

---

---

**Mesure de débit des liquides dans les canaux  
découverts — Échantillonnage et analyse des  
matériaux du lit graveleux**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Liquid flow measurement in open channels — Sampling and analysis of  
gravel-bed material*

ISO 9195:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7f4549f-cb24-4ed4-a88c-626ff89aa0be/iso-9195-1992>



## Sommaire

	Page
1 Domaine d'application .....	1
2 Références normatives .....	1
3 Définitions .....	1
4 Matériels et modes de prélèvement .....	1
5 Détermination de la granulométrie .....	3
6 Fréquence .....	3
7 Distribution granulométrique/distribution en fréquence .....	3
8 Choix du mode opératoire d'échantillonnage .....	4
9 Détermination de la taille d'échantillon .....	6
10 Erreurs .....	9

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 9195:1992](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7f4549f-cb24-4ed4-a88c-626ff89aa0be/iso-9195-1992)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7f4549f-cb24-4ed4-a88c-626ff89aa0be/iso-9195-1992>

© ISO 1992

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

## 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9195 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 113, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts*, sous-comité SC 6, *Transport solide*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7f4549f-cb24-4ed4-a88c-626ff89aa0be/iso-9195-1992>

## Introduction

Les techniques d'échantillonnage des matériaux du lit permettent d'obtenir des échantillons de sédiments qui composent le lit d'un cours d'eau.

Les données relatives aux dimensions des sédiments permettent ensuite d'estimer la résistance à l'écoulement dans les canaux découverts et, en associant ces informations aux données hydrauliques, de calculer la charge en matériaux du lit et d'effectuer des prévisions morphologiques.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 9195:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7f4549f-cb24-4ed4-a88c-626ff89aa0be/iso-9195-1992>

# Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Échantillonnage et analyse des matériaux du lit graveleux

## 1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale prescrit comment effectuer des prélèvements de matériaux du lit graveleux en surface et sous la surface, et comment analyser ces prélèvements pour déterminer la distribution granulométrique des matériaux du lit graveleux dans les canaux découverts.

1.2 La présente Norme internationale s'applique aux matériaux de diamètre égal ou supérieur à 2 mm.

1.3 Dans la pratique, un lit graveleux peut se composer de deux sortes de matériaux: une couche de matériaux superficiels assez grossiers et une couche de matériaux plus fins se trouvant sous la surface. Les matériaux de surface revêtent une importance particulière pour les recherches sur les amorces de transport solide et sur la résistance à l'écoulement, tandis que c'est aux matériaux se trouvant sous la surface que s'intéressent principalement les recherches sur le charriage des matériaux du lit. La présente Norme internationale ne cherche pas à établir de corrélation entre ces deux populations.

1.4 Il existe deux techniques d'échantillonnage applicables aux matériaux du lit graveleux calibré. L'une consiste à recueillir in situ un volume défini de matériaux qui seront ultérieurement traités comme un échantillon global. L'autre consiste à échantillonner de diverses manières des matériaux superficiels. Ces deux méthodes font l'objet d'analyses distinctes dans la présente Norme internationale qui donne également des facteurs de conversion établis sur la base de matériaux homogènes idéaux.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite,

constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées 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.*

ISO 4364:1977, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Échantillonnage des matériaux du lit.*

## 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 772 s'appliquent.

## 4 Matériels et modes de prélèvement

### 4.1 Échantillons de surface

#### 4.1.1 Échantillonnage par quadrillage

Une grille est posée sur la surface du dépôt graveleux et l'on constitue l'échantillon en prélevant tous les graviers situés aux points d'intersection de la grille. Cette méthode comporte plusieurs variantes de détermination des points de prélèvement. Ces points peuvent être définis par des enjambées régulièrement espacées, les graviers étant prélevés sous la trace du pas à intervalles d'une ou de plusieurs enjambées, en marchant au hasard, yeux fermés et en ramassant la première pierre tombant sous la main, les doigts tendus. Lorsque les quadrillages sont de petites dimensions (moins de 1 m<sup>2</sup>), il est possible de prendre une photographie de la zone en question ou de prendre une photo-

graphie établie à l'échelle et d'appliquer la grille à la photographie.

#### 4.1.2 Échantillonnage local

L'échantillon se compose de tous les cailloux se trouvant en surface de la zone choisie. Si le matériau se trouve à découvert au-dessus de l'eau, il peut être marqué à la peinture, au pistolet pulvérisateur, pour faciliter le prélèvement ultérieur des matériaux retenus.

#### 4.1.3 Échantillonnage en ligne

L'échantillon se compose de toutes les pierres alignées sous un fil ou une corde tendue en ligne droite en travers de la zone d'échantillonnage.

### 4.2 Échantillons globaux

Les échantillonneurs décrits en 4.2.1 à 4.2.4 sont représentatifs du type utilisé avec succès pour l'échantillonnage global. Les dimensions réelles des tubes échantillonneurs et des outils de cavage peuvent être modifiées pour convenir aux dimensions du matériau échantillonné.

#### 4.2.1 Tube échantillonneur

L'échantillonneur se compose d'un tube de 0,4 m de longueur et de 0,15 m de diamètre ouvert aux deux bouts, dont une extrémité est fixée dans le fond d'un cylindre de 0,5 m de hauteur et de 0,36 m de diamètre ouvert à son extrémité supérieure (voir figure 1). Le tube, qui dépasse du cylindre de 0,26 m, est enfoncé dans le gravier jusqu'à ce que le fond du cylindre affleure la surface du lit. Le matériau recueilli dans le tube peut être prélevé dans le cylindre à la main ou à l'aide d'une écope. Ce système empêche les particules fines de l'échantillon d'être emportées par l'eau. Une fois l'échantillonnage achevé, le tube échantillonneur est retiré du lit du cours d'eau. Cet échantillonneur qui peut être utilisé jusqu'à 0,4 m de profondeur d'eau permet d'échantillonner séparément les matériaux se trouvant en surface et sous la surface.

#### 4.2.2 Échantillonneur à cœur réfrigérant

Un tube de 20 mm de diamètre intérieur à pointe rapportée est fiché dans le lit graveleux. Un deuxième tube raccordé à un réservoir de dioxyde de carbone ayant des orifices d'évacuation est inséré dans le premier. On y injecte du dioxyde de carbone pendant quelques minutes. Le gaz injecté, en se dilatant, refroidit le tube, ce qui provoque une congélation de l'eau contenue dans les pores des matériaux avoisinants. Le tube est ensuite hissé hors du lit à l'aide d'un treuil fixé sur un tripode portatif. Ce système permet de prélever un échantillon relativement non perturbé du matériau du lit,

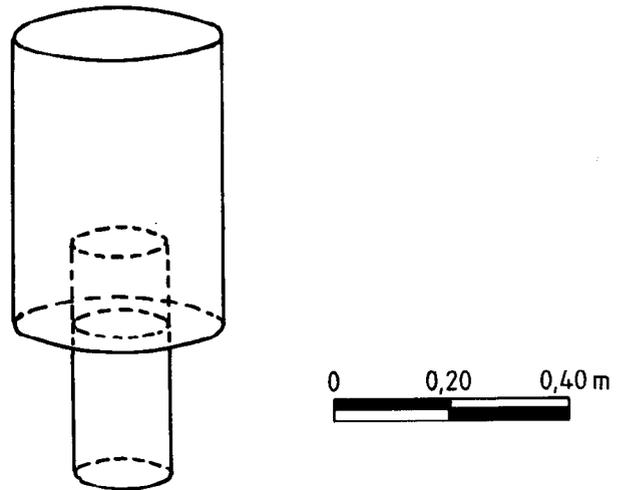


Figure 1 — Tube échantillonneur

qui peut atteindre 100 mm à 150 mm de diamètre. Lorsque la vitesse d'écoulement de l'eau est élevée, le diamètre de la carotte congelée ainsi prélevée diminue sous l'effet des transferts thermiques avec l'eau.

#### 4.2.3 Échantillonneur-caveur

L'échantillonneur se compose d'une cylindre ouvert de 0,4 m de longueur et de 0,5 m de diamètre dont le bord inférieur est cranté sur toute la circonférence et le bord supérieur est muni de poignées. En aval de l'échantillonneur est placée une boîte d'échantillonnage métallique rectangulaire de 0,69 m de longueur, 0,31 m de profondeur et 0,41 m de largeur dont l'une des extrémités est ouverte et qui est elle-même munie de poignées sur les côtés. L'extrémité ouverte est incurvée sur l'un des côtés de 0,41 m pour épouser la forme de l'échantillonneur cylindrique; elle présente un rebord rapporté qui se fixe hermétiquement sur le cylindre une fois en position. L'extrémité opposée présente une ouverture de 0,16 m x 0,25 m sur laquelle est placé un tamis à mailles de 200 (voir figure 2).

Une ou deux personnes enfoncent l'échantillonneur à plusieurs centimètres dans le lit. On peut ainsi recueillir à la main ou à l'aide d'une écope des échantillons de matériaux se trouvant en surface et sous la surface. Des plongeurs sont nécessaires si la profondeur d'échantillonnage dépasse 0,5 m. Si le dessus de l'échantillonneur est submergé, la boîte d'échantillonnage peut servir temporairement de boîte de stockage pour éviter de perdre les particules fines. L'ouverture tamisée permet la circulation d'un léger courant d'eau à travers la boîte qui retient les particules fines en suspension pendant l'échantillonnage, en même temps que le matériau écopé. En fin d'échantillonnage, la boîte est retirée de l'eau à la main ou à l'aide du treuil se trouvant sur le canot.

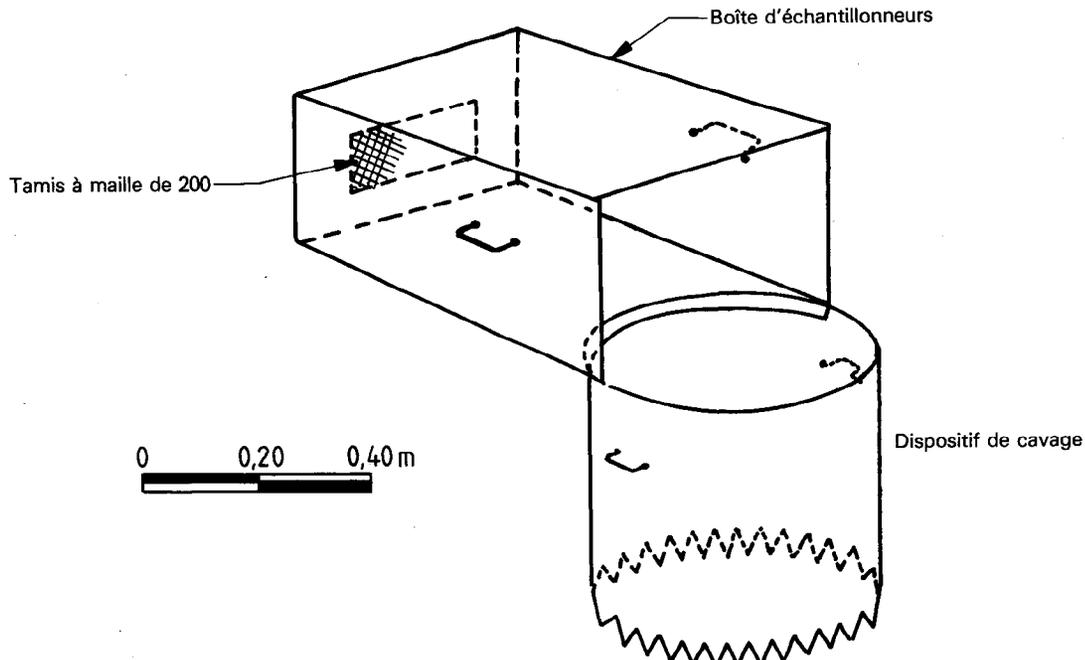


Figure 2 — Échantillonneur-caveur

#### 4.2.4 Excavateurs

Dans les chenaux à lit rocheux, on a besoin de gros volumes d'échantillons qui nécessitent l'emploi d'excavateurs ou engins similaires pour prélever les quantités requises.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78f18195-1992-626ff89aa0be/iso-9195-1>

## 5 Détermination de la granulométrie

Une fois l'échantillon recueilli ou photographié, il est nécessaire de déterminer la taille linéaire de chaque pierre ou caillou. On prend en général pour base l'axe intermédiaire ou axe b de la pierre que l'on mesure à l'aide de tamis à mailles carrées, de pieds à coulisse ou, pour les échantillons de surface, sur des photographies en supposant que l'axe b correspond au plus petit axe visible.

## 6 Fréquence

Une fois l'échantillonnage des matériaux achevé, ceux-ci sont répartis en classes granulométriques dont chacune renferme un certain pourcentage de l'échantillon d'origine. Environ une vingtaine de classes sont nécessaires bien que leurs frontières ne soient pas obligatoirement fixes. Les pourcentages de chaque classe correspondent à des fréquences d'occurrence. Il existe fondamentalement deux manières de définir les grosseurs de grains ou les fréquences.

### 6.1 Fréquence en masse

La fréquence de chaque intervalle granulométrique s'exprime en pourcentage de la masse de l'échantillon d'origine se trouvant dans l'intervalle en question. Ce mode d'analyse est généralement réservé aux échantillons globaux. Il est possible de l'appliquer aux échantillons de surface bien que les calculs à partir de photographies se fondent sur des estimations du volume des particules en fonction de leur grosseur, dans l'hypothèse d'une masse volumique constante.

### 6.2 Fréquence en nombre

La fréquence de chaque intervalle granulométrique s'exprime en pourcentage du nombre total de particules de l'échantillon d'origine se trouvant dans l'intervalle en question. Ce mode d'analyse est fréquent pour les échantillons de surface et notamment les graviers grossiers et les galets.

## 7 Distribution

### granulométrique/distribution en fréquence

#### 7.1 Échantillons de surface

Quels que soient les modes d'échantillonnage et de détermination des fréquences, les échantillons de matériaux de surface présentent une distribution selon la loi log-normale. La moyenne et l'écart-type de la distribution logarithmique définissent la distribution en fréquence et peuvent être déterminés par des procédures statistiques normalisées après

transformation de tous les mesurages en valeurs  $\log_{10}$ . Le moyen le plus simple de déterminer les caractéristiques de la distribution logarithmique est de construire un diagramme de distribution granulométrique cumulée (pourcentage de particules fines de grosseur inférieure à la grosseur prescrite) sur un papier logarithmique de probabilité normale (base décimale). La grosseur médiane de l'échantillon est égale à  $\lg D_{50}$ , où  $D_{50}$  est la grosseur médiane de grain, en millimètres.

L'écart-type géométrique de l'échantillon,  $s$ , peut être estimé à partir des équations

$$s = \frac{1}{2} \lg \left( \frac{D_{84}}{D_{16}} \right)$$

ou

$$s = \lg \frac{1}{2} \left( \frac{D_{84}}{D_{50}} + \frac{D_{50}}{D_{16}} \right)$$

où 84 %, 50 %, et 16 % des matériaux du lit sont de taille égale ou inférieure à  $D_{84}$  (en millimètres),  $D_{50}$  (en millimètres) et  $D_{16}$  (en millimètres) respectivement.

La courbe cumulée peut également servir à déterminer le pourcentage  $n$  de matériaux du lit de taille égale ou inférieure à un diamètre de grain quelconque prescrit,  $D_n$ , en millimètres.  $D_{90}$ ,  $D_{84}$  et  $D_{65}$  sont généralement utilisés dans les recherches sur la résistance à l'écoulement.

## 7.2 Échantillons globaux

Quel que soit le type de leur distribution en fréquence, les échantillons globaux sont approximativement répartis selon une loi log-normale et souvent bimodale. Bien qu'il n'existe pas de méthode statistique simple pour définir ce genre de distribution, on peut obtenir à partir de la courbe de distribution granulométrique cumulée les valeurs du diamètre de grain,  $D_n$ , en millimètres, inférieures ou égales à  $n$  % de l'échantillon. Les valeurs les plus généralement utilisées dans les recherches sur le transport solide sont  $D_{35}$ ,  $D_{50}$  et  $D_{65}$ .

## 8 Choix du mode opératoire d'échantillonnage

Les paragraphes qui suivent ne donnent que des lignes directives générales. Toute recherche particulière doit tenir compte du site.

### 8.1 Sélection du site

La première étape de la sélection du site est l'isolation d'un tronçon homogène. Ce tronçon se définit par ses caractéristiques morphologiques et correspond généralement à au moins une longueur d'onde

de méandre, deux bassins et hauts fonds ou 50 largeurs de chenal.

À l'intérieur de ce tronçon homogène, des sites spécifiques doivent être réservés au prélèvement des matériaux grossiers car ce sont eux qui contribuent à la formation du chenal et au transport solide. L'ordre de priorité (voir figure 3) dans la sélection de ces sites s'établit comme suit:

- en amont immédiat d'éléments caractéristiques centraux tels que: barres médianes, barres de losange et barres diagonales;
- en amont immédiat d'une barre ponctuelle;
- en amont immédiat d'une barre latérale;
- au niveau d'un haut fond (pour les plus petits cours d'eau normalement).

Il est essentiel de garantir une certaine cohérence entre le mode d'échantillonnage et l'environnement sédimentaire échantillonné.

## 8.2 Échantillonnage

Le choix du mode d'échantillonnage dépend des caractéristiques des matériaux du lit, de la profondeur du cours d'eau, des exigences topographiques et du temps disponible.

### 8.2.1 Échantillons de surface

**8.2.1.1** L'échantillonnage par quadrillage peut se faire sur les barres graveleuses à découvert par la technique des enjambées, en recueillant les pierres se trouvant jusqu'à 1 m sous la surface de l'eau. Les techniques topographiques permettent d'évaluer les matériaux de surface de taille supérieure à 20 mm, sans déranger leur structure, d'effectuer des enquêtes sur place rapides et de travailler en eaux claires jusqu'à 0,5 m de profondeur.

**8.2.1.2** Les procédures d'échantillonnage local permettent de travailler sous l'eau, jusqu'à une profondeur maximale d'environ 0,5 m, et sur les barres graveleuses à découvert.

**8.2.1.3** L'échantillonnage en ligne est réservé strictement aux barres graveleuses à découvert.

### 8.2.2 Échantillons globaux

**8.2.2.1** Les tubes échantillonneurs décrits en 4.2.1 ne peuvent être utilisés que dans des eaux ne dépassant pas une profondeur de 0,4 m. Le diamètre du tube limite l'usage de l'échantillonneur à une plage particulière de dimensions de matériau. Un tube de 0,15 m de diamètre convient en règle générale pour l'échantillonnage des matériaux de taille inférieure à 50 mm (voir 9.2).

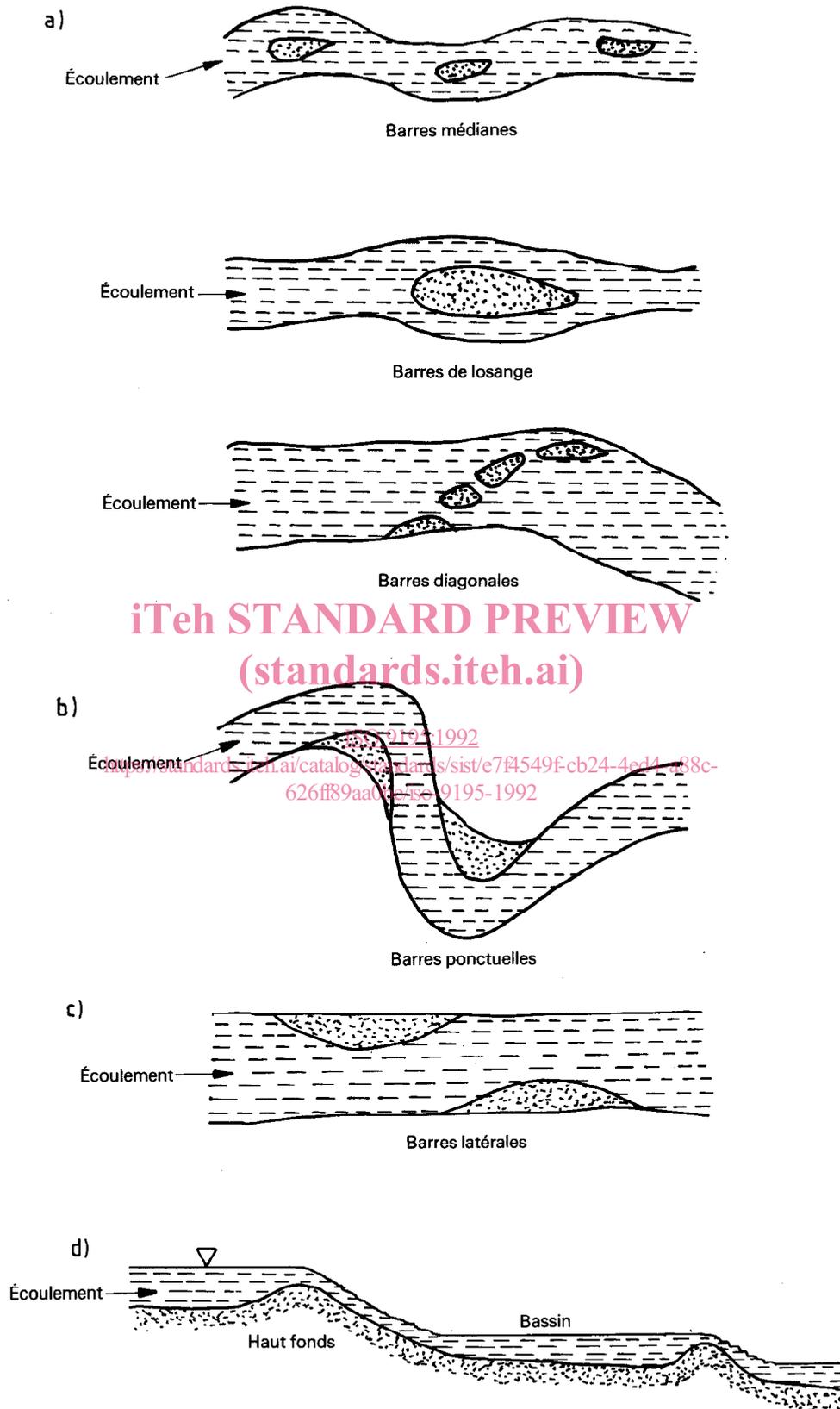


Figure 3 — Hiérarchie de sélection des sites d'échantillonnage