

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
10226

Première édition  
1991-09-15

---

---

**Minerais alumineux — Méthodes expérimentales  
de contrôle de l'erreur systématique  
d'échantillonnage**

**iTeh STANDARD PREVIEW**

*Aluminium ores — Experimental methods for checking the bias of  
sampling*

ISO 10226:1991

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/58659833-5e68-4a70-8292-  
cd4281440479/iso-10226-1991](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/58659833-5e68-4a70-8292-cd4281440479/iso-10226-1991)



Numéro de référence  
ISO 10226:1991(F)

## 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 10226 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 129, *Minerais alumineux*, sous-comité: 19SC 1, *Echantillonnage*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/58659833-5e68-4a70-8292-cd4281440479/iso-10226-1991>

# Minerais alumineux — Méthodes expérimentales de contrôle de l'erreur systématique d'échantillonnage

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit des méthodes expérimentales de contrôle de l'erreur systématique d'échantillonnage des minerais alumineux effectué conformément aux procédés décrits dans l'ISO 8685.

NOTE 1 Ces méthodes peuvent aussi être appliquées au contrôle de l'erreur systématique de la préparation de l'échantillon, qui est effectué conformément aux prescriptions de l'ISO 6140.

## 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 6140:—<sup>1)</sup>, *Minerais alumineux — Préparation des échantillons*.

ISO 8685:—<sup>1)</sup>, *Minerais alumineux — Procédés d'échantillonnage*.

## 3 Généralités

**3.1** Dans les méthodes expérimentales données ci-après, les résultats obtenus à partir d'une méthode à tester (appelée «méthode B») sont comparés aux résultats d'une méthode de référence (appelée «méthode A») considérée comme donnant

des résultats pratiquement sans erreur, d'un point de vue technique et empirique.

Dans le cas où il n'existe pas de différence significative au sens statistique du terme, entre les résultats obtenus par la méthode B et ceux obtenus par la méthode A, la méthode B peut être alors adoptée comme méthode de routine.

NOTE 2 Dans la présente Norme internationale, l'erreur systématique est déterminée par application du test  $t$  (unilatéral) à un seuil de signification de 5 %, selon que la différence des résultats entre la méthode A et la méthode B est due à des variations purement aléatoires, ou que les résultats sont statistiquement différents.

Le nombre de paires de séries de mesures (séries de données) ne doit pas être inférieur à 20. Le nombre requis de séries de données est fonction de l'écart-type des différences calculé sur 20 séries de données et de la valeur de l'erreur systématique,  $\delta$ , à déterminer comme indiqué dans l'article 5.

N'importe quelle caractéristique chimique ou physique peut être utilisée. En règle générale toutefois, les caractéristiques sont la teneur en alumine et en silice et le taux d'humidité. L'erreur systématique n'étant pas toujours décelable pour un seul paramètre, on en retient plusieurs, et de préférence ceux qui présentent de l'intérêt pour la suite des opérations, pour s'assurer de l'absence d'erreur. Les caractéristiques à tester doivent être déterminées avant d'entreprendre l'expérimentation. Lorsque les prélèvements correspondants aux méthodes A et B peuvent être effectués en des endroits voisins du minéral, il est recommandé de procéder à la préparation des échantillons et aux essais sur chaque prélèvement pris individuellement. Aucune comparaison ne doit jamais être faite à partir de données combinant plusieurs prélèvements, sous-échantillons ou échantillons globaux.

La méthode d'analyse des données expérimentales décrite dans l'article 5 peut également être appli-

1) À publier.

quée pour contrôler une éventuelle différence significative dans les résultats obtenus à partir d'échantillons d'un même lot prélevés en des endroits différents, par exemple au point de chargement et au point de déchargement.

**3.2** Il est recommandé, même après réalisation d'une série d'expériences, de répéter les expériences à intervalles réguliers et chaque fois que la qualité du minerai change. L'expérience devra également être renouvelée lorsque le matériel ou la fourniture de minerai change.

## 4 Méthodes d'échantillonnage et de préparation des échantillons

### 4.1 Échantillonnage

La méthode de référence (méthode A) pour le contrôle de l'erreur systématique d'échantillonnage est la méthode sur bande transporteuse arrêtée. La méthode à tester (méthode B) doit être comparée avec la méthode A sur le même matériau.

EXEMPLE: Échantillonnage mécanique (voir ISO 8685)

Méthode A: Échantillonnage sur bande transporteuse arrêtée.

Méthode B: Effectuer chaque prélèvement sur le convoyeur en mouvement avec un échantillonneur mécanique.

### 4.2 Préparation des échantillons

Les méthodes de constitution d'une paire d'échantillons, de préparation des échantillons et d'essai doivent être telles qu'indiquées en 4.2.1 et 4.2.2.

**4.2.1** Les prélèvements obtenus à partir d'un lot, conformément à la méthode A et à la méthode B, sont regroupés de manière à constituer une paire d'échantillons A et B.

**4.2.2** Ces échantillons A et B sont soumis séparément, mais de la même manière, à la préparation des échantillons prescrite dans l'ISO 6140 et aux mesures spécifiées dans les Normes internationales correspondantes: on obtient ainsi une paire de mesures.

La procédure ci-dessus est effectuée sur 20 paires d'échantillons ou plus (voir 3.1).

## 5 Analyse des résultats expérimentaux

### 5.1 Détermination de l'écart-type des différences

**5.1.1** Désigner les mesures individuelles obtenues conformément aux méthodes A et B par  $x_{Ai}$ ,  $x_{Bi}$ , respectivement.

**5.1.2** Calculer la différence,  $d_i$ , entre  $x_{Ai}$  et  $x_{Bi}$  à l'aide de l'équation

$$d_i = x_{Bi} - x_{Ai} \text{ avec } i = 1, 2, \dots, k \quad \dots (1)$$

où  $k$  est le nombre de paires de séries données.

**5.1.3** Calculer la moyenne des différences,  $\bar{d}$ , avec une décimale de plus que pour les mesures elles-mêmes.

$$\bar{d} = \frac{1}{k} \sum d_i \quad \dots (2)$$

**5.1.4** Calculer la somme des carrés,  $SS_d$ , et l'écart-type,  $s_d$ , de la différence:

$$SS_d = \sum d_i^2 - \frac{1}{k} \left( \sum d_i \right)^2 \quad \dots (3)$$

$$s_d = \sqrt{SS_d / (k - 1)} \quad \dots (4)$$

### 5.2 Détermination du nombre de séries de données, $n_r$ , requis pour l'expérimentation

Calculer les valeurs de la différence normalisée,  $D$ , à l'aide de l'équation

$$D = \frac{\delta}{s_d} \quad \dots (5)$$

Puis déterminer, à partir du tableau 1, la valeur de  $n_r$  correspondant à la valeur de  $D$ .

Si  $n_r \leq k$ , procéder de la manière indiquée en 5.3. Si  $n_r > k$ , poursuivre l'expérimentation sur  $(n_r - k)$  séries de données.

Répéter la même procédure jusqu'à ce que le nombre de séries de données soit égal ou supérieur à la valeur de  $n_r$  prescrite dans le tableau 1.

**Tableau 1 — Nombre requis de séries de données,  $n_r$ , déterminé en fonction de la valeur de la différence normalisée,  $D$**

Étendue de la différence normalisée $D$	Nombre requis de séries de données $n_r$	Étendue de la différence normalisée $D$	Nombre requis de séries de données $n_r$
$0,30 \leq D < 0,35$	122	$1,1 \leq D < 1,2$	11
$0,35 \leq D < 0,40$	90	$1,2 \leq D < 1,3$	10
$0,40 \leq D < 0,45$	70	$1,3 \leq D < 1,4$	8
$0,45 \leq D < 0,50$	55	$1,4 \leq D < 1,5$	8
$0,50 \leq D < 0,55$	45	$1,5 \leq D < 1,6$	7
$0,55 \leq D < 0,60$	38	$1,6 \leq D < 1,7$	6
$0,60 \leq D < 0,65$	32	$1,7 \leq D < 1,8$	6
$0,65 \leq D < 0,70$	28	$1,8 \leq D < 1,9$	6
$0,70 \leq D < 0,75$	24	$1,9 \leq D < 2,0$	5
$0,75 \leq D < 0,80$	21	$2,0 \leq D$	5
$0,80 \leq D < 0,85$	19		
$0,85 \leq D < 0,90$	17		
$0,90 \leq D < 0,95$	15		
$0,95 \leq D < 1,00$	14		
$1,00 \leq D < 1,10$	13		

NOTE — Ce tableau est extrait des pages 606 et 607 de l'ouvrage *The Design and Analysis of Industrial Experiments* publié par Owen L. Davies en 1956. Il reprend les valeurs de  $n_r$  pour  $D$  à un niveau de confiance  $\alpha = 0,05$  et  $\beta = 0,05$ , où  $\alpha$  est le risque de supposer une différence statistique là où il n'y en a pas (c'est-à-dire le niveau de confiance du test  $t$  unilatéral) et  $\beta$  est le risque de ne pas supposer de différence statistique lorsqu'il y a une erreur systématique  $\delta$ .

**Tableau 2 — Valeur de  $t$  au niveau de signification de 5 % (test  $t$  unilatéral)**

Nombre de paires de séries de données $k$	$t$	Nombre de paires de séries de données $k$	$t$
20	1,729	40	1,685
21	1,725	41	1,684
22	1,721	42	1,683
23	1,717	43	1,682
24	1,714	44	1,681
25	1,711	45	1,680
26	1,708	46	1,679
27	1,706	47	1,679
28	1,703	48	1,678
29	1,701	49	1,677
30	1,699	50	1,677
31	1,697	51	1,676
32	1,696	61	1,671
33	1,694	81	1,664
34	1,692	121	1,658
35	1,691	241	1,651
36	1,690	$\infty$	1,645
37	1,688		
38	1,687		
39	1,686		

NOTE — Ce tableau est extrait de *Statistical Tables and Formulas with Computer Applications* (Japanese Standards Association, Tokyo, 1972).

### 5.3 Essai statistique

Calculer la valeur de  $t_0$  à trois décimales près, en arrondissant au plus près la quatrième décimale:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{k}} \quad \dots (6)$$

Si la valeur absolue de  $t_0$  est inférieure à la valeur de  $t$  correspondant à  $k$  comme indiqué dans le tableau 2, il faut en conclure que la différence n'est pas significative et que la méthode B peut être adoptée comme méthode de routine.

## 6 Exemples numériques d'expérimentation

### 6.1 Exemple numérique 1 ( $\delta$ : 0,2 % de la teneur en alumine)

L'exemple numérique donné dans le tableau 3 est le résultat d'une expérimentation sur un échantillonneur mécanique, conformément à 4.1.

L'erreur systématique à déterminer par expérimentation est de 0,2 % de la teneur en alumine.

Tableau 3 — Exemple numérique 1

Série de données	Teneur en alumine (%)		$d_i = x_{Bi} - x_{Ai}$	$d_i^2$
	$x_{Bi}$	$x_{Ai}$		
1	59,20	59,00	0,20	0,0400
2	59,75	59,67	0,08	0,0064
3	62,00	61,74	0,26	0,0676
4	62,62	63,16	-0,54	0,2916
5	62,96	63,26	-0,30	0,0900
6	60,02	59,92	0,10	0,0100
7	63,17	63,11	0,06	0,0036
8	63,91	63,87	0,04	0,0016
9	59,98	60,42	-0,44	0,1936
10	61,21	61,13	0,08	0,0064
11	61,26	61,30	-0,04	0,0016
12	58,98	59,22	-0,24	0,0576
13	58,95	59,09	-0,14	0,0196
14	61,97	61,89	0,08	0,0064
15	59,36	58,88	0,48	0,2304
16	63,74	64,24	-0,50	0,2500
17	62,74	63,14	-0,40	0,1600
18	60,47	60,33	0,14	0,0196
19	62,55	63,03	-0,48	0,2304
20	63,80	63,94	-0,14	0,0196
Somme			-1,70	1,7060

$$\bar{d} = \frac{1}{k} \sum d_i = \frac{-1,70}{20} = -0,085$$

$$S_d = \sum d_i^2 - \frac{1}{k} (\sum d_i)^2$$

$$= 1,7060 - \frac{(-1,70)^2}{20} = 1,5615$$

$$s_d = \sqrt{S_d / (k - 1)} = \sqrt{1,5615 / 19} = 0,287$$

Par conséquent

$$D = \frac{\delta}{s_d} = \frac{0,2}{0,287} = 0,696$$

Le tableau 1 donne  $n_r = 28$ , donc le nombre de séries de données de l'expérimentation est insuffisant. Il convient donc d'entreprendre une série de huit expérimentations supplémentaires et d'effectuer le test de signification sur un total de 28 séries de données.

6.2 Exemple numérique 2 ( $\delta$ : 0,15 % de la teneur en alumine)

L'exemple numérique donné dans le tableau 4 est le résultat d'une expérimentation menée sur un échantillonneur mécanique, conformément à 4.1.

L'erreur systématique à déterminer par expérimentation est de 0,15 % de la teneur en alumine.

Tableau 4 — Exemple numérique 2

Série de données	Teneur en alumine (%)		$d_i = x_{Bi} - x_{Ai}$	$d_i^2$
	$x_{Bi}$	$x_{Ai}$		
1	49,50	49,00	0,50	0,2500
2	50,05	49,67	0,38	0,1444
3	52,10	51,74	0,36	0,1296
4	53,32	53,16	0,16	0,0256
5	53,26	53,06	0,20	0,0400
6	50,32	49,92	0,40	0,1600
7	53,47	53,11	0,36	0,1296
8	53,91	53,57	0,34	0,1156
9	50,28	50,02	0,26	0,0676
10	51,51	51,13	0,38	0,1444
11	51,56	51,30	0,26	0,0676
12	49,28	49,02	0,26	0,0676
13	48,95	48,75	0,20	0,0400
14	51,97	51,59	0,38	0,1444
15	49,36	48,88	0,48	0,2304
16	54,04	53,75	0,29	0,0841
17	53,04	52,80	0,24	0,0576
18	50,77	50,42	0,35	0,1225
19	52,85	52,62	0,23	0,0529
20	53,80	53,53	0,27	0,0729
Somme			6,30	2,1468

$$\bar{d} = \frac{1}{k} \sum d_i = \frac{+6,30}{20} = +0,315$$

$$SS_d = \sum d_i^2 - \frac{1}{k} (\sum d_i)^2$$

$$= 2,1468 - \frac{(6,30)^2}{20} = 1,1623$$

$$s_d = \sqrt{SS_d / (k - 1)} = \sqrt{1,1623 / 19} = 0,092$$

Par conséquent

$$D = \frac{\delta}{s_d} = \frac{0,15}{0,092} = 1,63$$

Le tableau 1 donne  $n_r = 6$ , donc le nombre de séries de données de l'expérimentation est suffisant.

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{k}} = \frac{+0,315}{0,092/\sqrt{20}} = +15,312$$

$t = 1,729$  pour  $k = 20$  du tableau 2

$$|t_0| > t$$

Par conséquent, la conclusion est que la méthode B est affectée d'une erreur systématique significative qui doit être éliminée par des mesures adéquates.

### 6.3 Exemple numérique 3 ( $\delta$ : 0,3 % du taux d'humidité)

Le dernier exemple numérique donné dans le tableau 5 est le résultat d'une expérimentation menée sur l'influence de la taille des particules et de la masse des échantillons sur le taux d'humidité. Cette expérimentation permet de comparer des échantillons de masse inférieure à 1 kg et de granulométrie inférieure à 10 mm (méthode B) à des échantillons de masse inférieure à 5 kg et de granulométrie inférieure à 22,4 mm (méthode A).

L'erreur systématique à déterminer par expérimentation est de 0,3 % du taux d'humidité.

$$\bar{d} = \frac{1}{k} \sum d_i = \frac{-0,57}{20} = -0,028$$

$$SS_d = \sum d_i^2 - \frac{1}{k} \left( \sum d_i \right)^2$$

$$= 1,609\ 5 - \frac{(-0,57)^2}{20} = 1,593\ 3$$

$$s_d = \sqrt{SS_d/(k-1)} = \sqrt{1,593\ 3/19} = 0,290$$

Par conséquent

$$D = \frac{\delta}{s_d} = \frac{0,3}{0,290} = 1,03$$

Le tableau 1 donne  $n_r = 13$ , donc le nombre de séries de données de l'expérimentation est suffisant.

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{k}} = \frac{-0,028}{0,290/\sqrt{20}} = -0,432$$

$t = 1,729$  pour  $k = 20$  du tableau 2

$$|t_0| < t$$

La différence  $d = -0,028$  n'est donc pas significative au niveau 5 % et est très faible. La méthode B peut donc être adoptée comme méthode de routine.

Tableau 5 — Exemple numérique 3

Série de données	Taux d'humidité (%)		$d_i = x_{Bi} - x_{Ai}$	$d_i^2$
	$x_{Bi}$	$x_{Ai}$		
1	12,64	12,99	-0,35	0,122 5
2	11,47	11,60	-0,13	0,016 9
3	12,35	12,27	0,08	0,006 4
4	12,70	12,75	-0,05	0,002 5
5	10,64	10,59	0,05	0,002 5
6	11,78	11,63	0,15	0,022 5
7	10,55	10,91	-0,36	0,129 6
8	12,92	13,29	-0,37	0,136 9
9	12,75	12,85	-0,10	0,010 0
10	12,09	12,36	-0,27	0,072 9
11	13,73	13,38	0,35	0,122 5
12	12,93	12,83	0,10	0,010 0
13	12,37	12,68	-0,31	0,096 1
14	12,09	12,27	-0,18	0,032 4
15	11,94	12,02	-0,08	0,006 4
16	12,24	11,54	0,70	0,490 0
17	12,11	11,62	0,49	0,240 1
18	10,36	10,46	-0,10	0,010 1
19	11,80	12,07	-0,27	0,072 9
20	12,14	12,06	0,08	0,006 4
<b>Somme</b>			-0,57	1,609 5

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

ISO 10226:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/58659833-5e68-4a70-8292-cd4281440479/iso-10226-1991>

---

---

**CDU 553.492:620.11:519.23**

**Descripteurs:** minéral, mineral d'aluminium, échantillonnage, exactitude, analyse statistique.

Prix basé sur 5 pages

---

---