

NF EN 1097-2

Juin 2010

www.afnor.org

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne.
Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.



**DOCUMENT PROTÉGÉ
PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans accord formel.

Contacter :
AFNOR – Norm'Info
11, rue Francis de Pressensé
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél : 01 41 62 76 44
Fax : 01 49 17 92 02
E-mail : norminfo@afnor.org

afnor

Boutique AFNOR

Pour : LPEE

le 5/10/2010 - 16:06

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher

norme européenne

norme française

NF EN 1097-2
Juin 2010

Indice de classement : **P 18-650-2**

ICS : 91.100.15

Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques de granulats

Partie 2 : Méthodes pour la détermination de la résistance à la fragmentation

E : Tests for mechanical and physical properties of aggregates —
Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation

D : Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften
von Gesteinskörnungen — Teil 2: Verfahren zur Bestimmung
des Widerstandes gegen Zertrümmern

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 26 mai 2010 pour prendre effet le 26 juin 2010.

Remplace la norme homologuée NF EN 1097-2, d'octobre 1998 et son amendement A1, de novembre 2006.

Correspondance

La Norme européenne EN 1097-2:2010 a le statut d'une norme française.

Analyse

Dans la série des normes d'essais pour la détermination des caractéristiques mécaniques et physiques des granulats, le présent document décrit deux méthodes de détermination de la résistance à la fragmentation.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : granulat, essai, caractéristique physique, caractéristique mécanique, résistance mécanique, fragmentation, classe granulaire.

Modifications

Par rapport au document remplacé, ajout en annexe de la méthode pour la détermination de la résistance à la fragmentation des granulats pour ballast ferroviaire.

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, rue Francis de Pressensé — 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.org



Granulats

BNSR GRA

Membres de la commission de normalisation

Président : M SOYEZ

Secrétariat : M GENTILINI — BNSR

M	AUSSEDAT	UNPG
M	BALABAUD	SNCF
MME	BALAND	ATCG
M	BARCIET	SNCF
M	BODET	UNPG
M	BOULET	LCPC
MME	DECREUSE	CEMEX
M	DEHAUDT	CERIB
M	DELAVAL	LRPC
M	DELORME	LRPC
M	DESCANTES	LCPC
M	DESMOULIN	SCREG EST
M	DOMAS	CTPL
M	DROUADAINE	EUROVIA
M	DUPONT	SETRA
M	DUPRAY	CETMEF
M	DUPRIET	EFFAIGE
M	FONTENY	AFNOR
M	GARCIA	LAFARGE
M	GENTILINI	LRPC
MME	GIRARDOT	AFNOR
M	GOBERT	LRPC
M	GONNON	OMAY SAS
M	HAZIME	SURCHISTE
M	HUVELIN	CEMEX
MME	IGNACE	MALET
M	JEAMPIERRE	EDF
M	LACASSY	LRPC
M	LANGLET	LRPC
M	LEROY	GSM
M	MORIN	SNCF
MME	PHAMMAVANH	SNCF
M	PIKETTY	EUROVIA
M	PILLARD	UMGO-FFB
M	PIMIENTA	CSTB
M	POTIER	SNBPE
M	RELLIER	EUROVIA
M	ROBINET	SNCF
M	SOYEZ	LCPC
M	VERHEE	URSIF
M	VECOVEN	HOLCIM

**NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD**

EN 1097-2

Mars 2010

ICS : 91.100.15

Remplace EN 1097-2:1998

Version française

**Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques
et physiques de granulats — Partie 2 : Méthodes pour la détermination
de la résistance à la fragmentation**

Prüfverfahren für mechanische und physikalische
Eigenschaften von Gesteinskörnungen —
Teil 2: Verfahren zur Bestimmung
des Widerstandes gegen Zertrümmerung

Tests for mechanical and physical
properties of aggregates — Part 2: Methods
for the determination of resistance
to fragmentation

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 21 février 2010.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Centre de Gestion : 17 Avenue Marnix, B-1000 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos	3
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	4
3 Termes et définitions	4
4 Appareillage	5
4.1 Appareillage d'usage courant	5
4.2 Appareillage additionnel prescrit pour déterminer la résistance à la fragmentation par l'essai Los Angeles	5
4.3 Appareillage additionnel prescrit pour déterminer la résistance à la fragmentation par la méthode de fragmentation par impact	7
5 Détermination de la résistance à la fragmentation par la méthode d'essai Los Angeles	7
5.1 Principe	7
5.2 Préparation de la prise d'essai	7
5.3 Mode opératoire	8
5.4 Calcul et expression des résultats	8
5.5 Rapport d'essai	8
6 Détermination de la résistance à la fragmentation par la méthode de fragmentation par impact	8
6.1 Principe	8
6.2 Préparation d'échantillons soumis à essai	8
6.3 Mode opératoire	9
6.4 Calcul et expression des résultats	9
6.5 Rapport d'essai	10
Annexe A (normative) Détermination de la résistance à la fragmentation des granulats pour ballast ferroviaire	11
Annexe B (informative) Autres options possibles pour l'essai Los Angeles	14
Annexe C (informative) Machine pour essai de fragmentation par impact : Montage, fonctionnement et exigences de sécurité	15
Annexe D (informative) Vérification de la machine pour essai de fragmentation par impact	25
Annexe E (informative) Fidélité	29
Annexe F (informative) Exemple concret de calcul de la valeur de fragmentation par impact SZ	30
Annexe G (informative) Autres options possibles pour l'essai Los Angeles des granulats recyclés de 16/32 mm	31
Bibliographie	32

Avant-propos

Le présent document (EN 1097-2:2010) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 154 «Granulats», dont le secrétariat est tenu par BSI.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en septembre 2010, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en septembre 2010.

L'attention est appelée sur le fait que certains éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété industrielle. CEN (et/ou CENELEC) ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété.

Le présent document est destiné à remplacer l'EN 1097-2:1998.

La présente norme européenne fait partie d'un ensemble d'essais qui déterminent les propriétés mécaniques et physiques des granulats. Les méthodes d'essai concernant les autres caractéristiques des granulats sont prises en compte par les Normes européennes suivantes :

EN 932 (toutes les parties), *Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats* ;

EN 933 (toutes les parties), *Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats* ;

EN 1367 (toutes les parties), *Essais pour déterminer les propriétés thermiques et l'altérabilité des granulats* ;

EN 1744 (toutes les parties), *Essais pour déterminer les propriétés chimiques des granulats* ;

EN 13179 (toutes les parties), *Essais sur les fillers utilisés dans les mélanges bitumineux*

L'EN 1097 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général «*Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats*» :

— *Partie 1 : Détermination de la résistance à l'usure (micro-Deval) ;*

— *Partie 3 : Détermination de la masse volumique en vrac et de la porosité intergranulaire ;*

— *Partie 4 : Détermination de la porosité du filler sec compacté ;*

— *Partie 5 : Détermination de la teneur en eau par séchage en étuve ventilée ;*

— *Partie 6 : Détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau ;*

— *Partie 7 : Détermination de la masse volumique réelle du filler — Méthode au pycnomètre ;*

— *Partie 8 : Détermination du coefficient de polissage accéléré ;*

— *Partie 9 : Détermination de la résistance à l'usure par abrasion provoquée par les pneus à crampons — Essai scandinave ;*

— *Partie 10 : Détermination de la hauteur de succion d'eau.*

Selon le règlement intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovenie, Suède et Suisse.

EN 1097-2:2010 (F)

1 Domaine d'application

La présente Norme européenne décrit la méthode de référence, l'essai Los Angeles, utilisée pour les essais de type initiaux et en cas de litige (et une autre méthode, l'essai de fragmentation par impact) pour déterminer la résistance à la fragmentation d'un gravillon (texte principal) et des granulats pour ballast ferroviaire (Annexe A). Pour d'autres besoins, en particulier le contrôle de production en usine, d'autres méthodes peuvent être utilisées à condition que soit établie une relation de fonctionnement appropriée avec la méthode de référence.

La présente Norme européenne s'applique aux granulats naturels, artificiels ou recyclés utilisés dans le BTP.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

EN 932-1, *Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats — Partie 1 : Méthodes d'échantillonnage.*

EN 932-2, *Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats — Partie 2 : Méthodes de réduction d'un échantillon de laboratoire.*

EN 932-5, *Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats — Partie 5 : Équipements communs et étalonnage.*

EN 933-1, *Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats — Partie 1 : Détermination de la granularité — analyse granulométrique par tamisage.*

EN 933-2, *Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats — Partie 2 : Détermination de la granularité — tamis de contrôle, dimensions nominales des ouvertures.*

EN 1097-6:2000, *Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats — Partie 6 : Détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau.*

EN 10025-2:2004, *Produits laminés à chaud en aciers de construction — Partie 2 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction non alliés.*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme européenne, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 coefficient Los Angeles

LA

pourcentage de la prise d'essai passant à un tamis prédéterminé après l'achèvement de l'essai.

3.2 valeur de fragmentation par impact

SZ

valeur SZ donnant une mesure de la résistance des granulats à la fragmentation dynamique, et équivaut à un cinquième de la somme des pourcentages en masse des échantillons soumis à l'essai passant à travers cinq tamis de contrôle, conformément à l'article 6

3.3 échantillon soumis à essai

échantillon utilisé pour une seule détermination lorsqu'une méthode d'essai nécessite plusieurs déterminations d'une propriété

3.4**prise d'essai**

échantillon utilisé dans sa totalité pour un seul essai

3.5**échantillon pour laboratoire**

échantillon réduit provenant d'un échantillon global pour un essai de laboratoire

3.6**masse constante**

masse obtenue après séchage et des pesées successives effectuées à 1 h d'intervalles au moins ne différant pas de plus de 0,1 %

NOTE Souvent, la masse constante peut être atteinte après séchage de la prise d'essai dans une étuve (voir 4.1.3) réglée à (110 ± 5) °C pour une période déterminée à l'avance. Les laboratoires d'essais peuvent déterminer le temps nécessaire pour atteindre la masse constante suivant le type et la taille de l'échantillon et en fonction de la capacité de séchage de l'étuve utilisée.

4 Appareillage

Sauf indication contraire, tout l'appareillage doit être conforme aux exigences générales de l'EN 932-5.

4.1 Appareillage d'usage courant

4.1.1 Tamis de contrôle conformes à l'EN 933-2 d'ouvertures spécifiées au Tableau 1.

Tableau 1 — Tamis de contrôle

Essai	Dimension des ouvertures mm
Los Angeles	1,6 ; 10 ; 11,2 (ou 12,5) ; 14
Essai de fragmentation par Impact ^{a)}	0,2 ; 0,63 ; 2 ; 5 ; 8 ; 10 ; 11,2 ; 12,5
a) Pour l'essai de fragmentation par impact, à cause des tolérances sur les ouvertures des tamis, il convient que le même tamis de 8 mm soit utilisé pour la préparation de la prise d'essai et l'évaluation de l'essai.	

4.1.2 Balance appropriée capable de peser une prise d'essai avec une précision de 0,1 % de la masse de la prise d'essai.

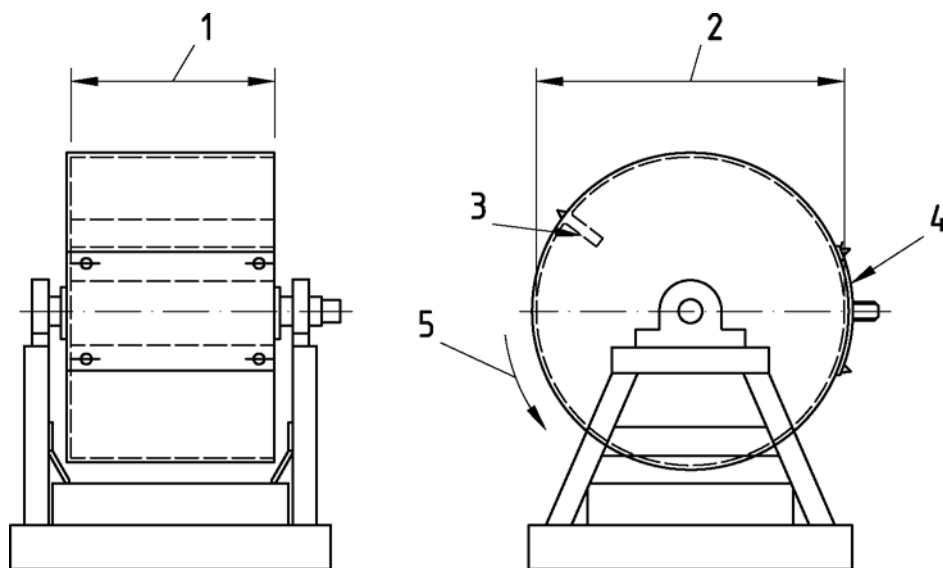
4.1.3 Étuve ventilée, capable de maintenir une température constante de (110 ± 5) °C.

4.2 Appareillage additionnel prescrit pour déterminer la résistance à la fragmentation par l'essai Los Angeles

4.2.1 *Matériel* pour réduire l'échantillon pour laboratoire en prise d'essai suivant l'EN 932-2.

4.2.2 *Machine Los Angeles* comprenant les éléments suivants.

NOTE Un exemple de machine jugé satisfaisant est donné à la Figure 1.

EN 1097-2:2010 (F)**Légende**

- 1 Longueur intérieure (508 ± 5) mm
- 2 Diamètre intérieur (711 ± 5) mm
- 3 Plaque
- 4 Couvercle et ouvertures
- 5 Rotation

Figure 1 — Machine type pour essais Los Angeles

4.2.2.1 *Cylindre creux*, fabriqué en tôle d'acier de construction de $\left(12^{+1,0}_{-0,5}\right)$ mm d'épaisseur du type S275

de l'EN 10025-2 formée sans contrainte excessive et pouvant être soudée sans distorsion majeure. Ce cylindre doit être fermé aux deux extrémités. Il doit avoir un diamètre intérieur de (711 ± 5) mm et une longueur intérieure de (508 ± 5) mm. Il doit être maintenu par deux boulons horizontaux fixés, sans pénétrer à l'intérieur, sur ses parois d'extrémités. Il doit être monté de façon à tourner autour d'un axe horizontal.

Une ouverture de (150 ± 3) mm de large doit être pratiquée de préférence sur toute la longueur du tambour pour faciliter les opérations d'introduction de l'échantillon et de son extraction après essai. Par souci d'assurer une bonne étanchéité à la poussière, l'ouverture doit être hermétiquement fermée, pendant la durée de l'essai, à l'aide d'un couvercle amovible qui respecte la forme cylindrique de la surface interne.

Cette surface interne cylindrique doit être interrompue par une plaque saillante, située entre 380 mm et 820 mm du bord du couvercle, la distance doit être mesurée le long du cylindre dans le sens du mouvement de rotation. Cette plaque doit avoir une section droite rectangulaire (longueur = à celle du cylindre, largeur = (90 ± 2) mm, épaisseur = (25 ± 1) mm). Elle doit être placée dans un plan diamétral, le long d'une génératrice du cylindre, et doit être fixée d'une façon rigide.

La plaque doit être remplacée lorsqu'elle atteint en un point 86 mm en largeur et 23 mm en épaisseur.

La base de la machine doit être directement posée sur un niveau en béton ou sur un bloc de roche.

NOTE Il convient que la plaque saillante et le couvercle amovible soient fabriqués dans le même acier que le tambour ou d'un acier plus dur pour la plaque saillante.

4.2.2.2 *Charge abrasive* consistant en onze boulets d'acier, ayant chacune un diamètre compris entre 45 mm et 49 mm (voir Annexe B) et une masse comprise entre 400 g et 445 g ; la masse totale de la charge devant être comprise entre 4 690 g et 4 860 g.

NOTE La masse nominale de la charge abrasive constituée de boulets neufs est de 4 840 g. Une tolérance de + 20 g permet la prise en compte des écarts de fabrication, et une tolérance de — 150 g, celle de l'usure des boulets.

4.2.2.3 Un *moteur* imprimant au tambour une vitesse de rotation comprise entre 31 tr/min et 33 tr/min.

4.2.2.4 Un *plateau* pour récupérer le matériau et les boulets après l'essai.

4.2.2.5 Un *compteur de tours* pouvant provoquer l'arrêt automatique du moteur une fois le nombre de tours requis effectué.

4.3 Appareillage additionnel prescrit pour déterminer la résistance à la fragmentation par la méthode de fragmentation par impact

4.3.1 Machine de fragmentation par impact (voir Annexe C).

4.3.2 Matériel pour vérifier la machine de fragmentation par impact (voir Annexe D).

NOTE Les Annexes C et D sont informatives et ne contiennent pas de dispositions normatives pour l'application de la présente Norme européenne. Cependant, il est fortement recommandé de suivre les dispositions informatives de ces annexes lors de la réalisation de l'essai décrit à l'article 6.

4.3.3 Brosses et récipients.

5 Détermination de la résistance à la fragmentation par la méthode d'essai Los Angeles

5.1 Principe

Faire rouler dans un tambour rotatif un échantillon de granulat mélangé à des boulets d'acier. À la fin, on détermine la quantité de matériau retenu sur le tamis de 1,6 mm.

5.2 Préparation de la prise d'essai

La masse de l'échantillon envoyé au laboratoire doit être égale à 15 kg au minimum de la classe granulaire 10 mm à 14 mm.

L'essai doit être effectué sur un granulat passant au tamis de 14 mm et retenu sur celui de 10 mm. En plus, la courbe granulométrique de l'échantillon doit répondre à l'une des exigences suivantes :

- a) 60 % à 70 % de passant sur un tamis de 12,5 mm ; ou
- b) 30 % à 40 % de passant sur un tamis de 11,2 mm.

NOTE 1 Les exigences granulaires supplémentaires permettent d'obtenir la prise d'essai à partir de granularités autres que le 10/14 (voir Annexe B).

NOTE 2 Pour les granulats recyclés, un mode opératoire d'essai pour la classe 16/32 mm est décrit dans l'Annexe G.

Tamiser l'échantillon pour laboratoire sur les tamis de 10 mm, 11,2 mm (ou 12,5 mm) et 14 mm pour obtenir des classes granulaires séparées 10 mm à 11,2 mm (ou 12,5 mm) et 11,2 mm (ou 12,5 mm) à 14 mm. Laver chaque fraction séparément, conformément à l'EN 933-1 et les sécher jusqu'à masse constante.

NOTE 3 Pour les granulats thermosensibles, il convient d'utiliser une température de séchage de $(40 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Laisser refroidir à température ambiante. Mélanger les deux fractions pour obtenir un échantillon pour laboratoire modifié 10 mm à 14 mm conforme aux proportions données ci-dessus.

Réduire cet échantillon pour laboratoire modifié provenant du mélange en prise d'essai conformément à l'EN 932-2. La masse de la prise d'essai doit être égale à $(5\,000 \pm 5)$ g.

EN 1097-2:2010 (F)

5.3 Mode opératoire

Vérifier que le tambour est propre avant d'y mettre l'échantillon. Placer avec précaution les boulets dans la machine, puis y introduire la prise d'essai. Remettre le couvercle et faire faire 500 tours à la machine, à une vitesse constante de 31 tr/min à 33 tr/min.

Verser le granulat sur un plateau placé sous l'appareillage en veillant à éviter toute perte de matériau. Vider le tambour et le nettoyer soigneusement en éliminant toutes les fines, surtout autour de la plaque saillante. Enlever soigneusement les boulets du plateau en veillant à ne perdre aucune particule du granulat.

Analyser le matériau recueilli sur le plateau conformément à l'EN 933-1, par lavage et tamisage au tamis de 1,6 mm. Sécher le refus à 1,6 mm à une température de $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ (ou inférieure, voir NOTE 3 en 5.2), jusqu'à obtention d'une masse constante.

5.4 Calcul et expression des résultats

Calculer le coefficient Los Angeles LA à partir de l'équation suivante :

$$LA = \frac{5\,000 - m}{50}$$

où :

m est la masse du refus à 1,6 mm, en grammes.

Enregistrer le résultat arrondi à l'entier le plus proche.

NOTE Des éléments sur la fidélité du Los Angeles sont donnés en Annexe E.

5.5 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit inclure les informations suivantes :

- a) Déclarer que l'essai Los Angeles a été effectué en conformité à la présente norme
- b) La référence à la présente norme
- c) le nom et l'origine du matériau ;
- d) les classes granulaires à partir desquelles la prise d'essai a été obtenue ;
- e) le coefficient Los Angeles, LA .

6 Détermination de la résistance à la fragmentation par la méthode de fragmentation par impact

6.1 Principe

Un échantillon soumis à essai est placé sur un cylindre en acier et dix coups lui sont portés avec un marteau de 50 kg, tombant d'une hauteur spécifiée. Le taux de fragmentation provoquée par les dix coups est mesuré en tamisant l'échantillon soumis à essai sur cinq tamis de contrôle spécifiés.

6.2 Préparation d'échantillons soumis à essai

6.2.1 Prélever un échantillon pour laboratoire conformément à l'EN 932-1. L'échantillon doit contenir au moins 5 kg de la classe granulaire 8 mm à 10 mm et 2,5 kg de chacune des classes suivantes : 10 mm à 11,2 mm et 11,2 mm à 12,5 mm.

6.2.2 Préparer à l'aide des tamis de 8 mm, de 10 mm, de 11,2 mm et de 12,5 mm spécifiés en 4.1.1, à partir de l'échantillon pour laboratoire, une quantité suffisante pour au moins trois échantillons soumis à essai (voir 6.2.3 et 6.2.4) avec les classes 8 mm à 10 mm, 10 mm à 11,2 mm et 11,2 mm à 12,5 mm. Laver ces quantités conformément à l'EN 933-1 et les sécher jusqu'à masse constante puis laisser refroidir à une température comprise entre 15 °C et 35 °C.

NOTE Pour les granulats thermosensibles, il convient d'utiliser une température de séchage de (40 ± 5) °C.

6.2.3 Préparer du matériau pour au moins trois échantillons soumis à essai, en respectant les proportions suivantes, et soumettre à essai trois échantillons (voir 6.2.4). Les échantillons soumis à essai doivent se composer de 50 % de granulats de classe 8 mm à 10 mm, de 25 % de la classe 10 mm à 11,2 mm et de 25 % de la classe 11,2 mm à 12,5 mm. Ils doivent être pesés à 0,5 g près. Mélanger les trois fractions avant de peser l'échantillon soumis à essai, comme spécifié en 6.2.4.

6.2.4 La masse de l'échantillon soumis à essai en kilogrammes doit être égale à 0,5 fois la masse volumique réelle des granulats en mégagrammes par mètre cube déterminée conformément à l'EN 1097-6 sur un échantillon composé suivant les spécifications données en 6.2.3.

Si la masse volumique a déjà été déterminée lors d'essais précédents, ce résultat peut être utilisé.

Pour chaque échantillon soumis à essai, les quantités en kilogrammes sont :

- a) classe granulaire 8 mm à 10 mm : 0,25 fois la masse volumique réelle
- b) classe granulaire 10 mm à 11,2 mm : 0,125 fois la masse volumique réelle
- c) classe granulaire 11,2 mm à 12,5 mm : 0,125 fois la masse volumique réelle

Avant l'essai, la masse de l'échantillon soumis à essai à essayer, appelée M , ne doit pas différer de plus de 1 % par rapport à la masse nominale.

6.3 Mode opératoire

6.3.1 Verser l'échantillon soumis à essai dans le moule de la machine d'essai de choc et égaliser la surface à la main sans tasser. À l'aide du dispositif approprié, presser le pilon sur l'échantillon soumis à essai et lever le marteau à une hauteur de 370 mm. Porter ensuite dix coups de marteau à l'échantillon soumis à essai.

6.3.2 Relever le pilon après la série de coups, et sortir le moule de l'appareillage. Verser avec soin dans un récipient l'échantillon broyé. Éliminer à l'aide d'une brosse les particules fines adhérant au moule pour les recueillir dans le récipient. L'échantillon soumis à essai doit ensuite être pesé.

6.3.3 L'échantillon broyé doit être tamisé conformément à l'EN 933-1 sur les cinq tamis suivants spécifiés en 4.1.1, en commençant par le tamis de 8 mm : 0,2 mm ; 0,63 mm ; 2 mm ; 5 mm ; 8 mm.

6.3.4 Peser à 0,5 g près le refus des cinq tamis ainsi que du fond.

6.3.5 Si la masse totale de l'échantillon soumis à essai après le tamisage diffère de plus de 0,5 % de la masse initiale, répéter l'essai de fragmentation par impact sur un autre échantillon soumis à essai.

6.4 Calcul et expression des résultats

Pour chaque échantillon soumis à essai, calculer la masse du refus de chacun des cinq tamis et du fond, en pourcentage de la masse avant essai M de l'échantillon soumis à essai, et en déduire par le calcul le pourcentage des masses de passant aux cinq tamis.

Faire l'addition des pourcentages en masse du passant de chacun des cinq tamis pour obtenir la somme M .

Calculer le coefficient de fragmentation par impact SZ par la formule suivante :

$$SZ = \frac{M}{5} \text{ (voir Article 3 et l'exemple concret donné dans l'Annexe F).}$$

où :

M est la somme des pourcentages en masse du passant de chacun des cinq tamis de contrôle.

NOTE Des éléments sur la fidélité de l'essai de fragmentation par impact sont donnés en Annexe E.

EN 1097-2:2010 (F)

6.5 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit inclure les informations suivantes :

- a) Déclarer que l'essai a été effectué en conformité à la présente norme
- b) le nom et l'origine du matériau ;
- c) les classes granulaires à partir desquelles la prise d'essai a été obtenue ;
- d) la masse volumique du granulat de la classe 8 mm à 12,5 mm arrondie à 0,01 Mg/m³ et déterminée conformément à l'EN 1097-6 ;
- e) le résultat de l'essai (coefficient de fragmentation par impact SZ, avec le résultat de chaque échantillon arrondi à 0,01 % et la valeur moyenne arrondie à 0,1 %).

Annexe A

(normative)

**Détermination de la résistance à la fragmentation
des granulats pour ballast ferroviaire**

NOTE Les numéros d'article ci-après se rapportent aux numéros correspondants dans le document principal. Ces articles expriment des additions ou modifications apportées aux articles du texte principal.

4 Appareillage**4.1 Appareillage d'usage courant**

4.1.1 *Tamis de contrôle* conformes à l'EN 933-2 d'ouvertures spécifiées au Tableau A.1.

Tableau A.1 — Tamis de contrôle

Essai	Dimension des ouvertures mm
Los Angeles	31,5 ; 40 ; 50
Essai de fragmentation par Impact	31,5 ; 40

4.2 Appareillage additionnel prescrit pour déterminer la résistance à la fragmentation par la méthode d'essai Los Angeles

4.2.2.2 Charge abrasive, consistant en douze boulets d'acier au lieu de onze. La masse totale de la charge doit être de $(5\,210 \pm 90)$ g.

5 Détermination de la résistance à la fragmentation par la méthode d'essai Los Angeles**5.2 Préparation de la prise d'essai**

La masse de l'échantillon envoyé au laboratoire doit être égale à 15 kg au minimum de la classe granulaire 31,5 mm à 50 mm.

L'essai doit être effectué sur des granulats passant au tamis de 50 mm et retenus sur celui de 31,5 mm.

Tamiser l'échantillon pour laboratoire sur les tamis de 31,5 mm, 40 mm et 50 mm pour obtenir des classes granulaires séparées 31,5 mm à 40 mm et 40 mm à 50 mm Laver chaque fraction séparément, conformément à l'EN 933-1 et les sécher dans l'étuve à (110 ± 5) °C jusqu'à masse constante. Laisser refroidir à température ambiante.

Réduire la masse des fractions conformément à l'EN 932-2. Chaque fraction doit avoir une masse de (5000 ± 50) g. Mélanger les deux fractions pour obtenir une prise d'essai de 31,5 mm à 50 mm. La masse de la prise d'essai doit être égale à $(10\,000 \pm 100)$ g.

EN 1097-2:2010 (F)

5.3 Mode opératoire

Faire faire 1 000 tours à la machine au lieu de 500.

5.4 Calcul et expression des résultats

Calculer le coefficient Los Angeles LA_{RB} à partir de l'équation suivante :

$$LA_{RB} = \frac{10\,000 - m}{100}$$

5.5 Rapport d'essai

Le rapport doit déclarer que l'essai Los Angeles a été effectué en conformité à l'Annexe A de la présente norme. Il doit inclure les informations suivantes :

c) le coefficient Los Angeles LA_{RB}

6 Détermination de la résistance à la fragmentation par la méthode de fragmentation par impact

6.2 Préparation des échantillons soumis à essai

6.2.1 L'échantillon doit contenir au moins 10 kg de la classe granulaire 31,5 mm à 40 mm.

6.2.2 Préparer à l'aide des tamis de 31,5 mm et de 40 mm spécifiés en 4.1.1 à partir de l'échantillon pour laboratoire, une quantité suffisante pour trois échantillons soumis à essai (voir 6.2.3) avec la classe 31,5 mm à 40 mm. Laver ces quantités conformément à l'EN 933-1 et les sécher à $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ jusqu'à masse constante puis laisser refroidir à une température comprise entre $15 ^\circ\text{C}$ et $35 ^\circ\text{C}$.

6.2.3 Un matériau pour préparer au moins trois échantillons soumis à essai doit être utilisé. La masse de l'échantillon soumis à essai de 31,5 mm à 40 mm, en kilogrammes, doit être égale à 1,05 fois la masse volumique réelle des granulats en mégagrammes par mètre cube déterminée conformément à l'EN 1097-6:2000.

6.3 Mode opératoire

6.3.1 Le marteau doit être levé à une hauteur de 420 mm au lieu de 370 mm. Porter à l'échantillon soumis à essai vingt coups de marteau au lieu de dix.

6.3.3 L'échantillon soumis à essai broyé doit être tamisé conformément à l'EN 933-1 sur le tamis de 8 mm spécifié en 4.1.1,

Peser à 0,5 g près le passant au tamis de 8 mm et l'appeler M_1 .

6.4 Calcul et expression des résultats

Pour chaque échantillon soumis à essai, calculer la masse du passant au tamis de 8 mm, en pourcentage de la masse M de l'échantillon soumis à essai avant essai,

Calculer le coefficient de fragmentation par impact SZ_{RB} par la formule suivante :

$$SZ_{RB} = \frac{M_1}{M}$$

où :

M_1 est la masse du passant au tamis de 8 mm ;

M est la masse avant essai de l'échantillon soumis à essai.

6.5 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit inclure les informations suivantes :

- a) la masse volumique du granulat de la classe 31,5 mm à 40 mm arrondie à 0,01 Mg/m³ et déterminée conformément à l'EN 1097-6 ;
- b) le résultat de l'essai (coefficient de fragmentation par impact SZ_{RB} , avec le résultat de chaque échantillon soumis à essai arrondi à 0,01 % et la valeur moyenne arrondie à 0,1 %).

Annexe B

(informative)

Autres options possibles pour l'essai Los Angeles

Les écarts suivants par rapport à la méthode d'essai de référence (voir 5.2) peuvent fournir, pour certaines utilisations, des informations complémentaires.

Les classes granulaires données au Tableau B.1 peuvent être utilisées.

NOTE la gamme de classe granulaires alternatives dans la présente annexe pour l'essai Los Angeles fournit une méthodologie pour soumettre à l'essai des fractions autres que la fraction standard 10/14 prévue dans l'essai de référence. Différents nombres de boulets et de charges de boulets sont donnés pour chaque classe granulaire. Ceux-ci ont été sélectionnés afin de produire des résultats à partir des fractions non-standard proches de ceux qui seraient obtenus avec la fraction standard 10/14. Cependant, la relation n'est pas la même pour tous les granulats ; avec les fractions alternatives, il convient de ne pas s'attendre à des résultats identiques à ceux obtenus avec la méthode de référence 10/14 mm.

Utiliser les tamis de contrôles de dimensions appropriées pour s'adapter aux classes granulaires au lieu de ceux définis en 4.1.1 et 5.2.

Tableau B.1 — Autres options possibles

Classe granulaire	Taille du tamis intermédiaire	Pourcentage de passant au tamis intermédiaire	Nombre de boulets	Masse de la charge de boulets
mm	mm	%		G
4 à 6,3	5	30 à 40	7	2 930 à 3 100
4 à 8	6,3	60 à 70	8	3 410 à 3 540
6,3 à 10	8	30 à 40	9	3 840 à 3 980
8 à 11,2	10	60 à 70	10	4 250 à 4 420
11,2 à 16	14	60 à 70	12	5 120 à 5 300

Annexe C

(informative)

Machine pour essai de fragmentation par impact : Montage, fonctionnement et exigences de sécurité

C.1 Généralités

Les dimensions sont données en millimètres.

Pour les tolérances générales, choisir la classe d'exactitude m, comme spécifié dans l'ISO 2768-1 et l'ISO 2768-2.

C.2 Montage

Les différents éléments de structure constituant la machine à essai sont représentés à la Figure C.1. Elle est constituée de quatre sous-ensembles :

- a) le dispositif de relevage composé d'un marteau, de guides, d'un moteur assurant le relevage et la mise en place, de compteurs (voir C.3) ;
- b) le porte-échantillon, consistant en un pilon et un moule muni d'un dispositif assurant le maintien de la pression de contact et l'ajustement (voir C.4) ;
- c) l'enclume (voir C.5) ;
- d) le socle de base et les amortisseurs (voir C.6).

Les articles C.3 à C.6 décrivent le mode de fonctionnement, les dimensions, la qualité matérielle, la qualité et la dureté de surface de ces sous-ensembles.

Il convient que tous les mouvements se produisent le long de l'axe commun aux marteau, pilon, moule et enclume. Il convient que le marteau et le dispositif assurant la pression de contact du moule aient un guide commun (voir Figure C.2) réglé en position verticale lors de la mise en marche de la machine (voir également C.4.3).

Pour ce faire, il convient que les valeurs suivantes (moyennes arithmétiques de dix impacts) caractérisant les impacts soient respectées, le marteau tombant d'une hauteur de 400 mm :

Force d'impact $F_{\max} = (830 \pm 60) \text{ kN}$

Impulsion $P = \int F \times dt = (240 \pm 25) \text{ N} \times \text{s}$

Durée d'impulsion $t = (510 \pm 20) \text{ ms}$

Pour vérifier la machine de fragmentation par impact, voir C.8.

C.3 Dispositif de relevage

C.3.1 Généralités

Le dispositif de relevage consiste en un marteau, des guides, un moteur assurant le relevage et la mise en place et de compteurs.

EN 1097-2:2010 (F)

C.3.2 Marteau

Le marteau, (voir Figure C.3) consiste en un corps et une tête. Il est cylindrique et son coefficient d'élancement est de 4:1. Sa tête remplaçable a une forme qui s'évase à partir du point d'impact. Il convient que la surface de contact entre le corps et la tête soit finie de telle sorte qu'elle forme au moins 80 % de l'aire totale. Il convient que le corps et la tête soient fixés par quatre vis à tige élastique (voir Figure C.3) de telle sorte que la charge soit maintenue sur les quatre vis pendant l'impact.

Il convient que le marteau soit fabriqué dans les matériaux suivants :

- a) le corps : En acier cimenté et trempé 20MnCr5 conformément aux spécifications de l'ISO 683-11 ;

NOTE 1 Méthode de trempage : profondeur de cémentation et trempage : minimum 1 mm ; dureté de surface requise : 54 HRC à 56 HRC (conformément aux spécifications de l'EN ISO 6508-1).

NOTE 2 Traitement thermique pour la cémentation et la trempage : conformément aux spécifications de l'ISO 683-11.

- b) la tête : En acier à outil 60WCrV7 conformément aux spécifications de l'ISO 4957 ; dureté Rockwell après traitement de trempage et revenu mesurée au centre et sur les bords de la surface d'impact : 54 HRC à 56 HRC (conformément aux spécifications de l'EN ISO 6508-1).

Voir également C.8 et Annexe D.

C.3.3 Guides

Une fois les éléments de construction réglés, il convient que le marteau puisse tomber en chute libre. Les guides latéraux remplaçables (voir Figure C.4) fixent le marteau sur ses rainures de guidage. La disposition de ces dernières assure un coefficient de frottement très faible ainsi qu'une bonne stabilité. Il convient que les rails soient en acier non-allié brillant St 52-3 (numéro de matériau 1.0570) conformément aux spécifications du Tableau A.1 de l'EN 10025-2:2004.

C.3.4 Moteur assurant le relevage et la mise en place, compteurs

Le moteur soulève le marteau jusqu'à la hauteur requise. Il convient que la hauteur de chute calculée à partir du bord inférieur du marteau jusqu'à l'extrémité arrondie du pilon, puisse être réglée de 200 mm à 500 mm tous les millimètres.

Il convient que le moteur corrige automatiquement la hauteur de chute de la quantité dont l'échantillon soumis à essai a été comprimé par l'impact, de sorte à maintenir la hauteur constante à 2 mm près pendant toute la durée de l'essai.

Il convient que deux compteurs électriques enregistrent le nombre de coups. Il convient que l'un des compteurs soit capable de provoquer l'arrêt automatique du dispositif de relevage du marteau dès que le nombre de coups requis a été atteint, et le second, d'enregistrer le nombre total de coups portés.

C.4 Porte-échantillon

C.4.1 Généralités

Pendant l'essai de fragmentation par impact, il convient que le porte-échantillon consistant en un pilon et un moule, se situe entre le marteau et l'enclume. Tandis que le moule et l'enclume forment un ensemble solidaire, il convient que le pilon soit pressé contre l'échantillon dans le moule par le dispositif assurant la pression de contact par l'intermédiaire de ressorts.

C.4.2 Moule

Il convient que le moule (voir Figure C.5) soit fabriqué dans le même acier cimenté et trempé que le corps du marteau (voir C.3.2), et ait un support plat, non évidé, avec une dureté Rockwell de 54 HRC à 56 HRC (suivant les spécifications de l'EN ISO 6508-1). Ainsi, le moule exerce une pression de contact uniforme sur l'enclume.

C.4.3 Pilon

Il convient que le pilon (voir Figure C.6) soit fabriqué dans le même acier que le marteau (voir C.3.2) et ait également subi un traitement de trempe et revenu lui permettant de résister aux forces d'impact élevées pendant l'essai. Il convient pour la surface d'impact d'avoir une dureté Rockwell de 54 HRC à 56 HRC (suivant les spécifications de l'EN ISO 6508-1).

Il convient d'appliquer la force sur le moule en un seul point. À cet effet, il convient que le point de contact du pilon soit sphérique. La partie cylindrique du pilon facilite son insertion dans le moule.

Deux manchons de serrage connectent le dispositif assurant la pression de contact au pilon. Il convient que ces manchons soient en acier trempé et revenu 1C 45 (numéro de matériau 1.0503) suivant les spécifications de l'EN 10083-2.

On peut contrôler l'alignement du marteau, du pilon et du moule en observant le mouvement vertical du pilon à l'intérieur du moule. La position correcte est atteinte lorsque le pilon descend au centre du moule, en tenant compte du jeu entre le pilon et le moule. Lorsque le pilon a atteint sa position finale, il convient de n'observer à l'œil nu aucune modification dans le jeu sur les côtés.

C.4.4 Dispositifs assurant la pression de contact et l'ajustement

Il convient de maintenir la force de contact entre le pilon et l'échantillon dans le moule constante et égale à $(1\ 000 \pm 100)$ N pendant toute la durée de l'essai. L'échantillon étant de plus en plus comprimé, la pression de contact peut être corrigée par le moteur de façon à retrouver après chaque coup la pression de contact initiale. La pression de contact élastique peut être appliquée au pilon par l'intermédiaire, par exemple, de six ressorts soumis à une force constante d'environ 5 N/mm via un anneau de centrage en polyamide 66, selon l'ISO 1874-1, gainé d'acier.

Pour des raisons d'ajustement, il est nécessaire que le pilon soit maintenu contre la bride de pression de contact par une force initiale de 250 N. Lorsqu'il est sous tension, il convient d'appliquer au ressort une force supplémentaire de 750 N allongeant de 8 mm sa course pendant l'impact.

C.5 Enclume

Il convient que l'enclume (voir Figure C.7) soit cylindrique. Il convient que son extrémité ait la forme d'un cône tronqué. Sa masse totale est concentrée de façon concentrique et uniforme dans la direction de l'impact. Il convient que l'extrémité soit plate de façon à offrir au moule l'assise nécessaire et qu'elle soit équipée d'éléments de fixation réglables, permettant de fixer le moule sur l'enclume. Il convient que des trous soient prévus pour les amortisseurs. Il convient que l'enclume soit en fonte grise 250 suivant les spécifications de l'ISO 185.

C.6 Base et amortisseurs

Il convient que le socle de base (voir Figure C.7) soit en acier St 37-2 (numéro de matériau 1.0037) suivant les spécifications du Tableau A.1 de l'EN 10025-2. Il convient que la structure et l'enclume soient verticales, séparées l'une de l'autre mais posées sur la même base (voir Figure C.2). Il convient que la structure exerce une pression de contact avec la base. Il convient que la base soit fixée par des boulons d'ancrage à un support solide, horizontal et plat. La charge statique de la surface de support résultant de la masse de la machine à essai de fragmentation dynamique via la base, est égale à environ 14 000 N. Avec une hauteur de chute de 400 mm, la charge supplémentaire momentanée appliquée à la surface de support est d'environ 27 000 N. La charge «sinusoïdale» dure environ 1 ms. Il convient que quatre amortisseurs (Figure C.8) soient insérés entre la base et l'enclume.

Il convient que chaque amortisseur puisse résister à une charge de 10 000 N.

NOTE Fourchette indicative de valeurs :

- ressort sous tension maximale : 2,5 mm à 4,5 mm ;
- fréquence d'oscillation sous tension maximale : $500\ \text{min}^{-1}$ à $600\ \text{min}^{-1}$;
- qualité du caoutchouc : Mélange de caoutchouc naturel de dureté 60 DIDC à 80 DIDC suivant les spécifications de l'ISO 48 ;
- tolérances dimensionnelles : Classe M4, suivant les spécifications de l'ISO 3302.

EN 1097-2:2010 (F)

Il convient que l'enclume, les amortisseurs et la base soient assemblés à l'aide de boulons filetés. Les amortisseurs permettent d'ajuster l'enclume. Ils constituent une base spécifique et amortissent également le bruit.

C.7 Exigences de sécurité et essais

C.7.1 Il convient que le marteau soit fixé à un dispositif de suspension afin de prévenir sa chute éventuelle au moment où le moule est installé ou enlevé de la machine.

C.7.2 Il convient qu'un dispositif de protection soit prévu pour protéger l'accès de la zone de danger de la masse pendant son fonctionnement. Il peut s'agir d'un écran amovible pouvant être bloqué pendant l'essai.

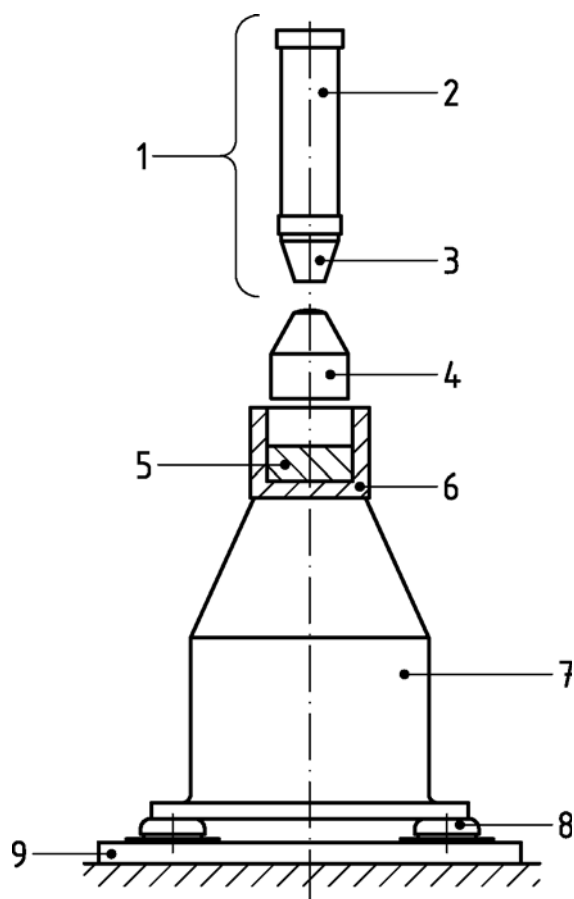
Il convient que les exigences de sécurité données en C.7.1 et C.7.2 fassent l'objet d'un contrôle visuel poussé.

C.7.3 Il convient que les mesures nécessaires contre le bruit soient prises pendant l'essai de fragmentation par impact : Pièce ou enceinte isolée phoniquement par exemple.

NOTE Voir aussi la Directive 2003/10/CE Bruit au travail.

C.8 Vérification de la machine de fragmentation par impact

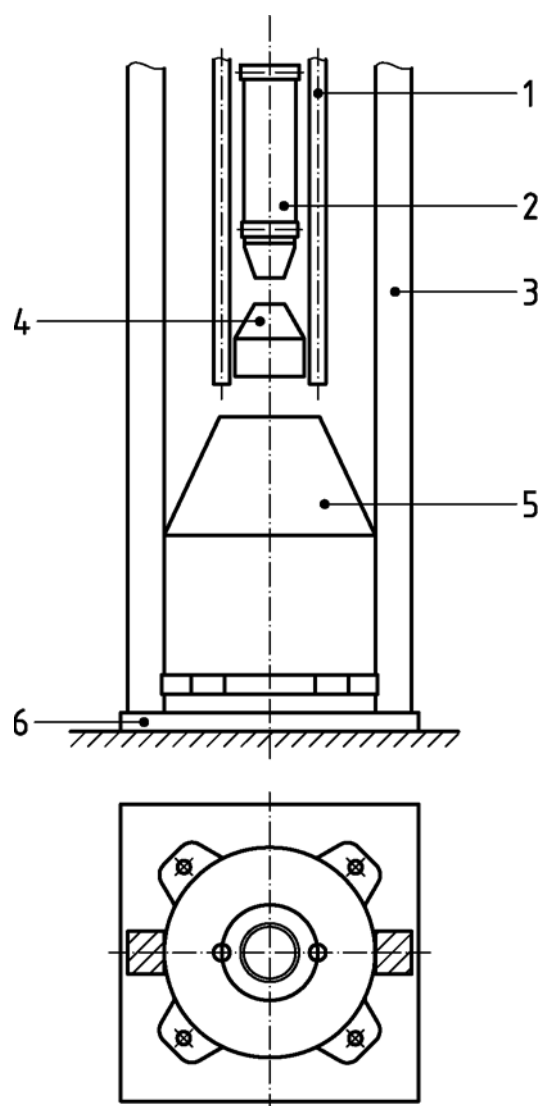
Après le montage de la machine de fragmentation par impact, il convient de le soumettre à un essai d'acceptation, tel qu'il est spécifié dans l'Annexe D, par un laboratoire indépendant. Il est préférable de répéter cet essai tous les deux ans.



Légende

- 1 Marteau
- 2 Corps du marteau
- 3 Tête du marteau
- 4 Pilon
- 5 Échantillon
- 6 Moule
- 7 Enclume
- 8 Amortisseur
- 9 Base

Figure C.1 — Représentation schématique de la machine à essai de fragmentation par impact



Légende

- 1 Guide pour le dispositif assurant la pression de contact et l'ajustement et pour le marteau
- 2 Marteau
- 3 Châssis
- 4 Pilon avec dispositif assurant la pression de contact et l'ajustement
- 5 Enclume
- 6 Base

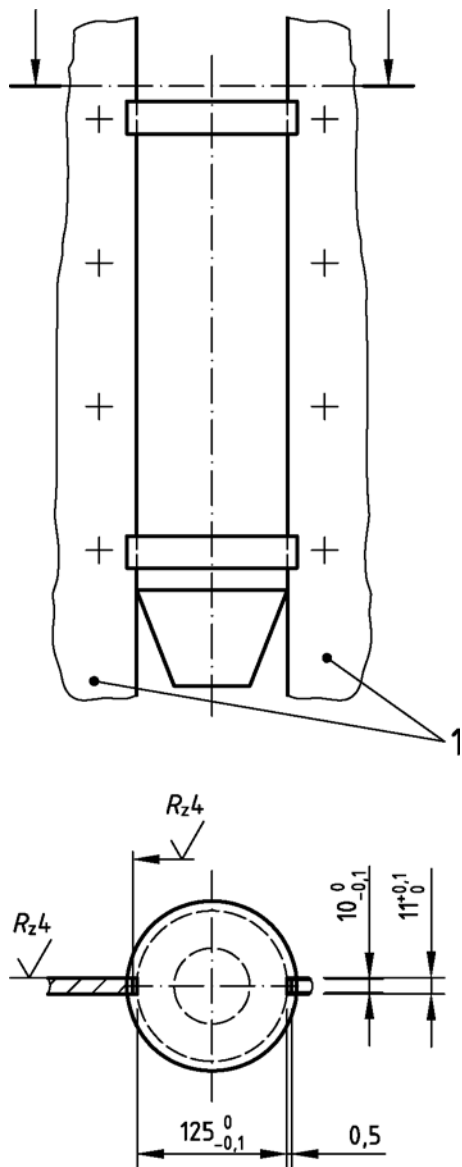
Figure C.2 — Schéma des parties mobiles

[illegible]

1	Longueur et diamètre total adaptés à une masse totale (y compris le dispositif de suspension) de $(50 \pm 0,1)$ kg
2	Corps du marteau
3	Anneau de centrage
4	Boulon à tête cylindrique à six pans creux couple de serrage A de l'ISO 4762
5	Tête du marteau

20

Dimensions en millimètres

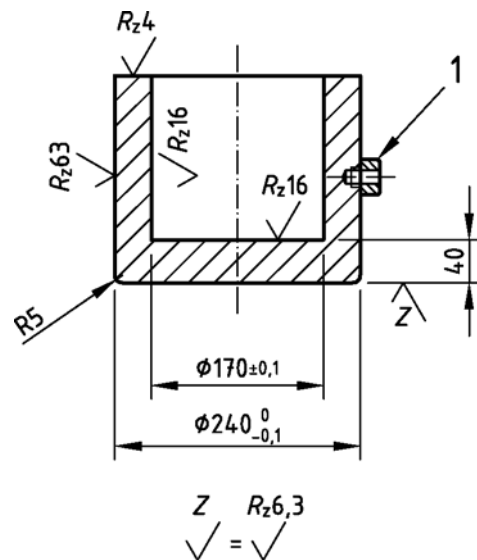


Légende

- 1 Guide remplaçable

Figure C.4 — Rails de guidage

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Il convient que la masse des éléments de fixation du moule et des guides ne dépasse pas 4 kg

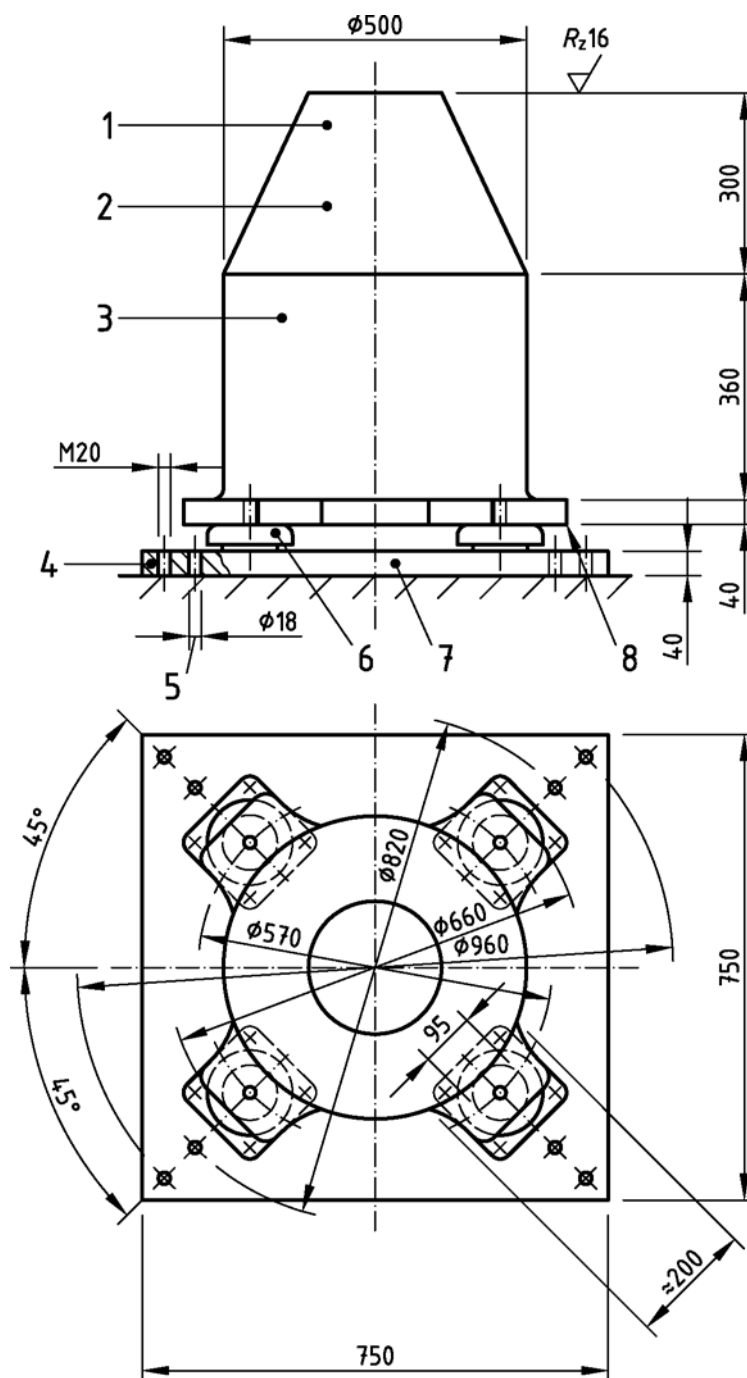
Figure C.5 — Mortier

[illegible]

1 Dispositif assurant la pression de contact et l'ajustement
2 Adapté à une masse de $(23 \pm 0,1)$ kg

22

Dimensions en millimètres



Légende

- | | |
|---|---|
| 1 | Enclume |
| 2 | Masse : environ 800 kg |
| 3 | Tolérance ISO 8062 — CT 11 |
| 4 | Filetage pour vis de réglage |
| 5 | Trou traversant pour scellement à crochet |
| 6 | Amortisseur |
| 7 | Socle de base |
| 8 | Support |

Figure C.7 — Enclume avec base et amortisseurs

Dimensions en millimètres

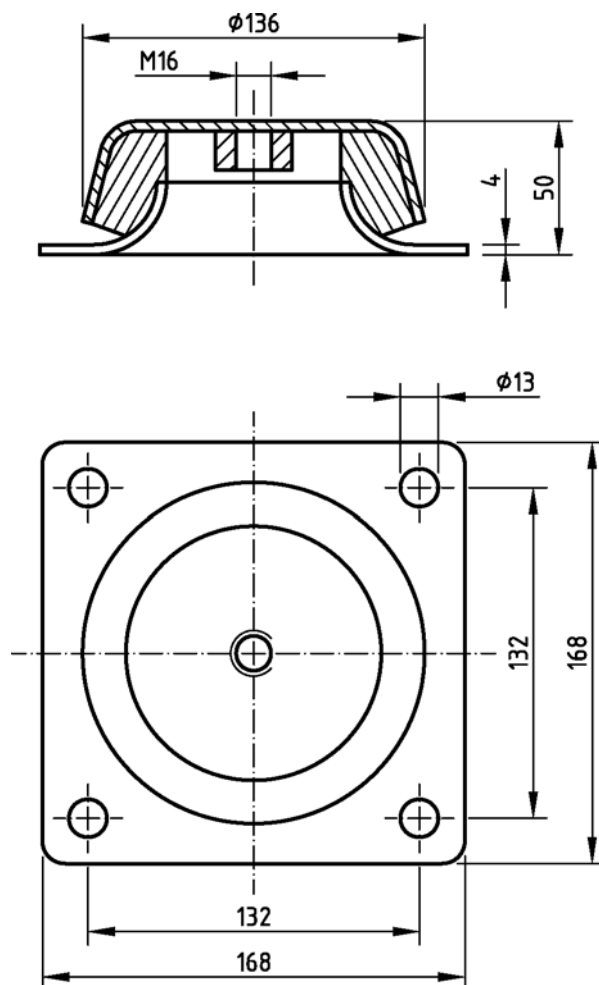


Figure C.8 — Construction des amortisseurs

Annexe D

(informative)

Vérification de la machine pour essai de fragmentation par impact

D.1 Généralités

Il est nécessaire de soumettre la machine de fragmentation par impact à un essai tel qu'il est décrit en C.8 afin d'obtenir des conditions d'impact reproductibles par toutes les machines.

L'essai établit si les machines pour essai de fragmentation par impact suivant les descriptions de l'Annexe C, répondent aux exigences et sont applicables à l'essai de fragmentation par impact décrit dans la présente norme.

D.2 Liste de vérification

La vérification doit porter sur les points suivants :

- a) le montage vertical et le jeu entre le pilon et le moule ;
- b) la dureté de la tête du marteau, du pilon, du moule et de l'enclume ;
- c) l'état de surface ;
- d) l'état des vis à tige élastique ;
- e) le dispositif assurant la pression du pilon ;
- f) l'invariabilité de la hauteur de chute ;
- g) la détermination de l'effet d'impact.

D.3 Appareillage et agents d'essai

D.3.1 Niveau à bulle, précis à 0,2 mm/m près.

D.3.2 Dispositif d'essai permettant de déterminer l'impact des coups, consistant en :

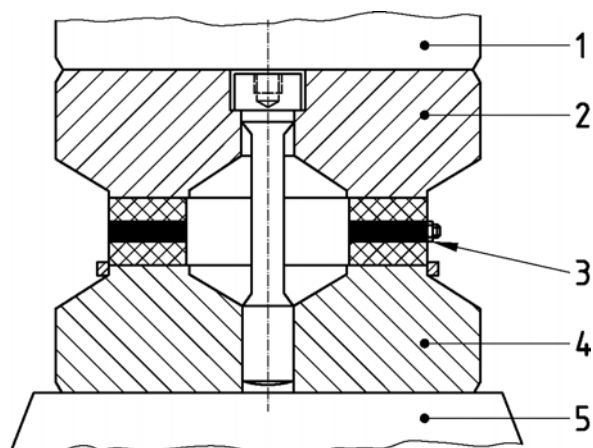
- a) une sonde ;
- b) un transducteur ; et
- c) un indicateur.

La sonde consiste en un transducteur à quartz avec une capacité maximale de 1 100 kN. La Figure D.1 représente le montage d'une sonde.

Afin de transformer les valeurs mesurées, les signaux mesurés sont amplifiés et injectés à l'entrée dans un analyseur d'impulsions, qui consiste en un compteur numérique permettant d'enregistrer la durée des impulsions, un dispositif d'enregistrement des tensions de crête permettant de déterminer l'amplitude maximale, et un amplificateur intégrant permettant de déterminer l'amplitude des impulsions (par exemple du montage d'essai, voir Figure D.2). Il convient que l'erreur de l'appareillage ne dépasse pas ± 1 %.

Pour permettre le relevé des valeurs mesurées, les trois signaux mesurés peuvent être imprimés via un transformateur analogique/numérique. La relation force/temps est représentée par un oscillographe à mémoire sous forme d'une courbe tension/temps, et peut être conservée sous forme de photographie.

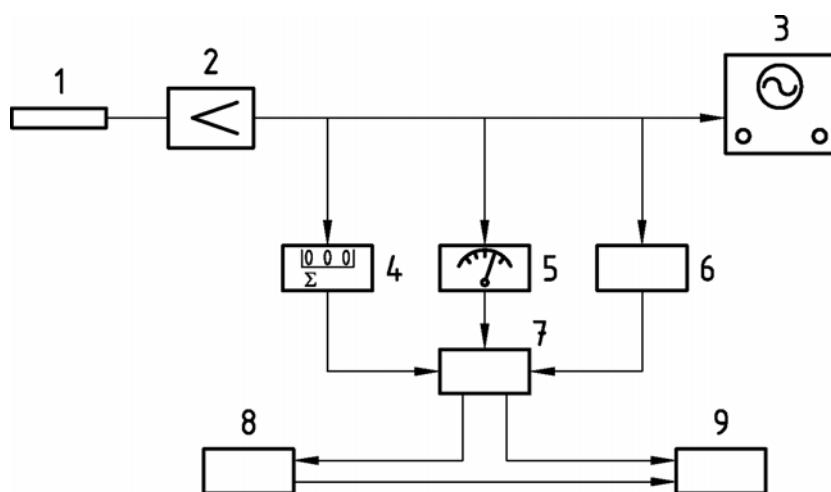
EN 1097-2:2010 (F)



Légende

- 1 Pilon
- 2 Moitié supérieure du clip
- 3 Transducteur (disque à quartz)
- 4 Moitié inférieure du clip
- 5 Enclume

Figure D.1 — Capteur installé entre le pilon et l'enclume pour déterminer la relation force/temps pendant l'impact



Légende

- 1 Transducteur
- 2 Amplificateur de charge
- 3 Oscillographe à mémoire
- 4 Compteur numérique
- 5 Dispositif d'enregistrement des tensions de crête
- 6 Amplificateur intégrateur
- 7 Unité de commande
- 8 Convertisseur analogique/numérique
- 9 Imprimante

Figure D.2 — Exemple de montage d'essai permettant de déterminer l'effet d'impact

- D.3.3** Appareillage pour la détermination non destructive de la dureté Rockwell.
- D.3.4** Règle en acier, d'au moins 200 mm de long.
- D.3.5** Surface standard, sur laquelle on peut produire une empreinte de référence.
- D.3.6** Clé dynamométrique à déclenchement
- D.3.7** Barres de mesure, de 398 mm et 402 mm de long.

D.4 Mode opératoire

D.4.1 Vérification du montage vertical et du jeu entre le pilon et le moule

Le montage vertical se vérifie avec un niveau. L'entrée du pilon dans le moule doit se faire sans friction.

D.4.2 Détermination de la dureté de la tête du marteau, du pilon, du moule et de l'enclume

Pendant l'essai d'acceptation de la machine à essai de fragmentation par impact, il convient de vérifier que :

- a) la surface d'impact de la tête au centre et vers les bords ;
- b) la surface d'impact du pilon ; et
- c) la base du moule.

ont une dureté Rockwell de 54 HRC à 56 HRC (suivant les spécifications de l'EN ISO 6508-1). Il convient que la dureté Rockwell mesurée lors du contre essai soit encore d'au-moins 54 HRC.

Si la machine est montée pour la première fois, il convient de mesurer les duretés Rockwell de la surface interne du moule et de l'extrémité de l'enclume.

D.4.3 Essai de surface

D.4.3.1 Pour vérifier la planéité de la base du moule et de l'extrémité de l'enclume, il convient d'utiliser une règle couvrant toute la surface à essayer.

Pour vérifier la qualité de surface, il convient d'utiliser une source lumineuse pour déterminer qu'aucune, ou que très peu de lumière apparaît entre la règle et la pièce, et que, si tel était le cas, cette lumière est uniformément répartie sur toute la surface mesurée.

D.4.3.2 Pour vérifier si le contact se fait sur une zone supérieure à 80 % de la surface, il convient de comparer les zones de contact entre la tête et le corps du marteau déterminées au moyen d'un marquage à l'encre après fixation et soumission à la force d'impact.

D.4.3.3 Pour vérifier si la surface de contact entre la tête et le corps du marteau, et celle entre la base du moule et l'extrémité de l'enclume répondent aux exigences données aux Figures C.3, C.5 et C.7, il convient d'effectuer une comparaison visuelle avec des surfaces de référence.

D.4.4 Essai des vis à tiges élastiques

Pour vérifier si la préfixation des vis à tige élastique reliant la tête au corps du marteau est bien égale à 67 Nm, il convient d'utiliser une clé dynamométrique à déclenchement.

D.4.5 Essai du dispositif de pression de contact

Il est recommandé de vérifier que la force de compression des ressorts du dispositif assurant la pression de contact est égale à $(1\,000 \pm 100)$ N. Le dispositif d'essai pour déterminer l'effet d'impact (voir D.3.2) peut être utilisé à cette fin.

EN 1097-2:2010 (F)

D.4.6 Essai de l'invariabilité de la hauteur de chute

Il convient d'utiliser des barres de mesure pour vérifier que la hauteur de chute de 400 mm est maintenue à 2 mm près.

D.4.7 Détermination de l'effet d'impact

Il convient d'effectuer dix coups d'une hauteur de chute de 400 mm, et de mesurer la force d'impact, l'impulsion, et la durée de l'impulsion. Il convient de vérifier ensuite que les moyennes arithmétiques de ces variables sont situées dans la fourchette donnée en C.2.

De la même manière, il convient de déterminer et de noter les moyennes arithmétiques de la force d'impact, de l'impulsion et de la durée de l'impulsion calculées sur dix impacts à partir de hauteurs de chute de 200 mm et 300 mm.

Annexe E

(informative)

Fidélité

E.1 Généralités

Les résultats donnés en E.2 et E.3 ont été interprétés conformément à l'ISO 5725-2:1994.

E.2 Essai Los Angeles

La répétabilité r_1 et la reproductibilité R_1 ont été déterminées sur la base d'un programme européen d'essais croisés, effectués sur trois niveaux de coefficients Los Angeles LA de 8 à 37 dans 28 laboratoires :

$$r_1 = 0,06 \cdot X$$

$$R_1 = 0,17 \cdot X$$

où :

X représente le coefficient Los Angeles LA .

Aucune fidélité n'est donnée pour les granulats pour ballast ferroviaire.

E.3 Essai de fragmentation par Impact

La répétabilité r_1 et la reproductibilité R_1 ont été déterminées sur la base d'un programme européen d'essais croisés, effectués au sein de 16 laboratoires sur les trois mêmes niveaux que pour l'essai Los Angeles. Leurs valeurs d'impact SZ classifiées de 11,0 à 27,7 donnent la fidélité suivante :

$$r_1 = 0,350 + 0,0129 \cdot X$$

$$R_1 = 0,106 \cdot X$$

où :

X représente la valeur SZ .

La répétabilité r_1 et la reproductibilité R_1 de l'essai de fragmentation par impact pour les granulats pour ballast ferroviaire ont été déterminées par des essais croisés allemands. Leurs valeurs d'impact SZ_{RB} classifiées de 11,0 à 27,7 donnent la fidélité suivante :

$$r_1 = 0,57 + 0,07 \cdot X$$

$$R_1 = 1,84 + 0,07 \cdot X$$

où :

X représente la valeur SZ_{RB} .

Annexe F

(informative)

**Exemple concret de calcul de la valeur
de fragmentation par impact SZ****Tableau F.1 — Données d'exemple**

Tamis de contrôle	Masse initiale : 1 350,0 g		
Trous/toile métallique	Masse refus		Masse passant
Ouvertures	g	%	%
8	721,5	53,5	46,5
5	304,5	22,6	23,9
2	181,0	13,4	10,5
0,63	86,0	6,4	4,1
0,2	30,0	2,2	1,9
fond	26,0	1,9	—
Somme :	1 349,0	100,0	86,9

Valeur de fragmentation par impact $SZ = \frac{M}{5} = \frac{\text{Somme du passant}}{5}$

$$SZ = \frac{M}{5} = \frac{86,9 \%}{5} = 17,38 \%$$

Annexe G

(informative)

**Autres options possibles pour l'essai Los Angeles
des granulats recyclés de 16/32 mm**

Pour les gravillons recyclés, l'écart suivant par rapport à l'essai de référence (voir 5.2) peut être approprié.

La classe granulaire donnée au Tableau G.1 peut être utilisée.

Utiliser des tamis de contrôle qui s'adaptent à la classe granulaire au lieu de ceux définis en 4.1.1 et 5.2.

Tableau G.1 — Autres options possibles

Classe granulaire	Taille du tamis intermédiaire	Pourcentage de passant au tamis intermédiaire	Nombre de boulets	Masse de la charge de boulets
mm	mm	%		g
16 à 31,5	22,4	45 à 55	14	5 810 à 6 010

Bibliographie

- [1] DIN 52115-2:1997, *Testing of aggregates — Impact test — Part 2: Impact test on ballast.*
- [2] Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise) EUR-Lex — 32003L0010 — EN.
- [3] EN 10083-2:2006, *Aciers pour trempe et revenu — Partie 2 : Conditions techniques de livraison des aciers qualité non alliés (inclut l'Amendement A1:1996).*
- [4] EN ISO 6508-1, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Rockwell (échelles A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) — Partie 1 : Méthode d'essai (ISO 6508-1:2005).*
- [5] ISO 48:2007, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC).*
- [6] ISO 185:2005, *Fontes à graphite lamellaire — Classification.*
- [7] ISO 683-11:1987, *Aciers pour traitement thermique, aciers alliés et aciers pour décolletage — Partie 11 : Aciers corroyés pour cémentation.*
- [8] ISO 1874-1:1992, *Plastiques — Homopolymères polyamides (Pa) pour moulage et extrusion. Partie 1 : Désignation.*
- [9] ISO 2768-1:1989, *Tolérances générales — Partie 1 : Tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles.*
- [10] ISO 2768-2:1989, *Tolérances générales — Partie 2 : Tolérances géométrique pour éléments non affectés de tolérances individuelles.*
- [11] ISO 3302-1:1996, *Caoutchouc — Tolérances pour produits — Partie 1 : Tolérances dimensionnelles.*
- [12] ISO 4762:2004, *Vis à tête cylindrique à six pans creux.*
- [13] ISO 4957:1999, *Aciers — Conversions de dureté.*
- [14] ISO 5725-2:1994, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2 : Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée.*
- [15] ISO 8062:1994, *Pièces moulées — Système de tolérance dimensionnelles et surépaisseurs d'usinage.*