
Norme internationale



3471

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

Engins de terrassement — Structures de protection au retournement — Essais de laboratoire et critères de performance

Earth-moving machinery — Roll-over protective structures — Laboratory tests and performance requirements

Deuxième édition — 1980-09-15

CDU 621.879-788

Réf. n° : ISO 3471-1980 (F)

Descripteurs : matériel de terrassement, dispositif de sécurité, prévention des accidents, retournement de véhicule, essai de laboratoire, essai de fonctionnement, spécification, symbole, étiquetage, représentation graphique.

Prix basé sur 15 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 3471 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 127, *Engins de terrassement*, et a été soumise aux comités membres en juin 1979.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

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

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 3471-1975).

Engins de terrassement — Structures de protection au retournement — Essais de laboratoire et critères de performance

1 Objet

1.1 La présente Norme internationale définit

- a) les essais statiques de laboratoire pour mesurer les caractéristiques de construction, et
- b) les spécifications concernant les performances, lors d'un essai représentatif,

des structures de protection au retournement (ROPS), en rapport étroit avec le volume limite de déformation (DLV) (voir l'ISO 3164).

1.2 Les essais statiques de laboratoire sont destinés à étudier les caractéristiques des structures utilisées pour protéger le conducteur à une vitesse de 0 à 16 km/h (0 à 10 mile/h) sur un terrain argileux dur où le retournement est limité à une rotation maximale de 360° sur une pente maximale de 30° sans qu'il y ait pénétration du DLV par des membrures de la ROPS.

1.3 La présente Norme internationale a pour objet de définir des procédés reproductibles et probants d'évaluation des caractéristiques des structures de protection au retournement soumises à des charges statiques, et de prescrire les performances requises pour ces structures sous de telles charges lors d'un essai représentatif.

1.4 Pour les besoins de la présente Norme internationale, un «essai représentatif» signifie un essai portant sur un échantillon dont les matériaux, les spécifications dimensionnelles et les spécifications de traitement sont typiques des ROPS 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 définis dans l'ISO 6165 :

- chargeuses sur chenilles et chargeuses sur roues;
- tracteurs sur chenilles et tracteurs sur roues;
- niveleuses;
- tracteurs à racloir.

2.2 Sont exclus de la présente Norme internationale :

- les compacteurs;
- les engins de moins de 15 kW (20 hp) de puissance nominale;
- les excavateurs;
- les drag lines.

3 Références

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 3449, *Engins de terrassement — Structures de protection contre les chutes d'objets — Essais de laboratoire et critères de performance.*

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

4 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables :

4.1 structures de protection au retournement (ROPS) : Ensemble des membrures disposées sur un engin de façon à réduire les risques d'écrasement du conducteur en cas de retournement de la machine. 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 châssis : Châssis principal ou principal élément porteur de l'engin formant la partie principale de l'engin sur lequel la ROPS est montée directement.

4.3 assemblage ROPS — châssis : Système ROPS monté sur le châssis de l'engin.

4.4 banc d'essai : Partie hautement rigide de la structure d'essai à laquelle le châssis de l'engin est fixé aux fins de l'essai.

4.5 volume limite de déformation (DLV) : Volume, correspondant au conducteur, qui définit la limite des déformations admissibles lorsque les ROPS et les structures de protection contre les chutes d'objets (FOPS) sont soumises aux essais de laboratoire. Le volume limite, à titre d'approximation, est basé sur les dimensions d'un conducteur assis, de grande taille. (Voir ISO 3164.)

4.6 plan de sol fictif (SGP) : Surface sur laquelle un engin de terrassement s'immobilise lors d'un retournement, l'engin étant couché sur l'un de ses côtés (voir 8.1.2).

5 Symboles

Les symboles suivants sont utilisés dans la présente Norme internationale :

5.1 ROPS : Structure de protection au retournement.

5.2 U : Énergie absorbée par la structure rapportée à la masse de l'engin, exprimée en joules ou en inches pounds-force.

5.3 F : Force, exprimée en newtons ou en pounds-force

5.4 M : Masse maximale recommandée par le constructeur, exprimée en kilogrammes (pounds), comprenant les équipements en état de marche, tous les réservoirs étant pleins, l'outillage et la ROPS; sont exclus les équipements tractés tels que rouleaux, compacteurs et racloirs. Pour les tracteurs à racloirs, la masse maximale recommandée par le constructeur ne concerne que la partie motrice proprement dite.

Les chevilles, attelages et éléments de direction articulés pouvant être attelés ainsi que les éléments tractés ne sont pas comptés dans la masse de ces engins. La terre, la boue, les rochers, les branchages et autres débris qui souvent adhèrent ou reposent sur l'engin en service ne sont pas comptés dans la masse de l'engin. La matière creusée, portée ou manipulée de quelque façon que ce soit, n'entre pas en considération dans la masse de la machine lors de l'établissement des spécifications d'essai.

5.5 DLV : Volume limite de déformation.

5.6 Δ : Déformation de la ROPS, exprimée en millimètres (inches).

6 Généralités

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

6.1 La ROPS peut faire partie intégrante du poste du conducteur ou de la FOPS.

6.2 Cette procédure d'essai ne reproduit pas nécessairement les déformations occasionnées lors d'un retournement réel.

6.3 Cette procédure d'essai détruit généralement l'assemblage ROPS-châssis, l'un ou l'autre pouvant subir une déformation permanente.

6.4 Bien que les ROPS satisfaisant à ces critères ne soient pas nécessairement aptes à garantir une protection contre l'écrasement dans toutes les circonstances imaginables dans lesquelles l'engin peut se retourner, il est estimé que cette protection sera assurée au moins dans les conditions suivantes : vitesse initiale d'approche entre 0 et 16 km/h (0-10 mile/h) sur un terrain argileux dur présentant une pente de 30° maximum; retournement de 360° autour de l'axe longitudinal de la machine, sans qu'il y ait perte de contact avec la pente et sans pénétration du volume limite par les membrures de la ROPS.

6.5 La résistance requise lors d'un effort latéral et les limites de déformation (DLV) sont fixées de façon à garantir que la ROPS pourra pénétrer un sol non gelé, ce qui aura pour effet de freiner le retournement de l'engin.

6.6 La valeur de l'énergie absorbée et les limites de déformation (DLV) sont fixées de manière à garantir que la ROPS se déformera à l'impact contre une surface peu déformable (sol gelé, béton, rocher), tout en conservant une résistance suffisante pour surmonter des chocs ultérieurs.

6.7 La résistance requise aux charges verticales est fixée de façon à garantir qu'une ROPS déformée sera capable de supporter la masse de l'engin retourné.

6.8 Les critères fixés pour la limitation de résistance, d'énergie absorbée et des charges latérales ne signifient pas que la force latérale minimale et l'énergie minimale correspondent aux limites admissibles du DLV, ni qu'elles doivent être atteintes simultanément.

6.9 Les conditions en 8.3 concernant la température et les matériaux sont prévues comme points de référence pour les mesures, en vue de garantir que la ROPS aura une résistance significative à la rupture lors d'un essai de fragilité, mais ne correspondent pas nécessairement aux conditions en service.

6.10 Étant donné que, dans le cas d'un retournement réel, la charge est dynamique (un impact étant probable), l'utilisation d'un «coefficient de sécurité» conventionnel, à partir d'une charge statique, doit se faire avec prudence. Le «coefficient de sécurité» d'une ROPS est davantage fonction de la capacité d'absorption d'énergie, des détails des tracés de soudure et des procédés de soudage que de la résistance aux forces statiques.

7 Essais statiques en laboratoire

7.1 Accessoires

Les accessoires nécessaires pour fixer l'assemblage ROPS-châssis au banc d'essai, tels que décrits ci-après et nécessaires à l'application des charges latérales et verticales, doivent être prévus.

Le DLV et sa position 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 dans cette position pendant toute la durée de l'essai proprement dit.

7.2 Instruments de mesurage

L'appareil d'essai devra être équipé des instruments nécessaires pour mesurer la force appliquée à la structure et la déformation de celle-ci.

Mesurage	Précision
Déformation de la ROPS	$\pm 5\%$ de la déformation maximale mesurée
Force appliquée à la ROPS	$\pm 5\%$ de la force maximale mesurée

Les pourcentages ci-dessus sont les valeurs nominales de la précision des instruments et n'impliquent pas que des essais supplémentaires de contrôle doivent être effectués.

7.3 Dispositions pour l'application des charges

Des dispositions types, mais non obligatoires, pour l'application des charges sont indiquées ci-dessous :

7.3.1 Chargeuses à roues et tracteurs à roues : figures 1c), 1d).

7.3.2 Niveleuses : figures 2c), 2d).

7.3.3 Tracteurs à racloir : figures 3c), 3d).

7.3.4 Tracteurs à chenilles et chargeuses à chenilles : figures 4c), 4d).

7.4 Appareillage

7.4.1 Considérations générales

7.4.1.1 Montage de la ROPS sur le châssis

La ROPS doit être fixée au châssis comme sur un engin réel. Il n'est pas nécessaire de disposer d'un engin complet; cependant, l'assemblage du châssis et de la ROPS doit représenter une installation réelle. Tous les éléments normalement amovibles : fenêtres, panneaux, portes, et tous autres éléments ne faisant pas partie de l'ossature, doivent être enlevés de façon à ne pas fausser les mesures.

7.4.1.2 Montage de l'assemblage ROPS-châssis sur le banc d'essai

L'assemblage ROPS-châssis doit être fixé au banc d'essai de telle sorte que les éléments de fixation ne subissent que des déformations minimales lorsque la ROPS est soumise à un effort latéral. Durant l'application de l'effort latéral, l'assemblage ROPS-châssis ne doit pas être retenu par le banc d'essai autrement que par les fixations initiales.

7.4.1.3 Élimination des éléments de suspension et des éléments amortisseurs

Le châssis doit être bloqué et/ou modifié de telle sorte que l'on puisse effectivement éliminer tous les éléments de l'engin susceptibles d'être considérés comme des éléments de suspension (pièces en caoutchouc, essence, gas-oil, ressorts), ces éléments absorbant l'énergie. Toutefois, les membrures de la ROPS, telles que définies en 4.1, peuvent comprendre des éléments de suspension ou des éléments amortisseurs souples qui ne doivent pas être modifiés.

7.4.2 Considérations particulières selon le type d'engin — Application des charges latérales

7.4.2.1 Chargeuses à roues, tracteurs à roues et niveleuses

Le châssis doit être fixé directement au banc d'essai au niveau ou à proximité des supports de l'essieu avant et de l'essieu arrière. Pour les engins articulés, lorsque les deux éléments sont employés pour l'essai, l'articulation centrale doit être bloquée de telle sorte que les deux châssis soient en ligne. Si seul le châssis sur lequel est monté la ROPS subit l'essai, les fixations doivent être placées aux extrémités du châssis (ou près des extrémités). Voir les figures 1a), 1b), 2a), 2b).

7.4.2.2 Tracteurs à racloir

Le châssis doit être directement fixé au banc d'essai au niveau ou à proximité de l'axe de transmission. Voir les figures 3a), 3b).

7.4.2.3 Tracteurs à chenilles et chargeuses à chenilles

Ces engins doivent être fixés au banc d'essai soit par le châssis principal, soit par les carters de chenilles. Voir les figures 4a), 4b).

7.4.3 Application des charges verticales — Tous engins

Pour l'application des charges verticales, les modalités de fixation et d'appui de l'assemblage ROPS-châssis ne font l'objet d'aucune restriction.

7.5 Mode opératoire

7.5.1 Généralités

Les essais doivent comporter les opérations spécifiées en 7.5.2 et 7.5.3 dans l'ordre énoncé.

Aucun élément de l'assemblage ROPS-châssis ne doit être réparé ou redressé pendant l'application des charges latérales et verticales, ni entre l'application des charges.

7.5.2 Efforts latéraux

7.5.2.1 Pour calculer la force et la déformation, la charge latérale doit être appliquée au sommet de la ROPS, sur les membrures principales longitudinales.

Dans le cas d'une ROPS comportant plus de deux montants, la charge latérale doit être appliquée par l'intermédiaire d'un dispositif de répartition des charges dont la longueur ne dépasse pas 80 % de la distance horizontale L entre les montants avant et arrière de la ROPS. Voir figures 5a), 5b), 5c).

7.5.2.2 Dans le cas d'une ROPS comportant deux montants, la charge latérale doit être appliquée sur la membrure longitudinale supérieure de la ROPS à une distance minimale $L/3$ des montants [voir figure 5d)], ou sur l'axe de positionnement (LA) du DLV, en prenant la distance supérieure.

7.5.2.3 La direction initiale de la charge doit être horizontale et perpendiculaire à un plan vertical passant par l'axe longitudinal de la machine.

7.5.2.4 Au cours de l'essai, la déformation de l'ossature de la ROPS peut entraîner une modification de la direction d'application de la charge; cela est admissible.

7.5.2.5 Dans le cas où le siège du conducteur n'est pas dans l'axe de l'engin, la charge doit être appliquée sur le côté le plus proche du siège.

7.5.2.6 Dans le cas d'un siège dans l'axe, si le montage de la ROPS est tel que des rapports force-déformation différents sont obtenus suivant que la charge est appliquée à gauche ou à droite, celle-ci doit être appliquée du côté qui donnera les conditions les plus sévères pour l'assemblage ROPS-châssis.

7.5.2.7 La vitesse de déformation (l'application de la charge) doit être telle que la charge puisse être considérée comme statique.

7.5.2.8 Pour chaque accroissement de la déformation constatée par paliers de 25 mm (1 in) ou moins, au point d'application de la force résultante, la force et la déformation doivent être notées et reportées sur un graphique (voir figure 6).

7.5.2.9 L'application de la charge doit être poursuivie jusqu'à ce que la ROPS ait atteint les conditions requises à la fois pour la force et pour l'énergie. L'aire située au-dessous de la courbe force-déformation résultante (figure 6) correspond à l'énergie.

7.5.2.10 La ou les déformations servant à calculer l'énergie sont celles que subit la ROPS le long de la ligne d'action de la force. La déformation doit être mesurée au(x) point(s) d'application de la charge. Voir figures 5b), 5c), 5d).

7.5.2.11 Toute déformation des éléments servant à supporter le dispositif d'application de la charge ne doit pas être prise en compte dans les mesures de déformation utilisées pour calculer l'absorption d'énergie.

7.5.3 Efforts verticaux

7.5.3.1 Après avoir supprimé la charge latérale, une charge verticale doit être appliquée sur le sommet de la ROPS.

7.5.3.2 Dans le cas d'une ROPS comportant plus de deux montants, la répartition de cette charge ne fait l'objet d'aucune restriction. Voir figures 1c), 2c), 2d), 3c), 3d), 4c) pour les dispositifs types d'application des charges verticales.

7.5.3.3 Dans le cas d'une ROPS comportant deux montants, la charge verticale doit être appliquée à une distance minimale $L/3$ des montants [voir figures 1d), 4d)], ou dans le plan vertical contenant l'axe central de l'axe de positionnement (LA) du DLV, si cette distance est supérieure.

NOTE — Les figures mentionnées en 7.5 n'ont qu'une valeur illustrative et n'entraînent aucune restriction quant à la conception des dispositifs d'application de la charge.

8 Performances requises

8.1 Généralités

8.1.1 Au cours de chaque essai, aucune partie de la ROPS ne doit pénétrer dans le DLV (voir ISO 3164). En outre, la déformation de la ROPS ne doit pas entraîner la pénétration dans cette zone du SGP défini en 8.1.2.

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

8.1.2 La déformation de la ROPS lors de chaque essai ne doit pas entraîner une déformation du plan du DLV (voir figure 7) situé du côté où se trouve la charge, déformation telle qu'il passe au-delà du plan du SGP, ou qu'il coupe celui-ci comme suit (voir figure 7) :

- a) membrure supérieure sur laquelle est appliquée la charge;
- b) point extérieur extrême de la membrure ci-dessus;
- c) verticale menée de ce point;
- d) plan vertical parallèle à l'axe longitudinal de l'engin, passant par cette droite;
- e) rotation de 15° du plan défini en d), depuis le DLV, autour d'un axe perpendiculaire à la ligne verticale mentionnée en c) et passant par le point défini en b). Le plan ainsi obtenu est le SGP;
- f) le SGP doit être défini pour une ROPS non chargée et doit pouvoir se déplacer avec les éléments sur lesquels la charge est appliquée.

8.1.3 La ROPS ne doit pas se séparer du châssis de l'engin par suite d'une rupture du châssis.

8.2 Force-énergie et conditions requises pour les charges verticales

8.2.1 Ces conditions doivent correspondre aux déformations admissibles prévues en 8.1.1. Les conditions requises corres-

pendent à M , qui est la «masse maximale recommandée» par le constructeur, en kilogrammes (pounds). Voir 5.4.

8.2.2 La force latérale appliquée doit au moins atteindre la valeur donnée par l'équation du tableau 1.

Si la force requise est atteinte ou dépassée avant d'avoir rempli les conditions d'énergie requises, le niveau de la force peut décroître, et doit atteindre le niveau requis quand l'énergie requise est atteinte ou dépassée.

8.2.3 L'énergie absorbée pendant l'application de la charge latérale doit au moins atteindre la valeur donnée par l'équation du tableau 2.

8.2.4 Après avoir retiré la charge latérale, une charge verticale correspondant à $2M$ «masse maximale recommandée» doit être appliquée à la ROPS pour une durée de 5 min ou jusqu'à ce que toute déformation ait cessé, si cette durée est supérieure.

8.3 Conditions de température et de qualité des matériaux

8.3.1 En vue des essais de laboratoire, la ROPS et les éléments du châssis doivent être conditionnés à une température égale ou inférieure à -18 °C (0 °F).

8.3.2 Si les mesurages ne sont pas effectués à cette température, les exigences minimales suivantes doivent être remplies par les matériaux.

8.3.2.1 Les boulons et écrous utilisés pour fixer la ROPS au châssis et pour relier les divers éléments de la ROPS doivent être de la classe de qualité 8.8 ou 8.9 pour les boulons (voir ISO 898/I) et 8 ou 10 pour les écrous (voir ISO/R 898/II).

8.3.2.2 Les membrures des ROPS doivent être en acier ayant l'une des valeurs de résilience Charpy (entaille en V) suivantes :

éprouvette 10 mm × 10 mm : 10,8J à -30 °C (8 lbf.ft à -20 °F)

éprouvette 10 mm × 7,5 mm : 9,5J à -30 °C (7 lbf.ft à -20 °F)

éprouvette 10 mm × 5 mm : 7,5J à -30 °C (5,5 lbf.ft à -20 °F)

éprouvette 10 mm × 2,5 mm : 5,5J à -30 °C (4 lbf.ft à -20 °F)

Toutes membrures de la ROPS en matériaux autres que l'acier doivent offrir une résistance aux chocs à basse température équivalente.

NOTES

1 Les éprouvettes doivent être prélevées longitudinalement dans un élément plat, tubulaire ou profilé avant mise en forme et soudage pour utilisation dans la ROPS. Les éprouvettes prélevées sur des éléments tubulaires ou des profilés doivent être prélevées dans la partie médiane du côté de la plus grande dimension et ne pas comporter de soudures.

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

3 Les conditions stipulées en 8.3.2.2 sont données à titre d'information en attendant que l'ISO mette au point une Norme internationale.

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

9 Étiquetage

9.1 Une étiquette doit être fixée sur chaque ROPS, que celle-ci comporte ou non une FOPS.

9.1.1 Spécifications de l'étiquette

9.1.1.1 L'étiquette doit être de type permanent et doit être fixée en permanence sur la structure.

9.1.1.2 L'étiquette doit être placée de façon qu'elle puisse être lue et soit protégée de l'usure due au milieu.

9.1.2 Contenu de l'étiquette

9.1.2.1 Nom et adresse du constructeur ou du fabricant de la ROPS (et de la FOPS éventuellement intégrée à la ROPS).

9.1.2.2 Numéro d'identification de la ROPS et de la FOPS, s'il y a lieu.

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

9.1.2.4 Masse maximale M de l'engin pour laquelle la structure ROPS répond à toutes les exigences de performance prévues dans la présente Norme internationale.

9.1.2.5 Numéros des Normes internationales ISO dont toutes les exigences de performance sont remplies par la structure (par exemple, ISO 3471, ISO 3449). D'autres exigences de performance peuvent être incluses.

9.1.2.6 Le fabricant peut inclure toute autre information jugée nécessaire (par exemple, indications relatives au montage, aux réparations ou au remplacement).

10 Procès-verbal d'essai

10.1 Le procès-verbal d'essai doit donner les résultats de l'essai et doit être présenté selon le rapport type spécifié dans l'annexe A. Les informations complémentaires énoncées dans l'annexe B ne seront communiquées qu'aux demandeurs de l'essai.

Tableau 1 – Force minimale, F , atteinte pendant l'application de la charge latérale

Machine	Équation	
	Unités SI ¹⁾	Unités non SI ²⁾
Chargeurs à roues et tracteurs à roues	$F = 60\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$	$F = 5\,220 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$
Niveleuses	$F = 70\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,10}$	$F = 6\,600 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,10}$
Tracteurs à racloir ³⁾	$F = 95\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$	$F = 8\,270 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$
Tracteurs à chenilles et chargeuses à chenilles	$F = 70\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$	$F = 6\,090 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$

- 1) F exprimée en newtons
 M exprimée en kilogrammes
- 2) F exprimée en pounds-force
 M exprimée en pounds
- 3) Y compris dumpers à direction articulée, remorques et chariots.

Tableau 2 – Énergie minimale, U , absorbée pendant l'application de la charge latérale

Machine	Équation	
	Unités SI ¹⁾	Unités non SI ²⁾
Chargeurs à roues et tracteurs à roues	$U = 12\,500 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$	$U = 41\,180 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$
Niveleuses	$U = 15\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$	$U = 49\,410 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$
Tracteurs à racloir ³⁾	$U = 20\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$	$U = 65\,880 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$
Tracteurs à chenilles et chargeuses à chenilles	$U = 13\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$	$U = 42\,830 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$

- 1) U exprimée en joules
 M exprimée en kilogrammes
- 2) U exprimée en inches pounds-force
 M exprimée en pounds
- 3) Y compris dumpers à direction articulée, remorques et chariots.

pondent à M , qui est la «masse maximale recommandée» par le constructeur, en kilogrammes (pounds). Voir 5.4.

8.2.2 La force latérale appliquée doit au moins atteindre la valeur donnée par l'équation du tableau 1.

Si la force requise est atteinte ou dépassée avant d'avoir rempli les conditions d'énergie requises, le niveau de la force peut décroître, et doit atteindre le niveau requis quand l'énergie requise est atteinte ou dépassée.

8.2.3 L'énergie absorbée pendant l'application de la charge latérale doit au moins atteindre la valeur donnée par l'équation du tableau 2.

8.2.4 Après avoir retiré la charge latérale, une charge verticale correspondant à $2M$ «masse maximale recommandée» doit être appliquée à la ROPS pour une durée de 5 min ou jusqu'à ce que toute déformation ait cessé, si cette durée est supérieure.

8.3 Conditions de température et de qualité des matériaux

8.3.1 En vue des essais de laboratoire, la ROPS et les éléments du châssis doivent être conditionnés à une température égale ou inférieure à -18 °C (0 °F).

8.3.2 Si les mesurages ne sont pas effectués à cette température, les exigences minimales suivantes doivent être remplies par les matériaux.

8.3.2.1 Les boulons et écrous utilisés pour fixer la ROPS au châssis et pour relier les divers éléments de la ROPS doivent être de la classe de qualité 8.8 ou 8.9 pour les boulons (voir ISO 898/I) et 8 ou 10 pour les écrous (voir ISO/R 898/II).

8.3.2.2 Les membrures des ROPS doivent être en acier ayant l'une des valeurs de résilience Charpy (entaille en V) suivantes :

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

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

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

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

Toutes membrures de la ROPS en matériaux autres que l'acier doivent offrir une résistance aux chocs à basse température équivalente.

NOTES

1 Les éprouvettes doivent être prélevées longitudinalement dans un élément plat, tubulaire ou profilé avant mise en forme et soudage pour utilisation dans la ROPS. Les éprouvettes prélevées sur des éléments tubulaires ou des profilés doivent être prélevées dans la partie médiane du côté de la plus grande dimension et ne pas comporter de soudures.

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

3 Les conditions stipulées en 8.3.2.2 sont données à titre d'information en attendant que l'ISO mette au point une Norme internationale.

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

9 Étiquetage

9.1 Une étiquette doit être fixée sur chaque ROPS, que celle-ci comporte ou non une FOPS.

9.1.1 Spécifications de l'étiquette

9.1.1.1 L'étiquette doit être de type permanent et doit être fixée en permanence sur la structure.

9.1.1.2 L'étiquette doit être placée de façon qu'elle puisse être lue et soit protégée de l'usure due au milieu.

9.1.2 Contenu de l'étiquette

9.1.2.1 Nom et adresse du constructeur ou du fabricant de la ROPS (et de la FOPS éventuellement intégrée à la ROPS).

9.1.2.2 Numéro d'identification de la ROPS et de la FOPS, s'il y a lieu.

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

9.1.2.4 Masse maximale M de l'engin pour laquelle la structure ROPS répond à toutes les exigences de performance prévues dans la présente Norme internationale.

9.1.2.5 Numéros des Normes internationales ISO dont toutes les exigences de performance sont remplies par la structure (par exemple, ISO 3471, ISO 3449). D'autres exigences de performance peuvent être incluses.

9.1.2.6 Le fabricant peut inclure toute autre information jugée nécessaire (par exemple, indications relatives au montage, aux réparations ou au remplacement).

10 Procès-verbal d'essai

10.1 Le procès-verbal d'essai doit donner les résultats de l'essai et doit être présenté selon le rapport type spécifié dans l'annexe A. Les informations complémentaires énoncées dans l'annexe B ne seront communiquées qu'aux demandeurs de l'essai.

Tableau 1 — Force minimale, F , atteinte pendant l'application de la charge latérale

Machine	Équation	
	Unités SI ¹⁾	Unités non SI ²⁾
Chargeurs à roues et tracteurs à roues	$F = 60\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$	$F = 5\,220 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$
Niveleuses	$F = 70\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,10}$	$F = 6\,600 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,10}$
Tracteurs à racloir ³⁾	$F = 95\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$	$F = 8\,270 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$
Tracteurs à chenilles et chargeuses à chenilles	$F = 70\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$	$F = 6\,090 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,20}$

- 1) F exprimée en newtons
 M exprimée en kilogrammes
- 2) F exprimée en pounds-force
 M exprimée en pounds
- 3) Y compris dumpers à direction articulée, remorques et chariots.

Tableau 2 — Énergie minimale, U , absorbée pendant l'application de la charge latérale

Machine	Équation	
	Unités SI ¹⁾	Unités non SI ²⁾
Chargeurs à roues et tracteurs à roues	$U = 12\,500 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$	$U = 41\,180 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$
Niveleuses	$U = 15\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$	$U = 49\,410 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$
Tracteurs à racloir ³⁾	$U = 20\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$	$U = 65\,880 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$
Tracteurs à chenilles et chargeuses à chenilles	$U = 13\,000 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$	$U = 42\,830 \left[\frac{M}{10\,000} \right]^{1,25}$

- 1) U exprimée en joules
 M exprimée en kilogrammes
- 2) U exprimée en inches pounds-force
 M exprimée en pounds
- 3) Y compris dumpers à direction articulée, remorques et chariots.

Les dispositifs illustrés
sont typiques mais non obligatoires

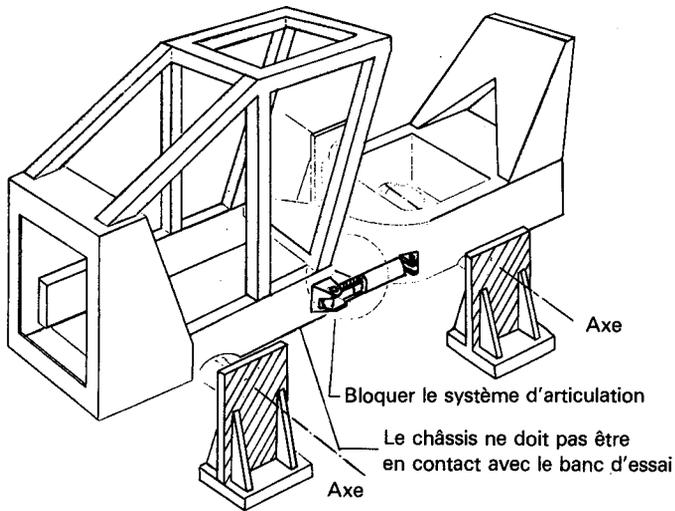


Figure 1a)

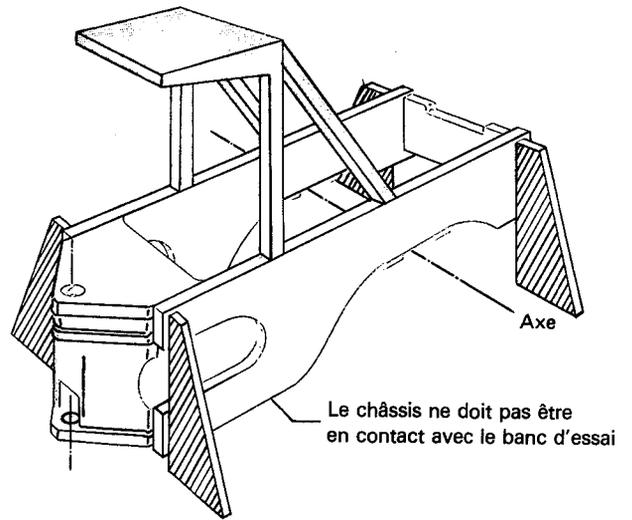


Figure 1b)

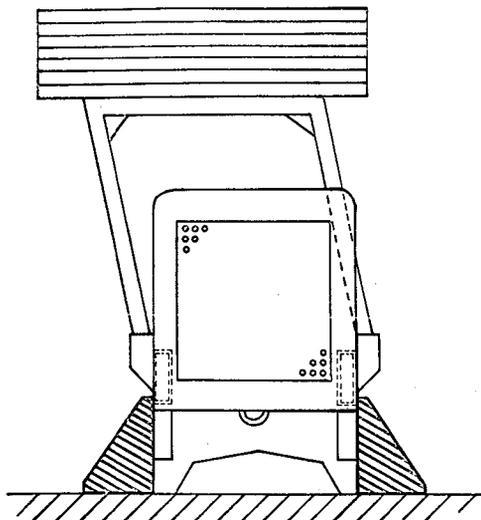


Figure 1c)

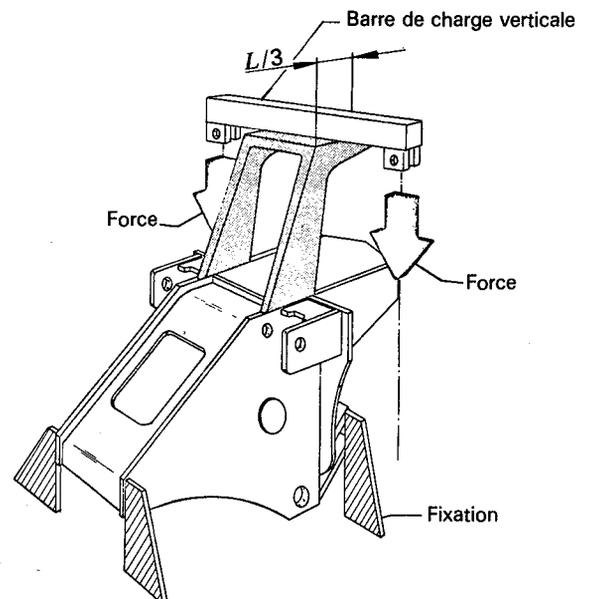


Figure 1d)

Figure 1 — Chargeuse à roues et tracteur à roues