
NORME INTERNATIONALE **ISO** 3087



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

102

Minerais de fer — Détermination de l'humidité

Iron ores — Determination of moisture content

Première édition — 1974-04-01

CDU 553.31 : 549.1 : 53

Réf. N° : ISO 3087-1974 (F)

Descripteurs : minéral métallifère, minerai de fer, analyse chimique, dosage, teneur en eau, méthode gravimétrique.

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

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.

La Norme Internationale ISO 3087 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 102, *Minerais de fer*, et soumise aux Comités Membres en février 1973.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Royaume-Uni
Allemagne	Iran	Suède
Australie	Italie	Tchécoslovaquie
Autriche	Japon	Thaïlande
Belgique	Nouvelle-Zélande	Turquie
Bulgarie	Pays-Bas	U.R.S.S.
Canada	Pologne	U.S.A.
Egypte, Rép. arabe d'	Portugal	
Espagne	Roumanie	

Le Comité Membre du pays suivant a désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Inde

Minerais de fer – Détermination de l'humidité

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie une méthode de détermination de l'humidité d'un échantillon de minerai de fer.

La méthode prescrite est applicable à tous les minerais de fer, naturels ou traités (boulettes, concentrés et agglomérés).

Cependant, certaines limonites, certains sulfures, certains minerais contenant beaucoup d'eau de constitution et certains minerais traités contenant du fer métallique peuvent donner des résultats erronés, dans les conditions prescrites.

2 RÉFÉRENCES

Ce document doit être lu conjointement avec les Normes Internationales suivantes :

ISO 3081, *Minerais de fer – Échantillonnage par prélèvements – Méthode manuelle.*

ISO 3082, *Minerais de fer – Échantillonnage par prélèvements – Méthode mécanique.*¹⁾

ISO 3083, *Minerais de fer – Préparation des échantillons.*

ISO 3084, *Minerais de fer – Méthodes expérimentales d'évaluation de la variation de qualité.*²⁾

ISO 3085, *Minerais de fer – Méthodes expérimentales de contrôle de la fidélité de l'échantillonnage.*²⁾

ISO 3086, *Minerais de fer – Méthodes expérimentales de contrôle de l'erreur systématique d'échantillonnage.*

3 DÉFINITION

échantillon pour humidité : Échantillon prélevé pour la détermination de l'humidité de la livraison ou d'une partie de la livraison.

4 RÈGLES GÉNÉRALES

4.1 L'échantillon pour humidité doit être prélevé conformément à l'ISO 3081 ou l'ISO 3082, et préparé conformément à l'ISO 3083.

NOTE – L'échantillon qui a été tamisé dans l'eau pour l'analyse granulométrique ne doit pas être utilisé pour la détermination de l'humidité.

4.2 Lorsqu'il est difficile d'effectuer convenablement le tamisage, le broyage et la division sur un échantillon adhésif ou très humide, l'échantillon peut être pré-séché jusqu'à ce que sa préparation puisse se faire sans difficulté. Dans ce cas, l'humidité éliminée lors du pré-séchage doit être obtenue conformément aux méthodes spécifiées dans l'annexe.

5 GÉNÉRALITÉS SUR LA DÉTERMINATION DE L'HUMIDITÉ

5.1 Détermination

L'échantillon définitif pour humidité doit être séché par chauffage dans l'appareil de séchage, et l'humidité en pourcentage en masse, doit être déterminée à partir des masses initiale et séchée de chaque échantillon.

5.2 Fidélité et tolérance maximale admissible de la détermination de l'humidité

5.2.1 Fidélité

La fidélité indiquée dans ce paragraphe représente la fidélité dans la détermination des valeurs de l'humidité lorsqu'un échantillon définitif de 5 kg ou 1 kg pour mesurer l'humidité a été préparé à partir d'un échantillon définitif pour humidité et a été soumis à la détermination de l'humidité dans le même laboratoire.

1) En préparation.

2) Actuellement au stade de projet.

La présente Norme Internationale est destinée à l'obtention des valeurs de la fidélité, avec une probabilité de 95 %, données dans le tableau 1.

TABLEAU 1 – Fidélité de la détermination de l'humidité

Domaine d'humidité moyenne (%)	Fidélité (% absolu)
jusqu'à 3	± 0,14
au-dessus de 3 jusqu'à 6	± 0,18
au-dessus de 6	± 0,22

5.2.2 Tolérance maximale admissible

La tolérance maximale admissible de la détermination de l'humidité, lorsque les mesurages ont été effectués en double dans le même laboratoire, est indiquée dans le tableau 2.

TABLEAU 2 – Tolérance maximale admissible de la détermination de l'humidité

Domaine d'humidité moyenne (%)	Tolérance maximale admissible, T (% absolu)
jusqu'à 3	0,20
au-dessus de 3 jusqu'à 6	0,25
au-dessus de 6	0,30

Lorsque les valeurs obtenues au moyen d'une détermination en double, dépassent la limite ci-dessus (T), la détermination de l'humidité doit être répétée en double.

NOTE – Lorsque deux déterminations en double sont effectuées, le résultat définitif doit être obtenu au moyen du diagramme en regard.

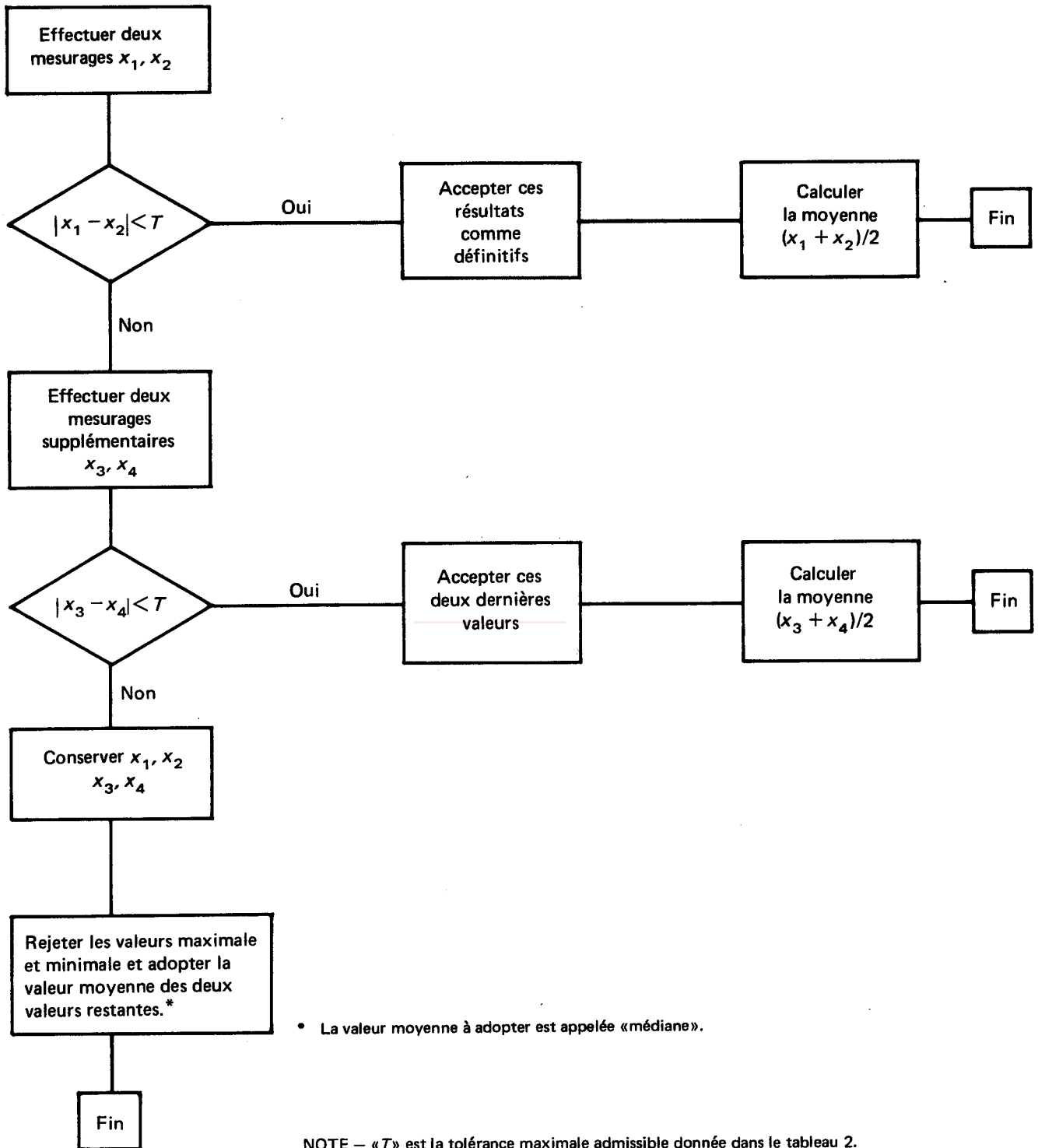


Diagramme du mode opératoire pour le traitement des résultats de la détermination de l'humidité

6 APPAREILLAGE

6.1 Plateau de séchage, ayant une surface lisse, exempte de saouillure, et pouvant contenir la quantité spécifiée d'échantillon sur une couche de moins de 30 mm d'épaisseur.

6.2 Étuve, équipée d'un appareil de contrôle de la température, capable d'assurer le réglage de la température en tous les points de l'étuve à $\pm 5^\circ\text{C}$ de la température désirée, et étudiée pour maintenir cette température.

6.3 Dispositif de pesée, ayant une sensibilité de 0,05 %, ou mieux, de la masse initiale de l'échantillon, et une justesse assurant la répétabilité à la fidélité demandée.

7 ÉCHANTILLON

7.1 Conformément à la méthode spécifiée dans l'ISO 3083 ou l'ISO 3082, l'échantillon doit être préparé pour conduire à un échantillon définitif pour humidité de masse supérieure ou égale à 5 kg après broyage à moins 22,4 mm. On pourra aussi utiliser des échantillons de 1 kg ou plus, après broyage à moins 10 mm.

7.2 Lorsqu'un échantillon global est obtenu à partir de la livraison, quatre échantillons définitifs pour humidité doivent être préparés et deux de ceux-ci doivent être soumis au préalable, individuellement, à la détermination de l'humidité.

7.3 Lorsque des sous-échantillons provenant d'une livraison ne sont pas combinés pour former un échantillon global, un échantillon définitif pour humidité doit être préparé à partir de chaque sous-échantillon et chacun d'eux doit être soumis à la détermination de l'humidité.

NOTES

1 Il peut se produire des pertes d'humidité dans l'échantillon pendant le broyage de moins 22,4 mm à moins 10 mm dans le cas d'un échantillon modérément humide. Cependant, si l'absence d'erreur systématique est confirmée par des essais de contrôle sur un minerai donné, l'échantillon pour humidité d'au moins 1 kg peut être obtenu par broyage à moins 10 mm.

2 Si une livraison est très importante, il est recommandé qu'un sous-échantillon pour humidité soit préparé et soumis à la détermination de l'humidité, pour chaque partie de la livraison comme indiqué au tableau 3. Ceci permet d'obtenir, non seulement une meilleure fidélité globale (comprenant l'échantillonnage, la préparation et la détermination de l'humidité), mais aussi un résultat exempt d'erreur systématique.

TABLEAU 3 — Nombre minimal de parties par livraison

Masse de la livraison tonnes		Nombre minimal de parties par livraison
supérieure à	inférieure ou égale à	
70 000	150 000	10
30 000	70 000	5
15 000	30 000	3
5 000	15 000	2
	5 000	1

3 Lorsque le chargement ou le déchargement d'une livraison demande beaucoup de temps, la livraison devrait être divisée pour chaque période de 8 h et un sous-échantillon pour humidité doit être constitué et soumis à la détermination de l'humidité, pour chaque partie ainsi obtenue. Une telle division dépendra des conditions atmosphériques, par exemple, forte pluie, température élevée, etc. et/ou des conditions ou des circonstances au moment du chargement ou du déchargement et elle doit être décidée par accord entre les parties intéressées.

8 MODE OPÉRATOIRE

8.1 Étaler l'échantillon définitif pour humidité, préparé conformément au chapitre 7, en une couche de moins de 30 mm, sur le plateau de séchage taré et déterminer la masse totale immédiatement. Noter la masse totale, la masse du plateau de séchage, la masse initiale de l'échantillon et la valeur numérique de 0,05 % de la masse initiale de l'échantillon (voir tableau 4).

8.2 Placer le plateau de séchage avec l'échantillon dans l'étuve portée à 105°C et chauffer durant plus de 4 h.

8.3 Retirer de l'étuve le plateau de séchage avec l'échantillon et peser immédiatement après séchage pendant qu'ils sont encore chauds. L'échantillon peut être aussi pesé après refroidissement dans l'air, dans un récipient fermé hermétiquement.

Dans chaque cas, noter la méthode de pesée.

NOTE — Le dispositif de pesée doit être protégé des effets du matériau chaud, au moyen d'une plaque d'amiante.

8.4 Placer à nouveau le plateau de séchage avec l'échantillon dans l'étuve, chauffer durant 1 h, et répéter la pesée.

8.5 Répéter le mode opératoire décrit en 8.4, jusqu'à ce que la différence de masse entre les déterminations successives devienne inférieure ou égale à 0,05 % de la masse initiale de l'échantillon.

NOTE — Dans le cas d'une série de déterminations effectuées sur des minerais de fer de même nature, la durée du chauffage de l'échantillon peut être déterminée par des essais de contrôle effectués au préalable.

9 EXPRESSION DES RÉSULTATS

9.1 Humidité de chaque échantillon définitif pour humidité

Les taux d'humidité doivent être obtenus à l'aide de la formule (1), et notés avec deux décimales.

$$M_i = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad \dots (1)$$

où

M_i est l'humidité, en pourcentage en masse, de chaque échantillon;

m_1 est la masse initiale, en grammes, de l'échantillon;

m_2 est la masse, en grammes, de l'échantillon après séchage.

9.2 Humidité de la livraison

L'humidité de la livraison ou du lot doit être obtenue à l'aide de l'une des formules ci-dessous, selon le cas, et notée avec deux décimales.

1) Lorsque la détermination de l'humidité est effectuée sur l'échantillon global de la livraison ou du lot, la moyenne arithmétique des deux résultats obtenus à partir des deux échantillons, conformément à 9.1, doit être l'humidité de la livraison ou du lot donnée par la formule (2).

$$M = \frac{M_1 + M_2}{2} \quad \dots (2)$$

où

M est l'humidité, en pourcentage en masse, de la livraison ou du lot;

M_1 et M_2 sont les humidités respectives, en pourcentage en masse, des deux échantillons pour humidité.

2) Lorsque la détermination de l'humidité est effectuée sur chaque sous-échantillon, la moyenne pondérée des résultats pour tous les sous-échantillons, en considérant le nombre de prélèvements dans chaque sous-échantillon, est l'humidité de la livraison ou du lot donnée par la formule (3).

$$M = \frac{\sum_{i=1}^k N_i M_i}{\sum_{i=1}^k N_i} \quad \dots (3)$$

où

M est l'humidité, en pourcentage en masse, de la livraison ou du lot;

k est le nombre de sous-échantillons;

N_i est le nombre de prélèvements dans le $i^{\text{ème}}$ sous-échantillon;

M_i est l'humidité, en pourcentage en masse, du $i^{\text{ème}}$ sous-échantillon.

NOTE — Si l'échantillonnage de la livraison ou du lot dans son ensemble est irréalisable ou s'il est souhaitable d'échantillonner une livraison ou un lot par parties séparées de masse inégale, l'humidité de chaque partie doit être déterminée indépendamment et l'humidité moyenne pondérée de la livraison ou du lot sera calculée à partir des résultats individuels, au moyen de la formule (4).

$$M = \frac{\sum_{i=1}^k m_i M_i}{\sum_{i=1}^k m_i} \quad \dots (4)$$

où

M est l'humidité, en pourcentage en masse, de la livraison ou du lot;

k est le nombre de parties dans la livraison ou le lot;

m_i est la masse de la $i^{\text{ème}}$ partie;

M_i est l'humidité, en pourcentage en masse, de la $i^{\text{ème}}$ partie.

3) Lorsque la détermination de l'humidité est effectuée sur chaque prélèvement, la moyenne arithmétique des résultats obtenus conformément à 9.1 pour tous les prélèvements, est l'humidité de la livraison donnée par la formule (5).

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n} \quad \dots (5)$$

où

n est le nombre de prélèvements;

M_i est l'humidité, en pourcentage en masse, du $i^{\text{ème}}$ prélèvement.

Les formules ci-dessus sont applicables uniquement dans le cas où l'échantillonnage est effectué conformément à l'ISO 3081 ou l'ISO 3082.

10 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Trois exemples sont donnés dans les tableaux 4, 5 et 6. Le tableau 4 est le procès-verbal d'essai de la détermination de l'humidité de chaque échantillon, le tableau 5 est principalement utilisé pour le calcul de l'humidité de la livraison et le tableau 6 est le procès-verbal d'essai de la détermination de l'humidité d'un échantillon global (déterminations en double).

TABLEAU 4 — Exemple de procès-verbal d'essai pour la détermination de l'humidité de chaque échantillon

Type et qualité du minerai de fer :			
Désignation et importance de la livraison			
Echantillon N° :	Masse de l'échantillon : 5 kg	Granulométrie de l'échantillon : -22,4 mm	Date :
Masse totale avant séchage (g)	(1)	6 015	
Masse du plateau de séchage (g)	(2)	950	
Masse initiale de l'échantillon (g)	(3)=(1)-(2)	5 065	
Valeur de 0,05 % de la masse initiale de l'échantillon (g)	(4) = $\frac{(3)}{2\ 000}$	2,5	
Masse totale après 4 h de séchage (g)	(5)	masse	différence*
Masse totale après 1 h de séchage (g)	(6)	5 805	(5)-(6) 10
Masse totale après 1 h supplémentaire de séchage (g)	(7)	5 793	(6)-(7) 2
Perte totale produite par le séchage (g)	(8) = (1)-(7)	222	
Humidité (M _i) (%)	(9) = $\frac{(8)}{(3)} \times 100$	4,38	
Remarques :			
Opérateur :			

* La différence (5)-(6) était de 10 g et était supérieure à (4); aussi 1 h supplémentaire de séchage a été effectuée. La différence (6)-(7) fut de 2 g, donc inférieure à (4). Ainsi, le séchage de l'échantillon était terminé.

TABLEAU 5 — Exemple de fiche de calcul et de rapport pour la détermination de l'humidité d'une livraison

Echantillon N° :		Masse de l'échantillon : 5 kg			Granulométrie de l'échantillon : -22,4 mm				
Date :		Type et qualité du minerai de fer :			Nom de la livraison :			Opérateur :	
Sous-échantillon N° :	(1) Nombre de prélèvements	(2) Masse totale avant séchage (g)	(3) Masse totale après séchage (g)	(4) Masse du plateau de séchage (g)	(5) Masse initiale d'échantillon (g)	(6) Masse d'échantillon séché (g)	(7) Perte due au séchage (g)	(8) Humidité (M _i) (%)	(9) (1) × (8)
1	5	6 015	5 793	950	5 065	4 843	222	4,38	21,90
2	5	6 110	5 895	953	5 157	4 942	215	4,17	20,85
3	5	5 970	5 755	946	5 024	4 809	215	4,28	21,40
4	6	6 280	6 060	955	5 325	5 105	220	4,13	24,78
5	6	5 970	5 750	948	5 022	4 802	220	4,38	26,28
Total	27	Humidité (M) (%) = $\frac{\Sigma(9)}{\Sigma(1)} = \frac{115,21}{27} = 4,27$							115,21

Résultat final : 4,27 %

**TABEAU 6 – Exemple de procès-verbal d'essai pour la détermination de l'humidité
d'un échantillon global**
(Déterminations en double)

Type et qualité du minerai de fer :					
Désignation et importance de la livraison :					
Échantillon N° :	Masse de l'échantillon : 5 kg	Granulométrie de l'échantillon : -22,4 mm			Date :
Masse totale avant séchage (g)	(1)	6 015		5 970	
Masse du plateau de séchage (g)	(2)	950		946	
Masse initiale de l'échantillon (g)	(3)=(1)-(2)	5 065		5 024	
Valeur de 0,05 % de la masse initiale de l'échantillon (g)	(4) = $\frac{(3)}{2\ 000}$	2,5		2,5	
		masse	différence	masse	différence
Masse totale après 4 h de séchage (g)	(5)	5 805		5 768	
Masse totale après 1 h de séchage (g)	(6)	5 795	(5)-(6) 10	5 757	(5)-(6) 11
Masse totale après 1 h supplémentaire de séchage (g)	(7)	5 793	(6)-(7) 2	5 755	(6)-(7) 2
Perte totale d'humidité pendant le séchage (g)	(8) = (1)-(7)	222		215	
Humidité de chaque échantillon (%)	(9) = $\frac{(8)}{(3)} \times 100$	4,38		4,28	
Tolérance maximale admissible (%)		0,25			
Humidité (%)		4,33			
Remarques :					
Opérateur :					

ANNEXE

DÉTERMINATION DE L'HUMIDITÉ DES MINÉRAIS DE FER ADHÉSIFS OU HUMIDES

Lorsqu'il est difficile d'effectuer le tamisage, le broyage et la division d'un échantillon adhésif ou humide, l'échantillon peut être pré-séché jusqu'à ce que sa préparation puisse être effectuée sans aucune difficulté.

NOTE — Si la masse de l'échantillon pour humidité n'est pas importante, la masse entière de l'échantillon peut être séchée pour déterminer l'humidité selon la méthode spécifiée dans le corps de la présente Norme Internationale.

Dans ce cas, l'humidité éliminée lors du pré-séchage peut être obtenue de la manière suivante :

- 1) Déterminer la masse initiale de l'échantillon.
- 2) Étaler à plat l'échantillon en une couche d'épaisseur uniforme et le sécher à l'air ou dans un appareil de séchage à 105 °C au maximum.
- 3) Après séchage, déterminer à nouveau la masse d'échantillon.
- 4) Calculer l'humidité éliminée lors du pré-séchage d'après la formule (A1).

$$M_p = \frac{m'_1 - m'_2}{m'_1} \times 100 \quad \dots (A1)$$

où

M_p est l'humidité éliminée lors du pré-séchage, en pourcentage en masse;

m'_1 est la masse initiale, en grammes, de l'échantillon;

m'_2 est la masse, en grammes, de l'échantillon après séchage.

- 5) Préparer l'échantillon définitif pour humidité à partir de l'échantillon pré-séché, conformément au chapitre 7.
- 6) Déterminer la perte par séchage de l'échantillon définitif pour humidité conformément au chapitre 8 et calculer l'humidité, en pourcentage en masse, conformément à 9.1.
- 7) Calculer l'humidité totale (c'est-à-dire à l'état de la réception), en pourcentage en masse, selon la formule (A2).

$$M = M_p + \frac{100 - M_p}{100} \times M_i \quad \dots (A2)$$

où M_i est l'humidité, en pourcentage en masse, obtenue en 9.1.

- 8) Déterminer l'humidité, en pourcentage en masse, de la livraison selon 9.2.