



STRATÉGIE QUÉBÉCOISE D'ÉCONOMIE D'EAU POTABLE

HORIZON 2019-2025

**Guide relatif à l'évaluation de la pression
moyenne dans des zones et des réseaux de distribution d'eau**

Traduction de « Guidelines relating to the Assessment and
Calculation of Average Pressure in Water Distribution
Systems and Zones » par ILMSS Ltd.

Juin 2019

Version internationale datée du 28 juillet 2013

Par ILMSS Ltd (maintenant WLR&A Ltd)

www.leakssuite.com (maintenant www.leakssuitelibrary.com)

La traduction a été réalisée par l'équipe de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable du MAMH et validée en juin 2019 par le Comité de suivi de la Stratégie. Piloté par Réseau Environnement (la section québécoise de l'AWWA), le Comité rassemble notamment des représentants de la Fédération québécoise des municipalités (FQM), de l'Union des municipalités du Québec (UMQ), de la Ville de Montréal, de la Ville de Québec et du MAMH. L'utilisateur prend l'entière responsabilité quant à la qualité des résultats et des performances obtenus par l'utilisation des informations présentées dans ce guide. Il doit effectuer toutes les validations nécessaires avant leur application.

SOMMAIRE

1	POURQUOI EST-IL IMPORTANT D’AVOIR DES MESURES DE PRESSION FIABLES DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION?	1
2	CALCUL DE LA PRESSION MOYENNE DU RÉSEAU	1
3	MÉTHODES RECOMMANDÉES POUR MESURER ET CALCULER LES PRESSIONS MOYENNES DANS LES ZONES ...	4
3.1	TOUJOURS DEFINIR UN POINT REPRESENTATIF DE ZONE (PRZ) POUR CHAQUE ZONE	4
3.2	UTILISER UNE APPROCHE SYSTEMATIQUE ET POUVANT ETRE VERIFIEE POUR CHAQUE ZONE	5
3.3	ÉTAPE 1: CALCULER L’ÉLÉVATION MOYENNE PONDÉRÉE POUR CHAQUE ZONE	6
3.4	ÉTAPE 2: SÉLECTIONNER UN POTEAU D’INCENDIE POUR DÉFINIR LE POINT REPRÉSENTATIF DE ZONE	7
3.5	ÉTAPE 3: OBTENIR LES PRESSIONS AU PRZ PAR MESURE OU PAR ÉVALUATION INDIRECTE	8
3.6	ÉTAPE 4: ENREGISTRER LES CALCULS ET LES MÉTHODES UTILISÉS POUR DÉFINIR LE PRZ	9
4	RÉSUMÉ	10

1 POURQUOI EST-IL IMPORTANT D'AVOIR DES MESURES DE PRESSION FIABLES DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION?

La connaissance et la gestion des pressions d'opération dans l'ensemble du système de distribution sont essentielles

- Pour la gestion des pertes réelles et de quelques composantes de la consommation
- Pour contrôler la fréquence de nouvelles fuites sur les conduites et sur les branchements de services
- Pour chercher à prolonger la durée de vie des infrastructures

Les mesures de pressions dans les zones sont aussi nécessaires pour l'analyse des mesures de débit de nuit et pour l'interprétation des tests qui permet d'évaluer les paramètres des infrastructures de la zone, en utilisant des concepts validés à l'international tel que :

- l'analyse des composantes des pertes réelles (Estimation des bris et fuites indétectables)
- Les débits selon la surface des ouvertures fixes et variables (DSOV) : débit de fuite et relations entre la pression et la consommation.

La pression moyenne du réseau P_{moy} est nécessaire au calcul des « pertes réelles annuelles inévitables » qui est utilisé pour établir l'index de fuite des infrastructures (IFI), un des indicateurs de performances clés pour les pertes réelles. La pression moyenne de zone pendant la nuit (P_{moy} de nuit) est aussi un paramètre clé pour de nombreux types de calculs de modélisation basés sur le débit de nuit, il est donc utile d'adopter une approche systématique pour son calcul.

La pression moyenne est donc un paramètre clé pour de nombreux usages dans la gestion de la distribution, il est donc utile d'adopter une approche systématique pour son calcul.

2 CALCUL DE LA PRESSION MOYENNE DU RÉSEAU

Le tableau 1 montre comment calculer la pression moyenne pour un réseau constitué de zones (grandes et petites) pour lesquelles les valeurs de P_{moy} ont été évaluées séparément. Une approche

systematique pour établir un point représentatif de zone (PRZ) dans chaque zone isolée et pour évaluer la pression moyenne de cette zone est décrite à la section 3.

La pression moyenne (P_{moy}) pour tout un réseau est la moyenne pondérée des pressions de toutes les zones situées dans le réseau. Le Water Loss Task Force de l'International Water Association (IWA) a considéré que dans la plupart des réseaux, si la densité des branchements est de 20 ou plus par km, alors la majorité des pertes réelles se produiraient au niveau des branchements de services, de sorte que le branchement de service est le facteur de pondération à privilégier. Cependant, si la densité des branchements est inférieure à 20 par km, la plupart des pertes réelles seraient censées se produire sur les conduites, de sorte que le facteur de pondération à privilégier serait la longueur des conduites (km).

Le tableau 1 est un exemple de la façon dont on peut calculer la pression moyenne pondérée d'un réseau à partir des pressions moyennes isolées dans les zones qui constituent le réseau. Dans cet exemple, il y a 7 zones ayant des longueurs de conduites, des densités de branchements ainsi que des pressions moyennes de zone significativement différentes.

Dans le tableau 1, le nombre de branchements de service (N_b) est calculé comme le nombre de propriétés facturées (N_p) multiplié par le rapport (N_b / N_p) de branchement de services aux propriétés dans chaque zone. Le nombre de propriétés facturées N_p n'est pas recommandé pour ces calculs de P_{moy} à moins que $N_b / N_p = 1,00$ pour toutes les zones.

Les informations sur chaque zone sont inscrites dans les cellules de saisies de données jaunes, avec une ligne pour chaque zone. Dans les deux dernières colonnes, pour chaque zone, dans les cellules de calcul rose, N_s et L_c (Longueur de conduites) sont multipliées par P_{moy} , et le total de la colonne est calculé.

Tableau 1: Exemple de calculs, pression moyenne pondérée de réseau, 7 zones

Référence de zone	Longueur de conduite Lc	Nombre de propriétés facturées Np	Ratio Ns/Np	Nbre de branch. de service Ns	Densité de branchements	Pression moyenne annuelle dans la zone Pmoy	Ns x Pmoy	Lc x Pmoy
	km				Par km de conduite	Mètres	Branch x mètres	km x mètres
A	253.9	8206	0.990	8124	32.0	52.5	426507	13330
B	153.0	5878	0.980	5760	37.6	38.1	219473	5829
C	175.1	5596	0.930	5204	29.7	61.0	317461	10681
D	135.3	4719	0.950	4483	33.1	43.4	194564	5872
E	110.7	2835	0.960	2722	24.6	62.0	168739	6863
F	54.8	2380	0.980	2332	42.6	55.1	128515	3019
G	60.0	2300	0.940	2162	36.0	48.7	105289	2922
Totaux ou moyenne pondérée	943	31914	0.965	30788	32.7	Totaux par colonne	1560549	48517
Nombre de zones	7	7		7		Divisé par	Ns = 30788	Lm = 943
Moyenne par zone	134.7	4559	0.965	4398	32.7	Pmoy du réseau estimé	50.7	51.5
La densité de branchement de service du réseau est >20/km donc la meilleure estimation du Pmoy=							50.7	Mètres

Les produits de Nb x Pmoy et Lc x Pmoy sont ensuite divisés par le nombre total de Nb ou Lc (selon ce qui est approprié) afin d'avoir deux évaluations de la pression moyenne pondérée du réseau.

* 50.7 mètres si les branchements de services sont utilisés, ou 51.5 mètres si ce sont les conduites qui sont utilisées.

Étant donné que la densité des branchements de services pour l'ensemble du réseau est de 32,7 / km de conduites, ce qui est supérieur à 20 / km, la valeur calculée de 50,7 mètres, basée sur la pondération par Nb, est privilégiée comme étant la meilleure estimation de la pression moyenne du réseau.

3 MÉTHODES RECOMMANDÉES POUR MESURER ET CALCULER LES PRESSIONS MOYENNES DANS LES ZONES

3.1 Toujours définir un point représentatif de zone (PRZ) pour chaque zone

Dans les zones, les pressions sont souvent mesurées au point critique (qui subit la pression minimum dans la zone), et aussi au(x) point (s) d'entrée, surtout lorsqu'il s'agit d'un secteur de régulation de pression (SRP) ou un Secteur Suivi de Distribution (SSD).

Toutefois, pour le calcul des pressions moyennes et pour l'analyse des débits de nuit et des prévisions des effets de la gestion des pressions, il est aussi essentiel d'identifier un point représentatif de zone dans chaque zone, où la pression moyenne de nuit de la zone (P_{moy} de nuit) peut être mesurée. C'est un lieu physique (souvent un poteau d'incendie) où la pression peut être considérée comme étant approximativement représentative de la pression moyenne dans la zone, puisque les débits de la zone varient sur une base horaire, journalière et saisonnière.

L'un des pires problèmes (malheureusement fréquent), trouvé dans la littérature, est de supposer que la pression moyenne de zone est la moyenne des pressions d'entrées et du point critique. Même si cela peut être une hypothèse valable pour des petites zones sans variation d'élévation, dans la plupart des cas cela va mener à des erreurs significatives dans les estimés de la pression moyenne de zone et dans la pression moyenne de nuit de la zone. Ceci est clairement démontré dans les exemples des figures 1a et 1b.

Figure 1a

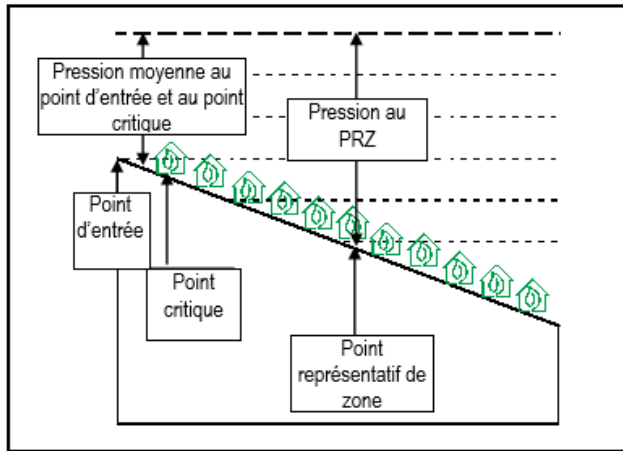
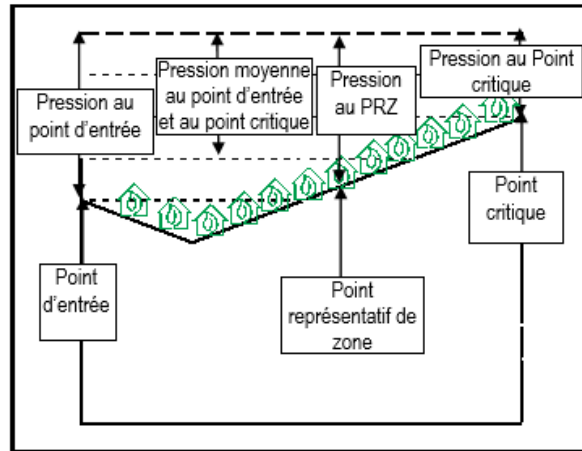


Figure 1b



Dans les deux figures 1a et 1b, l'hypothèse que la pression moyenne de zone est la moyenne des pressions d'entrées et de point critique serait clairement incorrect, et sous-estimerait fortement la pression moyenne de zone réelle.

3.2 Utiliser une approche systématique et pouvant être vérifiée pour chaque zone

Une approche systématique pour chaque zone est composée des étapes de bases suivantes:

Étape 1: Calculer une moyenne pondérée de l'élévation (Emoy) pour un paramètre d'infrastructure approprié (souvent les branchements de service, conduites ou poteaux d'incendie)

Étape 2: Choisir un poteau d'incendie approprié près du centre de la zone, en considérant cette élévation approximée comme point représentatif de zone

Étape 3: Obtenir les pressions moyennes au PRZ en les mesurant ou par évaluation indirecte

Étape 4: Enregistrer la méthodologie utilisée pour calculer l'Emoy, le PRZ et la Pmoy avec une trace pour la vérification.

3.3 Étape 1: Calculer l'élévation moyenne pondérée pour chaque zone

En utilisant le système d'information géographique (SIG) ou le système de positionnement global (Système GPS), les élévations peuvent être déterminées pour chaque branchement de service (au compteur du client) et/ou pour chaque poteau d'incendie. Les systèmes GIS peuvent utiliser des méthodes telles que le Modèle Numérique de Terrain (MNT), préférablement avec un Réseau Triangulaire Irrégulier (RTI) pour allouer des hauteurs à des points entre les courbes de niveau. Le coût d'utilisation de GPS ou SIG variera en fonction de la précision de la hauteur souhaitée. Les données sont ensuite utilisées pour déterminer l'élévation moyenne du type d'infrastructure sélectionné au sein de la zone.

Si des données GIS ou GPS ne sont pas disponibles, ou considérées comme trop chères, l'élévation moyenne pondérée peut être évaluée en superposant une carte topographique et un plan du réseau de distribution dans la zone. Le nombre de branchements de service entre les courbes de niveau (ou le nombre de poteaux d'incendie ou la longueur des conduites) est comptabilisé, et multiplié par l'élévation du point milieu des courbes de niveau appropriées, puis les valeurs sont additionnées. L'élévation moyenne pondérée pour le type d'infrastructure choisie peut être ensuite calculée en utilisant le tableau 2.

Si la zone est assez grande pour inclure plus de 100 poteaux d'incendie, alors l'option la plus simple à utiliser pour ce calcul semble être l'utilisation des poteaux d'incendie. Sinon, utilisez le nombre de branchements de service comme le paramètre de pondération si la densité des branchements est de 20 / km secteur ou plus, et la longueur des conduites si la densité des branchements est de moins de 20 / km. Dans l'exemple dans le tableau 2, le nombre de poteaux d'incendie a été utilisé, et l'élévation moyenne pondérée est de 62,0 mètres (= 8488/137).

Table 2: Calcul de l'élévation moyenne pondérée en utilisant le nombre de poteaux d'incendie entre les profils

Courbes de niveaux			Point du milieu de zone PM	Nombre de poteau d'incendie NH	NH x PM
mètres			mètres		
40	to	45	42,5	5	213
45	to	50	47,5	10	475
50	to	55	52,5	23	1208
55	to	60	57,5	28	1610
60	to	65	62,5	25	1563
65	to	70	67,5	18	1215
70	to	75	72,5	12	870
75	to	80	77,5	8	620
80	to	85	82,5	3	248
85	to	90	87,5	2	175
90	to	95	92,5	1	93
95	to	100	97,5	1	98
100	to	105	102,5	1	103
Total				137	8488
Moyenne pondérée de l'élévation				62,0	mètres

L'utilisation du nombre de total de logements connectés n'est pas recommandée pour le calcul de l'élévation moyenne pondérée à moins que la zone dispose d'un branchement de service à chaque propriété facturée. Ceci est fait afin d'éviter des erreurs systématiques dans les calculs de pondération pour les zones avec des immeubles multifamiliaux ayant seulement un ou deux raccordements de service.

3.4 Étape 2: Sélectionner un poteau d'incendie pour définir le point représentatif de zone

L'élévation du poteau d'incendie choisie doit être raisonnablement proche (+/- 0.5 mètre) de l'élévation moyenne pondérée.

Le poteau d'incendie sélectionné doit être situé près du point du milieu (plutôt que près des limites) de la zone, de préférence sur des conduites de taille moyenne, afin que les pertes de charge dues au frottement jusqu'au point représentatif de zone soient susceptibles d'être raisonnablement représentatives des conditions moyennes de la zone.

S'il n'y a pas de poteau d'incendie au milieu de la zone ayant des élévations qui répondent à la fois aux critères ci-dessus, sélectionner un poteau d'incendie au milieu de la zone avec l'élévation la plus proche de l'élévation moyenne pondérée, et appliquer un décalage fixe approprié (+/-) à toutes les mesures au point représentatif de zone.

Si les élévations moyennes pondérées ne peuvent pas être calculées, car aucune carte topographique n'est disponible, installer à peu près 10 enregistreurs de pression sur des poteaux d'incendie choisis au hasard, pour pouvoir enregistrer en continu et de préférence pendant 7 jours. La pression moyenne à chaque poteau d'incendie, et pour tous les poteaux d'incendie peut alors être calculée, et le poteau d'incendie qui représente le mieux la moyenne des mesures d'échantillons peut être choisi comme point représentatif de zone (en gardant à l'esprit les critères d'être au milieu de la zone et sur une conduite de diamètre moyen).

3.5 Étape 3: Obtenir les pressions au PRZ par mesure ou par évaluation indirecte

Différentes méthodes sont présentées ci-dessous en ordre préférentiel.

A. Mesurer les pressions en continu au PRZ.

B: Utiliser des corrections mesurées pour les pressions de Points d'entrée et/ou de Point critique : Mesurer les pressions de point d'entrée, de PRZ et de point critique en continu pendant 7 jours. Calculer la différence moyenne (en mètres) entre la pression moyenne au point d'entrée et au PRZ (dPe), et entre le point critique et le PRZ (dPc). Évaluer ensuite, la pression moyenne au PRZ en ajustant continuellement la pression enregistrée au point d'entrée et/ou au point critique avec les différences moyennes appropriées dPe ou dPc.

C: Utiliser des corrections estimées des "faibles pertes de charge" pour les pressions d'entrée : si les pressions du PRZ ne sont pas enregistrées en continu dans les petites Zones avec des conduites de grand diamètre, considérer une faible perte de charge due au frottement appropriée entre le point d'entrée et le point représentatif de zone. Ensuite, pour estimer la pression moyenne de zone P_{moy}, réduire la pression d'entrée moyenne mesurée avec cette faible perte, et corriger ensuite la différence +/- entre l'élévation au point d'entrée et l'élévation au PRZ. S'il y a un réservoir au point d'entrée,

réduire le niveau moyen mesuré du réservoir (au-dessus du niveau de la mer) par cette perte estimée, et en déduire l'élévation du PRZ.

D : Les modèles hydrauliques du réseau: un modèle hydraulique étalonné pour le calcul de la pression moyenne est une simulation historique, et les modèles d'analyse de réseau qui sont disponibles à l'heure actuelle ne sont généralement pas en mesure de bien reproduire l'opération de modulation selon le temps et le débit des zones de régulation de pression. En outre, le calcul de la pression moyenne pondérée peut être basé sur le nombre de propriétés ou sur la consommation (plutôt que le nombre de branchements de service) à un nombre limité de nœuds. Toutefois, lorsque cela est possible, la pression moyenne obtenue à partir de l'élévation moyenne pondérée et des points représentatifs de zone, calculés comme spécifié aux étapes 1 à 3 ci-dessus, devrait être comparée avec la pression moyenne obtenue à partir des modèles d'analyse du réseau. Toutes anomalies significatives devraient être examinées.

3.6 Étape 4: Enregistrer les calculs et les méthodes utilisés pour définir le PRZ

Enregistrer avec une trace pour la vérification, les calculs et les méthodes utilisées pour calculer l'élévation moyenne pondérée, la définition du point représentatif de zone, et la méthode de calcul de la pression moyenne. Spécifier quand et par qui cela a été fait avec un plan de la zone indiquant les points d'entrée, critique et représentatif de zone ainsi que les courbes de niveau et les infrastructures.

L'incapacité d'enregistrer correctement cette information clé mène souvent à ce que le nouveau personnel ne comprenne pas qu'un point représentatif de zone a déjà été défini pour chaque zone, ou comment et pourquoi ce PRZ a été choisi, ou pourquoi ces calculs de pression moyenne de zone sont effectués. Cela arrive –bien trop souvent malheureusement- et pourrait être évité.

4 RÉSUMÉ

Des mesures et des évaluations de pressions fiables dans les systèmes de distribution sont nécessaires pour un certain nombre de raisons de régulations et d'interprétation des données. On a besoin de la pression moyenne du réseau P_{moy} pour le calcul d'un indicateur clé de performance : l'indice de fuite d'infrastructure (IFI). La pression moyenne de nuit (P_{moy} de nuit) de la zone est aussi un paramètre clé pour beaucoup d'autres types de calculs de modélisations basés sur les débits de nuit, cela vaut donc la peine d'adopter une approche systématique pour ce calcul.

La section 2 décrit les méthodes de calcul recommandées pour calculer la pression moyenne du réseau à partir des pressions moyennes de zones.

La section 3 décrit les méthodes pour calculer la pression moyenne de zone dans chaque zone isolée, comme suit :

- Toujours définir un point représentatif de zone (PRZ) pour chaque zone
- Utiliser une approche systématique et pouvant être vérifiée pour chaque zone
- Calculer l'élévation moyenne pondérée pour chaque zone
- Choisir un poteau d'incendie pour définir le point représentatif de zone
- Obtenir les pressions du PRZ à l'aide de mesures ou d'évaluations indirectes
- Enregistrer les calculs et méthodes utilisées pour définir le PRZ

