

Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales
Cahier 7 – Méthodes de mesure du débit en conduit ouvert

**Méthode de mesure du débit
ou du volume d'eau dans des conduites fermées**

Méthode utilisant un appareil de référence

La présente méthode permet d'obtenir une mesure de débit ponctuelle ou de volume d'eau à l'aide d'un appareil de référence, c'est-à-dire un dispositif de mesure de la vitesse, de la pression, de l'intensité d'un courant électrique ou de tout autre paramètre dont la variation peut être directement mise en corrélation avec le débit d'écoulement de l'eau.

Lors de la vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit, cet appareil permet d'établir une valeur de référence que l'on comparera avec la valeur mesurée par le système de mesure *in situ* afin de vérifier si l'erreur obtenue respecte l'erreur maximale tolérée.

Cette méthode s'applique aux écoulements en conduites fermées.

Conditions d'utilisation de l'appareil de référence

Pour vérifier l'erreur d'un système de mesure de débit ou de volume d'eau *in situ* à l'aide d'un appareil de référence, il faut respecter les conditions suivantes :

- 1- L'erreur de mesure de l'appareil de référence doit être égale ou inférieure à 2,5 % (il s'agit de l'erreur qui fait généralement référence à la notion de « précision » décrite par le fabricant).
- 2- L'appareil de référence doit être utilisé *in situ* dans les conditions d'utilisation prescrites par le fabricant. Les paramètres à considérer diffèrent selon le type d'appareil de mesure utilisé et portent généralement sur :
 - a. Le diamètre intérieur de la conduite;
 - b. L'intervalle de mesure des vitesses;
 - c. La pression;
 - d. Les longueurs amont et aval sans perturbation (coude, valve, etc.);
 - e. Les propriétés de l'eau (turbidité, conductivité, température, etc.);
 - f. Le matériau, l'état et l'épaisseur de la conduite.

Les paramètres applicables doivent être vérifiés au moment de l'essai afin d'être comparés aux conditions d'utilisation prescrites par le fabricant. Un rapport¹ doit présenter ces conditions et démontrer qu'elles ont été respectées *in situ*.

¹ Le terme « rapport » fait référence au rapport de vérification de l'exactitude du système de mesure du débit.

Le choix de l'appareil de référence doit toujours se porter sur celui dont les mesures sont affectées par le moins de paramètres possible ou par les effets les plus négligeables de ces paramètres.

- 3- L'appareil de référence doit être étalonné (sur des bancs d'étalonnage) annuellement ou lorsqu'un dérèglement de l'appareil est soupçonné. Lors de l'étalonnage, on se doit de vérifier l'exactitude de l'appareil de référence en différents points sur sa plage de vitesses.

L'étalonnage de l'appareil de référence doit se faire selon des procédures reconnues telles que les normes ISO 4185 (méthode par pesée) et ISO 8316 (méthode par jaugeage d'un réservoir volumétrique). Dans le cas où d'autres procédures sont utilisées, elles doivent être reconnues et décrites au rapport.

Les spécifications techniques ainsi que l'erreur de mesure de l'appareil de référence doivent apparaître dans le certificat d'étalonnage de cet appareil.

- 4- L'organisme procédant à l'étalonnage de l'appareil de référence doit être certifié, c'est-à-dire lié à une référence nationale ou internationale (ISO 17025, BNQ, etc.).

Procédure pour la vérification de l'exactitude *in situ*

- 1- Sélectionner un appareil de référence adapté au contexte *in situ* (configuration de l'installation, conditions normales d'écoulement, etc.).
- 2- Relever la marque et le modèle du système de mesure *in situ* et joindre au rapport la documentation technique qui le concerne (ex. : spécifications techniques du fabricant).
- 3- Vérifier l'installation du système de mesure *in situ* afin de s'assurer qu'elle est conforme aux prescriptions du fabricant. Décrire en détail les caractéristiques de l'installation (dimensions, matériau de la conduite, longueurs amont/aval, etc.). Appuyer les observations rapportées par des photos ou des schémas. Annexer au rapport la liste de tous les éléments vérifiés (voir l'exemple de grille terrain présenté en annexe).
- 4- Si l'on doit apporter des correctifs à l'installation afin de pouvoir employer la méthode utilisant un appareil de référence, noter ceux-ci dans le rapport et procéder à leur réalisation avant toute opération de vérification subséquente (ex. : stabilisation du débit).

Le non-respect des conditions d'utilisation de l'appareil de référence (ex. : non-respect des longueurs amont/aval sans perturbation) peut occasionner des erreurs dans les mesures effectuées. Ces erreurs et les justifications nécessaires doivent être présentées au rapport (ex. : facteur de correction).

- 5- Installer l'appareil de référence idéalement sur la même conduite que celle où se trouve l'équipement à vérifier ou sur une conduite de dérivation, en respectant les prescriptions du fabricant.
- 6- Attendre que les appareils de mesure (appareil de référence et appareil *in situ*) se stabilisent avant de commencer les essais (ex. : 15 minutes dans des conditions environnantes stables).
- 7- Idéalement, en présence d'un débit variable (débit jour/nuit d'une station municipale, mesure du débit des eaux de ruissellement, etc.), faire l'essai sur trois niveaux de débit (30 minutes par niveau) qui correspondent à la plage habituelle d'écoulement *in situ* : débit moyen, minimal (pas moins de 10 % du débit maximal) et maximal. Idéalement, chaque niveau de débit devrait être mesuré à trois reprises, ce qui représente un total de neuf essais.

Afin de mesurer le débit d'un écoulement régulier (ex. : sortie d'un bassin de rétention), effectuer trois essais à écoulement continu d'une durée d'au moins 30 minutes chacun. Ces trois essais permettent d'établir la conformité de l'élément primaire uniquement pour l'intervalle de débit qui existait au cours des essais.

Consigner les débits instantanés (minimalemennt une donnée à la minute) et le volume pendant la période de l'essai afin d'obtenir des données représentatives des conditions d'écoulement par l'appareil de référence et par l'équipement *in situ*.

Si l'appareil n'est muni que d'un totalisateur de volumes, noter les volumes affichés au moins toutes les minutes afin de connaître la variabilité de l'écoulement.

Au cours de chaque essai, s'assurer que l'écoulement est stabilisé ou en régime permanent. La conduite doit toujours être pleine et sans bulle d'air ou de gaz. L'écoulement ne doit subir aucune fluctuation de pression ni aucune pulsation qui affecteraient le mesurage. Idéalement, la validation du « zéro » de l'appareil de mesure *in situ* doit être réalisée. Pour ce faire, il faut arrêter l'écoulement tout en laissant la conduite pleine d'eau.

- 8- Les résultats de débit et de volume qui prévalent aux fins de l'essai sont ceux affichés par l'appareil de mesure *in situ*². Si celui-ci est relié à un système de transmission des données à distance, effectuer une vérification supplémentaire afin de s'assurer qu'aucun écart n'apparaît dans la transmission des données entre l'appareil *in situ* et le système de transmission.
- 9- Comparer, pour chaque essai, les volumes totalisés pendant l'essai ainsi que la moyenne des débits instantanés obtenus avec l'appareil de référence à ceux mesurés avec l'appareil *in situ*.
- 10- Calculer l'erreur de mesure pour chaque essai en intégrant les incertitudes, lorsqu'elles sont requises. Cette erreur correspond à l'écart, en pourcentage, entre les résultats du système de mesure *in situ* soumis à la vérification et ceux de l'appareil de référence. Elle se détermine comme suit :

$$\% \text{ d'erreur} = \frac{(\text{débit de l'essai} - \text{débit } in situ)}{\text{débit de l'essai}} \times 100$$

où :

Débit de l'essai : Correspond au débit moyen obtenu durant l'essai par la méthode utilisant un appareil de référence

Débit *in situ* : Correspond au débit moyen indiqué par le système de mesure *in situ* durant l'essai

Note : Dans cette formule, pour les totaliseurs de volumes, le débit moyen peut être remplacé par le volume cumulé sur la période de vérification (au moins 30 minutes).

² Si l'appareil en place n'est pas muni d'un afficheur (une situation non souhaitable qui devrait être corrigée), les données à vérifier sont celles du système d'acquisition de données à distance.

11- Interpréter les résultats.

- a. Lorsque l'erreur mesurée lors de l'un des essais est supérieure à l'erreur maximale tolérée³, valider dans un premier temps la conformité de la procédure de vérification afin de s'assurer que le résultat obtenu n'est pas causé par une méthode inadéquate.
- b. Dans un deuxième temps, procéder aux correctifs ou recommander des correctifs applicables au système de mesure *in situ*. Les correctifs mineurs tels que des réglages de l'appareil devraient être apportés sans délai. Les remplacements et les réparations devraient être faits dans un délai raisonnable, en conformité avec les exigences applicables. Dans tous les cas et selon le délai prescrit par la réglementation, on doit reprendre la procédure de vérification à la suite des correctifs afin de s'assurer que le système de mesure respecte l'erreur maximale tolérée.
- c. Si tous les résultats des essais sont égaux ou inférieurs à l'erreur maximale tolérée, la vérification confirme que l'appareil de mesure *in situ* fournit des indications suffisamment exactes du débit ou du volume réels.

Rapport de vérification

Le rapport de vérification doit minimalement fournir les informations décrites dans le document Vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit ou du volume d'eau dans des conduits ouverts ou sous pression – Précisions relatives au rapport à produire disponible sur le site Internet du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) à l'adresse <http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage.htm>.

2018-04-06

³ L'erreur maximale tolérée est définie par l'organisme de contrôle, notamment par un règlement, des lignes directrices, une autorisation ou un acte statutaire. Elle représente la différence entre la valeur *in situ* et la valeur de l'essai. Si aucune erreur maximale tolérée n'est associée à l'exigence de vérification, il convient d'utiliser une valeur de 10 % applicable à chaque essai et non à la moyenne des essais.

Exemple de grille terrain⁴

Méthode utilisant un appareil de référence	
Critères	Détails
Généralités	
Date de la vérification	
Emplacement du site (ex. : nom de l'entreprise, de la municipalité)	
Désignation de l'effluent (ex. : EFF-1 – Effluent final n° 1)	
Type d'effluent (ex. : eau potable, eaux usées municipales, eaux usées industrielles)	
Description des exigences de suivi (ex. : mesure hebdomadaire, en continu), erreur maximale tolérée (ex. : 10 %) et référence (ex. : règlement, autorisation, directive)	
Intervalles de mesure de débit (volume) <i>in situ</i> : minimal, maximal et moyen typiques quotidiens	
Description du système de mesure <i>in situ</i>	
Description de la conduite et de l'installation (y compris photos, schémas, plans, dimensions, etc.), par exemple : Diamètre intérieur; Matériau; État de la conduite (ex. : encrassement intérieur, rouille extérieure); Position horizontale/verticale; Sens de l'écoulement (ascendant/descendant); Éléments perturbateurs amont/aval : coude, valve, pompe, etc.; Longueurs amont/aval sans perturbation.	

⁴ Les critères doivent être adaptés à chaque situation et certains peuvent ne pas être applicables. Se référer à l'[addenda 2](#), disponible sur le site Internet du MDDELCC, afin de connaître les précisions relatives au rapport à produire.

Critères	Détails
Description de l'appareil <i>in situ</i> , par exemple : Type, marque, modèle; Intervalle de mesure (ex. : 0 – 1 000 m ³ /min, 0 – 50 °C); Unités affichées (ex. : m ³ /min, m ³); Fréquence des mesures (ex. : 1 donnée/min); Méthode d'enregistrement (ex. : enregistreur, système informatique, carte mémoire); Fiche technique du fabricant; Erreur de mesure de l'appareil (« précision »).	
Description du système de transmission des données	
Caractéristiques de l'écoulement lors de la vérification	
Décrire les paramètres à considérer en fonction de l'équipement de référence et fournir les valeurs mesurées sur l'effluent, par exemple : Vitesses (recommandées); Pression; Température; Conductivité; Turbidité.	
Vitesses min./max. mesurées au cours de l'essai	
Caractéristiques de la section de mesurage sélectionnée pour la vérification	
Description de l'emplacement du capteur de l'appareil de référence (y compris schéma et photos), par exemple : Distance par rapport à l'appareil <i>in situ</i> ; Installation sur une conduite de dérivation; Position horizontale/verticale; Matériau, diamètre, état; Éléments perturbateurs amont/aval : coude, valve, pompe, etc.; Longueurs amont/aval sans perturbation.	
Description de l'appareil de référence	
Type, marque et modèle	
Erreur de mesure (« précision »)	
Intervalle de mesure et correspondance avec les conditions <i>in situ</i> (ex. : température, pression, vitesses)	

Critères	Détails
Date d'étalonnage, y compris le certificat d'étalonnage délivré par un organisme reconnu	
Conditions <i>in situ</i> répondant aux critères d'utilisation de l'appareil de référence (ex.: longueurs amont/aval sans perturbation, type d'effluent)	
Méthode de mesure du débit	
Vérification du fonctionnement de l'appareil <i>in situ</i> avant l'essai (ex. : vérification du « zéro »)	
Synchronisation des appareils (<i>in situ</i> et de référence) avant l'essai (ex. : heure, fréquence des mesures, délai de transmission)	
Stabilisation des appareils de référence et <i>in situ</i> avant l'essai	
Type de mesure (ex. : instantanée/en continu, à l'aide d'un totalisateur de volumes)	
Mesures de débit instantanées : Nombre de mesures de vitesse ou de débit et leur durée (minimum 1 donnée/min); Durée minimale de 30 minutes consécutives par essai; Minimum de 3 essais.	
Totalisateur de volumes : Relevé du totalisateur (minimum 1 donnée/min); Durée minimale de 30 minutes consécutives par essai; Minimum de 3 essais.	
Calculs	
Débit et volume de l'essai (y compris le détail des calculs et toutes les données brutes)	
Débit et volume <i>in situ</i> (y compris le détail des calculs et toutes les données brutes)	
Écart obtenu (%) pour chacun des essais et formule utilisée	
Incertitudes sur la méthode et facteurs de correction (si applicable)	

Critères	Détails
Conclusion	
Présentation des conclusions de la vérification	
Représentativité des résultats par rapport aux conditions normales d'écoulement (ex. : essai fait à bas débit, au débit de pointe)	
Respect ou non des exigences lors de chacun des trois essais (ex. : erreur maximale tolérée de 10 %)	
Correctifs à apporter au système de mesure du débit et échéancier	