

Dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable

Partie 1 : Principes fondamentaux

Les principes de dimensionnement des réseaux d'eau potable ont subi des changements majeurs avec la venue de l'édition 2010 du *Code national de la plomberie*. À cet égard, l'intégration de la notion de vitesse de l'eau et le changement des méthodes de calcul des facteurs d'alimentation font en sorte que le diamètre minimal exigé des tuyauteries est souvent plus grand que ce qui était proposé auparavant.

Le chapitre III, Plomberie du *Code de construction du Québec* (CCQ) a adopté ces façons de dimensionner. Il oriente sur plusieurs façons de calculer les diamètres des réseaux d'alimentation en offrant la possibilité d'utiliser des méthodes détaillées issues des règles de l'art (ASPE et ASHRAE) et trois autres méthodes basées sur le type de bâtiment :

- petits bâtiments résidentiels¹;
- petits bâtiments commerciaux; et
- pertes de pression moyenne (pouvant être utilisé pour tout type de bâtiment).

Cette fiche *Bonnes pratiques* traite des principes de base régissant les calculs de dimensionnement. Ceux-ci sont directement liés aux notions fondamentales de la mécanique des fluides comme les pertes de charge, la pression statique, le débit et sa relation avec la vitesse, etc. Ainsi, un survol des notions importantes sera effectué afin de comprendre le fondement des calculs de dimensionnement. L'utilisation des tableaux contenus dans le chapitre III ainsi que la façon de calculer les facteurs d'alimentation seront également traités.

Mécanique des fluides : retour sur des notions de base

La pression statique

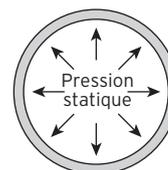
La pression est une notion physique définie par le rapport d'une force sur une surface. Elle s'exprime communément en pascal (Pa) ou en livre par pouce carré (lb/po²). En termes d'hydraulique, la pression est la force qu'exerce un fluide sur les parois des tuyaux et réservoirs qui la contiennent (voir schéma 1).

En ce qui concerne la plomberie, la pression statique est usuellement assimilée au potentiel de pression disponible au point d'entrée du bâtiment, fournie par l'aqueduc ou une autre source d'alimentation d'eau potable.

Lorsque l'eau est soumise à la pression atmosphérique, sa pression statique varie en fonction de la hauteur du réseau à raison d'une variation de 10 kPa/m.

La pression atmosphérique change constamment, notamment selon l'altitude. La pression atmosphérique standard est définie à 101,3 kPa à l'altitude zéro, soit le niveau de la mer. C'est cette valeur qui sert de point de référence pour les appareils de mesure de pression installés dans les réseaux de tuyauterie. Ainsi, à 101,3 kPa, le manomètre est étalonné à 0.

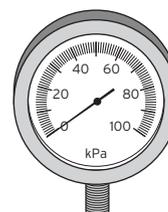
Schéma 1 - Représentation de la pression statique



La pression manométrique

Le terme « manométrique » désigne le fait que les manomètres donnent une lecture de zéro à la pression atmosphérique (voir schéma 2). Dans l'échelle de lecture manométrique, la pression atmosphérique sert de référence aux manomètres.

Schéma 2 - Manomètre



¹ - Bâtiments entièrement résidentiels contenant un ou deux logements; ou maison en rangée alimentée par un branchement d'eau général distinct.



Le débit volumique

Le débit est une notion physique définie par le rapport de la quantité de fluide qui s'écoule dans une section donnée par unité de temps (voir schéma 3). Comme la quantité de fluide peut être exprimée en termes de volume ou de masse, il existe deux types de débit : le débit volumique et le débit massique.

En hydraulique, et particulièrement en plomberie, seul le débit volumique est utilisé. Il s'exprime en mètre cube par seconde (m^3/s), en litre par seconde (L/s), en gallon impérial par minute (gpm) ou encore en gallon américain par minute (USgpm). Le débit volumique est donc le volume de fluide traversant une surface par unité de temps.

Formule pour calculer le débit volumique

$$Q = V * A$$

$$Q = 3 \frac{m}{s} * [\pi * (0,0125 m)^2] \rightarrow Q = 0,00147 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = \text{Débit en } \frac{m^3}{s}$$

$$V = \text{Vitesse de l'eau en } \frac{m}{s} \quad (3 \frac{m}{s} \text{ ou moins selon les recommandations du fabricant})$$

$$A = \text{Aire de la section de la tuyauterie en } m^2$$

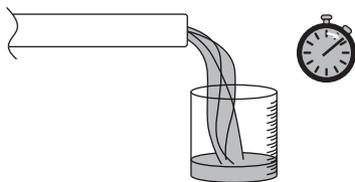
$$(A = \pi * (\text{Rayon})^2)$$

$$\text{Rayon} = \frac{\text{Diamètre}}{2}$$

$$\text{Conversion : 1 pouce} = 0,025 m$$

$$\text{Notation mathématique : } \pi = 3,1416$$

Schéma 3 - Représentation du débit volumique



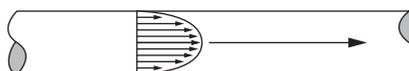
La vitesse

La vitesse est une distance parcourue par unité de temps. En utilisant l'équation précédente, il est possible de déterminer la vitesse de l'eau pour une section de tuyauterie donnée en divisant le débit volumique par l'aire de la donnée (tuyauterie).

Formule pour calculer la vitesse de l'eau

$$\text{Vitesse} = \frac{Q}{A}$$

Schéma 4 - Vitesse d'écoulement



Types d'écoulements

La vitesse d'écoulement est un élément à prendre en compte dans tout système de tuyauterie fermé et sous pression (voir schéma 4). Selon la vitesse du fluide, l'écoulement sera qualifié de laminaire, transitoire ou turbulent.

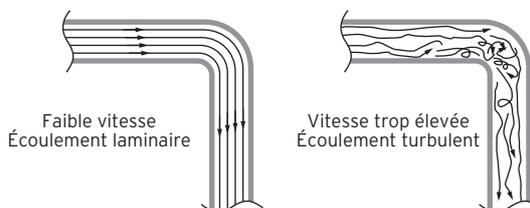
Écoulement laminaire

Dans un écoulement de type laminaire, la vitesse du fluide est normalement plus faible que celle d'un écoulement turbulent.

Écoulement turbulent

Dans un écoulement turbulent, contrairement à un écoulement laminaire, toutes les particules à l'intérieur d'une section de tuyauterie ne se déplacent pas à la même vitesse. Cela a pour conséquence d'augmenter à la fois le bruit dans les tuyaux et les pertes de charge. Ce type d'écoulement peut également générer une détérioration prématurée des composants mécaniques.

Schéma 5 - Écoulement laminaire versus écoulement turbulent



En mécanique des fluides, les régimes d'écoulement sont déterminés par le nombre de Reynolds. Afin de caractériser l'écoulement, le nombre de Reynolds exprime le rapport des forces d'inertie aux forces de viscosité lors de l'écoulement. Le nombre de Reynolds indique simplement la nature de l'écoulement. Ceci étant dit, il est non dimensionnel (aucune unité).

Formule pour déterminer le type d'écoulement
(nombre de Reynolds)

$$Re = \frac{V * D * \rho}{\mu} \text{ ou } \frac{V * D}{\nu} \text{ tel que } \frac{\mu}{\rho}$$

Re < 2000 : Écoulement laminaire

Re > 5000 : Écoulement turbulent

Re entre 2000 et 5000 : Écoulement transitoire

V = Vitesse du fluide à l'état liquide en $\frac{m}{s}$

μ = viscosité dynamique en Pa•s ou $\frac{kg}{m \cdot s}$

ν = viscosité cinématique en $\frac{m^2}{s}$ (Rapport de la viscosité dynamique par la masse volumique du fluide considéré)

ρ = masse volumique $\frac{kg}{m^3}$

D = diamètre de la tuyauterie en m

Les pertes de charge

Les pertes de charge sont en réalité des pertes de pression. Ces pertes peuvent être converties en une longueur développée exprimée en mètre. Il est donc possible de convertir les diverses pertes de charge, causées par l'utilisation de coudes, de tés, de robinets ou de tout autre accessoire ou raccord dans un réseau, en longueurs équivalentes. Celles-ci (voir tableau 1) sont définies dans différents graphiques et tableaux tirés de la documentation des fabricants ou de la littérature reconnue en hydraulique.

La vitesse a un effet important sur les pertes de charge. Dans un écoulement, l'augmentation des pertes par friction équivaut proportionnellement au carré de la vitesse. Par exemple, si la vitesse double, la perte de charge quadruple.

Augmentation des pertes par friction = V^2

Tableau 1 - Tableau des longueurs équivalentes			
Diamètre en po	1/2	3/4	1
Coude standard 90°	1,6	2,1	2,7
Coude standard 45°	0,8	1,0	1,3
Robinet-vanne	0,5	0,7	0,8
Soupape de retenue	1,8	2,2	2,9
Té	1,4	1,9	2,3

Règles de dimensionnement

La refonte complète de la méthode de dimensionnement du réseau d'eau potable représente l'un des changements importants apportés au chapitre III. Ce changement a été requis en raison de la venue de nouveaux produits de plomberie qui nécessitent moins d'eau. De nouveaux paramètres ont été ajoutés au Code : des valeurs de facteurs d'alimentation en eau, des principes dans le dimensionnement de la tuyauterie, des critères de vitesse maximale de l'eau basés sur le type de bâtiment.

La charge hydraulique

La charge hydraulique calculée en facteurs d'alimentation constitue le premier élément à prendre en compte lors du dimensionnement des réseaux d'alimentation en eau potable. Pour cet élément, il faut utiliser les tableaux 2.6.3.2.A., B., C. et D. du chapitre III.

L'utilisation des tableaux 2.6.3.2.

Ces tableaux (A, B, C et D) présentent la charge en facteurs d'alimentation d'un appareil sanitaire donné. Les tableaux discriminent la charge en eau froide, en eau chaude et totale, et ce, pour des usages privé ou public.

Cependant, il faut savoir que seule la charge totale d'un appareil doit être considérée pour les méthodes de calcul prévues par le chapitre III (voir tableau 2). Les colonnes de données spécifiques pour l'eau froide ou l'eau chaude sont nécessaires pour utiliser les méthodes de calcul de dimensionnement décrites dans les *ASHRAE Handbooks* et le *ASPE Data Books*.

Tableau 2 - Extrait du tableau 2.6.3.2. Diamètre des tuyaux d'alimentation

Appareil sanitaire ou dispositif	Diamètre minimal du tuyau d'alimentation, en po	Charge hydraulique, usage privé, en facteurs d'alimentation			Charge hydraulique, usage public, en facteurs d'alimentation		
		Eau froide	Eau chaude	Total	Eau froide	Eau chaude	Total
Baignoire (avec ou sans pomme de douche)	1/2	1	1	1,4	3	3	4
Évier de cuisine commercial, par robinet	1/2	-	-	-	3	3	4
Évier de cuisine domestique, 8,3 L/min	3/8	1	1	1,4	1	1	1,4
Évier de service ou de vadrouille	1/2	-	-	-	2,25	2,25	3
Lavabo, au plus 8,3 L/min	3/8	0,5	0,5	0,7	1,5	1,5	2
Lavabo, plus de 8,3 L/min	3/8	0,75	0,75	1	1,5	1,5	2
Lave-vaisselle commercial	-	-	-	-	-	-	-
Lave-vaisselle domestique	3/8	-	1,4	1,4	-	-	-
Machine à laver 3,5 kg	1/2	1	1	1,4	2,25	2,25	3
Pomme de douche, au plus 9,5 L/min	1/2	1	1	1,4	3	3	4
Robinet d'arrosage	1/2	2,5	-	2,5	2,5	-	2,5
Urinoir à réservoir de chasse	3/8	3	-	3	3	-	3
W.-C., au plus 6 L/chasse, à réservoir de chasse	3/8	2,2	-	2,2	2,2	-	2,2

Les facteurs d'alimentation en eau chaude et en eau froide

Un principe dans le dimensionnement est ajouté. Lors du dimensionnement de la tuyauterie, il n'est pas nécessaire de prendre en compte les facteurs d'alimentation pour l'eau froide d'un appareil déjà alimenté en eau chaude.

Un robinet ne déverse pas plus d'eau lorsqu'il est alimenté à la fois en eau chaude et en eau froide que lorsqu'il est alimenté seulement en eau froide ou en eau chaude. Par conséquent, il ne faut pas additionner la charge en eau chaude et en eau froide d'un appareil sanitaire. La valeur à utiliser est celle de la colonne « Total » du tableau 2.6.3.2. (voir tableau 2) pour l'appareil en question. Par exemple, la charge totale d'un robinet à usage privé desservant un lavabo de plus de 8,3 L/min est de 1 facteur d'alimentation.

Selon le principe expliqué précédemment, dans le cas d'un robinet à usage privé desservant un lavabo de plus de 8,3 L/min, la charge d'alimentation en amont du chauffe-eau est également de 1 facteur d'alimentation (voir schéma 7).

Schéma 6 - Alimentation d'un robinet à usage privé desservant un lavabo de plus de 8,3 L/min

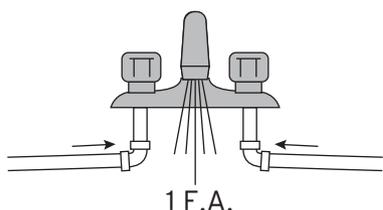
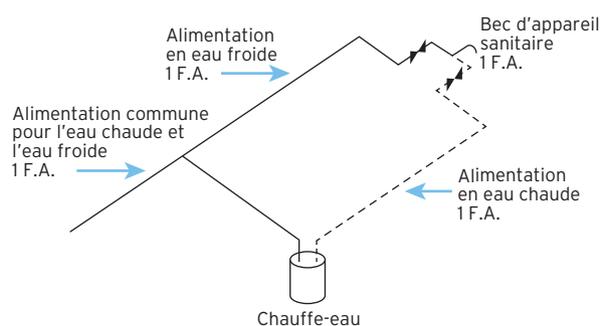


Schéma 7 - Réseau d'alimentation en eau chaude et en eau froide



Les prochaines fiches *Bonnes pratiques* aborderont les trois méthodes pour le dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable, soit les méthodes Petits bâtiments résidentiels, Petits bâtiments commerciaux et Pertes de pression moyenne.