RAPPORT TECHNIQUE

ISO TR 11656

Première édition
1993-06-01

Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Longueur de bon mélange d'un traceur

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Measurement of liquid flow in open channels — Mixing length of a tracer

ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-cfb2-46e3-b035-20549a066ccb/iso-tr-11656-1993

Numéro de référence
ISO/TR 11656:1993(F)

Sommaire

Page

1 Domaine d'application 1

2 Référence 1

3 Définitions 1

4 Unités de mesure 2

5 Définition du degré de mélange 2

5.1 Critères et concepts 2

5.2 Formules permettant de définir le degré de mélange 2

5.3 Formule recommandée 4

6 Longueur de bon mélange 5

6.1 Concepts 5

6.2 Méthodes d'estimation de la longueur de bon mélange 5

6.3 Formules d'estimations de la longueur de bon mélange 6

6.4 Comparaison des estimations de longueur de bon mélange 7

7 Erreurs sur les mesurages de dilution, associées à un mélange imparfait 13

7.1 Erreur sur le degré de mélange pondéré par la largeur 14

7.2 Erreur du calcul du débit lorsque le mélange est imparfait 21

7.3 Discussion 23

8 Mesurage du débit par dilution lorsque le mélange est imparfait 23

9 Discussion et recommandations 24

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-cfb2-46e3-b035-20549a066ccb/iso-tr-11656-1993

© ISO 1993
Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Annexes

A Données statistiques obtenues sur différents cours d'eau à des fins de comparaison des longueurs de bon mélange 25

B Comparaison des distances de mélange observées et calculées 31

C Bibliographie 41

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-cfb2-46e3-b035-20549a066ccb/iso-tr-11656-1993

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales, mais, exceptionnellement, un comité technique peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

— type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;

ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-cfb2-46e3-b035-20549c066cab/iso-tr-11656-1993

— type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour toute autre raison, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;

— type 3, lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique, par exemple).

Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

L'ISO/TR 11656, rapport technique du type 3, a été élaboré par le comité technique ISO/TC 113, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts*, sous-comité SC 4, *Méthodes de dilution*.

Les annexes A, B et C du présent Rapport technique sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

L'estimation de la longueur appropriée de bon mélange dans les canaux découverts fait l'objet d'une multitude de formules dont certaines conviennent plus particulièrement à des conditions spéciales d'écoulement.

La plupart des formules s'appliquent au cas de l'injection d'un traceur en plein milieu de l'écoulement. La théorie du bon mélange permet également d'étendre ces formules à l'injection du traceur à partir d'un bord. Mais il se trouve des cas où, pour une multitude de raisons, le traceur est injecté en un point qui n'est ni le centre, ni le bord de l'écoulement. Il peut aussi provenir d'une injection répartie ou de multiples injections. Il faut donc une formule qui permette d'estimer la longueur de mélange dans diverses situations d'injection.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16e0b961-eab7-4663-b135-
7b540a0b6eab/iso-tr-11656-1993

Les formules de détermination de la longueur de mélange ont par ailleurs généralement été établies dans l'hypothèse d'un mélange parfait. L'examen du processus de mélange montre toutefois qu'un mélange théoriquement parfait (à 100 %) demande une distance infinie. Si cette théorie était exacte, cela voudrait dire que les formules actuelles de détermination de la longueur de bon mélange ne constituent qu'une approximation du mélange parfait. Or, l'expérience montre qu'on peut mesurer le débit de façon tout à fait satisfaisante avec un mélange qui n'est pas parfait, et que par des méthodes spéciales, on peut réduire au minimum les erreurs résultant d'un mélange loin d'être parfait.

Pour toutes ces raisons, il est important de trouver un moyen objectif de définir le degré de mélange, et aussi d'estimer la distance associée aux divers degrés de mélange prescrits.

Les résultats pourront servir de base pour l'élaboration d'une Norme internationale ultérieure.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-cfb2-46e3-b035-20549a066ccb/iso-tr-11656-1993

Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Longueur de bon mélange d'un traceur

1 Domaine d'application

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Le présent Rapport technique étudie les caractéristiques du mélange de solutés injectés dans une section de cours d'eau. Il traite plus particulièrement de l'emploi de traceurs pour mesurer le débit. Pour obtenir une dilution permettant le mesurage correct du débit, il faut que le traceur soit convenablement mélangé ou que des mesures compensatoires soient prises.

ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-cfb2-46e5-b032-
20f6e5ee7c4b/iso-tr-11656-1993

Les objectifs du présent Rapport technique sont les suivants:

a) comparer les méthodes permettant de définir le degré de bon mélange d'un soluté dans un cours d'eau et recommander une méthode particulière;

b) comparer les méthodes permettant d'estimer la longueur de bon mélange (distance aval nécessaire pour que le soluté se mélange de façon homogène au cours d'eau) et recommander une méthode particulière;

c) rechercher les erreurs entachant les mesurages par dilution du fait d'un mélange imparfait;

d) discuter les méthodes permettant de réduire les erreurs de mesurage de débit par dilution lorsque le mélange est imparfait.

2 Référence

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour le présent Rapport technique. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur le présent Rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 772:1988, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Vocabulaire et symboles.*

3 Définitions

Pour les besoins du présent Rapport technique, sauf notation particulière, les définitions données dans l'ISO 772, ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 mélange parfait: On obtient un mélange parfait dans une section donnée de chenal si, avec la méthode d'injection à débit constant, la concentration du traceur lors du palier de concentration est égale en tous points de la section ou, de la même manière, avec la méthode d'injection instantanée, les aires sous la courbe concentration/temps sont égales en tout point d'échantillonnage de la section.

3.2 degré de mélange: Mesure du mélange d'un traceur dans une section en aval du point d'injection. Le degré de mélange peut varier entre 0 dans une section immédiatement en aval de l'injection à 100 % dans une section où le mélange a été complètement réalisé dans toute la section.

3.3 longueur de bon mélange: Distance, mesurée dans le sens général du courant, entre la section d'injection et la section aval où l'on obtient le degré spécifié de mélange. La longueur de bon mélange n'a pas de valeur fixe dans des conditions données. Elle varie en fonction du degré de mélange spécifié. Plus le degré spécifié est élevé et plus la distance est longue.

4 Unités de mesure

Les unités de mesure utilisées dans le présent Rapport technique sont celles du Système international (SI).

5 Définition du degré de mélange

5.1 Critères et concepts

La définition du degré de mélange devrait être facile à conceptualiser. Elle devrait également conduire à une valeur unique, rapportable de façon rationnelle au mélange observé dans le chenal.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-cfb2-46e3-b035-20549a066ccb/iso-tr-11656-1993

Les valeurs caractérisant le degré de mélange varient entre 0 et 100 %. Au début du mélange, près de la source d'injection, le degré de mélange avoisine 0, et en fin de mélange il atteint 100 %. Si le traceur a été injecté de telle manière que sur la moitié de l'écoulement il est complètement mélangé alors que sur l'autre moitié, il ne l'est pas du tout, on dira que le degré de mélange est de 50 %. Le concept devrait être valable dans le cas où le traceur est complètement mélangé dans d'autres parties spécifiques de l'écoulement alors qu'il ne l'est pas dans le restant.

Pour une section aval donnée, on détermine le degré de mélange en fonction des aires situées en dessous des N courbes de concentration en fonction du temps pour la méthode d'injection instantanée, ou en fonction des N valeurs de concentration du plateau pour la méthode d'injection à débit constant. Ces valeurs doivent être rapportées à une caractéristique de l'écoulement dans la section. En raison de la conservation en masse du traceur, cette caractéristique peut être le débit cumulé ou le débit relatif cumulé mesuré à partir d'un bord. L'indice préféré est le débit relatif cumulé, dont la valeur varie entre 0 et 1. La largeur ou d'autres caractéristiques de la section varient d'une section à l'autre et ne conviennent pas pour rendre compte de la conservation en masse du traceur.

5.2 Formules permettant de définir le degré de mélange

Des formules variées ont été proposées pour définir le degré de mélange. Cinq ont été retenues ci-dessous.

Coefficient de variation (voir [1], page 6 et [7], page 1073)

$$M_{CV} = \frac{s_C}{\overline{C}} \times 100 = \frac{\left[N \sum_{i=1}^{N} C_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{N} C_i \right)^2 \right]^{1/2}}{N\overline{C}} \times 100 \qquad \ldots (1)$$

Équation de Rimmar (voir [1], page 6)

$$M_R = \left[\frac{\hat{C} - \overline{C}}{\overline{C}} \right] \times 100 \qquad \ldots (2)$$

Équation de Schuster (voir [1], page 6 et [8], page 134)

$$M_S = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{N} |C_i - \overline{C}|}{N\overline{C}} \right] \times 100 \qquad \ldots (3)$$

Équation de Cobb-Bailey (voir [9], page C5 et [5], page 48)

$$M_{CB} = \left[1 - \frac{1}{2} \int_{q/Q=0}^{1} \left| \frac{C - \overline{C}}{\overline{C}} \right| \mathrm{d}(q/Q) \right] \times 100 \qquad \ldots (4)$$

ou, sous forme discrète

$$M_{CB} = \left\{ 1 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N} \left[\left| \frac{C_i - C}{\overline{C}} \right| \Delta(q/Q) \right] \right\} \times 100 \qquad \ldots (5)$$

Définition graphique (Cobb et Bailey, communication)

$$M_G = \left(\frac{A}{A + B} \right) \times 100 \qquad \ldots (6)$$

Définitions des symboles

Dans les formules ci-dessus:

M est le degré de mélange;

s_C est l'écart-type des concentrations observées dans une section;

C est la concentration de traceur observée, il s'agit de la concentration du palier observée en une section donnée pour la méthode d'injection constante. Pour la méthode d'injection instantanée, on remplace la concentration par l'aire sous la courbe de concentration/temps;

C_i est la valeur discrète de C au $i^{\text{ème}}$ point d'observation dans le chenal;

$\overline{C}$ est la concentration moyenne dans la section;

$\hat{C}$ est la concentration observée dans la section présentant le plus grand écart par rapport à la moyenne $\overline{C}$;

N est le nombre de points d'observation dans une section; les observations sont effectuées au centre d'incréments de débit égaux;

Q est le débit total du cours d'eau;

q est le débit cumulé en un point quelconque d'une section; la valeur de q est égale à 0 sur une rive et à Q sur la rive opposée;

A et B sont les aires associées à la répartition du traceur sur la section (voir figure 1).

On voit mieux les caractéristiques respectives de chaque définition si l'on prend un certain nombre d'exemples. Dans les exemples A, B, C et D qui suivent, on a supposé que la concentration était observée en 10 points de la section. La figure 2 représente les répartitions supposées de concentration correspondantes. Le tableau 1 donne le degré de mélange calculé par les diverses formules.

Les répartitions de concentration de la figure 2 sont le résultat idéal d'une injection en ligne dans une partie de section. Elles servent de démonstration des diverses caractéristiques des formules.

Tableau 1 — Degré de mélange calculé par application des diverses équations aux répartitions de concentration de la figure 2

Valeurs en pourcentage

Équation	Degré de mélange, M, pour l'exemple			
	A	B	C	D
(1)	200	100	50	0
(2)	400	100	− 100	0
(3)	− 60	0	60	100
(5)	20	50	80	100
(6)	20	50	80	100

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-cfb2-46e3-b035-20549a066ccb/iso-tr-11656-1993

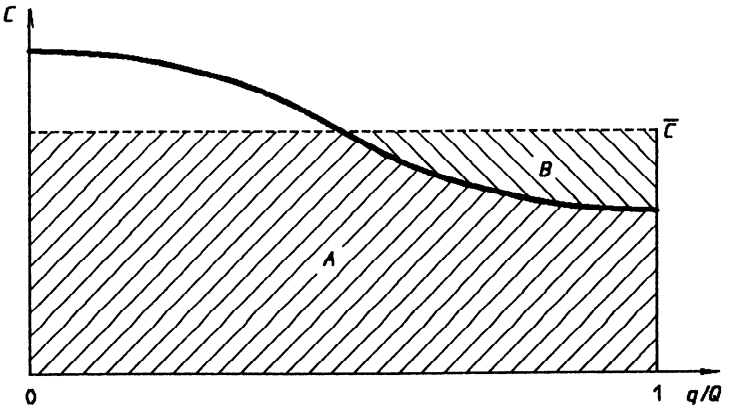
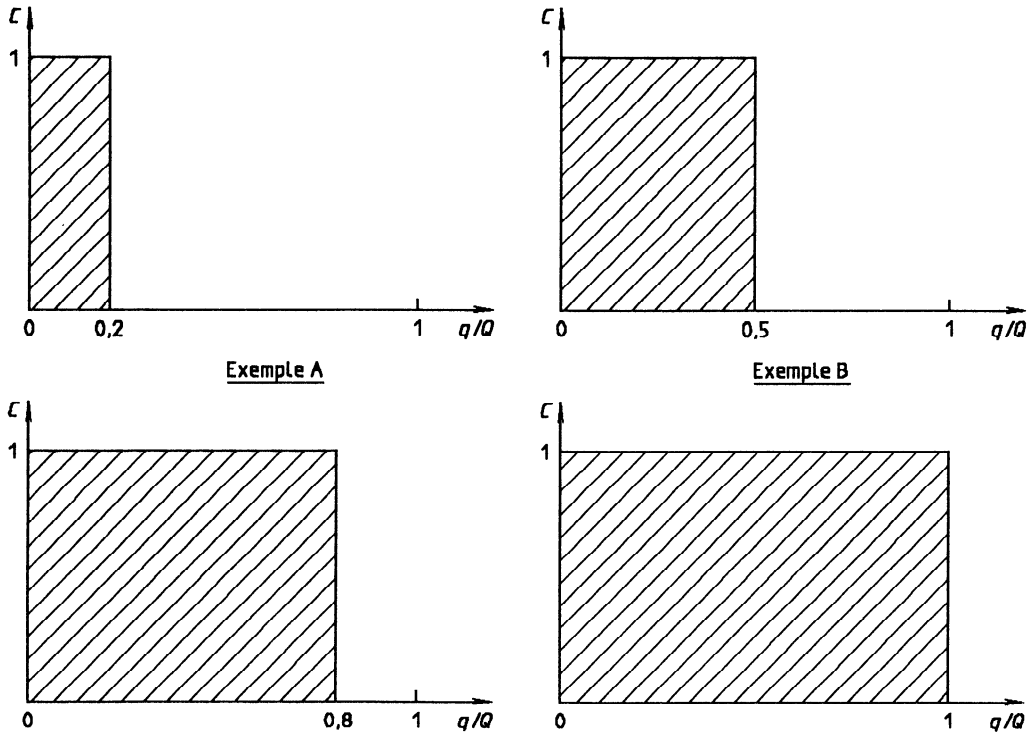


Figure 1 — Définition graphique du degré de mélange



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-efb2-46e3-b035-2059a0c0ecb5/iso-tr-11656-1993

Exemple	q/Q	Concentration observée, C, pour une concentration moyenne, $\overline{C}$, dans la section de									
		0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
A	0,2	1,0	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0	0	0	0
C	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0
D	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Figure 2 — Répartitions hypothétiques des concentrations dans une section (méthode d'injection constante)

Cet exercice permet de tirer un certain nombre de conclusions. Les équations (1) et (2) peuvent donner des valeurs dépassant 100 %. L'équation (3) donne des valeurs négatives aux faibles degrés de mélange. L'équation (2) peut donner des valeurs négatives à certains degrés de mélange.

La définition du coefficient de variation [équation (1)] semblerait donner une valeur unique, mais inversement proportionnelle au degré de mélange. En effet, plus la valeur calculée est faible et plus le degré de mélange est élevé.

La formule de Cobb-Bailey [équations (4) et (5)] et la définition graphique [équation (6)] donnent des valeurs numériques identiques. En fait la mise au point de la formule de Cobb-Bailey visait à la cohérence avec la définition graphique. L'examen d'une courbe de répartition des concentrations dans la section correspondant au point d'injection par la méthode graphique révèle que M_G avoisine zéro. La formule de Cobb-Bailey permet de le démontrer de manière mathématique. On voit que seule la formule de Cobb-Bailey et la formule graphique [équations (4), (5) et (6)] remplissent totalement les critères recommandés.

5.3 Formule recommandée

Compte tenu des caractéristiques que révèle l'examen du tableau 1, il semble que l'on puisse écarter les définitions du mélange données par Rimmar et

Schuster. Ces équations ne définissent pas un degré unique de mélange à chaque condition de mélange.

Le coefficient de variation [équation (1)] donne une relation inverse du degré de mélange et peut également donner des valeurs supérieures à 100 %.

La définition graphique [équation (6)] est une définition conceptuelle claire et facile à suivre. La formule de Cobb-Bailey et la définition graphique [équations (4), (5) et (6)] correspondent aux critères établis antérieurement et donnent des résultats identiques. Ces deux définitions sont donc recommandées pour déterminer le degré de mélange.

Dans la plupart des cas, on aura recours à une forme discrète de l'équation (4) [équation (5)]. Le degré de mélange calculé peut varier légèrement avec le nombre d'observations dans la section.

Dans la pratique, le problème se pose de savoir comment définir le débit relatif, q/Q, dans un chenal sans avoir à multiplier le nombre de mesurages d'aire et de vitesse. Parfois, on dispose d'informations sur la variation du débit relatif dans une section. Sinon, on peut faire un calcul approché en fonction de la largeur en remplaçant le débit relatif, q/Q, par la largeur relative, dans les équations (4) et (5). Que les valeurs de q/Q soient approchées ou non, il est essentiel d'avoir une définition pondérant chaque observation de concentration en fonction du débit car c'est le seul moyen permettant de tenir compte de la conservation en masse du traceur.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/166e1896-cfb2-46e2-b025-20549a066ccb/iso-tr-11656-1993

6 Longueur de bon mélange

6.1 Concepts

Dans un chenal, le mélange s'effectue dans trois directions: verticalement, latéralement (en travers de l'écoulement) et longitudinalement (parallèlement à l'écoulement).

Le mélange vertical s'effectue généralement assez vite si la masse volumique de la solution de traceur est voisine de celle de l'eau. Le mélange latéral s'effectue presque complètement sur une distance finie dépendant des caractéristiques du chenal et de l'écoulement. Le mélange longitudinal continue à s'effectuer sur toute la longueur du chenal.

La validité du mesurage du débit dépend de l'adéquation du mélange vertical et du mélange latéral. La distance de mélange latéral est un facteur d'importance prépondérante lorsque le mesurage s'effectue par dilution, car le mélange vertical intervient généralement très vite.

Le mélange parfait défini en 3.1 ne se produit théoriquement jamais, mais on peut s'en approcher asymptotiquement. Dans la pratique enfin, il convient de le définir sur une distance finie. Pour les besoins du présent Rapport technique, on considérera comme approprié pour la plupart des mesurages de débit, le degré de mélange de 98 % défini par l'équation de Cobb-Bailey.

6.2 Méthodes d'estimation de la longueur de bon mélange

Il existe trois méthodes d'estimation de la longueur de bon mélange, à savoir l'observation directe, la méthode empirique et la méthode théorique.

6.2.1 Observation directe

L'observation directe implique l'injection d'un traceur dans un chenal et la définition, à partir de mesurages, de la distance requise pour qu'il se mélange à l'écoulement. Les résultats ne sont en général valables que pour le chenal considéré et pour les conditions d'écoulement dans lesquelles ont été faites les observations.

6.2.2 Méthode empirique

Un certain nombre de chercheurs ont utilisé la méthode empirique. Celle-ci implique l'ajustement des données observées sur un nombre limité de cours d'eau, à un ensemble de caractéristiques de chenaux ou d'écoulement, cet ajustement se faisant par régression ou par quelque autre technique. En règle générale, le nombre de variables indépendantes est très limité et implique des mesures de largeur, de profondeur et de débit dans le cours d'eau. L'équation qui en résulte n'est valable, en général, que pour une région limitée ou un type donné d'écoulement.

La formule empirique prend généralement la forme suivante:

$$X = aB^{b_1}D^{b_2}Q^{b_3}$$

où

X	est la longueur de bon mélange;
B	est la largeur du chenal;
D	est la profondeur du chenal;
Q	est le débit;
a	est une constante;
b_1, b_2, b_3	sont des exposants dont certains peuvent être positifs et d'autres négatifs ou encore nuls.

6.2.3 Méthode théorique

L'approche théorique est généralement plus fastidieuse et essaie de tenir compte d'une manière ou d'une autre, de toutes les caractéristiques significa-

tives du chenal et de l'écoulement qui peuvent influer sur le mélange. L'équation résultante de calcul de la distance de mélange doit être d'application quasi universelle. Les hypothèses faites et le manque de compréhension parfois de la manière dont certaines variables affectent le mélange, peuvent limiter cette universalité, mais cette propriété qualifie la relation théorique comme une approche satisfaisante pour une norme internationale.

Les équations théoriques ont été pour la plupart définies dans le cas où le traceur est injecté du centre ou de la rive d'un chenal. Elles donnent une valeur approchée de la distance nécessaire pour un mélange satisfaisant, mais elles ne spécifient que rarement le degré réel de mélange correspondant, ce qui peut amener des confusions quand on compare les équations.

6.3 Formules d'estimations de la longueur de bon mélange

Les études bibliographiques montrent que plusieurs relations ont été mises au point pour estimer la longueur de bon mélange. Les résultats de celles qui ont été retenues ci-dessous, sont comparées aux données observées pour le degré de mélange $M = 98$ %.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed8[illegible]
20549a066ccb/iso-tr-11656-1993

6.3.1 Relations empiriques

Formule d'André

$$X = a_1 B Q^{1/3} \qquad \ldots (7)$$

Formule de Day

$$X = 25B \qquad \ldots (8)$$

Formule de Hull

$$X = a_2 Q^{0,33} \qquad \ldots (9)$$

6.3.2 Relations théoriques

Formule d'Elder

$$X = 10 \frac{UD}{U_*} \qquad \ldots (10)$$

Formule de Fischer

$$X = K_1 \frac{UB^2}{E} \qquad \ldots (11)$$

Formule de Rimmar

$$X = 0,13B^2 \times \frac{C(0,7C + 2g^{1/2})}{gD} \qquad \ldots (12)$$

Formule soviétique

$$X = \frac{B_m^2 C}{16\alpha_y D g^{1/2} \ln(1 - \alpha_c)} \qquad \ldots (13)$$

Formule de Ward

$$X = K_2 \frac{B^2}{0,02D} \qquad \ldots (14)$$

Formule de Yotsukura

$$X = \frac{1}{2\alpha^2\beta} \times \frac{UD^2}{\overline{uy}^2} \times \frac{U}{U_*} \times \frac{B^2}{D} \qquad \ldots (15)$$

6.3.3 Définitions des symboles

Dans les formules en 6.3.1 et 6.3.2:

X est la longueur de bon mélange, en mètres;

a_1 est une constante variant de 8 à 28; dans la plupart des cas, choisir 10, et une valeur plus élevée dans les cours d'eau turbulents à pente très forte;

a_2 est une constante, égale à 150 pour une injection au centre et à 600 pour une injection au bord;

B est la largeur moyenne à la ligne d'eau entre le point d'injection et le point d'échantillonnage, en mètres;

B_m est la distance entre le point d'injection et la rive la plus éloignée, en mètres;

C est le coefficient de Chezy;

D est la profondeur moyenne des cours d'eau entre le point d'injection et le point d'échantillonnage, en mètres;

E est le coefficient de mélange transversal, en mètres carrés par seconde;

g est l'accélération due à la pesanteur ($g = 9,807$ m/s^2);

K_1 est une constante, égale à 0,1 pour une injection au centre et à 0,4 pour une injection au bord;

K_2 est une variable, dépendant du degré de mélange M, et du lieu de l'injection (voir figure 3);

Q est le débit, en mètres cubes par seconde;

S est la pente de la ligne d'eau;

u est la vitesse dans le segment de cours d'eau, en mètres par seconde;

U est la vitesse moyenne du cours d'eau entre le point d'injection et le point d'échantillonnage, en mètres par seconde;

U_* est la vitesse de cisaillement $[U_* = (gDS)^{1/2}]$, en mètres par seconde.

$\frac{(UD^2)}{(\overline{uy}^2)}$ est un rapport déterminé globalement et pouvant prendre n'importe quelle valeur entre 0,3 et 0,9, la valeur de 0,6 étant retenue dans la majorité des cours d'eau;

y est la profondeur de l'eau dans le segment de cours d'eau, en mètres;

α est une paramètre de distance, fonction du degré de mélange M et du point d'injection (voir figures 4 et 5);

α_c est un coefficient caractérisant la variation de concentration du traceur à un endroit de mélange satisfaisant, qui varie entre 0,15 et 0,20;

α_y est un coefficient variant entre 0,23 et 0,25;

β est un coefficient variant de 0,2 à 0,3 dans les chenaux rectilignes et jusqu'à 0,6 dans les chenaux présentant de légers coudes; les estimations prudentes retiennent généralement 0,2.

6.4 Comparaison des estimations de longueur de bon mélange

6.4.1 Ensemble des données

Les données résultent de 22 études assez complètes et peuvent servir de données observées dans les comparaisons des estimations obtenues par les équations (7) à (15). Ces données figurent en annexe A. Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs calculées qui ne figuraient pas dans le jeu initial.

Lorsqu'on dispose du coefficient de dispersion, E, mais pas de la vitesse de cisaillement, U_*, on peut déterminer cette dernière par la relation suivante:

$$U_* = \frac{E}{0{,}2D} \qquad \ldots (16)$$

ou inversement, déterminer E à partir de U_*. Dans tous les cas, il faut calculer les valeurs de la pente, S, du coefficient de Manning, n, et du coefficient de Chezy, C. La pente se détermine à l'aide de l'équation suivante:

$$S = \frac{U_*^2}{gD} \qquad \ldots (17)$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO/TR 11656:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16ed896f-cfb2-46e3-b035-20549a066ccb/iso-tr-11656-1993