

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**9033**

Première édition  
1989-09-01

---

---

**Minerais alumineux — Détermination de  
l'humidité du matériau en vrac**

**iTeh** *Aluminium ores — Determination of the moisture content of bulk material*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 9033:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/110cab30-f83e-49ea-823f-92fb758221f5/iso-9033-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/110cab30-f83e-49ea-823f-92fb758221f5/iso-9033-1989>

NORME

ISO



Numéro de référence  
ISO 9033 : 1989 (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 approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9033 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 129, *Minerais alumineux*.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale.

© ISO 1989

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

# Minerais alumineux — Détermination de l'humidité du matériau en vrac

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode pour la détermination de l'humidité des minerais alumineux. Elle est applicable aux échantillons prélevés dans des minerais en vrac, par exemple sur navires et sur tas de stockage. L'annexe A prescrit la méthode à utiliser en cas de difficulté de tamisage, broyage et division d'un échantillon collant ou trop humide. Dans ce cas, l'échantillon peut être séché au préalable jusqu'à ce que le mode opératoire puisse se poursuivre sans problème et la détermination de la teneur en humidité du lot avant séchage doit être effectuée par la méthode prescrite dans cette annexe. L'annexe B prescrit des méthodes permettant de corriger l'humidité pour tenir compte de la pluie ou des projections d'eau. Si le lot est exposé à la pluie ou à des projections d'eau pour lutter contre la poussière, sa teneur en humidité doit être corrigée pour tenir compte de cette addition d'eau suivant les indications de l'annexe B.

## 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 — Méthodes d'échantillonnage*.

## 3 Principe

Séchage d'une prise d'essai jusqu'à masse constante dans une étuve avec circulation forcée d'air régulée à  $105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Mesurage de la perte de masse.

## 4 Appareillage

Matériel courant de laboratoire, et

### 4.1 Plateau de séchage.

4.2 **Étuve avec circulation forcée d'air**, régulée à  $105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .

4.3 **Appareil de pesée**, avec une précision de lecture correspondant à 0,01 % de la masse de la prise d'essai.

## 5 Échantillonnage et échantillons

Les échantillons doivent être prélevés et préparés selon les méthodes prescrites respectivement dans l'ISO 8685 et l'ISO 6140. Deux variantes sont possibles pour la préparation des échantillons :

a) un échantillon pour humidité est préparé et analysé séparément pour chaque prélèvement élémentaire ou sous-échantillon ;

b) les échantillons pour humidité sélectionnés dans chaque prélèvement élémentaire ou sous-échantillon sont combinés en un échantillon global.

## 6 Mode opératoire

### 6.1 Prise d'essai

Les prises d'essai préparées de la manière indiquée dans l'ISO 6140 doivent être conservées en contenants scellés et doivent avoir les masses minimales prescrites dans le tableau 1.

Si l'étuve (4.2) ne peut pas contenir une grosse masse de prise d'essai, celle-ci peut être divisée en plusieurs parties pour le séchage. Diviser la prise d'essai en un minimum possible de portions, en évitant de modifier la teneur en humidité.

NOTE — En aucun cas, la masse minimale de la prise d'essai ne doit être inférieure à 1 kg.

Pour éviter de diviser les prises d'essai en portions plus petites pour le séchage, il est possible de déterminer l'humidité sur les prélèvements élémentaires ou sous-échantillons dans leur état de prélèvement, mais la somme des masses de tous les prélèvements élémentaires ou de tous les sous-échantillons doit être supérieure à la masse des prises d'essai indiquées dans le tableau 1.

### 6.2 Nombre de déterminations

Deux cas peuvent se présenter :

a) Si les échantillons pour humidité sélectionnés dans chaque prélèvement élémentaire ou sous-échantillon doivent être analysés séparément, il y aura autant de dosages que de prélèvements élémentaires ou de sous-échantillons.

1) À publier.

NOTE — Si le nombre de sous-échantillons par lot est inférieur à quatre, préparer les prises d'essai en double sur chaque sous-échantillon avant de les analyser.

b) Si les échantillons pour humidité sélectionnés dans chaque sous-échantillon sont combinés en un échantillon global, le nombre de prises d'essai à préparer est de quatre. Les déterminations de l'humidité doivent être effectuées sur deux prises d'essai, les deux autres étant gardées en réserve.

### 6.3 Séchage de la prise d'essai

Peser le conteneur contenant la prise d'essai de minerai alumineux avant de l'ouvrir (c'est-à-dire à l'état brut de réception). Peser le plateau de séchage propre et sec (4.1). Verser le minerai d'aluminium dans le plateau et l'étaler soigneusement sur une épaisseur ne dépassant pas la valeur indiquée dans le tableau 1.

Placer le plateau renfermant le minerai, le conteneur et son couvercle (le cas échéant), ainsi que toutes les particules de minerai qui peuvent y rester collées, dans l'étuve (4.2) et maintenir le tout à une température de 105 °C ± 5 °C pendant la durée minimale de séchage prescrite dans le tableau 1.

NOTE — Le plateau doit être placé sur une grille et non sur le fond de l'étuve. Il ne doit pas toucher les parois de celle-ci.

Enlever le conteneur, son couvercle, le plateau et le minerai de l'étuve et peser immédiatement. Remettre le conteneur, son couvercle, le plateau et le minerai dans l'étuve et maintenir le tout à une température de 105 °C ± 5 °C pendant encore 2 h.

Enlever le conteneur, son couvercle, le plateau et le minerai de l'étuve et peser. Ces deux dernières pesées doivent correspondre dans les limites prescrites dans le tableau 1. Si elles ne correspondent pas, répéter les opérations d'étuvage et de pesage pendant 2 h jusqu'à ce qu'elles correspondent. Dès que les masses correspondent dans les limites prescrites, noter la masse du conteneur sec, de son couvercle, du plateau et du minerai étuvé.

Faire tomber à la brosse toutes les particules de minerai pouvant adhérer au conteneur, et peser le conteneur sec et son couvercle.

Tableau 1 — Prescriptions pour la détermination de l'humidité

Dimension granulométrique nominale maximale du minerai mm	Épaisseur maximale de la couche mm	Masse minimale kg	Différence maximale admissible entre deux pesées successives des échantillons étuvés g	Précision de la pesée g	Durée minimale de séchage h
63,0	70	110	110	10	16
45,0	50	40	40	4	12
31,5	35	14	14	1	8
22,4	25	5	5	0,5	6
16,0	20	2	2	0,2	4
11,2	13	1	1	0,1	4

## 7 Expression des résultats

### 7.1 Teneur en humidité de la prise d'essai

Calculer la teneur en humidité de la prise d'essai à l'aide de la formule

$$w_i = \frac{(m_1 + m_2 - m_3)}{(m_1 - m_4)} \times 100$$

où

$w_i$  est la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, de la prise d'essai ;

$m_1$  est la masse initiale, en kilogrammes, du conteneur, de son couvercle et de la prise d'essai ;

$m_2$  est la masse, en kilogrammes, du plateau de séchage ;

$m_3$  est la masse, en kilogrammes, du conteneur, de son couvercle, du plateau de séchage et de la prise d'essai, après étuvage ;

$m_4$  est la masse, en kilogrammes, du conteneur étuvé vidé et de son couvercle.

Enregistrer les masses à 1 g près, sauf pour l'échantillon de 110 kg qui admet une tolérance de 10 g.

### 7.2 Teneur en humidité du lot

#### 7.2.1 Échantillons analysés séparément pour chaque sous-échantillon

Calculer la teneur en humidité d'un lot à l'aide de la formule

$$w = \frac{\sum_{i=1}^k \mu_i w_i}{\sum_{i=1}^k \mu_i}$$

où

$w$  est la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, du lot ;

$k$  est le nombre de sous-échantillons constituant le lot ;

$\mu_i$  est la masse, en tonnes, du  $i^{\text{ème}}$  sous-échantillon ;

$w_i$  est la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, déterminée sur le  $i^{\text{ème}}$  sous-échantillon (prise d'essai).

### 7.2.2 Échantillons pour humidité combinés en un échantillon global

Si les déterminations de l'humidité effectuées sur chacune des prises d'essai en double de 6.2 b) ne s'écartent pas de plus de 0,3 % (*m/m*), jeter les prises d'essai gardées en réserve et calculer la teneur en humidité du lot à l'aide de la formule

$$w = \frac{w_{i1} + w_{i2}}{2}$$

où  $w_{i1}$  et  $w_{i2}$  sont respectivement les teneurs en humidité, exprimées en pourcentage en masse, des prises d'essai 1 et 2.

Si les valeurs de  $w_{i1}$  et de  $w_{i2}$  diffèrent de plus de 0,3 % (*m/m*), répéter la détermination (6.3) sur les deux prises d'essai restantes. Si les résultats coïncident à 0,3 % (*m/m*) près, calculer la teneur en humidité du lot en faisant la moyenne des résultats obtenus sur les prises en double.

Si ces deux résultats ne coïncident pas à 0,3 % (*m/m*) près, prendre les quatre résultats, éliminer le plus élevé et le plus faible, et calculer la teneur en humidité du lot en faisant la moyenne des deux résultats restants.

### 7.3 Correction de l'humidité due à la pluie ou aux projections d'eau

Faire cette correction de la manière indiquée dans l'annexe B.033:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/110cab30-f83e-49ea-823f-92fb758221f5/iso-9033-1989>

### 7.4 Calcul du résultat final

Le résultat obtenu en 7.2.1 ou 7.2.2 doit être calculé avec trois décimales et arrondi à la première décimale de la manière suivante :

- si la deuxième décimale est inférieure à 5, l'éliminer et conserver telle quelle la première décimale ;
- si la deuxième décimale est un 5 et si la troisième décimale est différente de 0, ou si la deuxième décimale est supérieure à 5, arrondir la première décimale au chiffre supérieur ;
- si la deuxième décimale est un 5 et la troisième décimale est un 0, éliminer le 5 et conserver telle quelle la première décimale s'il s'agit des chiffres 0, 2, 4, 6 ou 8, ou l'arrondir au chiffre supérieur s'il s'agit des chiffres 1, 3, 5, 7 ou 9.

### 8 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes :

- les détails nécessaires à l'identification de l'échantillon ;
- la référence à la présente Norme internationale ;
- les résultats de l'essai ;
- le numéro de référence des résultats ;
- toute observation faite pendant la détermination et toute opération, non prévue dans la présente Norme internationale, susceptible d'avoir eu une influence sur les résultats.

## Annexe A (normative)

### Détermination de la teneur en humidité d'un minerai d'aluminium collant ou humide

#### A.1 Généralités

Lorsqu'il est difficile de tamiser, de concasser et de diviser un échantillon parce qu'il est collant ou trop humide, on peut le sécher au préalable jusqu'à ce que la préparation puisse se poursuivre sans problème.

Il convient que le minerai ne soit pas préséché jusqu'au stade où il risque de réabsorber de l'humidité durant l'opération ultérieure. Il y a lieu de déterminer ce stade par expérimentation pour chaque type de minerai d'aluminium.

#### A.2 Mode opératoire et expression des résultats

Déterminer la masse initiale de l'échantillon pour essai. Étaler l'échantillon sur une couche d'épaisseur uniforme et le sécher à l'air ou dans une étuve à une température ne dépassant pas 105 °C. Après séchage, déterminer à nouveau la masse de l'échantillon pour essai.

Calculer la teneur en humidité de l'échantillon préséché à l'aide de la formule

$$w_p = \frac{m_5 - m_6}{m_5} \times 100$$

où

$w_p$  est la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, de la prise d'essai préséchée ;

$m_5$  est la masse initiale, en grammes, de l'échantillon pour essai ;

$m_6$  est la masse, en grammes, de l'échantillon après préséchage.

Préparer sur l'échantillon préséché les prises d'essai pour la détermination de l'humidité suivant les indications de l'article 6. Déterminer la perte de masse par séchage de la prise d'essai de la manière indiquée dans l'article 7 et calculer la teneur en

humidité supplémentaire, en pourcentage en masse, de la manière indiquée en 7.1.

Calculer la teneur en humidité totale (à l'état brut de réception) à l'aide de la formule

$$w_j = w_p + \frac{100 - w_p}{100} \times w_i$$

où

$w_i$  est la teneur en humidité supplémentaire, exprimée en pourcentage en masse, déterminée de la manière indiquée en 7.1 après préséchage ;

$w_j$  est la teneur en humidité totale, exprimée en pourcentage en masse, de l'échantillon pour essai ;

$w_p$  est telle que définie ci-dessus.

Calculer la teneur en humidité du lot à l'aide de la formule

$$w = \frac{\sum_{j=1}^k \mu_j w_j}{\sum_{j=1}^k \mu_j}$$

où

$w$  est la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, du lot ;

$k$  est le nombre de sous-échantillons constituant le lot ;

$\mu_j$  est la masse, en tonnes, du  $j^{\text{ème}}$  sous-échantillon ;

$w_j$  est la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, corrigée de l'humidité à l'état préséché, déterminée sur le  $j^{\text{ème}}$  sous-échantillon (prise d'essai).

## Annexe B (normative)

### Correction de l'humidité due à la pluie ou aux projections d'eau

#### B.1 Domaine d'application

La présente annexe traite de la correction à apporter à la teneur en humidité d'un lot de minerai alumineux pour tenir compte de la masse d'eau déversée sur le minerai pendant la manutention pour empêcher l'envol de poussières. Selon que la pulvérisation d'eau se fait avant ou après la détermination de l'humidité, il convient d'apporter la correction soit en moins, soit en plus, respectivement.

La présente annexe traite également de la correction à apporter à la teneur en humidité du lot pour tenir compte de l'humidité due à la pluie.

Les projections d'eau peuvent intervenir dans les cas suivants :

- a) lorsque les réglementations locales sur l'environnement dans les ports de chargement ou de déchargement exigent un contrôle des poussières,

ou

- b) lorsque les difficultés de manutention du minerai en raison de ses caractéristiques, des conditions atmosphériques, des engins de manutention, etc., sont atténuées par l'eau ajoutée.

La correction de teneur en humidité du lot en raison de la pluie ne s'effectue que si la quantité de précipitations a été significative. Le niveau à partir duquel cette correction est nécessaire peut faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

#### B.2 Corrections valables pour les projections d'eau

##### B.2.1 Projections d'eau

Par projections d'eau, on entend la quantité d'eau déversée sur le minerai entre le moment de la détermination de la teneur en humidité et la détermination du tonnage.

##### B.2.2 Détermination de la masse d'eau

Le mesurage du volume d'eau déversée doit être effectué à l'aide d'un compteur dont la précision est de  $\pm 5\%$ . Le volume mesuré est converti en masse, en tonnes, par multiplication de la valeur obtenue par la masse volumique de l'eau.

NOTE — L'eau douce est censée avoir une masse volumique de  $1 \text{ t/m}^3$ .

##### B.2.3 Masse du lot à corriger

La masse, en tonnes, du lot doit être déterminée par calcul de la différence entre les tonnages des expertises initiale et finale.

##### B.2.4 Calcul de la teneur en humidité corrigée après projection d'eau au chargement

La teneur finale en humidité doit être calculée à l'aide de la formule

$$w_s = w + (100 - w) \times \frac{m_7}{m_8} \times f$$

où

$w_s$  est la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, du lot corrigée pour tenir compte des projections d'eau ;

$w$  est la valeur moyenne de la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, déterminée en 7.2 ;

$m_7$  est la masse, en tonnes, d'eau déversée ;

$m_8$  est la masse, en tonnes, du lot ;

$f$  est le facteur tenant compte des pertes en eau pendant l'arrosage. La valeur de  $f$  est fixée par accord commercial entre les parties concernées. Elle est égale à 1 s'il n'y a pas de perte en eau.

##### B.2.5 Calcul de la teneur en humidité corrigée après projection d'eau au déchargement

La teneur finale en humidité, exprimée en pourcentage en masse, doit être calculée à l'aide de la formule

$$w_s = w - (100 - w) \times \frac{m_7}{m_8} \times f$$

où  $w_s$ ,  $w$ ,  $m_7$ ,  $m_8$  et  $f$  sont définis en B.2.4.

#### B.3 Corrections valables pour l'eau de pluie

##### B.3.1 Principe

Détermination de la teneur en humidité du lot à partir de la teneur mesurée compte tenu des effets de la pluie tombée dans la (ou les) cale(s) du navire et sur les engins de manutention pendant les opérations de manutention.

##### B.3.2 Surface utile exposée à la pluie

La surface utile exposée à la pluie doit être calculée par addition des surfaces ci-après et arrondie au  $1 \text{ m}^2$  le plus proche.

**B.3.2.1 Cale(s)**

La surface ouverte, en mètres carrés, de la (ou des) cale(s) dans laquelle le lot se trouve exposé à la pluie, doit être calculée à partir des plans se trouvant à bord du navire.

**B.3.2.2 Trémie(s)**

La surface ouverte, en mètres carrés, de la (ou des) trémie(s) utilisée(s) pour transporter le lot et qui se trouvent exposée(s) à la pluie doit être calculée à partir des plans de la (ou des) trémie(s).

**B.3.2.3 Transporteur(s) à courroies**

La surface ouverte, en mètres carrés, du (ou des) transporteur(s) à courroie doit être calculée par multiplication de la largeur utile de la courroie par la longueur exposée à la pluie durant le transport du lot jusqu'au point de prélèvement des échantillons pour détermination de l'humidité.

**B.3.3 Durée des précipitations**

La durée des précipitations doit être déterminée sur la période séparant la première expertise de la fin de l'échantillonnage.

**B.3.4 Détermination de la quantité d'eau de pluie tombée**

La quantité d'eau de pluie tombée doit être déterminée à l'aide d'un pluviomètre étalonné placé à proximité du point de chargement ou de déchargement. La hauteur d'eau doit être mesurée au 0,1 mm le plus proche.

**B.3.5 Masse d'eau de pluie**

La masse d'eau de pluie doit être calculée à l'aide de la formule suivante et arrondie à l'unité la plus proche :

$$m_R = AR \times \frac{1}{1\ 000} \times \rho$$

où

- $m_R$  est la masse, en tonnes, d'eau de pluie ;
- $A$  est la superficie, en mètres carrés, calculée en B.3.2 ;
- $R$  est la hauteur d'eau, en millimètres, obtenue en B.3.4 ;
- $\rho$  est la masse volumique, en tonnes par mètre cube, de l'eau de pluie (dans le cas présent,  $\rho = 1\ \text{t/m}^3$ ).

**B.3.6 Calcul de la teneur en humidité corrigée en cas de pluie au chargement**

La teneur en humidité du lot doit être calculée à l'aide de la formule

$$w_R = w + (100 - w) \times \frac{m_R}{m_g}$$

où

$w_R$  est la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, du lot corrigée pour tenir compte de la pluie ;

$w$  est la valeur moyenne de la teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, déterminée en 7.2 ;

$m_R$  est la masse, en tonnes, d'eau de pluie ;

$m_g$  est la masse, en tonnes, du lot.

**B.3.7 Calcul de la teneur en humidité corrigée en cas de pluie au déchargement**

La teneur en humidité, exprimée en pourcentage en masse, du lot doit être calculée à l'aide de la formule

$$w_R = w - (100 - w) \times \frac{m_R}{m_g}$$

où  $w_R$ ,  $m_R$  et  $m_g$  sont définis en B.3.6.

**B.4 Corrections tenant compte des deux effets combinés**

**B.4.1 Corrections au chargement**

La teneur corrigée en humidité d'un lot exposé aux effets combinés de la pluie et des projections d'eau doit être calculée à l'aide de la formule

$$w_o = w + (100 - w) \times \frac{(m_7 f + m_R)}{m_g}$$

où

$w_o$  est la teneur corrigée en humidité, exprimée en pourcentage en masse, du lot ;

$w$ ,  $m_7$ ,  $m_g$ ,  $m_R$  et  $f$  sont définis antérieurement.

**B.4.2 Corrections au déchargement**

La teneur corrigée en humidité, exprimée en pourcentage en masse, d'un lot exposé aux effets combinés de la pluie et des projections d'eau doit être calculée à l'aide de la formule

$$w_o = w - (100 - w) \times \frac{(m_7 f + m_R)}{m_g}$$

où  $w_o$ ,  $w$ ,  $m_7$ ,  $m_g$ ,  $m_R$  et  $f$  sont définis antérieurement.

iTeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iTeH.af)  
ISO 9033:1989  
https://standards.iTeH.com/standards/sist/110cab30-83e-49ea-823f-92fb758221f5/iso-9033-1989

Page blanche

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

ISO 9033:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/110cab30-f83e-49ea-823f-92fb758221f5/iso-9033-1989>