

---

Norme internationale



3449

---

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

---

**Engins de terrassement — Structures de protection contre les chutes d'objets — Essais de laboratoire et critères de performance**

*Earth-moving machinery — Falling-object protective structures — Laboratory tests and performance requirements*

**Troisième édition — 1984-04-15**

---

**CDU 621.879-78**

**Réf. n° : ISO 3449-1984 (F)**

**Descripteurs :** matériel de terrassement, dispositif de sécurité, protection contre les chutes d'objets, essai, essai de laboratoire, essai de chute.

Prix basé sur 8 pages

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'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 3449 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 127, *Engins de terrassement*.

Cette troisième édition fut soumise directement au Conseil de l'ISO, conformément au paragraphe 6.11.2 de la partie 1 des Directives pour les travaux techniques de l'ISO. Elle annule et remplace la deuxième édition (ISO 3449-1980), qui avait été approuvée par les comités membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Égypte, Rép. arabe d'	Roumanie
Allemagne, R.F.	Espagne	Royaume-Uni
Australie	Finlande	Suède
Autriche	France	Tchécoslovaquie
Belgique	Italie	Turquie
Bulgarie	Japon	URSS
Chili	Pologne	USA

Aucun comité membre ne l'avait désapprouvée.

# Engins de terrassement — Structures de protection contre les chutes d'objets — Essais de laboratoire et critères de performance

## 0 Introduction

La présente Norme internationale a pour but d'assurer aux conducteurs une protection raisonnable contre les chutes d'arbres, de rochers et d'autres objets dans les conditions décrites en 5.4.

## 1 Objet

1.1 La présente Norme internationale spécifie

- a) les essais de laboratoire destinés à établir les caractéristiques de construction;
- b) les exigences de performance lors d'un essai représentatif des structures de protection contre les chutes d'objets (FOPS).

1.2 Les essais de laboratoire sont un moyen de déterminer les caractéristiques des structures utilisées pour protéger le conducteur des pénétrations dues à des impacts localisés et, indirectement, la résistance aux charges appliquées des structures porteuses devant supporter les charges d'impact.

1.3 La présente Norme internationale établit des procédés répétitifs et cohérents d'évaluation des caractéristiques des FOPS soumises à des charges, et prescrit les exigences de performance pour ces structures lors d'un essai représentatif.

NOTE — Dans le cadre de la présente Norme internationale, l'expression «essai représentatif» signifie un essai portant sur une éprouvette dont les exigences pour les matériaux, les dimensions et les procédés de fabrication sont caractéristiques des FOPS couramment produites.

## 2 Domaine d'application

2.1 La présente Norme internationale s'applique aux types suivants de machines commandées manuellement, quel que soit le système de direction utilisé, et comme définies dans l'ISO 6165 :

- chargeuses à chenilles et chargeuses à roues;

- tracteurs à chenilles et tracteurs à roues;
- décapeuses;
- niveleuses.

2.2 La présente Norme internationale ne s'applique pas aux :

- compacteurs sur pneus;
- foreuses;
- machines à paver;
- engins de moins de 15 kW (20 hp);
- chargeuses à courroie;
- excavateurs;
- grues;
- drag lines.

## 3 Références

ISO 898, *Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation* —

*Partie 1 : Boulons, vis et goujons.*

*Partie 2 : Écrous avec charges d'épreuve spécifiées.*

ISO 3164, *Engins de terrassement — Études en laboratoire des structures de protection au retournement et contre les chutes d'objets — Spécifications pour le volume limite de déformation.*

ISO 3471, *Engins de terrassement — Structures de protection au retournement — Essais de laboratoire et critères de performance.*

ISO 6165, *Engins de terrassement — Principaux types — Vocabulaire.*

## 4 Définitions et abréviations

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions et abréviations suivantes sont applicables.

### 4.1 structure de protection au retournement (ROPS) :

Ensemble des membrures disposées sur un engin de façon à remplir sa principale fonction consistant à réduire les risques encourus par un conducteur, porteur d'une ceinture de sécurité, d'être écrasé en cas de retournement de cet engin. Les membrures comprennent tous cadres secondaires, entretoises, éléments de montage, sièges de fixation, boulons, goupilles, suspensions ou amortisseurs souples utilisés pour fixer l'ensemble au châssis, mais à l'exclusion des dispositifs de montage solidaires du châssis de l'engin.

### 4.2 volume limite de déformation (DLV) :

Volume, correspondant au conducteur, qui définit la limite des déformations admissibles lorsque les FOPS et les ROPS sont soumises aux essais de laboratoire. Le volume limite est une approximation basée sur les dimensions d'un grand conducteur.

### 4.3 structure de protection contre les chutes d'objets (FOPS) :

Ensemble des membrures disposées de façon à fournir au conducteur une protection suffisante contre les chutes d'objets (par exemple, arbres, rochers).

## 5 Généralités

Les points suivants ont pour but d'aider à comprendre les principes fondamentaux, les intentions et l'application de la présente Norme internationale.

5.1 La FOPS peut faire partie intégrante du poste de conduite.

5.2 Cette procédure d'essai ne reproduit pas nécessairement les déformations des structures dues à un impact réel donné, tel que chute d'arbre, de rocher ou de tout autre objet.

5.3 Cette procédure d'essai détruit généralement l'assemblage de la FOPS, puisqu'une déformation permanente est réalisée pour être étudiée.

5.4 Bien qu'il ait été considéré que ce critère n'est pas en mesure de garantir une protection contre l'écrasement dans toutes les circonstances imaginables dans lesquelles l'engin peut être touché par le dessus, il est considéré que cette protection doit au moins être assurée pour les conditions suivantes : chute d'un objet (voir figure 1) d'une hauteur correspondant à une énergie de 11 600 J (8 500 ft-lbf).

5.5 Les exigences de 7.3 relatives à la température des matériaux sont destinées à garantir que la FOPS aura une résistance significative à la fragilité; elles ne correspondent pas nécessairement aux conditions d'expérience.

5.6 Étant donné que, dans un cas réel de chute d'objets, la charge est dynamique (impact probable), l'utilisation d'un «coefficient de sécurité» conventionnel, à partir d'une charge

statique, doit être faite avec prudence. Le «coefficient de sécurité» d'une FOPS est davantage fonction de la capacité d'absorption d'énergie et des détails des tracés de soudure et des procédés de soudage que de la résistance aux forces statiques.

## 6 Essais de laboratoire

### 6.1 Accessoires

L'appareillage suivant doit être prévu :

6.1.1 Objet d'essai de chute normalisé, en acier, tel qu'indiqué à la figure 1.

6.1.2 Dispositif permettant d'élever l'objet d'essai normalisé à la hauteur requise.

6.1.3 Dispositif permettant de lâcher l'objet de telle sorte qu'il tombe sans contrainte.

6.1.4 Surface, de résistance suffisante pour ne pas être déformée par l'engin ou le banc d'essai sous la charge des essais de chute.

6.1.5 Dispositif permettant de déterminer si la FOPS s'inscrit dans le volume limite de déformation au cours de l'essai. Cela peut être réalisé en utilisant l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

a) soit par un DLV, placé à la verticale, fait d'un matériau capable d'indiquer toute pénétration dans les FOPS; de la graisse pourra être mise sur la surface inférieure de la toiture des FOPS pour indiquer cette pénétration;

b) soit par un appareil dynamique, d'une fréquence de réponse suffisante pour indiquer la déformation dans le DLV.

6.1.6 Le DLV et son emplacement doivent être conformes à l'ISO 3164. Le DLV doit être solidement fixé à la même partie de l'engin que le siège du conducteur et doit rester à cet emplacement pendant toute la durée de l'essai proprement dit.

### 6.2 Conditions d'essai

#### 6.2.1 Précision de mesurage

La précision de mesurage suivante doit être respectée au cours de l'essai :

Mesurage	Précision
Déformation de la FOPS	± 5 % de la déformation maximale mesurée

#### 6.2.2 Conditions à remplir par l'engin ou le banc d'essai

6.2.2.1 Les FOPS doivent être étudiées pour être fixées à l'engin de la même manière que sur les engins réels. Un engin

complet n'est pas nécessaire; cependant, la partie à laquelle seront fixées les FOPS doit être identique aux structures réelles. La rigidité verticale du banc d'essai ne doit pas être inférieure à celle des engins réels, ainsi qu'il est précisé en 6.2.2.2.

**6.2.2.2** Si les FOPS sont montées sur un engin, les conditions suivantes doivent être remplies :

- il ne doit être créé aucune entrave au fonctionnement des accessoires, ni limitation aux possibilités de chargement;
- tous les outils de terrassement doivent être en position normale;
- le système complet de suspension, y compris les pneus, doit être placé dans les conditions normales d'emploi; les suspensions variables doivent être réglées en position de rigidité maximale;
- tous les éléments, tels que fenêtres, panneaux amovibles ou tout aménagement ne faisant pas partie de la structure, doivent être enlevés de façon à ne pas contribuer à la solidité des FOPS.

### 6.3 Mode opératoire

Le mode opératoire de l'essai de chute comporte les opérations suivantes, à réaliser dans l'ordre indiqué.

**6.3.1** Placer l'objet normalisé (6.1.1) servant à l'essai de chute en laboratoire au sommet de la FOPS (l'extrémité la plus petite en bas), à l'emplacement désigné en 6.3.2.

NOTE — En variante, une sphère ayant un diamètre de 400 mm (15,75 in) et développant une énergie de 11 600 J (8 500 ft-lbf) peut être utilisée comme objet de chute.

**6.3.2** L'extrémité la plus petite de l'objet doit être entièrement à l'intérieur de la projection verticale du DLV, sur la partie supérieure de la FOPS.

1<sup>er</sup> cas :

Les éléments principaux horizontaux supérieurs de la FOPS ne s'inscrivent pas dans la projection verticale du DLV sur la partie supérieure de la FOPS.

Le centre de l'objet tombant doit correspondre au point dont la somme des distances aux éléments principaux horizontaux supérieurs des structures est la plus grande (*A* et *B* sur la figure 2).

2<sup>e</sup> cas :

Les éléments principaux horizontaux supérieurs de la FOPS s'inscrivent dans la projection verticale du DLV sur la partie supérieure de la FOPS.

Lorsque le matériau recouvrant chacune des surfaces au-dessus du DLV est d'épaisseur uniforme, le centre de l'objet doit se trouver dans la plus grande des surfaces.

Cette surface est la zone projetée verticale du DLV, hors des éléments principaux horizontaux supérieurs. Le centre de l'objet doit correspondre au point dont la somme des distances aux éléments principaux horizontaux supérieurs des structures est la plus grande (*A* et *B* sur la figure 2).

Lorsque des matériaux différents ou une épaisseur différente sont utilisés pour les différentes surfaces projetées au-dessus du DLV, chaque surface doit être soumise successivement à un essai de chute.

**6.3.3** Placer l'objet verticalement au-dessus des points indiqués en 6.3.1 et 6.3.2, à une hauteur telle que l'énergie développée soit de 11 600 J (8 500 ft-lbf) suivant la masse et la forme de l'objet illustré à la figure 1. L'objet servant à l'essai doit tomber sur la FOPS à l'emplacement où une déformation maximale peut être obtenue.

NOTE — Pour obtenir une énergie de 11 600 J (8 500 ft-lbf), l'objet doit être placé à une hauteur de 3,6 à 5,2 m (12 à 17 ft); la hauteur précise doit être déterminée en fonction de la masse de l'objet d'essai (voir figure 3).

**6.3.4** Lâcher l'objet de telle sorte qu'il tombe sans contrainte sur la FOPS.

**6.3.5** Comme il est peu probable qu'une chute libre de l'objet conduise à un impact exactement positionné comme indiqué en 6.3.1 et 6.3.2, les écarts maximaux suivants sont admis.

**6.3.5.1** L'impact initial de la petite extrémité de l'objet d'essai doit être à l'intérieur d'un cercle de 200 mm (8 in) de rayon (le centre de ce cercle coïncidant avec l'axe vertical de l'objet tel que positionné en 6.3.1 et 6.3.2) et en dehors des éléments principaux horizontaux supérieurs.

**6.3.5.2** Le premier contact entre l'objet d'essai et la FOPS ne doit se produire que sur la petite extrémité et/ou sur le cône contigu à cette extrémité (voir figure 1).

**6.3.5.3** Aucune limite n'est fixée quant à la position ou à l'aspect des impacts successifs résultant de rebonds.

## 7 Exigences de performance

**7.1** Le degré de protection de la FOPS doit être jugé en fonction de son aptitude à conserver l'intégrité de sa zone de sécurité après l'impact. Le DLV (voir ISO 3164) ne doit pas être pénétré par un fléchissement de la FOPS après le premier impact ou tout autre impact ultérieur de l'objet d'essai. Si l'objet d'essai pénètre la FOPS, il doit être conclu que la FOPS est défectueuse.

**7.2** Au cas où une structure doit répondre aux exigences de la ROPS et de la FOPS, la FOPS doit également présenter une ROPS appropriée conforme à l'ISO 3471. Si la ROPS n'est pas nécessaire, une structure différente peut être employée pour supporter la FOPS, compte tenu que le DLV ne doit pas être dépassé aux essais.

La FOPS doit recouvrir et chevaucher complètement la projection verticale du DLV.

#### NOTES

1 Dans le cas où la même structure est utilisée pour les deux essais, l'essai de chute doit précéder l'application de la charge sur la ROPS, les zones d'impact pouvant être préalablement redressées ou l'enveloppe de la FOPS pouvant être remplacée.

2 Il n'est pas exigé que le volume intérieur d'une ROPS ou d'une FOPS ayant quatre éléments verticaux ou davantage enveloppe entièrement le DLV. Il n'est pas envisagé non plus que les châssis simples (à deux montants) ne puissent pas être considérés comme des ROPS ou des FOPS.

### 7.3 Exigences relatives à la température des matériaux

7.3.1 Les essais de laboratoire doivent être réalisés de telle sorte que les FOPS et les structures de l'engin soient à une température de  $-18\text{ °C}$  ( $0\text{ °F}$ ) ou moins.

7.3.2 Si l'étude des performances n'est pas faite à cette température, les exigences minimales suivantes doivent être réalisées.

7.3.2.1 Les boulons et écrous utilisés pour fixer la FOPS (ou l'enveloppe de la FOPS et sa structure) aux structures du véhicule, et pour relier entre eux les éléments de la FOPS, doivent être de la classe de qualité 8.8 ou 10.9 pour les boulons (ISO 898/1) et 8 ou 10 pour les écrous (ISO 898/2).

7.3.2.2 Les membrures des FOPS et ROPS (ou de l'enveloppe de la FOPS) et leurs dispositifs de montage sur les structures du véhicule doivent être en acier ayant l'une des résiliences suivantes :

éprouvette de  $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$  : 10,8 J à  $-30\text{ °C}$  (8 ft-lbf à  $-20\text{ °F}$ )

éprouvette de  $10\text{ mm} \times 7,5\text{ mm}$  : 9,5 J à  $-30\text{ °C}$  (7 ft-lbf à  $-20\text{ °F}$ )

éprouvette de  $10\text{ mm} \times 5\text{ mm}$  : 7,5 J à  $-30\text{ °C}$  (5,5 ft-lbf à  $-20\text{ °F}$ )

éprouvette de  $10\text{ mm} \times 2,5\text{ mm}$  : 5,5 J à  $-30\text{ °C}$  (4 ft-lbf à  $-20\text{ °F}$ )

Les membrures fabriquées en des matériaux autres que l'acier doivent avoir une résilience équivalente aux basses températures.

#### NOTES

1 Les éprouvettes doivent être prélevées longitudinalement sur une partie plate du tube ou du profilé, avant mise en forme et soudage pour utilisation dans la FOPS. Les éprouvettes prises sur des tubes ou des profilés doivent être prélevées dans la partie médiane du côté de la plus grande dimension et ne doivent pas comporter de soudure.

2 Dans les pays utilisant les unités anglaises, les boulons et écrous utilisés doivent avoir une qualité équivalant à celle qui est prescrite par leurs normes nationales (c'est-à-dire correspondant à la qualité du matériau utilisé pour la FOPS).

3 Les exigences stipulées en 7.3.2.2 sont données à titre d'information, en attendant que l'ISO mette au point une Norme internationale.

7.3.3 Les matériaux utilisés doivent être traités de façon à supprimer les angles et arêtes vives au voisinage des zones de travail du conducteur ou des mécaniciens.

## 8 Étiquetage

8.1 Une étiquette doit être fixée sur chaque structure de protection contre les chutes d'objets (FOPS). Lorsque la structure satisfait aux critères de performance à la fois des FOPS et des structures de protection au retournement (ROPS), l'étiquetage doit être tel que décrit dans l'ISO 3471.

### 8.1.1 Spécifications d'étiquetage

8.1.1.1 L'étiquette doit être d'un type permanent et doit être fixée à demeure sur la structure.

8.1.1.2 L'étiquette doit être fixée à un endroit sur la structure où elle pourra être lue aisément et où ses inscriptions seront protégées des agressions du milieu.

### 8.1.2 Contenu de l'étiquette

8.1.2.1 Nom et adresse du constructeur ou du fabricant de la FOPS.

8.1.2.2 Numéro d'identification de la FOPS, s'il y a lieu.

8.1.2.3 Marque, modèle ou numéro de série de l'engin pour lequel la structure est conçue.

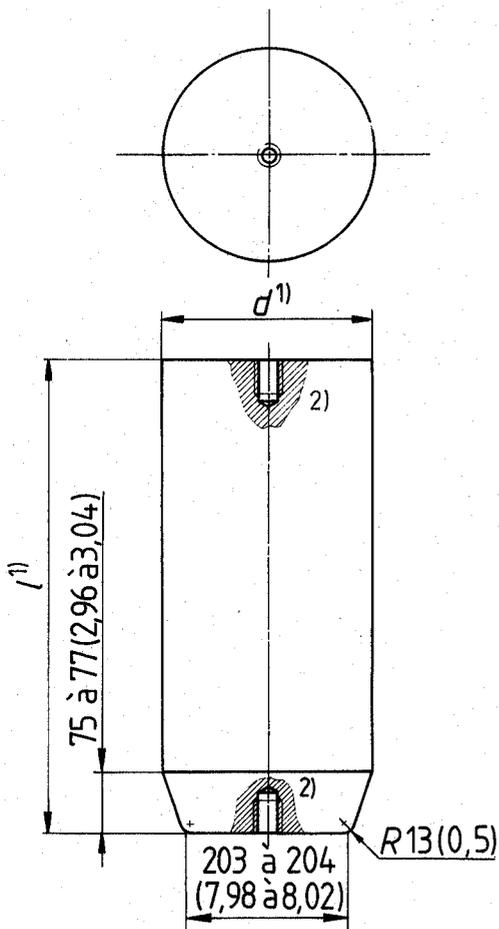
8.1.2.4 Numéro(s) de la (des) norme(s) ISO dont toutes les exigences de performance sont satisfaites par la structure. Les règlements nationaux peuvent également être indiqués.

8.1.2.5 Le fabricant peut inclure toute autre information jugée appropriée (par exemple informations pour le montage, la réparation ou le remplacement).

## 9 Procès-verbal d'essai

Le procès-verbal d'essai doit donner les résultats de l'essai et doit être présenté selon le procès-verbal type donné dans l'annexe A. Les informations complémentaires énoncées dans l'annexe B ne doivent être communiquées qu'à l'initiateur de la demande d'essai.

Dimensions en millimètres  
(Valeurs en inches entre parenthèses)



1) Les dimensions  $d$  et  $l$  ne sont pas fixées, car elles dépendent de la masse de l'objet d'essai nécessaire pour produire, pour une hauteur de chute donnée, l'énergie spécifiée en 6.3.3.

Par exemple, pour un objet d'essai pesant 227 kg (500 lb) :

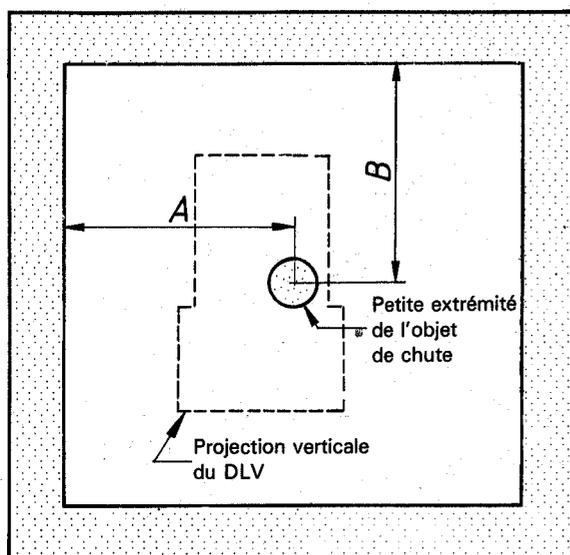
$$d = 255 \text{ à } 260 \text{ (10,00 à 10,20)}$$

$$l = 583 \text{ à } 585 \text{ (22,96 à 23,04)}$$

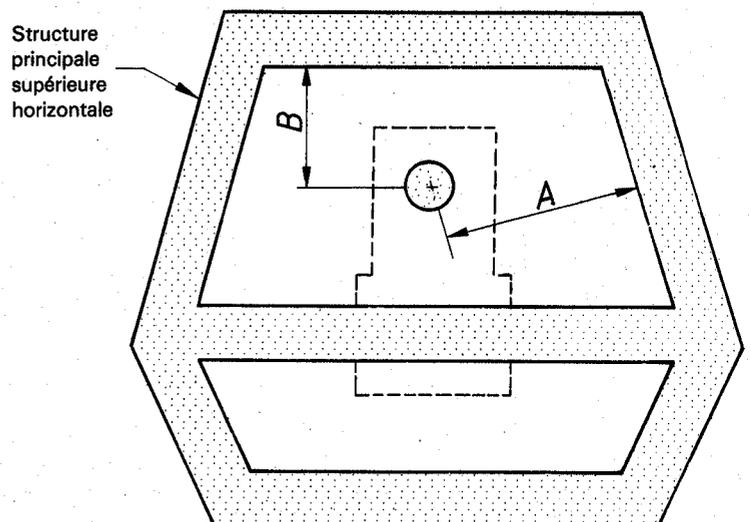
2) Taraudage pour fixation d'un piton.

NOTE — Pour déterminer la hauteur de chute, voir la figure 3.

Figure 1 — Objet d'essai de chute normalisé



1<sup>er</sup> cas



2<sup>e</sup> cas

Figure 2 — Points d'impact de l'essai de chute

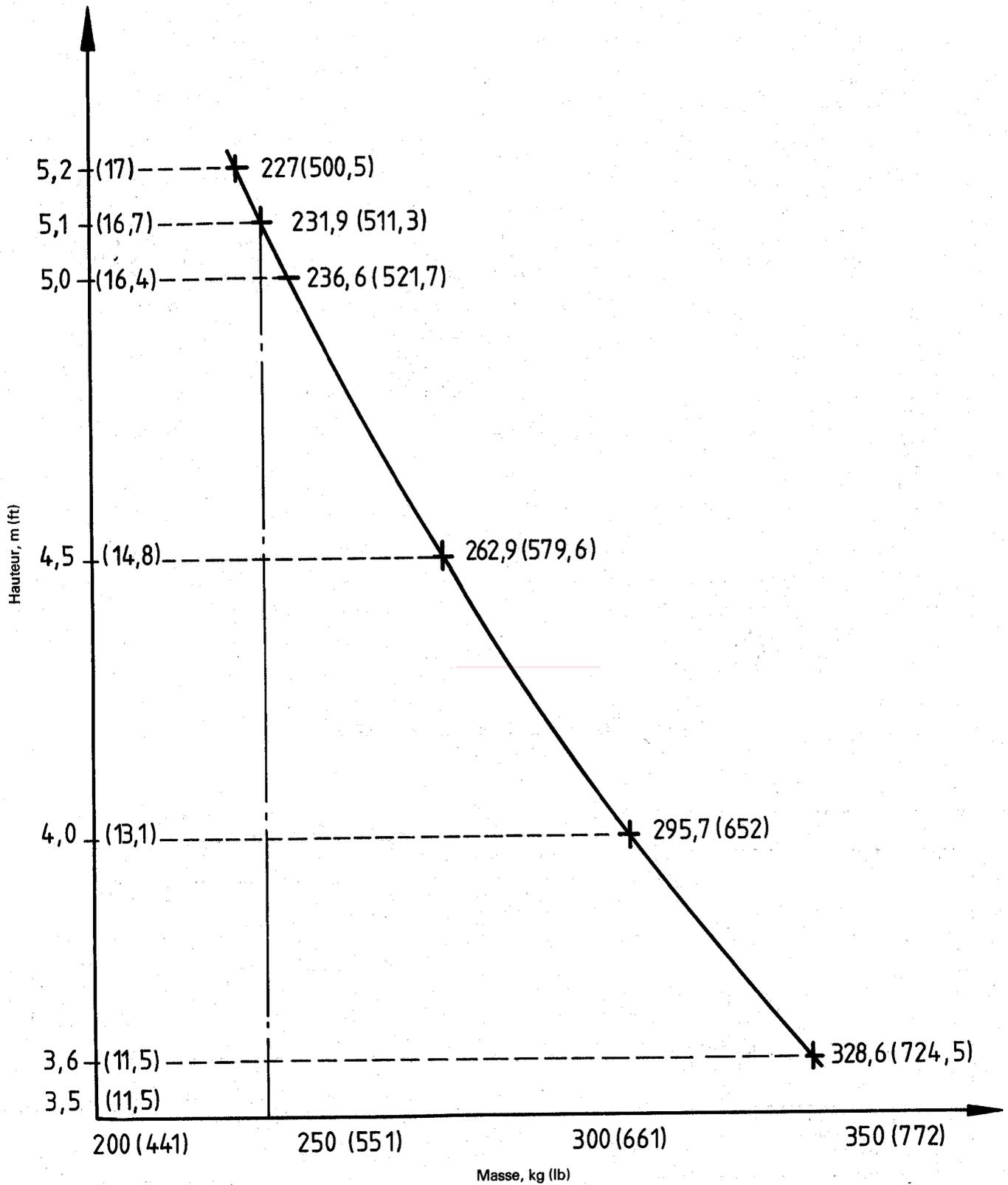


Figure 3 — Hauteurs et masses pour l'essai de chute d'objets capables de développer une énergie de 11 600 J (8 500 ft·lbf)

## Annexe A

### Procès-verbal d'essai type

(Voir chapitre 9)

#### A.1 Identification

##### A.1.1 Engin(s)

Type : .....

Constructeur : .....

Modèle : .....

Numéro de série (s'il y a lieu) : .....

Numéro du châssis : .....

##### A.1.2 FOPS

Fabricant : .....

Modèle : .....

Numéro de série (s'il y a lieu) : .....

Numéro de la FOPS : .....

(éventuellement, également de la ROPS)

#### A.2 Informations fournies par le(s) constructeur(s)

Position du DLV : .....

#### A.3 Conclusion

##### A.3.1 Confirmer les résultats d'essai par les indications suivantes :

- 1) Les exigences minimales de performance de l'ISO 3449 ont été atteintes (ou non) lors de cet essai.
- 2) Date de l'essai.
- 3) Nom et adresse du centre d'essai.
- 4) Responsable de l'essai (signature).
- 5) Date du procès-verbal d'essai.

## Annexe B

### Procès-verbal d'essai — Informations complémentaires pour l'initiateur de la demande d'essai

(Voir chapitre 9)

#### B.1 Objet utilisé pour l'essai de chute

##### B.1.1 Normalisé :

- diamètre : ..... mm (in)
- longueur : ..... mm (in)
- masse : ..... kg (lbf)

##### B.1.2 Sphère :

- diamètre : ..... mm (in)
- masse : ..... kg (lbf)

##### B.1.3 Hauteur de chute lors de l'essai : ..... m

#### B.2 Photographies

B.2.1 Une photographie de l'objet d'essai de chute et du dispositif d'essai avant réalisation de l'essai (ou des essais) de chute.

B.2.2 Des photographies illustrant la partie supérieure et la base de la structure de la FOPS après réalisation de l'essai (ou des essais) de chute.

#### B.3 Résultats de l'essai

##### B.3.1 Essai de chute

Énergie impartie par l'objet d'essai de chute, sans pénétration par une partie quelconque de la structure de la FOPS dans le DLV ni pénétration de la FOPS par l'objet d'essai de chute :

..... J (..... ft·lbf)

##### B.3.2 Température des matériaux

a) L'essai a été exécuté après avoir conditionné la FOPS et les éléments du châssis à ..... °C (..... °F), ou après vérification des exigences de résilience Charpy (entaille en V) pour les membrures métalliques de la FOPS et de la ROPS (ou du recouvrement de la FOPS).

b) Vérification des exigences de la classe de qualité pour les boulons et écrous (voir 7.3.2.1).