

Foire aux questions sur la mesure du débit – Secteur industriel

Le *Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers*, le *Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau*, les autorisations délivrées dans le cadre du Programme de réduction des rejets industriels (attestations d'assainissement) et celles visant d'autres secteurs industriels comportent des exigences de suivi du débit des eaux. Des inspections et des vérifications sont aussi réalisées, selon une fréquence déterminée, pour s'assurer de l'exactitude des équipements utilisés pour réaliser ces suivis. La présente foire aux questions résume certains éléments de base de la mesure du débit. Elle a pour but de faciliter la compréhension des vérifications de l'exactitude d'un système de mesure du débit.

Les informations présentées dans cette section sont basées sur le [Cahier 7 – Méthodes de mesure du débit](#) (ci-après, le « Cahier 7 ») du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*, disponible sur le site Web du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). Tout au long du présent document, des références aux sections pertinentes du Cahier 7 seront indiquées. Consultez-le pour de plus amples informations.

Liste des questions

- 1- [Qu'est-ce qu'un système de mesure du débit *in situ*?](#)
- 2- [Comment se distinguent les différents systèmes de mesure du débit?](#)
- 3- [Qu'est-ce qu'un élément primaire?](#)
- 4- [Qu'est-ce qu'un élément secondaire?](#)
- 5- [Comment s'effectue la mesure du débit dans un écoulement à surface libre?](#)
- 6- [Comment s'effectue la mesure du débit dans un écoulement sous pression?](#)
- 7- [Comment utiliser un poste de pompage ou une pompe afin de calculer le débit journalier?](#)
- 8- [Comment déterminer la capacité d'une pompe à vitesse constante \(débit de pompage\)?](#)
- 9- [Quelle est la distinction entre une mesure du débit ponctuelle et une mesure en continu?](#)
- 10- [En quoi consistent les vérifications des équipements composant le système de mesure du débit *in situ* requis par un règlement ou une autorisation?](#)
- 11- [Quelle est la distinction entre une vérification de l'exactitude et un étalonnage?](#)
- 12- [Dans le cadre d'une vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit, qu'est-ce que le débit de l'essai \(ou volume de l'essai\)?](#)
- 13- [Dans le cadre d'une vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit, qu'est-ce que le débit *in situ* \(ou volume *in situ*\)?](#)
- 14- [Quelles sont les méthodes de référence acceptables dans le cadre d'une vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit?](#)
- 15- [Quelles sont les particularités de la vérification complète de l'exactitude d'un poste de pompage ou d'une pompe?](#)
- 16- [Quelles sont les étapes d'une vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit?](#)
- 17- [Combien d'essais doivent être effectués lors d'une vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit?](#)
- 18- [Comment calcule-t-on l'écart maximal toléré d'un instrument ou d'un système de mesure du débit *in situ* afin de respecter le règlement ou l'autorisation?](#)
- 19- [Comment évaluer un rapport de vérification complète de l'exactitude basée sur la méthode d'exploration du champ des vitesses?](#)
- 20- [Comment évaluer un rapport de vérification complète de l'exactitude basée sur la méthode de dilution d'un traceur?](#)
- 21- [Comment évaluer un rapport de vérification complète de l'exactitude basée sur la méthode volumétrique?](#)

- 22- [Comment évaluer un rapport de vérification complète de l'exactitude basée sur la méthode utilisant la capacité de la pompe?](#)
- 23- [Comment évaluer un rapport de vérification complète de l'exactitude basée sur la méthode utilisant un appareil de référence?](#)
- 24- [Comment interpréter les résultats d'une vérification complète de l'exactitude?](#)
- 25- [Comment présenter les résultats de la vérification complète de l'exactitude?](#)

1- Qu'est-ce qu'un système de mesure du débit *in situ*?

Il s'agit d'un instrument ou d'un ensemble d'instruments permettant de mesurer le débit journalier à une station de mesure. Il est constitué de l'ensemble des éléments permettant de faire la mesure (**éléments primaire et secondaire, pompe ou poste de pompage**), l'affichage, la transmission et l'enregistrement du débit.

[Retour à la liste des questions](#)

2- Comment se distinguent les différents systèmes de mesure du débit?

Les systèmes de mesure du débit se distinguent en fonction du **type de conduite** (**découverte, partiellement fermée ou fermée**) et du **type d'écoulement** (Figure 1), soit :

Cahier 7 –
Sections 2 (types d'écoulement),
3 (surface libre) et
4 (sous pression)

À surface libre

Lorsque la surface de l'écoulement demeure en contact avec l'atmosphère (ex. : un canal jaugeur);

Sous pression (ou « en charge »)

Lorsque l'écoulement est confiné dans une conduite fermée et qu'il est soumis à une pression supérieure à la pression atmosphérique (ex. : systèmes d'adduction et de distribution d'eau potable).

Dans une **conduite partiellement fermée**, l'écoulement peut être **sous pression** lorsqu'il se fait au maximum de la capacité de la conduite.

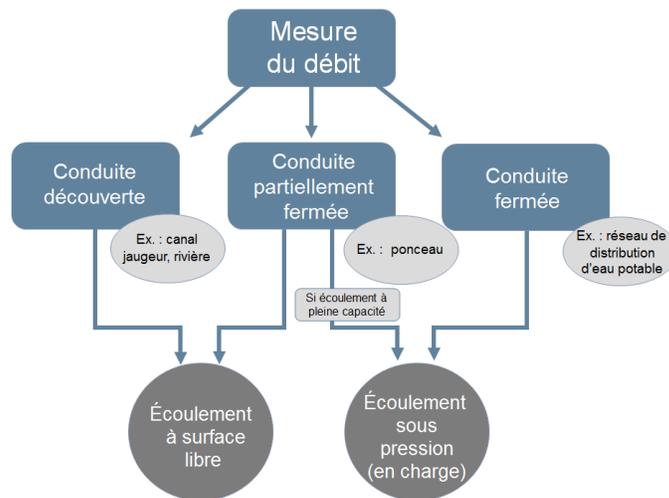


Figure 1 : Classification des types de conduites et d'écoulement

[Retour à la liste des questions](#)

3- Qu'est-ce qu'un **élément primaire**?

L'**élément primaire** est le dispositif physique qui modifie l'écoulement de l'eau et qui engendre le signal initial permettant la détermination du débit. Par exemple :

Cahier 7 –
Sections 2, 3 et 4.1

- En **conduite découverte** : canal Parshall, canal Palmer-Bowlus, déversoir, etc.;
- En **conduite fermée** : bobine magnétique du débitmètre électromagnétique, organe déprimogène (tube de Venturi, plaque à orifice, etc.) d'un débitmètre à pression différentielle, tube de Pitot d'un débitmètre à insertion, etc.

[Retour à la liste des questions](#)

4- Qu'est-ce qu'un **élément secondaire**?

L'**élément secondaire** mesure le signal engendré par l'**élément primaire**, c'est-à-dire la valeur physique (hauteur d'eau, vitesse, etc.) qui s'établit au point de mesure de l'élément primaire, il l'affiche, l'enregistre, le traite ou le transmet pour fournir la valeur du débit. Par exemple :

Cahier 7 –
Sections 2, 3.3 et 4.1

- En **conduite découverte** : débitmètre ultrasonique, débitmètre bulle à bulle, etc.;
- En **conduite fermée** : correspond à l'afficheur et au transmetteur des données du débitmètre.

[Retour à la liste des questions](#)

5- Comment s'effectue la mesure du débit dans un **écoulement à surface libre**?

Un système de mesure du débit en **conduite découverte** comprend un **élément primaire**, qui permet l'obtention du **débit instantané** de l'écoulement à partir de la mesure de la hauteur d'eau convertie en débit à l'aide des courbes théoriques de relation hauteur-débit (ou tables hauteur-débit).

Cahier 7 – Section 3

Lorsqu'un **élément secondaire** est utilisé, il devient possible de mesurer de façon **continue** la hauteur d'eau fournie par l'**élément primaire** et de la convertir en débit à l'aide de la relation hauteur-débit programmée à l'appareil. Celui-ci peut également enregistrer les données de mesure du débit et la totalisation des valeurs journalières.

[Retour à la liste des questions](#)

6- Comment s'effectue la mesure du débit dans un **écoulement sous pression**?

Comme pour les systèmes de mesure du débit en conduite découverte, le système de mesure en **conduite fermée** est généralement composé d'un **élément primaire** et d'un **élément secondaire**, mais ces éléments sont plus difficiles à distinguer visuellement dans le cas d'un système de mesure en écoulement sous pression.

Cahier 7 – Section 4

L'**élément primaire** est la composante qui produit et mesure un signal proportionnel au débit qui sera extrait et converti en un signal de sortie normalisé par l'**élément secondaire**. L'enregistreur en continu du débitmètre est généralement intégré à l'appareil, mais il peut aussi constituer un élément distinct relié à l'appareil de mesure.

[Retour à la liste des questions](#)

7- Comment utiliser un **poste de pompage** ou une **pompe** afin de calculer le débit journalier?

Un **poste de pompage** (aussi nommé « **station de pompage** ») est le lieu physique où se trouvent la ou les **pompes** de refoulement ou de relèvement destinées à acheminer des eaux vers un autre endroit ou un autre équipement. Il ne s'agit pas d'un instrument de mesure, mais d'un ouvrage dont la connaissance des données de fonctionnement, des conditions de conception et des données structurelles permettent d'obtenir une **mesure indirecte** et **ponctuelle** du débit qui y transite.

Cahier 7 – [Section 5](#)

Cette façon de calculer le débit journalier à partir d'une **pompe à vitesse constante** est différente des méthodes de mesure en **écoulement libre** ou **sous pression** décrites précédemment. De plus, elle requiert le respect de certaines conditions. En effet, il faut connaître :

- La capacité de la ou des pompes (question 8);
- Le temps de fonctionnement de la ou des pompes.

Par exemple, une pompe dont la capacité est de 100 litres par seconde (l/s) et dont la durée de fonctionnement enregistrée pour la journée est de 63 minutes permet de calculer un débit journalier de 378 000 litres.

[Retour à la liste des questions](#)

8- Comment déterminer la **capacité d'une pompe à vitesse constante (débit de pompage)**?

Lorsqu'on utilise un **poste de pompage** ou une **pompe** pour calculer un débit, il est nécessaire d'établir et de vérifier périodiquement la **capacité de la pompe à vitesse constante** (Q_p) (aussi nommée « **débit de pompage** »). Cette étape est parfois décrite, à tort, comme l'étalonnage de la pompe, mais l'**étalonnage** fait plutôt référence à l'établissement d'une relation entre le débit et d'autres variables (ex. : hauteur d'eau), et implique l'utilisation d'un étalon certifié.

Cahier 7 – [Section 5](#)

La détermination de la capacité d'une pompe à vitesse constante est une démarche différente de celle de la vérification de l'exactitude effectuée à l'aide de la méthode de référence utilisant la capacité de la pompe (question 22). Dans le premier cas, la capacité d'une pompe sert à déterminer le débit journalier. Dans l'autre cas, une pompe ou une station de pompage, dont la capacité de la pompe est connue, est utilisée afin d'établir un débit indépendant (débit de l'essai) qui sera comparé au débit du système de mesure *in situ* dans le cadre de la vérification de son exactitude.

La capacité de la pompe peut être établie par deux **méthodes** : la méthode **volumétrique** ou l'utilisation d'un **appareil de référence**. Ces méthodes permettent d'établir un volume pompé (ex. : litres) pendant une période de temps mesurée (ex. : secondes), dont il résulte un débit de pompage (ex. : l/s). On peut ensuite calculer le débit journalier (ex. : l/j ou m³/j) en mettant en relation ce débit de pompage et la durée quotidienne de fonctionnement de la pompe.

Il n'est pas recommandé de se référer aux courbes d'étalonnage de la pompe fournies par le fabricant puisque ces valeurs théoriques s'appliquent à une pompe neuve. L'usure du moteur de la pompe et celle de la pompe elle-même peuvent influencer considérablement la capacité de pompage. Conséquemment, l'utilisation des courbes d'étalonnage d'une pompe peut entraîner un biais important dans l'exactitude de la mesure.

En présence de plus d'une pompe, la détermination de la capacité doit s'effectuer indépendamment sur chacune des pompes et en mode combiné. Par exemple, si deux pompes (A et B) fonctionnent parfois en alternance, parfois de façon simultanée, la détermination de la capacité devra se faire pour

trois situations : pompe A seule, pompe B seule et pompes A et B simultanées. Il est aussi nécessaire d'évaluer l'effet des coups de bélier lorsque le second poste démarre, ou toute autre condition particulière de conception qui pourrait influencer le débit. Lorsque cela n'est pas possible, une autre méthode de mesure du débit devrait être utilisée.

La section 5 du Cahier 7 décrit les conditions d'application de la méthode de **détermination de la capacité d'une pompe**, et la Figure 2 du présent document résume les méthodes acceptables pour la détermination de la capacité d'une pompe.

De plus, l'annexe 4 du Cahier 7 présente un exemple de grille de terrain à utiliser dans le cadre de la **détermination de la capacité de la pompe**.

[Retour à la liste des questions](#)

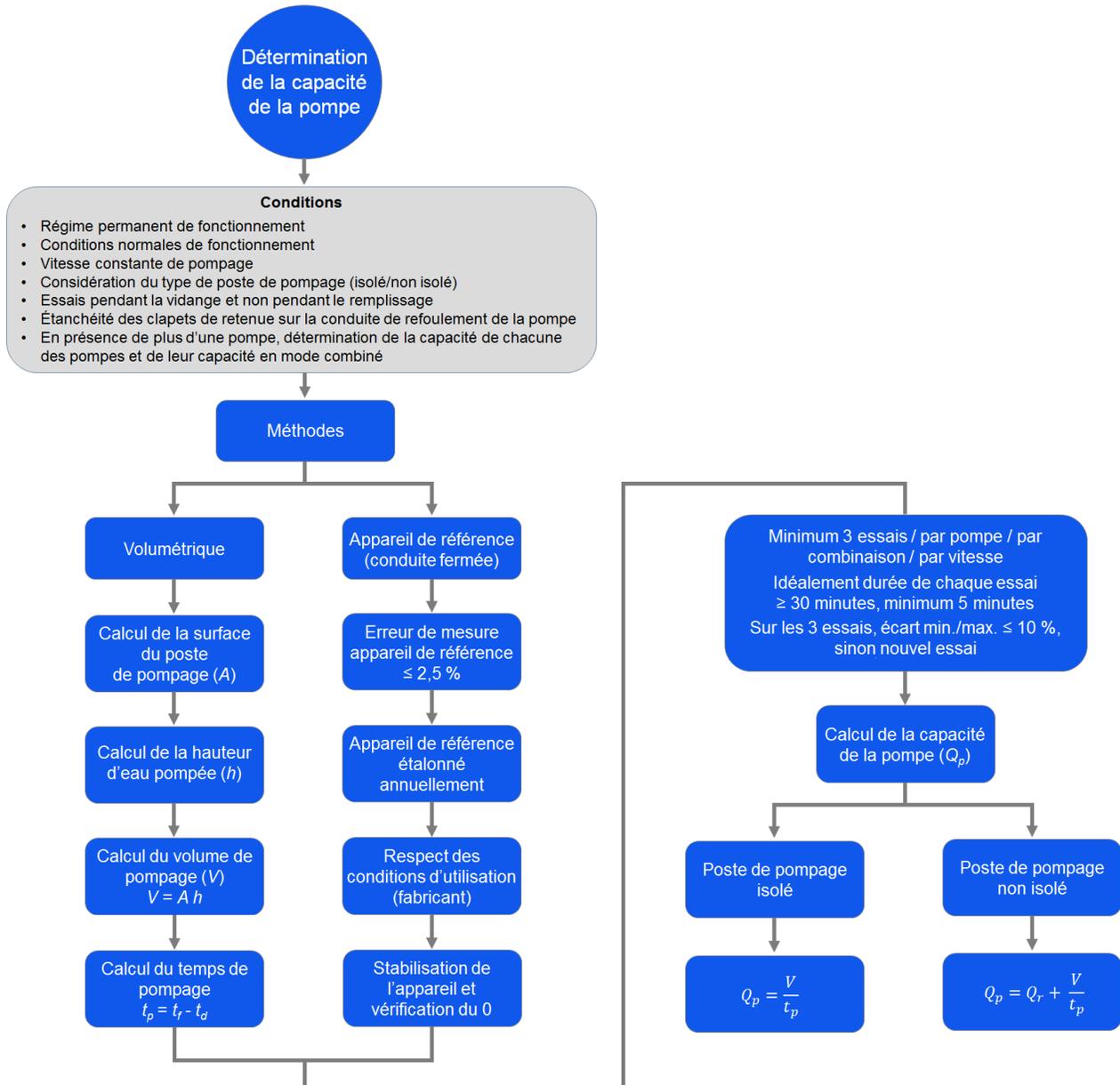


Figure 2 : Détermination de la capacité d'une pompe ou d'un poste de pompage

[Retour à la liste des questions](#)

9- Quelle est la distinction entre une mesure du débit ponctuelle et une mesure en continu?

Il est question d'une **mesure en continu** lorsque les débits sont déterminés à l'aide d'un instrument procédant de façon continue à la mesure de la quantité d'eau qui circule dans l'installation. **Une fréquence minimale d'une mesure par minute est requise** pour pouvoir considérer qu'une mesure est faite en continu. C'est le cas, par exemple :

- Lorsqu'on utilise un débitmètre mesurant et enregistrant, chaque seconde, la hauteur d'eau à la section de mesure d'un canal Parshall;
- Lorsqu'on compile le temps de fonctionnement d'une pompe ou d'un poste de pompage dont la capacité est connue.

Les **mesures ponctuelles** sont effectuées à un moment précis dans le temps et couvrent généralement une période très courte (quelques minutes). Elles ne sont donc représentatives que du moment où elles sont réalisées. Ce type de mesure permet, par exemple, de procéder à la **vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit** ou encore d'établir la capacité d'un système de mesure.

Par exemple : méthode volumétrique ou méthode de dilution à l'aide d'éléments traceurs.

C'est aussi le cas lorsqu'il y a seulement un élément primaire (ex. : canal Parshall) sans élément secondaire (ex. : débitmètre). Ce type d'installation est possible lorsque la mesure du débit n'est pas requise en continu (ex. : mesure du débit une fois par semaine).

Par exemple : lecture de la hauteur d'eau à l'aide d'une règle installée au point de mesure d'un canal Parshall (2/3 A) et conversion de la hauteur d'eau en débit à l'aide de l'équation théorique du canal.

La Figure 3 présente les méthodes de mesure ponctuelle dont certaines peuvent aussi servir de méthodes de mesure en continu si un instrument de mesure et d'enregistrement de la totalité de l'eau en écoulement est aussi utilisé.

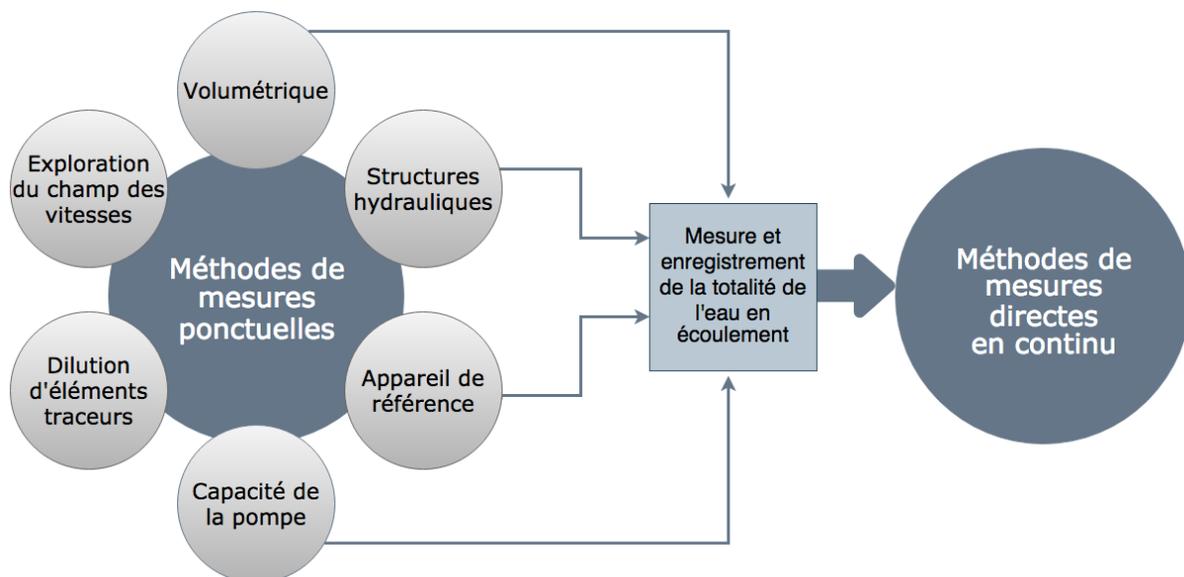


Figure 3 : Méthodes de mesure ponctuelle et en continu

10- En quoi consistent les vérifications des équipements composant le **système de mesure du débit *in situ*** généralement requis par un règlement ou une autorisation?

Les équipements permettant de mesurer le débit d'une station de mesure doivent être maintenus en bon état de fonctionnement en tout temps et leur **exactitude** doit être vérifiée selon la fréquence exigée. Cela signifie que, pour s'assurer du bon fonctionnement du système de mesure, l'utilisateur doit procéder à des **vérifications de routine** et à une **vérification complète de l'exactitude du système**. La Figure 4 résume les distinctions entre ces deux grands types de vérifications et indique les fréquences recommandées pour chacun.

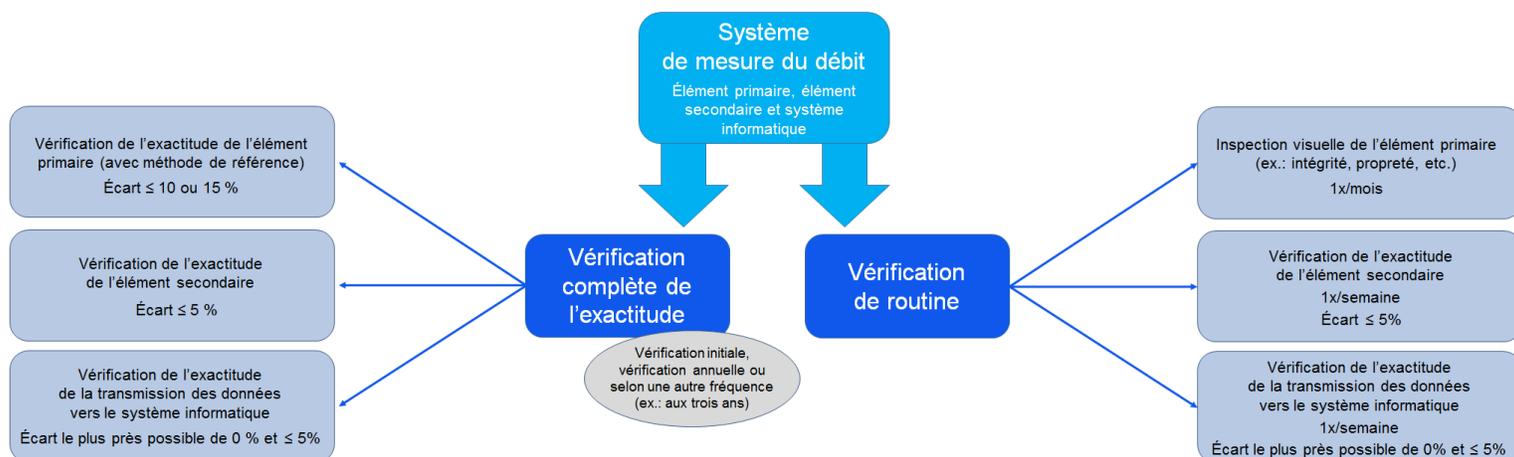


Figure 4 : Types de vérifications requises du système de mesure du débit et fréquences recommandées

[Retour à la liste des questions](#)

Vérifications de routine

Ces vérifications, basées sur les règles de bonnes pratiques, permettent de garantir le bon fonctionnement de l'appareil en tout temps, comme peut l'exiger un règlement ou une autorisation.

Cahier 7 –
Sections 2.9.2

Une **inspection mensuelle** de l'**élément primaire** d'une **conduite découverte** est recommandée pour vérifier l'intégrité et la propreté de la structure (présence de dépôts sur les parois, conditions d'écoulement, etc.). C'est aussi le cas pour les **postes de pompage**, dont il faut s'assurer qu'il n'y a pas d'accumulation sur les parois.

Une **vérification de routine de l'exactitude** de la mesure de l'**élément secondaire** est recommandée sur une base hebdomadaire. On effectuera cette vérification en comparant à quelques reprises (ex. : une mesure toutes les 30 secondes pendant cinq minutes) le débit de l'afficheur local avec celui de la mesure manuelle. Il est important de souligner que c'est le débit de l'afficheur local et non la hauteur d'eau qui est comparé avec la mesure manuelle. Cette dernière est obtenue en mesurant la hauteur d'eau avec une règle ou par rapport à une plaque de référence, et convertie en débit par l'équation théorique de l'élément primaire. L'écart obtenu doit être le plus près possible de zéro et inférieur ou égal à 5 %.

Cahier 7 –
Sections 3.3.5 et 3.3.6

Les **vérifications de routine** pour une **conduite fermée** impliquent l'inspection visuelle de l'installation, le nettoyage si requis, ainsi que la vérification des composantes électroniques. Il est aussi recommandé de vérifier les tendances du débit par rapport à l'historique des débits observés lors des journées antérieures ou par rapport aux actions entreprises dans le procédé de production ou de traitement des eaux au cours de la période considérée. Un écart inexplicable dans les valeurs de débit mesurées peut être le signe d'un mauvais fonctionnement de l'appareil et requiert une investigation.

Finalement, la **vérification de l'exactitude** de la **transmission des données** de l'**élément secondaire** vers le **système informatique** est à prévoir au même moment que la vérification de l'exactitude de la mesure de l'**élément secondaire**. Cette vérification est requise autant pour un système en conduite découverte qu'en conduite fermée, ainsi que pour un poste de pompage, le cas échéant. Pour ce faire, on compare la valeur affichée à l'appareil et celle transmise simultanément au système informatique. Cela permet, par exemple, de surveiller l'apparition d'une problématique ou d'un délai anormal dans la transmission des données. Ainsi, l'heure à laquelle est noté le débit de l'appareil local est comparée avec le débit enregistré par le système informatique à cette même heure. L'écart obtenu doit être le plus près possible de zéro. Cette vérification est réalisable lorsque le système informatique affiche le débit instantané. Cette vérification ne peut être effectuée lorsque le débit affiché par le système informatique est un débit moyen (ex. : moyenne des trois dernières heures). Le Tableau 1 donne un exemple de données brutes utilisées lors de la **vérification de routine de l'exactitude de l'élément secondaire** et de la transmission des données vers le système informatique.

Les informations en lien avec les vérifications de routine doivent généralement être conservées dans les registres selon le délai prescrit dans le règlement ou l'autorisation (ex. : cinq ans).

Vérification complète de l'exactitude du système de mesure du débit

En fonction du règlement ou de l'autorisation, la **vérification complète** peut, par exemple, faire référence à une **vérification initiale**, à une **vérification annuelle** ou à une vérification **aux trois ans**. La démarche d'une vérification complète consiste à fournir les preuves tangibles que l'**élément primaire** respecte l'**écart maximal toléré** prévu dans le règlement ou l'autorisation (généralement 10 %). En l'absence d'un écart fixé, la valeur de 10 % est à privilégier. La façon de faire consiste à procéder à la **vérification de l'exactitude**. Un **étalonnage** peut devenir nécessaire si l'**écart maximal toléré** n'est pas respecté lors de la vérification complète de l'exactitude (questions 11 et 24).

Cahier 7 –
Sections 6 et 12

La vérification complète implique aussi la **vérification de l'exactitude de l'élément secondaire** et la **vérification de la transmission des données** vers le **système informatique** décrites précédemment.

Les résultats de la **vérification complète de l'exactitude** doivent être présentés sous la forme d'un **rapport** qui sera ensuite transmis au Ministère ou conservé à l'usine, en fonction des exigences du règlement ou de l'autorisation. Les précisions relatives au rapport à produire sont présentées à la section 12 du Cahier 7 et à la question 25 de la présente foire aux questions.

Lors de cette vérification, il est important de prendre en considération les exigences particulières prévues dans la réglementation ou dans l'autorisation ministérielle, le cas échéant.

Tableau 1 : Exemple de vérification d'un élément secondaire à l'aide d'une règle et de vérification de la transmission des données vers le système informatique

Heure (h:min:s)	Hauteur manuelle (m)	Débit instantané théorique ¹ (m ³ /h)	Débit instantané appareil ² (m ³ /h)	Écart ³ (%)	Débit système inform. (m ³ /h)	Écart ⁴ (%)
9:00:00	0,160	75,83	76,00	-0,22	75,97	0,04
9:00:30	0,161	75,58	76,16	-0,77	76,13	0,04
9:01:00	0,161	75,58	76,09	-0,68	76,01	0,11
9:01:30	0,160	75,83	76,01	-0,24	75,98	0,04
9:02:00	0,163	78,09	78,23	-0,18	78,17	0,08
9:02:30	0,165	79,61	80,03	-0,53	79,97	0,07
9:03:00	0,164	78,85	78,97	-0,15	78,85	0,15
9:03:30	0,160	75,83	76,13	-0,40	76,03	0,13
9:04:00	0,159	75,09	76,06	-1,29	75,98	0,11
9:04:30	0,160	75,83	76,20	-0,49	76,01	0,25
9:05:00	0,163	78,09	78,27	-0,23	78,11	0,20
Moyenne	0,162	76,75	77,11	-0,47	77,02	0,11

Note :

¹ Basé sur la formule théorique de l'élément primaire en place, appliquée à la hauteur d'eau mesurée manuellement par la règle installée au point de mesure.

² Valeurs de débit de l'afficheur local de l'appareil de mesure en vérification notées simultanément aux mesures manuelles de la hauteur d'eau.

³ Le pourcentage d'écart est obtenu par l'équation suivante :

$$\left(\frac{\text{débit instantané théorique} - \text{débit instantané appareil}}{\text{débit instantané théorique}} \right) \times 100$$

⁴ Le pourcentage d'écart est obtenu par l'équation suivante :

$$\left(\frac{\text{débit instantané appareil} - \text{débit instantané système informatique}}{\text{débit instantané appareil}} \right) \times 100$$

[Retour à la liste des questions](#)

11- Quelle est la distinction entre une **vérification de l'exactitude** et un **étalonnage**?

Lors d'une **vérification complète de l'exactitude**, on compare le **système de mesure du débit en vérification (*in situ*)** en appliquant une **méthode de référence** pour calculer l'écart entre les deux mesures de débit obtenues simultanément, de manière à vérifier si l'**écart maximal toléré** est respecté.

Cahier 7 – Section 6 et
Annexe 1

Pour sa part, l'**étalonnage** (à ne pas confondre avec la « calibration », une expression anglaise) consiste à comparer et à corriger la réponse d'un appareil de mesure avec un calibre ou un étalon¹ de mesure pour toute l'étendue de mesure (ex. : pour un canal Parshall, cela devrait théoriquement être fait pour chaque hauteur d'eau de l'étendue de mesure du canal). Le résultat peut être exprimé sous la forme d'un énoncé, d'une fonction d'étalonnage, d'un diagramme d'étalonnage, d'une courbe d'étalonnage ou d'une table d'étalonnage.

Dans le cadre d'un règlement ou d'une autorisation, la **vérification complète de l'exactitude** permet notamment de confirmer si l'**écart maximal toléré** est respecté. L'**étalonnage** peut devenir nécessaire dans certains cas, par exemple lors du non-respect de l'**écart maximal toléré** ou d'une défaillance de l'instrument.

[Retour à la liste des questions](#)

12- Dans le cadre d'une **vérification complète de l'exactitude** d'un système de mesure du débit, qu'est-ce que le **débit de l'essai** (ou volume de l'essai)?

Le « **débit de l'essai** » fait référence au volume cumulé ou à la mesure ponctuelle du débit effectuée à l'aide d'une **méthode de référence** reconnue par le Ministère. Ce débit est donc déterminé par une méthode de mesure indépendante de celle du système de mesure du débit en vérification (*in situ*) (question 13). Cette méthode permet d'établir le volume d'eau ou le débit qui s'est écoulé pendant la période de l'essai.

Pour obtenir un débit d'essai représentatif des conditions d'écoulement, il est essentiel de respecter les conditions d'application des différentes méthodes décrites aux sections 7 à 11 du Cahier 7.

[Retour à la liste des questions](#)

13- Dans le cadre d'une **vérification complète de l'exactitude** d'un système de mesure du débit, qu'est-ce que le **débit *in situ*** (ou volume *in situ*)?

Le « **débit *in situ*** » fait référence au volume cumulé ou à la mesure ponctuelle du débit obtenu par le **système de mesure du débit** en vérification, par exemple celui de l'entreprise.

En fonction des équipements composant le **système de mesure du débit**, le **débit *in situ*** peut être obtenu, par exemple :

- Par une **pompe** ou un **poste de pompage** dont la capacité de la pompe et le temps de fonctionnement sont connus;
- Par un débitmètre installé sur une **conduite fermée**;
- Par l'**élément primaire** jumelé à l'**élément secondaire** permanent en vérification et faisant partie du **système de mesure du débit en conduite découverte**;
- Par l'**élément primaire** permanent en vérification, jumelé à un **élément secondaire** installé temporairement pour les besoins de la **vérification de l'exactitude** de l'élément primaire.

[Retour à la liste des questions](#)

¹ Il s'agit de la définition d'une grandeur donnée, avec une valeur déterminée et une incertitude de mesure associée, utilisée comme référence (ex. : une masse étalon de 1 kilogramme avec une incertitude type associée de 0,0000003 kilogramme). Pour plus d'information, se référer à l'annexe 1 du Cahier 7.

14- Quelles sont les **méthodes de référence** acceptables dans le cadre d'une **vérification complète de l'exactitude** d'un **système de mesure du débit**?

Une **méthode de référence** est une procédure de mesure du débit dont les conditions d'application permettent de s'assurer que le débit obtenu est le plus près possible de la valeur réelle. Comme le démontre la Figure 3, il s'agit simplement d'une méthode qui permet d'établir une valeur de débit **ponctuelle** indépendante du système de mesure du débit *in situ*. En plus de permettre d'établir le **débit de l'essai** lors de la **vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**, le débit obtenu par une méthode de référence peut être utilisé à différentes fins, par exemple :

- Évaluer l'ordre de grandeur d'un effluent afin de sélectionner le système de mesure optimal;
- Déterminer la **capacité d'une pompe** (méthode volumétrique ou appareil de référence).

Les **méthodes de référence** reconnues par le Ministère et décrites dans le Cahier 7 sont les suivantes :

Exploration du champ des vitesses (Cahier 7 – Section 7);
Dilution d'un traceur (Cahier 7 – Section 8);
Volumétrie (Cahier 7 – Section 9);
Capacité de la pompe (Cahier 7 – Section 10);
Appareil de référence (Cahier 7 – Section 11).

Pour que le résultat de la **vérification complète de l'exactitude** soit accepté, les conditions d'application de la **méthode de référence** retenue doivent être respectées. De plus, il est possible qu'une méthode ne soit pas appropriée dans certaines situations. Par exemple, la méthode d'exploration du champ des vitesses utilisant la mesure point par point sur chaque verticale n'est pas appropriée pour un élément primaire (canal ou déversoir) déformé (fond bombé, parois évasées, etc.), puisque l'altération modifie l'aire de la section mouillée.

L'application de la méthode de référence utilisant la capacité de la pompe est aussi à proscrire dans le cadre d'une vérification complète de l'exactitude de ce même poste de pompage ou de cette pompe.

L'utilisation d'une **double installation**, c'est-à-dire d'un équipement de mesure installé de façon permanente ou temporaire et servant de point de comparaison avec l'équipement de mesure officiel (ex. : deux canaux jaugeurs, chacun muni d'un **élément secondaire**, installés à un même effluent, ou une boîte déversoir munie d'un débitmètre installé temporairement), n'est pas une **méthode de référence** reconnue par le Ministère. En effet, en cas de discordance entre les deux installations, il devient souvent impossible de déterminer l'installation défailante sans faire une nouvelle vérification complète à l'aide d'une autre **méthode de référence**. Cependant, la vérification effectuée à l'aide d'un second appareil devient possible si les conditions d'application de la méthode utilisant un **appareil de référence** présentée à la section 11 du Cahier 7 sont respectées.

[Retour à la liste des questions](#)

15- Quelles sont les particularités de la **vérification complète de l'exactitude** d'un **poste de pompage** ou d'une **pompe**?

Comme il a été expliqué précédemment, l'utilisation d'une **pompe** ou d'un **poste de pompage** permet d'établir une valeur de débit lorsque la capacité de la ou des pompes et le temps de fonctionnement sont connus. Cette valeur peut donc être utilisée en tant que :

- **Débit journalier** (questions 7 et 8);

- Débit de l'essai lors d'une vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit (questions 12, 14 et 22).

Ces deux utilités doivent toutefois être distinguées (Figure 5).

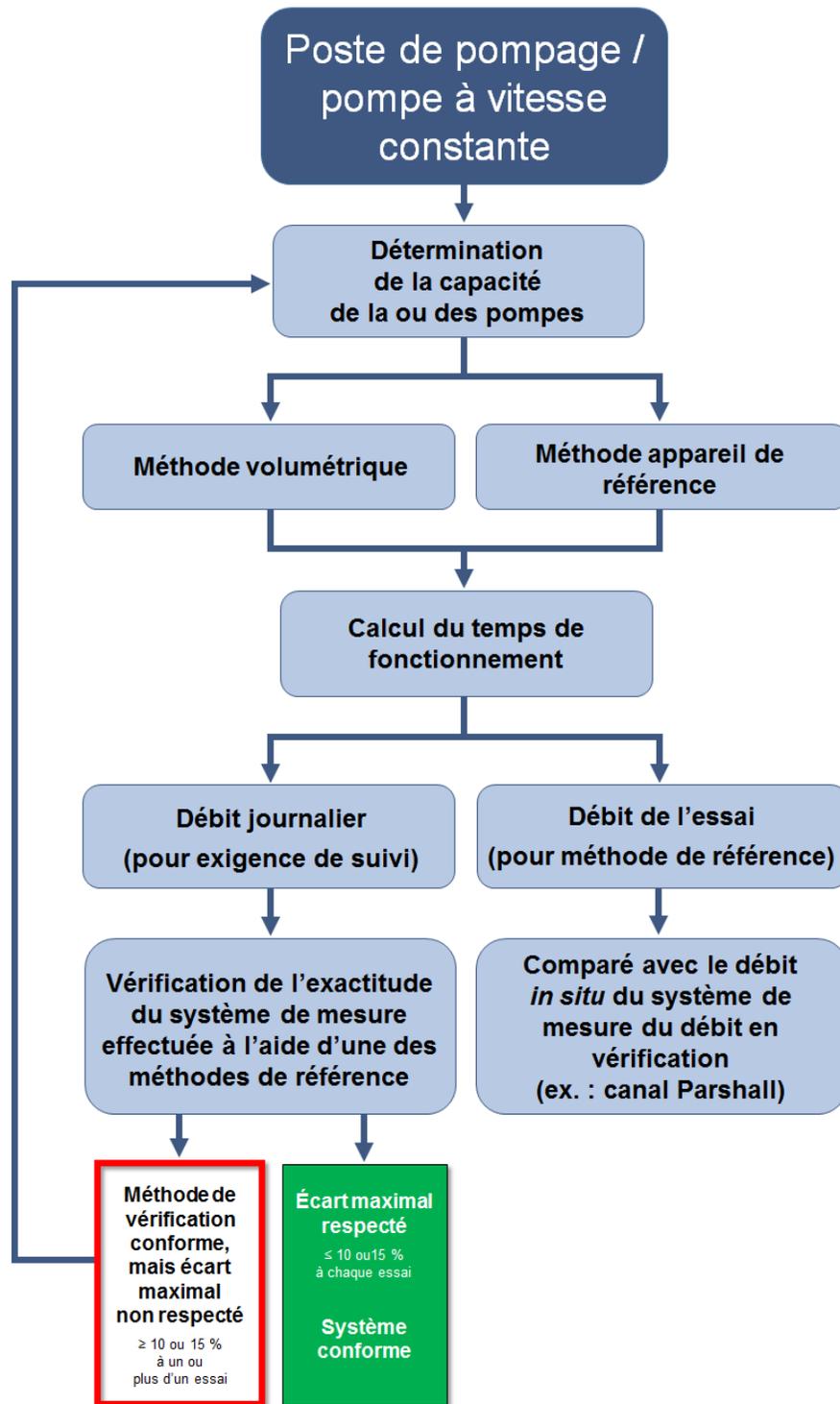


Figure 5 : Distinction entre l'utilisation d'une pompe ou d'un poste de pompage en tant que système de mesure du débit et une méthode de référence

Utilisation de la pompe ou du poste de pompage pour établir le débit journalier

Lorsque la **pompe** ou le **poste de pompage** sont utilisés pour établir le **débit journalier** dans le cadre d'un règlement ou d'une autorisation, la **vérification complète de l'exactitude** est requise conformément aux exigences. Comme pour les autres types de systèmes de mesure du débit, cela implique l'application d'une **méthode de référence** reconnue par le Ministère.

Le débit déterminé pendant les essais réalisés à l'aide de la **méthode de référence (débit de l'essai)** est comparé avec le **débit *in situ***, c'est-à-dire le débit obtenu simultanément par la pompe ou le **poste de pompage** en vérification. Le calcul suivant est ensuite fait pour déterminer l'**écart maximal toléré** :

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

Pour comparer deux valeurs de débit de source distincte (débit de l'essai et débit *in situ*), il n'est donc pas possible d'appliquer la méthode de référence utilisant la capacité de la pompe pour vérifier l'exactitude de cette pompe ou de ce poste de pompage.

Si l'écart obtenu à chacun des essais (et non pour la moyenne des essais) est inférieur à l'**écart maximal toléré** (10 ou 15 %), il n'y a pas d'action supplémentaire à entreprendre; la pompe ou le poste de pompage peuvent être utilisés pour établir le débit journalier. Dans le cas contraire, il est requis de procéder à une nouvelle **détermination de la capacité de la pompe**, dont la procédure est décrite à la question 8 du présent document.

Utilisation de la pompe ou du poste de pompage pour établir le débit de l'essai

Comme l'illustre la Figure 5, l'utilisation d'une **pompe** ou d'un **poste de pompage** peut aussi servir de **méthode de référence** pour établir le **débit de l'essai** lors de la **vérification complète de l'exactitude** d'un autre **système de mesure du débit** (ex. : canal Parshall). Cette méthode impliquant la connaissance de la **capacité de la pompe** est décrite à la question 22.

[Retour à la liste des questions](#)

16- Quelles sont les étapes d'une **vérification complète de l'exactitude** d'un système de mesure du débit?

La section 6 du Cahier 7 décrit en détail les éléments à considérer pour la **vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**. La

Figure 6, la Figure 7 et la Figure 8 présentent de façon schématisée le processus de **vérification complète de l'exactitude** d'un **système de mesure du débit** dans des installations en **écoulement à surface libre, sous pression** ou pour un **poste de pompage**. Il s'agit donc de l'illustration des étapes **préalables** à l'application de la **méthode de référence**.

Cahier 7 – Section 6

Écoulement à surface libre (conduite découverte)

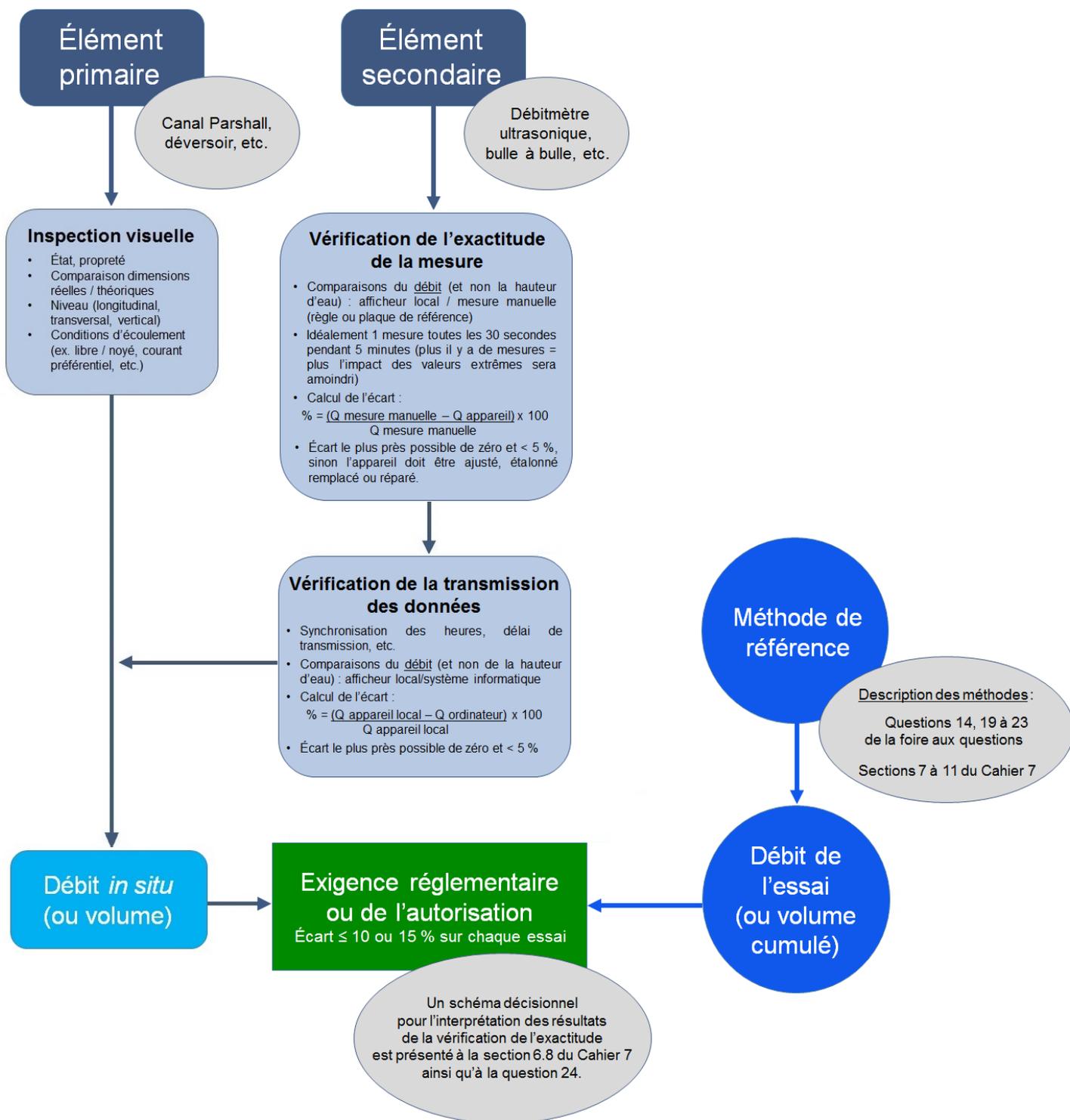


Figure 6 : Processus de vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit dans une installation en écoulement à surface libre

Écoulement sous pression (conduite fermée)

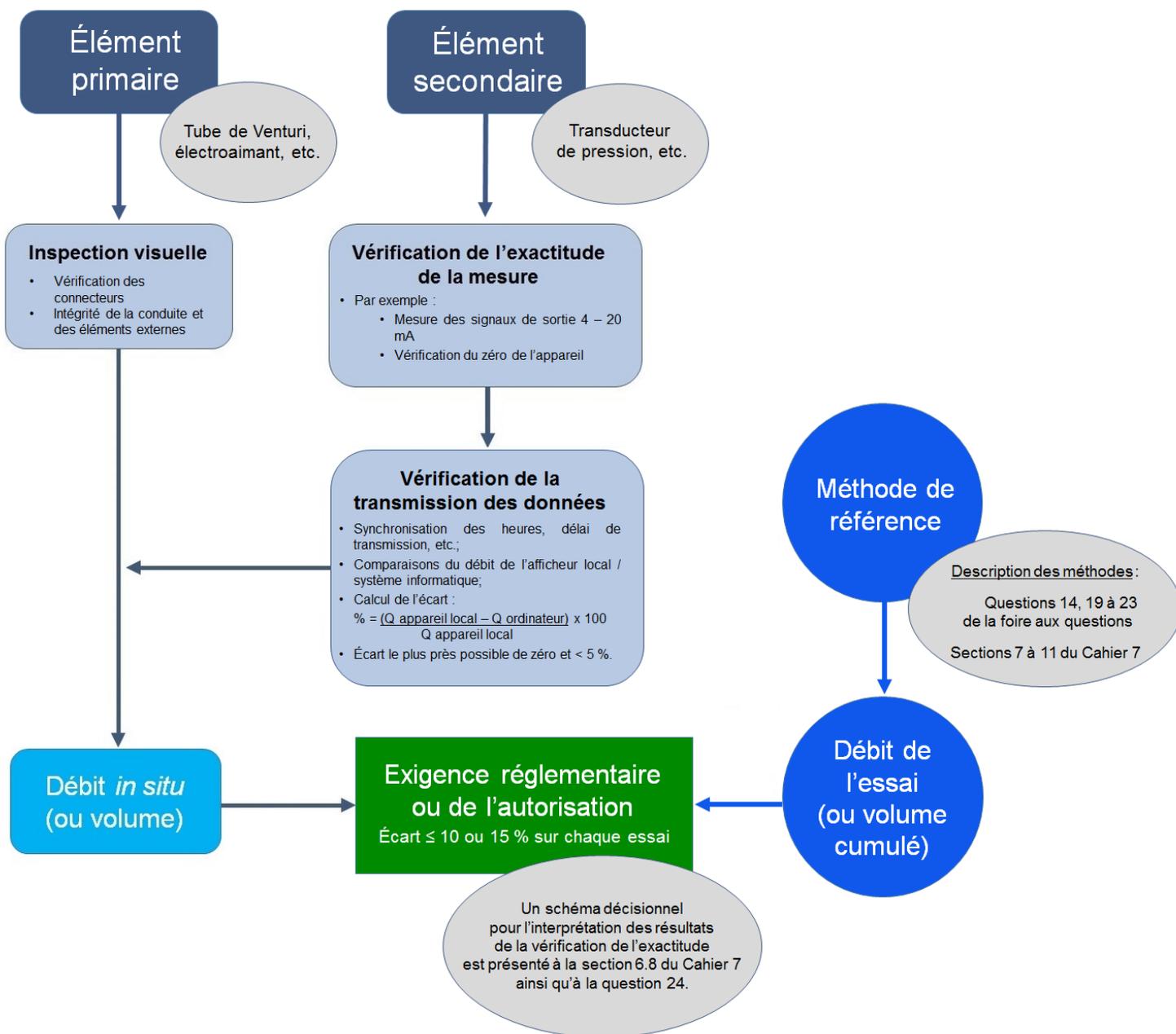


Figure 7 : Processus de vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit dans une installation en écoulement sous pression

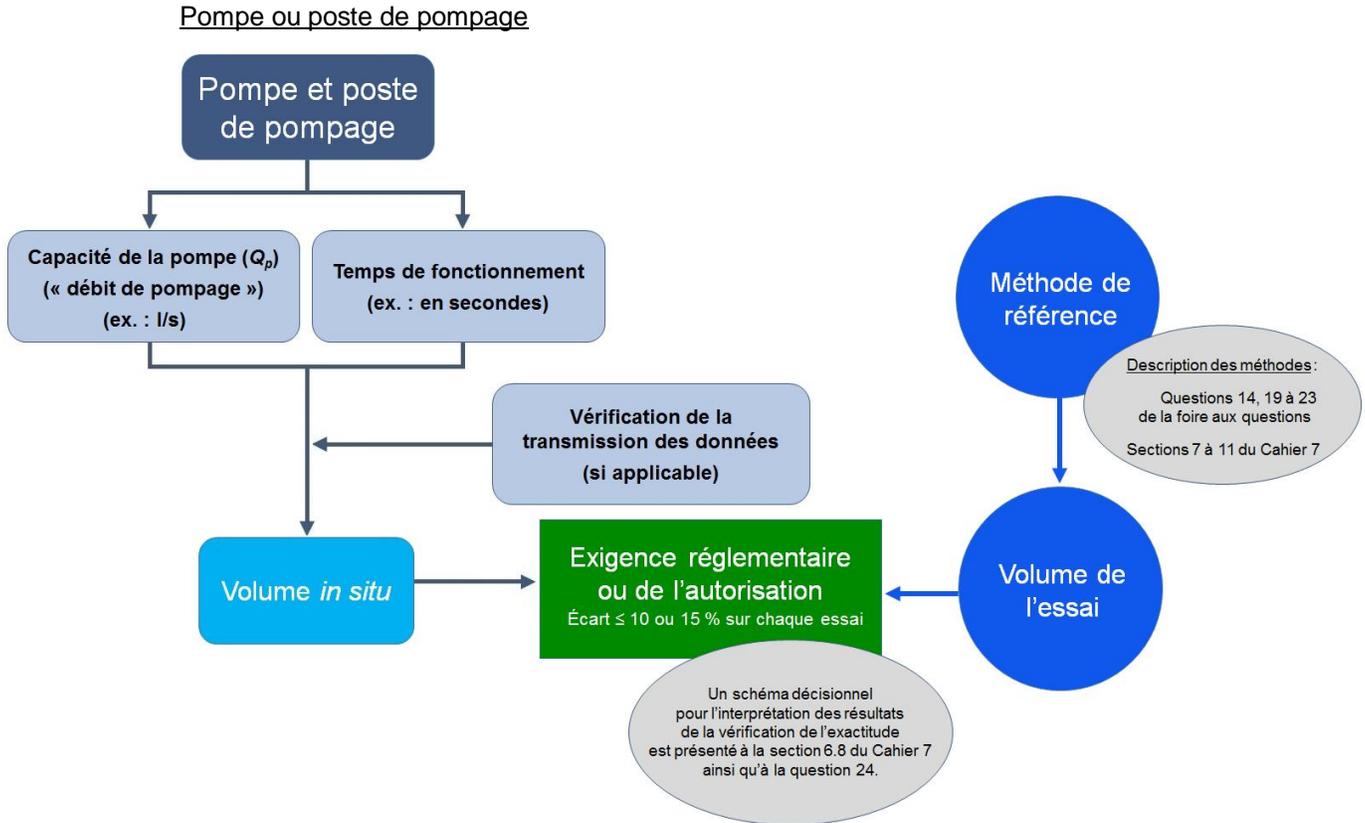


Figure 8 : Processus de vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit d'une pompe ou d'un poste de pompage

[Retour à la liste des questions](#)

17- Combien d'essais doivent être effectués lors d'une vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit?

Il est recommandé de procéder à des essais à différents niveaux de débit s'étendant sur l'intervalle de mesure du **système de mesure du débit *in situ*** et correspondant à l'intervalle habituel d'écoulement.

Cahier 7 –
Section 6.5

Devant l'impossibilité de procéder à des essais à différents niveaux de débit, la vérification effectuée à un seul niveau de débit demeure acceptable bien qu'elle permette d'établir la conformité de l'**élément primaire** uniquement pour la gamme de débits qui existait au cours des essais. Par exemple, un essai effectué à environ 85 % de la capacité d'un canal jaugeur permet de connaître son exactitude à ce niveau de débit, mais ne permet pas de conclure à son exactitude lorsqu'il est utilisé à 20 % de sa capacité.

Pour chacune des **méthodes de référence**, trois essais sont généralement requis (un essai par niveau de débit minimal, moyen et maximal, ou trois essais pour un seul niveau de débit). La seule exception concerne la méthode d'exploration du champ des vitesses, où un seul essai est acceptable si toutes les conditions d'application de la méthode sont respectées. Dans le cas contraire, trois essais doivent être effectués.

La durée de chaque essai varie en fonction de la méthode de référence appliquée.

[Retour à la liste des questions](#)

18- Comment calcule-t-on l'écart maximal toléré d'un instrument ou d'un système de mesure du débit *in situ* afin de respecter le règlement ou l'autorisation?

L'**écart maximal toléré** de 10 ou 15 % prescrit dans le règlement ou l'autorisation fait référence à la différence maximale acceptable entre la valeur obtenue par le **système de mesure du débit *in situ*** et la mesure obtenue simultanément par la **méthode de référence**.

Cahier 7 –
Section 6.4.5

Le débit mesuré par la **méthode de référence (débit de l'essai)** est considéré comme la valeur de référence. Le calcul du pourcentage d'écart se fait donc selon la formule suivante :

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

Le calcul pour chaque essai doit intégrer les incertitudes, le cas échéant.

L'écart mesuré à l'une des composantes du système de mesure du débit ne peut compenser l'écart de l'autre. Par exemple, un écart de - 5 % sur l'**élément secondaire** ne peut permettre de compenser un écart de 15 % sur un **élément primaire** pour respecter une exigence de 10 %.

[Retour à la liste des questions](#)

19- Comment évaluer un rapport de vérification complète de l'exactitude basée sur la méthode d'exploration du champ des vitesses?

La Figure 9 résume les étapes de la méthode d'exploration du champ des vitesses. Cette **méthode de référence** permet d'établir le **débit de l'essai** dans le cadre d'une vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit. Ce débit sera ensuite comparé avec le **débit *in situ*** pour vérifier si l'**écart maximal toléré** est respecté.

Cahier 7 – Section 7

Ce schéma peut donc être utilisé en tant qu'aide-mémoire pour évaluer un **rapport de vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**. L'utilisateur doit se référer à la version complète de la méthode lorsqu'il l'applique. L'annexe 5 du Cahier 7 fournit aussi un exemple de grille de terrain pouvant servir d'aide-mémoire lors de l'application de cette méthode pour la **vérification complète de l'exactitude** d'un **système de mesure du débit** et pour l'évaluation d'un **rapport de vérification de l'exactitude**.

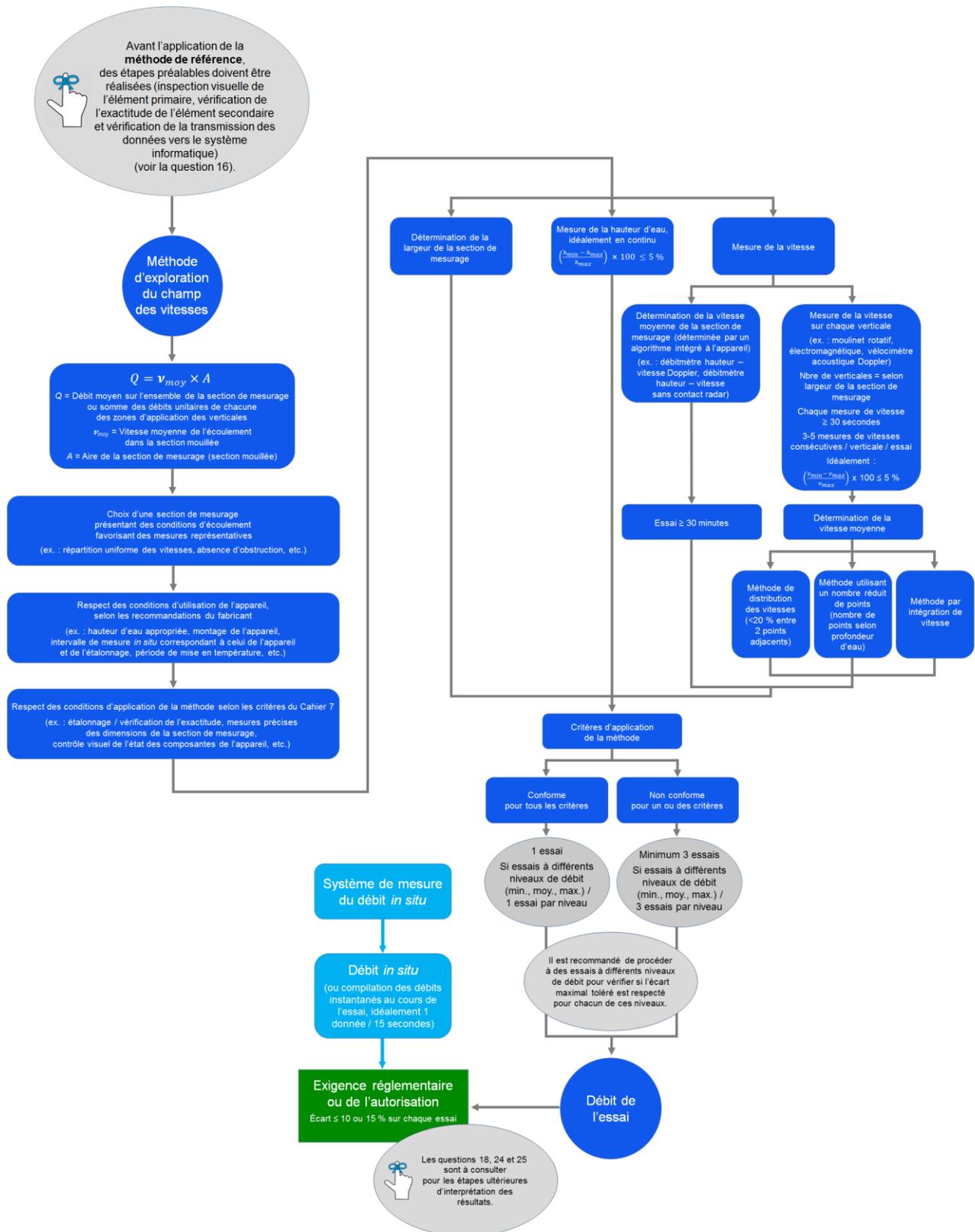


Figure 9 : Schématisation de la vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit à l'aide de la méthode d'exploration du champ des vitesses

[Retour à la liste des questions](#)

20- Comment évaluer un rapport de **vérification complète de l'exactitude** basée sur la **méthode de dilution d'un traceur**?

Cahier 7 – [Section 8](#)

La Figure 10 résume les étapes de la méthode de dilution d'un traceur. Cette **méthode de référence** permet d'établir le **débit de l'essai** dans le cadre d'une **vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**. Ce débit sera ensuite comparé avec le **débit *in situ*** pour vérifier si l'**écart maximal toléré** est respecté.

Ce schéma peut donc être utilisé en tant qu'aide-mémoire pour évaluer un **rapport de vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**. L'utilisateur doit se référer à la version complète de la méthode lorsqu'il l'applique. L'annexe 5 du Cahier 7 fournit aussi un exemple de grille de terrain pouvant servir d'aide-mémoire lors de l'application de cette méthode pour la **vérification complète de l'exactitude** d'un **système de mesure du débit** et pour l'**évaluation d'un rapport de vérification de l'exactitude**.

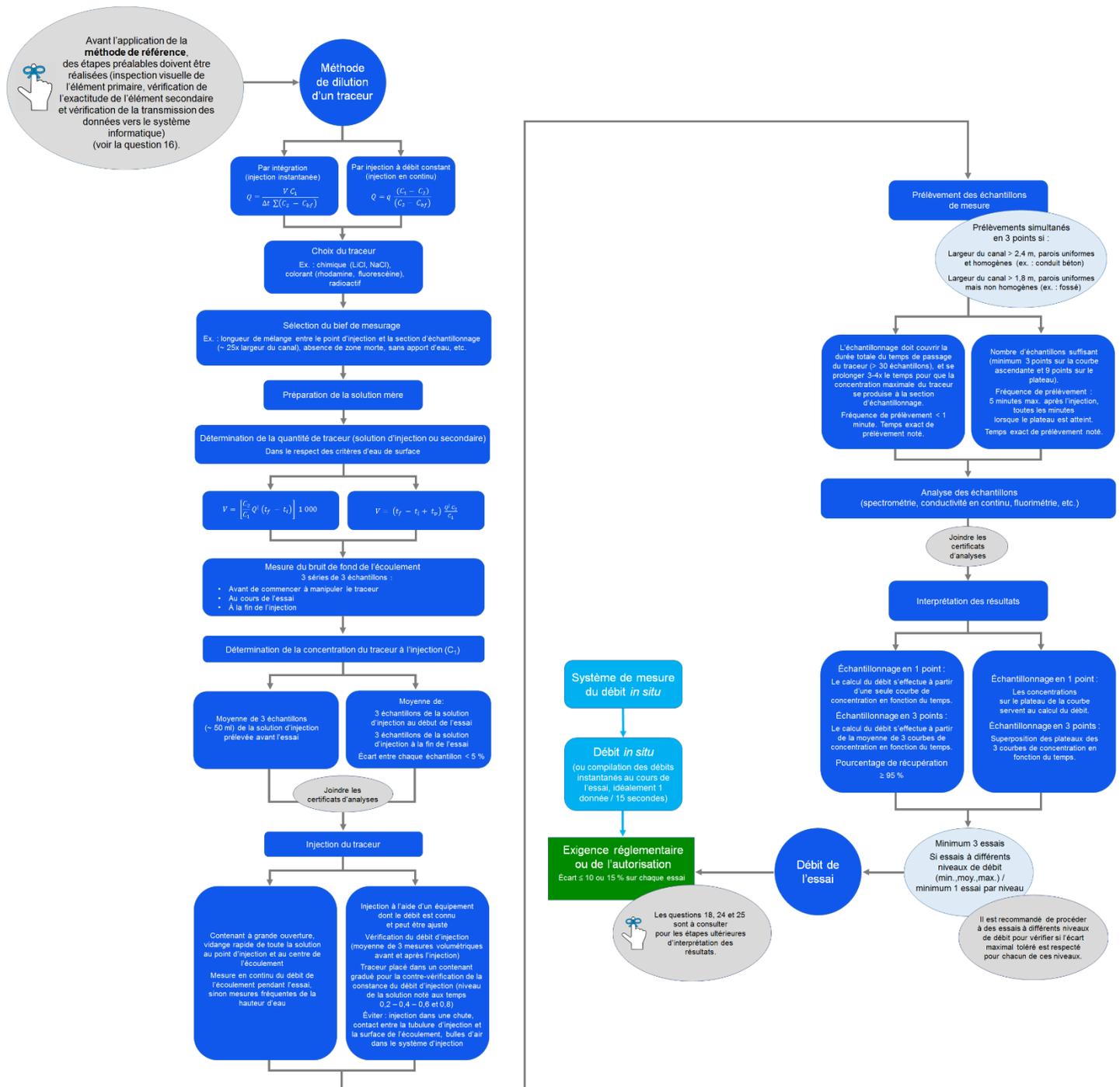


Figure 10 : Schématisation de la vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit à l'aide de la méthode de dilution d'un traceur

[Retour à la liste des questions](#)

21- Comment évaluer un rapport de vérification complète de l'exactitude basée sur la méthode volumétrique?

La Figure 11 résume les étapes de la méthode volumétrique. Cette **méthode de référence** permet d'établir le **débit de l'essai** dans le cadre d'une **vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**. Ce débit sera ensuite comparé avec le **débit *in situ*** pour vérifier si l'**écart maximal toléré** est respecté.

Cahier 7 – Section 9

Ce schéma peut donc être utilisé en tant qu'aide-mémoire pour évaluer un **rapport de vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**. L'utilisateur doit se référer à la version complète de la méthode lorsqu'il l'applique. L'annexe 5 du Cahier 7 fournit aussi un exemple de grille de terrain pouvant servir d'aide-mémoire lors de l'application de cette méthode pour la **vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit** et pour l'évaluation d'un **rapport de vérification de l'exactitude**.

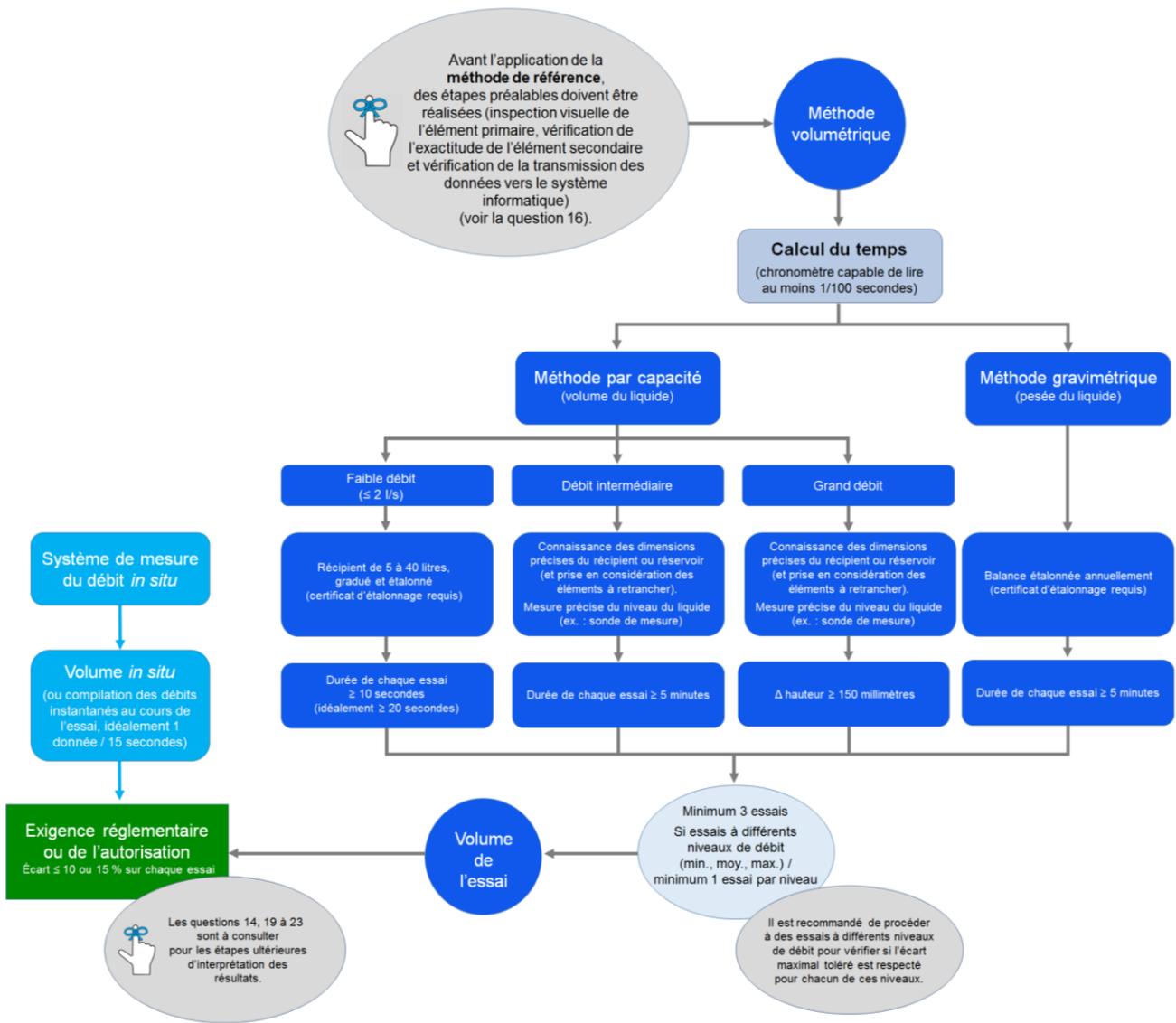


Figure 11 : Schématisation de la méthode de vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit à l'aide de la méthode volumétrique

[Retour à la liste des questions](#)

22- Comment évaluer un rapport de **vérification complète de l'exactitude** basée sur la **méthode utilisant la capacité de la pompe**?

La Figure 12 résume les étapes de la méthode utilisant la capacité de la pompe. Cette **méthode de référence** permet d'établir le **débit de l'essai** dans le cadre d'une **vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**. Ce débit sera ensuite comparé avec le **débit *in situ*** pour vérifier si l'**écart maximal toléré** est respecté.

Cahier 7 – Section 10

Ce schéma peut donc être utilisé en tant qu'aide-mémoire pour évaluer un **rapport de vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**. L'utilisateur doit se référer à la version complète de la méthode lorsqu'il l'applique. L'annexe 5 du Cahier 7 fournit aussi un exemple de grille de terrain pouvant servir d'aide-mémoire lors de l'application de cette méthode pour la **vérification complète de l'exactitude** d'un **système de mesure du débit** et pour l'**évaluation d'un rapport de vérification de l'exactitude**.

Dans ce cas, c'est l'utilisation du **poste de pompage ou de la pompe** qui sert de **méthode de référence** dans le cadre d'une vérification de **l'exactitude d'un autre système de mesure du débit *in situ***. Cette utilisation d'une **pompe** ou d'un **poste de pompage** est différente de celle décrite à la question 7, où la pompe ou le poste de pompage constituent le **système de mesure du débit** à vérifier.

Cette **méthode de référence** permet de répondre à une exigence de **vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit** où il est requis de vérifier le respect d'un **écart maximal toléré (%)**.

En fonction de l'exigence (autorisation), il est aussi possible que la comparaison avec une **méthode de référence** ne soit pas requise et que seule la détermination de la capacité de la pompe soit nécessaire. La démarche pour la détermination de la capacité de la pompe est décrite à la question 8.

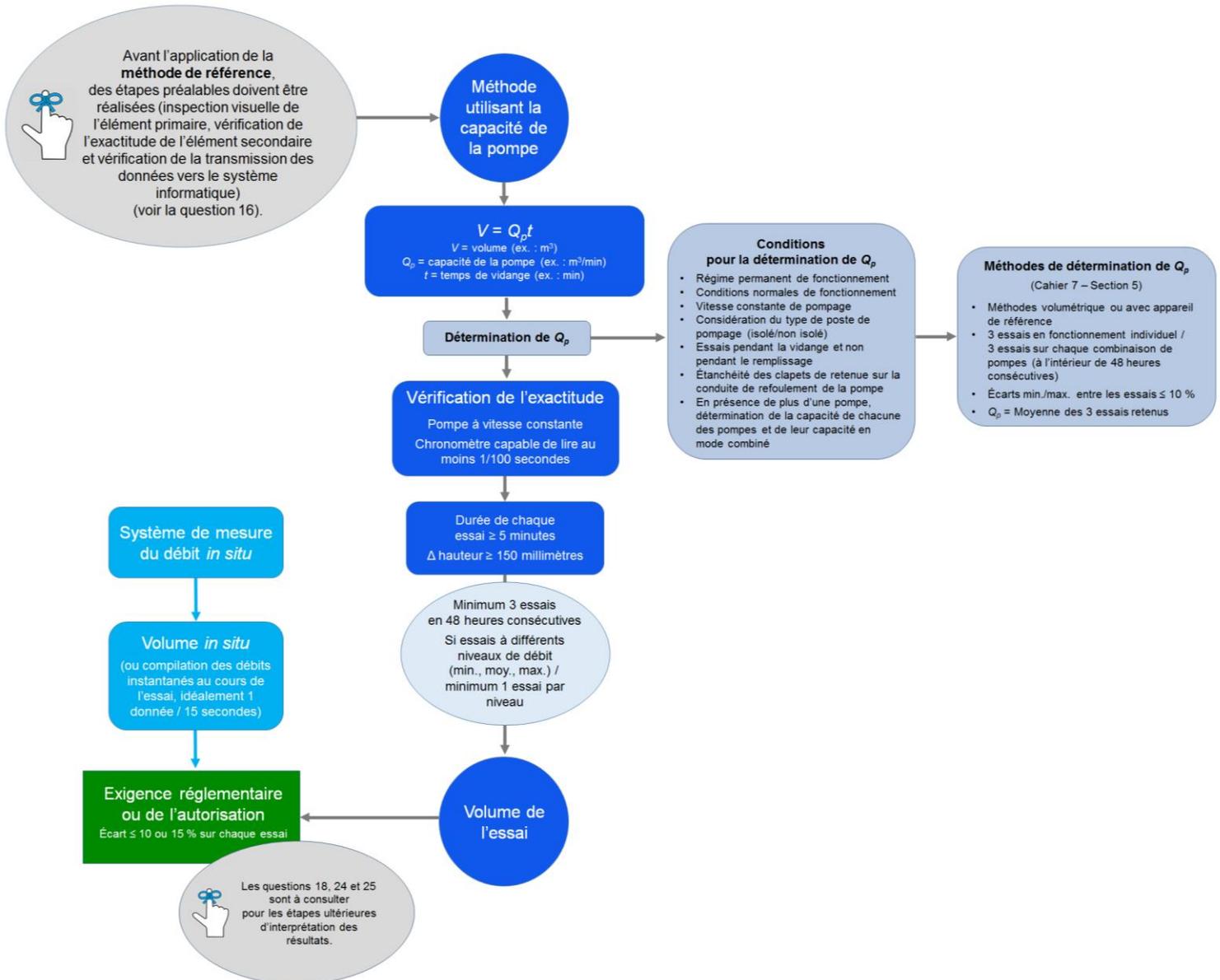


Figure 12 : Schématisation de la méthode de vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit à l'aide de la méthode utilisant la capacité de la pompe

[Retour à la liste des questions](#)

23- Comment évaluer un rapport de **vérification complète de l'exactitude** basée sur la **méthode utilisant un appareil de référence**?

La Figure 13 résume les étapes de la méthode utilisant un appareil de référence. Cette **méthode de référence** permet d'établir le **débit de l'essai** dans le cadre d'une **vérification de l'exactitude d'un système de mesure du débit**. Ce débit sera ensuite comparé avec le **débit *in situ*** pour vérifier si l'**écart maximal toléré** est respecté.

Cahier 7 – [Section 11](#)

Ce schéma peut donc être utilisé en tant qu'aide-mémoire pour évaluer un **rapport de vérification de**

l'exactitude d'un système de mesure du débit. L'utilisateur doit se référer à la version complète de la méthode lorsqu'il l'applique. L'annexe 5 du Cahier 7 fournit aussi un exemple de grille de terrain pouvant servir d'aide-mémoire lors de l'application de cette méthode pour la **vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit** et pour **l'évaluation d'un rapport de vérification de l'exactitude.**

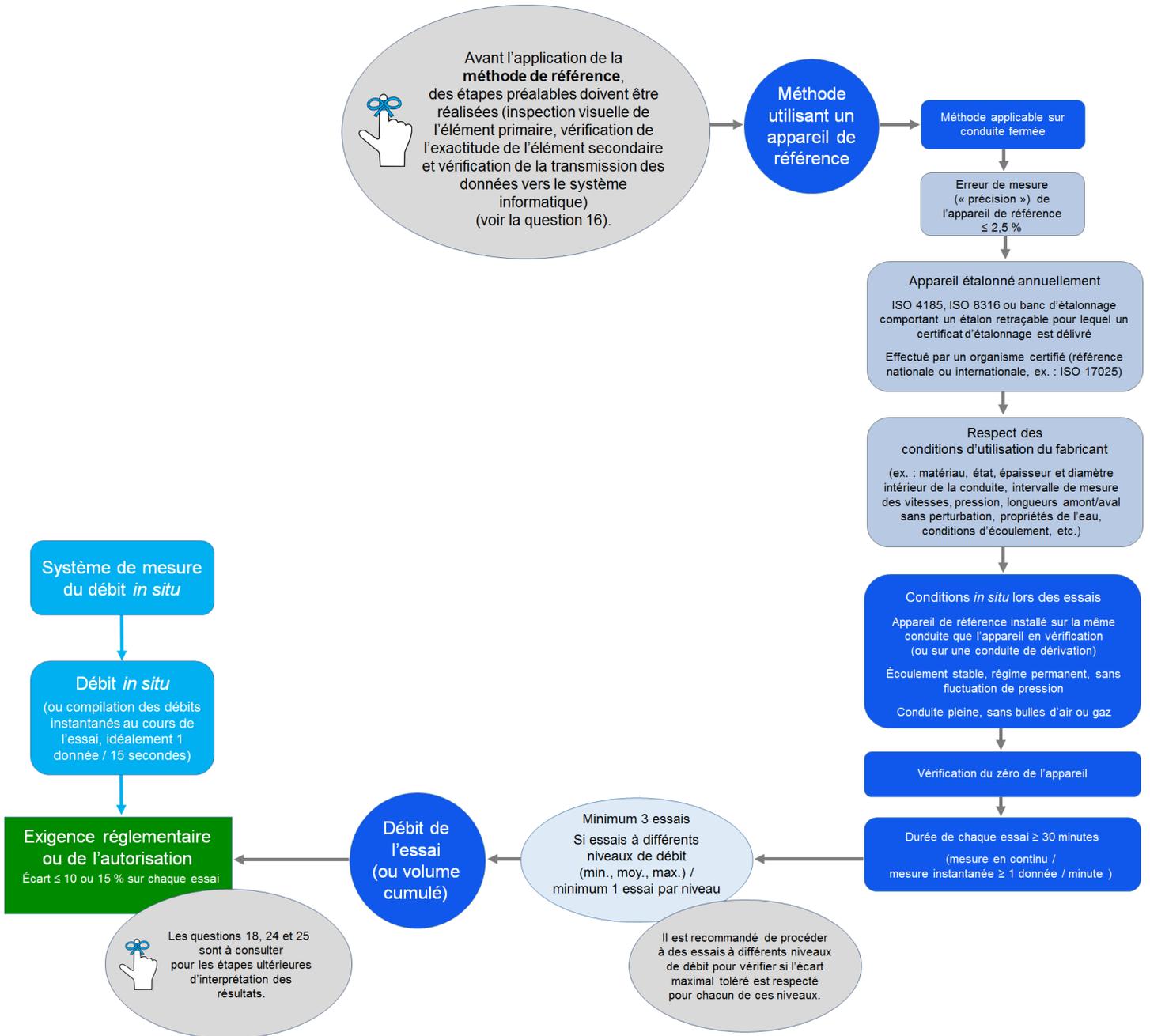


Figure 13 : Schématisation de la méthode de vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit à l'aide de la méthode utilisant un appareil de référence

[Retour à la liste des questions](#)

24- Comment interpréter les résultats d'une vérification complète de l'exactitude?

Lorsque la méthode de référence est appliquée conformément au Cahier 7 et que le **pourcentage d'écart** obtenu entre le **débit de l'essai** et le **débit *in situ*** respecte l'**écart maximal toléré** à chacun des essais (et non pour la moyenne des essais) (≤ 10 ou 15%), le **système de mesure du débit *in situ*** est considéré comme **conforme**. Des recommandations mineures peuvent être formulées pour que des améliorations soient apportées à l'installation (ex. : amélioration des conditions d'approche).

Cahier 7 –
Section 6.6

Par contre, si l'application de la **méthode de référence** n'est **pas conforme**, une reprise de la vérification peut être demandée même si l'écart maximal toléré est respecté. Les questions 19 à 23 résument chacune des **méthodes de référence** et visent à aider à l'évaluation d'un rapport de vérification. Les questions 12, 13 et 16 à 18 portent sur les éléments généraux entourant la **vérification complète de l'exactitude**.

De plus, dans le cas où le **pourcentage d'écart** obtenu ne respecterait pas les exigences, il est pertinent de vérifier si la **méthode de référence** utilisée est appropriée à l'installation *in situ* et aux conditions en place, et si cette méthode a été appliquée selon les exigences.

Selon l'évaluation de la situation, il peut être nécessaire de reprendre la vérification dans son ensemble (ou seulement un des essais) à l'aide de la même méthode, ou encore de refaire une vérification complète en utilisant une **méthode de référence** plus appropriée aux conditions en place. Si le choix ou l'application de la méthode ne sont pas mis en cause, il est possible de conclure que le système de mesure n'est pas conforme et de formuler les recommandations nécessaires pour que la situation soit corrigée. La Figure 14 résume ce qui vient d'être expliqué.

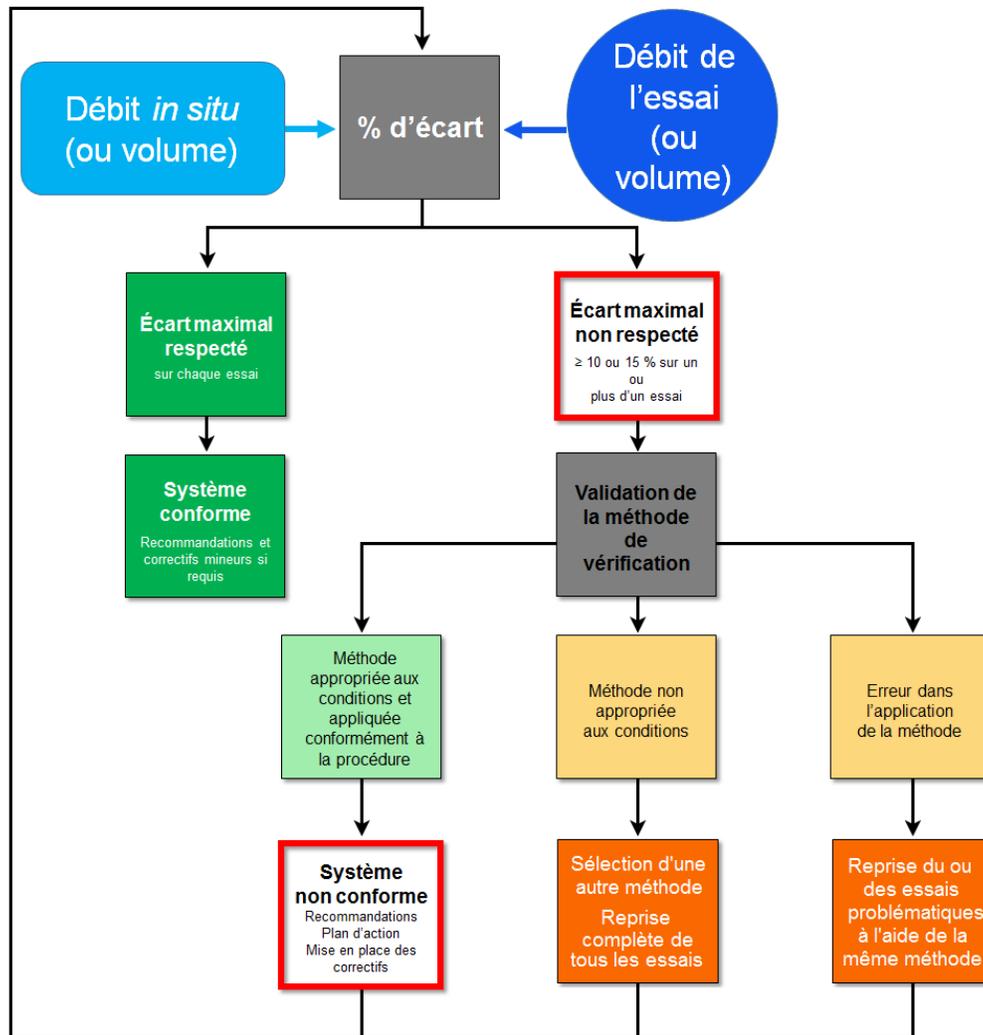


Figure 14 : Schéma décisionnel pour l'évaluation de la conformité d'une vérification complète de l'exactitude d'un système de mesure du débit

[Retour à la liste des questions](#)

25- Comment présenter les résultats de la vérification complète de l'exactitude?

Le rapport de vérification constitue la pièce justificative principale de la démarche de **vérification complète de l'exactitude** d'un **système de mesure du débit** ou du volume d'eau.

Cahier 7 – Section 12

Les éléments d'information qu'il contient doivent permettre de confirmer la fiabilité des résultats obtenus lors de la vérification. Ce rapport doit comprendre toutes les données brutes issues des essais, les observations de terrain, des conclusions et des recommandations.

L'exploitant de l'entreprise doit transmettre le rapport au Ministère ou le conserver pendant une période donnée, conformément au règlement ou à l'autorisation.

[Retour à la liste des questions](#)