
**Représentation de données obtenues par
analyse granulométrique —**

Partie 2:

**Calcul des tailles/diamètres moyens des
particules et des moments à partir de
distributions granulométriques**

Representation of results of particle size analysis —

*Part 2: Calculation of average particle sizes/diameters and moments from
particle size distributions*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b03e268a-cfd9-4909-a0e3-0e68393fe0f0/iso-9276-2-2001>



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 STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9276-2:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b03e268a-cfd9-4909-a0e3-0e68393fe0f0/iso-9276-2-2001>

© 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
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Symboles et abréviations	1
4 Définition de base d'un moment	3
5 Diamètres particuliers moyens	4
5.1 Diamètres particuliers arithmétiques moyens	4
5.2 Diamètres particuliers pondérés moyens	5
5.3 Calcul de $M_{k,r}$ et des diamètres particuliers moyens, à partir d'une distribution différentielle en nombre ou en volume, $q_0(x)$ ou $q_3(x)$	5
5.4 Calcul de $M_{k,r}$ à partir d'une distribution différentielle en nombre ou en volume, $q_0(x)$ ou $q_3(x)$, donnée sous forme d'histogramme	6
5.5 Calcul de l'aire volumique	7
5.6 Variance d'une distribution granulométrique	8
Annexe A (informative) Calculs de différents diamètres particuliers moyens à partir de l'histogramme d'une distribution différentielle en volume donnée; exemple numérique	9
Annexe B (informative) Autres diamètres particuliers moyens	12
Bibliographie	13

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 9276 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 9276-2 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 9276 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Représentation de données obtenues par analyse granulométrique*:

- *Partie 1: Représentation graphique*
- *Partie 2: Calcul des tailles/diamètres moyens des particules et des moments à partir de distributions granulométriques*
- *Partie 3: Calcul des moyennes et moments des distributions granulométriques*
- *Partie 4: Caractérisation d'un processus de triage*
- *Partie 5: Validation des calculs liés aux analyses granulométriques utilisant une représentation de distribution granulométrique log-normale*

Introduction

En analyse granulométrique, la matière particulaire est souvent décrite à partir d'échantillons représentatifs de la population afin de relier l'information granulométrique à une autre propriété physique importante comme la solidité, la fluidité, la solubilité, etc. En général, il est possible d'établir une corrélation, appelée fonction de propriété, entre la propriété physique et la taille particulaire, si une taille moyenne de particule a été calculée ou estimée à partir de la distribution granulométrique mesurée.

La présente partie de l'ISO 9276 donne une définition unique de la taille moyenne, $\bar{x}_{k,r}$, ainsi que des moments, $M_{k,r}$, d'une distribution granulométrique. Les moments sont utilisés pour calculer non seulement les tailles moyennes, mais aussi l'aire volumique, la dispersion et d'autres paramètres statistiques de la distribution granulométrique.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 9276-2:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b03e268a-cfd9-4909-a0e3-0e68393fe0f0/iso-9276-2-2001>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9276-2:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b03e268a-cfd9-4909-a0e3-0e68393fe0f0/iso-9276-2-2001>

Représentation de données obtenues par analyse granulométrique —

Partie 2:

Calcul des tailles/diamètres moyens des particules et des moments à partir de distributions granulométriques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 9276 a pour objet de fournir des équations appropriées au calcul des tailles moyennes ou des diamètres moyens de particules à partir d'une distribution granulométrique donnée. Elle part de l'hypothèse que la distribution granulométrique est disponible sous forme d'histogramme. Il est néanmoins également possible d'appliquer le même traitement mathématique si la distribution granulométrique est représentée par une fonction analytique.

Il est de plus supposé, dans la présente partie de l'ISO 9276, que la taille x d'une particule est décrite par le diamètre d'une sphère. La taille, x , peut toutefois représenter également le diamètre équivalent d'une particule de n'importe quelle autre forme selon le problème rencontré.

ISO 9276-2:2001

2 Références normatives

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b03e268a-cfd9-4909-a0e3-0e68393fe0f0/iso-9276-2-2001>

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 9276. 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 9276 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 565:1990, *Tamis de contrôle — Tissus métalliques, tôles métalliques perforées et feuilles électroformées — Dimensions nominales des ouvertures.*

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

3 Symboles et abréviations

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 9276, les symboles et abréviations suivants sont utilisés.

i	indice de la classe granulométrique avec taille particulière supérieure x_i
k	puissance de x
n	nombre total de classes granulométriques

r	type de grandeur d'une distribution (description générale)
$r = 0$	type de grandeur, en nombre
$r = 1$	type de grandeur, en longueur
$r = 2$	type de grandeur, en aire
$r = 3$	type de grandeur, en volume ou en masse
$M_{k,r}$	$k^{\text{ème}}$ moment complet d'une distribution $q_r(x)$
$m_{k,r}$	$k^{\text{ème}}$ moment centré complet d'une distribution $q_r(x)$
$q_r(x)$	distribution différentielle
$\bar{q}_{r,i}$	distribution différentielle moyenne de la $i^{\text{ème}}$ classe granulométrique, Δx_i
$\bar{q}_{r,i}(x_{i-1}, x_i)$	histogramme
$Q_r(x)$	distribution cumulative
$\Delta Q_{r,i}$	différence de deux valeurs de la distribution cumulative, c'est-à-dire quantité relative dans la $i^{\text{ème}}$ classe granulométrique, Δx_i
s_r	écart-type d'une distribution $Q_r(x)$
s_g	écart-type géométrique d'une distribution normale
S	aire
S_V	aire volumique
V	volume particulaire
\bar{V}	volume particulaire moyen
x	diamètre de la particule, diamètre d'une sphère
x_i	taille particulaire supérieure de la $i^{\text{ème}}$ classe granulométrique
x_{i-1}	taille particulaire inférieure de la $i^{\text{ème}}$ classe granulométrique
x_{\min}	taille particulaire au-dessous de laquelle il n'y a pas de particules dans une distribution granulométrique donnée
x_{\max}	taille particulaire au-dessus de laquelle il n'y a pas de particules dans une distribution granulométrique donnée
$\bar{x}_{k,r}$	diamètre particulaire moyen (description générale)
$\bar{x}_{k,0}$	diamètre particulaire arithmétique moyen (description générale)
$\bar{x}_{1,0}$	diamètre arithmétique moyen rapporté à la longueur

$\bar{x}_{2,0}$	diamètre arithmétique moyen rapporté à l'aire
$\bar{x}_{3,0}$	diamètre arithmétique moyen rapporté au volume
$\bar{x}_{1,r}$	diamètre particulaire pondéré moyen (description générale)
$\bar{x}_{1,1}$	diamètre pondéré moyen rapporté à la longueur
$\bar{x}_{1,2}$	diamètre pondéré moyen rapporté à l'aire, diamètre de Sauter
$\bar{x}_{1,3}$	diamètre pondéré moyen rapporté au volume
$\bar{x}_{\text{geo},r}$	diamètre géométrique moyen (à titre indicatif seulement)
$\bar{x}_{\text{har},r}$	diamètre harmonique moyen (à titre indicatif seulement)
$x_{50,3}$	taille particulaire médiane d'une distribution cumulative en volume
$\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$	étendue de la $i^{\text{ème}}$ classe granulométrique
z	variable sans dimension d'une loi log normale de probabilité

iTech STANDARD PREVIEW

4 Définition de base d'un moment (standards.iteh.ai)

Le $k^{\text{ème}}$ moment complet d'une distribution différentielle $q_r(x)$ (voir [1] dans la Bibliographie) est représenté par les intégrales définies dans l'équation (1):

$$M_{k,r} = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} x^k q_r(x) dx \quad (1)$$

où

M représente le moment;

k indique la puissance de x ;

r décrit le type de grandeur de la distribution différentielle.

Si $r = 0$, $q_0(x)$ représente une distribution différentielle en nombre, si $r = 3$, $q_3(x)$ représente une distribution différentielle en volume ou en masse.

L'équation (1) décrit un «moment complet» si les limites de l'intégrale sont représentées par les dimensions particulières extrêmes x_{\min} et x_{\max} .

Un moment complet spécial est représenté par $M_{0,r}$:

$$M_{0,r} = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} x^0 q_r(x) dx = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} q_r(x) dx = Q_r(x_{\max}) - Q_r(x_{\min}) = 1 \quad (2)$$

Un moment est incomplet si l'intégration est effectuée entre deux diamètres particuliers arbitraires x_i et x_{i-1} dans une gamme donnée de dimensions d'une distribution $x_{\min} < x_{i-1} < x < x_i < x_{\max}$.

$$M_{k,r}(x_{i-1}, x_i) = \int_{x_{i-1}}^{x_i} x^k q_r(x) dx \tag{3}$$

Mis à part les moments relatifs à l'origine des axes granulométriques définis dans les équations (1) et (3), il est possible d'obtenir ce qu'on appelle le $k^{\text{ème}}$ moment centré, $m_{k,r}$, d'une distribution différentielle $q_r(x)$, à partir d'une distribution différentielle donnée. Ce moment est lié au diamètre particulière pondéré moyen $\bar{x}_{1,r}$ [voir équation (11)].

Le $k^{\text{ème}}$ moment centré complet est défini par

$$m_{k,r} = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} (x - \bar{x}_{1,r})^k q_r(x) dx \tag{4}$$

Le $k^{\text{ème}}$ moment centré incomplet est représenté par

$$m_{k,r}(x_{i-1}, x_i) = \int_{x_{i-1}}^{x_i} (x - \bar{x}_{1,r})^k q_r(x) dx \tag{5}$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5 Diamètres particuliers moyens

ISO 9276-2:2001

Tous les diamètres particuliers moyens sont définis par l'équation (6): <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/68a-cfd9-4909-a0e3-0e68393fe0f0/iso-9276-2-2001>

$$\bar{x}_{k,r} = \sqrt[k]{M_{k,r}} \tag{6}$$

En fonction des chiffres choisis pour les indices k et r , il est possible de définir différents diamètres particuliers moyens. Puisque les diamètres particuliers moyens calculés à partir de l'équation (6) peuvent considérablement varier, les indices k et r doivent toujours être cités.

Il est préférable d'utiliser les deux groupes de diamètres particuliers moyens qui existent, à savoir 5.1 ou 5.2.

5.1 Diamètres particuliers arithmétiques moyens

Les diamètres particuliers arithmétiques moyens, calculés d'après une distribution différentielle en nombre, $q_0(x)$, sont:

$$\bar{x}_{k,0} = \sqrt[k]{M_{k,0}} \tag{7}$$

Le comptage une à une des particules sur une image au microscope constitue un exemple classique d'obtention de pourcentages en nombre ($r = 0$) comme base de calcul d'une moyenne.

Les diamètres particuliers moyens recommandés (voir [2] dans la Bibliographie) sont les suivants:

diamètre arithmétique moyen rapporté à la longueur:

$$\bar{x}_{1,0} = M_{1,0} \tag{8}$$

diamètre arithmétique moyen rapporté à l'aire:

$$\bar{x}_{2,0} = \sqrt[2]{M_{2,0}} \quad (9)$$

diamètre arithmétique moyen rapporté au volume:

$$\bar{x}_{3,0} = \sqrt[3]{M_{3,0}} \quad (10)$$

5.2 Diamètres particuliers pondérés moyens

Les diamètres particuliers pondérés moyens sont définis par

$$\bar{x}_{1,r} = M_{1,r} \quad (11)$$

Peser les tamis avant et après le tamisage constitue un exemple classique d'obtention de pourcentages en masse ($r = 3$) comme base de calcul d'une moyenne.

Les diamètres particuliers pondérés moyens représentent l'abscisse du centre de gravité d'une distribution $q_r(x)$. Les diamètres pondérés moyens recommandés sont représentés par les équations (12) à (15).

Le diamètre particulier pondéré moyen d'une distribution différentielle en nombre, $q_0(x)$, est égal au diamètre arithmétique moyen rapporté à la longueur [voir équation (8)]. Il est représenté par le diamètre arithmétique moyen rapporté à la longueur:

$$\bar{x}_{1,0} = M_{1,0} \quad (12)$$

Le diamètre particulier pondéré moyen d'une distribution différentielle en longueur, $q_1(x)$, est obtenu par le diamètre pondéré moyen rapporté à la longueur: [ISO 9276-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b03e268a-cfd9-4909-a0e3-0e68393fe0f0/iso-9276-2-2001)

$$\bar{x}_{1,1} = M_{1,1} \quad (13)$$

Le diamètre particulier pondéré moyen d'une distribution différentielle en aire, $q_2(x)$, est donné par le diamètre pondéré moyen rapporté à l'aire:

$$\bar{x}_{1,2} = M_{1,2} \quad (14)$$

Le diamètre particulier pondéré moyen d'une distribution différentielle en volume, $q_3(x)$, est donné par le diamètre pondéré moyen rapporté au volume:

$$\bar{x}_{1,3} = M_{1,3} \quad (15)$$

5.3 Calcul de $M_{k,r}$ et des diamètres particuliers moyens, à partir d'une distribution différentielle en nombre ou en volume, $q_0(x)$ ou $q_3(x)$

Dans beaucoup de cas d'application pratique, les données mesurées sont représentées soit par une distribution différentielle en nombre, $q_0(x)$, soit par une distribution différentielle en volume, $q_3(x)$. Le calcul des diamètres particuliers moyens ci-dessus peut alors être effectué en fonction de l'équation (16) (voir [1] dans la Bibliographie):

$$\bar{x}_{k,r} = \sqrt[k]{M_{k,r}} = \sqrt[k]{\frac{M_{k+r,0}}{M_{r,0}}} = \sqrt[k]{\frac{M_{k+r-3,3}}{M_{r-3,3}}} \quad (16)$$