
NORME INTERNATIONALE 2975 / II

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Mesure de débit de l'eau dans les conduites fermées — Méthodes par traceurs — Partie II : Méthode d'injection à débit constant, utilisant des traceurs non radio-actifs

*Measurement of water flow in closed conduits — Tracer methods —
Part II : Constant rate injection method using non-radioactive tracers*

Première édition — 1975-08-15

CDU 681.121.84

Réf. n° : ISO 2975/II-1975 (F)

Descripteurs : mesurage de débit, écoulement en conduite fermé, écoulement d'eau, méthode par traceur, traceur non radioactif, conditions d'essai, méthode colorimétrique, méthode fluorimétrique, méthode conductimétrique, calcul d'erreur.

Prix basé sur 9 pages

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 2975/II a été établie par le Comité Technique ISO/TC 30, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées*, et soumise aux Comités Membres en mai 1974.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Allemagne	Irlande	Tchécoslovaquie
Australie	Mexique	Thaïlande
Belgique	Pays-Bas	Turquie
Bulgarie	Roumanie	U.R.S.S.
Espagne	Royaume-Uni	U.S.A.
France	Suisse	Yougoslavie

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

Mesure de débit de l'eau dans les conduites fermées — Méthodes par traceurs — Partie II : Méthode d'injection à débit constant, utilisant des traceurs non radio-actifs

0 INTRODUCTION

La présente Norme Internationale est la deuxième d'une série de normes traitant de la mesure de débit de l'eau dans les conduites fermées utilisant les méthodes par traceurs.

La série complète des normes sera la suivante :

- *Partie I : Généralités.*
- *Partie II : Méthode d'injection à débit constant, utilisant des traceurs non radio-actifs.*
- *Partie III : Méthode d'injection à débit constant, utilisant des traceurs radio-actifs.*
- *Partie IV : Méthode d'intégration (injection instantanée), utilisant des traceurs non radio-actifs.*
- *Partie V : Méthode d'intégration (injection instantanée), utilisant des traceurs radio-actifs.*
- *Partie VI : Méthode des temps de transit, utilisant des traceurs non radio-actifs.*
- *Partie VII : Méthode des temps de transit, utilisant des traceurs radio-actifs.*

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie la méthode d'injection à débit constant, utilisant des traceurs non radio-actifs, pour le mesurage du débit de l'eau dans les conduites fermées.

2 PRINCIPE

Le mesurage du débit par la méthode d'injection à débit constant se fonde sur une comparaison entre la concentration C_1 d'un traceur, introduit en continu avec un débit-volume connu q et la concentration des échantillons C_2 prélevés en un endroit déterminé situé au-delà de la distance de bon mélange. Cette distance de bon mélange se définit comme la distance minimale au niveau de laquelle la variation en concentration du traceur sur la section est inférieure à une valeur donnée, déterminée à l'avance (par exemple : 0,5 %). (Voir chapitre 6 de la partie I.)

Les débits du traceur au point d'injection et dans la section de mesurage sont égaux :

$$q C_1 + Q C_0 = (Q + q) C_2$$

où C_0 est la concentration initiale dans le courant de débit Q

d'où :

$$Q = q \left(\frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_0} \right)$$

En général, C_1 est beaucoup plus grand que C_2 , ce qui conduit à simplifier l'équation (1) comme suit :

$$Q = q \frac{C_1}{C_2 - C_0}$$

Lorsque C_2 est, par ailleurs, beaucoup plus grand que C_0 , on peut encore réduire cette équation, qui devient alors

$$Q = q \left(\frac{C_1}{C_2} \right)$$

Le débit Q peut donc être déterminé par comparaison de la concentration de la solution injectée avec celle des échantillons prélevés dans la conduite.

Afin d'accroître la précision, il est recommandé de préparer la solution étalon avec un rapport de dilution N_{st} qui doit être approximativement équivalent au rapport de dilution N que l'on peut atteindre dans l'échantillon prélevé dans la section de mesurage.

Les solutions étalons et les échantillons prélevés dans la section de mesurage doivent être comparés par des méthodes identiques, et l'on applique alors la formule

$$m = \frac{N}{N_{st}}$$

Le débit à déterminer peut être trouvé par la formule

$$Q = q m \overline{N_{st}}$$

3 CONDITIONS REQUISES

3.1 Traceur

Pour la méthode d'injection à débit constant, le traceur doit satisfaire aux conditions générales définies dans le paragraphe 5.1 de la partie I. Une liste de traceurs généralement utilisés est donnée au paragraphe 5.1.1 de cette partie I, leurs avantages par rapport aux traceurs radioactifs étant indiqués au paragraphe 5.2.1.3, et leurs avantages comparés au paragraphe 5.2.2 de la partie I.

3.2 Durée de l'injection

La durée de l'injection doit être telle qu'un régime permanent de concentration s'établisse en tous les points de la section de mesurage pour une durée suffisante.

On doit obtenir un palier de concentration d'au moins quelques minutes.

Une durée d'injection convenable peut être déterminée par une injection préalable instantanée d'un traceur colorant tel que la fluorescéine, ou radio-actif. Pour un débit donné, l'observation du moment où apparaît et où disparaît le traceur (coloration ou activité) dans chaque section permet de tracer les courbes 1 et 2 de la figure.

Si l'on désire obtenir dans une section S de mesurage choisie un régime permanent de durée Δt , il suffit d'ajouter la durée Δt au temps t_1 correspondant à la disparition du traceur en ce point (sur la courbe 2) et de tracer par le point C obtenu une courbe 1' parallèle à la courbe 1 d'apparition de la coloration (ou activité). L'ordonnée à l'origine de cette courbe donne la durée que doit avoir l'injection pour obtenir un palier de concentration de durée Δt à la section S.

En pratique, pour obtenir un palier de durée Δt à la section S, on calcule la durée d'injection minimale nécessaire en ajoutant à cette valeur Δt le temps $t_2 = AB$ mis par un traceur injecté de façon instantanée pour passer en S.

L'intervalle de temps t_1 qui sépare le début de l'injection et le début du régime permanent se lit sur la courbe 2 (ordonnée du point B) et est obtenu directement par mesurage du temps séparant l'injection instantanée et la disparition du traceur dans la section S.

Dans le cas d'une injection centrale, d'un tronçon de mesurage rectiligne et d'un écoulement turbulent, le temps $t_2 = AB$ peut être évalué selon la relation

$$t_2 = \frac{6}{U} \sqrt{\frac{DX}{2}}$$

où

U est la vitesse moyenne de l'écoulement;

X est la distance au point d'injection;

D est le diamètre de la conduite;

La fraction de la concentration maximale restant après le temps t_2 donné par cette formule est 0,3 %.

Il est possible, si l'on ne fait pas d'injection préalable, de contrôler l'apparition du palier de concentration et donc la durée minimale d'injection en réalisant, pendant le mesurage proprement dit, des prélèvements et des analyses des échantillons permettant de suivre la variation de concentration dans le temps avec le même appareillage que celui du mesurage.

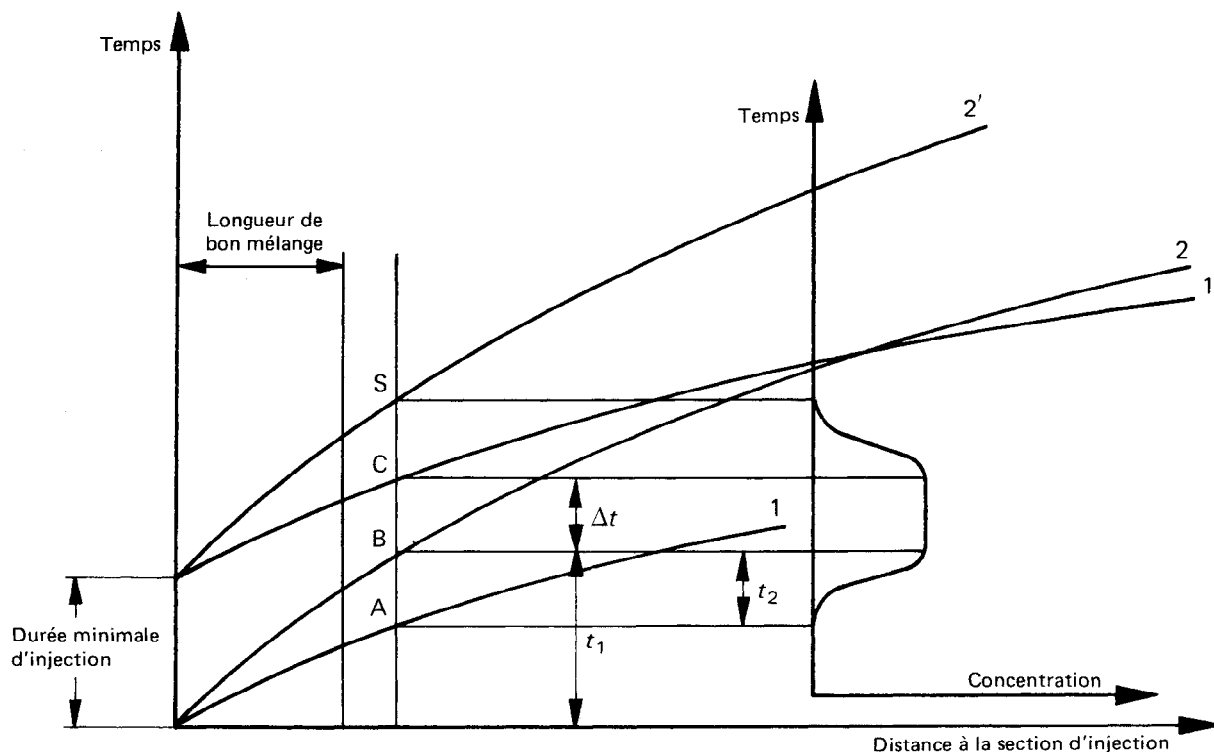


FIGURE – Détermination de la durée d'injection

4 CHOIX DU TRONÇON DE MESURAGE

4.1 Longueur de bon mélange

La longueur de bon mélange est définie au paragraphe 6.1 de la partie I, et elle peut être calculée théoriquement suivant le paragraphe 6.2.1 de la partie I. La figure 3 de cette partie indique la variation mesurée de la distance réelle de bon mélange en fonction de la précision recherchée dans le cas d'une injection centrale et dans le cas de trois autres méthodes d'injection. Des méthodes de réduction de la longueur de bon mélange sont décrites au paragraphe 6.3 de la partie I.

4.2 Vérifications expérimentales

Il est rarement possible, dans les conduites, de vérifier expérimentalement en un grand nombre de sections, l'homogénéité du mélange et la durée de passage du traceur, résultant d'une injection instantanée.

Aussi en pratique, l'expérimentation consiste

- a) à déterminer par un essai préalable dans le tronçon de mesure choisi, la durée minimale de l'injection (voir 3.2);
- b) à vérifier, si possible, lors du mesurage proprement dit, que le mélange est homogène, en prenant des échantillons en au moins deux points de la section de mesure. Dans le cas de mesures de haute précision (par exemple 0,2 %) il est nécessaire de vérifier l'homogénéité du mélange avant le mesurage proprement dit, lorsqu'il existe un doute sur la qualité de ce mélange;
- c) à observer chaque fois que cela est possible, en prélevant des échantillons dans une autre section située plus à l'aval, qu'il n'y a pas de différences systématiques entre les concentrations moyennes aux deux sections de mesure. Cette méthode permet notamment de vérifier que le traceur injecté n'est absorbé dans le tronçon de mesure ni par des produits en suspension dans le liquide, ni par les parois de la conduite.¹⁾

4.3 Pertes et apports

Les apports et pertes de liquide de même nature que le liquide du tronçon de mesure n'affectent pas les résultats à certaines conditions définies au paragraphe 6.5.1 de la partie I.

5 MODE OPÉRATOIRE

5.1 Préparation de la solution concentrée

Il est essentiel que la solution injectée soit homogène. Cette homogénéité peut s'obtenir par un brassage énergique au moyen d'un agitateur mécanique ou d'une pompe en circuit fermé. Il est recommandé de préparer la solution d'injection dans un réservoir distinct du réservoir d'alimentation avec

une eau filtrée par un procédé approprié. Si, néanmoins, le brassage est effectué dans le réservoir d'alimentation, celui-ci doit avoir une capacité suffisante pour qu'il n'y ait pas à ajouter de liquide ou de traceur pendant l'injection. Il est recommandé de prélever la solution à un certain niveau au-dessus du fond du réservoir et l'on prendra toutes précautions pour que des particules non dissoutes du traceur ne soient pas entraînées avec la solution injectée. Dans le cas d'une injection de longue durée, il y aura lieu de prendre toutes précautions nécessaires pour éviter une variation dans le temps de la concentration de la solution (par évaporation sous l'effet de la température ambiante, par exemple).

5.2 Injection de la solution concentrée

La solution concentrée doit être injectée dans la conduite à débit constant et pendant un temps suffisant pour obtenir un palier de concentration de durée satisfaisante dans la section de mesure (voir 3.2 et 4.2). De nombreux dispositifs peuvent être utilisés pour réaliser cette injection. Pour tous les dispositifs il doit être possible de contrôler :

- en permanence, l'étanchéité du circuit d'injection;
- la stabilité du débit d'injection pendant toute la durée d'injection. De ce point de vue, il y a lieu d'éliminer de la solution toutes les impuretés en suspension qu'elle pourrait contenir et susceptibles d'obstruer en partie ou totalement les circuits d'injection.

L'un des dispositifs utilisables est une pompe volumétrique entraînée par un moteur à vitesse constante.

5.3 Mesurage du débit d'injection

La précision avec laquelle le débit d'injection peut être mesuré dépend des appareils de mesure employés. La précision du dispositif utilisé est à faire intervenir dans l'évaluation de l'erreur globale de mesure du débit.

Des dispositifs différents de mesure peuvent être adoptés, mais ils doivent satisfaire à l'une des conditions suivantes :

- a) faire appel à un principe basé sur le mesurage de grandeurs fondamentales de masse, longueur, temps, entrant directement dans la définition de la grandeur débit.
- b) être étalonnés dans les conditions d'utilisation en mesurant des grandeurs fondamentales entrant dans la définition du débit (par exemple par capacité jaugée, par pesée, etc.);
- c) être installés et utilisés conformément aux spécifications d'une Norme Internationale permettant de calculer la précision obtenue.

Dans le cas de mesures de haute précision (par exemple 0,2 %) il est nécessaire de mesurer le débit d'injection conformément aux points a) et b).

1) Voir paragraphe 5.1 de la partie I.