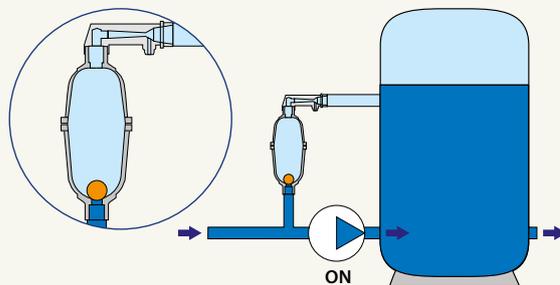
### 2. Amorçage de la pompe

La dépression produite à l'amorçage de la pompe permet d'acheminer l'eau présente dans l'autoclave vers la bouche d'aspiration de la pompe. Ceci crée un flux à l'intérieur du système d'alimentation servant à actionner la vanne d'aspiration en traversant le gicleur Venturi. L'air aspiré remplit progressivement le système d'alimentation.



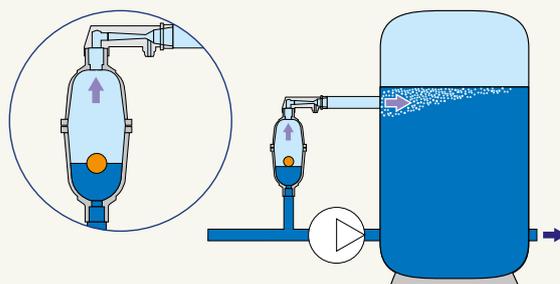
### 3. Fonctionnement correct de la pompe

Une fois le système d'alimentation rempli d'air, le flotteur se place sur le fond du dispositif afin de fermer la connexion avec la pompe pour éviter que l'air ne puisse entrer à l'intérieur.



### 4. Arrêt de la pompe

Dès que la pompe s'arrête, l'air présent dans le système d'alimentation remonte du fait qu'il est plus léger que l'eau et, grâce au principe des vases communicants, il remplit la partie supérieure de l'autoclave. Le système d'alimentation est prêt pour un nouveau cycle.



## Amenée d'air à travers un compresseur

Le système prévoit essentiellement :

- **Compresseur**  
Il sert à augmenter la pression de l'air et à l'acheminer à l'intérieur de l'autoclave.  
Il est conseillé d'installer un compresseur non lubrifié et doté de filtres à air.
- **Contrôleur de niveau**  
Il contrôle le niveau du coussin d'air en enclenchant le compresseur (lorsque le niveau de l'eau dépasse celui de contrôle du contrôleur de niveau) ou en le désactivant (lorsque le niveau de l'eau est inférieur à cette limite).
- **Pressostat de sécurité**  
Le pressostat empêche l'enclenchement du compresseur (ou son arrêt s'il a déjà démarré) lorsque le niveau de surpression a déjà dépassé la valeur maximale dans le réservoir.

Il est conseillé d'utiliser le compresseur pour toutes les situations où il est impossible d'assurer l'amorçage/arrêt fréquent des pompes, cas typique des installations à utilisation peu fréquente ou à prélèvement d'eau constant. Ce système s'avère particulièrement fiable et est donc très utilisé dans ces conditions, pour répondre aux exigences de pressurisation de grands complexes résidentiels, d'hôpitaux ou de sites de production.

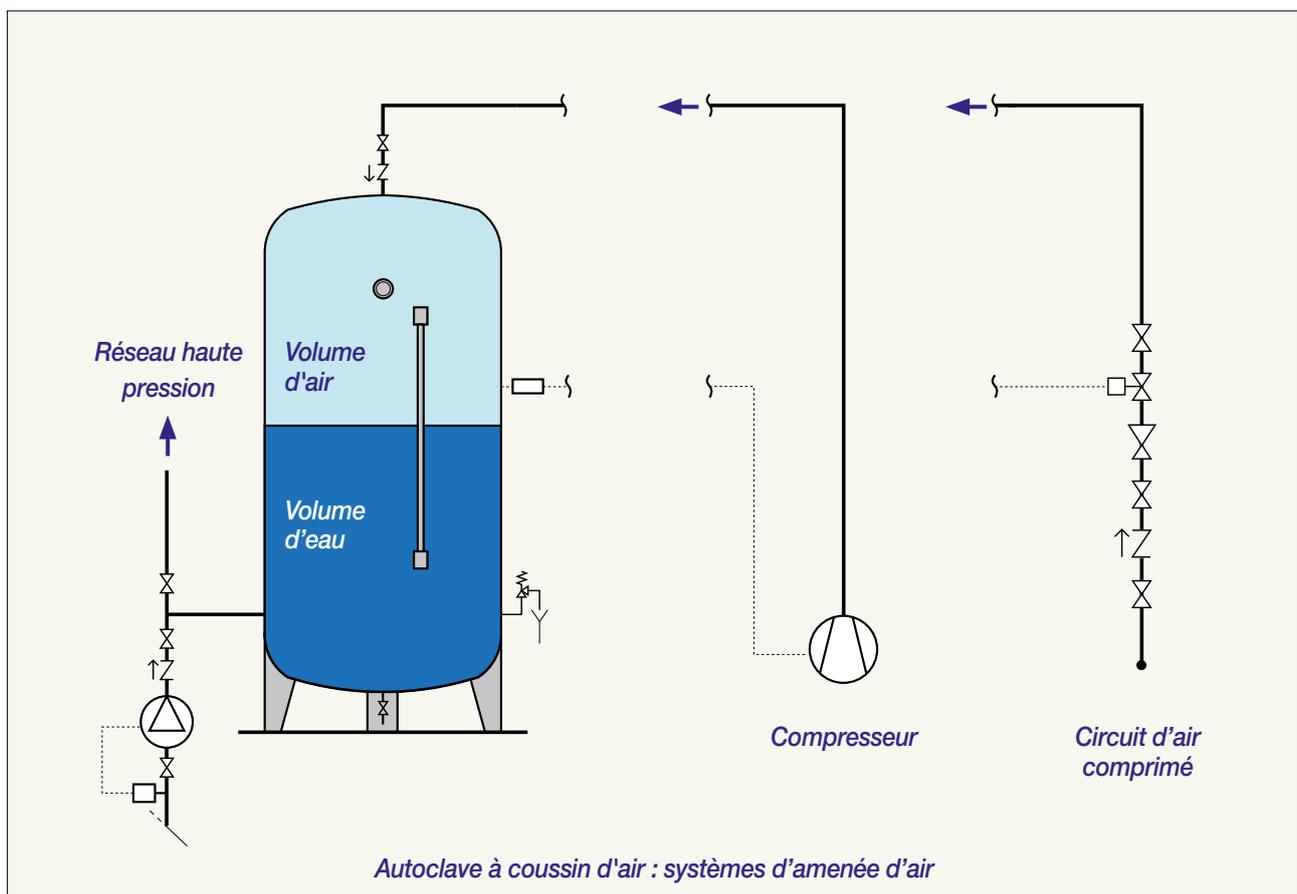
## Amenée d'air par un réseau d'air comprimé

Il s'agit d'un système dont le fonctionnement ressemble à celui du compresseur à la place duquel une électrovanne dérive l'air provenant d'un circuit d'air comprimé.

Ces systèmes sont particulièrement destinés au secteur industriel dont les sites de production sont déjà équipés de circuits d'air comprimé.

Lorsque la pression de distribution est élevée, il est conseillé d'utiliser un réducteur de pression en amont de l'électrovanne.

Il est également indispensable d'utiliser un clapet anti-retour pour éviter que l'eau présente dans l'autoclave ne s'écoule dans le circuit d'air comprimé en cas de dépressurisation.



## AUTOCLAVES À MEMBRANE

Ce système de surpression comprend :

- Réservoir à membrane
- Pompe
- Pressostat de service
- Dispositif de verrouillage

Ce système est semblable aux autoclaves à coussin d'air avec la différence qu'il prévoit un réservoir à membrane en caoutchouc naturel ou artificiel pour éviter que l'air ne soit constamment en contact avec l'eau.

Ce procédé permet d'éviter l'installation d'un système d'amenée d'air.

Les réservoirs sont préalablement remplis d'azote pour éviter que les surfaces internes ne s'oxydent.

La pression initiale du gaz chargé, appelée également **pression de prégonflage**, doit être légèrement inférieure à la valeur minimale de surpression tout en restant supérieure à la pression hydrostatique de l'installation pour éviter toute dépressurisation.

$$P_{\text{hydrostatique}} < P_{\text{prégonflage}} < P_{\text{surpression}}$$

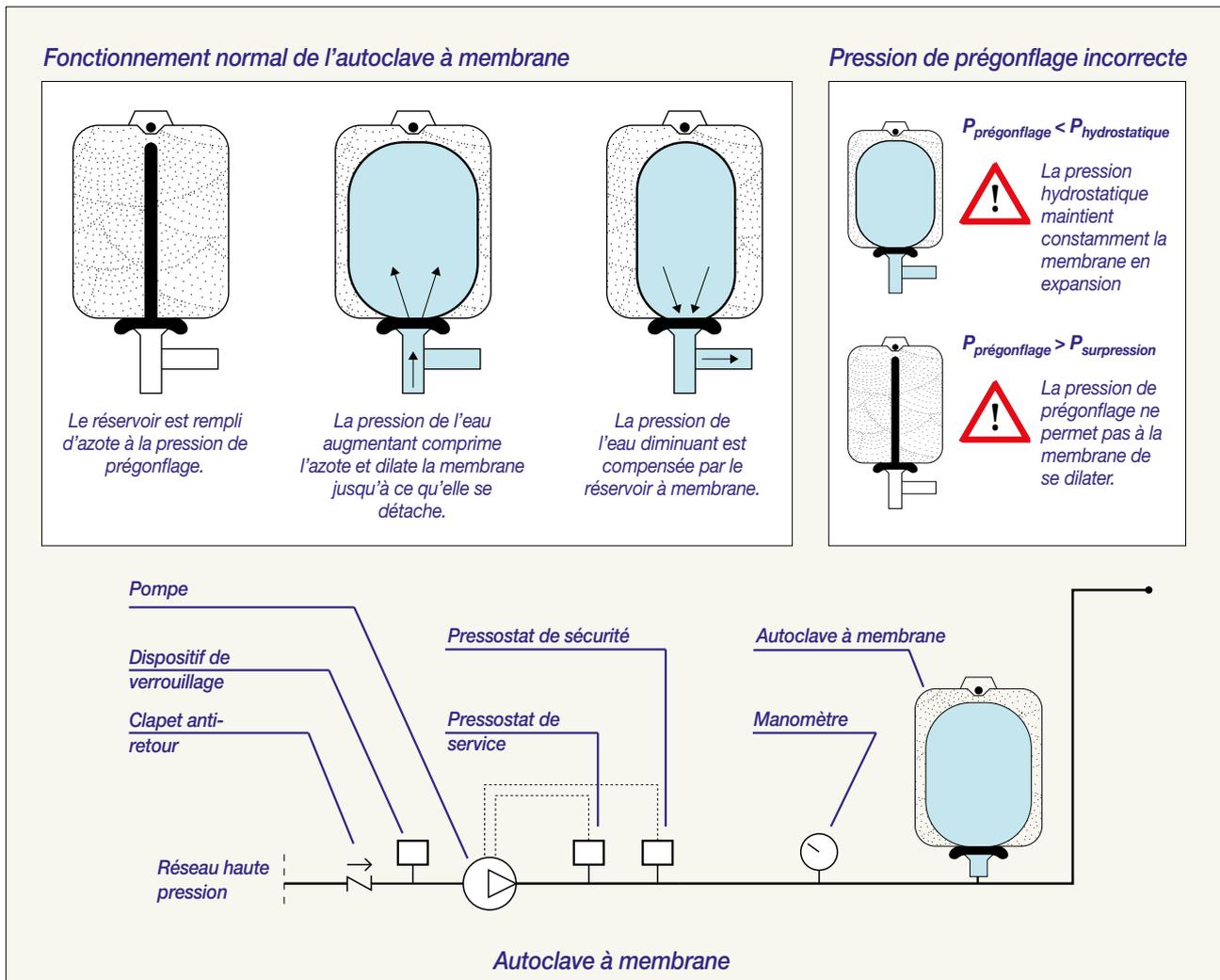
Si la pression de prégonflage est inférieure à la pression hydrostatique, la membrane reste constamment dilatée et la colonne d'eau en aval risque de se vider.

Par contre, si la pression de prégonflage est supérieure à la pression de surpression, il n'est pas possible d'obtenir l'expansion de la membrane de l'autoclave et la pression risque d'augmenter dangereusement dans le circuit.

L'amorçage des pompes permet à l'eau de comprimer le gaz afin d'obtenir la pression maximale prévue. Au fur et à mesure que l'eau est prélevée aux points de puisage, la pression « emmagasinée » est progressivement restituée dans l'installation, dans la période entre l'arrêt et la remise en route des pompes.

Pour éviter que les pompes ne soient amorcées à sec, prévoir un dispositif de verrouillage (en complément des appareils utilisés normalement). Il peut être représenté par un contrôleur de niveau pour les pompes qui aspirent l'eau dans un réservoir ouvert, ou par un pressostat (réglé à basse pression) pour les pompes qui aspirent l'eau dans le réseau public ou dans un réservoir sous pression (pré-autoclave).

Pour dimensionner les autoclaves à membrane, procéder comme pour les autoclaves à coussin d'air et appliquer la formule page suivante.



$$V = 6 \cdot \frac{Q_{pr} \cdot 60}{a} \cdot \left( \frac{P_{max} + 1}{P_{max} - P_{min}} \right)$$

où :

V = Volume de l'autoclave, [l]

Q<sub>pr</sub> = Débit de projet, [l/s]

P<sub>min</sub> = Pression min. de surpression [bar]

P<sub>max</sub> = Pression max. de surpression [bar]

a = Nombre maxi d'amorçages horaires de la pompe [h<sup>-1</sup>]

Moyennes à considérer :

a = 30 pour pompe d'une puissance < 3 kW

a = 25 pour pompe d'une puissance entre 3 ÷ 5 kW

a = 20 pour pompe d'une puissance entre 5 ÷ 7 kW

a = 15 pour pompe d'une puissance entre 7 ÷ 10 kW

a = 10 pour pompe d'une puissance > 10 kW

L'utilisation d'autoclaves à membrane permet de réduire considérablement le volume des réservoirs par rapport à ceux à coussin d'air tout en assurant les mêmes performances. Tout le volume intérieur des réservoirs à membrane est disponible pour l'expansion et la compression de l'air.

Le système avec autoclave à membrane présente les avantages suivants par rapport à celui à simple coussin d'air :

- il est moins volumineux ;
- il ne nécessite aucun système d'amenée d'air ;
- il permet de procéder à des contrôles et à des interventions de maintenance avec plus de simplicité.

## Exemple de dimensionnement

Dimensionner un **autoclave à coussin d'air** pour une dérivation résidentielle avec 50 appartements.

Chaque appartement dispose de :

- 1 wc
- 1 lavabo
- 1 douche
- 1 bidet
- 1 évier de cuisine

L'eau est prélevée dans un réservoir à la pression atmosphérique et elle doit être pressurisée jusqu'à 6 bar.

Calculer le débit total de l'installation en additionnant les débits de projet pour chaque dérivation :

- 1 wc = 0,1 l/s
- 1 lavabo = 0,2 l/s
- 1 douche = 0,2 l/s
- 1 bidet = 0,2 l/s
- 1 évier de cuisine = 0,2 l/s

Débit total de chaque logement :

$$Q_{logement} = 0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 = 0,9 \text{ [l/s]}$$

Débit total pour 50 logements :

$$Q_{total} = 50 \cdot 0,9 = 45 \text{ [l/s]}$$

Débit de projet :

Calculer le débit de projet en utilisant le coefficient de simultanéité (S) déterminé à partir des graphiques ou des tableaux utilisés pour les normes. Pour cela, consulter le DTU60.11 (voir aussi page 20).

$$S = 11,4\%$$

$$Q_{projet} = Q_{total} \cdot S$$

$$Q_{projet} = 45 \cdot S = 5,14 \text{ [l/s]}$$

En prenant en considération une pompe du groupe de pressurisation avec débit de remise à niveau correspondant à Q<sub>projet</sub>, donc d'une puissance inférieure à 3 kW, on obtient environ 30 amorçages horaires.

À partir des valeurs de pression suivantes :

P<sub>min</sub> = 5 bar

P<sub>max</sub> = 6 bar

il est possible de calculer le volume de l'autoclave en procédant comme suit.

$$V = 30 \cdot \frac{5,14 \cdot 60}{30} \cdot \left( \frac{6 + 1}{6 - 5} \right) = 2159 \text{ [l]}$$

Il est donc possible de choisir un autoclave commercial à coussin d'air de 2200 litres.

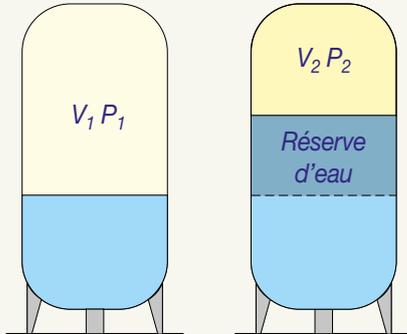
S'il fallait installer un **autoclave à membrane** pour la même installation, on obtiendrait un volume correspondant à :

$$V = 6 \cdot \frac{5,14 \cdot 60}{30} \cdot \left( \frac{6 + 1}{6 - 5} \right) = 432 \text{ [l]}$$

Il est donc possible de choisir un autoclave commercial à membrane de 500 litres.

## APPROFONDISSEMENT SUR LE DIMENSIONNEMENT DES AUTOCLAVES

On obtient la pressurisation de l'eau en exploitant l'action élastique de l'air emprisonné dans la partie supérieure de l'autoclave.



Pour l'air, appliquer la formule :

$$P \cdot V = \text{const}$$

$$V_2 \cdot P_2 = V_1 \cdot P_1$$

Le volume  $V_2$  est celui du coussin d'air à la pression maximale ( $P_{\max}$ ) alors que le volume minimum  $V_1$  correspond au coussin d'air à la pression minimale ( $P_{\min}$ ).

La réserve d'eau (R) correspond à la différence entre  $V_1$  et  $V_2$ .

$$R = V_1 - V_2$$

$$R = V_1 \cdot \left( 1 - \frac{V_2}{V_1} \right)$$

$$R = V_1 \cdot \left( 1 - \frac{P_1}{P_2} \right) = V_1 \cdot \left( \frac{P_2 - P_1}{P_2} \right)$$

Si on utilise la pression relative, on peut définir  $P_2$  et  $P_1$  comme :

$$P_2 = P_{\max} + P_{\text{atm}}$$

$$P_1 = P_{\min} + P_{\text{atm}}$$

Ainsi :

$$R = V_1 \cdot \left( \frac{P_{\max} + P_{\text{atm}} - P_{\min} - P_{\text{atm}}}{P_{\max} + P_{\text{atm}}} \right)$$

$$R = V_1 \cdot \left( \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\text{atm}}} \right)$$

En exprimant le volume du coussin d'air ( $V_1 = V_{\text{air}}$ ) en fonction de la réserve d'eau, on obtient :

$$V_{\text{air}} = R \cdot \left( \frac{P_{\max} + P_{\text{atm}}}{P_{\max} - P_{\min}} \right)$$

La réserve d'eau permet de réduire le nombre d'amorçages horaires de la (ou des) pompe pour éviter toute surchauffe.

Si l'on prend en considération une pompe à vitesse constante, le nombre d'amorçages dépend du débit horaire de la pompe  $Q_h$  et du débit requis ( $Q_{\text{req}}$ ).

Le débit requis varie énormément en fonction de l'utilisation (cf graphiques page suivante) : la pompe amorce plus fréquemment lorsque le débit requis résulte être la moitié du débit de la pompe.

Ainsi, dans le pire des cas, les amorçages horaires de la pompe seront :

$$a = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_b}{R}$$

où :

$Q_h$  = débit pompe [l/h]

$R$  = réserve d'eau [l]

Dans tous les autres cas :

$$a = F \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_b}{R}$$

Où F est un facteur de réduction qui varie de 0 à 1. Ainsi :

$$R = F \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_b}{a}$$

On utilise normalement un facteur de réduction de 20% car il est très rare que le débit requis corresponde exactement à celui de projet et que ce débit reste constant pendant une heure.

En prenant en considération un facteur  $F = 0,2$ , si l'on exprime le débit de projet (Q) en l/s, on obtient :

$$R = 6 \cdot \frac{Q \cdot 60}{a}$$

En insérant la valeur ainsi calculée dans la formule et en exprimant les pressions en bar, on obtient :

$$V_{\text{air}} = 6 \cdot \frac{Q \cdot 60}{a} \cdot \left( \frac{P_{\max} + 1}{P_{\max} - P_{\min}} \right)$$

Le volume d'air des **autoclaves à membrane** peut occuper tout le volume du réservoir, ainsi :

$$V_{\text{autoclave}} = V_{\text{air}}$$

Au contraire, le volume d'air des **autoclaves à coussin d'air** n'occupe qu'une partie du total car il est nécessaire de garantir une quantité minimum d'eau (réserve d'eau).

Par conséquent :

$$V_{\text{autoclave}} = \alpha \cdot V_{\text{air}}$$

On suppose communément que :

$$\alpha = 5$$

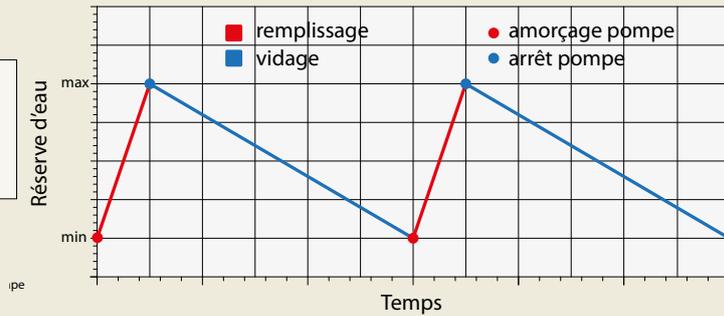
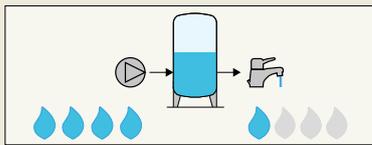
### LES AMORÇAGES HORAIRES DES POMPES

À titre d'exemple, nous indiquons ci-après la tendance dans le temps des cycles de remplissage et de vidage du réservoir alimenté par une pompe à débit constant. Chaque fois que la réserve d'eau atteint sa valeur minimale, la pompe démarre ; elle s'arrêtera dès que l'eau atteindra le niveau maximum.

Pour simplifier, considérons un débit de prélèvement constant dans le réservoir pour trois situations différentes :

**Cas n° 1 :** supposons que le débit moyen requis par les points de puisage ( $Q_{\text{puisage}}$ ) soit inférieur à celui que la pompe ( $Q_{\text{pompe}}$ ) réintègre dans l'autoclave. Le temps moyen de remplissage sera donc inférieur au temps de vidage et le nombre d'amorçages horaires reste limité.

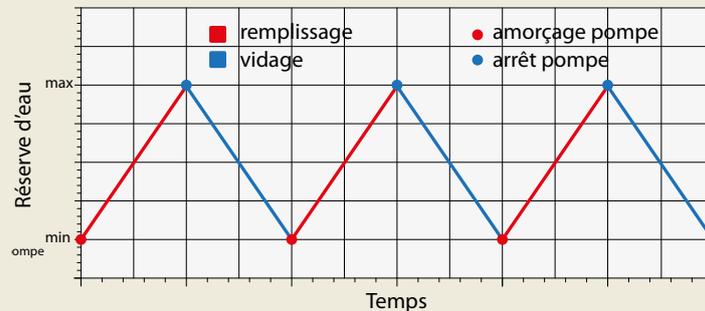
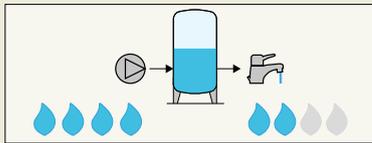
$$Q_{\text{pompe}} \gg Q_{\text{puisage}}$$



**Cas n° 2 :** supposons une situation nécessitant le nombre maximum d'amorçages horaires. Ceci se produit lorsque le débit moyen requis par les dérivations ( $Q_{\text{puisage}}$ ) correspond à la moitié du débit que la pompe ( $Q_{\text{pompe}}$ ) réintègre dans l'autoclave.

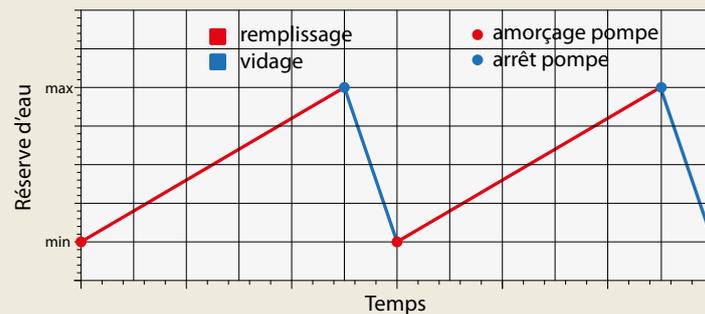
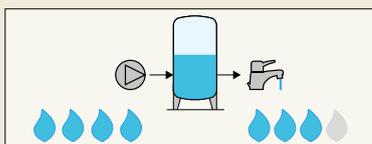
Dans cette situation, le temps moyen de remplissage correspond à celui de vidage.

$$Q_{\text{pompe}} = 1/2 Q_{\text{puisage}}$$



**Cas n° 3 :** supposons que le débit requis par les points de puisage ( $Q_{\text{puisage}}$ ) soit légèrement inférieur à celui que la pompe ( $Q_{\text{pompe}}$ ) réintègre dans l'autoclave. Le temps moyen de remplissage est alors très augmenté car la quantité prélevée est particulièrement importante.

$$Q_{\text{pompe}} \approx Q_{\text{puisage}}$$



## SURPRESSEURS AVEC POMPES À INVERTER

Ce système comprend essentiellement :

- une ou plusieurs pompes à vitesse variable ;
- un détecteur de pression ;
- un bandeau de commande ;
- un autoclave à membrane ;

Ce système est autorégulant et est en mesure de pressuriser constamment l'eau à une valeur prédéfinie.

Normalement, un tel surpresseur est un monobloc assemblé, étalonné et testé en usine.

Le système comprend une ou plusieurs pompes à vitesse variable en parallèle, aux performances identiques. Seuls les surpresseurs assurant des performances élevées et donc constitués de pompes de grande puissance disposent d'une pompe plus petite (appelé Jockey) en mesure de satisfaire les petits débits sans besoin d'amorcer les pompes principales.

En intervenant sur l'amorçage des pompes et sur la modulation de leur vitesse de rotation, ces surpresseurs peuvent fournir un très large éventail de débits.

Le débit maximum, dû à l'amorçage de toutes les pompes au régime de rotation le plus élevé, doit correspondre au débit de projet.

Par contre, le débit minimum disponible correspond à celui de la plus petite pompe au régime de rotation minimum.

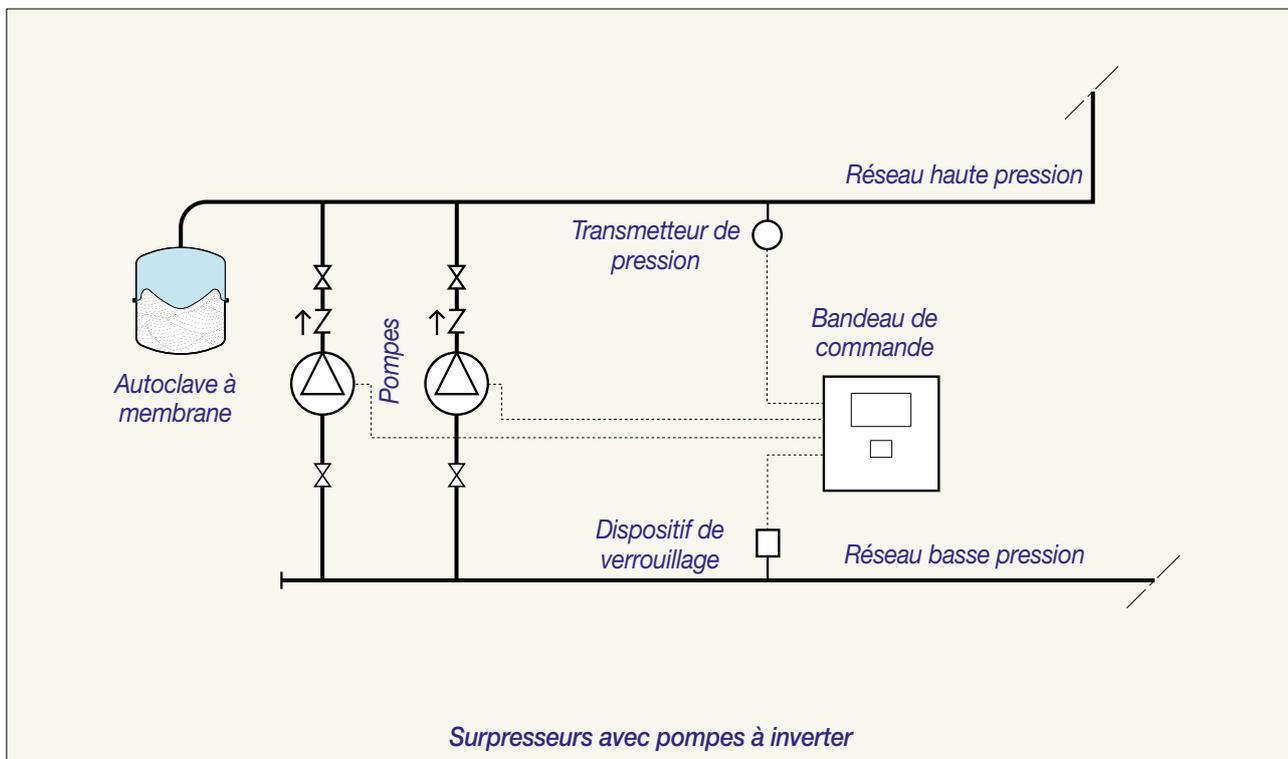
Pour garantir des débits inférieurs au débit minimum (goutte à goutte ou petits prélèvements), ces surpresseurs disposent d'un autoclave à membrane. Celui-ci est généralement dimensionné par le constructeur à partir de règles analogues à celles décrites aux pages précédentes, mais en tenant également compte du débit minimum que le surpresseur doit pouvoir garantir. Pour cette raison, les autoclaves de ces surpresseurs sont très petits.

Ils sont également en mesure d'atténuer les variations soudaines de pression.

Il est également conseillé d'éviter le risque de fonctionnement à sec des surpresseurs en installant un dispositif de verrouillage. Pour les pompes qui aspirent l'eau dans un réservoir ouvert, il est possible d'utiliser un contrôleur de niveau. Pour les pompes qui aspirent l'eau dans le réseau public ou dans un réservoir sous pression, il vaut mieux utiliser un pressostat réglé à basse pression.

Les avantages de ce type de système sont :

- Maintien de la pression à des valeurs pratiquement constantes
- Système particulièrement compact et donc peu encombrant



## SYSTÈMES DE RÉDUCTION DE LA PRESSION

L'eau est parfois distribuée à des pressions élevées et souvent irrégulières ; c'est pour cette raison qu'il est nécessaire de réduire et de stabiliser la pression sur des valeurs optimales prédéfinies avant qu'elle n'arrive aux points de puisage d'un réseau privé, et ce à l'aide de réducteurs de pression. Il en existe essentiellement deux catégories :

- réducteurs de pression à action directe qui peuvent être à membrane ou à piston ;
- réducteurs stabilisateurs de pression avec circuit pilote.

Les **réducteurs à action directe** sont généralement utilisés dans un cadre résidentiel et dans les installations industrielles de petites-moyennes dimensions.

Nous expliquerons plus loin que ces dispositifs utilisent l'action d'une membrane (ou d'un piston) et d'un ressort, reliés à un obturateur.

Les **réducteurs stabilisateurs de pression avec circuit pilote** contrôlent la pression avec plus de précision (surtout lorsque le débit est important) et conviennent principalement aux applications industrielles du fait de leurs dimensions, de leur complexité et de leur coût.

### RÉDUCTEURS DE PRESSION À MEMBRANE

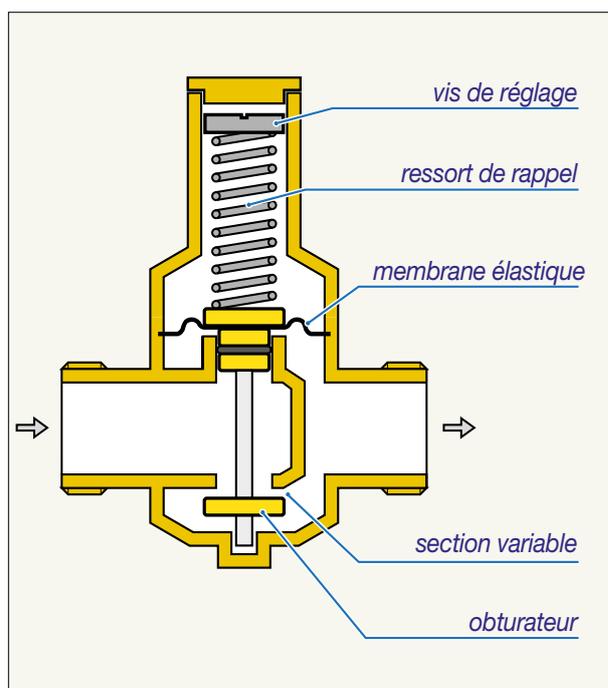
Rappelons que les réducteurs de pression ont pour but de réduire la pression en entrée dans les réseaux de distribution, sur une valeur qui peut être réglée manuellement directement à travers le dispositif. Leur action permet également d'éliminer les éventuelles oscillations de la pression, phénomène typique entre le jour et la nuit où la demande d'eau diminue.

La possibilité d'assurer une pression plus ou moins constante garantit l'efficacité et la longévité des composants et évite tout bruit fastidieux ainsi que le gaspillage. À ce sujet, consulter l'explication page 38 et suivantes.

Les réducteurs comprennent :

- une vis de réglage,
- un ressort de rappel,
- une membrane élastique,
- un obturateur relié à la membrane à travers un axe.

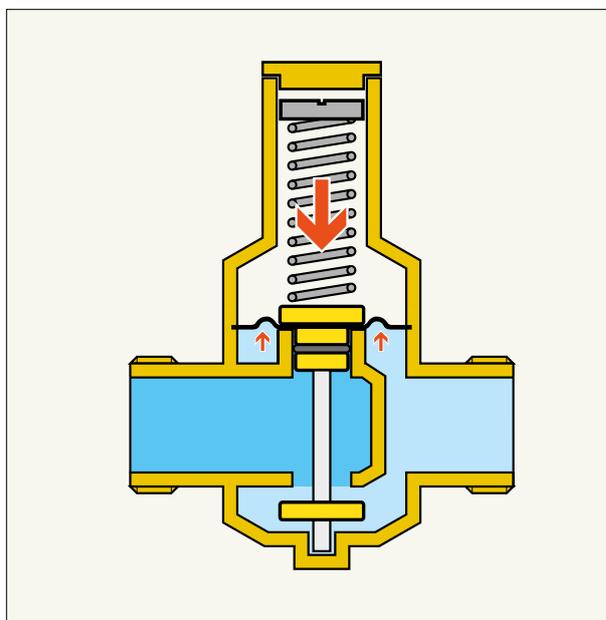
La membrane est sensible aux variations de la pression et particulièrement réactive à la stabilisation.



#### Principe de fonctionnement

Le **principe de fonctionnement** du réducteur se base sur l'équilibre entre deux forces opposées.

Le ressort pousse l'obturateur vers le bas dans le sens d'ouverture du réducteur. La pression en aval qui pousse la membrane crée à l'inverse une force qui tend à faire remonter l'obturateur dans le sens de fermeture.



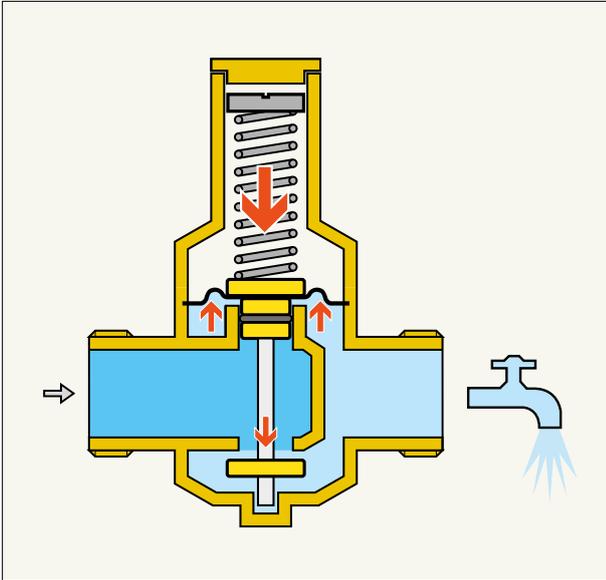
Le réducteur remplit sa fonction aussi bien durant l'écoulement que lorsque les robinets sont fermés.

La vis de réglage permet de modifier la compression initiale du ressort (en d'autres termes sa précharge), déterminant ainsi une force de poussée différente. Cette particularité permet de choisir la valeur sur laquelle régler la pression.

**En ouvrant un robinet** en aval du réducteur, la pression diminue sous la membrane.

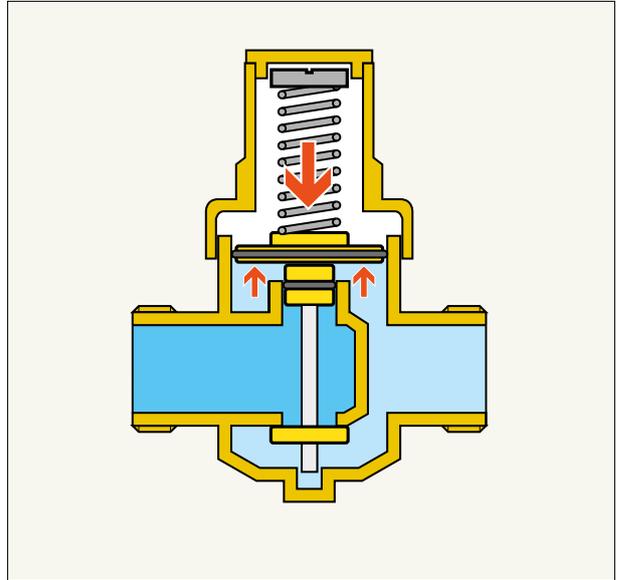
La force du ressort s'impose sur celle de l'eau sous la membrane : le ressort pousse l'obturateur vers le bas afin de laisser passer l'eau.

L'obturateur s'ouvre en fonction du nombre de robinets ouverts. Plus la pression diminue sous la membrane, plus il s'ouvre.

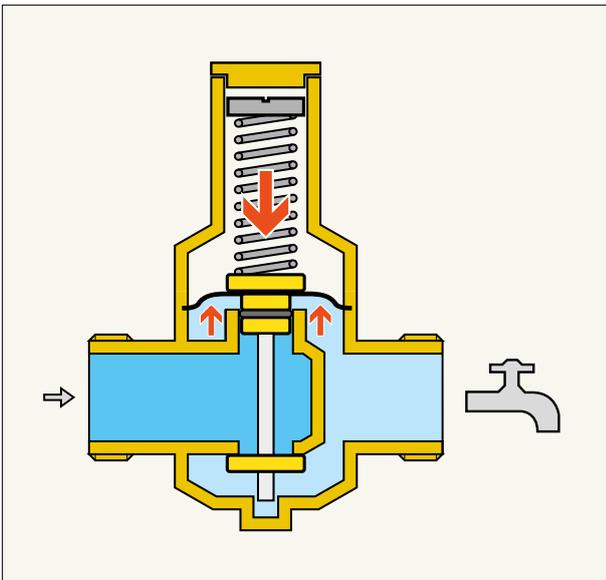


## RÉDUCTEURS DE PRESSION À PISTON

Le fonctionnement des réducteurs de pression à piston est similaire à celui des réducteurs à membrane. Sur ces dispositifs, la poussée de la pression en aval, qui agit sur la surface d'un piston, est contrastée et régulée par la poussée du ressort, préchargé selon les exigences de chaque situation.

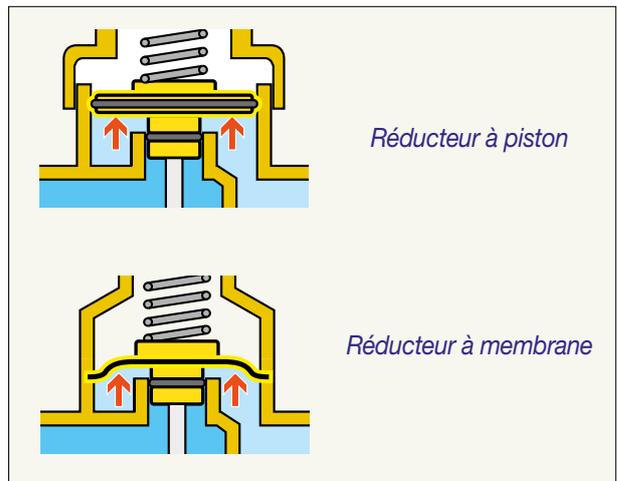


**En fermant tous les robinets** en aval du réducteur de pression, la pression sous la membrane augmente de sorte à équilibrer la poussée (tarage) du ressort. L'obturateur se ferme pour que la pression en aval corresponde à celle de réglage.



La présence du piston renforce le réducteur lors des brusques écarts de pression et en cas de coup de bélier. Mais le piston est moins sensible à la variation de pression et donc moins « réactif » à la stabilisation : son temps de réaction est supérieur à celui de la membrane.

C'est pour cette raison que ces dispositifs sont rarement utilisés comme stabilisateurs finaux dans les installations.



## RÉDUCTEURS DE PRESSION PILOTÉS

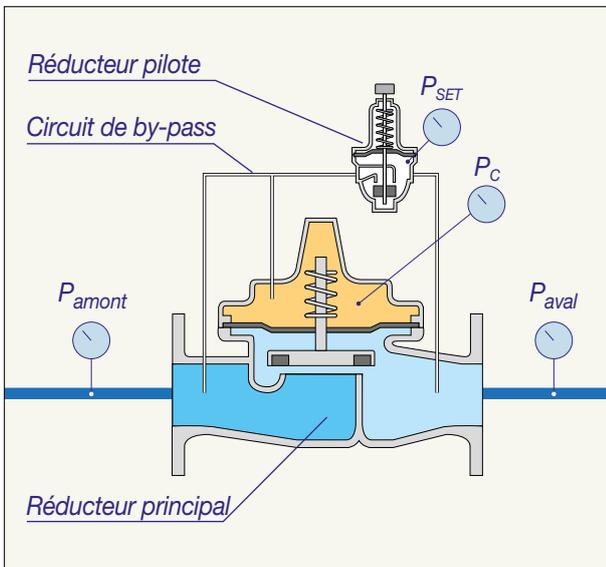
Dans un réducteur de pression normal, lorsque le débit requis augmente, la pression en aval diminue par rapport à la pression de tarage. Ceci est dû à la perte de charge à l'intérieur du dispositif. En d'autres termes, plus le débit requis est important, plus la pression de tarage s'éloignera de la pression réglée en aval.

Pour contraster ce phénomène, il est possible d'utiliser des réducteurs de pression pilotés (ou réducteurs stabilisateurs de pression) réalisés pour maintenir la pression en aval sur une valeur constante, indépendamment des variations de débit et des variations de la pression en amont.

Ces dispositifs sont recommandés pour supporter des débits importants et ils comprennent :

1. **réducteur principal** renfermant un obturateur relié à une membrane à travers un axe ;
2. **circuit de by-pass** ;
3. **réducteur de pression pilote**, soit un réducteur de pression à action directe installé sur le circuit de by-pass.

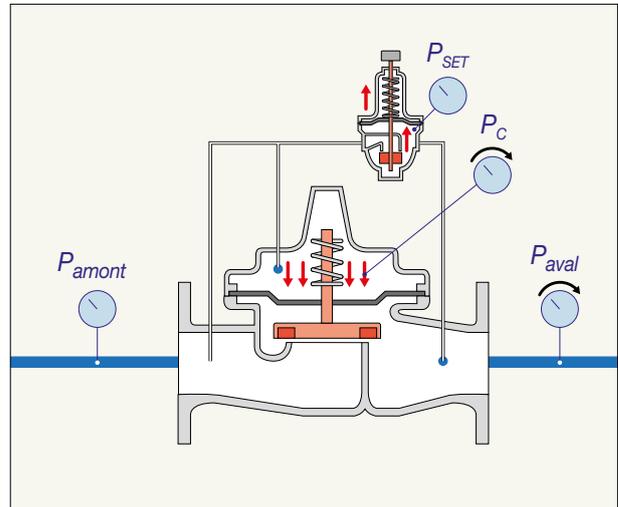
Le fonctionnement est commandé par le réducteur de pression pilote alors que le réducteur principal fait office de « multiplicateur » de tout ce qui se passe sur le réducteur.



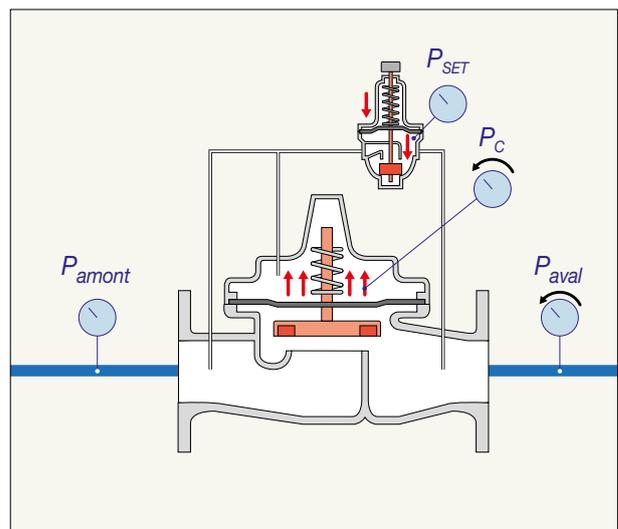
Le réducteur principal présente une chambre supérieure qui dispose d'une prise de pression qui la relie au circuit de by-pass. La pression en amont du réducteur pilote, appelée pression de contrôle ( $P_C$ ) pour simplifier, agit sur la partie supérieure de la membrane. La pression en aval agit quant à elle sur la partie inférieure de la membrane. C'est pour cela que le mouvement de l'obturateur du réducteur principal dépend de la différence entre les pressions  $P_C$  et  $P_{aval}$ .

Il est possible de choisir la pression en aval ( $P_{SET}$ ) sur le réducteur de pression pilote installé sur le circuit de by-pass. Il fonctionne comme un réducteur standard avec la possibilité supplémentaire de « piloter » le réducteur principal.

Lorsque **la pression en aval augmente**, l'obturateur qui se trouve à l'intérieur du réducteur pilote se déplace vers la position de fermeture (comme pour un réducteur de pression standard). Le débit du circuit de by-pass diminue et la pression de contrôle ( $P_C$ ) commence à augmenter, créant ainsi une force sur la membrane du réducteur principal qui déplace son obturateur en bas vers la position de fermeture.



Par contre, lorsque **la pression en aval diminue**, le contraire se vérifie : le réducteur de pression pilote s'ouvre davantage, le débit du circuit de by-pass augmente et la pression de contrôle ( $P_C$ ) qui agit sur la partie supérieure de la membrane principale diminue. Pour cette raison, l'obturateur du réducteur principal est « piloté » vers le haut dans le sens de l'ouverture.



Ces réglages continus permettent de contrôler la pression en aval de sorte qu'elle respecte les limites fixées.

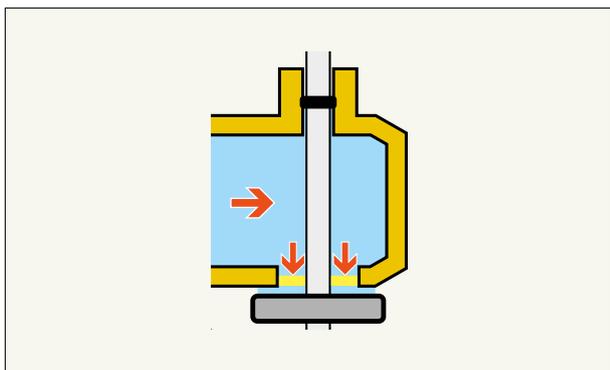
## CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

Rappelons que le fonctionnement d'un réducteur de pression et ses caractéristiques principales sont identiques, qu'il s'agisse d'un réducteur à piston ou à membrane.

Nous avons donc choisi de nous arrêter de manière plus approfondie sur le réducteur de pression à membrane qui assure un meilleur réglage, en détaillant aux paragraphes suivants ses caractéristiques principales, son dimensionnement et les différents types d'installation possibles.

### Siège normal

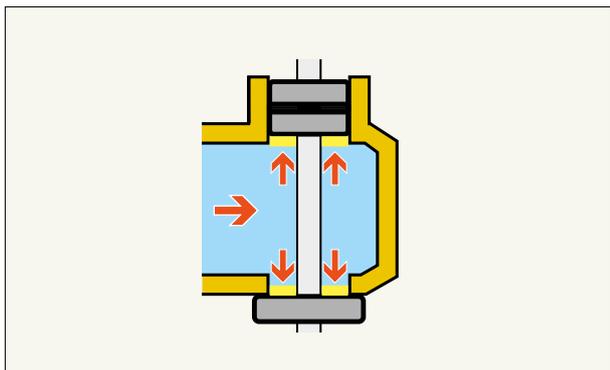
La poussée de pression en amont agit uniquement sur l'obturateur. Plus la pression en amont augmente, plus le ressort pousse l'obturateur, qui descendra pour ouvrir le passage. Le mouvement de l'obturateur est donc influencé par la pression en amont.



### Siège compensé

Le siège de l'obturateur est réalisé de sorte à disposer de la même surface de poussée vers le haut que vers le bas. De cette façon, la poussée de la pression en amont qui agit sur l'obturateur est « annulée ».

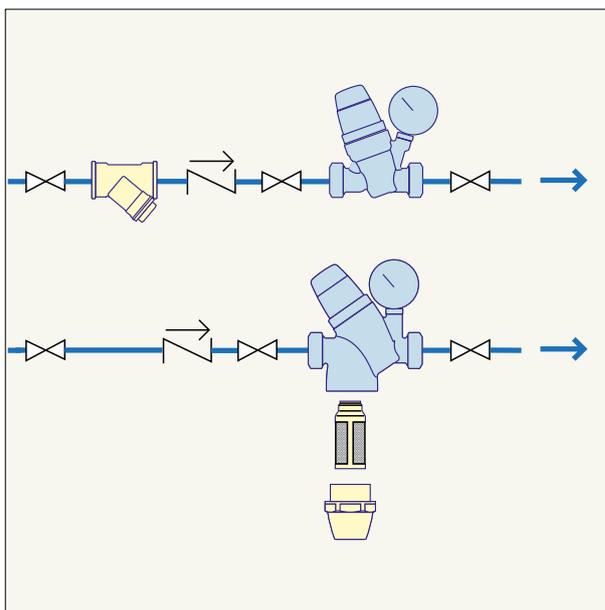
Le réducteur à siège compensé assure plus de précision et de stabilité du fait que le mouvement de l'obturateur n'est pas influencé par la pression en amont.



## Filtre

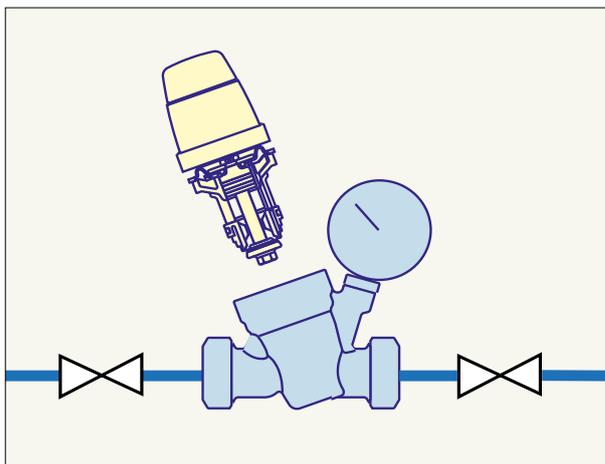
La présence d'un **filtre en amont** du réducteur peut éviter des dysfonctionnements souvent attribués par erreur au réducteur de pression. On a parfois l'impression que le réducteur n'arrive pas à maintenir la pression programmée ; dans la plupart des cas, ce problème est engendré par la présence d'impuretés qui se déposent sur le siège d'étanchéité, ce qui provoque des fuites et par conséquent l'augmentation de la pression en aval.

Il existe des réducteurs de pression **intégrant un filtre inspectable**, habituellement contenu dans un boîtier transparent spécifique, pour protéger le réducteur et l'installation contre les impuretés éventuellement présentes dans l'eau du réseau.



### Cartouche extractible et remplaçable

La cartouche contenant la membrane, le filtre, le siège, l'obturateur et le piston de compensation est généralement préassemblée en un seul bloc. Elle est extractible pour faciliter les opérations d'inspection et d'entretien.



## Tarage du réducteur

Le réducteur peut être :

- réglable
- pré-réglable.

Le **réducteur réglable** doit être étalonné après son installation. Tourner la bague servant à comprimer le ressort : dans le sens des aiguilles d'une montre pour augmenter la valeur, dans le sens inverse pour la réduire. Toujours prévoir un manomètre en aval pour pouvoir vérifier la valeur de tarage.

Le **réducteur pré-réglable** peut être étalonné à la pression souhaitée avant d'être installé, à travers une poignée disposant d'un indicateur de la valeur de réglage. Pour augmenter la valeur, tourner la poignée dans le sens des aiguilles d'une montre. Après l'installation, la pression de l'installation arrivera automatiquement sur la valeur programmée.

## Résistance aux pressions élevées

Certaines applications impliquent que les composants soient particulièrement résistants pour supporter des pressions d'entrée très élevées.

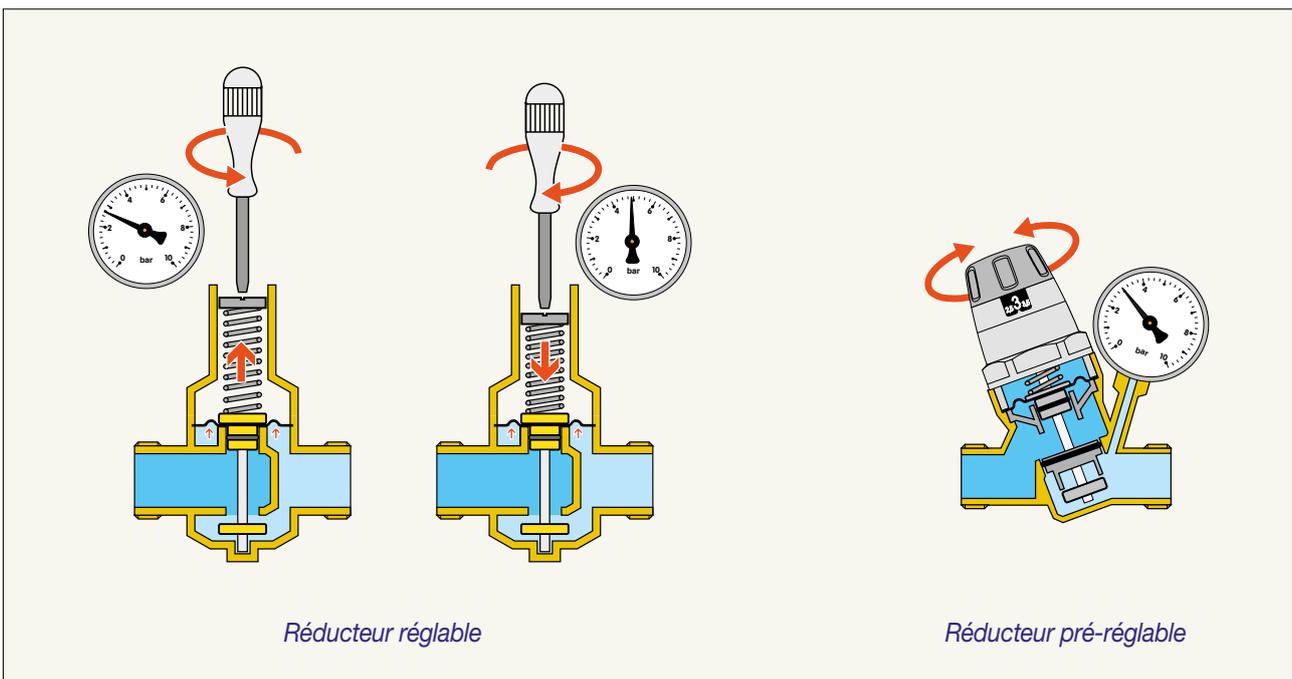
Dans de tels cas, la zone à l'intérieur du réducteur exposée à la pression en amont doit être réalisée de sorte à pouvoir supporter les pressions élevées sans compromettre le fonctionnement ou l'intégrité du dispositif.

Ce type de réducteur peut être utilisé en service continu avec des pressions en amont pouvant atteindre 40 bar.

## Résistance aux températures élevées

Les réducteurs de pression peuvent également être employés sur des réseaux de distribution d'eau chaude sanitaire, c'est-à-dire dans un milieu où ils peuvent rencontrer des températures plus élevées que celles d'une situation normale.

Pour ces applications, le marché propose des produits réalisés à partir de composants en mesure de résister jusqu'à 80°C.



## 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) :

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

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

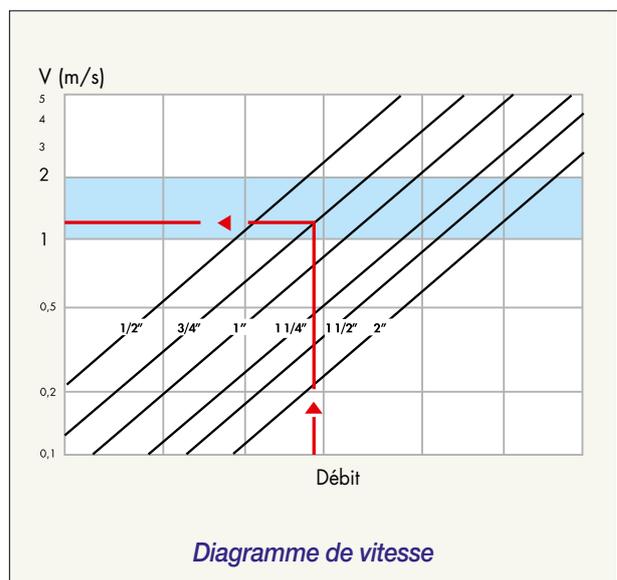
- v = vitesse du flux [m/s]
- $Q_{PROJET}$  = débit du fluide [l/min]
- DN = diamètre nominal [mm]

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 :

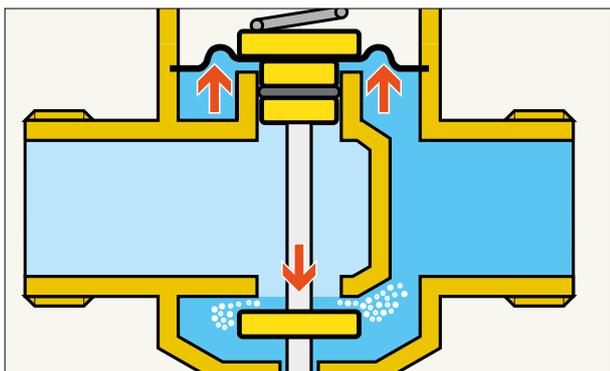
pression en amont  $P_M = 15 \text{ bar}$

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.

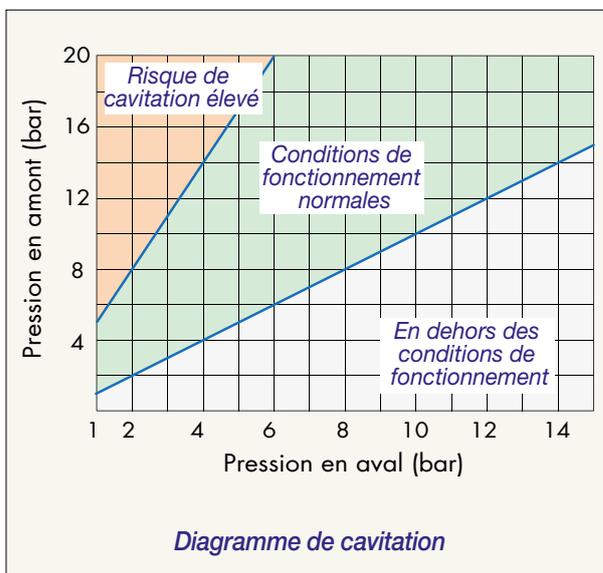


Diagramme de cavitation

- **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.

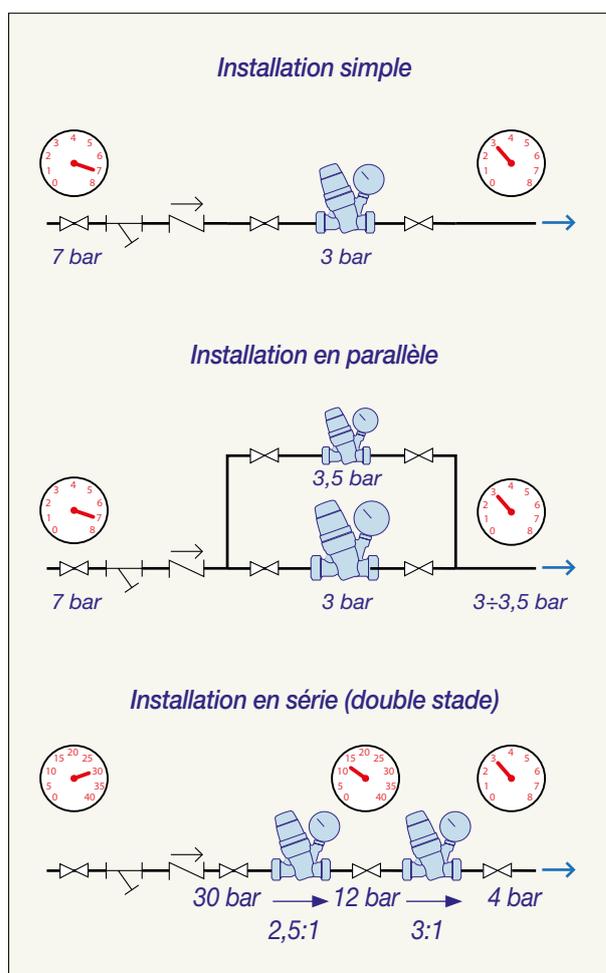
## TYPES D'INSTALLATION

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.

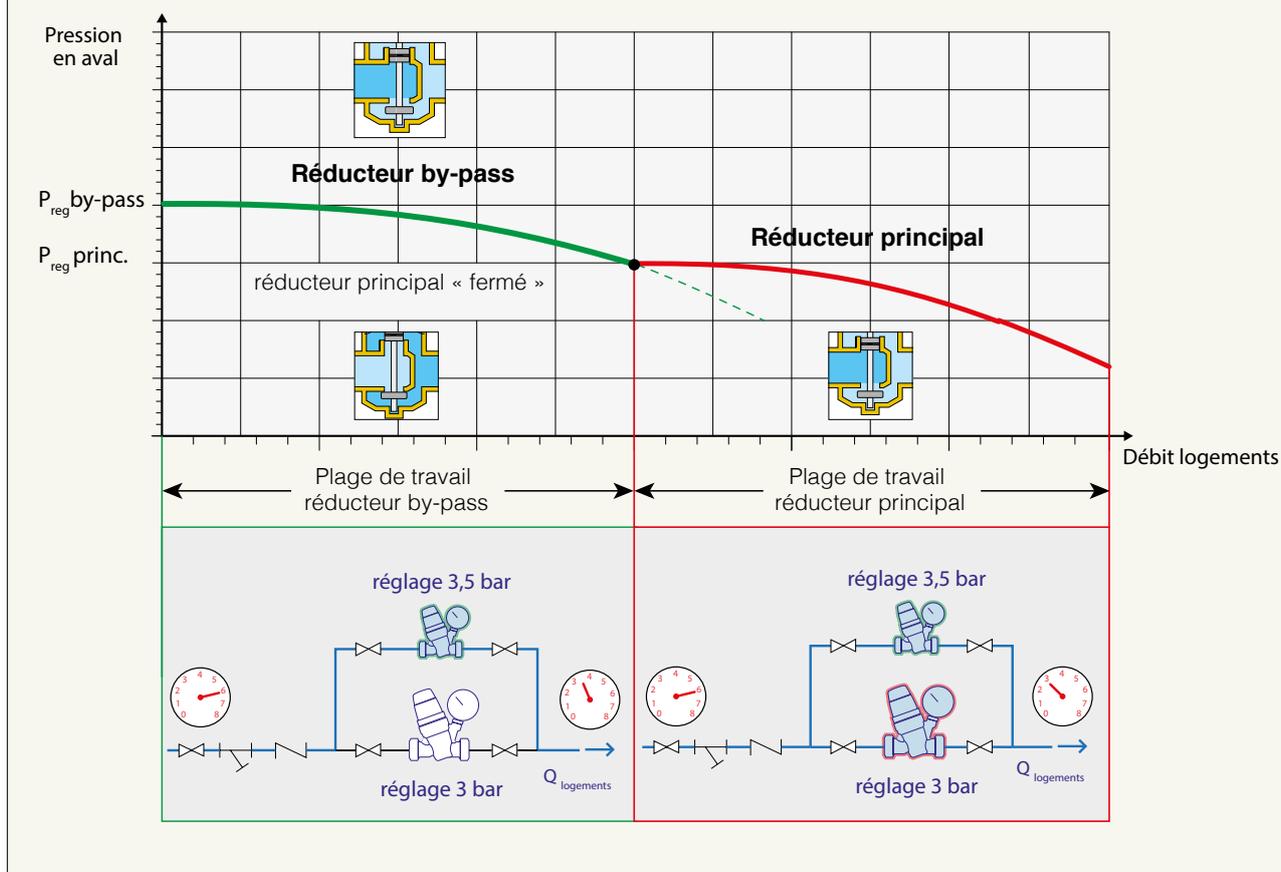
Le schéma ci-après représente graphiquement le fonctionnement des deux réducteurs en parallèle.

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
<b>Débit total</b>		292 l/min
<b>Débit de projet</b>		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.

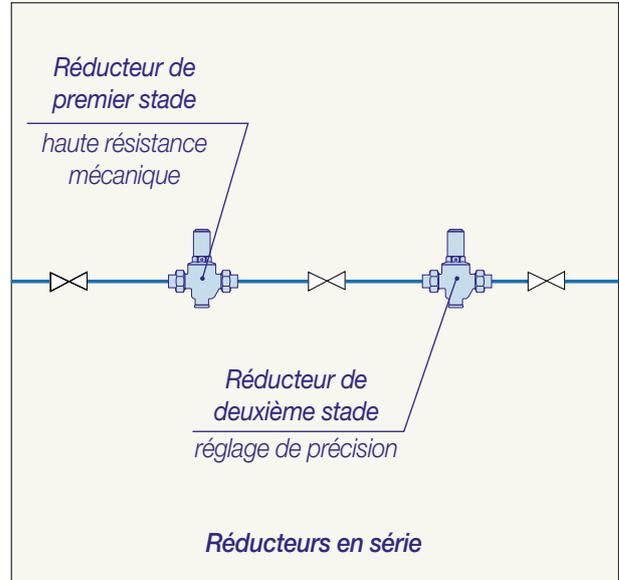
## RÉDUCTEURS EN SÉRIE

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.

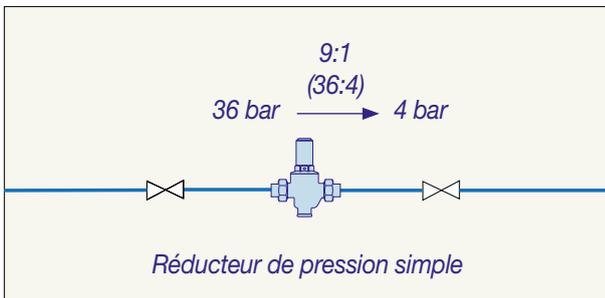
D'une manière générale, le réducteur de premier stade peut être un dispositif dont le réglage est moins sophistiqué mais il devra présenter d'excellentes qualités de résistance mécanique du fait qu'il devra supporter les crêtes et les écarts de pression du réseau.

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.

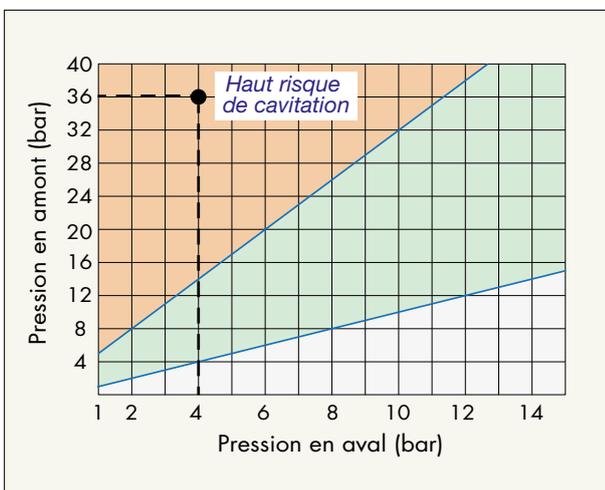


### Exemple de dimensionnement

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.

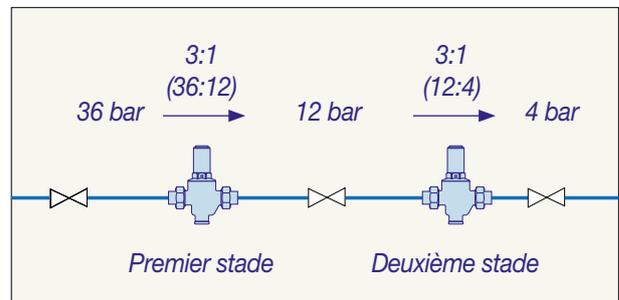


Comme le montre le diagramme ci-après, un seul réducteur de pression réglé sur 4 bar n'est pas suffisant car il intervient dans la zone rouge, et donc en condition de cavitation.

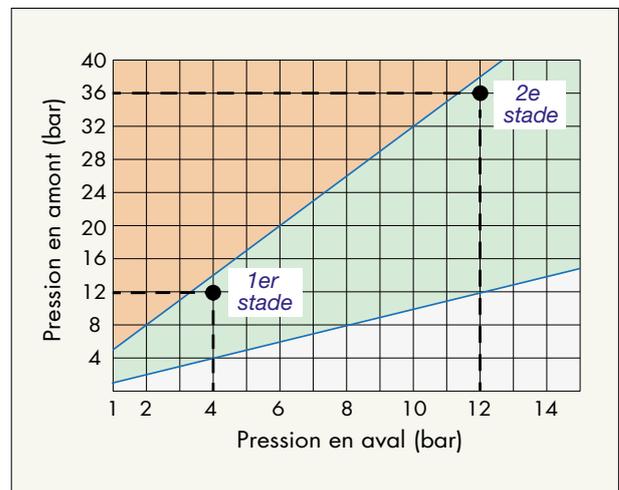


Le dimensionnement correct prévoit l'utilisation de deux réducteurs de pression en série.

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).

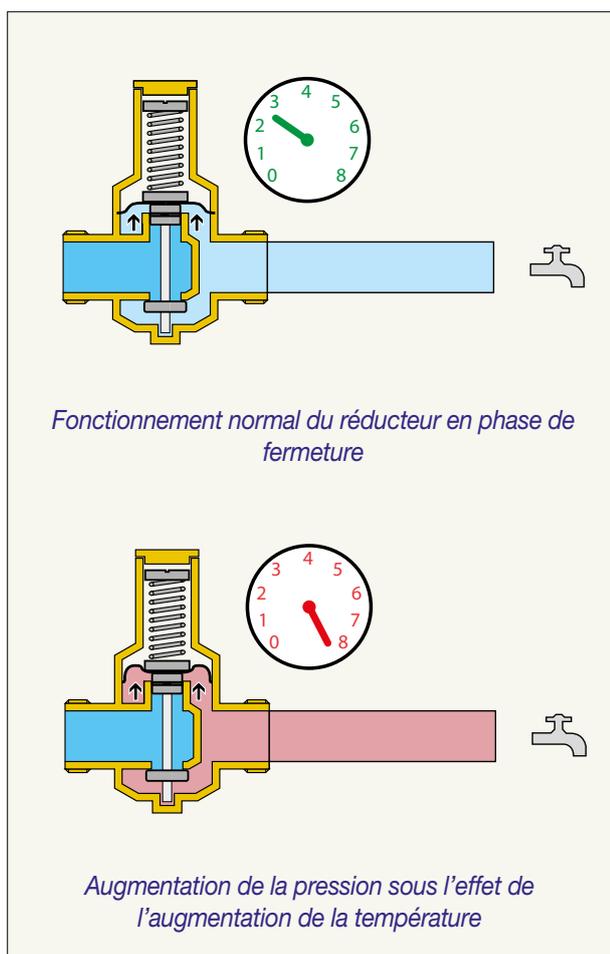
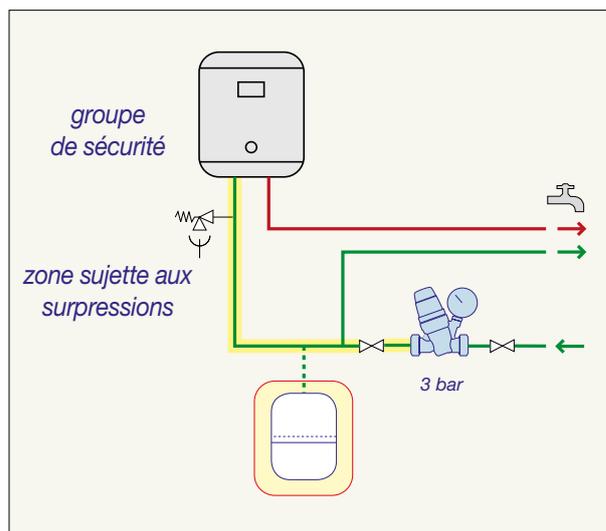


De cette façon, les deux réducteurs fonctionnent à l'intérieur de la plage de travail optimale.



## 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.

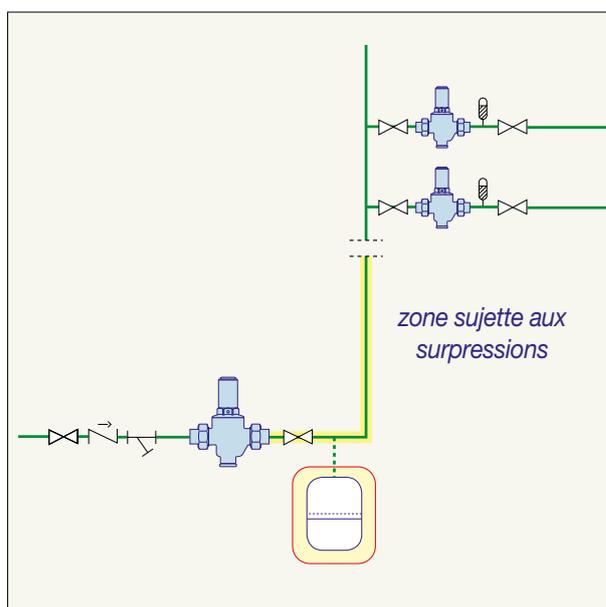


La pression peut également augmenter sur les grandes installations qui disposent généralement de plusieurs réducteurs montés en série. Dans ce cas, si les deux réducteurs sont proches, ce qui revient à dire que le conduit intermédiaire ne contient pas beaucoup d'eau, les dilatations peuvent être absorbées 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).

## DÉBIT DE RÉSEAU TROP FAIBLE

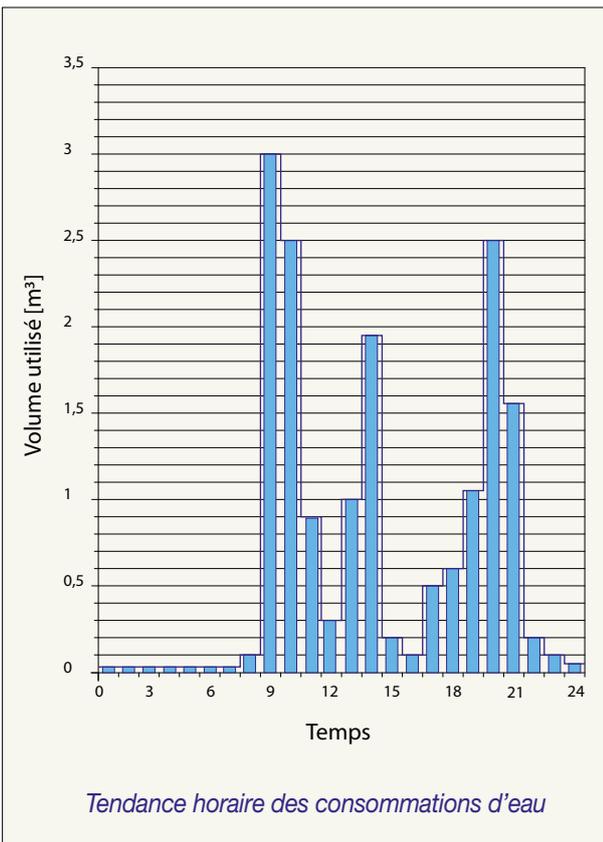
Les arrivées d'eau ne présentent pas que des problèmes de pressurisation ; dans certains cas, les réseaux n'assurent pas les résultats prévus à cause d'un débit insuffisant.

Ces problèmes se présentent généralement lorsque le réseau d'alimentation a été sous-dimensionné au niveau du point de prélèvement ou pour une diminution des ressources hydriques.

Dans les deux cas, il faudra prévoir une réserve d'eau capable de répondre aux exigences du réseau de distribution, y compris lorsque le débit du circuit d'alimentation est insuffisant.

Le **ballon d'accumulation, ou réserve d'eau**, a pour but de stocker l'eau dans les périodes où l'exigence baisse et de la mettre à disposition dans les périodes de pointe.

Il est possible de calculer l'accumulation avec précision en étudiant la tendance horaire des consommations d'eau (profil d'utilisation). Le diagramme ci-dessous illustre l'exemple d'un immeuble de type résidentiel.



Cependant il n'est pas toujours possible de disposer des données - ou de les supposer - correspondant à la consommation effective selon les différents moments de la journée et les calculs s'avèrent parfois compliqués ou ne concernent que la situation analysée.

Il est donc possible de dimensionner le ballon de la façon suivante :

- **méthode analytique simplifiée** en l'absence des données correspondant au profil d'utilisation ;
- **méthode graphique** en présence des données correspondant au profil d'utilisation.

### MÉTHODE ANALYTIQUE SIMPLIFIÉE

Il s'agit d'une méthode de dimensionnement approximative basée essentiellement sur deux hypothèses :

- la demande maximale de débit de projet ( $Q_{pr}$ ) est concentrée sur une ou plusieurs périodes de pointe ( $t_p$ ) ;
- les périodes de pointe sont assez éloignées l'une de l'autre pour un temps de recharge ( $T_{rech}$ ) du ballon d'accumulation au débit disponible ( $Q_{disp}$ ).

Si toutes ces hypothèses se vérifient et sachant que le débit de projet ( $Q_{pr}$ ) tient déjà compte de la simultanéité à laquelle l'eau est utilisée, il est possible de calculer le volume d'accumulation à partir de la formule :

$$V = t_p \cdot (Q_{pr} - Q_{disp})$$

En vérifiant que

$$T_{rech} > \left( \frac{V}{Q_{disp}} \right)$$

où

V	= volume théorique du ballon	(l)
$Q_{pr}$	= débit de projet	(l/h)
$Q_{disp}$	= débit disponible	(l/h)
$t_p$	= période de pointe	(h)
$T_{rech}$	= temps de recharge	(h)

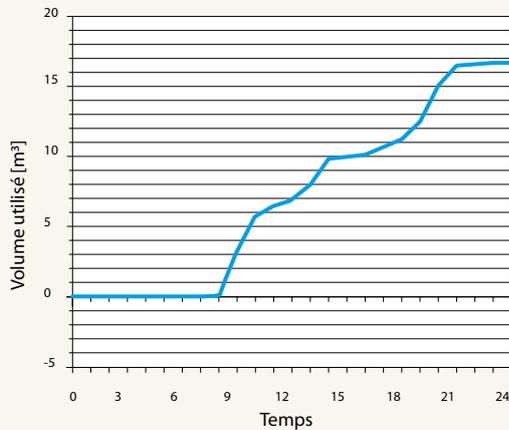
Le volume théorique est normalement accompagné d'un facteur de sécurité ( $F_s$ ) afin de pouvoir répondre aux consommations occasionnellement plus importantes.

$$V_{ballon} = F_s \cdot V$$

Il sera nécessaire de repressuriser le réseau d'arrivée en aval du ballon d'accumulation (voir explication page 5).

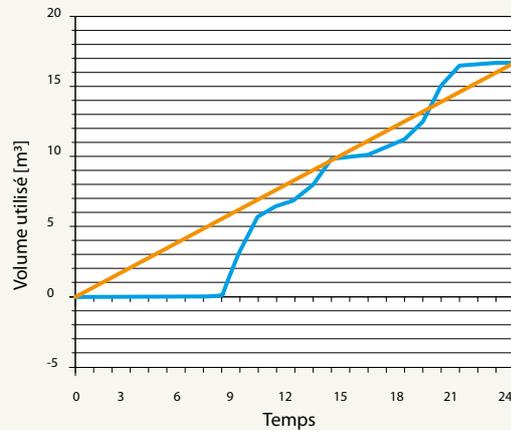
## MÉTHODE GRAPHIQUE

Cette méthode de dimensionnement est plus précise car elle tient compte des données correspondant au profil d'utilisation. Pour éviter des calculs longs et compliqués, il est possible de tracer une courbe d'utilisation sur une longue période, qui servira à élaborer graphiquement le volume du ballon d'accumulation, comme le montre l'encadré ci-dessous.



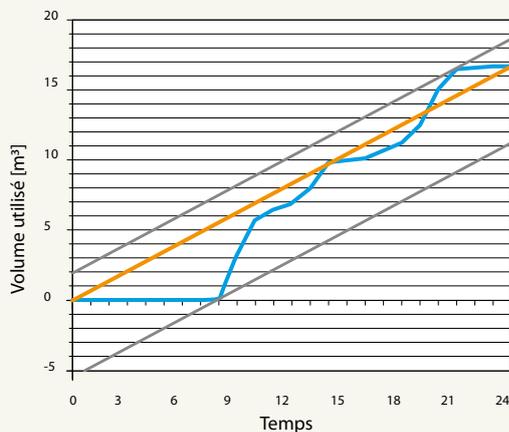
### 1. Courbe d'utilisation cumulative

La courbe représente la tendance du volume total d'eau prélevée en une journée. On l'obtient en additionnant progressivement les données de la tendance horaire des consommations d'eau.



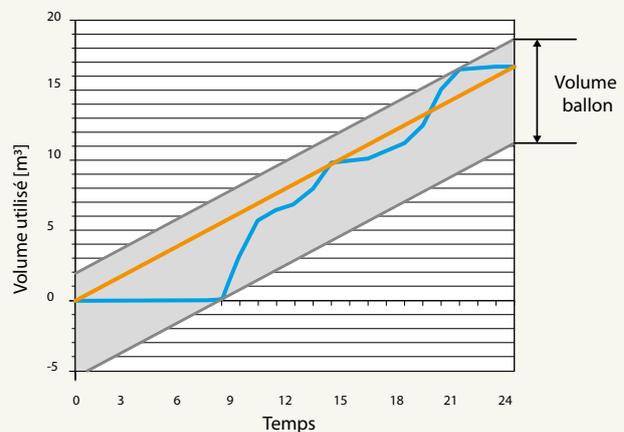
### 2. Ligne d'utilisation moyenne

L'inclinaison de la ligne qui relie le point de départ (0) avec le point d'arrivée de la courbe d'utilisation cumulative représente le débit moyen des dérivations sur une journée.



### 3. Lignes de confinement

Lignes parallèles à la ligne d'utilisation moyenne qui renferment toute la courbe d'utilisation.



### 4. Volume théorique du ballon

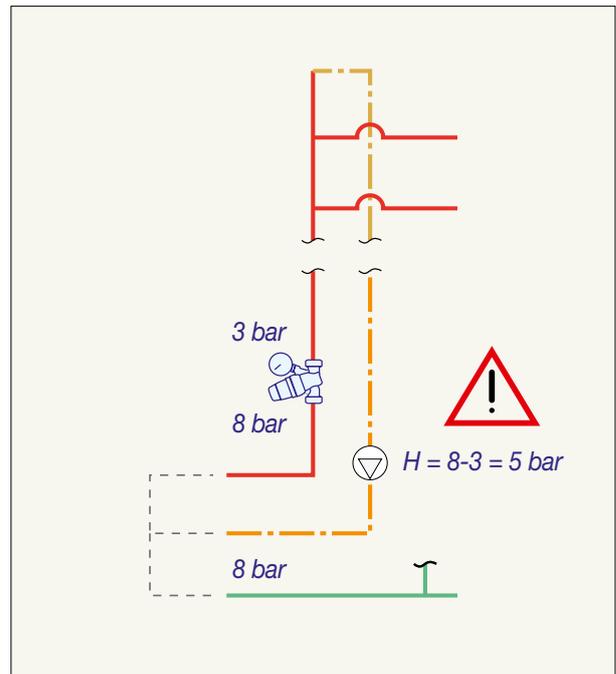
On l'obtient en mesurant la distance, sur l'axe des Y, entre les lignes de confinement.

## RÉSEAU DE BOUCLAGE ET RÉDUCTEURS DE PRESSION

Les installations de distribution d'eau sanitaire qui desservent de grands immeubles ou des tours se développent principalement en hauteur, avec une différence de pression entre les étages. Ces cas exigent la présence de réducteurs de pression tout le long du circuit. De même, pour éviter que l'eau chaude sanitaire ne refroidisse le long des canalisations, il faudra prévoir un bouclage. Pour assurer le fonctionnement des réducteurs de pression desservant un réseau d'eau chaude, il ne faut pas les installer sur les tronçons du réseau de bouclage.

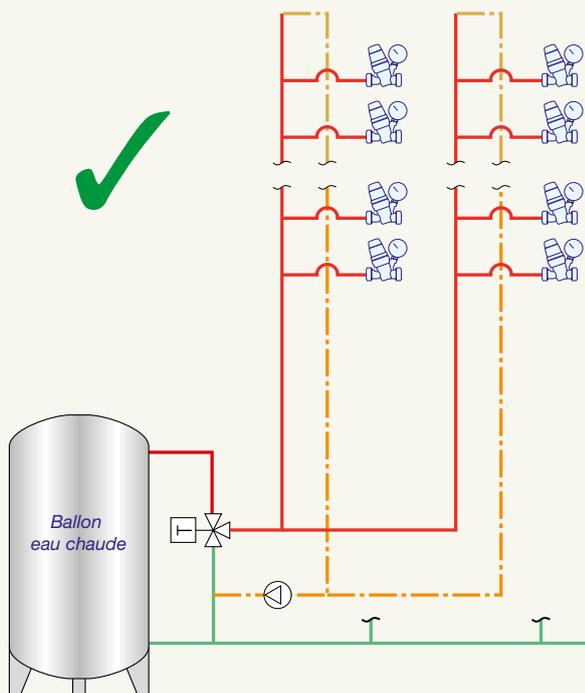
Le mécanisme de fonctionnement du réducteur n'accepte pas ce type d'installation car, lorsque tous les robinets sont fermés, la pression en aval est identique à la pression de réseau et l'obturateur se ferme, empêchant ainsi le bouclage.

Pour permettre à l'obturateur de s'ouvrir, il faudrait que la pompe de bouclage génère une hauteur manométrique supérieure à la différence entre la pression de réseau et la pression de réglage des réducteurs : normalement, cette différence oscille entre 1 et 6 bar, rarement à disposition des circulateurs traditionnels utilisés pour le bouclage.

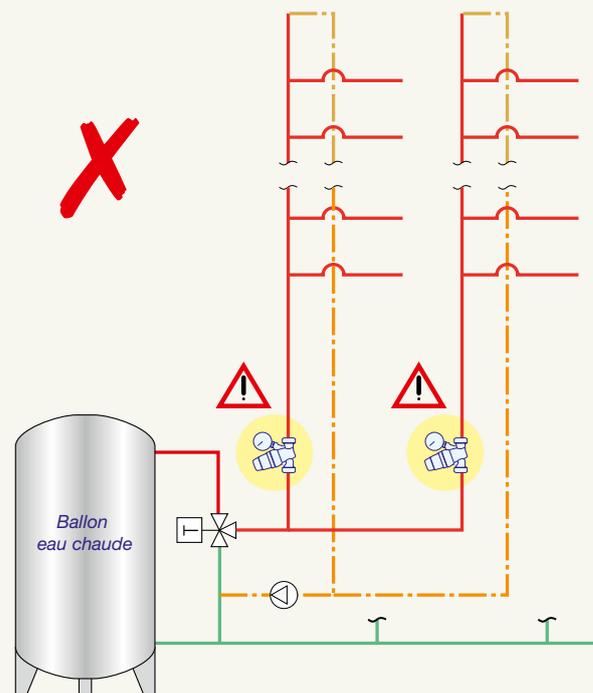


Et même, en admettant que le circulateur dispose de la hauteur manométrique nécessaire, ces systèmes de circulation présenteraient des dépenses d'énergie non acceptables.

### INSTALLATION CORRECTE



### INSTALLATION INCORRECTE



## SCHÉMAS D'INSTALLATION

Les pages qui suivent présentent des schémas d'installations typiques pour les réducteurs de pression. Nous analyserons d'abord les réseaux de distribution de l'eau froide sanitaire sur des applications domestiques de petites dimensions ; après quoi, nous examinerons les réseaux de distribution des grands immeubles qui, nous le verrons, impliquent une gestion correcte de la pression. En dernier lieu, nous étudierons les schémas concernant la distribution de l'eau chaude sanitaire.

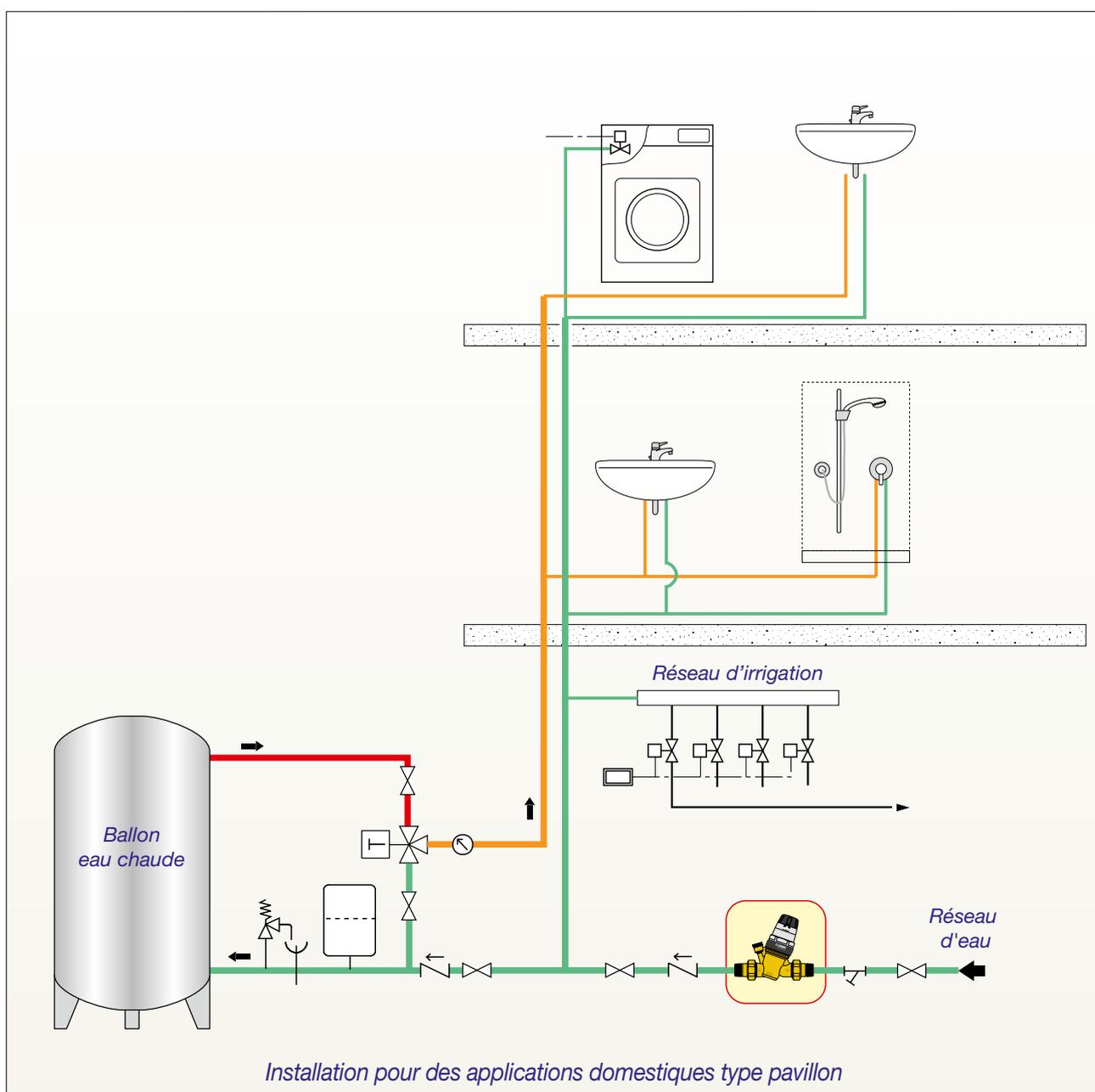
## APPLICATIONS DOMESTIQUES

Dans ce type d'installation, les réseaux de distribution sont en général peu étendus et desservent au plus 2 ou 3 étages.

Ces installations présentent toutefois un risque de surpression à l'entrée du réseau d'alimentation, surpression qui peut être constante ou qui peut se concentrer sur certains moments de la journée, comme cela se produit pour les installations alimentées par le réseau public.

Pour protéger ce type de réseau, il convient d'installer un réducteur de pression général.

Le tarage de la pression est la plupart du temps réglé entre 1,5 et 3 bar.



## GRANDS IMMEUBLES

Les réseaux desservant les grands immeubles perdent souvent de la pression aux étages supérieurs : cette **perte de pression peut varier de 0,3 à 0,4 bar par étage**.

Deux cas sont possibles :

- **pression disponible suffisante** pour alimenter le logement le plus défavorisé (normalement au dernier étage) ; dans cette condition, les premiers étages disposent d'une pression trop élevée ;
- **pression disponible insuffisante** pour alimenter le logement le plus défavorisé ; lorsque la pression au pied de la colonne montante est trop basse, les derniers étages ne seront pas alimentés correctement.

Dans les deux cas, il est difficile de desservir correctement plus de 4 ou 5 étages.

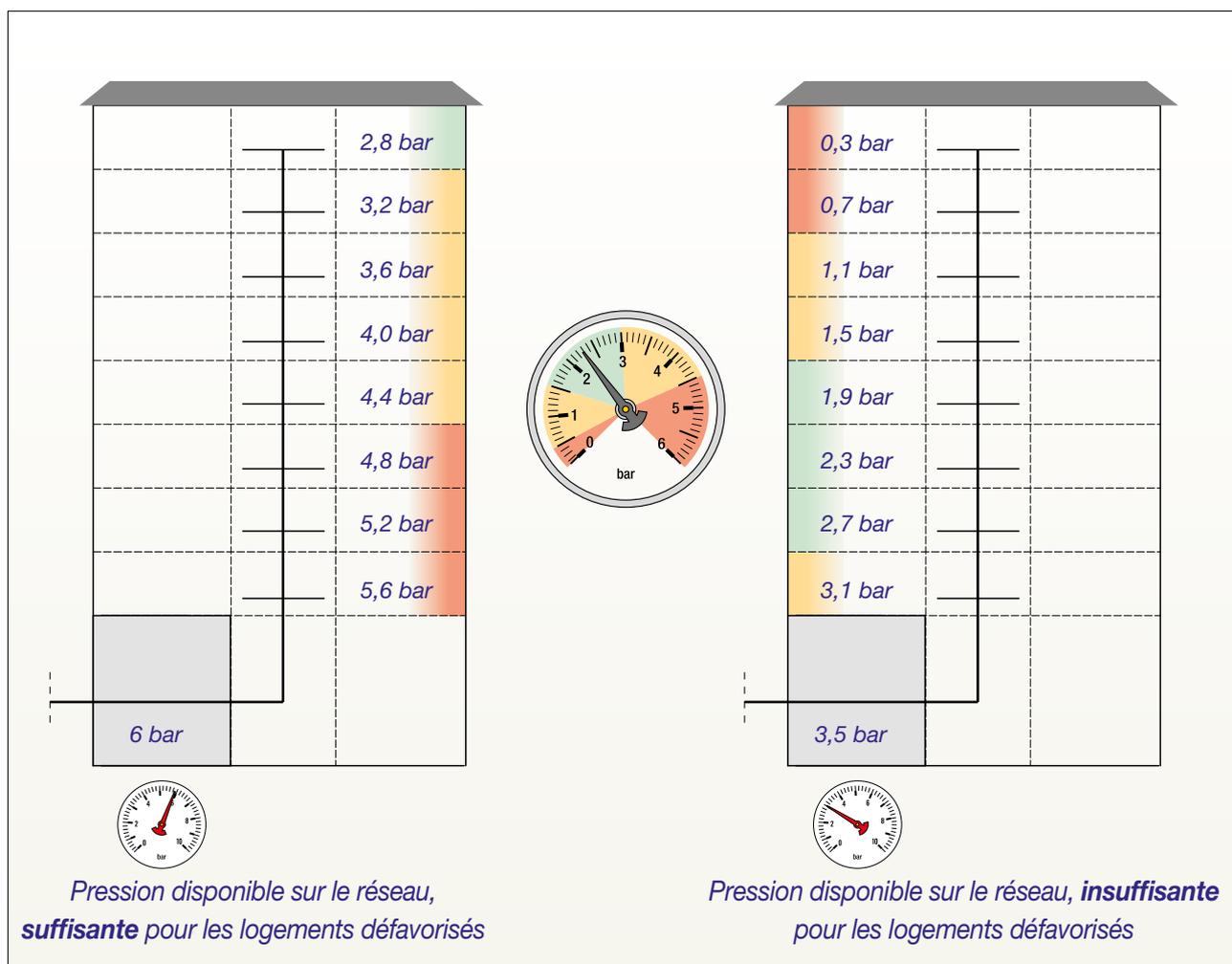
### Pression disponible suffisante

Pour le **cas n° 1**, la pression disponible est suffisante pour alimenter le logement le plus défavorisé. Il est donc possible de répartir l'alimentation principale sur plusieurs colonnes montantes. Chaque colonne montante dessert 4 ou 5 étages ; la pression de celle qui dessert les premiers étages peut être réglée à travers un réducteur de pression.

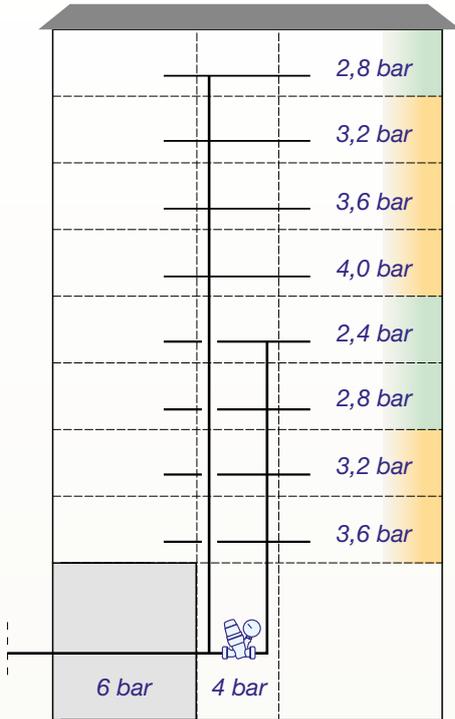
Pour le **cas n° 2**, les **colonnes** peuvent être **reliées en parallèle** et les réducteurs de pression seront dimensionnés pour le débit de chaque colonne montante. Les rapports de réduction sont plus élevés pour les réducteurs installés sur les colonnes desservant les premiers étages.

Pour le **cas n° 3**, les **colonnes** peuvent être **reliées en série** à partir de celle qui dessert les derniers étages. Dans ce cas, dimensionner le premier réducteur en fonction du débit total. Le réducteur suivant, qui est de deuxième stade, résulte avantagé et il intervient avec un rapport de réduction inférieur.

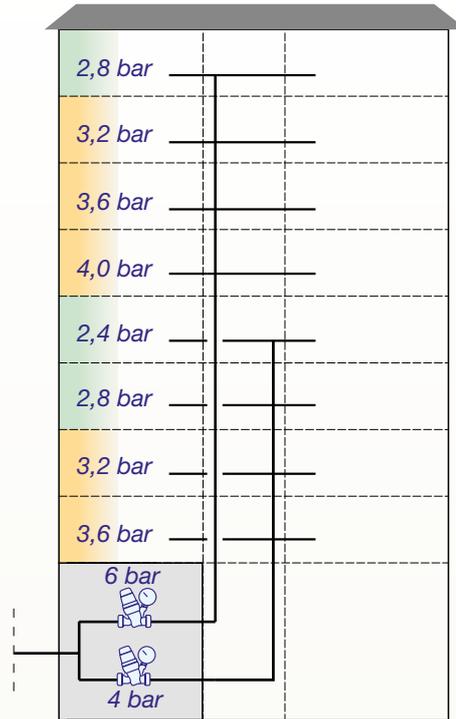
Lorsqu'il est impossible ou difficile de diviser les colonnes d'arrivée d'eau, comme pour le **cas n° 4**, il suffit d'utiliser une seule colonne et d'équiper chaque étage ou chaque logement d'un réducteur de pression. Cette solution assure une distribution optimale de la pression aux logements mais est réservée aux colonnes desservant 15 ou 16 étages, pour éviter des rapports de réduction trop élevés.



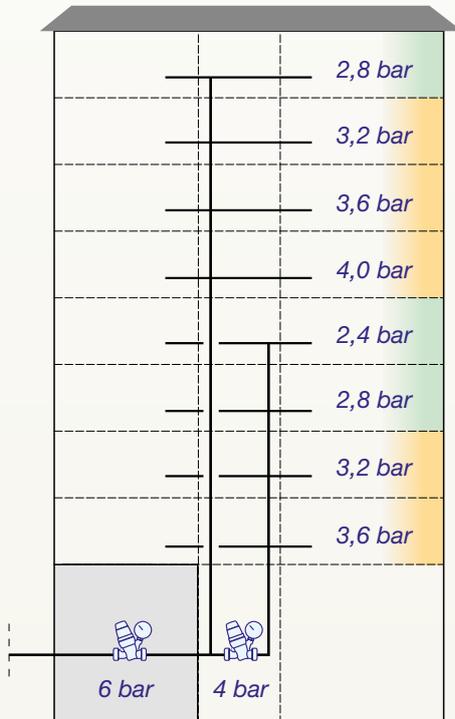
Cas 1



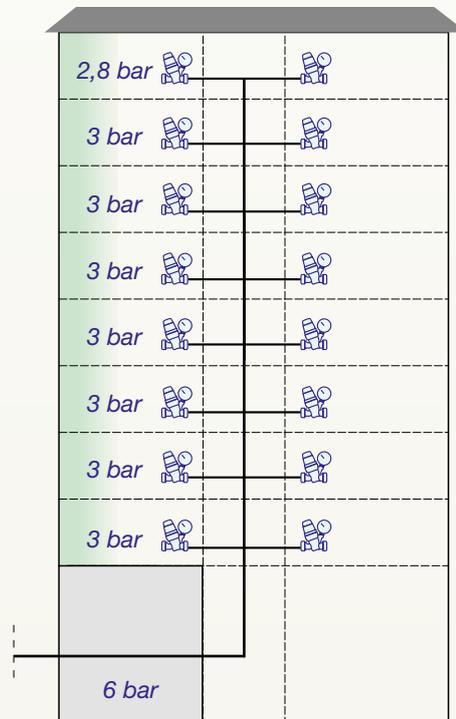
Cas 2



Cas 3



Cas 4



Distribution dans de grands immeubles avec pression disponible suffisante

## Pression disponible insuffisante

Dans la plupart des grands immeubles, la pression disponible est souvent insuffisante pour les logements les plus défavorisés, c'est-à-dire ceux des derniers étages.

Dans ces cas, il faut installer un ou plusieurs surpresseurs en évitant, comme pour les situations préalablement analysées, de desservir les logements des premiers étages à une pression trop élevée.

Lorsque la pression disponible n'est suffisante que pour desservir les premiers étages (*cas n° 1*), il est possible de diviser les colonnes d'alimentation, à savoir :

- desservir directement les premiers étages ;
- utiliser un surpresseur pour desservir les derniers étages.

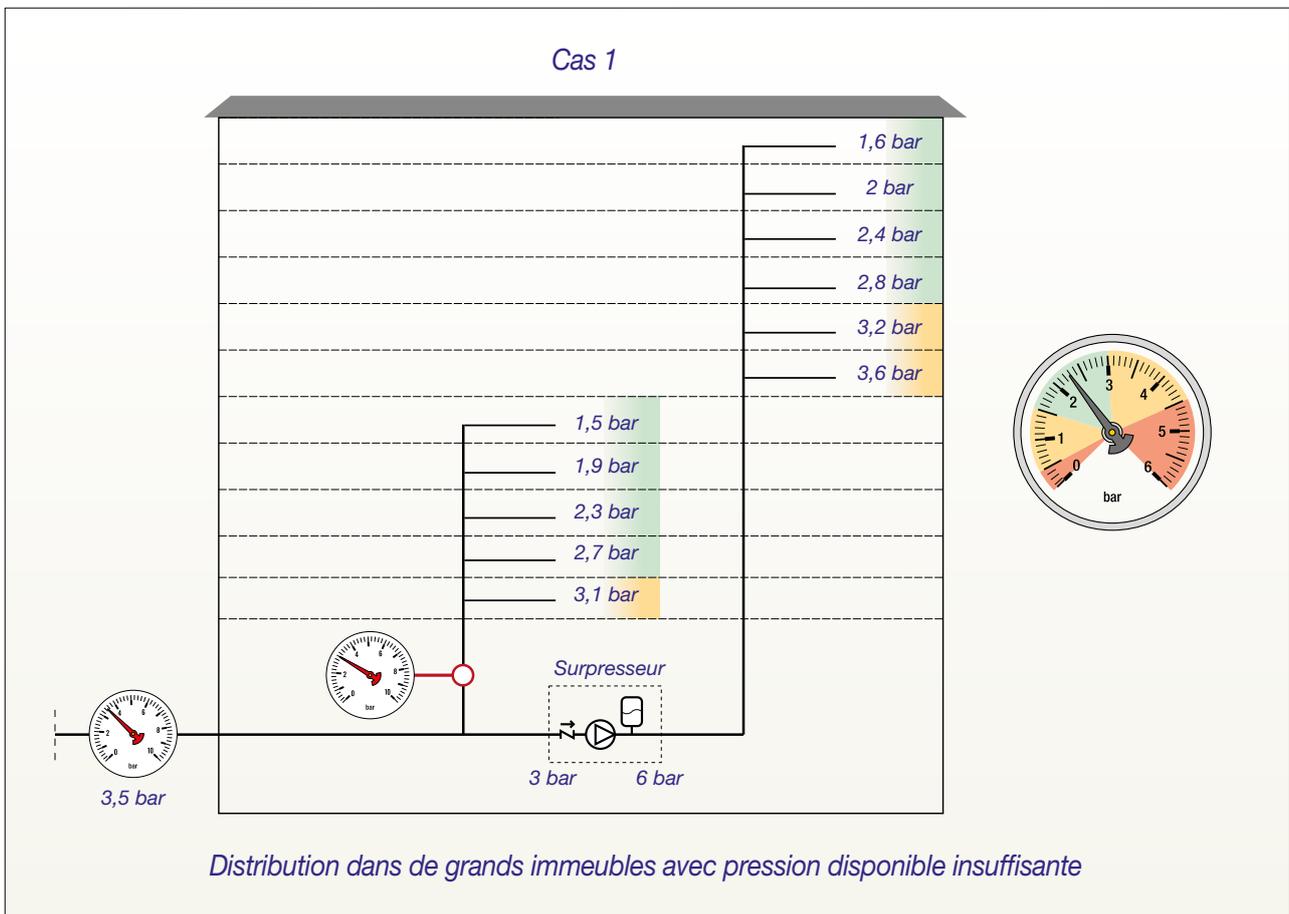
Dimensionner le surpresseur en tenant compte uniquement du débit de projet des derniers étages et non pas du débit total de tout l'immeuble.

Par contre, si la pression disponible n'assure pas une bonne distribution aux premiers étages, il faudra pressuriser tout le réseau (*cas 2, 3 et 4*).

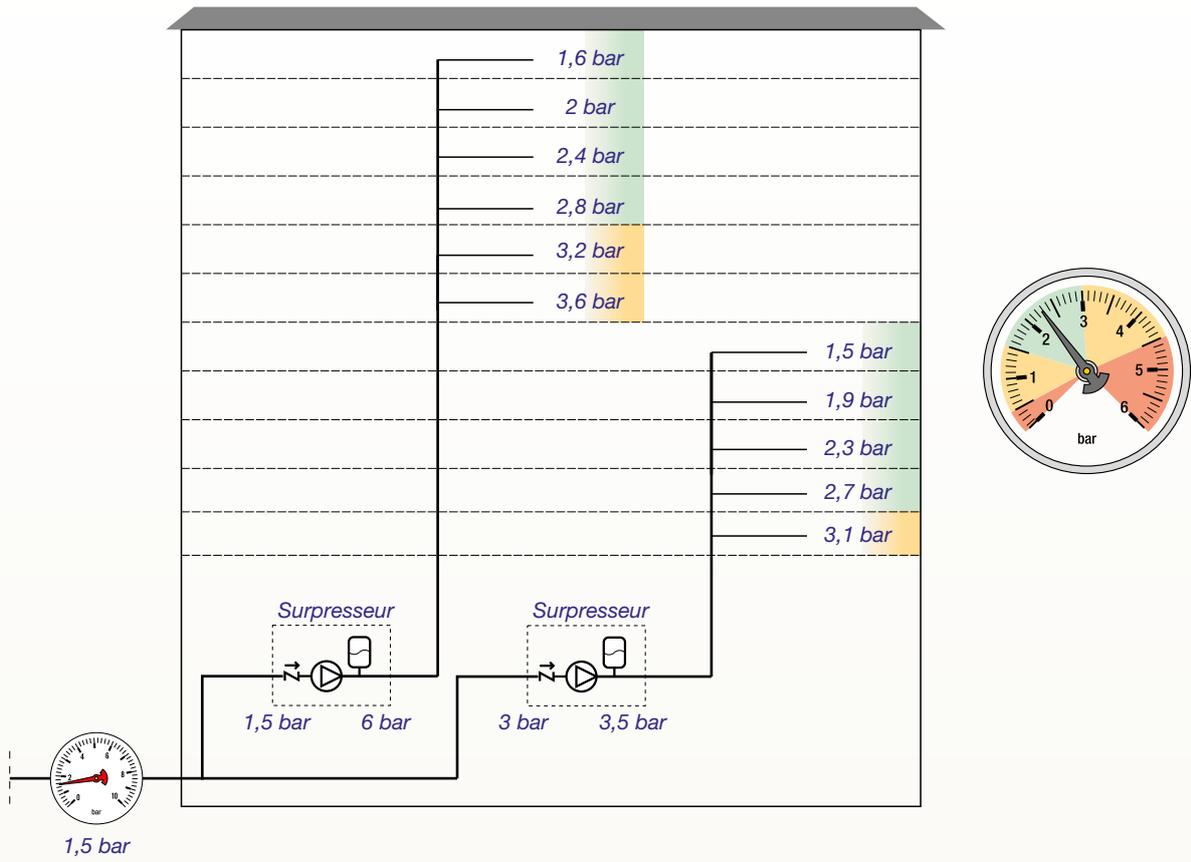
Il est possible de prévoir un surpresseur dédié à chaque colonne d'arrivée d'eau (*cas n° 2*) et dimensionné selon le débit de projet correspondant.

Il est également possible d'installer un seul surpresseur sur la ligne principale, associé à un réducteur de pression sur la colonne desservant les premiers étages (*cas n° 3*). Pour cette application, dimensionner le surpresseur en fonction du débit de projet de tout l'immeuble et de la pression nécessaire pour desservir la colonne la plus défavorisée.

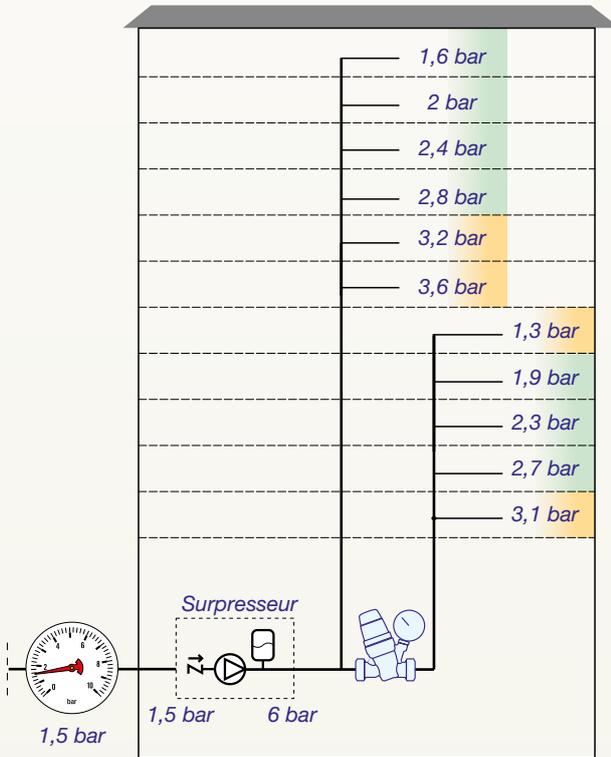
En dernier lieu, il est également possible de ne pas répartir l'amenée d'eau sur plusieurs colonnes d'alimentation, d'utiliser un seul surpresseur et de réduire localement la pression à chaque étage (*cas n° 4*) ou à chaque logement. Rappelons que cette solution permet de disposer de la pression optimale pour chaque logement et évite de répartir le réseau sur plusieurs colonnes d'alimentation. En cas d'immeubles particulièrement hauts, le rapport de réduction aux étages inférieurs pourrait s'avérer trop élevé ; dans ces cas, il est nécessaire d'installer des réducteurs en série.



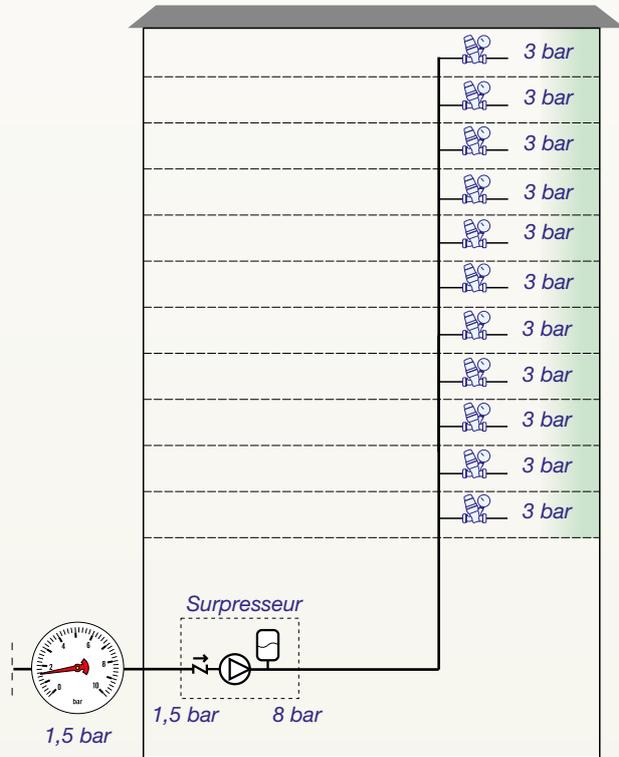
### Cas 2



### Cas 3



### Cas 4



Distribution dans de grands immeubles avec pression disponible insuffisante

## DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

L'ECS peut être produite de différentes manières :

- production centralisée, avec ballon dans une chaufferie et réseau de distribution dédié ;
- production autonome, normalement par module thermique d'appartement, chaudière murale ou chauffe-eau.

### Production centralisée

Analysons les aspects concernant la pression de distribution de l'eau chaude sanitaire dans de grands immeubles, avec une production centralisée.

Au-delà des problèmes vus auparavant au sujet de la distribution de l'eau froide sanitaire, il est important de tenir compte des aspects suivants :

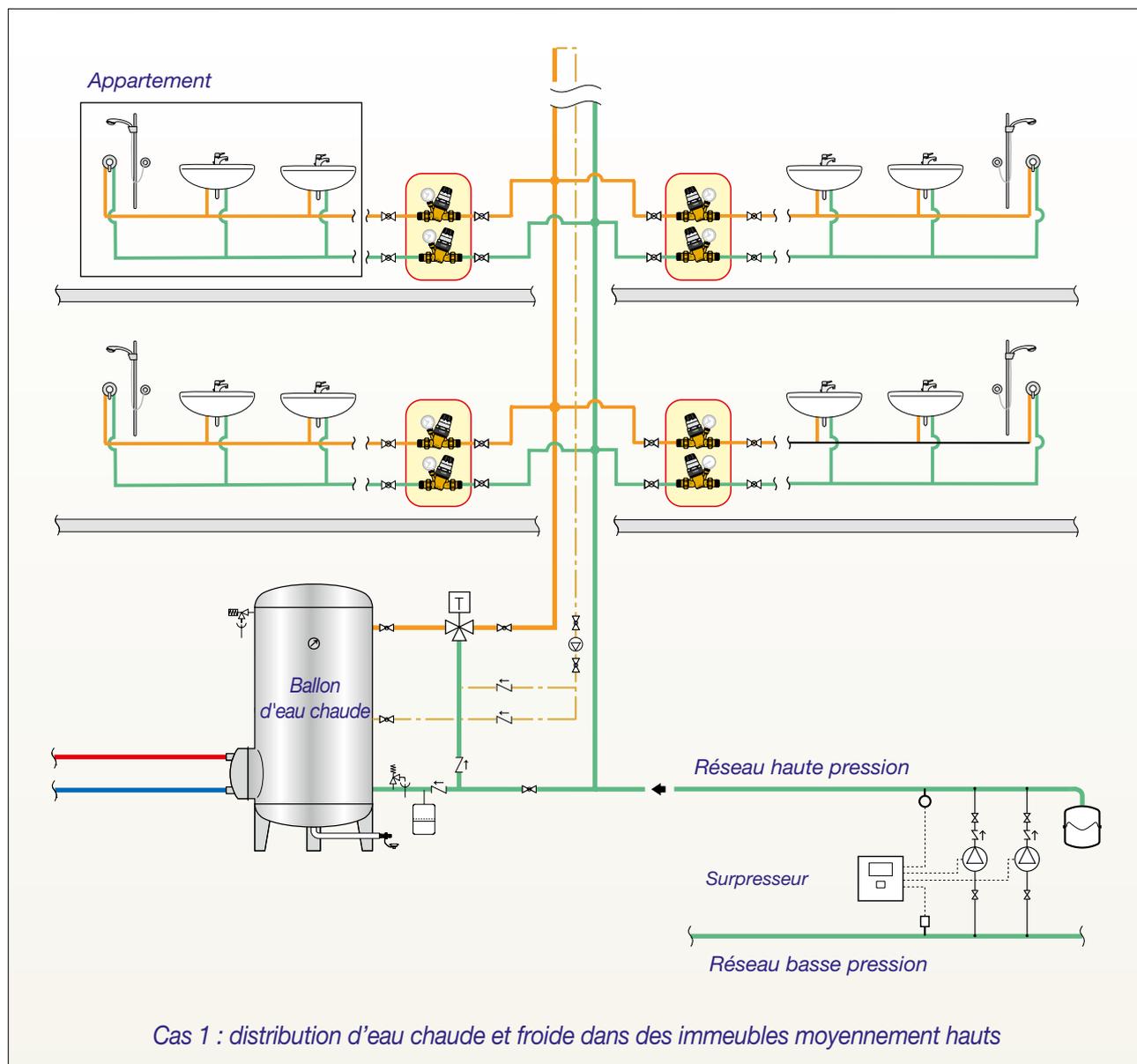
- apparition de la cavitation favorisée par les températures élevées ;
- effets de la température élevée sur les matériaux de chaque composant ;

- anomalies possibles sur le bouclage en cas d'installation incorrecte des réducteurs de pression (voir page 28).

Pour les **immeubles moyennement hauts (Cas n° 1)**, c'est-à-dire entre 10 et 15 étages, il convient de prévoir une seule colonne d'alimentation d'eau et deux réducteurs de pression pour chaque étage ou appartement : l'un dédié à la distribution de l'eau froide et l'autre pour l'eau chaude sanitaire. Rappelons que les réducteurs installés sur le circuit ECS doivent pouvoir résister aux températures élevées.

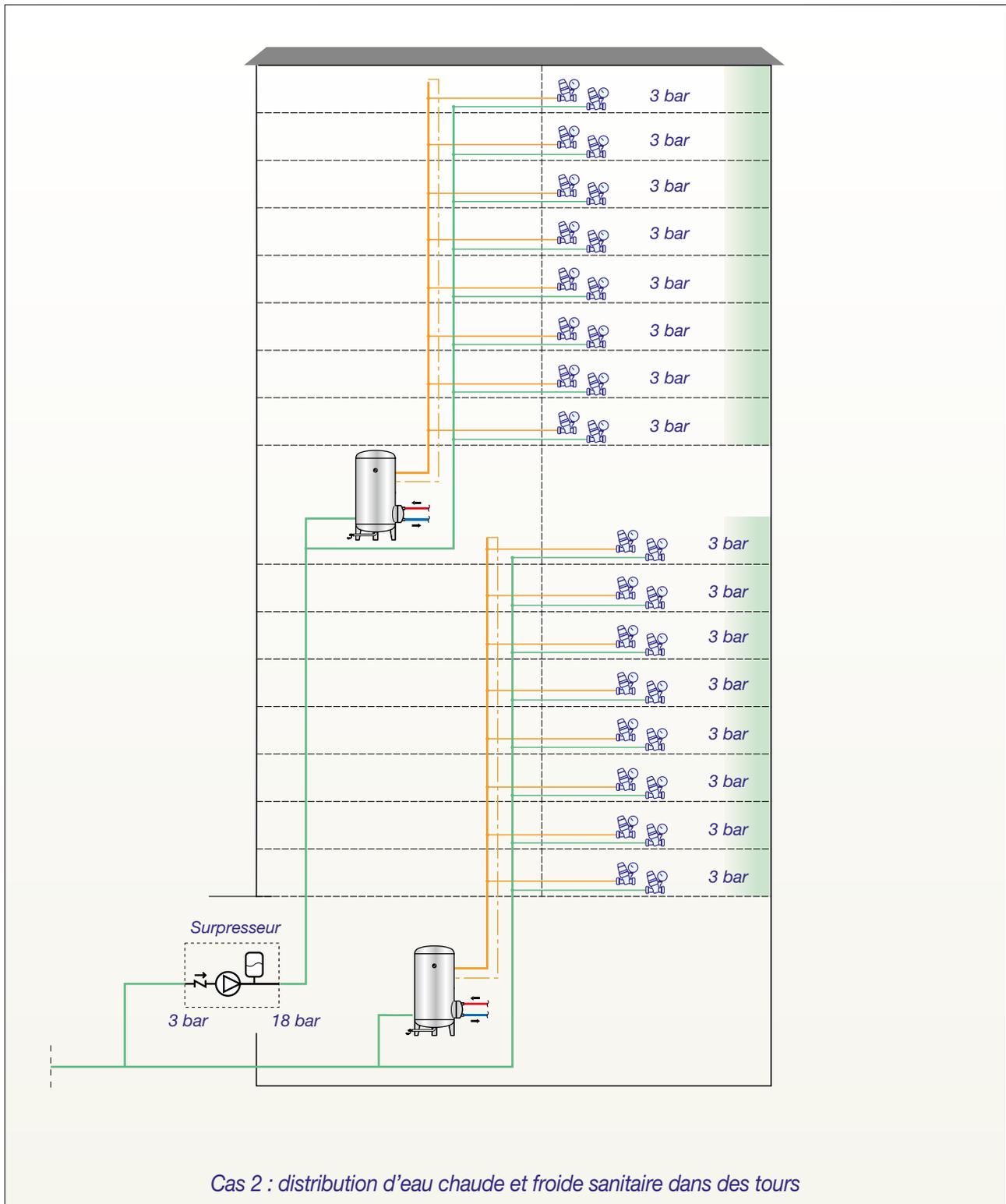
**Pour les tours (Cas n° 2)**, il convient d'éviter la répartition sur plusieurs colonnes d'alimentation à cause de la hauteur à desservir, contrairement à ce qui a été dit aux pages précédentes à propos des réseaux d'EFS.

Elles ne sont pas utiles dans ce cas car en plus de la nécessité d'avoir des canalisations spécifiques pour l'eau froide et l'eau chaude, il faut prévoir autant de circuits de bouclage que de colonnes d'alimentation.



Ce type d'installation s'avère donc particulièrement coûteuse. La longueur des canalisations d'eau chaude (et du bouclage) impliquent une grande dispersion thermique, avec à la clé un préjudice économique important. Pour y remédier, il est possible de dédoubler uniquement le circuit de l'EFS et de prévoir la production d'ECS à des étages intermédiaires, appelés étages techniques. De cette façon, la longueur du réseau diminue considérablement et les composants (ballons et réducteurs) ne subissent plus des pressions trop élevées. En installant

un réducteur de pression à chaque étage ou dans chaque appartement, aussi bien sur le circuit d'eau chaude que sur celui d'eau froide, l'eau sera distribuée correctement. Une solution alternative prévoit l'installation d'un échangeur de chaleur à la place du ballon du fait que ce composant résiste mieux aux pressions élevées. Il convient d'étudier les différentes possibilités en phase de projet en termes de faisabilité et de coûts.



## Production autonome

Si l'intérêt technique et économique de la réalisation d'un réseau de distribution d'ECS n'est pas retenu, il peut s'avérer utile de recourir à la production locale l'ECS à travers, par exemple, des « Modules Thermiques d'Appartement ».

Consulter le Guide technique pour la mise en œuvre des Modules Thermiques d'Appartement du COSTIC -Avril 2016- (téléchargeable sur le site Caleffi : [https://www.caleffi.com/sites/default/files/file/guide\\_technique\\_mta\\_costic\\_avril\\_2016p.compressed.pdf](https://www.caleffi.com/sites/default/files/file/guide_technique_mta_costic_avril_2016p.compressed.pdf) ) qui analyse ces dispositifs en mesure de produire de l'eau chaude à travers un échangeur de chaleur instantané, en dérivant l'énergie thermique du circuit de chauffage.

Dans cette configuration, il suffira de garantir la bonne pression sur le réseau de distribution d'eau froide telle qu'elle est expliquée aux pages précédentes.

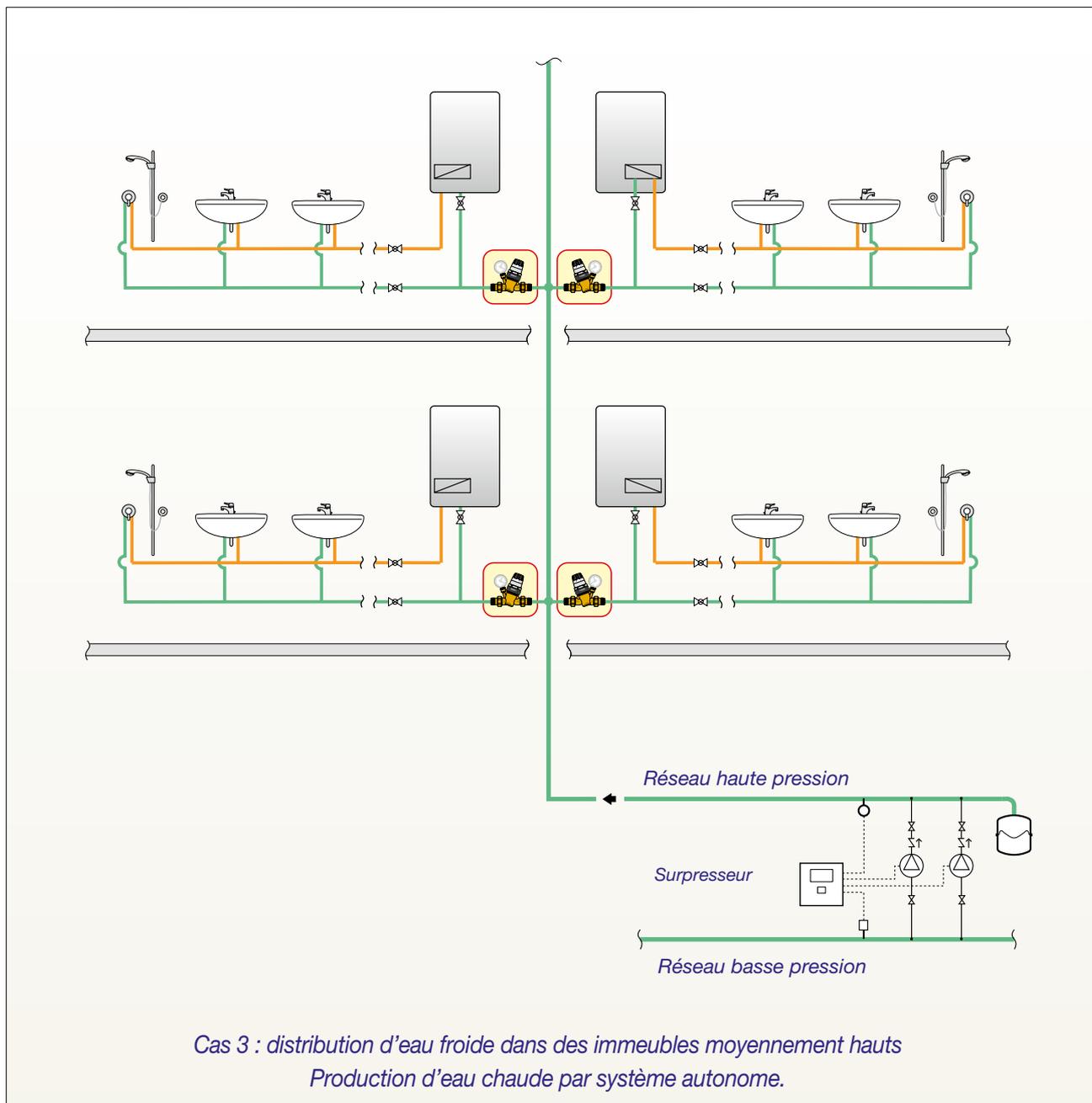
Les avantages de ce type d'installation sont les suivants :

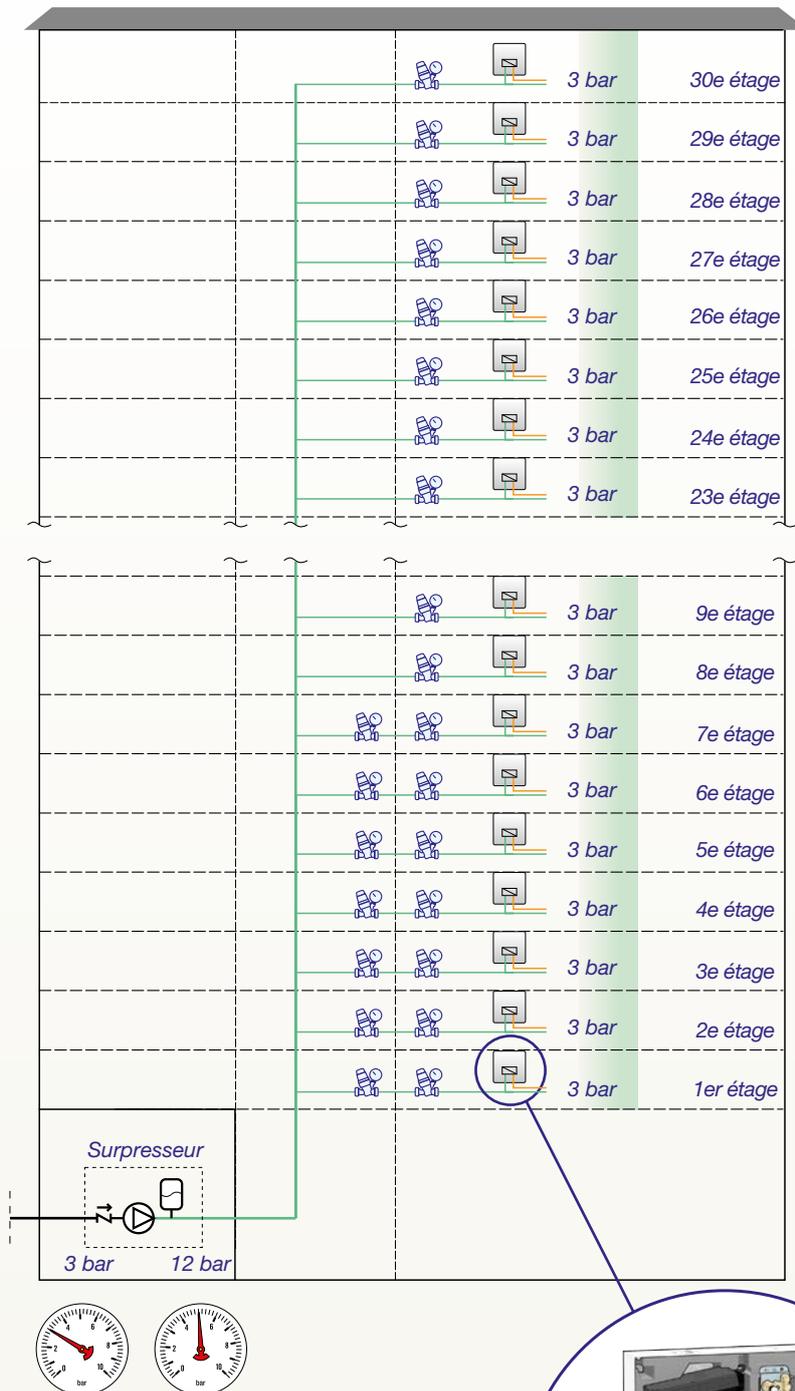
- moindres frais d'installation des réseaux d'alimentation ;
- moins de perte de chaleur destinée à maintenir la température du réseau d'alimentation d'eau chaude sanitaire et de son bouclage ;
- réduction de la prolifération bactérienne sur le réseau de distribution de l'eau chaude sanitaire.

La production autonome d'ECS est possible aussi bien dans les immeubles moyennement hauts que dans les tours.

Dans le premier cas (**Cas n° 3**), il suffira de prévoir un réducteur de pression par étage ou appartement sur le circuit de l'eau froide.

Dans le deuxième cas (**Cas n° 4**), il faudra installer deux réducteurs en série aux premiers étages pour éviter une pression excessive et des rapports de réduction trop élevés.





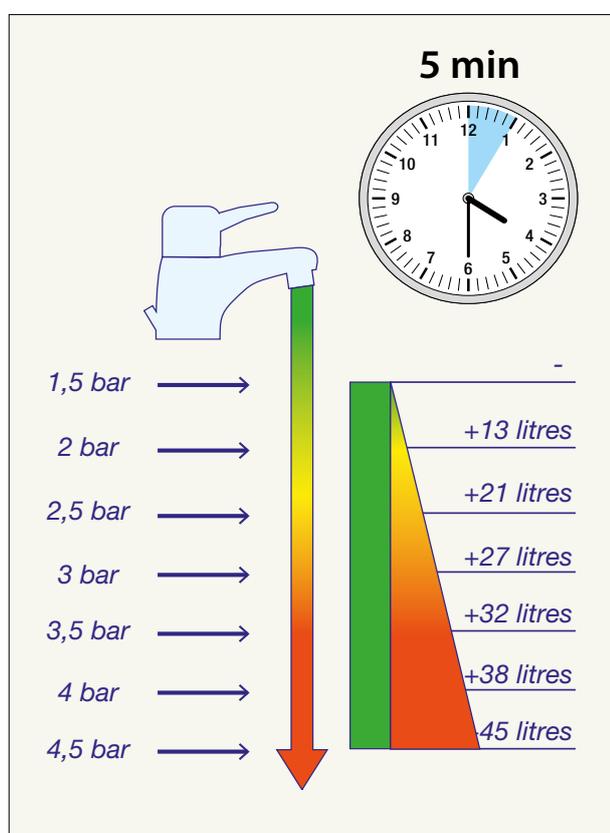
Cas 4 : distribution d'eau froide dans des tours.  
Production d'eau chaude par système autonome.

## ÉCONOMIE D'EAU

La pression des réseaux d'arrivée d'eau sanitaire doit être distribuée de manière équilibrée pour assurer un service régulier et éviter des problèmes liés au bruit ou aux coups de bélier dans les canalisations. Les pressions élevées fournissent un débit supérieur au besoin effectif, entraînant un gaspillage d'énergie et surtout d'eau potable.

Si un robinet normal n'est pas équipé d'un dispositif servant à limiter le débit, il laissera s'écouler une plus grande quantité d'eau lorsque la pression en amont augmente.

L'image ci-dessous représente parfaitement cette situation.



Lorsque la pression de distribution en amont des robinets est élevée, le débit risque de dépasser d'une fois et demie le débit de projet.

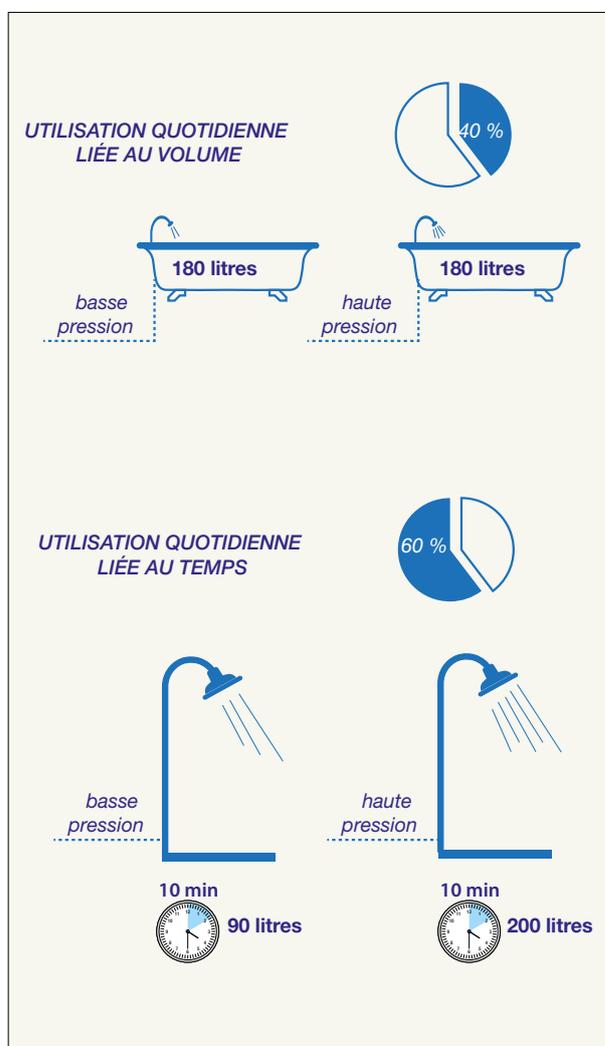
Pour économiser l'eau, il est important de savoir qu'en augmentant le débit aux robinets, l'effet n'est pas le même selon les types d'appareils. Par exemple, remplir la baignoire ou recharger une chasse d'eau prévoit toujours la même quantité d'eau, que le réseau d'arrivée soit pressurisé correctement ou que la pression soit élevée. La différence se joue sur la durée de remplissage et, lorsque la pression est élevée, la baignoire ou la chasse se rempliront plus rapidement, mais la quantité d'eau sera la même.

Ce sont là des exemples d'**utilisation d'eau potable liés au volume**. Viennent ensuite les exemples d'**utilisation liés au temps**, pour lesquels un débit plus puissant aux robinets représente un véritable gaspillage. Par exemple, se laver les mains, prendre une douche ou rincer la vaisselle sont des actions qui impliquent l'ouverture d'un robinet pendant un certain temps.

Dans ces cas, si la pression qui arrive aux robinets est trop élevée, l'eau sera gaspillée car toute la quantité qui s'écoule n'est pas nécessaire.

La consommation d'un logement desservi par une pression élevée peut doubler, comme le montre le graphique, par rapport à un logement où la pression a été réglée correctement.

Pour un **logement** moyen, la **consommation temporelle peut être estimée entre 50% et 60% de la consommation totale**.



Les grands immeubles sont l'exemple parfait d'un réseau d'arrivée d'eau potable pouvant présenter de fortes variations de pression : la hauteur hydrostatique réduit proportionnellement la pression disponible aux robinets.

## Exemple

Pour mieux comprendre les effets sur la consommation d'eau potable, nous avons analysé la distribution d'un immeuble de 9 étages.

Nous avons supposé la présence de trois colonnes montantes, chacune étant en mesure de desservir deux salles de bains par étage.

Pour simplifier le calcul, nous avons attribué la même pression à la base des colonnes montantes.

Le schéma de la distribution et l'évolution des pressions correspondante sont représentés sur la figure ci-dessous. Il est clair que, pour garantir la bonne pression au dernier étage, il sera nécessaire d'augmenter graduellement la pression au fur et à mesure que le niveau descend.

Pour le calcul de la consommation journalière, nous avons tenu compte des données suivantes :

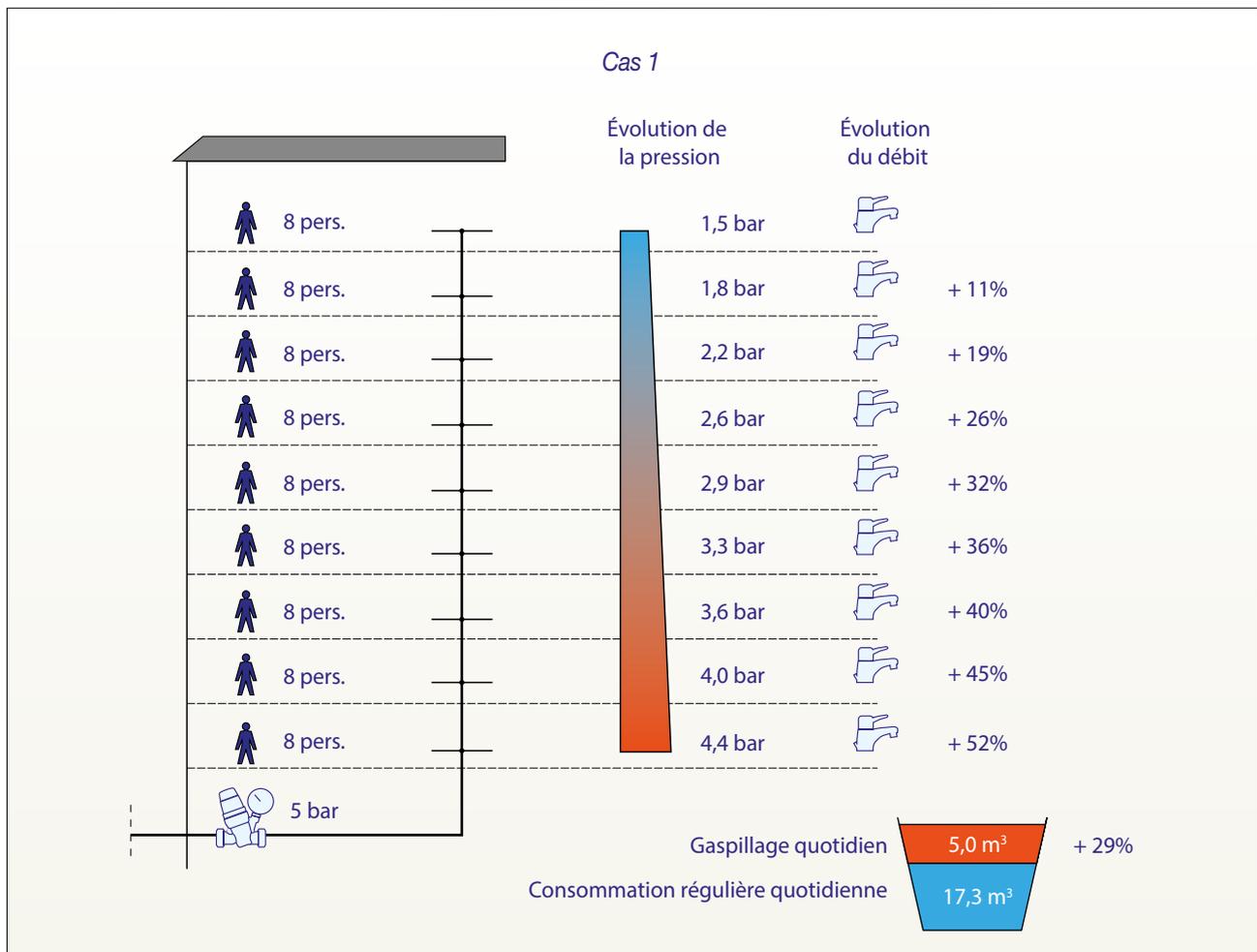
- personnes par étage : 8
- consommation totale d'eau par personne : 240 l
- 45% de consommation dépendant du volume : 110 l
- 55% de consommation dépendant du temps : 130 l

La demande totale d'eau pour l'immeuble correspond à 17,3 m<sup>3</sup>.

Consommation journalière moyenne d'eau par personne [litres]	
bain et douche	100
wc	50
lessive	30
vaisselle	25
cuisine	15
divers (ménage)	20
<b>Total journalier</b>	<b>240</b>

Nous l'avons expliqué à la page précédente, le gaspillage d'eau est dû essentiellement à une consommation liée au temps, influencée quant à elle par la pression de distribution. Les exemples qui suivent calculent le gaspillage d'eau selon les différents types d'installation.

Pour le cas n° 1, nous avons une seule colonne de distribution sans réducteur de pression et sans dispositif de réduction du débit aux robinets. Dans cette situation, la pression élevée disponible aux premiers étages fait consommer en moyenne 29% d'eau en plus que dans une situation idéale où tous les robinets fournissent le débit de projet.

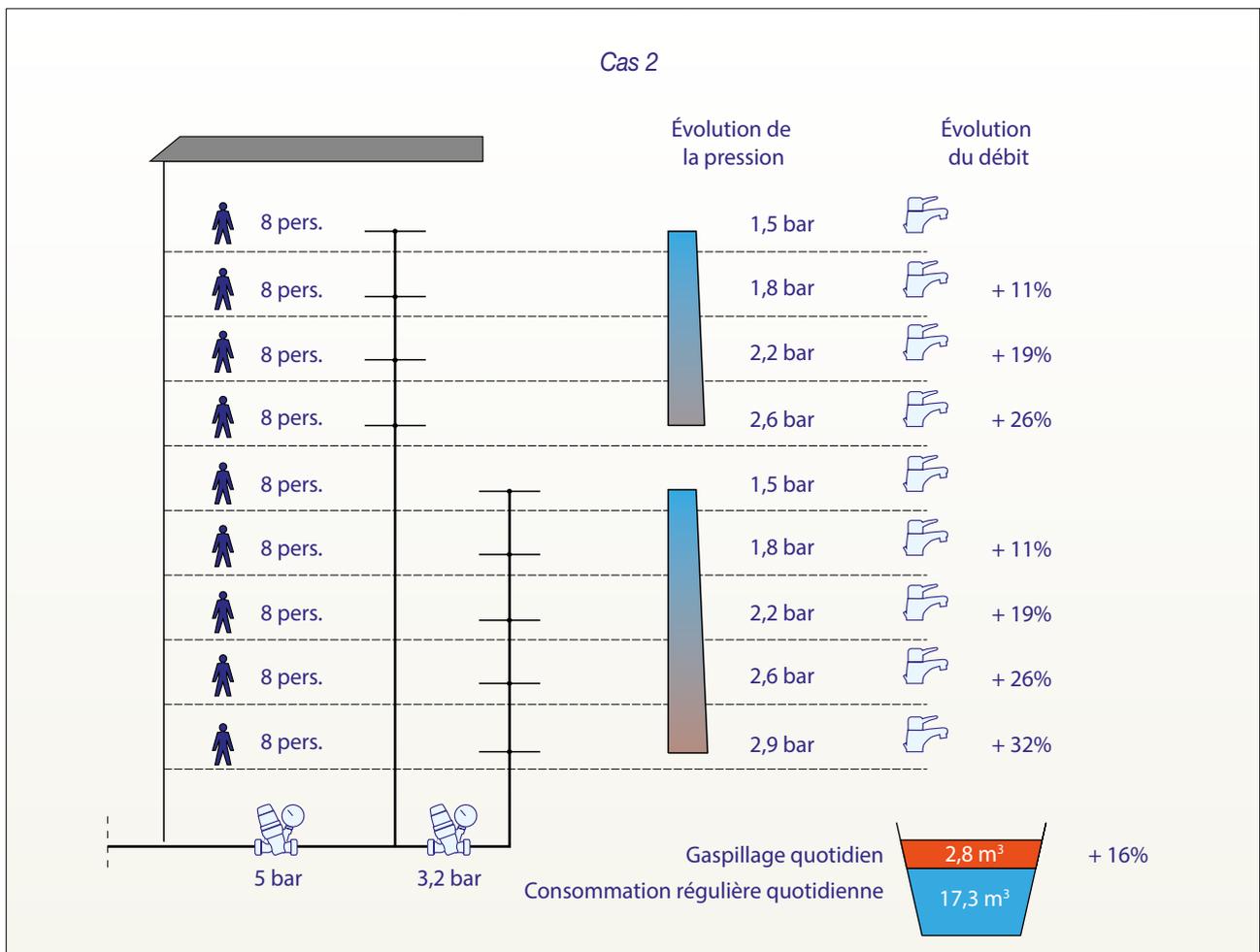


Les cas 2 et 3 analysent deux situations pour lesquelles la pression de distribution est maintenue constante à travers l'utilisation de plusieurs colonnes montantes desservies à des pressions différentes. Pour le **cas n° 2**, nous avons une distribution à deux colonnes montantes : l'une desservant les cinq derniers étages et l'autre desservant les autres étages. Comme le montrent les données présentes sur la figure, la distribution est améliorée et la consommation baisse par rapport à une situation ne comptant qu'une seule colonne, mais elle dépasse encore de 16% la situation idéale.

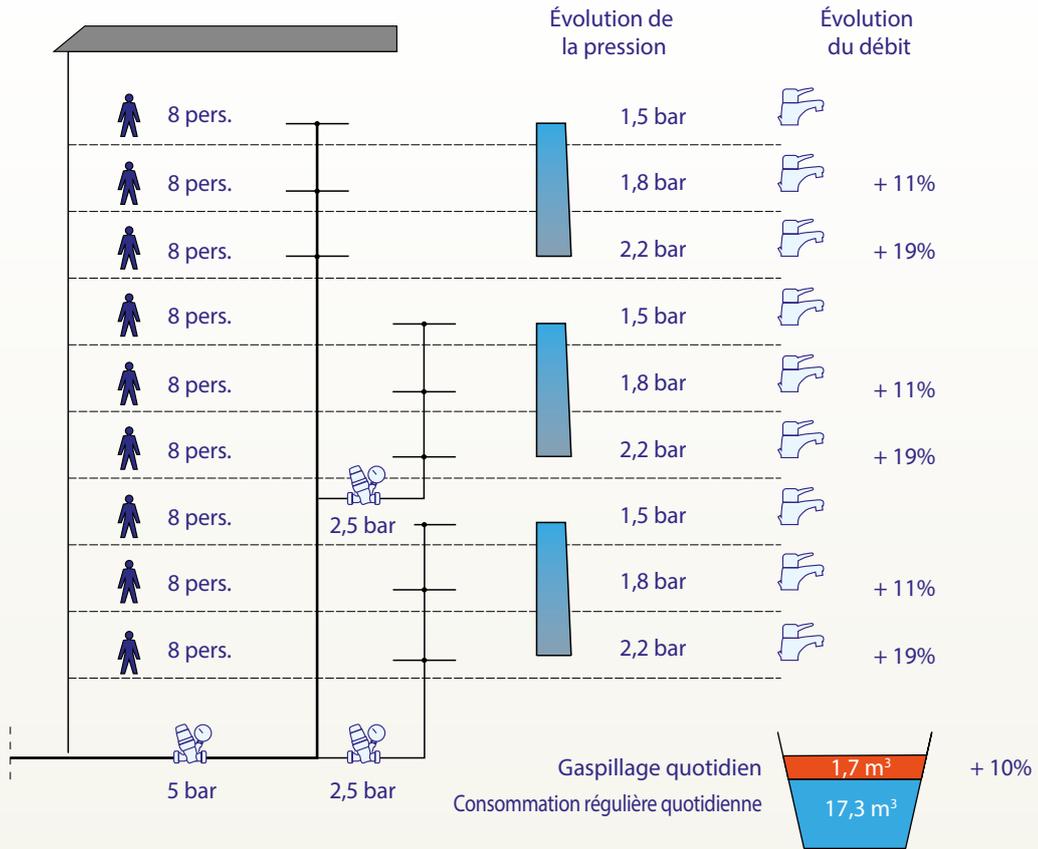
Pour le **cas n° 3**, nous avons analysé une distribution à trois colonnes montantes : ici aussi, la meilleure répartition des pressions permet de réduire l'augmentation de la consommation d'eau par rapport à la situation de référence où tous les robinets fonctionnent au débit de projet correct.

Pour le **cas n° 4**, la figure représente une distribution partant d'une colonne montante équipée de réducteurs de pression à chaque étage. Cette solution permet d'avoir aux robinets une pression très proche de celle de projet, assurant un débit correct. Il est possible d'obtenir les mêmes résultats avec des limiteurs de débit montés sur les robinets ; cependant, le contrôle de la pression de distribution en amont représente la solution la plus fiable et la plus durable. En effet, les utilisateurs pourraient changer leurs robinets et installer des modèles sans limiteur de débit.

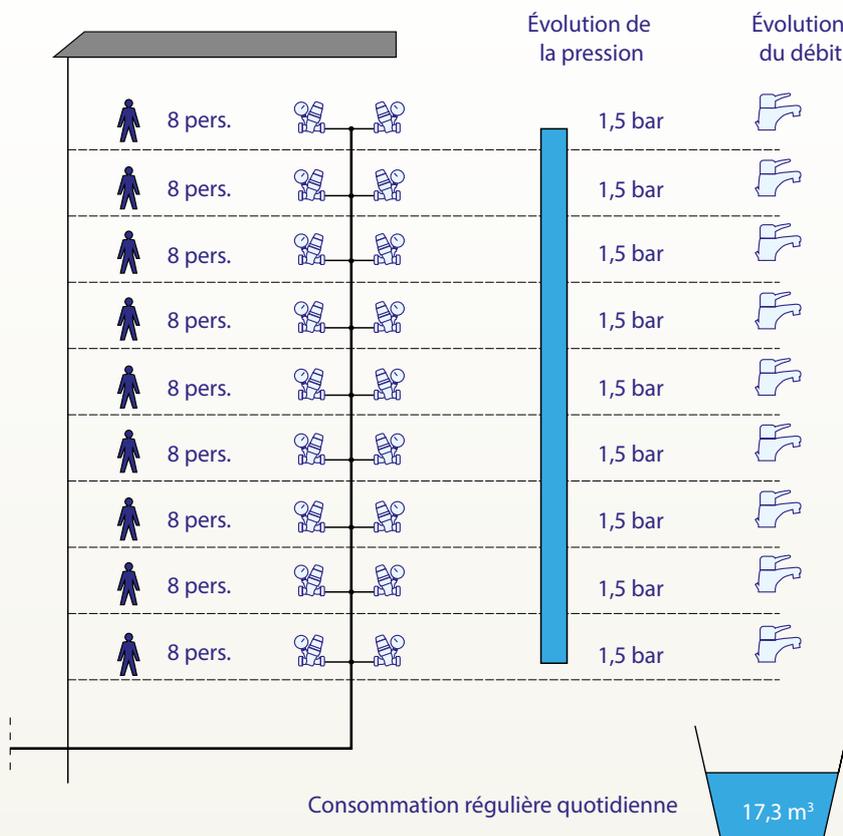
Comme nous l'avons brièvement analysé, l'étude des réseaux d'alimentation d'eau **en intégrant un bon équilibrage des pressions** permet non seulement de préserver les conditions de bons fonctionnements des appareils, **mais aussi de faire de considérables économies de consommation d'eau potable.**



### Cas 3



### Cas 4



## Réducteurs de pression pour eau froide



### Série 533.

Réducteur de pression incliné.  
Cartouche et filtre extractibles.

#### Caractéristiques techniques

Corps en laiton.  
Chromé.  
Raccords femelle.  
Pmax en amont : 16 bar.  
Pression de tarage en aval : de 1 à 6 bar.  
Tmax d'exercice : 40°C.



### Série 5350

Réducteur de pression avec cartouche monobloc extractible.  
Avec indicateur de pré-réglage.

#### Caractéristiques techniques

Corps en laiton anti-dézincification.  
Raccord union mâle.  
Pmax en amont : 25 bar.  
Pression de tarage en aval : de 1 à 6 bar.  
Tmax d'exercice : 40°C.  
Homologué EN 1567.  
BREVETÉ



### Série 5351

Réducteur de pression avec cartouche monobloc extractible.  
Cartouche filtrante en acier inox avec boîtier transparent.  
Avec indicateur de pré-réglage.

#### Caractéristiques techniques

Corps en laiton.  
Raccord union mâle.  
Pmax en amont : 25 bar.  
Pression de tarage en aval : de 1 à 6 bar.  
Tmax d'exercice : 40°C.  
Lumière des mailles du filtre Ø : 0,28 mm.  
Homologué EN 1567.

## Réducteurs de pression pour eau froide et chaude



### Série 539

Réducteur de pression.

#### Caractéristiques techniques

Corps en laiton anti-dézincification.

Équipé de deux raccords femelle-mâle.

Pmax en amont : 25 bar.

Pression de tarage en aval : de 1 à 5,5 bar.

Tarage d'usine : 3 bar.

Tmax d'exercice : 80°C.

Homologué NF



### Série 5350..H

Réducteur de pression avec cartouche monobloc extractible.

#### Caractéristiques techniques

Corps en laiton antidézincification « LOW LEAD ».

Raccord union mâle.

Pmax en amont : 25 bar.

Pression de tarage en aval : de 1 à 6 bar.

Tmax d'exercice : 80°C.

Performances conformes à la norme EN 1567.



### Série 5360

Réducteur de pression avec cartouche extractible.

#### Caractéristiques techniques

Corps en laiton anti-dézincification.

Raccord union mâle.

Pmax en amont : 25 bar.

Pression de tarage en aval : de 0,5 à 6 bar.

Tmax d'exercice : 80°C.

Performances conformes à la norme EN 1567.

## Réducteurs de pression pour hautes pressions (PN 40)



### Série 5360

Réducteur de pression **de premier stade.**

Pression de tarage en aval : **de 10 à 15 bar.**

Corps en laiton anti-dézincification.

Avec manomètre inox à bain de glycérine : **0÷25 bar.**

Raccords : raccords union 1/2" et 1/4" M

### Série 5360

Réducteur de pression **de deuxième stade.**

Pression de tarage en aval : **de 0,5 à 6 bar.**

Corps en laiton anti-dézincification.

Avec manomètre inox à bain de glycérine : **0÷10 bar.**

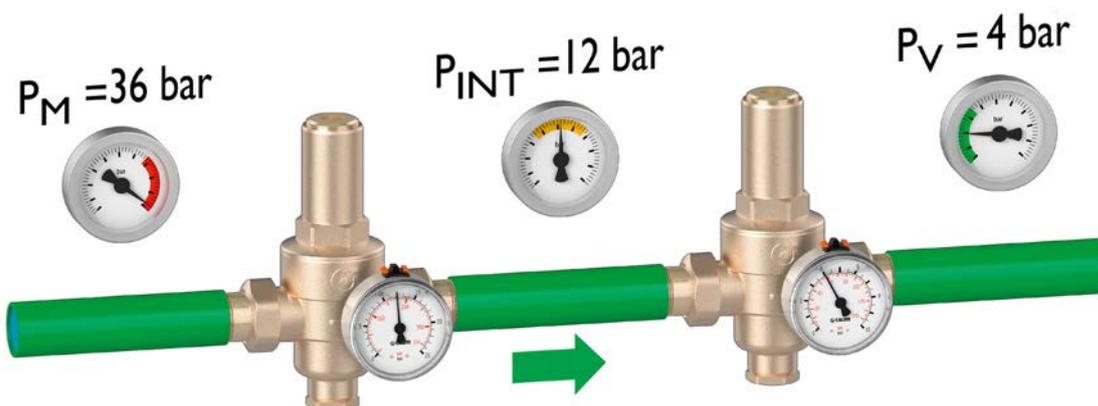
Raccords : raccords union 1/2" et 1/4" M



- ✓ Ils réduisent et stabilisent la pression d'entrée provenant du réseau public, généralement trop élevée et variable pour un usage domestique.
- ✓ Cartouche extractible permettant les opérations de nettoyage et de maintenance périodiques.
- ✓ Dispositif anti-effraction de protection du tarage, en option.

### RAPPORT DE RÉDUCTION

Pour éviter le phénomène de cavitation à l'intérieur du composant, il est conseillé de maintenir le rapport entre la pression maximale en amont et la pression réglée en aval sur une valeur inférieure ou égale à 3. Par exemple, s'il faut passer d'une valeur de pression en amont de 36 bar à une valeur en aval de 4 bar, le dimensionnement correct prévoit l'utilisation de deux réducteurs de pression en série.



## Réducteur de pression à brides

---



### Série 576

Réducteur de pression.

#### Caractéristiques techniques

Corps en fonte, PN 16.

Raccords à brides PN 16.

Dimensions de DN 65 à DN 150.

Pression maxi en amont : 16 bar.

Pression de tarage en aval : 2÷14 bar.

Livré avec deux manomètres.

## Réducteur et stabilisateur de pression à brides avec circuit pilote

---



### Série 578

Réducteur stabilisateur de pression.

#### Caractéristiques techniques

Corps en fonte, PN 25.

Raccords à brides : DN 65÷DN 150, PN 16

DN 200÷DN 300, PN 10.

Dimensions de DN 65 à DN 300.

Pression maxi en amont : 25 bar.

Pression de tarage en aval : 2,1÷21 bar.

Livré avec deux manomètres.

## Réducteurs de pression pour applications spéciales



### Série 533..H

Micro-réducteur de pression incliné pour les applications spéciales : distributeurs d'eau, de boissons et machines à café.  
Cartouche et filtre extractibles.

#### Caractéristiques techniques

Corps en laiton antidécoloration « LOW LEAD ».

P<sub>max</sub> en amont : 16 bar.

Pression de tarage en aval : de 0,8 à 4 bar.

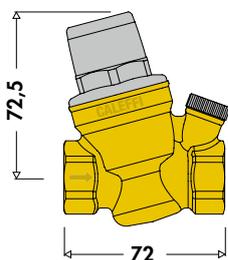
T<sub>max</sub> d'exercice : 80°C.

Débit max. conseillé : 6 l/min.

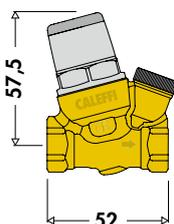
- ✓ Conçu expressément pour les applications où il est nécessaire de réduire et de stabiliser avec précision la pression d'arrivée d'eau provenant du réseau public en présence d'un débit faible
- ✓ À utiliser pour desservir des appareils particulièrement volumineux et au fonctionnement intermittent
- ✓ Les performances de cette série de micro-réducteurs sont certifiées conformes à la norme EN 1567
- ✓ Pour l'utilisation d'eau froide et chaude jusqu'à 80°C
- ✓ Applications typiques : appareils pour la distribution d'eau, de boissons et machines à café

Représentation à l'échelle

Réducteur standard 1/2"



Réducteur micro 3/8"



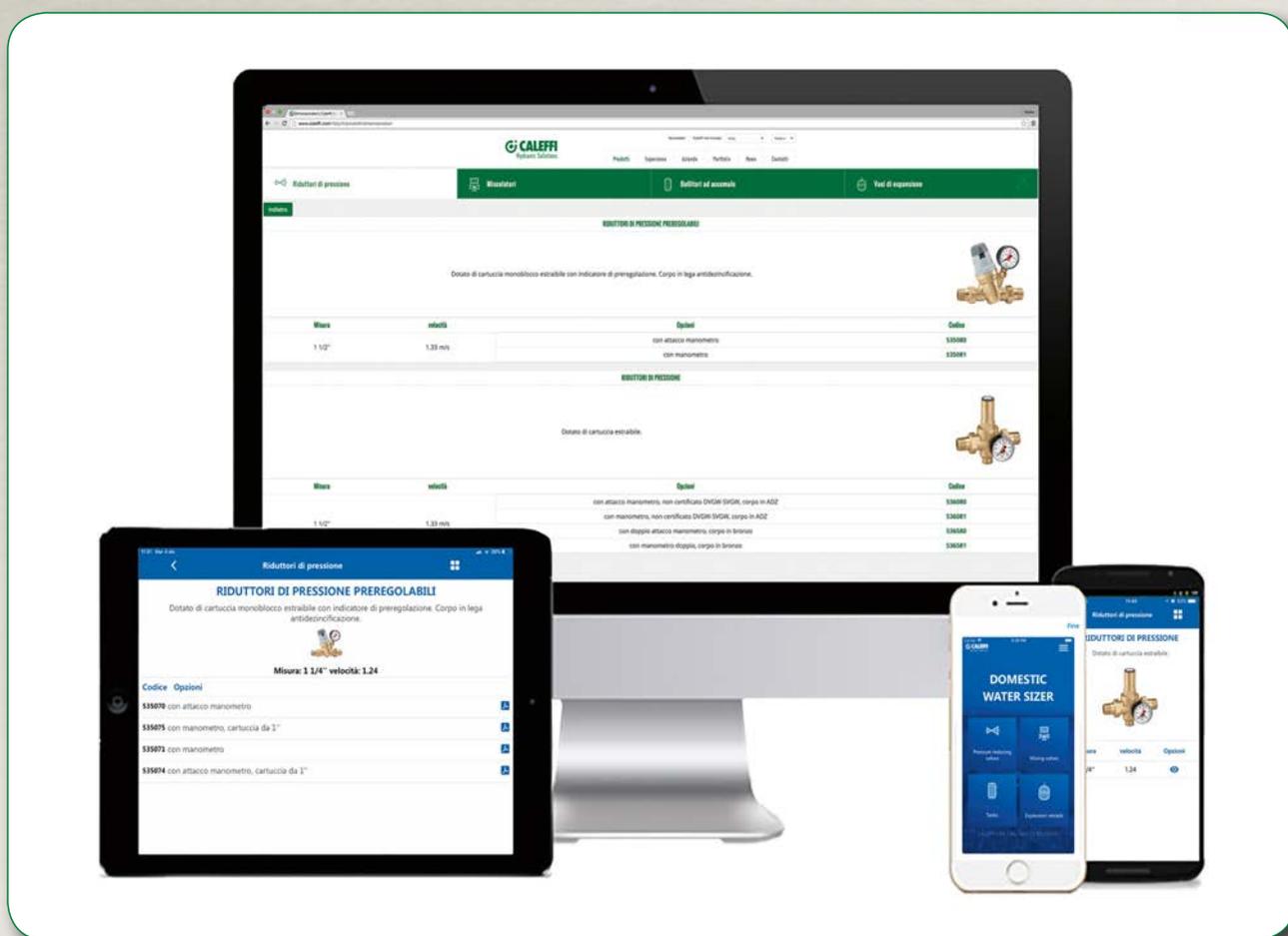
## Logiciel de détermination

Caleffi veille constamment sur les exigences des ingénieurs et propose un logiciel utile pour dimensionner rapidement et correctement les principaux composants d'une installation d'eau sanitaire.

Il suffit de saisir les paramètres de projet pour voir quels sont les produits compatibles aux conditions d'utilisation. L'application permet également de sauvegarder le rapport au format PDF contenant les données saisies, les calculs et la documentation technique.

DOMESTIC WATER SIZER permet de dimensionner rapidement et correctement les principaux composants d'une installation d'eau sanitaire.

Possibilité de dimensionner les composants suivants : Réducteurs de pression, Mitigeurs, Ballons à accumulation d'eau chaude et Vases d'expansion. S'utilise comme WEBAPP sur notre site ou comme mobile app depuis APP STORE et GOOGLE PLAY.



Le logiciel PIPE SIZER est également disponible pour la numérisation des TABLEAUX DES PERTES DE CHARGE D'AIR ET D'EAU. Il est possible de dimensionner les canalisations d'air et d'eau ou de calculer les pertes de charge ou de corriger un réseau déjà présent.



Logiciel de dimensionnement disponible sur [www.caleffi.com](http://www.caleffi.com), Apple Store et Google play.





# Un meilleur contrôle de la pression pour un minimum de gaspillage d'eau

## Série 5350H Réducteur de pression haute température

- Modèle compact
- Facile à installer et à entretenir
- Faibles pertes de charge
- Préréglage de la pression avec indicateur de tarage



Eau sanitaire

Protéger les installations pour protéger l'eau

[www.caleffi.com](http://www.caleffi.com)

**CALEFFI**  
Hydronic Solutions