



**Mesures  
Canada**

Un organisme  
d'Industrie Canada

**Measurement  
Canada**

An Agency of  
Industry Canada

Page 1/9

## **Recommandations de l'Ingénierie**

**GS-ENG-08-03 : Exploration des chaînes de traçabilité utilisées pour la vérification des compteurs de gaz résidentiels**

**Version 1.2**

Patrick (Pat) J. Hardock, P.Eng.  
Ingénieur principal – Mesure du gaz naturel  
Direction de l'ingénierie et des services de laboratoire  
Mesures Canada

**Canada**

**Registre des modifications**

<b>Révision</b>	<b>Date</b>	<b>Description</b>
0.1	2008-03-05	Document d'origine – projet pour consultation
0.2	2008-03-05	Modification du format des images pour PDF
1.0	2008-03-28	Extension du domaine d'application, ajout de l'article 7.0, modifications rédactionnelles et diffusion
1.1	2008-04-09	Modifications rédactionnelles
1.2	2008-06-17	Modifications rédactionnelles

## 1.0 Domaine d'application

Le présent document a pour but d'expliquer les chaînes de traçabilité existantes pour la vérification des compteurs à ultrasons et des compteurs à parois déformables résidentiels.

## 2.0 Introduction

Le concept des vérifications de compteurs résidentiels effectuées au moyen de compteurs étalons pourvus d'étalons de référence a pu se concrétiser avec l'utilisation d'étalons à tuyère sonique et d'étalons de transfert munis de compteurs à pistons rotatifs. Ce concept diffère du modèle de corrélation classique qui repose entièrement sur la capacité de l'étalon à reproduire une valeur d'erreur prédéterminée. En conséquence, les procédures de certification pour les appareils de mesure du gaz peuvent habituellement être divisées entre ces deux modèles. Le premier repose sur un ensemble de méthodes et de philosophies présentées dans les normes sur les gazomètres actuels (*LMB-EG-13*) et les normes sur les étalons à tuyère sonique (*S-G-01-F*), tandis que le second est fondé sur une série de documents appelés « Exigences de certification » (*GS-ENG-XX*) et diffusés par la Direction de l'ingénierie et des services de laboratoire de Mesures Canada.

## 3.0 Modèle de corrélation classique

La méthode classique de détermination de la traçabilité dans le processus d'étalonnage des compteurs de gaz résidentiels, représentée à la figure 1 : *Traçabilité par corrélation directe pour les gazomètres de contrôle sans cloche (NoBell), les étalons à tuyère sonique et les gazomètres de contrôle*, comprend la dissémination du pied cube d'un gazomètre de contrôle primaire local à un certain nombre d'étalons de travail situés à égale distance, grâce à l'utilisation de compteurs de transfert.

Ce processus commence (étape 1, figure 1) par la détermination dimensionnelle du volume déplacé du gazomètre de contrôle primaire local. Désigné comme l'étalon de niveau 2, le tube du gazomètre de contrôle primaire est mesuré à l'aide d'un ruban pi-diamètre standard qui a été étalonné précédemment par le Conseil national de recherches du Canada (ou dans certains cas, par un autre laboratoire reconnu par Mesures Canada), et dont la traçabilité est établie à un « étalon national ». Ce processus, qui est couramment appelé « étalonnage dimensionnel » permet la détermination du volume déplacé de l'étalon avec une incertitude d'à peu près  $\pm 0,08\%$  à  $k=2$ .

Il est important de souligner que cette valeur, qui figure sur le certificat d'étalonnage, ne comprend pas les sources d'incertitude associées à l'usage de l'étalon, ni celles associées au déplacement du gazomètre, à la viscosité du fluide, à l'utilisation du gazomètre ni aux instruments reliés à ce dernier. Si l'on tient compte de ces sources, il faut ordinairement ajouter une incertitude d'à peu près  $\pm 0,2\%$  à la valeur précédente. L'estimation de l'incertitude du système (étape 2), bien qu'assujettie à l'examen et à l'acceptation par Mesures Canada, est actuellement la responsabilité du propriétaire ou de l'utilisateur de l'étalon. Après le mois d'août de l'année en cours, un énoncé d'incertitude fera partie intégrante du processus de certification de Mesures Canada. Par conséquent, cette responsabilité sera transférée aux spécialistes du gaz de Mesures Canada. Dans l'intervalle, les énoncés feront l'objet d'un examen des Services d'ingénierie de Mesures Canada avant leur acceptation. Des lignes directrices et des recommandations sur l'exécution de cette tâche, de même que des feuilles de calcul pour faciliter le processus, ont été publiées par Mesures Canada.

La valeur du pied cube est ensuite transférée au moyen d'un processus de comparaison (étape 4) du gazomètre de contrôle primaire local simple (niveau 2) aux étalons de travail (niveau 3) qui se trouvent dans l'atelier de compteurs, comme il est décrit dans d'autres documents, notamment la norme *LMB-EG-13*. Ce processus est appelé « corrélation des volumes » et commence par la détermination de

l'erreur d'un ensemble de compteurs de transfert (habituellement d'une conception similaire aux compteurs résidentiels à étalonner) à l'aide du gazomètre de contrôle primaire. L'incertitude de ce processus est normalement une valeur d'à peu près  $\pm 0,15$  à  $0,30$  % du volume indiqué sur le compteur de transfert.

Les valeurs de l'erreur sont ensuite comparées à celles établies à l'aide de l'étalon à tuyère sonique de travail, du gazomètre de contrôle ou du compteur étalon de transfert utilisé pour le compteur résidentiel. Si les différences entre les valeurs sont importantes, on utilise ces renseignements pour déterminer une série de corrections qui, une fois appliquées aux résultats d'étalonnage des compteurs de gaz résidentiels, se rattachent aux résultats de mesure du ruban pi-diamètre appartenant à Mesures Canada (Ottawa).

On utilise ensuite l'étalon de travail (niveau 3) pour évaluer le rendement des compteurs résidentiels avant leur mise en service. Étant donné que le processus d'étalonnage des compteurs résidentiels est semblable à celui de la corrélation des compteurs de transfert effectuée précédemment, l'incertitude du processus devient principalement une fonction de la fidélité à court terme de l'étalon et de la stabilité de la température, ainsi que de la fidélité du compteur de transfert et du compteur résidentiel soumis à l'évaluation. Même si le gazomètre de travail a fait l'objet d'un étalonnage dimensionnel à un moment donné au cours de sa vie utile, cette valeur n'est pas prise en compte dans l'estimation de l'incertitude du processus.

Ce modèle n'est valable que lorsque les conditions énoncées dans les normes susmentionnées sont réunies. Le résultat est une incertitude de mesure d'à peu près  $\pm 0,25$  à  $0,45$  % pour le compteur résidentiel.

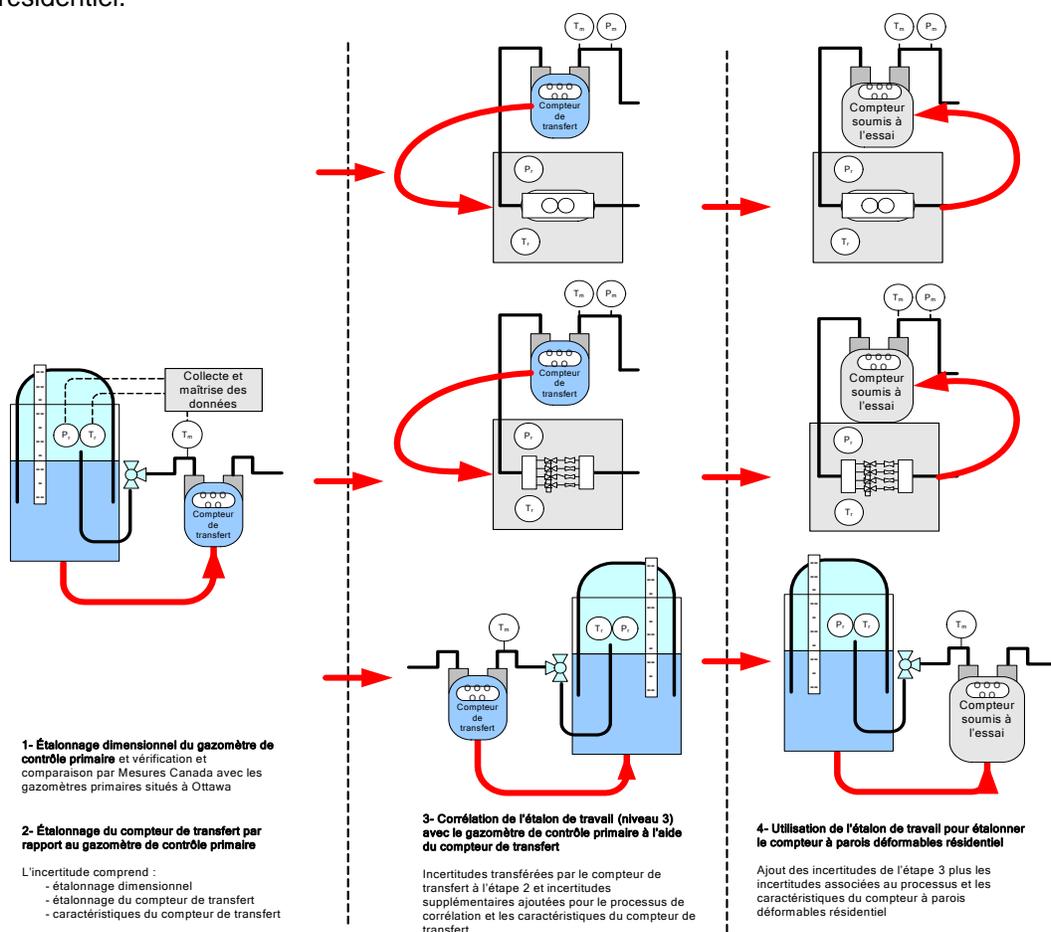


Figure 1 : Traçabilité par corrélation directe pour les gazomètres de contrôle sans cloche (NoBell),

les étalons à tuyère sonique et les gazomètres de contrôle

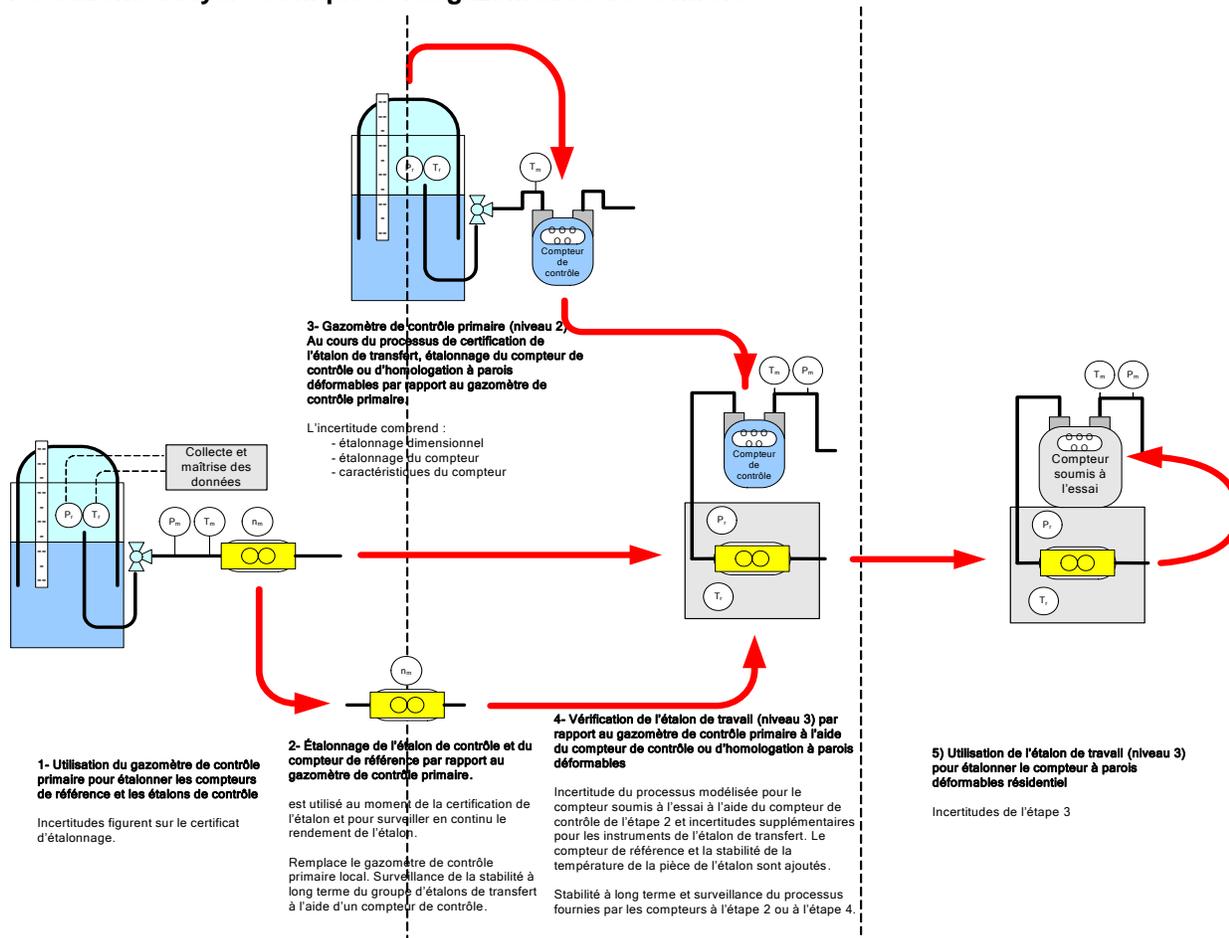


Figure 2 : Traçabilité des étalons de transfert des compteurs à pistons rotatifs pourvus de compteurs de référence

4.0 Appareils de mesure du gaz pourvus de compteurs de référence

Comme il a été mentionné précédemment, la deuxième catégorie de traçabilité s'aligne sur une série de documents (GS-ENG-XX-XX) intitulés « *Exigences de certification* » et qui sont diffusés par la Direction de l'ingénierie et des services de laboratoire de Mesures Canada. Vous trouverez une liste complète de ces documents à la section 8 de la présente Recommandation, ou à la section intitulée [Exigences de certification et pratiques recommandées – Mesures Canada](#), affichée sur le site Web de Mesures Canada. Ces documents énoncent les exigences à satisfaire pour qu'un certificat d'étalonnage soit émis pour un appareil de mesure. Ces documents contiennent également des procédures recommandées pour la détermination de l'incertitude de mesure pour les types courants d'équipement d'étalonnage. Encore ici, l'estimation de l'incertitude du système, bien qu'assujettie à l'examen et à l'acceptation par Mesures Canada, est actuellement la responsabilité du propriétaire ou de l'utilisateur de l'étalon. Il est possible de se procurer une feuille de calcul standard auprès de Mesures Canada pour faciliter ce processus.

Un peu comme le premier cas, le processus commence (étape 1, figure 2) par la détermination dimensionnelle du volume d'un gazomètre. Dans cette figure, l'étalon est le gazomètre de contrôle primaire situé à Ottawa. Cependant, d'autres chaînes de traçabilité sont acceptables. (Consulter la section 5.0 du présent document.)

Il est important de se rappeler que l'étalon est utilisé pour étalonner un compteur de référence de précision qui, à son tour, servira d'étalon de référence à l'intérieur de l'étalon de transfert ou de l'appareil de mesure. Un certificat d'étalonnage pour le compteur de référence, indiquant une incertitude d'au plus  $\pm 0,3\%$  à  $k=2$ , est fourni. Cet étalon est également utilisé pour étalonner un étalon de contrôle (étape 2, figure 2). L'usage de ce compteur est double; premièrement, il peut être utilisé comme un étalon volumétrique local ayant le même statut et exécutant certaines des mêmes fonctions que le gazomètre de contrôle local et deuxièmement, il est utilisé pour surveiller le rendement de l'étalon de transfert dans le temps.

Il est à noter toutefois que cela n'empêche pas l'utilisation de compteurs de contrôle à parois déformables (étape 3, figure 2). Habituellement, l'objectif, dans ce cas-ci, n'est pas de transférer la valeur du pied cube du « gazomètre de contrôle primaire local », mais plutôt de l'utiliser pour vérifier si l'étalon est capable d'étalonner un type particulier de compteur à parois déformables.

Ce processus commence par la détermination de l'erreur d'un ensemble de compteurs de contrôle à parois déformables (habituellement d'une conception similaire aux compteurs résidentiels à étalonner) à l'aide du gazomètre de contrôle primaire. L'incertitude de ce processus est habituellement une valeur de  $\pm 0,15$  à  $0,30\%$  du volume indiqué sur le compteur de contrôle.

Les valeurs de l'erreur sont ensuite comparées à celles établies à l'aide de l'étalon de transfert du compteur résidentiel. Si les différences entre les valeurs sont importantes, on utilise ces renseignements pour déterminer une série de corrections. Ce processus est également utilisé pour faire une estimation de l'incertitude de type A associée à chaque type de compteur à parois déformables pour application à l'étape 5. (Consulter le document GS-ENG-07-06 pour de plus amples détails.)

L'étalon de travail (niveau 3) est ensuite utilisé pour évaluer le rendement des compteurs résidentiels avant leur mise en service (étape 5). L'incertitude du processus devient principalement une fonction de l'étalonnage du compteur de référence, de la stabilité de la température et de la fidélité du compteur soumis à l'essai précédemment évalué à l'aide des compteurs de contrôle.

## **5.0 Chaîne de traçabilité pour les compteurs de référence incorporés aux appareils de mesure du gaz**

La plupart des processus utilisés pour évaluer le rendement des compteurs commerciaux reposent sur une comparaison directe à un compteur de référence, notamment l'étalonnage de gros compteurs à parois déformables et de compteurs à pistons rotatifs, et l'étalonnage de compteurs à turbine haute et basse pression, pour ne nommer que ceux-là. Dans chacun de ces cas, le compteur de référence est enlevé de l'appareil de mesure ou de l'installation et il est ensuite étalonné par rapport à un étalon de plus haut niveau. Ces derniers peuvent être d'autres compteurs de référence, des gazomètres de contrôle, des tubes étalons ou un système de pesage gravimétrique. Dans tous les cas, pour que l'appareil de mesure soit reconnu ou légalement traçable au Canada, les compteurs de référence doivent être étalonnés soit par Mesures Canada, soit par une installation dont le nom figure dans le bulletin G-16 de Mesures Canada intitulé *Reconnaissance des données d'essai fournies par les installations d'essai des compteurs de gaz*.

Les installations dont le nom figure dans le bulletin G-16 ont subi un examen technique et ont été auditées conformément aux paragraphes 5.3 à 5.10 de la norme ISO/IEC 17025:2005 *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*. Le bulletin résume les compétences de chaque installation d'essai, ou les compteurs qu'ils sont en mesure d'étalonner ainsi que les chaînes de traçabilité et les incertitudes de mesure associées.

Une fois qu'un compteur de référence a été étalonné, les données et les expressions de l'incertitude de mesure sont examinées par la Direction de l'ingénierie et des services de laboratoire (DISL) de Mesures Canada. Si les renseignements sont conformes aux exigences du bulletin G-16 et aux autres documents connexes, un certificat d'étalonnage sera émis. Ce certificat permet l'utilisation du compteur de référence dans un appareil de mesure.

L'incertitude du compteur de référence dépend de la compétence de l'installation et de la méthode choisie pour l'étalonnage. Cependant, un certificat ne sera pas émis pour des compteurs de référence dont les incertitudes sont supérieures à  $\pm 0,3\%$  à  $k=2$ .

## 6.0 Chaîne de traçabilité pour les appareils de mesure du gaz pourvus de compteurs à pistons rotatifs utilisés pour l'étalonnage des compteurs à parois déformables ou des compteurs à pistons rotatifs

Lorsque des compteurs à pistons rotatifs sont utilisés pour vérifier des compteurs à parois déformables, un examen des deux méthodes disponibles et les chaînes de traçabilité résultantes ne permet pas d'établir une raison technique convaincante pour utiliser une méthode plutôt que l'autre. L'expérience révèle que les deux méthodes permettent d'obtenir des incertitudes comparables. Habituellement, les valeurs d'incertitude obtenues sont de  $\pm 0,3\%$  à  $k=2$ .

## 7.0 Chaîne de traçabilité pour les appareils de mesure du gaz pourvus de tuyères soniques utilisés pour l'étalonnage des compteurs à ultrasons résidentiels

Les versions actuelles des normes sur les étalons à tuyère sonique de travail (*S-G-01*) et sur les gazomètres de contrôle de niveau 2 et 3 (*LMB-EG-13*) sont rédigées précisément pour une vérification des compteurs à parois déformables résidentiels selon le modèle de corrélation classique. Pour étalonner des compteurs à ultrasons résidentiels suivant la chaîne de traçabilité classique pour les gazomètres de contrôle primaires locaux et les gazomètres de contrôle, chaque étalon de la chaîne requiert l'installation d'instruments supplémentaires pour permettre la communication numérique entre le compteur et les étalons. Comme solution de rechange à la modification des gazomètres de contrôle primaires locaux, la chaîne de traçabilité illustrée à la figure 3 a été réalisée. Ce processus remplace simplement le gazomètre de contrôle primaire local de la chaîne de traçabilité illustrée à la figure 1 par le gazomètre de contrôle primaire qui se trouve au laboratoire de Mesures Canada à Ottawa ou par un étalon primaire se trouvant dans une installation mentionnée dans le bulletin G-16. Une fois étalonnés, les étalons de transfert de référence sont expédiés à l'atelier de compteurs où le processus de corrélation est mené conformément à la norme citée en référence (*S-G-01*).

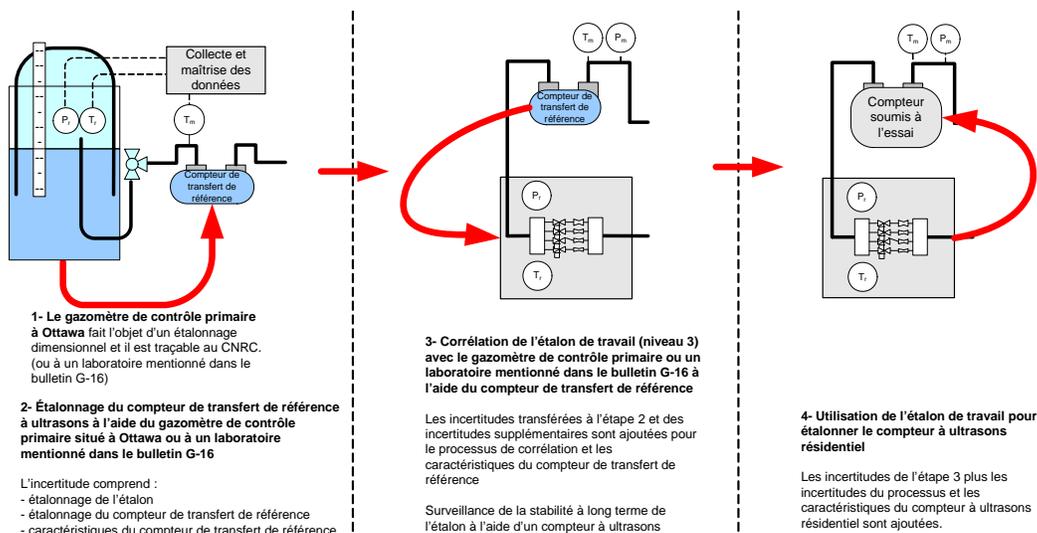


Figure 3 : Traçabilité par corrélation indirecte pour les compteurs à ultrasons résidentiels

Même si les valeurs d'incertitude résultantes reflètent celles du processus de corrélation classique, le processus ne dépend pas seulement de la précision et de la fidélité du compteur de transfert de référence, mais encore plus de la reproductibilité à long terme des résultats de compteurs de transfert de référence qui sont beaucoup plus petits que ceux utilisés dans le processus classique. Pour traiter ce problème, on surveille régulièrement le rendement du compteur de transfert de référence dans un atelier de compteurs. Au moyen de méthodes de contrôle statistique du processus, on peut aussi surveiller la variabilité à long terme, le décalage du processus et la reproductibilité des résultats.

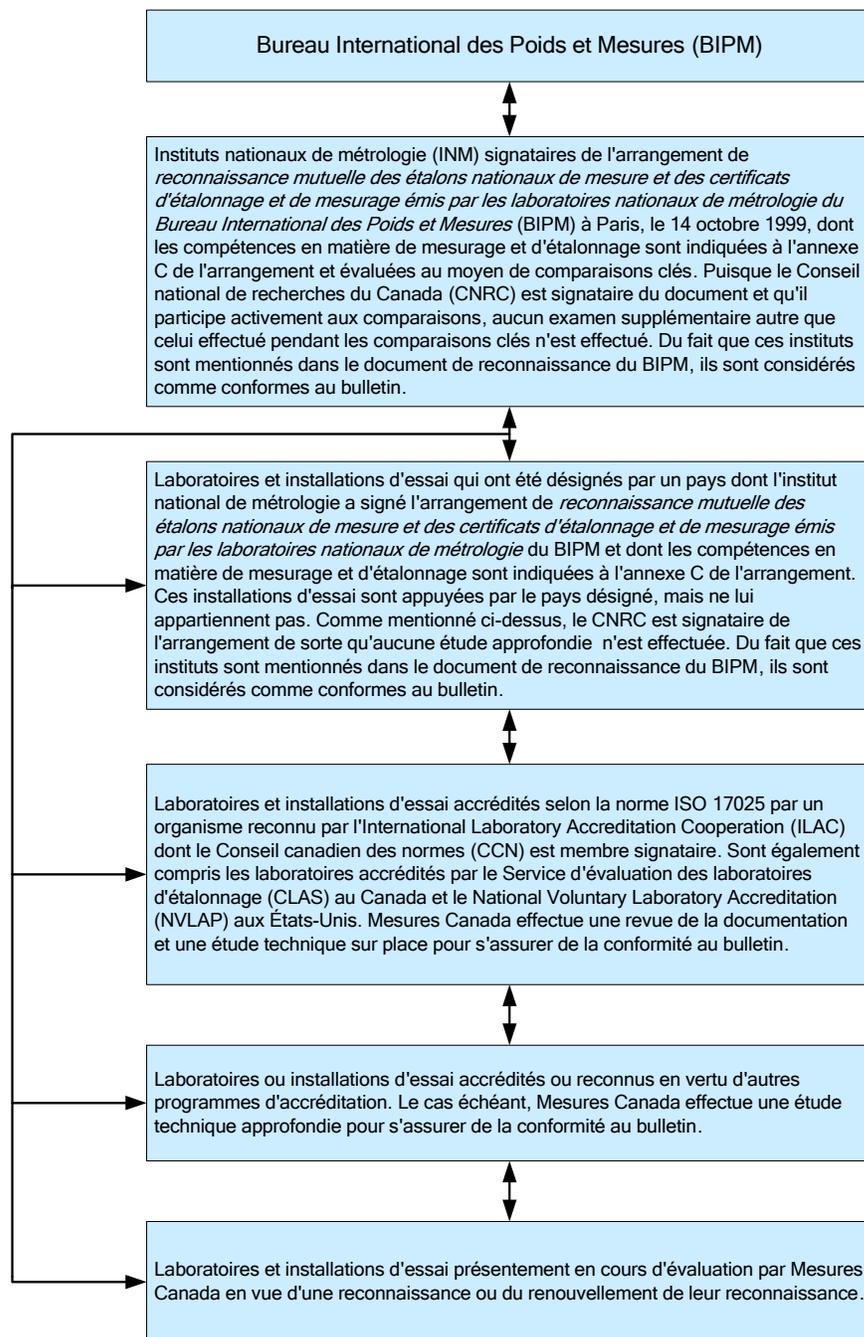


Figure 4 : Traçabilité des données d'approbation et d'étalonnage selon le bulletin G-16 de Mesures Canada

## 8.0 Références

- a) LMB-EG-13 : *Norme provisoire pour la certification des appareils de mesure du gaz - gazomètres de contrôle, 1989*
- b) S-G-01 : *Normes sur l'étalonnage, la certification et l'utilisation des appareils de mesure du gaz – étalons à tuyère sonique de travail, 2001*
- c) S-S-02 : *Norme sur l'incertitude de mesure et l'évaluation de la conformité des compteurs, 2007*
- d) GS-ENG-03-06 : *Certification d'appareils de mesure du gaz pourvus de compteurs à pistons rotatifs utilisés pour l'étalonnage de débitmètres à parois déformables, 2007*
- e) GS-ENG-04-01 : *Étalonnage et certification d'appareils de mesure du gaz – systèmes d'étalonnage de compteurs de pression atmosphérique, 2004*
- f) GS-ENG-04-06 : *Recommandations visant la détermination de l'incertitude de mesure des gazomètres de contrôle primaires automatisés, 2007*
- g) GS-ENG-06-02 : *Instructions techniques pour la détermination de l'incertitude de mesure, lors d'une comparaison entre deux compteurs, au moyen d'un logiciel d'analyse numérique, 2006*
- h) GS-ENG-07-02 : *Mesure de la température et de l'humidité dans la salle d'étalonnage, 2007*
- i) GS-ENG-07-03 : *Processus administratif pour la certification des appareils de mesure non standard, 2007*
- j) GS-ENG-07-06 : *Détermination de la reproductibilité à court et à long termes des résultats des gazomètres de contrôle à l'aide de compteurs de transfert à parois déformables*
- k) *Bulletin GÉN-09 : Bulletin général de Mesures Canada : Délégation des pouvoirs*
- l) *Bulletin G-16 : Reconnaissance des données d'essai fournies par les installations d'essai des compteurs de gaz, Mesures Canada, 2007*
- m) *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure, ISO, 1993*
- n) *ISO/IEC 17025:2005 Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais, 2005.*