
NORME INTERNATIONALE



1953

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

Charbon — Analyse granulométrique

Première édition 1972-08-01

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 1953:1972

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b91393d7-7a86-480c-89a6-f109fdca736b/iso-1953-1972>

CDU 662.66 : 620.165.3

Réf. N° : ISO 1953-1972 (F)

Descripteurs : charbon, analyse au tamis, tri par taille, échantillonnage.

Prix basé sur 16 pages

AVANT-PROPOS

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 1953 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 27, *Combustibles minéraux solides*.

Elle fut approuvée en juillet 1970 par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Inde	Suède
Allemagne	Israël	Suisse
Canada	Italie	Turquie
Chili	Nouvelle-Zélande	U.R.S.S.
Danemark	Portugal	U.S.A.
Egypte, Rép. arabe d'	Roumanie	Yougoslavie
Grèce	Royaume-Uni	

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Australie	France
Belgique	Japon

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1 Objet	1
2 Domaine d'application	1
3 Références	1
4 But et utilisation de l'analyse	1
5 Définitions	1
6 Ouvertures de maille	1
7 Echantillonnage pour analyse granulométrique	1
7.1 Généralités	1
7.2 Variances globales de référence	1
7.3 Masse minimale des prélèvements élémentaires	2
7.4 Nombre de prélèvements élémentaires	2
7.5 Prélèvement, manipulation et transport des échantillons	3
7.6 Echantillonnage de charbon pulvérisé	3
7.7 Méthodes de vérification de la fidélité de l'échantillon	3
7.8 Préparation de l'échantillon	5
8 Tamis d'essai	5
8.1 Généralités	5
8.2 Tôles perforées	5
8.3 Tamis en fil métallique	6
8.4 Construction des tamis	7
9 Procédés de tamisage	7
9.1 Choix du procédé	7
9.2 Séparation à la main	7
9.3 Tamisage par voie humide	8
9.4 Séparation mécanique	9
10 Présentation des résultats	9
10.1 Etablissement du rapport	9
10.2 Présentation graphique	10
Annexe A : Base des recommandations d'échantillonnage	11
Annexe B : Vérification de la précision de l'échantillonnage	16
Annexe C : Division de l'échantillon par mélange et division de bandes	16

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

ISO 1953:1972

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b91393d7-7a86-480c-89a6-f109fdca736b/iso-1953-1972>

Charbon — Analyse granulométrique

1 OBJET

La présente Norme Internationale décrit une méthode à adopter en vue d'établir l'analyse granulométrique du charbon par pesées en employant des tamis; elle est applicable à toutes les houilles. Les procédés de prélèvement des échantillons sont également inclus.

2 DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale concerne les épreuves d'évaluations granulométriques qui peuvent être requises pour du charbon tout venant. Elle convient aux charbons calibrés qui ont été séparés dans des limites spécifiées et au charbon n'ayant pas de limite supérieure ou inférieure spécifiée. Tous les combustibles fabriqués artificiellement ainsi que le coke, sont exclus.

Le charbon pulvérisé est obtenu en broyant du charbon assez gros, jusqu'à ce qu'une proportion élevée de ce charbon passe à travers les ouvertures du tamis d'essai le plus fin. Le présent essai, par conséquent, n'est pas apte à diviser du charbon pulvérisé en une large étendue de classes. Bien que la méthode d'essai puisse être appliquée, les renseignements qu'elle donne sur l'analyse granulométrique du charbon pulvérisé se limitent généralement à la détermination du pourcentage des déclassés trop gros. Le classement granulométrique des matières passant à travers les tamis normalisés les plus fins est généralement effectué à l'aide de méthodes faisant appel au microscope, à la sédimentation ou à des mesures d'aire superficielle. Cela sort du domaine de la présente Norme Internationale.

3 RÉFÉRENCE

ISO 565, *Toiles métalliques et tôles perforées dans les tamis de contrôle — Dimensions nominales des ouvertures.* (Actuellement, Projet N° 2193.)

ISO/R 1213, *Vocabulaire des termes relatifs aux combustibles minéraux solides.*

ISO 1988, *Charbons et lignites purs — Echantillonnage* (Actuellement au stade de Projet.)

4 BUT ET UTILISATION DE L'ANALYSE

Le but de l'établissement de l'analyse granulométrique du charbon est de déterminer sa répartition en fonction de la masse entre les différentes classes granulométriques. Les résultats sont exprimés sous la forme de la masse de charbon restant sur des tamis de différentes ouvertures.

L'essai doit, entre autres, permettre d'évaluer les rendements des produits provenant des charbons tout venant, en

fournissant des informations en vue de la construction d'installations de préparation du charbon, en vérifiant que les produits venant des installations de criblage satisfont aux spécifications et en évaluant les résultats obtenus par l'installation du concassage du charbon. Elle doit aussi aider au choix des charbons en vue de leur utilisation pour des procédés et des appareils spéciaux.

5 DÉFINITIONS

Les termes employés dans la présente Norme Internationale sont conformes au vocabulaire de ISO/R 1213.

6 OUVERTURES DE MAILLE

Il convient d'utiliser les séries de tamis d'essai acceptées ou prescrites par le Comité Technique ISO 24; référence doit être faite à ISO 565 concernant le tamisage d'essai. L'utilisation au hasard de tamis à trous ronds et à trous carrés doit être évitée; une gamme continue d'un seul type est donc recommandée. Une conversion approximative des ouvertures circulaires en ouvertures carrées peut être réalisée en multipliant le diamètre par 0,9 mais une telle conversion n'est valable qu'en vue de comparaisons grossières et, en cas d'utilisation, elle doit être clairement indiquée dans les résultats.

Il est important que les ouvertures des tamis soient vérifiées de temps en temps au moyen de la méthode prescrite, afin de s'assurer que leurs dimensions sont dans les limites des tolérances prescrites par la publication ISO appropriée.

7 ÉCHANTILLONNAGE POUR ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

7.1 Généralités

L'échantillon destiné à l'analyse granulométrique doit être prélevé conformément aux prescriptions de la Recommandation ISO 1988. L'attention doit être particulièrement attirée sur le paragraphe 2.9 de ce document, qui énumère les précautions spéciales et les modifications de la masse minimale et du nombre des prélèvements élémentaires nécessités éventuellement lors d'un échantillonnage en vue des essais physiques. Les dispositions et précautions spéciales applicables à l'échantillonnage du charbon pour analyse granulométrique sont détaillées ci-dessous (voir également l'Annexe A).

7.2 Variances globales de référence

L'analyse granulométrique d'un échantillon de charbon est déterminée par un groupe de pourcentages en masse de la matière qui a été retenue sur, entre, ou a passé à travers une série choisie de tamis d'essai : tous ces pourcentages

n'auront pas la même fidélité. Des expériences nombreuses faites sur un grand nombre de types et de dimensions de charbon ont montré que la fidélité de chacun de ces pourcentages est fonction de sa propre valeur numérique et selon qu'il se réfère à la matière cumulée retenue sur un seul tamis ou à la matière passant à travers un tamis et retenue sur un tamis plus petit. Elle n'est pas fonction de la dimension ou du mode de préparation du charbon.

Pour un charbon donné, la fidélité sera généralement améliorée en prenant un plus grand nombre de prélèvements élémentaires; toutefois, des considérations d'ordre pratique limitent le nombre de prélèvements élémentaires qu'on peut traiter et il est donc nécessaire de choisir un nombre convenable. Le nombre choisi pour l'échantillonnage du charbon dans ces recommandations est de 40, car il a été démontré que les erreurs dues au tamisage et à la division de l'échantillon ont tendance à compenser l'accroissement de fidélité auquel on peut s'attendre lorsque l'on augmente ce nombre.

Les niveaux de fidélité du Tableau 1, sont, par conséquent, les mêmes que l'on obtiendrait en soumettant à l'épreuve les charbons les plus variables. Dans la majorité des cas, les fidélités obtenues seront meilleures (c'est-à-dire auront des valeurs numériques plus faibles) que celles du Tableau 1; en utilisant les procédés de l'échantillonnage subdivisé, la fidélité effectivement obtenue peut être vérifiée ou calculée.

TABLEAU 1 — Normes références de fidélité (limites en plus et en moins au niveau de probabilité de 95 %) pour l'analyse granulométrique du charbon

a) Pourcentage cumulé sur un seul tamis

Pourcentage sur le tamis	Fidélité
< 5	1,5
5 à 10	2,4
10 à 20	3,8
20 à 30	4,8
30 à 70	5,0
70 à 80	3,4
80 à 90	3,0
90 à 95	2,1
> 95	1,1

b) Pourcentage entre deux tamis

Pourcentage entre les tamis	Fidélité
< 5	0,8
5 à 10	1,8
10 à 20	2,7
20 à 30	3,2
30 à 50	3,5

Lors de l'échantillonnage des livraisons régulières de charbon il convient de fixer la fidélité désirée au double de la valeur donnée dans le Tableau 1 (c'est-à-dire la moitié des valeurs numériques données). Des applications spéciales telles qu'un essai selon une spécification, peuvent exiger des normes différentes et la méthode de l'échantillonnage dédoublé permettra d'ajuster en conséquence le nombre des prélèvements élémentaires. Si l'augmentation du nombre de prélèvements élémentaires a pour résultat un échantillon primaire trop important, il est avantageux de prendre des échantillons subdivisés et d'améliorer ainsi la moyenne de la valeur obtenue.

7.3 Masse minimale des prélèvements élémentaires

ISO 1988 spécifie la masse minimale des prélèvements élémentaires applicable à l'échantillonnage pour humidité et taux de cendres, et les dispositions du paragraphe 3.3.1 intitulé «Principes» sont applicables à l'échantillonnage pour analyse granulométrique.

7.3.1 Charbons de dimension jusqu'à 150 mm

Le paragraphe 3.3.2 de ISO 1988 est applicable à l'échantillonnage pour analyse granulométrique.

7.3.2 Charbons de dimension supérieure à 150 mm

Les paragraphes 3.3.3 et 3.3.4 intitulés «Pour charbons de dimension supérieure à 150 mm» et 3.3.5 intitulé «Réduction des prélèvements élémentaires» d'une grandeur présentant des inconvénients de ISO 1988 ne s'appliquent pas à l'échantillonnage pour analyse granulométrique, et sont à remplacer par les modes opératoires suivants :

La masse minimale du prélèvement élémentaire, P (en kilogrammes), doit être déterminée à partir de la formule empirique

$$P = 7,2 \left(\frac{D}{120} \right)^3$$

où D est la dimension supérieure nominale en millimètres.

Des masses de prélèvements élémentaires plus grandes que celles données par la formule doivent être prises, si, en faisant cela, la largeur totale et l'épaisseur du courant peuvent être échantillonnées d'une façon convenable en une seule opération, par exemple :

1) Arrêter le convoyeur et ou bien enlever tout le charbon d'une longueur de courroie suffisante pour donner la masse minimale de prélèvement élémentaire pour la dimension du charbon, ou bien enlever tout le charbon d'une longueur de courroie égale à au moins deux fois et demi la dimension maximale du charbon qui passe, suivant celui des deux procédés qui donne la plus grande masse de prélèvement élémentaire.

2) Prendre la totalité du contenu d'une berline de puits, d'une berline de mine d'un excavateur, d'une benne ou tout autre équipement analogue.

3) Prendre le contenu de tout un sac lorsqu'on échantillonne un produit ensaché.

Dans ces conditions, un prélèvement élémentaire très important peut devoir être effectué, mais il n'est pas acceptable, lorsqu'on échantillonne pour analyse granulométrique, de subdiviser le prélèvement élémentaire et d'en ajouter une partie à l'échantillon, comme cela peut être fait lorsqu'on échantillonne pour une analyse générale.

7.4 Nombre de prélèvements élémentaires

Les dispositions du paragraphe 3.2.2 de ISO 1988 ne sont pas applicables à l'échantillonnage pour analyse granulométrique et les procédés suivants doivent être appliqués.

7.4.1 Livraisons séparées

Le problème le plus courant consiste en l'échantillonnage d'une livraison de charbon sans connaître ses caractéristiques d'échantillonnage. On appellera une livraison de ce genre «livraison séparée». Le nombre initial de prélèvements élémentaires pour l'échantillonnage des livraisons séparées, donné dans le Tableau 2 ci-dessous, est basé sur les cas les plus défavorables rencontrés au cours de témoignages expérimentaux observés pendant la préparation de ces recommandations, et il doit être tel que les normes de fidélité de référence recommandées dans le Tableau 1 soient atteintes dans la plupart des cas.

Les échantillons peuvent être pris sur une livraison séparée, soit sous la forme d'un échantillon unique, soit sous la forme de six sous-échantillons. Il est recommandé de suivre ce dernier procédé chaque fois qu'il est possible, afin de

permettre la vérification de la fidélité par la méthode décrite dans l'Annexe C de ISO 1988. De plus, les effets des erreurs de tamisage et de réduction d'échantillon sont diminués, de telle façon qu'un plus petit nombre de prélèvements élémentaires peut être pris.

TABEAU 2 — Nombres initiaux de prélèvements élémentaires à effectuer lorsqu'on échantillonne une livraison séparée

Un seul échantillon	40
Six sous-échantillons	6 × 5

Il existe des cas où une norme de fidélité différente de la norme recommandée est exigée, lorsqu'on effectue des essais de rendement par exemple. Dans de tels cas, l'utilisateur de ces recommandations aura besoin d'étudier la fidélité obtenue en prenant des nombres différents de prélèvements élémentaires et d'adapter son plan d'échantillonnage aux exigences particulières.

Lors de l'échantillonnage des livraisons séparées de gros charbon, il n'est pas possible d'assurer de la même façon que la norme de fidélité de référence sera atteinte; dans la plupart des cas, la fidélité d'échantillonnage sera atteinte, mais il existe un plus grand risque de sous-échantillonnage. C'est pour cette raison qu'il est fortement recommandé de prendre six sous-échantillons, de façon à pouvoir vérifier la fidélité de l'échantillonnage.

7.4.2 Echantillonnage régulier

Lors de l'exécution d'un échantillonnage continu, il est recommandé de ne pas prendre, pour débiter, moins de cinq prélèvements élémentaires sur chaque unité, de manière à obtenir un total supérieur à trente prélèvements élémentaires pour la durée de l'échantillonnage. Cette façon d'opérer permet d'assurer d'une manière raisonnable que les durées moyennes auront une fidélité meilleure que les durées citées dans le Tableau 1. Pour un échantillonnage intermittent, il est recommandé, pour débiter, de prendre trente prélèvements élémentaires sur chaque unité. Dans les deux cas, le nombre de prélèvements élémentaires doit être adapté en appliquant la méthode indiquée dans l'Annexe C de ISO 1988, si la durée moyenne est exigée ou bien si, ainsi qu'il est dit dans le paragraphe 7.7 du présent document, la fidélité de chacune des livraisons individuelles est exigée.

7.5 Prélèvement, manipulation et transport des échantillons

Etant donné que la composition granulométrique du charbon change au cours du transport du tamisage et du chargement, il est important de prendre l'échantillon au point où l'analyse granulométrique est exigée. Afin que le résultat de l'analyse granulométrique d'un échantillon soit représentatif de la composition granulométrique de l'unité de charbon sur laquelle il a été pris, le bris au cours de la manipulation et du transport de l'échantillon doit être réduit au minimum. Le prélèvement élémentaire doit être placé de préférence dans ces récipients rigides, en vidant doucement le contenu de la pelle d'échantillonnage dans des récipients. La manipulation des récipients au cours du transport doit aussi être faite aussi doucement que possible.

Le charbon, en particulier, le gros charbon est sensible au bris et la méthode employée pour prélever, transporter et tamiser l'échantillon aura une influence marquée sur l'analyse granulométrique. Il est recommandé qu'au fur et à mesure de la prise de chaque prélèvement élémentaire, les morceaux dépassant 40 mm soient tamisés ou jaugés au point d'échantillonnage ou à proximité de celui-ci. De façon analogue, lorsqu'est effectuée une analyse granulométrique complète, le biais dû au bris peut être réduit en enlevant les plus gros morceaux à la main et en tamisant, à la main, le reste de l'échantillon, avant de placer le charbon sur le tamis de 40 mm.

Lors de l'utilisation de machines à échantillonner, il existe un danger de bris du matériau, lors du recueil de l'échantillon. Les échantillons prélevés par une machine à échantillonner ne doivent pas être utilisés pour la détermination granulométrique du charbon, à moins que l'installation n'ait été vérifiée par comparaison avec un échantillonnage à la main et que la preuve ait été faite que la machine à échantillonner est exempte de biais, au moyen du procédé de l'Annexe E de ISO 1988, en utilisant la composition granulométrique à titre de variable, contrairement à la clause E.4.2.

L'échantillonnage du charbon stationnaire, dont la dimension supérieure dépasse 80 mm, et contenu dans des wagons, bateaux ou tas de stockage en vue de la détermination de l'analyse granulométrique n'est pas recommandé. Des résultats dignes de confiance ne peuvent être obtenus qu'en prenant les échantillons au cours du chargement ou du déchargement ou bien au cours de la mise en stock ou de la reprise, dans le cas des tas de stockage, en utilisant l'une des méthodes recommandées pour l'échantillonnage sur courant de charbon.

7.6 Echantillonnage de charbon pulvérisé

Les procédés décrits dans les présentes recommandations peuvent être employés pour l'échantillonnage de charbon pulvérisé en vue d'une analyse granulométrique, pendant que le charbon s'écoule sous l'influence de la pesanteur dans des goulottes ou bien à l'extrémité de déversement de réseaux de convoyeurs, lorsque le milieu de transport n'est pas constitué par des fluides. Lorsque le charbon pulvérisé est transporté en suspension dans un fluide, des techniques d'échantillonnage iso-cinétique, sont indispensables; ces techniques ne sont pas comprises dans ISO 1988 et ne relèvent pas du domaine des présentes recommandations.

7.7 Méthodes de vérification de la fidélité de l'échantillon

Lorsqu'un charbon est manipulé régulièrement au point d'échantillonnage, il est possible d'utiliser la méthode de l'échantillonnage dédoublé pour évaluer la fidélité de l'échantillonnage et, par conséquent, pour ajuster le nombre de prélèvements élémentaires pris sur des livraisons futures, en vue d'obtenir la fidélité exigée. La méthode permettant d'obtenir ce résultat varie suivant l'objet pour lequel l'échantillonnage est exécuté. L'Annexe C de ISO 1988 décrit les méthodes pouvant être utilisées lorsque l'objet de l'échantillonnage est d'obtenir la qualité moyenne, à une certaine fidélité, pendant une période donnée. Ces méthodes sont également applicables à l'analyse granulométrique du charbon et elles ne sont pas exposées à nouveau ici. Il est toutefois nécessaire de prendre un grand soin lors de l'application de ces méthodes à des classes très faibles ou très grandes, c'est-à-dire inférieures à 5 % ou supérieures à

95 %. Dans ce cas, l'analyse statistique doit être exécutée sur la variable transformée q , où $q = \sin^{-1} \sqrt{p/100}$, plutôt que sur le pourcentage effectif, p ; cette fonction peut être prise des tables, comme par exemple les «Cambridge Elementary Statistical Tables», Cambridge 1953.

Toutefois, l'échantillonnage pour analyse granulométrique n'est pas effectué aussi fréquemment que pour l'évaluation d'autres caractéristiques du charbon, bien qu'il puisse être fait suffisamment souvent pour que la méthode de l'échantillonnage dédoublé soit en mesure de fournir des résultats utiles. Il faut donc insister sur l'obtention de résultats à un degré suffisant de fidélité pour chaque livraison. Une méthode de remplacement de la méthode indiquée dans l'Annexe C de ISO 1988, en vue d'examiner les résultats, est donnée ci-dessous; elle a pour but de s'assurer que chaque échantillon soit pris à une fidélité de $\pm A$.

Exemple :

Dix livraisons ou unités successives de charbon sont échantillonnées par échantillonnage dédoublé. Chaque sous-échantillon est analysé séparément et les résultats se présentent comme indiqué dans le Tableau 3.

TABLEAU 3 — Analyse granulométrique d'échantillons prélevés sur des livraisons successives de charbon

Echantillon N°	Tamis 2,8 mm		Tamis 500 µm	
	Retenue (échantillons dédoublés) %	Différence %	Retenue (échantillons dédoublés) %	Différence %
1	74,9 72,9	2,0	92,7 92,6	0,1
2	74,0 74,5	0,5	92,3 93,5	1,2
3	73,1 76,1	3,0	93,8 92,0	1,8
4	70,3 68,5	1,8	88,5 88,8	0,3
5	75,1 76,3	1,2	91,4 92,2	0,8
6	75,9 74,1	1,8	91,8 91,0	0,8
7	73,0 75,1	2,1	92,3 92,8	0,5
8	80,4 78,2	2,2	94,3 91,6	2,7
9	78,8 81,0	2,2	94,0 94,7	0,7
10	74,8 73,8	1,0	92,4 93,0	0,6
Moyenne retenue sur le tamis	75,0		92,3	
Différence moyenne entre dédoublés		1,8		0,9

Les résultats obtenus sont examinés en calculant les valeurs de 0,4A et 1,2A, A étant la norme de fidélité exigée, et en comparant ces chiffres avec la différence moyenne entre sous-échantillons pour chacune des classes granulométriques (voir Annexe B).

Si la différence moyenne entre sous-échantillons se trouve :

- 1) entre 0,4A et 1,2A, le nombre correct de prélèvements élémentaires a été effectué;
- 2) au-dessous de 0,4A, un nombre trop grand de prélèvements élémentaires a été effectué;
- 3) au-dessus de 1,2A, un nombre trop faible de prélèvements élémentaires a été effectué.

Toutefois, cet essai ne doit pas être appliqué à des classes de moins de 5 % ou de plus de 95 %.

Pour certaines classes granulométriques, il peut être nécessaire d'effectuer un nombre trop grand de prélèvements élémentaires pour s'assurer que la fidélité exigée est obtenue pour les autres classes granulométriques.

Les résultats donnés au Tableau 3 proviennent des enregistrements d'un programme d'échantillonnage régulier et les normes de fidélité exigées sont la moitié des valeurs numériques données dans le Tableau 1. En employant ces normes de fidélité, les valeurs de 0,4A et de 1,2A sont les suivantes :

Classe	0,4A	1,2A
retenue sur le tamis de 2,8 mm (%)	0,7	2,0
retenue sur le tamis de 500 µm (%)	0,4	1,2

Les différences moyennes entre dédoublés effectivement obtenues sont dans les limites exigées, et montrent que le nombre de prélèvements élémentaires effectués peut être retenu comme satisfaisant.

S'il est démontré qu'un nombre trop grand ou trop faible de prélèvements élémentaires a été effectué, le nombre de prélèvements élémentaires doit être respectivement diminué ou augmenté d'environ 25 %. Cela signifie que si le combustible est grossièrement sur-échantillonné ou sous-échantillonné, la correction sera faite seulement par étapes.

Cette situation peut se produire lorsqu'il est obtenu peu d'amélioration de la fidélité des livraisons individuelles, après des augmentations répétées du nombre des prélèvements élémentaires. Cette difficulté est plus probable lorsqu'une division d'échantillon intervient dans le procédé de tamisage, et elle est due au fait que les erreurs de tamisage et de division d'échantillon sont grandes par rapport aux erreurs d'échantillonnage. Dans ce cas, il peut être nécessaire d'accepter une norme inférieure de fidélité ou bien d'essayer de réduire les erreurs de division d'échantillon et de tamisage, soit en tamisant la totalité du sous-échantillon en le divisant en un certain nombre de parties approximativement égales et d'une taille convenant au tamisage, soit en exécutant la division d'échantillon à une dimension plus faible de tamis.

Une situation analogue peut se produire dans l'échantillonnage intermittent lorsqu'on essaye de satisfaire aux conditions du paragraphe C 3.6 de ISO 1988. Dans ce cas, il est recommandé de ne pas utiliser le rapport c/d , mais de viser, pour chaque échantillon, des normes de fidélité fixes. Ces normes peuvent être celles recommandées dans le Tableau 1 de la présente Norme Internationale en effectuant l'essai décrit ci-dessus.

Si le nombre de prélèvements élémentaires doit être ajusté, l'échantillonnage doit être continué en utilisant le nouveau nombre de prélèvements élémentaires et les résultats doivent être examinés après la prise de dix échantillons supplémentaires. Le nombre de prélèvements élémentaires doit alors être encore ajusté ou laissé inchangé, suivant les résultats obtenus.

Un échantillonnage dédoublé doit être continué jusqu'à ce que deux jeux successifs de 10 résultats indiquent qu'un changement du nombre des prélèvements élémentaires est superflu. Après cela, l'échantillonnage dédoublé peut être suspendu, si nécessaire, et repris seulement à des fins de vérifications périodiques.

7.8 Préparation de l'échantillon

7.8.1 Séchage de l'échantillon

Si le charbon est humide, sécher suffisamment l'échantillon afin d'empêcher le charbon fin d'adhérer aux particules plus grandes pendant le tamisage. Le séchage à l'air est le procédé recommandé, mais pour les charbons contenant une forte proportion (au-dessus de 20 % par exemple) de fines humides (c'est-à-dire au-dessous de 3 mm), l'échantillon doit être étalé en une couche mince et séché à une température ne dépassant pas 50 °C. Laisser le charbon se refroidir à la température de la pièce avant le pesage.¹⁾

7.8.2 Division de l'échantillon pour réduction de la masse

Si la masse des déclassés trop petits passant à travers un tamis déterminé est le double de celle donnée dans le Tableau 4, elle peut être réduite par division d'échantillon au chiffre indiqué ou moins.

TABLEAU 4 — Masse minimale de déclassés trop petits à conserver

Calibre du charbon	Masse kg
Passant au tamis de 40 mm	180
de 25 mm	70
de 12,5 mm	16
de 6,3 mm	2
de 4,8 mm	1
de 3,2 mm	0,25

La masse des déclassés trop petits peut être réduite à l'aide d'un diviseur d'échantillon mécanique ou diviseur d'échantillon à cloisons, pour autant que la dégradation granulométrique et la perte de poussière soient évitées et que l'appareil soit suffisamment sûr pour éviter de produire des sous-échantillons entachés de biais. Cependant, la division d'échantillon contenant des éléments supérieurs à 12,5 mm par mélange par bande (voir Annexe C) suivi de séparation, est recommandée afin de diminuer à la fois le bris et le biais. La matière ne faisant pas partie du sous-échantillon doit être pesée et conservée jusqu'à ce que toutes les analyses et les calculs soient terminés.

Les échantillons de fines humides ou sèches seront généralement plus gros qu'il n'est nécessaire pour l'analyse gra-

nulométrique. Des échantillons de fines sèches, après séchage à l'air si nécessaire, et mélange, peuvent être réduits à la masse approximative donnée dans le Tableau 4 au moyen d'un diviseur à cloisons. Pour les fines humides, étaler l'échantillon global sur une surface plane propre, lui donner la forme d'un gâteau de 15 à 25 mm d'épaisseur, et extraire un échantillon de 2 kg en prenant un nombre minimal de cinquante prélèvements élémentaires répartis régulièrement sur ce gâteau, en utilisant une petite pelle d'échantillonnage. Si l'échantillon doit être tamisé à sec, sécher le sous-échantillon à une température ne dépassant pas 50 °C. Laisser le charbon se refroidir à la température ambiante¹⁾. Mélanger et réduire à la masse appropriée donnée dans le Tableau 4, au moyen d'un diviseur mécanique d'échantillon ou d'un diviseur à cloisons.

Vérifier les méthodes de division d'échantillon au moyen des procédés décrits dans l'Annexe D de ISO 1988, afin que la variance du tamisage et de la division d'échantillon, adoptée pour cette spécification, ne soit pas dépassée. Les valeurs de cette variance sont données dans le Tableau 5.

TABLEAU 5 — Variance de tamisage et de division d'échantillon

a) Pourcentage cumulé sur un seul tamis

b) Pourcentage entre les tamis

Pourcentage de déclassés trop gros	Variance
< 5	0,3
5 à 10	0,9
10 à 20	1,1
20 à 30	2,1
30 à 70	2,4
70 à 80	1,3
80 à 90	0,8
90 à 95	0,3
> 95	0,1

Pourcentage de classe	Variance
< 5	0,1
5 à 10	0,5
10 à 20	1,1
20 à 30	1,2
30 à 50	1,0

8 TAMIS D'ESSAI

8.1 Généralités

Il convient d'utiliser une série continue de tamis telle que pas plus de 5 % soient retenus sur le tamis de dimension supérieure et pas plus de 5 % passent à travers le tamis de dimension inférieure. Pour les dimensions intermédiaires, pas plus d'environ 25 % ne doivent tomber entre n'importe quelle paire de tamis.

8.2 Tôles perforées

Les séries de tamis d'essai recommandées satisfaisant les conditions ci-dessus sont les suivantes : 125, 90, 63, 45, 31,5, 22,4, 16, 11,2, 8, 5,6, 4,0 mm d'ouverture carrée ou d'ouverture ronde équivalente. Si cette série ne convient pas pour la granulométrie des charbons gradués, inclure les tamis de la série supplémentaire suivante; 100, 80, 50, 40, 25, 20, 12,5, 10 et 6,3 mm. Pour le charbon de dimension dépassant 100 mm, des tôles à trou unique (calibres) des dimensions requises sont à utiliser.

Les dimensions d'ouverture, l'épaisseur de la plaque, les largeurs de ponts et les tolérances limites sont données dans le Tableau 6.

1) Les charbons de rang bas qui ont été séchés à une température élevée prendront de l'humidité en cours de et après refroidissement. Il est nécessaire de s'assurer que les charbons de ce genre sont en équilibre avec l'atmosphère avant de procéder à la pesée; cela peut nécessiter plusieurs heures.

TABLEAU 6 — Tôles perforées des tamis d'essai (ouvertures rondes ou carrées)

Largeur nominale d'ouverture	Epaisseur de tôle	Largeur minimale de pont	Aire de tamisage (approximativement) (ouvertures carrées)	Tolérances d'ouverture			
				Ecart admissible de l'ouverture moyenne par rapport à la largeur nominale des ouvertures carrées		Tolérance maximale pour chacune des ouvertures	
mm	mm	mm	%	%	mm	%	mm
Dimensions principales							
125	3,0	17,5	61			0,80	1,00
90	3,0	11	65			0,89	0,80
63	3,0	8,5	62			0,95	0,60
45	2,0	6,0	65			1,11	0,50
31,5	2,0	4,25	62			1,27	0,40
22,4	2,0	2,8	64			1,34	0,30
16	2,0	2,0	64			1,69	0,27
11,2	1,5	1,4	64			2,05	0,23
8	1,5	1,3	57			2,38	0,19
5,6	1,0	1,2	49			2,68	0,15
4	1,0	1,0	44			3,25	0,13
Dimensions supplémentaires							
100	3,0	12,5	64	0,30	0,3	0,85	0,85
80	3,0	10,0	64	0,38	0,3	0,88	0,70
50	3,0	6,50	63	0,40	0,2	1,10	0,55
40	2,0	5,00	64	0,45	0,18	1,125	0,45
25	2,0	3,25	63	0,48	0,12	1,40	0,35
20	2,0	2,50	64	0,55	0,11	1,50	0,30
12,5	1,5	1,80	61	0,72	0,09	1,92	0,24
10	1,5	1,40	61	0,80	0,08	2,10	0,21
6,3	1,0	1,25	51	1,11	0,07	2,70	0,17

8.3 Tamis en fil métallique

Pour l'évaluation des dimensions au-dessous de 6,3 mm, utiliser des tamis d'essai à mailles à ouverture carrée de fil

La série recommandée est la suivante : 4, 2,8, 2, 1,4, 1 mm, 710, 500, 355, 250, 180, 125, 90, 63 et 45 µm. Les dimensions d'ouverture, diamètre de fils, et limites de tolérance sont données dans le Tableau 7.

TABLEAU 7 — Toile métallique des tamis d'essai

Largeur nominale d'ouverture <i>W</i>	Diamètre nominal de fil	Tolérance d'ouverture		
		Tolérance maximale pour toute ouverture (+ x % de <i>W</i>)	Tolérance pour ouverture moyenne largeur (± y % de <i>W</i>)	Tolérance intermédiaire $z = \frac{x + y }{2}$ arrondie en-dessus
mm	mm	%	%	%
5,6	1,6	9	3	6
4	1,4	10	3	7
2,8	1,12	11	3	7
2	0,9	12	3	8
1,4	0,71	13	3	8
1	0,56	15	3	9
µm				
710	0,45	16	4	10
500	0,315	18	4	11
355	0,224	20	4	12
250	0,16	22	4	13
180	0,125	24	4	14
125	0,09	29	5	17
90	0,063	33	5	19
63	0,045	40	5	22
45	0,032	49	6	28

8.4 Construction des tamis

Pour les tamis, soit à tôle perforée, soit à tamis de fil métallique, les matériaux et les dimensions d'ensemble du cadre et de la surface de tamisage, ainsi que les assemblages et les combinaisons de tamis sont décrits dans la publication ISO y relative.

Pour le charbon dépassant la dimension de 100 mm, utiliser des tôles à trou unique (calibres) de la dimension voulue. Les tôles perforées doivent être en acier doux à moins que l'acheteur ne demande spécifiquement un autre matériau.

Il est important de vérifier les ouvertures des tamis de temps en temps pour s'assurer que les dimensions d'ouverture se tiennent à l'intérieur des tolérances prescrites. Les ouvertures de tamis endommagés ou usés, qui ne correspondent plus aux tolérances prescrites doivent être obturées ou bien ces tamis doivent être remplacés. De toute façon, un tamis doit être remplacé lorsque plus de 25 % des ouvertures ont été obturées.

9 PROCÉDÉS DE TAMISAGE

9.1 Choix du procédé

Le (ou les) procédé(s) à employer dépendent du type d'échantillon et de l'information requise. Il peut être demandé une analyse granulométrique complète sur un échantillon de tout venant ou bien, dans le cas le plus simple, seulement la quantité de déclassés trop petits dans un produit calibré. L'étendue des tamis dépendra donc de l'objet pour lequel l'essai est effectué. Si le résultat de l'analyse au tamis doit être représenté graphiquement, l'analyse doit être effectuée avec au moins cinq tamis de la gamme.

Le tamisage à la main est accepté comme méthode normale de référence. Un tamisage mécanique sur un matériau dont la dimension supérieure est inférieure à la limite de 4 mm, est admissible, à condition que le procédé recommandé pour le nettoyage du tamis et la réalisation du point final du tamisage soit appliqué.

En général, un tamisage par voie sèche convient pour le charbon pulvérisé, des menus non traités et des fines sèches, tandis qu'un tamisage par voie humide serait normalement employé pour des menus lavés contenant des fines, en particulier lorsque des matières argileuses sont présentes.

Pendant le tamisage, il peut être commode soit de peser séparément chaque récipient et sa tranche granulométrique et de soustraire la masse du récipient vide, soit de peser le récipient avec la tranche de plus grandes dimensions et d'ajouter successivement toutes les autres tranches, en notant la masse cumulée après chaque addition. La première méthode est préférée pour des charbons dont la dimension maximale est inférieure à 4 mm, car elle permet de contrôler le point final du tamisage; la seconde méthode est normalement utilisée pour des charbons dont la dimension maximale est supérieure à 4 mm.

Un tamisage préliminaire sur le tamis le plus fin est recommandé lorsque l'échantillon contient une proportion importante de matériau très fin.

9.2 Séparation à la main

9.2.1 Equipement

9.2.1.1 TAMIS ET TÔLES PERFORÉES, des dimensions d'ouverture requises.

9.2.1.2 RÉCIPIENTS.

9.2.1.3 COUVERCLES

9.2.1.4 MACHINE À PESER, sensible à 0,05 % de la masse d'échantillon qui est tamisée.

9.2.1.5 PLATEAUX. Trois plateaux lisses d'au moins 400 mm carrés; en cas d'absence de plateaux, utiliser du papier glacé.

9.2.1.6 BROSSE plate de 25 mm, destinée au nettoyage des tamis et au brossage de la poussière des plateaux.

9.2.1.7 BLOC DE BOIS DUR. Morceau de bois dur d'environ 150 mm de longueur, à section carrée de 10 mm de côté, destiné à la frappe du tamis.

9.2.1.8 VERRES DE MONTRE OU DE PENDULE.

9.2.2 Méthodes

9.2.2.1 CHARBONS CONTENANT DES MORCEAUX DONT LA DIMENSION MAXIMALE EST SUPÉRIEURE À 40 mm.

Peser l'échantillon. Placer le charbon sur le tamis de 40 mm et agiter le charbon à la main ou à la brosse jusqu'à ce qu'il n'en passe plus à travers le tamis dans un récipient vide placé au-dessous du tamis à une distance ne dépassant pas 150 mm. Placer à la main le résidu sur le tamis et ajouter tout ce qui passe au récipient.

Tamiser de nouveau ce qui est plus grand que le tamis, comme décrit ci-dessus, en débutant par le tamis ou la tôle perforée le plus gros. Recueillir chaque classe dans un récipient vide pesé et peser de nouveau pour obtenir la masse de chaque classe séparée.

Tamiser ce qui passe au tamis de 40 mm, comme il est décrit en 9.2.2.2 ci-dessous. Si la masse de ce passant est excessive, elle peut être réduite au moyen d'un diviseur mécanique d'échantillon ou d'un diviseur à cloisons, à condition d'éviter une dégradation de la dimension. Si le charbon est trop grand pour pouvoir passer à travers une machine à échantillonner, à diviser ou un diviseur à cloison, un sous-échantillon de masse convenable doit être pris soigneusement par prélèvements élémentaires; par exemple, comme décrite à l'Annexe C.

9.2.2.2 CHARBONS DONT LA DIMENSION MAXIMALE EST INFÉRIEURE À 40 mm.

Peser l'échantillon, placer le charbon sur le tamis à la plus large ouverture de la série choisie et secouer le tamis horizontalement (avec le côté des trous carrés du tamis parallèles à la direction du mouvement de tamisage) de manière à provoquer le trébuchement ou le roulement du charbon sur le tamis.

Ce mouvement ne doit pas se terminer sur une percussion et il doit être continué par huit autres mouvements "aller et retour" (16 au total), après que le dernier déclassé trop petit est passé à travers le tamis; le déplacement horizontal du tamis ne doit pas dépasser 200 mm.

Placer le charbon restant sur le tamis dans un récipient pesé et repeser pour obtenir la masse de la classe.

Retamiser les déclassés trop petits exactement comme décrit dans le paragraphe précédent en descendant jusqu'au tamis de 4 mm d'ouverture, y compris celui-ci.