

---

---

**Détermination de la distribution  
granulométrique par les méthodes  
de sédimentation par gravité dans  
un liquide —**

Partie 1:  
**Principes généraux et lignes directrices**

*Determination of particle size distribution by gravitational liquid  
sedimentation methods —*

*Part 1: General principles and guidelines*

ISO 13317-1:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2ef7cae5-153a-4490-bb52-44c9a09c25a8/iso-13317-1-2001>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh Standards**  
**(<https://standards.iteh.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 13317-1:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2ef7cae5-153a-4490-bb52-44c9a09c25a8/iso-13317-1-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2ef7cae5-153a-4490-bb52-44c9a09c25a8/iso-13317-1-2001>

© ISO 2001

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Imprimé en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes, définitions et symboles</b> .....	2
4 <b>Principes</b> .....	4
5 <b>Seuil granulométrique, limites de forme et de porosité</b> .....	5
6 <b>Conditions d'essai</b> .....	7
7 <b>Échantillonnage</b> .....	8
8 <b>Préparation pour la sédimentométrie</b> .....	8
9 <b>Duplication et validation des essais</b> .....	9
10 <b>Rapport de résultats</b> .....	10
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Effet de la hauteur de la zone de mesurage</b> .....	11
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Exactitude de la loi de Stokes en fonction du nombre de Reynolds</b> .....	13
<b>Annexe C</b> (informative) <b>Déplacement des particules dû au mouvement brownien</b> .....	14
<b>Annexe D</b> (informative) <b>Effet des pores ouverts sur la vitesse limite des particules sphériques</b> .....	15
<b>Bibliographie</b> .....	17

[ISO 13317-1:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2ef7cae5-153a-4490-bb52-44c9a09c25a8/iso-13317-1-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2ef7cae5-153a-4490-bb52-44c9a09c25a8/iso-13317-1-2001>

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente partie de l'ISO 13317 peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

La Norme internationale ISO 13317-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 24, *Tamis, tamisage et autres méthodes de séparation granulométrique*, sous-comité SC 4, *Granulométrie par procédés autres que tamisage*.

L'ISO 13317 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Détermination de la distribution granulométrique par les méthodes de sédimentation par gravité dans un liquide*:

- *Partie 1: Principes généraux et lignes directrices*
- *Partie 2: Méthode de la pipette fixe*
- *Partie 3: Méthode aux rayons X par gravité*

Les annexes A à D de la présente partie de l'ISO 13317 sont données uniquement à titre d'information.

## Introduction

Les méthodes d'analyse granulométrique par sédimentation par gravité font partie des méthodes couramment utilisées pour déterminer la distribution granulométrique de nombreuses poudres. Les méthodes par gravité s'appliquent généralement aux échantillons d'une étendue granulométrique comprise entre 0,5 µm et 100 µm, et lorsque les conditions de sédimentation pour un nombre de Reynolds  $< 0,25$  sont satisfaites.

Il est impossible de spécifier une méthode unique d'analyse granulométrique qui puisse couvrir les nombreux types de matériaux différents rencontrés, mais il est possible de recommander des méthodes susceptibles d'être appliquées à la majorité des cas. Le but de la présente partie de l'ISO 13317 est d'obtenir une uniformité de procédure pour toute méthode par gravité sélectionnée pour faciliter les comparaisons des analyses granulométriques effectuées dans des laboratoires différents.

Les méthodes de sédimentation par gravité peuvent être utilisées

- comme partie intégrante d'un projet de recherche impliquant une analyse de la distribution granulométrique d'un matériau;
- comme partie intégrante d'une procédure de contrôle de la production d'un matériau dans laquelle la distribution granulométrique est importante;
- en tant que base d'un contrat de fourniture de matériau dans les limites de spécification indiquées.

iteh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 13317-1:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2ef7cae5-153a-4490-bb52-44c9a09c25a8/iso-13317-1-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2ef7cae5-153a-4490-bb52-44c9a09c25a8/iso-13317-1-2001>



# Détermination de la distribution granulométrique par les méthodes de sédimentation par gravité dans un liquide —

## Partie 1: Principes généraux et lignes directrices

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 13317 couvre les méthodes permettant de déterminer les distributions granulométriques des matières particulaires, généralement dans l'étendue granulométrique comprise entre 0,5 µm et 100 µm, par sédimentation par gravité dans un liquide.

**NOTE** La présente partie de l'ISO 13317 peut impliquer l'utilisation de produits et la mise en œuvre de modes opératoires et d'appareillages à caractère dangereux. Elle n'est pas destinée à traiter de tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur de la présente partie de l'ISO 13317 d'établir, avant de l'utiliser, des pratiques appropriées d'hygiène et de sécurité et de déterminer l'applicabilité des restrictions réglementaires.

Les méthodes de détermination de la distribution granulométrique décrites dans la présente partie de l'ISO 13317 sont applicables aux boues liquides ou aux matières particulaires pouvant être dispersées dans des liquides. Il est nécessaire qu'il y ait une différence positive de masse volumique entre les phases discrètes et continues, bien que la photosédimentation par gravité puisse être utilisée dans le cas d'émulsions avec lesquelles les gouttelettes d'eau sont moins denses que le liquide dans lequel elles sont dispersées. Il convient que les particules ne subissent aucun changement physique ou chimique dans le liquide de suspension. Il est nécessaire de prendre les précautions usuelles avec les matières dangereuses et l'utilisation d'analyseurs antidéflagrants s'avère nécessaire pour l'examen des liquides volatils dont le point éclair est faible.

### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 13317. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 13317 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 758, *Produits chimiques liquides à usage industriel — Détermination de la masse volumique à 20 °C.*

ISO 787-10, *Méthodes générales d'essai des pigments et matières de charge — Partie 10: Détermination de la masse volumique — Méthode utilisant un pycnomètre.*

ISO 2591-1, *Tamissage de contrôle — Partie 1: Modes opératoires utilisant des tamis de contrôle en tissus métalliques et en tôles métalliques perforées.*

ISO 8213, *Produits chimiques à usage industriel — Techniques de l'échantillonnage — Produits chimiques solides de petite granulométrie et agglomérats grossiers.*

## ISO 13317-1:2001(F)

ISO 9276-1, *Représentation de données obtenues par analyse granulométrique — Partie 1: Représentation graphique.*

ISO 13317-2, *Détermination de la distribution granulométrique par les méthodes de sédimentation par gravité dans un liquide — Partie 2: Méthode de la pipette fixe.*

ISO 13317-3, *Détermination de la distribution granulométrique par les méthodes de sédimentation par gravité dans un liquide — Partie 3: Méthode aux rayons X par gravité.*

ISO 14887, *Préparation de l'échantillon — Procédures pour la dispersion des poudres dans les liquides.*

### 3 Termes, définitions et symboles

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 13317, les termes et définitions suivants s'appliquent.

##### 3.1.1

###### **vitesse limite de sédimentation**

vitesse d'une particule dans un liquide calme, à laquelle la force due à la pesanteur exercée sur ladite particule est équilibrée par la résistance exercée par le liquide

##### 3.1.2

###### **diamètre de Stokes**

diamètre sphérique équivalent de la particule de même masse volumique et de même vitesse limite de sédimentation que la particule réelle dans le même liquide dans des conditions d'écoulement laminaire

##### 3.1.3

###### **pores ouverts**

cavités reliées à la surface extérieure de la particule soit directement, soit les unes par les autres

##### 3.1.4

###### **pores fermés**

cavités obstruées par la matière solide environnante et inaccessibles depuis la surface extérieure

##### 3.1.5

###### **refus de tamisage**

partie de la charge qui n'est pas passée à travers les ouvertures d'un tamis spécifié

##### 3.1.6

###### **tamisé**

###### **passant de tamisage**

partie de la charge qui est passée à travers les ouvertures d'un tamis spécifié

##### 3.1.7

###### **masse volumique effective de la particule**

masse de la particule divisée par le volume de liquide qu'elle déplace

##### 3.1.8

###### **masse volumique vraie de la particule**

masse de la particule divisée par le volume de liquide qu'elle occuperait, en excluant tous les pores (ouverts ou fermés) ainsi que les fissures superficielles

NOTE Elle est parfois appelée «masse volumique absolue de la particule».

### 3.2 Symboles

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 13317, les symboles suivants s'appliquent.

Grandeur	Symbole	Unité	Unité dérivée
Masse volumique effective de la particule	$\rho_s$	kg·m <sup>-3</sup>	g·cm <sup>-3</sup>
Masse volumique du liquide	$\rho_l$	kg·m <sup>-3</sup>	g·cm <sup>-3</sup>
Masse volumique vraie de la particule (aucune porosité)	$\rho_p$	kg·m <sup>-3</sup>	g·cm <sup>-3</sup>
Viscosité du liquide	$\eta$	Pa·s	mPa·s
Accélération due à la pesanteur	$g$	m·s <sup>-2</sup>	—
Distance de sédimentation	$h$	m	mm
Temps de sédimentation	$t$	s	—
Diamètre de Stokes	$x_{St}$	m	μm
Diamètre de Stokes supérieur	$x_{St,U}$	m	μm
Diamètre de Stokes inférieur	$x_{St,L}$	m	μm
Diamètre de particule sortant de la zone de mesurage	$x_{St,h}$	m	μm
Diamètre de particule entrant dans la zone de mesurage	$x_{St,h-\Delta h}$	m	μm
Vitesse limite de sédimentation	$v$	m·s <sup>-1</sup>	μm·s <sup>-1</sup>
Nombre de Reynolds	$Re$	Sans dimension	—
Paramètre synthétique	$K_1$	m·s	—
Paramètre synthétique	$K_2$	m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	—
Constante de balayage hyperbolique	$K_{balayage}$	m·s	—
Constante de Boltzmann	$k$	J·K <sup>-1</sup>	—
Température absolue	$T$	K	—
Porosité de la particule	$\varepsilon$	Sans dimension	—
Classe granulométrique de porosité ouverte de particule remplie de liquide de sédimentation	$f$	Sans dimension	—
Incertitude de classe granulométrique de la position des particules due à la diffusion thermique	$f_{diff}$	Sans dimension	—
Moyenne statistique des changements de position dans une direction pour un grand nombre de particules dus à la diffusion thermique	$\Delta h_{diff}$	m	μm
Épaisseur de la zone de mesurage	$\Delta h_{zone}$	m	μm
Rapport de résolution	$P$	Sans dimension	—
Résolution minimale acceptable	$P_{min}$	Sans dimension	—
Résolution à hauteur de zone limitée	$P_{zone}$	Sans dimension	—
Distance minimale de sédimentation pour une résolution acceptable $P_{min}$	$h_{zone,Pmin}$	m	μm

## 4 Principes

### 4.1 Généralités

Les méthodes de sédimentation par gravité sont fondées sur la vitesse de sédimentation, sous l'influence d'un champ de gravitation, des particules dans un liquide. La relation entre la vitesse de sédimentation et la granulométrie se réduit à la relation de Stokes (1) avec des nombres de Reynolds faibles. Il est recommandé que le nombre de Reynolds ne dépasse pas 0,25 lorsque l'inexactitude de la détermination de la valeur du diamètre de Stokes ne dépasse pas 3 %.

Les analyses de sédimentation de Stokes dépendent de l'applicabilité de la loi de Stokes. Cette loi définit la relation entre la granulométrie et le changement de hauteur (dans le liquide de suspension) de la particule en fonction du temps de chute de la particule, une fois sa vitesse limite atteinte.

$$h_{\text{chute}} = \frac{(\rho_s - \rho_l) g x_{\text{St}}^2 t}{18 \eta} \quad (1)$$

Il est à noter que  $h_{\text{chute}}$  est définie de sorte qu'elle augmente à mesure que la particule descend dans le récipient de sédimentation. Cette relation peut être écrite de sorte que le diamètre de Stokes de la particule puisse être déterminé à partir de la hauteur de chute de la particule pendant un temps donné  $t$ .

$$x_{\text{St}} = \sqrt{\frac{18 \eta h_{\text{chute}}}{(\rho_s - \rho_l) g t}} \quad (2)$$

Les méthodes de sédimentation peuvent être classées en méthodes incrémentales ou méthodes cumulatives. Les méthodes incrémentales sont utilisées pour déterminer la concentration des solides (ou la masse volumique de la suspension) d'une mince couche, à une hauteur et un temps connus. Les méthodes cumulatives sont utilisées pour déterminer la vitesse à laquelle les solides forment un dépôt à partir de la suspension. Dans les deux méthodes, la poudre peut être soit intégrée sous la forme d'une mince couche sur la partie supérieure d'une colonne de liquide (technique de la ligne de départ), soit dispersée de manière uniforme au début de l'analyse (technique de la suspension homogène). La méthode cumulative ne fait pas partie de la présente partie de l'ISO 13317. La technique incrémentale de la suspension homogène est la plus souvent utilisée dans la sédimentation par gravité (Figure 1) et est décrite dans la présente partie de l'ISO 13317. La technique de la ligne de départ s'applique davantage à la sédimentation centrifuge et fait partie intégrante de la future ISO 13318-2.

### 4.2 Calcul de la granulométrie

Les diamètres de Stokes sont calculés selon la relation (2).

### 4.3 Calcul du pourcentage en masse cumulée

Selon le gradient de concentration des particules obtenu par la méthode de la pipette par gravité et par la méthode aux rayons X par gravité, le pourcentage en masse cumulée doit être déterminé conformément à l'ISO 13317-2 et à l'ISO 13317-3, respectivement.

### 4.4 Effet de la hauteur de la zone de mesurage sur la résolution

Les informations sur l'effet de la hauteur de la zone de mesurage sur la résolution sont données dans l'annexe A.