



Conseil de
l'Union européenne

**Bruxelles, le 23 septembre 2014
(OR. en)**

**13533/14
ADD 3**

**AGRI 593
ENT 204
MI 698
DELECT 177**

NOTE DE TRANSMISSION

Origine:	Pour le Secrétaire général de la Commission européenne, Monsieur Jordi AYET PUIGARNAU, Directeur
Date de réception:	19 septembre 2014
Destinataire:	Monsieur Uwe CORSEPIUS, Secrétaire général du Conseil de l'Union européenne
N° doc. Cion:	C(2014) 6494 final ANNEXES 9 à 13
Objet:	ANNEXES au règlement délégué de la Commission du XXX complétant et modifiant le règlement (UE) n° 167/2013 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la construction des véhicules et les prescriptions générales relatives à la réception des véhicules agricoles et forestiers

Les délégations trouveront ci-joint le document C(2014) 6494 final ANNEXES 9 à 13.

p.j.: C(2014) 6494 final ANNEXES 9 à 13



Bruxelles, le 19.9.2014
C(2014) 6494 final

ANNEXES 9 to 13

ANNEXES

au

règlement délégué de la Commission

du XXX

complétant et modifiant le règlement (UE) n° 167/2013 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la construction des véhicules et les prescriptions générales relatives à la réception des véhicules agricoles et forestiers

ANNEXE IX

Prescriptions relatives aux structures de protection contre le renversement (montées à l'avant des tracteurs à voie étroite)

A. Dispositions générales

1. Les prescriptions de l'Union relatives aux structures de protection contre le renversement (montées à l'avant des tracteurs à voie étroite) sont énoncées au point B.
2. Les essais peuvent être effectués selon les procédures d'essai statique ou dynamique, comme indiqué dans les sections B1 et B2. Les deux méthodes sont réputées équivalentes.
3. En plus des prescriptions énoncées au point 2, les prescriptions concernant l'efficacité des structures de protection rabattables figurant dans la section B3 s'appliquent.
4. La section B4 contient le programme informatique permettant de déterminer le caractère continu ou interrompu du renversement qui doit être utilisé pour l'essai virtuel.

B. Prescriptions relatives aux structures de protection contre le renversement (montées à l'avant des tracteurs à voie étroite)⁽¹⁾

1. DÉFINITIONS

1.1 [Sans objet]

1.2 *Structure de protection contre le renversement*

Une structure de protection contre le renversement (cabine ou cadre de protection), appelée par la suite «structure de protection», est la structure d'un tracteur dont le but essentiel est d'éviter ou minimiser le risque de blessure du conducteur en cas de renversement accidentel du tracteur lors de son utilisation normale.

La structure de protection contre le renversement se caractérise par le fait qu'elle réserve une zone de dégagement suffisante pour protéger le conducteur quand celui-ci est assis soit à l'intérieur de l'enveloppe de la structure, soit à l'intérieur d'un espace délimité par une série de lignes droites allant des bords extérieurs de la structure à une partie quelconque du tracteur qui risque d'entrer en contact avec le sol, et qui sera ainsi capable de soutenir le tracteur dans cette position s'il se

renverse.

1.3 *Voie*

1.3.1 Définition préliminaire: plan médian de la roue

Le plan médian d'une roue est le plan équidistant des deux plans qui touchent les rebords de la jante à sa périphérie.

1.3.2 Définition de la voie

Le plan vertical passant par l'axe d'une roue coupe le plan médian de celle-ci suivant une droite qui rencontre le plan d'appui en un point. Soient **A** et **B** les deux points ainsi définis pour les roues du même essieu d'un tracteur; la voie est la distance entre les points **A** et **B**. La voie peut être ainsi définie pour les roues avant et pour les roues arrière. Dans le cas de roues jumelées, la voie est la distance entre les plans médians de chaque paire de roues.

1.3.3 Définition connexe: plan médian du tracteur

On considère les positions extrêmes des points **A** et **B**, correspondant à la valeur maximale possible pour la voie, dans le cas de l'essieu arrière du tracteur. Le plan vertical perpendiculaire au segment **AB** en son milieu est dit «plan médian du tracteur».

1.4 *Empattement*

Distance entre les plans verticaux passant par les segments **AB** précédemment définis, correspondant l'un aux roues avant, l'autre aux roues arrière.

1.5 *Détermination du point index du siège; réglage du siège pour les essais*

1.5.1 Point index du siège (SIP)⁽²⁾

Le point index (ou point de repère) du siège est déterminé conformément à la norme ISO 5353:1995.

1.5.2 Position et réglage du siège pour les essais

1.5.2.1 Si la position du siège est réglable, il faut régler le siège dans la position la plus haute et la plus reculée.

- 1.5.2.2 Si l'inclinaison du dossier est réglable, il faut régler le dossier dans la position médiane.
- 1.5.2.3 Si le siège comporte un système de suspension, celui-ci doit être bloqué à mi-course, sauf instructions contraires clairement spécifiées par le fabricant du siège.
- 1.5.2.4 Lorsque la position du siège n'est réglable qu'en longueur et en hauteur, l'axe longitudinal passant par le point index du siège doit être parallèle au plan longitudinal vertical du tracteur passant par le centre du volant, le décalage latéral maximum autorisé étant de 100 mm.

1.6 *Zone de dégagement*

1.6.1 Plan et ligne de référence

La zone de dégagement (figure 6.1) est définie par rapport à un plan vertical de référence et à une ligne de référence:

1.6.1.1 Le plan de référence est un plan vertical, généralement longitudinal du tracteur, passant par le point index du siège et le centre du volant. Normalement, le plan de référence coïncide avec le plan médian longitudinal du tracteur. Il est supposé se déplacer horizontalement avec le siège et le volant lors des charges et demeurer perpendiculaire au tracteur ou au plancher de la structure de protection.

1.6.1.2 La ligne de référence est la ligne contenue dans le plan de référence qui passe par un point situé à $140 + a_h$ en arrière et à $90 - a_v$ en dessous du point index du siège et le premier point de la couronne du volant qu'elle coupe lorsqu'elle est amenée à l'horizontale.

1.6.2 Détermination de la zone de dégagement pour les tracteurs à siège non réversible

La zone de dégagement des tracteurs à siège non réversible est définie aux points 1.6.2.1 à 1.6.2.11 ci-après et est délimitée par les plans suivants, pour un tracteur placé sur une surface horizontale et dont le siège est positionné et réglé comme spécifié aux points 1.5.2.1 à 1.5.2.4⁽³⁾, et le volant, s'il est réglable, est à sa position médiane pour un conducteur assis:

1.6.2.1 deux plans verticaux situés à 250 mm de part et d'autre du plan de référence, d'une longueur d'au moins 550 mm, limités vers le haut à 300 mm au-dessus du plan défini en 1.6.2.8 ci-après et vers l'avant par un plan vertical passant à $(210 - a_h)$ mm devant le point index du siège et perpendiculaire au plan de référence;

- 1.6.2.2 deux plans verticaux situés à 200 mm de part et d'autre du plan de référence, limités vers le haut à 300 mm au-dessus du plan défini en 1.6.2.8 ci-après et s'étendant longitudinalement depuis la surface définie au point 1.6.2.11 ci-après jusqu'au plan vertical passant à $(210 - a_h)$ mm devant le point index du siège et perpendiculaire au plan de référence;
- 1.6.2.3 un plan incliné perpendiculaire au plan de référence, situé à 400 mm au-dessus de la ligne de référence et parallèle à cette ligne, se prolongeant en arrière vers le point où il coupe le plan vertical perpendiculaire au plan de référence et passant par un point situé à $(140 + a_h)$ mm derrière le point index du siège;
- 1.6.2.4 un plan incliné, perpendiculaire au plan de référence et joignant le plan défini en 1.6.2.3 ci-dessus à son extrémité la plus en arrière et s'appuyant sur le sommet du dossier;
- 1.6.2.5 un plan vertical perpendiculaire au plan de référence, passant au moins à 40 mm en avant du volant et au moins à $760 - a_h$ en avant du point index du siège;
- 1.6.2.6 une surface cylindrique perpendiculaire au plan de référence, ayant un rayon de 150 mm et joignant les plans définis aux points 1.6.2.3 et 1.6.2.5 tangentiellement;
- 1.6.2.7 deux plans inclinés parallèles passant par les extrémités supérieures des plans définis au point 1.6.2.1 ci-dessus, le plan incliné situé sur le côté subissant le choc étant distant d'au moins 100 mm du plan de référence au-dessus de la zone de dégagement;
- 1.6.2.8 un plan horizontal passant par un point situé à $90 - a_v$ en-dessous du point index du siège;
- 1.6.2.9 deux portions du plan vertical perpendiculaire au plan de référence passant à $210 - a_h$ devant le point index du siège, ces deux plans partiels reliant respectivement les extrémités arrière des plans définis au point 1.6.2.1 ci-dessus aux extrémités avant des plans définis au point 1.6.2.2 ci-dessus;
- 1.6.2.10 deux portions du plan horizontal passant à 300 mm au-dessus du plan défini au point 1.6.2.8 ci-dessus, ces deux plans partiels reliant respectivement les limites supérieures des plans verticaux définis au point 1.6.2.2 ci-dessus et les limites inférieures des plans inclinés définis au point 1.6.2.7 ci-dessus;
- 1.6.2.11 une surface, au besoin curviligne, dont la génératrice est perpendiculaire au plan de référence et s'appuie sur l'arrière du dossier du siège.

1.6.3 Détermination de la zone de dégagement pour les tracteurs à poste de conduite réversible

Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (siège et volant réversibles), la zone de dégagement correspond à l'enveloppe des deux zones de dégagement définies selon les deux positions différentes du volant et du siège. Pour chaque position du volant et du siège, la zone de dégagement sera définie sur la base des points 1.6.1 et 1.6.2 pour la position de conduite normale d'une part et sur la base des points 1.6.1 et 1.6.2 pour la position de conduite inversée d'autre part (voir figure 6.2).

1.6.4 Sièges optionnels

1.6.4.1 Dans le cas d'un tracteur pouvant être équipé de sièges optionnels, on utilise durant les essais l'enveloppe comprenant les points index du siège (SIP) de l'ensemble des options proposées. La structure de protection ne doit pas pénétrer à l'intérieur de la zone de dégagement composite correspondant à ces différents points index du siège.

1.6.4.2 Dans le cas où une nouvelle option pour le siège serait proposée après que l'essai a eu lieu, il est procédé à une détermination pour vérifier si la zone de dégagement autour du nouveau SIP se situe à l'intérieur de l'enveloppe antérieurement établie. Si ce n'est pas le cas, un nouvel essai doit être effectué.

1.6.4.3 Un siège destiné à une personne autre que le conducteur et à partir duquel le tracteur ne peut être conduit n'est pas considéré comme un siège optionnel. Pour ce siège, aucune détermination du SIP n'est nécessaire, puisque la définition de la zone de dégagement s'applique au siège du conducteur.

1.7 *Masse*

1.7.1 Masse non lestée / Masse à vide

La masse du tracteur avec l'eau de refroidissement, les lubrifiants, le carburant, l'outillage et le dispositif de protection, mais sans les accessoires optionnels. Les masses optionnelles d'alourdissement avant ou arrière, le lest des pneumatiques, les instruments et équipements portés et les équipements particuliers ne sont pas pris en compte.

1.7.2 Masse maximale admissible

Masse maximale du tracteur fixée par le constructeur et déclarée sur la plaque d'identification du véhicule et / ou dans le manuel de service.

1.7.3 Masse de référence

La masse spécifiée par le constructeur et utilisée dans les formules de calcul de la hauteur de chute du bloc-pendule, des énergies de charge et des forces d'écrasement lors de l'essai. La masse de référence ne doit pas être inférieure à la masse non lestée et doit être suffisante pour que le rapport des masses n'excède pas 1,75 (voir *points 1.7.4 et 2.1.3*).

1.7.4

Rapport des masses

$$\text{Rapport} \left(\frac{\text{Masse max. admissible}}{\text{Masse de référence}} \right) \quad \text{Ne doit pas être supérieur à 1,75.}$$

1.8

Tolérances de mesure admises

Dimensions linéaires:	± 3 mm
sauf pour: -- déformation des pneumatiques:	± 1 mm
-- déformation du dispositif sous charges horizontales:	± 1 mm
-- hauteur de chute du bloc-pendule:	± 1 mm
Masses: ± 0,2 % (de la valeur de pleine échelle du capteur)	
Forces: ± 0,1 % (de la valeur de pleine échelle)	
Angles:	± 0,1°

1.9

Symboles

a_h	(mm)	Moitié du réglage horizontal du siège;
a_v	(mm)	Moitié du réglage vertical du siège;
B	(mm)	Largeur hors tout minimale du tracteur;
B_b	(mm)	Largeur extérieure maximale du dispositif de protection;
D	(mm)	Déformation du dispositif au point d'impact (essais dynamiques) ou au point et dans l'axe d'application de la charge (essais statiques);
D'	(mm)	Déformation du dispositif pour l'énergie calculée requise;
E_a	(J)	Énergie de déformation absorbée à l'endroit où la charge est supprimée. Zone inscrite à l'intérieur de la courbe F-D ;
E_i	(J)	Énergie de déformation absorbée. Zone située au-dessous de la courbe F-D ;
E'_i	(J)	Énergie de déformation absorbée après application de la charge additionnelle à la suite d'une fracture ou fissure;
E''_i	(J)	Énergie de déformation absorbée pendant l'essai de surcharge dans le cas où la charge a été supprimée avant le commencement de l'essai de surcharge. Zone située au-dessous de la courbe F-D ;
E_{il}	(J)	Énergie devant être absorbée pendant l'application de la charge longitudinale;
E_{is}	(J)	Énergie devant être absorbée pendant l'application de la charge latérale;
F	(N)	Force de charge statique;
F'	(N)	Force de charge pour l'énergie calculée requise correspondant à E'_i ;
F-D		Diagramme force-déformation;
F_i	(N)	Force appliquée au point dur arrière;
F_{max}	(N)	Force de charge statique maximale intervenant pendant l'application de la

		charge, à l'exclusion de la surcharge;
F_v	(N)	Force d'écrasement verticale;
H	(mm)	Hauteur de chute du pendule (essais dynamiques);
H'	(mm)	Hauteur de chute du pendule pour l'essai additionnel (essais dynamiques);
I	(kg.m ²)	Moment d'inertie de référence du tracteur autour de l'axe central des roues arrière, quelle que soit la masse de ces roues;
L	(mm)	Empattement de référence du tracteur;
M	(kg)	Masse de référence du tracteur lors des essais de résistance.

2 CHAMP D'APPLICATION

- 2.1 La présente annexe est applicable aux tracteurs présentant les caractéristiques suivantes:
- 2.1.1 dégagement au-dessus du sol de 600 mm maximum au-dessous du point le plus bas des essieux avant et arrière, compte tenu du différentiel;
- 2.1.2 voie minimale fixe ou réglable de l'un des essieux inférieure à 1 150 mm lorsqu'il est équipé des pneumatiques de plus larges dimensions; l'essieu équipé des pneumatiques les plus larges étant supposé être réglé sur une voie d'au maximum 1 150 mm, la voie de l'autre essieu doit pouvoir être réglée de telle manière que les bords extérieurs des pneumatiques les plus étroits ne dépassent pas les bords extérieurs des pneumatiques de l'autre essieu. Au cas où les deux essieux sont équipés de jantes et de pneumatiques de mêmes dimensions, la voie fixe ou réglable des deux essieux doit être inférieure à 1 150 mm;
- 2.1.3 masse comprise entre 400 kg et 3 500 kg, correspondant à la masse à vide du tracteur y compris le dispositif de protection et les pneumatiques de la plus grande dimension recommandée par le constructeur. La masse maximale admissible ne doit pas dépasser 5 250 kg et le rapport des masses (Masse maximale admissible / Masse de référence) ne doit pas être supérieur à 1,75;
- 2.1.4 dispositif de protection en cas de renversement du type à deux montants uniquement fixés à l'avant du point index du siège et caractérisé par une zone de dégagement réduite compte tenu des limites de gabarit du tracteur, afin de conserver l'accessibilité au poste de conduite en toute circonstance et de préserver la simplicité d'emploi, que le dispositif soit rabattable ou non.
- 2.2 S'il existe des types de tracteurs tels que des équipements forestiers spéciaux comme les débardeuses et les débusqueuses, la présente annexe ne s'y applique pas.

B1 PROCÉDURE D'ESSAI STATIQUE

3. RÈGLES ET DIRECTIVES

3.1 *Conditions préalables aux essais de résistance*

3.1.1 Satisfaction de deux essais préalables

Le dispositif de protection peut être soumis aux essais de résistance seulement si deux essais préalables, à savoir un essai de stabilité latérale et un essai de roulement non continu, ont donné des résultats satisfaisants (voir schéma de principe à la figure 6.3).

3.1.2 Préparation pour les essais préalables

3.1.2.1 Le tracteur est muni du dispositif de protection en position de sécurité.

3.1.2.2 Le tracteur est équipé de pneumatiques du diamètre maximal indiqué par le constructeur et de la grosseur minimale du boudin compatible avec ce diamètre. Les pneumatiques ne contiennent aucun lest liquide et sont gonflés à la pression prescrite pour les travaux dans les champs.

3.1.2.3 Les roues arrière sont réglées à la voie la plus étroite; les roues avant sont réglées aussi précisément que possible à la même voie. S'il existe deux possibilités de réglage de la voie avant qui s'écartent pareillement du réglage le plus étroit de la voie arrière, il faut choisir la plus large de ces deux voies avant.

3.1.2.4 Il convient de remplir tous les réservoirs du tracteur ou de remplacer les liquides par une masse équivalente disposée à l'emplacement correspondant.

3.1.2.5 Tous les accessoires de la production en série doivent être montés sur le tracteur dans leur position normale.

3.1.3 Essai de stabilité latérale

3.1.3.1 Le tracteur préparé comme indiqué ci-dessus est placé sur un plan horizontal de façon que le pivot de l'essieu avant ou, en cas de tracteur articulé, le pivot horizontal situé entre les deux essieux puisse se mouvoir librement.

3.1.3.2 Incliner, au moyen d'un cric ou palan, la partie du tracteur reliée rigidement à

L'essieu qui supporte plus de 50 pour cent du poids du tracteur tout en mesurant constamment l'angle d'inclinaison. Pour que l'essai de stabilité latérale soit considéré comme positif, cet angle doit atteindre une valeur minimale de 38° au moment où le tracteur est en équilibre instable sur les deux roues au sol. Exécuter un essai le volant bloqué à fond à droite puis un essai le volant bloqué à fond à gauche.

3.1.4 Essai de roulement non continu

3.1.4.1 Généralités

Cet essai a pour but de déterminer si le dispositif fixé au tracteur et conçu pour protéger son conducteur est en mesure d'empêcher efficacement le tracteur de faire des tonneaux en cas de renversement latéral sur une pente d'inclinaison de 1/1,5 (figure 6.4).

L'absence de roulement non continu est démontrée au moyen de l'une des deux méthodes d'essai décrites aux points 3.1.4.2 et 3.1.4.3.

3.1.4.2 Démonstration des caractéristiques permettant d'éviter les tonneaux par un essai de renversement

3.1.4.2.1 L'essai de renversement est réalisé sur un plan incliné expérimental d'au moins 4 m de longueur (voir figure 6.4). La surface de ce plan est recouverte d'une couche de 18 cm de matière présentant un indice de pénétration au cône, mesuré conformément aux normes ASAE S313.3 de février 1999 et ASAE EP542 de février 1999 qui se rapportent au pénétromètre de sol à cône, de:

$$A = 235 \pm 20$$

ou

$$B = 335 \pm 20.$$

3.1.4.2.2 Le tracteur (préparé comme décrit au point 3.1.2) est renversé latéralement avec une vitesse initiale nulle. À cet effet, il est placé au sommet de la pente de façon que les roues situées du côté de la déclivité reposent sur le plan incliné et que le plan médian du tracteur soit parallèle aux courbes de niveau. Pour que l'essai soit considéré comme positif, le tracteur, après avoir heurté la surface du plan incliné, peut se soulever en pivotant autour du coin supérieur du dispositif de protection mais il ne doit pas se retourner et doit retomber du côté de son impact initial.

3.1.4.3 Démonstration mathématique des caractéristiques permettant d'éviter les tonneaux

3.1.4.3.1 Les données caractéristiques suivantes relatives au tracteur doivent être déterminées afin de vérifier par calcul que le tracteur ne part pas en tonneaux (voir figure 6.5):

B₀	(m)	Largeur des pneumatiques des roues arrière;
B₆	(m)	Largeur du dispositif de protection entre les points d'impact droit et gauche;
B₇	(m)	Largeur du capot du moteur;
D₀	(rad)	Angle d'oscillation de l'essieu avant, de la position zéro à la butée;
D₂	(m)	Hauteur des pneumatiques avant à la charge maximale de l'essieu;
D₃	(m)	Hauteur des pneumatiques arrière à la charge maximale de l'essieu;
H₀	(m)	Hauteur du pivot de l'essieu avant;
H₁	(m)	Hauteur du centre de gravité;
H₆	(m)	Hauteur au point d'impact;
H₇	(m)	Hauteur du capot du moteur;
L₂	(m)	Distance horizontale entre le centre de gravité et l'essieu avant;
L₃	(m)	Distance horizontale entre le centre de gravité et l'essieu arrière;
L₆	(m)	Distance horizontale entre le centre de gravité et le point d'intersection avant du dispositif de protection (faire précéder du signe négatif lorsque ce point avant est situé devant le centre de gravité);
L₇	(m)	Distance horizontale entre le centre de gravité et le coin avant du capot du moteur;
M_c	(kg)	Masse du tracteur utilisée pour les calculs;
Q	(kgm ²)	Moment d'inertie de masse au niveau de l'axe longitudinal passant par le centre de gravité;
S	(m)	Voie de l'essieu arrière.

Dans ce contexte, la somme de la voie **S** et de la largeur des pneumatiques **B₀** doit être supérieure à la largeur **B₆** du dispositif de protection.

3.1.4.3.2 Les calculs peuvent être effectués sur la base des hypothèses simplificatrices suivantes:

3.1.4.3.2.1 le tracteur à l'arrêt se renverse sur le plan incliné à 1/1,5 avec un essieu avant oscillant dès que le centre de gravité se situe verticalement au-dessus de l'axe de rotation;

3.1.4.3.2.2 l'axe de rotation est parallèle à l'axe longitudinal du tracteur et passe par le centre des surfaces de contact des roues avant et arrière situées sur la déclivité;

3.1.4.3.2.3 le tracteur ne glisse pas sur la pente;

3.1.4.3.2.4 le choc sur le plan incliné est en partie élastique, avec un facteur d'élasticité de:

$$U = 0,2$$

3.1.4.3.2.5 la profondeur de pénétration dans le plan incliné et la déformation du dispositif de protection donnent ensemble la longueur totale de:

$$T = 0,2 \text{ m}$$

- 3.1.4.3.2.6 aucun autre composant du tracteur ne pénètre dans le plan incliné.
- 3.1.4.3.3 Le programme informatique (BASIC⁽⁴⁾) destiné à déterminer, en cas de renversement latéral, les caractéristiques de roulement continu ou interrompu d'un tracteur à voie étroite équipé d'une structure de protection montée à l'avant figure dans la section B4, exemples 6.1 à 6.11.
- 3.1.5 Méthodes de mesure
- 3.1.5.1 Distances horizontales entre le centre de gravité et les essieux arrière (**L₃**) ou avant (**L₂**)
- La distance entre les essieux arrière et avant doit être mesurée des deux côtés du tracteur, afin de vérifier si l'angle de braquage est nul.
- Les distances entre le centre de gravité et l'essieu arrière (**L₃**) ou l'essieu avant (**L₂**) doivent être calculées selon la répartition avant et arrière de la masse du tracteur.
- 3.1.5.2 Hauteurs des pneumatiques arrière (**D₃**) et avant (**D₂**)
- La distance entre le point le plus élevé du pneumatique et le plan du sol sera mesurée (figure 6.5) en utilisant la même méthode pour les pneumatiques avant et les pneumatiques arrière.
- 3.1.5.3 Distance horizontale entre le centre de gravité et le point d'intersection avant de la structure de protection (**L₆**)
- La distance entre le centre de gravité et le point d'intersection avant de la structure de protection sera mesurée (figures 6.6.a, 6.6.b et 6.6.c). Si la structure de protection est située en avant du plan passant par le centre de gravité, la valeur notée sera précédée du signe moins (**-L₆**).
- 3.1.5.4 Largeur de la structure de protection (**B₆**)
- La distance entre les points d'impact droit et gauche des deux montants verticaux de la structure sera mesurée.
- Le point d'impact est défini par le plan tangent à la structure de protection passant par la droite définie par les points extérieurs les plus élevés des pneumatiques avant et arrière (figure 6.7).
- 3.1.5.5 Hauteur de la structure de protection (**H₆**)
- La distance verticale entre le point d'impact de la structure et le plan du sol sera mesurée.
- 3.1.5.6 Hauteur du capot moteur (**H₇**)
- La distance verticale entre le point d'impact du capot moteur et le plan du sol sera mesurée.
- Le point d'impact est défini par le plan tangent au capot moteur et à la structure de protection passant par les points extérieurs les plus élevés des pneumatiques avant (figure 6.7). Les mesures seront relevées des deux côtés du capot moteur.
- 3.1.5.7 Largeur du capot moteur (**B₇**)
- La distance entre les deux points d'impact du capot moteur telle que définie

- précédemment sera mesurée.
- 3.1.5.8 Distance horizontale entre le centre de gravité et l'arête avant du capot moteur (L_7)
La distance entre le point d'impact du capot moteur telle que définie précédemment au centre de gravité sera mesurée.
- 3.1.5.9 Hauteur du pivot de l'essieu avant (H_0)
La distance verticale entre le centre du pivot de l'essieu avant et l'axe des pneumatiques avant (H_{01}) devra figurer dans le rapport technique du constructeur et sera vérifiée.
La distance verticale entre l'axe des pneumatiques avant et le plan du sol (H_{02}) sera mesurée (figure 6.8).
La hauteur du pivot de l'essieu avant (H_0) est la somme des deux valeurs précédentes.
- 3.1.5.10 Voie arrière (S)
La voie arrière minimale, déterminée avec les pneumatiques de la plus grande taille selon les indications du constructeur, sera mesurée (figure 6.9).
- 3.1.5.11 Largeur des pneumatiques arrière (B_0)
La distance entre les deux plans verticaux extérieur et intérieur d'un pneumatique arrière dans sa partie supérieure sera mesurée (figure 6.9).
- 3.1.5.12 Angle d'oscillation de l'essieu avant (D_0)
L'angle maximum d'oscillation de l'essieu avant, de sa position horizontale à son inclinaison maximale, sera mesuré de chaque côté de l'essieu et on prendra en compte les amortisseurs de fin de course éventuels. La valeur maximale de la mesure sera retenue.
- 3.1.5.13 Masse du tracteur
La masse du tracteur sera déterminée selon les conditions précisées au point 1.7.1.
- 3.2** *Conditions des essais de résistance du dispositif de protection et de sa fixation aux tracteurs*
- 3.2.1** **Spécifications générales**
- 3.2.1.1 But des essais
Les essais effectués à l'aide de dispositifs spéciaux sont destinés à simuler les charges subies par le dispositif de protection en cas de renversement du tracteur. Ces essais permettent d'observer la résistance du dispositif de protection et de ses fixations sur le tracteur ainsi que toute partie du tracteur transmettant la charge d'essai.
- 3.2.1.2 Méthodes d'essai
Les essais peuvent être réalisés au choix du constructeur selon la méthode statique ou selon la méthode dynamique (voir annexe A). Les deux méthodes sont considérées comme équivalentes.
- 3.2.1.3 Dispositions générales applicables à la préparation des essais

3.2.1.3.1 Le dispositif de protection doit être conforme aux spécifications de la production en série. Il est fixé, conformément à la méthode indiquée par le constructeur, à l'un des tracteurs pour lesquels il est conçu.

Note: pour réaliser l'essai selon la méthode statique, il n'est pas nécessaire de disposer d'un tracteur complet; toutefois, le dispositif de protection et les parties du tracteur auxquelles ce dispositif est fixé doivent constituer une installation opérationnelle, ci-après dénommée «ensemble».

3.2.1.3.2 Que la méthode soit statique ou dynamique, le tracteur (ou l'ensemble) doit comporter tous les éléments de série qui peuvent avoir une incidence sur la résistance du dispositif de protection ou être nécessaires à l'exécution de l'essai.

Les éléments susceptibles de constituer un danger à l'intérieur de la zone de dégagement doivent également être montés sur le tracteur ou sur l'ensemble, afin que l'on puisse vérifier si les conditions d'acceptation du point 3.2.3 sont satisfaites.

Tous les composants du tracteur ou du dispositif de protection incluant les dispositifs de protection contre les intempéries doivent être fournis ou décrits sur plan.

3.2.1.3.3 Les panneaux et éléments amovibles non structurels doivent être retirés avant les essais de résistance, afin de ne pas contribuer à renforcer le dispositif de protection le cas échéant.

3.2.1.3.4 La voie doit être réglée de telle sorte que le dispositif de protection ne soit pas, dans la mesure du possible, supporté par les pneumatiques pendant les essais de résistance. Si ces essais sont réalisés selon la méthode statique, les roues peuvent être déposées.

3.2.2 **Essais**

3.2.2.1 Enchaînement des essais dans le cadre de la méthode statique

L'enchaînement des essais, sans préjuger des essais additionnels mentionnés aux points 3.3.1.6 et 3.3.1.7, est le suivant:

- 1) **charge à l'arrière du dispositif**
(voir 3.3.1.1);
- 2) **écrasement à l'arrière**
(voir 3.3.1.4);
- 3) **charge à l'avant du dispositif**
(voir 3.3.1.2);
- 4) **charge sur le côté du dispositif**
(voir 3.3.1.3);
- 5) **écrasement à l'avant**
(voir 3.3.1.5).

3.2.2.2 Spécifications générales

3.2.2.2.1 Si une partie quelconque du système d'ancrage du tracteur se déplace ou se brise

au cours de l'essai, celui-ci doit être recommencé.

3.2.2.2.2 Il n'est admis ni réparation, ni réglage du tracteur ou du dispositif de protection pendant les essais.

3.2.2.2.3 Le tracteur doit subir les essais avec la boîte de vitesses au point mort et les freins lâchés.

3.2.2.2.4 Si un système de suspension est monté sur le tracteur entre le châssis et les roues, il doit être bloqué pendant les essais.

3.2.2.2.5 Le côté choisi pour la première charge à l'arrière du dispositif doit être celui qui, selon les autorités responsables des essais, se traduira par l'application des séries de charges les plus défavorables pour le dispositif. La charge latérale et la charge arrière doivent être appliquées de part et d'autre du plan médian longitudinal de la structure de protection. La charge avant doit être appliquée du même côté du plan médian longitudinal de la structure de protection que la charge latérale.

3.2.3 **Conditions d'acceptation**

3.2.3.1 Un dispositif de protection est réputé avoir satisfait aux spécifications en matière de résistance s'il remplit les conditions suivantes:

3.2.3.1.1 après chaque essai partiel, il est exempt de fractures ou de fissures au sens du point 3.3.2.1; ou

3.2.3.1.2 si des fractures ou des fissures non négligeables apparaissent au cours d'un des essais d'écrasement, un essai additionnel conforme au point 3.3.1.7 doit être effectué immédiatement après l'écrasement à l'origine de ses fractures ou fissures;

3.2.3.1.3 pendant les essais autres que les essais de surcharge, aucune partie du dispositif de protection ne doit pénétrer dans la zone de dégagement telle que définie au point 1.6;

3.2.3.1.4 pendant les essais autres que les essais de surcharge, toutes les parties de la zone de dégagement doivent rester protégées du dispositif conformément au point 3.3.2.2;

3.2.3.1.5 pendant les essais, le dispositif de protection ne doit exercer aucune contrainte sur la structure du siège;

3.2.3.1.6 la déformation élastique mesurée conformément au point 3.3.2.4 doit être inférieure à 250 mm.

3.2.3.2 Pendant et après l'essai, il ne doit exister aucun élément ou organe saillant susceptible de blesser le conducteur lors d'un accident par renversement ou, en cas de déformation, de l'immobiliser, par exemple par la jambe ou le pied; on ne doit trouver aucun autre élément présentant un risque pour le conducteur.

3.2.4 [Sans objet]

3.2.5 Appareillage et équipement pour les essais

3.2.5.1 Dispositif d'essai statique

3.2.5.1.1 Le dispositif d'essai statique doit permettre d'appliquer des poussées ou des charges sur le dispositif de protection.

- 3.2.5.1.2 Il faut faire en sorte que la charge soit distribuée uniformément suivant la normale à la direction de la charge tout au long d'un patin de longueur égale à un multiple exact de 50 compris entre 250 et 700 mm. Le patin rigide doit avoir une section verticale de 150 mm. Les bords du patin en contact avec le dispositif de protection doivent être courbes selon un rayon maximal de 50 mm.
- 3.2.5.1.3 Le support doit pouvoir être adapté à tout angle par rapport à la direction de la charge afin de pouvoir s'ajuster aux variations angulaires de la surface du dispositif de protection supportant la charge au fur et à mesure de la déformation du dispositif.
- 3.2.5.1.4 Direction de la force (écart par rapport à l'horizontale et à la verticale):
- au début de l'essai, au repos: $\pm 2^\circ$;
 - pendant l'essai, sous charge: 10° au-dessus et 20° au-dessous de l'horizontale. Ces variations doivent être réduites au minimum.
- 3.2.5.1.5 La vitesse de déformation doit être suffisamment faible, moins de 5 mm/s, pour que la charge puisse être considérée à tout moment comme statique.
- 3.2.5.2 Appareillage de mesure de l'énergie absorbée par la structure
- 3.2.5.2.1 La courbe force/déformation doit être tracée afin de déterminer l'énergie absorbée par le dispositif. Il n'est pas nécessaire de mesurer la force et la déformation au point d'application de la charge sur le dispositif; cependant, la force et la déformation doivent être mesurées simultanément et co-linéairement.
- 3.2.5.2.2 Le point d'origine des mesures de déformation doit être choisi de telle sorte que seule l'énergie absorbée par le dispositif et/ou la déformation de certaines parties du tracteur soit prise en compte. L'énergie absorbée par la déformation et/ou le ripage de l'ancrage doit être négligée.
- 3.2.5.3 Moyens d'ancrage du tracteur au sol
- 3.2.5.3.1 Des rails d'ancrage, présentant l'écartement requis et couvrant la surface nécessaire pour ancrer le tracteur dans tous les cas représentés, doivent être fixés rigidement à un socle résistant proche du dispositif d'essai.
- 3.2.5.3.2 Le tracteur doit être ancré aux rails par tout moyen approprié (plaques, cales, câbles, supports, etc.) pour qu'il ne puisse bouger pendant les essais. L'immobilité du tracteur doit être vérifiée pendant le déroulement de l'essai au moyen des dispositifs habituels de mesure de longueur.
- Si le tracteur se déplace, il faut renouveler l'essai complet sauf si le système de mesure de déformation utilisé pour tracer la courbe force-déformation est relié au tracteur.
- 3.2.5.4 Dispositif d'écrasement
- Un dispositif illustré à la figure 6.10 doit pouvoir exercer une force dirigée vers le bas sur un dispositif de protection en cas de renversement par l'intermédiaire d'une poutre rigide d'environ 250 mm de largeur reliée au mécanisme d'application de la charge par des joints universels. Des supports sont prévus sous les essieux de façon que les pneumatiques du tracteur ne supportent pas la force d'écrasement.

- 3.2.5.5 Autres appareils de mesure
Sont également nécessaires les dispositifs de mesure suivants:
- 3.2.5.5.1 dispositif de mesure de déformation élastique (différence entre la déformation instantanée maximale et la déformation permanente, voir figure 6.11).
- 3.2.5.5.2 dispositif destiné à vérifier l'absence de pénétration de la structure de protection dans la zone de dégagement et la protection de celle-ci par la structure à tout moment de l'essai (voir point 3.3.2.2).

3.3 *Procédure d'essai statique*

3.3.1 Essais de charge et d'écrasement

3.3.1.1 Charge à l'arrière

- 3.3.1.1.1 La charge est appliquée horizontalement, dans un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur.

Le point d'application de la charge doit être situé sur la partie du dispositif de protection susceptible de heurter le sol la première en cas de renversement du tracteur en arrière, c'est-à-dire normalement sur le bord supérieur. Le plan vertical dans lequel la charge est appliquée est situé à une distance égale au sixième de la largeur du sommet du dispositif de protection à l'intérieur d'un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur touchant l'extrémité supérieure du sommet du dispositif de protection.

Si le dispositif est courbe ou saillant en ce point, des cales doivent être ajoutées pour pouvoir appliquer la charge sans que cela se traduise par un renforcement du dispositif.

- 3.3.1.1.2 L'ensemble est ancré au sol conformément à la description du point 3.2.6.3.

- 3.3.1.1.3 L'énergie absorbée par le dispositif de protection au cours de l'essai doit être au moins égale à:

$$E_{i1} = 500 + 0,5 M.$$

- 3.3.1.1.4 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), la même formule doit s'appliquer.

3.3.1.2 Charge à l'avant

- 3.3.1.2.1 La charge doit être appliquée horizontalement, dans un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur et en un point de ce plan situé au sixième de la largeur du sommet du dispositif de protection à l'intérieur d'un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur touchant l'extrémité supérieure du sommet du dispositif de protection.

Le point d'application de la charge doit se situer sur la partie du dispositif de protection susceptible de heurter le sol la première en cas de renversement latéral du tracteur se dirigeant vers l'avant, c'est-à-dire normalement sur le bord supérieur.

Si le dispositif est courbe ou saillant en ce point, des cales doivent être ajoutées pour pouvoir appliquer la charge sans que cela se traduise par un renforcement du

dispositif.

3.3.1.2.2 L'ensemble est ancré au sol conformément à la description du point 3.2.5.3.

3.3.1.2.3 L'énergie absorbée par le dispositif de protection au cours de l'essai doit être au moins égale à:

$$E_{i1} = 500 + 0,5 M.$$

3.3.1.2.4 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), l'énergie doit être la plus grande des valeurs données par la formule ci-dessus et la formule choisie ci-dessous:

$$E_{i1} = 2,165 \times 10^{-7} M \times L^2$$

ou

$$E_{i1} = 0,574 I.$$

3.3.1.3 Charge latérale

3.3.1.3.1 La charge latérale est appliquée horizontalement, dans un plan vertical perpendiculaire au plan médian du tracteur. Le point d'application de la charge est situé sur la partie du dispositif de protection susceptible de heurter le sol la première en cas de renversement latéral du tracteur, c'est-à-dire normalement le bord supérieur.

3.3.1.3.2 L'ensemble est ancré au sol conformément à la description du point 3.2.5.3.

3.3.1.3.3 L'énergie absorbée par le dispositif de protection au cours de l'essai doit être au moins égale à:

$$E_{is} = 1,75 M(B_0 + B) / 2B.$$

3.3.1.3.4 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), l'énergie doit être la plus grande de celles calculées par la formule ci-dessus et par la suivante:

$$E_{is} = 1,75 M.$$

3.3.1.4 Écrasement à l'arrière

La poutre doit être placée sur la (les) traverse(s) la plus élevée à l'arrière du dispositif de protection et la résultante des forces d'écrasement doit se situer dans le plan médian du tracteur. Une force F_v doit être appliquée selon la formule suivante:

$$F_v = 20 M.$$

Cette force F_v doit être maintenue pendant cinq secondes après l'arrêt de tout mouvement visuellement perceptible de la structure de protection.

Lorsque la partie arrière du toit de la structure de protection ne résiste pas à la totalité de la force d'écrasement, celle-ci doit être appliquée jusqu'à ce que le toit déformé coïncide avec le plan joignant la partie supérieure de la structure à l'élément arrière du tracteur capable de supporter le tracteur retourné.

La force doit alors cesser d'être appliquée et la poutre d'écrasement replacée sur l'élément de la structure sur lequel reposerait le tracteur complètement retourné. La force d'écrasement F_v sera alors appliquée à nouveau.

3.3.1.5 Écrasement à l'avant

La poutre doit être placée sur la ou les traverses les plus élevées à l'avant du dispositif de protection et la résultante des forces d'écrasement doit se situer dans le plan médian du tracteur. Une force F_v doit être appliquée selon la formule suivante:

$$F_v = 20 M.$$

Cette force F_v doit être maintenue pendant cinq secondes après l'arrêt de tout mouvement visuellement perceptible de la structure de protection.

Lorsque la partie avant du toit de la structure de protection ne résiste pas à la totalité de la force d'écrasement, celle-ci doit être appliquée jusqu'à ce que le toit déformé coïncide avec le plan joignant la partie supérieure de la structure à l'élément avant du tracteur capable de supporter le tracteur retourné.

La force doit alors cesser d'être appliquée et la poutre d'écrasement replacée sur l'élément de la structure sur lequel reposerait le tracteur complètement retourné. La force d'écrasement F_v sera alors appliquée à nouveau.

3.3.1.6 Essais additionnels de surcharge (figures 6.14 à 6.16)

L'essai de surcharge est requis si la force décroît de plus de 3 pour cent au cours des derniers 5 pour cent de la déformation atteinte lorsque l'énergie requise est absorbée par la structure (voir figure 6.15).

L'essai de surcharge consiste à poursuivre la charge horizontale par accroissements successifs de 5 pour cent de l'énergie requise au départ jusqu'à un maximum de 20 pour cent de l'énergie ajoutée (voir figure 6.16).

L'essai de surcharge est satisfaisant si, après chaque accroissement de 5, 10 ou 15 pour cent de l'énergie requise, la force diminue de moins de 3 pour cent pour un accroissement de 5 pour cent et si la force reste supérieure à $0,8 F_{\max}$.

L'essai de surcharge est satisfaisant si, après que la structure ait absorbé 20 pour cent de l'énergie ajoutée, la force reste supérieure à $0,8 F_{\max}$.

Les fractures ou fissures supplémentaires, la pénétration dans la zone de dégagement ou l'absence de protection de cette zone à la suite d'une déformation élastique sont autorisées pendant l'essai de surcharge. Cependant, après cessation de la charge, la structure ne doit pas pénétrer dans la zone et la zone doit être entièrement protégée.

3.3.1.7 Essais additionnels d'écrasement

Si des fractures ou des fissures non négligeables apparaissent au cours d'un essai d'écrasement, il faut procéder à un deuxième essai d'écrasement similaire, mais avec une force de $1,2 F_v$, immédiatement après l'essai d'écrasement à l'origine de ces fractures ou fissures.

3.3.2 Mesures à effectuer

3.3.2.1 Fractures et fissures
Après chaque essai tous les éléments d'assemblage, les membrures et les dispositifs de fixation sont examinés visuellement pour y déceler les fractures et les fissures; il n'est pas tenu compte d'éventuelles petites fissures dans les éléments sans importance.

3.3.2.2 Pénétration dans la zone de dégagement
Au cours de chaque essai, la structure de protection est examinée pour vérifier si une partie quelconque a pénétré dans la zone de dégagement autour du siège du conducteur telle que définie au point 1.6.

En outre, la zone de dégagement doit rester abritée par la structure de protection. À cet effet, on doit considérer comme non abritée toute partie de cette zone qui serait censée toucher un sol plat en cas de renversement du tracteur du côté où la charge est appliquée, étant entendu que les pneumatiques avant et arrière et la voie présenteront les dimensions minimales spécifiées par le constructeur.

3.3.2.3 Essai du point dur arrière
Si le tracteur est équipé d'une pièce rigide, d'un carter ou de tout autre point dur placé à l'arrière du siège du conducteur, cet élément est censé constituer un point d'appui en cas de renversement arrière ou latéral. Ce point dur placé à l'arrière du conducteur devra pouvoir supporter, sans rupture ou pénétration à l'intérieur de la zone de dégagement, une force F_i , où:

$$F_i = 15 M.$$

Perpendiculaire au cadre, cette force est appliquée du sommet du point dur vers le bas dans le plan médian du tracteur. L'angle d'application de la force sera de 40° , calculé par rapport à une droite parallèle au sol comme l'indique la figure 6.12. Cette pièce rigide doit avoir une largeur minimale de 500 mm (voir figure 6.13).

En outre, le point dur doit être suffisamment rigide et fixé fermement à l'arrière du tracteur.

3.3.2.4 Déformation élastique sous la charge latérale
La déformation élastique doit être mesurée $(810 + a_v)$ mm au-dessus du point index du siège, dans le plan vertical sur lequel la charge est appliquée. Cette mesure peut être effectuée à l'aide de tout appareil analogue à celui illustré à la figure 6.11.

3.3.2.5 Déformation permanente
Les déformations permanentes du dispositif de protection doivent être mesurées après le dernier essai d'écrasement. Pour ce faire, avant le début de l'essai, la position des principaux éléments du dispositif de protection par rapport au point index du siège doit être utilisée.

3.4 *Extension à d'autres modèles de tracteurs*

3.4.1 [Sans objet]

3.4.2 Extension technique

En cas de modification technique sur un tracteur, la structure de protection ou la

méthode de fixation de la structure de protection au tracteur, la stations d'essais qui a effectué l'essai original peut délivrer un «bulletin d'extension technique» si le tracteur et la structure de protection ont rempli les conditions des essais préliminaires de stabilité latérale et de roulement non continu tels que définis dans les points 3.1.3 et 3.1.4 et si le point dur arrière tel que décrit au point 3.3.2.3, lorsqu'il existe, a été essayé suivant la procédure définie dans ce même point (sauf 3.4.2.2.4), dans les cas suivants:

- 3.4.2.1 Extension des résultats des essais de la structure à d'autres modèles de tracteurs
- La répétition des essais de choc ou de charge et d'écrasement n'est pas obligatoire pour chaque modèle de tracteur, à condition que l'ensemble structure de protection et tracteur remplisse les conditions stipulées dans les points 3.4.2.1.1 à 3.4.2.1.5 ci-dessous.
- 3.4.2.1.1 La structure (y compris le point dur arrière) doit être identique à celle testée;
- 3.4.2.1.2 L'énergie requise ne doit pas dépasser l'énergie calculée pour l'essai original de plus de 5 pour cent;
- 3.4.2.1.3 La méthode de fixation et les éléments du tracteur sur lesquels porte la fixation doivent être identiques;
- 3.4.2.1.4 Tous les éléments, tels les garde-boue et le capot, qui peuvent servir de support à la structure de protection, doivent être identiques;
- 3.4.2.1.5 La position et les dimensions critiques du siège dans la structure de protection et la position de celle-ci par rapport au tracteur doivent être telles que la zone de dégagement reste protégée par la structure déformée pendant toute la durée des essais (la vérification doit se faire d'après la même référence de zone de dégagement que dans le bulletin d'essai original, à savoir le point de référence du siège [SRP] ou le point index du siège [SIP]).
- 3.4.2.2 Extension des résultats d'essai structurel à des modèles modifiés de la structure de protection
- Cette procédure doit être suivie quand les dispositions du point 3.4.2.1 ne sont pas remplies; elle ne peut être utilisée quand la méthode de fixation de la structure de protection sur le tracteur ne conserve pas le même principe (par exemple remplacement des supports en caoutchouc par un dispositif de suspension):
- 3.4.2.2.1 Modifications n'affectant pas les résultats de l'essai d'origine (par exemple, la fixation par soudure de la plaque de montage d'un accessoire à un emplacement non critique de la structure), rajout de sièges ayant une position différente du SIP dans la structure de protection (sous réserve de vérification que la ou les nouvelles zones de dégagement restent protégées par la structure déformée pendant toute la durée de l'essai).
- 3.4.2.2.2 Modifications susceptibles d'avoir une incidence sur les résultats de l'essai original sans remettre en question l'acceptabilité de la structure de protection (par exemple modification d'un élément de la structure, modification de la méthode de fixation de la structure de protection sur le tracteur). Il peut être procédé à un essai de validation dont les résultats seront consignés dans le bulletin d'extension.
- Cette extension de type est limitée comme suit:
- 3.4.2.2.2.1 Il ne peut être accepté plus de 5 extensions sans un essai de validation;

- 3.4.2.2.2.2 Les résultats de l'essai de validation seront acceptés pour l'extension si l'ensemble des conditions d'acceptation de la présente annexe est rempli et:
- dans le cas des essais dynamiques: si la déformation mesurée après chaque essai d'impact n'est pas supérieure ou inférieure de plus de 7 pour cent à celle mesurée dans le bulletin d'essai d'origine;
 - dans le cas des essais statiques: si la force mesurée quand le niveau d'énergie requis a été atteint dans les divers essais de charge horizontale n'est pas supérieure ou inférieure de plus de 7 pour cent à la force mesurée quand le niveau d'énergie requis a été atteint dans l'essai original et si la déformation⁽⁴⁾ mesurée quand le niveau d'énergie requis a été atteint dans les divers essais de charge horizontale n'est pas supérieure ou inférieure de plus de 7 pour cent à la déformation mesurée quand le niveau d'énergie requis a été atteint dans le bulletin d'essai original.
- 3.4.2.2.2.3 Un même bulletin d'extension peut couvrir plusieurs modifications d'une structure de protection si celles-ci représentent différentes options d'une même structure de protection, mais il ne pourra être accepté qu'un seul essai de validation pour un même bulletin d'extension. Les options non testées seront décrites dans une section spécifique du bulletin d'extension.
- 3.4.2.2.3 Augmentation de la masse de référence déclarée par le constructeur pour la structure de protection déjà testée. Si le constructeur souhaite conserver le même numéro d'approbation, un bulletin d'extension peut être délivré à l'issue d'un essai de validation (les limitations à $\pm 7\%$ spécifiées au point 3.4.2.2.2 ne sont pas applicables dans ce cas).
- 3.4.2.2.4 Modification du point dur arrière ou ajout d'un nouveau point dur arrière. Il convient de s'assurer que la zone de dégagement reste à l'intérieur de la zone de protection de la structure déformée tout au long des essais, compte tenu du nouveau point dur arrière ou du point dur arrière modifié. Le point dur arrière doit faire l'objet de l'essai indiqué dans le point 3.3.2.3 et les résultats de l'essai doivent être consignés dans le bulletin d'extension.
- 3.5 [Sans objet]
- 3.6 *Comportement au froid des structures de protection***
- 3.6.1 Si le constructeur fait état d'une résistance particulière de la structure de protection à la friabilité à basse température, les propriétés en cause seront décrites dans le bulletin d'essai, sur les indications du constructeur.
- 3.6.2 Les prescriptions et procédures décrites ci-dessous visent à renforcer la structure de protection et à la prémunir contre les fractures dues à la friabilité à basse température. Il est suggéré que les prescriptions minimales suivantes, portant sur les matériaux employés, soient observées pour l'appréciation de la fragilité au froid dans les pays requérant ce supplément de protection en cours d'utilisation.
- 3.6.2.1 Les boulons et écrous d'assemblage de la structure de protection et ses fixations au tracteur posséderont des propriétés suffisantes de résistance à basse température et celles-ci seront vérifiées.
- 3.6.2.2 Toutes les électrodes de soudure utilisées dans la fabrication des éléments de structure et dans la fixation au tracteur doivent être compatibles avec les matériaux

utilisés pour la structure de protection, comme indiqué au point 3.6.2.3 ci-après.

3.6.2.3 Les aciers utilisés dans les éléments de structure subiront un contrôle de dureté sous forme d'un niveau minimum prescrit d'énergie d'impact, au sens du test de Charpy à entaille en V selon les indications du tableau 6.1. La qualité et la classe de l'acier doivent être spécifiées selon la norme ISO 630:1995.

Un acier d'une épaisseur brute de laminage inférieure à 2,5 mm et d'une teneur en carbone inférieure à 0,2 pour cent est considéré comme satisfaisant.

Les éléments de structure construits à partir de matériaux autres que l'acier doivent posséder une résistance équivalente à l'impact à basse température.

3.6.2.4 Lors du test de Charpy à entaille en V portant sur le niveau minimum d'énergie d'impact, la taille de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à la plus grande des dimensions énumérées au tableau 6.1 pour autant que le matériau le permette.

3.6.2.5 Les tests de Charpy à entaille en V seront effectués selon la procédure décrite dans ASTM A 370-1979, sauf pour les tailles des éprouvettes, qui devront respecter les dimensions données dans le tableau 6.1.

3.6.2.6 Une autre manière de procéder consiste à utiliser des aciers calmés ou semi-calmés dont les spécifications seront suffisantes et communiquées. La qualité et la classe de l'acier doivent être spécifiées selon la norme ISO 630:1995, Amd 1:2003.

3.6.2.7 Les éprouvettes doivent être prélevées longitudinalement sur laminés à plat, profilés tubulaires ou membrures de type monocoque avant formage ou soudure pour usage dans la structure de protection. Les éprouvettes prélevées sur les sections tubulaires ou de structure doivent l'être au milieu du côté ayant la plus grande dimension et elles ne comporteront pas de soudures.

Dimensions de l'éprouvette	Énergie à	Énergie à
	-30 °C	-20 °C
mm	J	J^{b)}
10 x 10 ^{a)}	11	27,5
10 x 9	10	25
10 x 8	9,5	24
10 x 7,5 ^{a)}	9,5	24
10 x 7	9	22,5
10 x 6,7	8,5	21
10 x 6	8	20
10 x 5 ^{a)}	7,5	19

10 x 4	7	17,5
10 x 3,5	6	15
10 x 3	6	15
10 x 2,5 ^{a)}	5,5	14

Tableau 6.1

Niveau minimum requis d'énergie d'impact selon le test de Charpy à entaille en V

a) Indique la dimension préférentielle. La dimension de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à la plus grande des dimensions préférentielles que le matériau permet.

b) L'énergie requise à -20 °C est égale à 2,5 fois la valeur spécifiée pour -30 °C. D'autres facteurs affectent la résistance à l'énergie d'impact, à savoir le sens du laminage, la limite d'élasticité, l'orientation du grain et la soudure. Lors de la sélection et de la mise en œuvre d'un acier, il convient de tenir compte de ces facteurs.

3.7

[Sans objet]

Figure 6.1

Zone de dégagement

Dimensions en mm

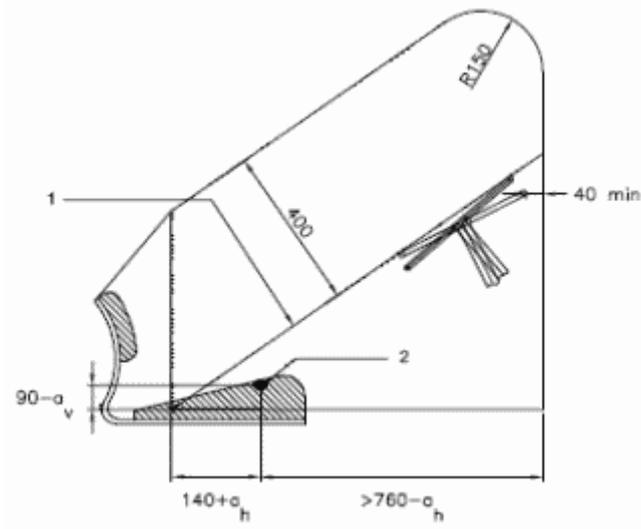


Figure 6.1.a
Vue de côté

Coupe passant par le plan de référence

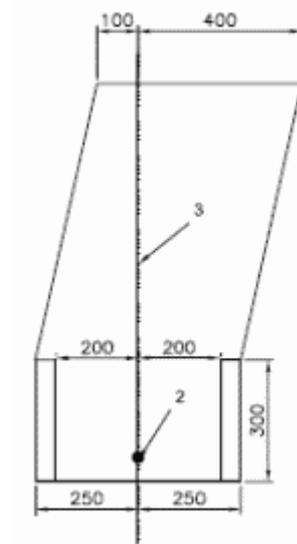


Figure 6.1.b
Vue arrière

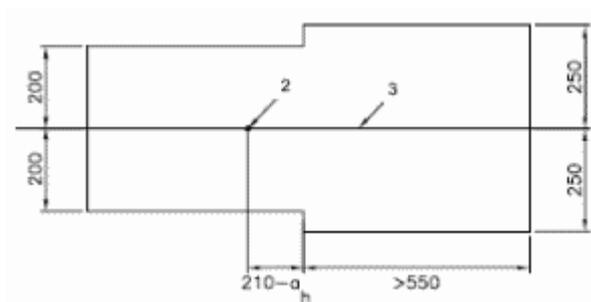


Figure 6.1.c
Vue de dessus

- 1 – Ligne de référence
- 2 – Point index du siège
- 3 – Plan de référence

Figure 6.2

Zone de dégagement pour les tracteurs avec siège et volant réversibles

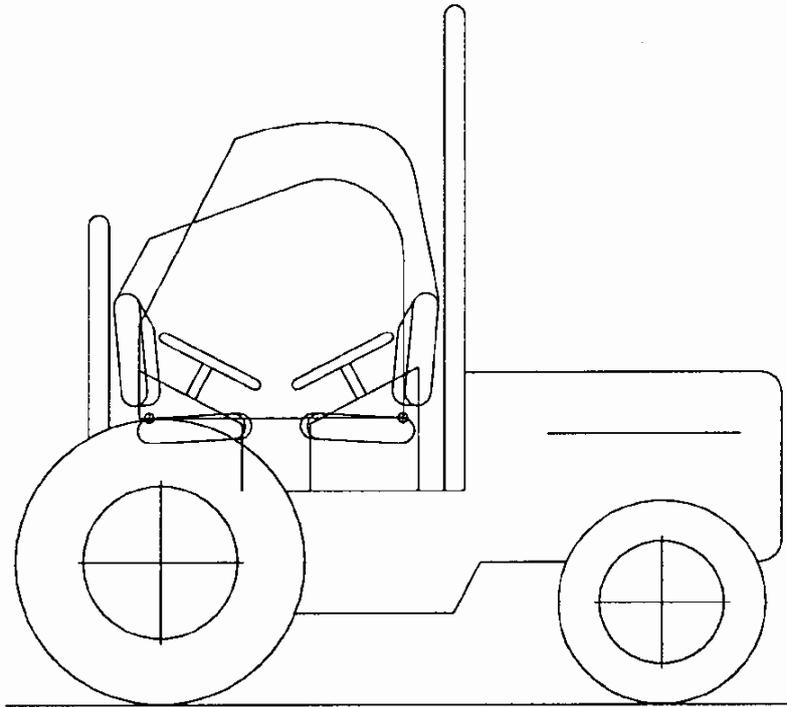
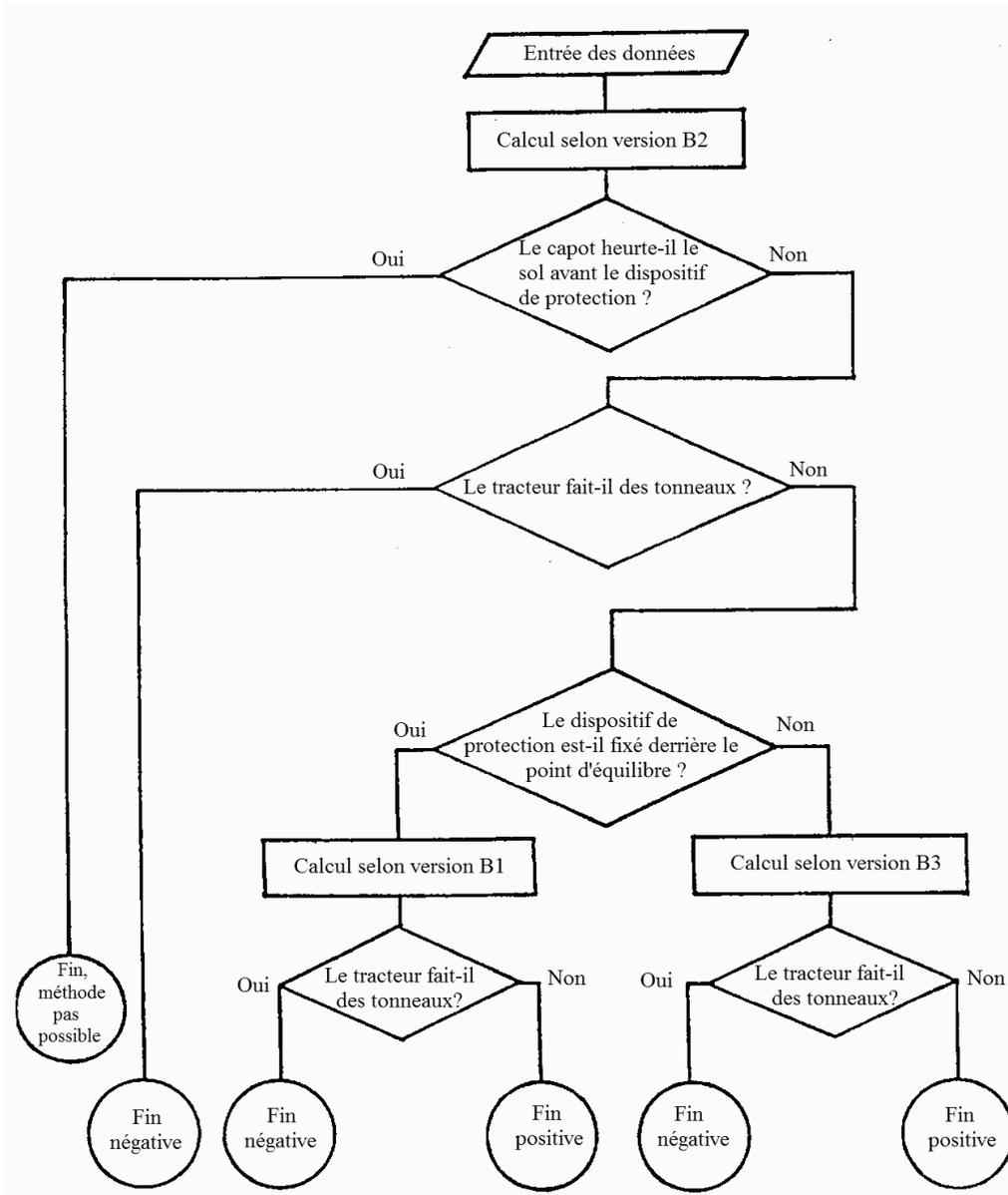


Figure 6.3

Organigramme de détermination du roulement continu d'un tracteur culbutant latéralement, équipé d'une structure de protection fixée à l'avant du tracteur



Version B1: point d'impact du dispositif de protection fixé derrière le point d'équilibre longitudinal instable

Version B2: point d'impact du dispositif de protection fixé proche du point d'équilibre longitudinal instable

Version B3: point d'impact du dispositif de protection fixé devant le point d'équilibre longitudinal instable

Figure 6.4

Dispositif d'essai de non-retournement des tracteurs sur un plan incliné à pente 1/1,5

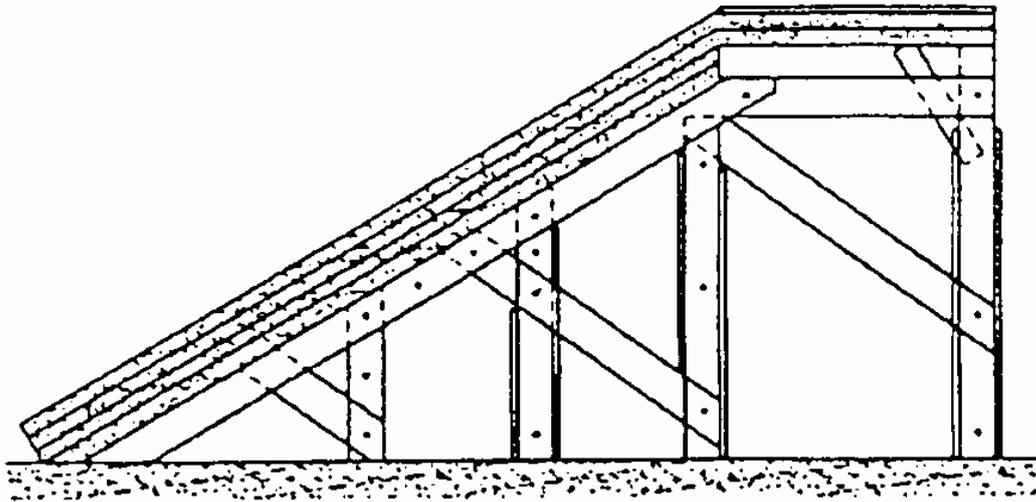
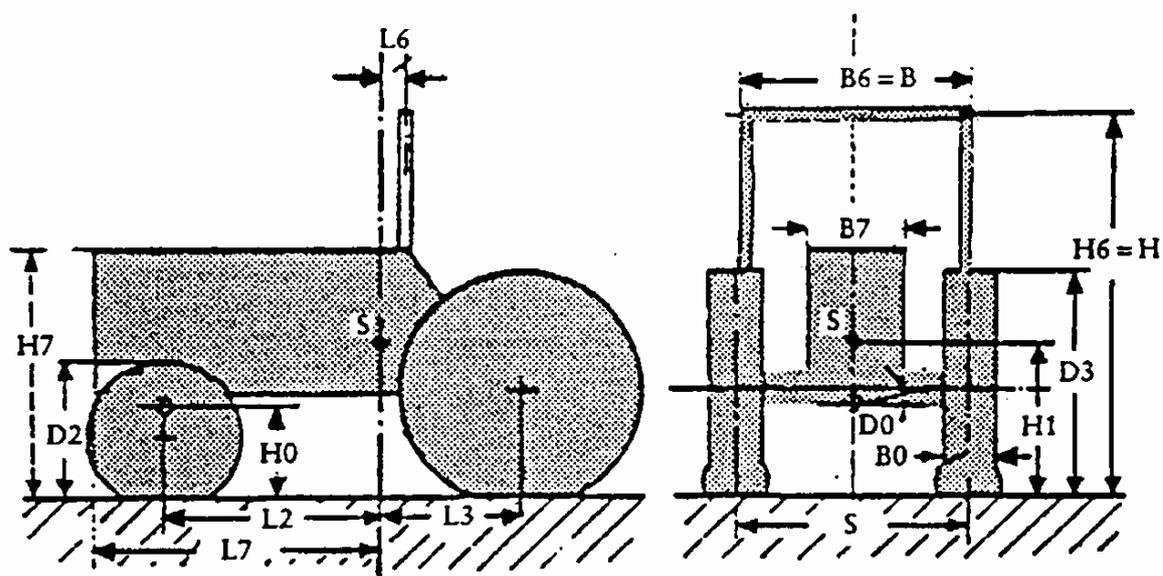


Figure 6.5

Données nécessaires pour le calcul du renversement d'un tracteur
ayant un comportement de retournement dans l'espace



Note: il convient de mesurer $D2$ et $D3$ à la charge d'essieu maximale.

Figures 6.6.a, 6.6.b, 6.6.c

**Distance horizontale entre le centre de gravité
et le point d'intersection avant de la structure de protection (L6)**

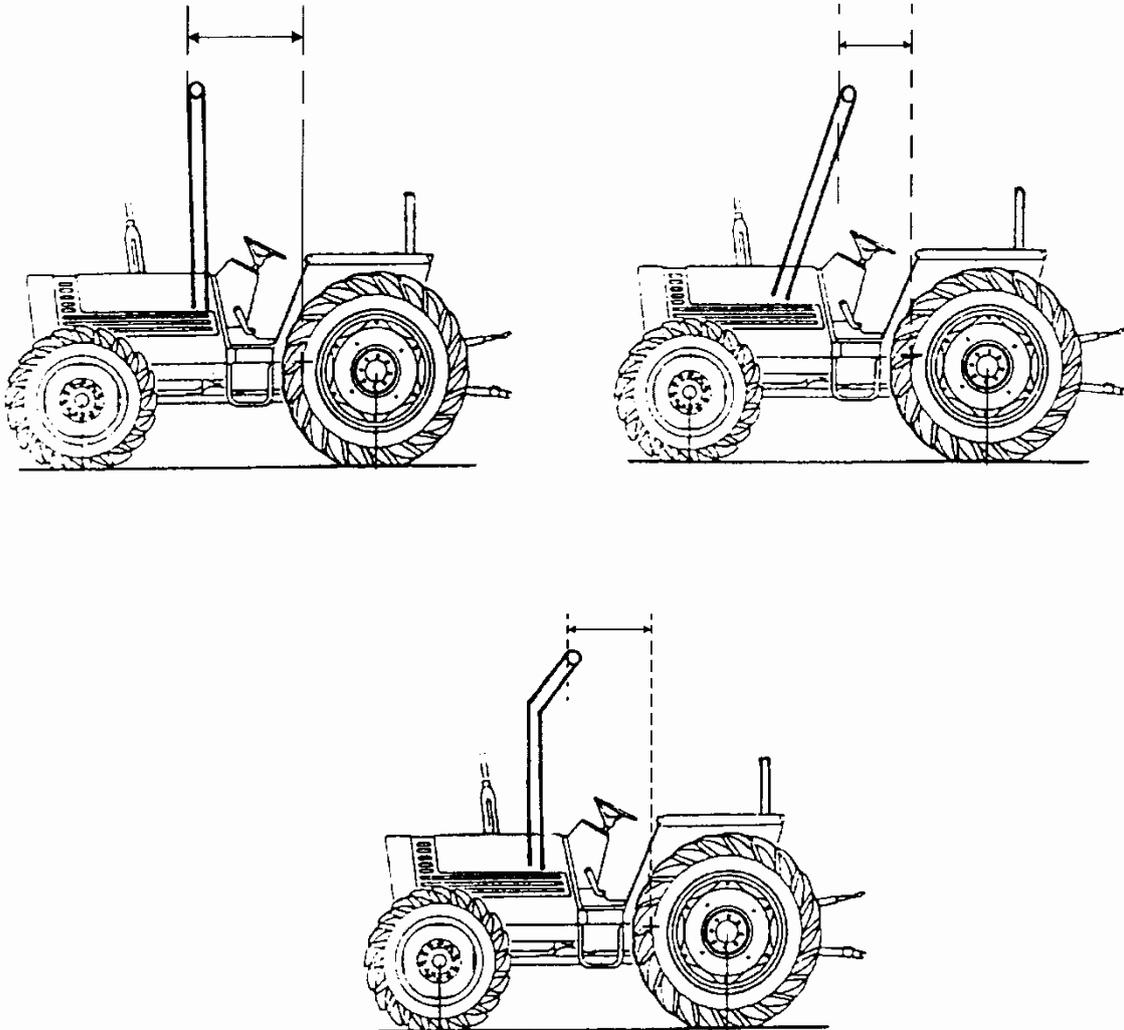


Figure 6.7

**Détermination des points d'impact
pour la mesure de la largeur de la structure de protection (B6)
et de la hauteur du capot moteur (H7)**

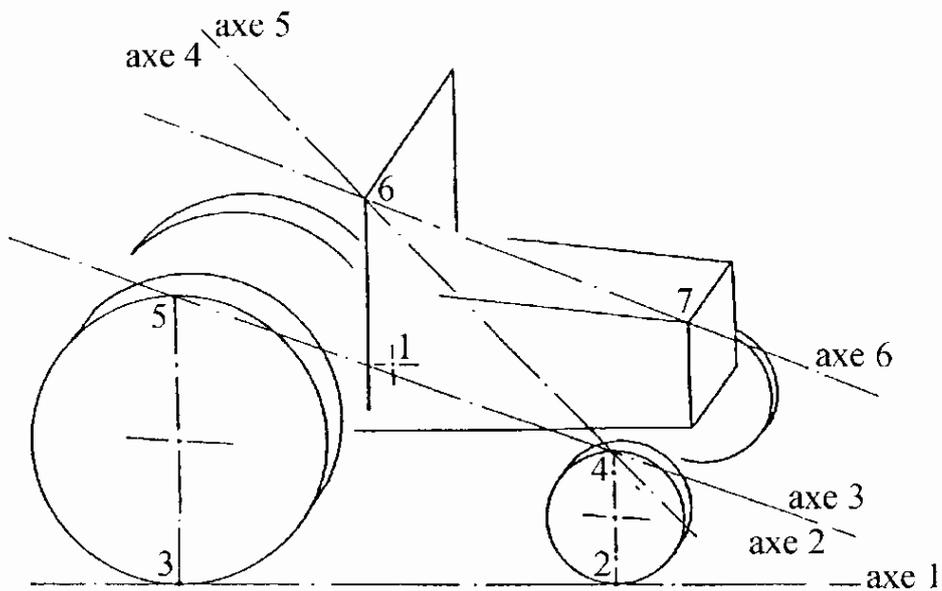
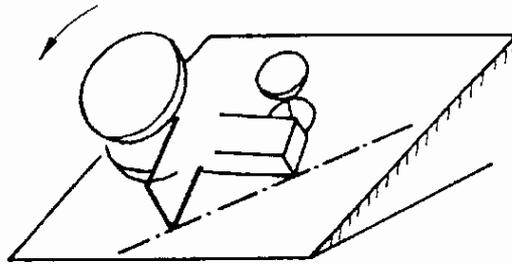
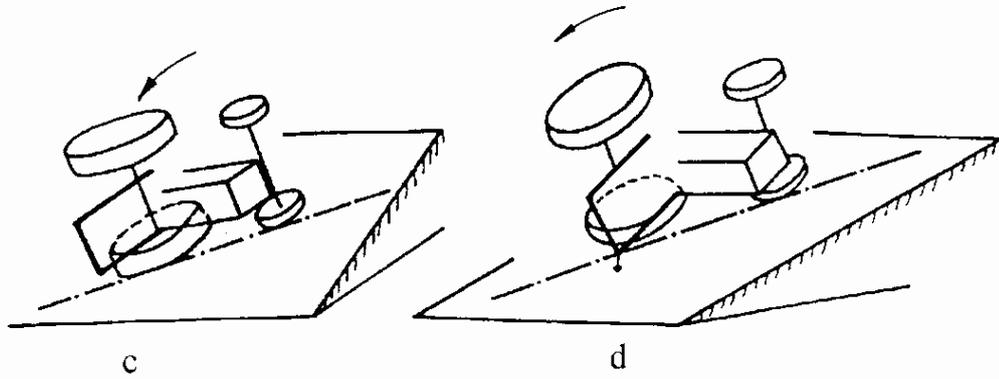


Figure 6.8

Hauteur du pivot de l'essieu avant (H0)

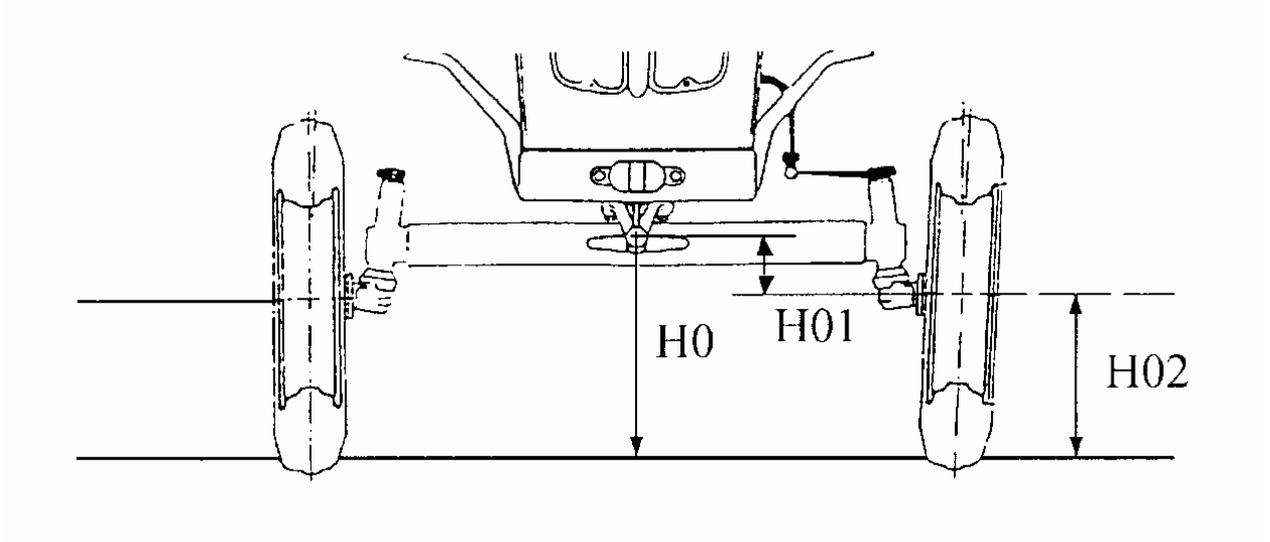


Figure 6.9

Voie arrière (S) et largeur des pneumatiques arrière (B0)

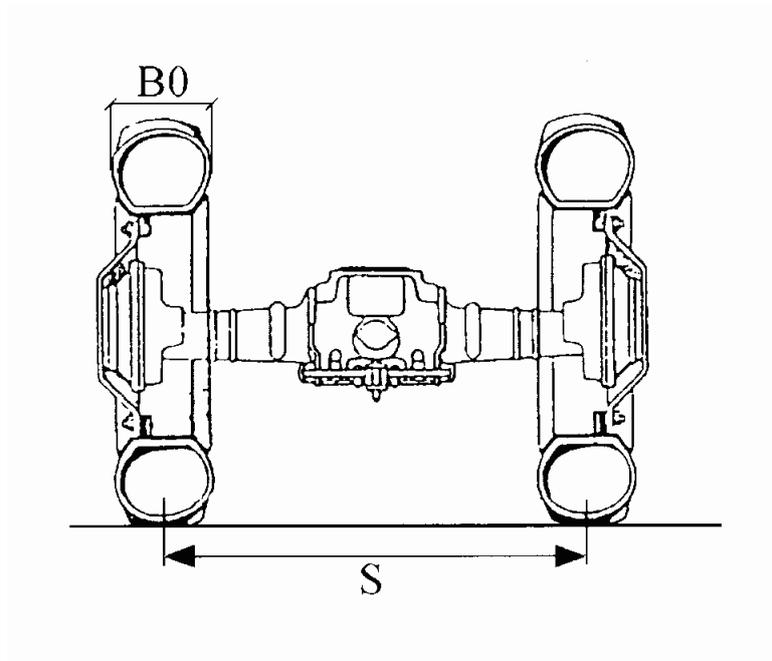


Figure 6.10

Exemple de dispositif d'écrasement du tracteur

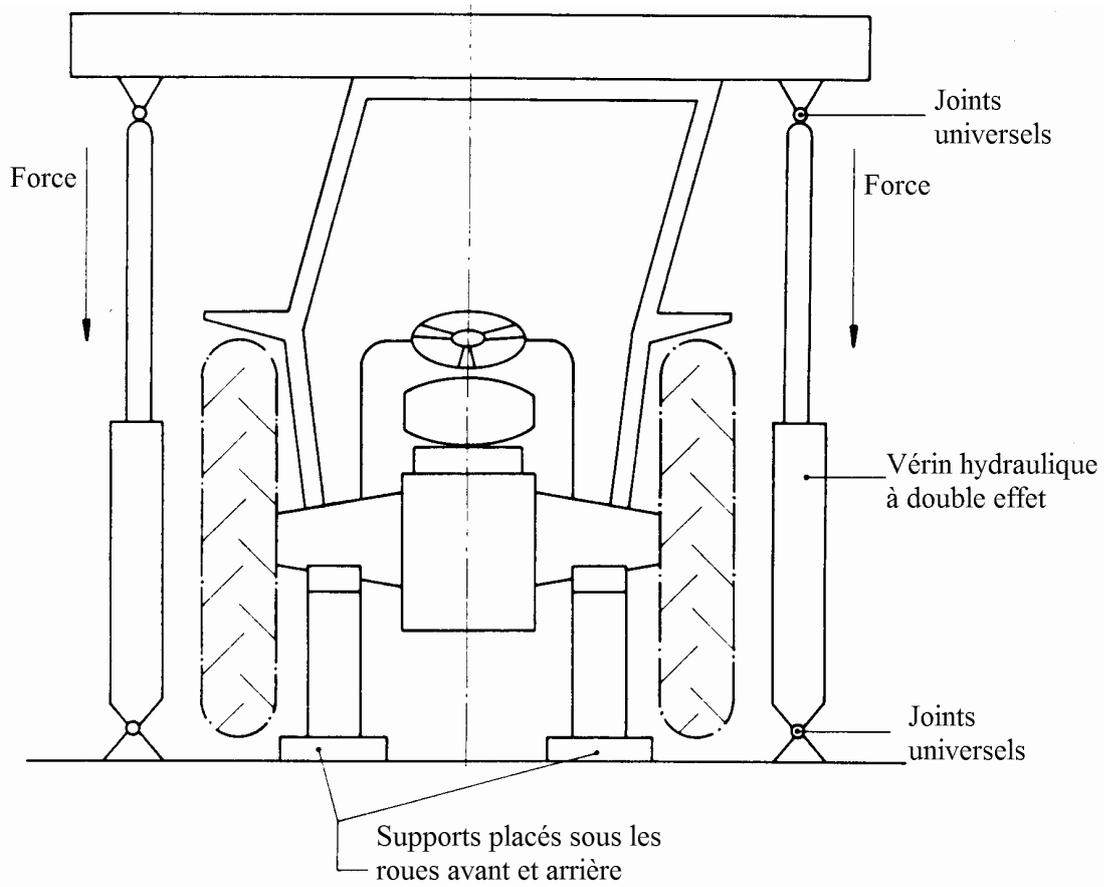
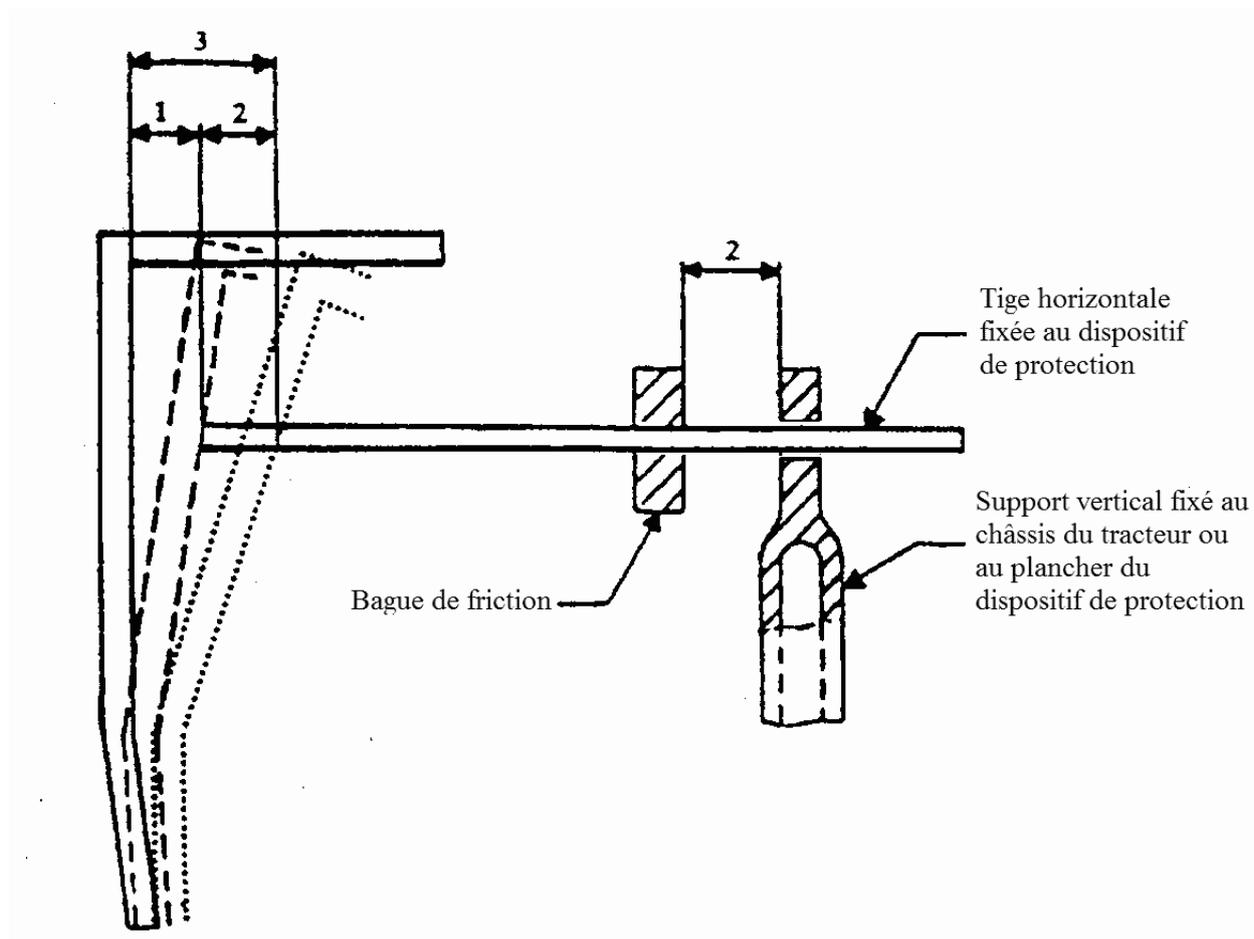


Figure 6.11

Exemple d'appareil de mesure des déformations élastiques



- 1 – Déformation permanente
- 2 – Déformation élastique
- 3 – Déformation totale (permanente plus élastique)

Figure 6.12

Plan simulé du sol

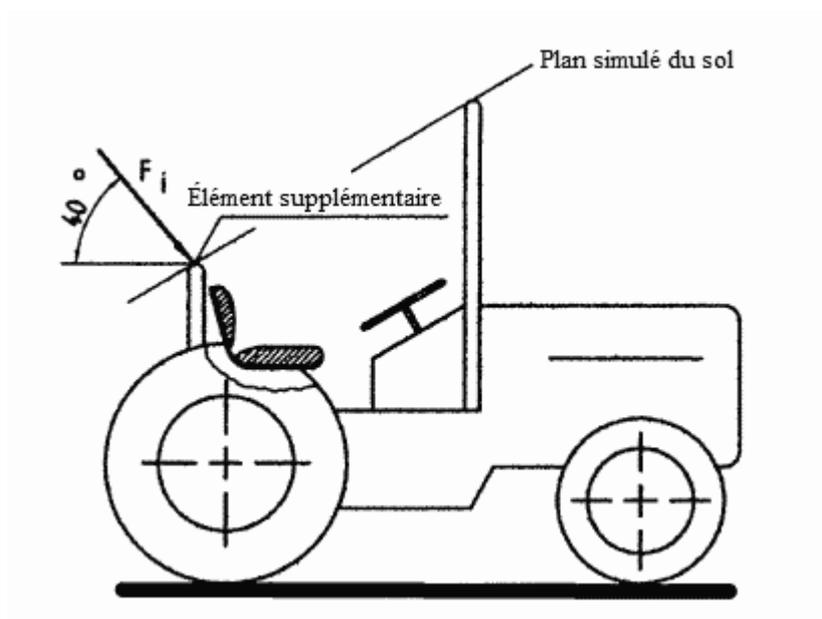


Figure 6.13

Largeur minimale du point dur arrière

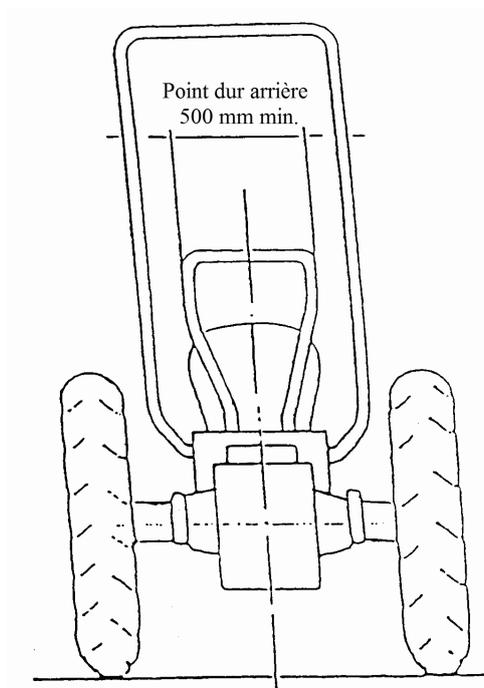
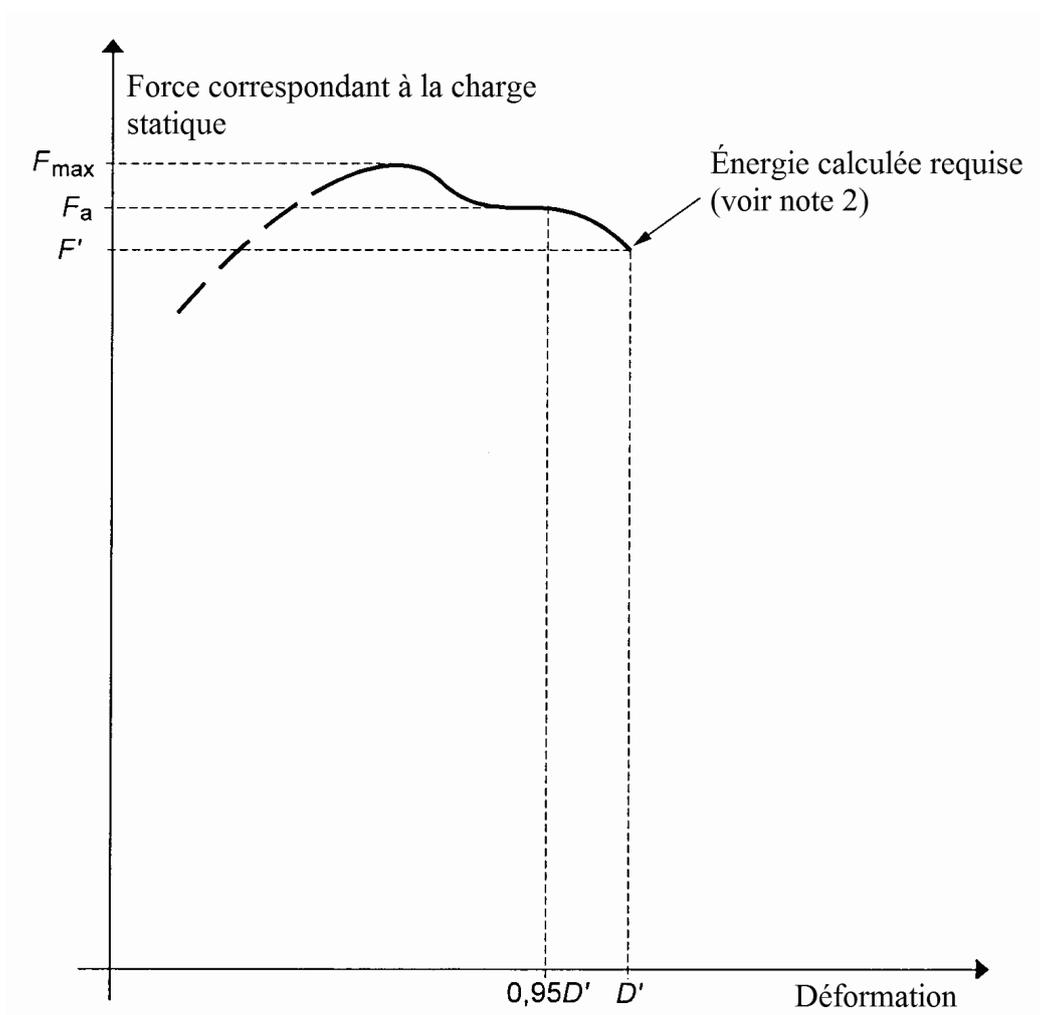


Figure 6.14

Courbe force/déformation
L'essai de surcharge n'est pas nécessaire.

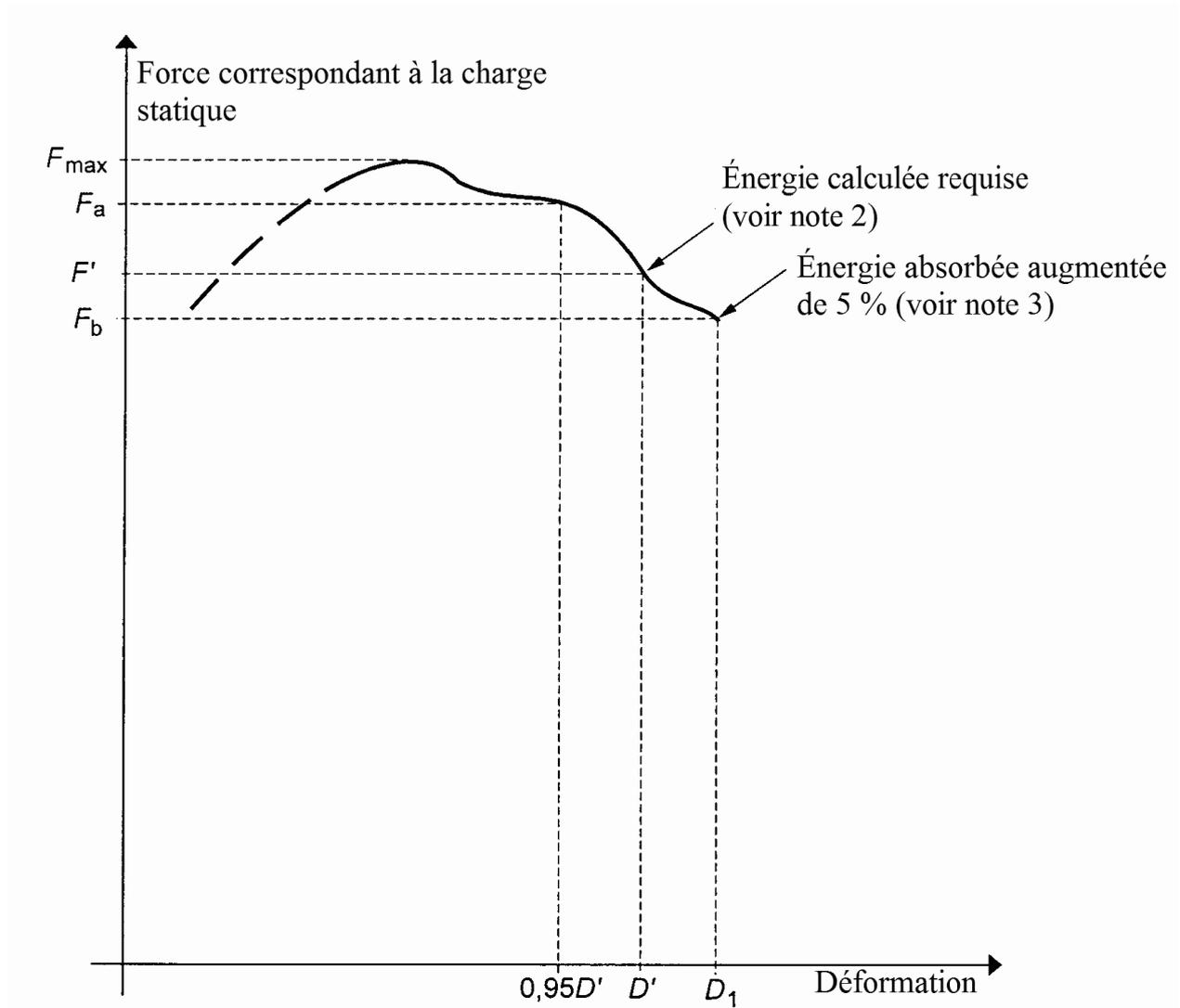


Notes:

1. Repérer F_a correspondant à $0,95 D'$.
2. L'essai de surcharge n'est pas nécessaire puisque $F_a \leq 1,03 F'$.

Figure 6.15

Courbe force/déformation
L'essai de surcharge est nécessaire.

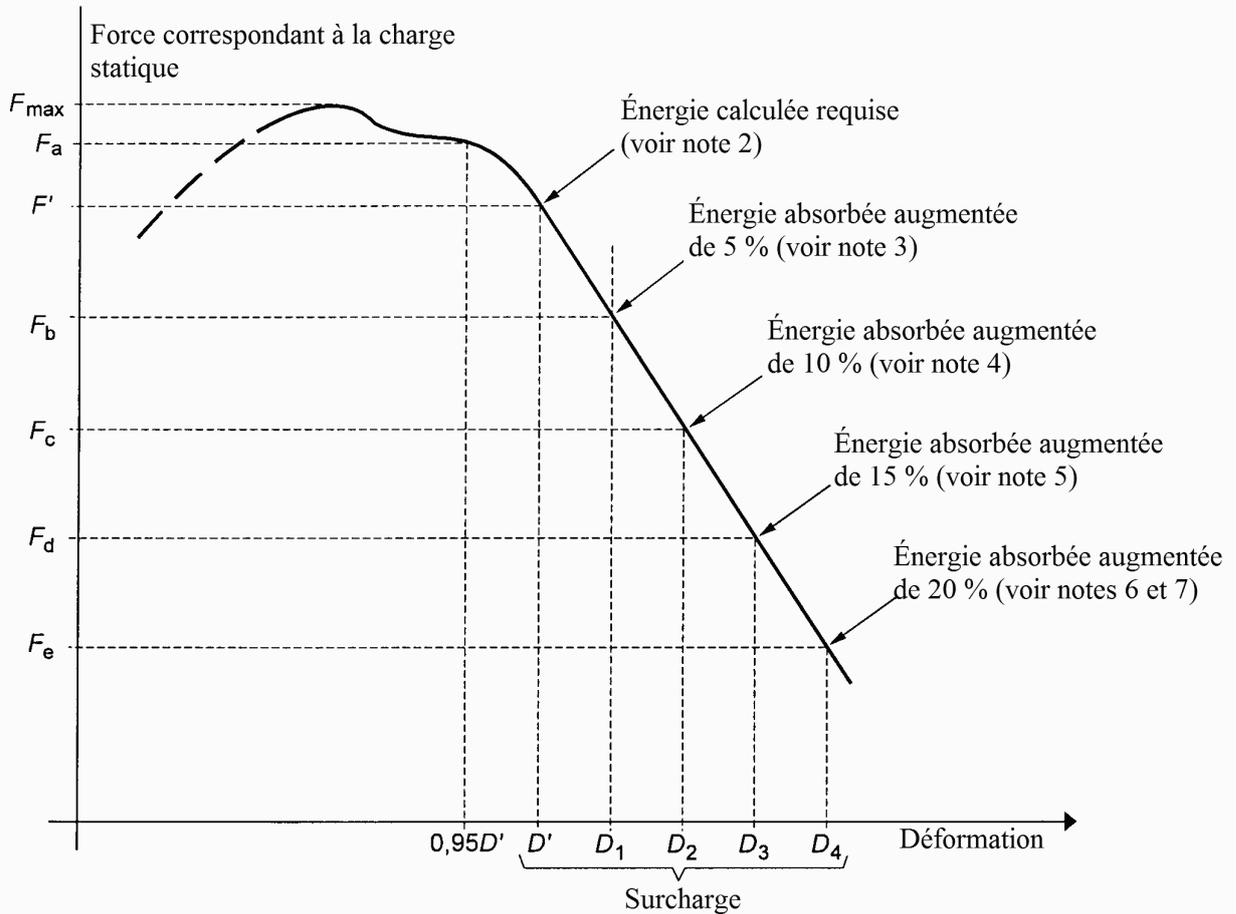


Notes:

1. Repérer F_a correspondant à $0,95 D'$.
2. L'essai de surcharge est nécessaire puisque $F_a > 1,03 F'$.
3. L'essai de surcharge est satisfaisant puisque $F_b > 0,97 F'$ et que $F_b > 0,8 F_{max}$.

Figure 6.16

Courbe force/déformation
L'essai de surcharge doit être poursuivi.



Notes:

1. Repérer F_a correspondant à $0,95 D'$.
2. L'essai de surcharge est nécessaire puisque $F_a > 1,03 F'$.
3. F_b étant $< 0,97 F'$, l'essai de surcharge doit être poursuivi.
4. F_c étant $< 0,97 F_b$, l'essai de surcharge doit être poursuivi.
5. F_d étant $< 0,97 F_c$, l'essai de surcharge doit être poursuivi.
6. L'essai de surcharge est satisfaisant si $F_e > 0,8 F_{max}$.
7. Si, à un moment quelconque, F tombe au-dessous de $0,8 F_{max}$, la structure est refusée.

B2. PROCÉDURE D'ESSAI «DYNAMIQUE» ALTERNATIVE

Cette section décrit la procédure d'essai dynamique qui peut être utilisée en tant qu'alternative à la procédure d'essai statique décrite dans la section B1.

4. RÈGLES ET DIRECTIVES

4.1 Conditions préalables aux essais de résistance

Voir les prescriptions correspondantes pour l'essai statique

4.2 Conditions des essais de résistance du dispositif de protection et de sa fixation aux tracteurs

4.2.1 Spécifications générales

Voir les prescriptions correspondantes pour l'essai statique

4.2.2 Essais

4.2.2.1 Enchaînement des essais dans le cadre de la méthode dynamique

L'enchaînement des essais, sans préjuger des essais additionnels mentionnés aux points 4.3.1.6 et 4.3.1.7, est le suivant:

- 1) choc à l'arrière du dispositif**
(voir 4.3.1.1);
- 2) écrasement à l'arrière**
(voir 4.3.1.4);
- 3) choc à l'avant du dispositif**
(voir 4.3.1.2);
- 4) choc sur le côté du dispositif**
(voir 4.3.1.3);
- 5) écrasement à l'avant**
(voir 4.3.1.5).

4.2.2.2 Spécifications générales

4.2.2.2.1 Si une partie quelconque du système d'ancrage du tracteur se déplace ou se brise au cours de l'essai, celui-ci doit être recommencé.

4.2.2.2.2 Il n'est admis ni réparation, ni réglage du tracteur ou du dispositif de protection pendant les essais.

4.2.2.2.3 Le tracteur doit subir les essais avec la boîte de vitesses au point mort et les freins lâchés.

- 4.2.2.2.4 Si un système de suspension est monté sur le tracteur entre le châssis et les roues, il doit être bloqué pendant les essais.
- 4.2.2.2.5 Le côté choisi pour le premier choc à l'arrière du dispositif doit être celui qui, selon les autorités responsables des essais, se traduira par l'application des séries de chocs ou de charges les plus défavorables pour le dispositif. Le choc latéral et le choc arrière doivent être appliqués de part et d'autre du plan médian longitudinal de la structure de protection. Le choc avant doit être appliqué du même côté du plan médian longitudinal de la structure de protection que le choc latéral.
- 4.2.3 Conditions d'acceptation
- 4.2.3.1 Un dispositif de protection est réputé avoir satisfait aux spécifications en matière de résistance s'il remplit les conditions suivantes:
- 4.2.3.1.1 après chaque essai partiel, il est exempt de fractures ou de fissures au sens du point 4.3.2.1; ou
- 4.2.3.1.2 si des fractures ou des fissures non négligeables apparaissent au cours d'un des essais, un essai additionnel conforme au point 4.3.1.6 ou 4.3.1.7 doit être effectué immédiatement après le choc ou l'écrasement à l'origine de ses fractures ou fissures;
- 4.2.3.1.3 pendant les essais autres que les essais de surcharge, aucune partie du dispositif de protection ne doit pénétrer dans la zone de dégagement telle que définie au point 1.6;
- 4.2.3.1.4 pendant les essais autres que les essais de surcharge, toutes les parties de la zone de dégagement doivent rester protégées du dispositif conformément aux points 4.3.2.2;
- 4.2.3.1.5 pendant les essais, le dispositif de protection ne doit exercer aucune contrainte sur la structure du siège;
- 4.2.3.1.6 la déformation élastique mesurée conformément au point 4.3.2.4 doit être inférieure à 250 mm.
- 4.2.3.2 Pendant et après l'essai, il ne doit exister aucun élément ou organe saillant susceptible de blesser le conducteur lors d'un accident par renversement ou, en cas de déformation, de l'immobiliser, par exemple par la jambe ou le pied; on ne doit trouver aucun autre élément présentant un risque pour le conducteur.
- 4.2.4 [Sans objet]
- 4.2.5 Appareillage et équipement pour les essais dynamiques
- 4.2.5.1 Bloc-pendule
- 4.2.5.1.1 Une masse pendulaire doit être suspendue par deux chaînes ou câbles à des pivots placés à 6 m au moins du sol. Un moyen doit être prévu pour régler séparément la hauteur de suspension du pendule et l'angle défini par le pendule et les chaînes ou

câbles.

- 4.2.5.1.2 La masse du bloc-pendule doit être de $2\,000 \pm 20$ kg, non comprise celle des chaînes ou des câbles qui ne doit pas elle-même dépasser 100 kg. La longueur des côtés de la face d'impact doit être de 680 ± 20 mm (voir figure 6.26). Le bloc-pendule doit être tel que la position de son centre de gravité demeure constante et coïncide avec le centre géométrique du parallélépipède.
- 4.2.5.1.3 Le parallélépipède doit être relié au système qui le tire vers l'arrière par un mécanisme de dégagement instantané conçu et situé de façon à relâcher le bloc-pendule sans provoquer d'oscillations du parallélépipède par rapport à son axe horizontal perpendiculaire au plan d'oscillation.
- 4.2.5.2 Supports du bloc-pendule
- Les pivots du pendule doivent être fixés rigidement de façon que leur déplacement dans n'importe quelle direction ne dépasse pas un pour cent de la hauteur de chute.
- 4.2.5.3 Ancrages
- 4.2.5.3.1 Des rails d'ancrage, présentant l'écartement requis et couvrant la surface nécessaire pour permettre l'ancrage du tracteur dans tous les cas représentés (voir figures 6.23, 6.24 et 6.25) doivent être fixés rigidement à une dalle résistante située sous le bloc-pendule.
- 4.2.5.3.2 Le tracteur doit être ancré aux rails au moyen d'un câble en acier 6 x 19 à torons ronds et âme en fibre conforme à la norme ISO 2408:2004 et d'un diamètre nominal de 13 mm. Les torons métalliques doivent avoir une résistance à la rupture de 1 770 MPa.
- 4.2.5.3.3 Dans le cas d'un tracteur articulé, son pivot central doit être soutenu et ancré au sol de façon appropriée pour tous les essais. Pour l'essai de choc latéral, le pivot doit être également soutenu du côté opposé au choc. Les roues avant et arrière ne doivent pas être nécessairement alignées si la fixation appropriée des câbles en est facilitée.
- 4.2.5.4 Cales de roue et poutre
- 4.2.5.4.1 Une poutre en bois tendre de 150 mm de section doit caler les roues pendant les essais de choc (voir figures 6.27, 6.28 et 6.29).
- 4.2.5.4.2 Pour l'essai de choc latéral, une poutre en bois tendre doit être fixée au sol afin de bloquer la jante de la roue sur le côté opposé au choc (voir figure 6.29).
- 4.2.5.5 Cales et câbles d'ancrage pour tracteurs articulés
- 4.2.5.5.1 Des cales et câbles d'ancrage supplémentaires doivent être utilisés pour les tracteurs articulés. Ils ont pour but d'assurer à la section du tracteur portant le dispositif de protection une rigidité équivalente à celle d'un tracteur non articulé.
- 4.2.5.5.2 Pour les essais de choc et d'écrasement, des détails supplémentaires spécifiques aux tracteurs articulés sont fournis au point 4.3.1.

4.2.5.6 Pression et déformation des pneumatiques

4.2.5.6.1 Les pneumatiques du tracteur ne doivent pas contenir de lest liquide. Ils doivent être gonflés à la pression prescrite par le constructeur du tracteur pour les travaux des champs.

4.2.5.6.2 Les câbles d'ancrage doivent être tendus dans chaque cas particulier de telle sorte que les pneumatiques subissent une déformation égale à 12 pour cent de la hauteur de leur flanc (distance entre le sol et le point le plus bas de la jante) avant tension des câbles.

4.2.5.7 Dispositif d'écrasement

Un dispositif illustré à la figure 6.10 doit pouvoir exercer une force dirigée vers le bas sur un dispositif de protection en cas de renversement par l'intermédiaire d'une poutre rigide d'environ 250 mm de largeur reliée au mécanisme d'application de la charge par des joints universels. Des supports sont prévus sous les essieux de façon que les pneumatiques du tracteur ne supportent pas la force d'écrasement.

4.2.5.8 Appareillage de mesure

Sont nécessaires les dispositifs de mesure suivants:

4.2.5.8.1 dispositif de mesure de déformation élastique (différence entre la déformation instantanée maximale et la déformation permanente, voir figure 6.11).

4.2.5.8.2 dispositif destiné à vérifier l'absence de pénétration de la structure de protection dans la zone de dégagement et la protection de celle-ci par la structure à tout moment de l'essai (voir point 4.3.2.2).

4.3 *Procédure d'essai dynamique*

4.3.1 **Essais de choc et d'écrasement**

4.3.1.1 **Choc à l'arrière**

4.3.1.1.1 Le tracteur doit être placé par rapport au bloc-pendule de façon que ce dernier heurte le dispositif de protection au moment où sa face d'impact ainsi que ses chaînes ou câbles de suspension forment avec le plan vertical un angle A égal à $M/100$ avec un maximum de 20° , à moins que le dispositif de protection au point de contact ne forme, pendant la déformation, un angle supérieur par rapport à la verticale. Dans ce cas, il faut que la face d'impact du bloc-pendule soit ajustée au moyen d'un dispositif additionnel de façon qu'elle soit parallèle au dispositif de protection au point d'impact, au moment de déformation maximale, les chaînes ou câbles de suspension formant toujours l'angle défini ci-dessus.

La hauteur de suspension du bloc-pendule doit être réglée pour empêcher le pendule de tourner autour du point d'impact, et les autres mesures nécessaires prises à cet effet.

Le point d'impact doit être situé sur la partie du dispositif de protection susceptible de heurter le sol en premier en cas de renversement du tracteur en arrière, c'est-à-dire normalement sur le bord supérieur. La position du centre de gravité du pendule est située au sixième de la largeur du sommet du dispositif de protection à l'intérieur d'un

plan vertical parallèle au plan médian du tracteur touchant l'extrémité supérieure du sommet du dispositif de protection.

Si le dispositif est courbe ou saillant en ce point, des cales doivent être ajoutées pour que l'impact ait lieu en ce point, sans que cela se traduise par un renforcement du dispositif.

4.3.1.1.2

Le tracteur doit être ancré au sol au moyen de quatre câbles disposés chacun à une extrémité des deux essieux conformément aux indications de la figure 6.27. Les points d'ancrage avant et arrière doivent être situés à une distance telle que les câbles forment un angle de moins de 30° avec le sol. En outre, les points d'ancrage arrière doivent être placés de façon que le point de convergence des deux câbles soit situé dans le plan vertical à l'intérieur duquel se déplace le centre de gravité du bloc-pendule.

Les câbles doivent être tendus de façon à soumettre les pneumatiques aux déformations indiquées au point 4.2.5.6.2. Lorsque les câbles sont tendus, la poutre de calage doit être placée en appui devant les roues arrière, puis fixée au sol.

4.3.1.1.3

Si le tracteur est articulé, le point d'articulation doit être soutenu par une poutre de bois d'au moins 100 mm de section fermement ancrée au sol.

4.3.1.1.4

Le bloc-pendule doit être tiré vers l'arrière de façon que la hauteur de son centre de gravité dépasse celle qu'il aura au point d'impact d'une valeur donnée par l'une des deux formules suivantes à choisir en fonction de la masse de référence de l'ensemble soumis aux essais:

$$H = 25 + 0,07 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence inférieure à 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence supérieure à 2 000 kg;

On lâche ensuite le bloc-pendule, qui vient heurter le dispositif de protection.

4.3.1.1.5

Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), les mêmes formules doivent s'appliquer.

4.3.1.2

Choc à l'avant

4.3.1.2.1

Le tracteur doit être placé par rapport au bloc-pendule de façon que ce dernier heurte le dispositif de protection au moment où sa face d'impact ainsi que ses chaînes ou câbles de suspension forment avec le plan vertical un angle A égal à $M/100$ avec un maximum de 20°, à moins que le dispositif de protection au point de contact ne forme, pendant la déformation, un angle supérieur par rapport à la verticale. Dans ce cas, il faut que la face d'impact du bloc-pendule soit ajustée au moyen d'un dispositif additionnel de façon qu'elle soit parallèle au dispositif de protection au point d'impact, au moment de déformation maximale, les chaînes ou câbles de suspension formant toujours l'angle défini ci-dessus.

La hauteur de suspension du bloc-pendule doit être réglée pour empêcher le pendule de tourner autour du point d'impact, et les autres mesures nécessaires prises à cet effet.

Le point d'impact doit être situé sur la partie du dispositif de protection susceptible de

heurter le sol la première en cas de renversement latéral du tracteur se dirigeant vers l'avant, c'est-à-dire normalement le bord supérieur. La position du centre de gravité du pendule se situe au sixième de la largeur du sommet du dispositif de protection à l'intérieur d'un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur touchant l'extrémité supérieure du sommet du dispositif de protection.

Si le dispositif est courbe ou saillant en ce point, des cales doivent être ajoutées pour que l'impact ait lieu en ce point, sans que cela se traduise par un renforcement du dispositif.

4.3.1.2.2

Le tracteur doit être ancré au sol au moyen de quatre câbles disposés chacun à une extrémité des deux essieux conformément aux indications de la figure 6.28. Les points d'ancrage avant et arrière doivent être situés à une distance telle que les câbles forment un angle de moins de 30° avec le sol. En outre, les points d'ancrage arrière doivent être placés de façon que le point de convergence des deux câbles soit situé dans le plan vertical à l'intérieur duquel se déplace le centre de gravité du bloc-pendule.

Les câbles doivent être tendus de façon à soumettre les pneumatiques aux déformations indiquées au point 4.2.5.6.2. Lorsque les câbles sont tendus, la poutre de calage doit être placée en appui derrière les roues arrières, puis fixée au sol.

4.3.1.2.3

Si le tracteur est articulé, le point d'articulation doit être soutenu par une poutre de bois d'au moins 100 mm de section fermement ancrée au sol.

4.3.1.2.4

Le bloc-pendule doit être tiré vers l'arrière de façon que la hauteur de son centre de gravité dépasse celle qu'il aura au point d'impact d'une valeur donnée par l'une des deux formules suivantes à choisir en fonction de la masse de référence de l'ensemble soumis aux essais:

$$H = 25 + 0,07 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence inférieure à 2 000 kg:

$$H = 125 + 0,02 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence supérieure à 2 000 kg.

On lâche ensuite le bloc-pendule, qui vient heurter le dispositif de protection.

4.3.1.2.5

Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), la hauteur doit être la plus grande des valeurs données par la formule applicable ci-dessus et la formule choisie ci-dessous:

$$H = 2,165 \times 10^{-8} M \times L^2$$

ou

$$H = 5,73 \times 10^{-2} I.$$

4.3.1.3

Choc latéral

4.3.1.3.1

Le tracteur doit être placé par rapport au bloc-pendule de façon que ce dernier heurte la

structure de protection lorsque sa face d'impact ainsi que ses câbles ou ses chaînes de suspension sont verticaux, à moins que le dispositif de protection au point de contact ne forme, pendant la déformation, un angle inférieur à 20° par rapport à la verticale. Dans ce cas, il faut que la face d'impact du bloc-pendule soit ajustée au moyen d'un dispositif additionnel de façon qu'elle soit parallèle au dispositif de protection au point d'impact au moment de déformation maximale, les chaînes ou câbles de suspension restant verticaux au point d'impact.

La hauteur de suspension du bloc-pendule doit être réglée pour empêcher le pendule de tourner autour du point d'impact, et les autres mesures nécessaires prises à cet effet.

Le point d'impact doit être situé sur la partie de la structure de protection susceptible de heurter le sol la première en cas de renversement latéral du tracteur.

4.3.1.3.2

Les roues du tracteur situées du côté de l'impact doivent être ancrées au sol au moyen de câbles passant au-dessus des extrémités correspondantes des essieux avant et arrière. Les câbles doivent être tendus de façon à soumettre les pneumatiques aux déformations indiquées au point 4.2.5.6.2.

Lorsque les câbles sont tendus, la poutre de calage doit être posée au sol, appuyée contre le pneumatique situé du côté opposé à l'impact, puis fixée au sol. L'utilisation de deux poutres ou cales peut se révéler nécessaire si les bords extérieurs des pneumatiques avant et arrière ne sont pas situés dans le même plan vertical. La cale doit alors être placée, conformément aux indications de la figure 6.29, contre la jante de la roue la plus sollicitée située à l'opposé du point d'impact, appuyée fermement contre la jante, puis fixée à sa base. La poutre doit avoir une longueur telle qu'elle forme un angle de $30 \pm 3^\circ$ avec le sol lorsqu'elle est appuyée contre la jante. En outre, si possible, son épaisseur doit être de 20 à 25 fois inférieure à sa longueur et de 2 à 3 fois inférieure à sa largeur. La forme de l'extrémité des poutres doit être conforme au plan de détail de la figure 6.29.

4.3.1.3.3

Si le tracteur est articulé, le point d'articulation doit être maintenu par une pièce de bois d'au moins 100 mm de section et soutenu latéralement par un dispositif similaire à celui visé au point 4.3.1.3.2. Le point d'articulation doit être ensuite ancré fermement au sol.

4.3.1.3.4

Le bloc-pendule doit être tiré vers l'arrière de façon que la hauteur de son centre de gravité dépasse celle qu'il aura au point d'impact d'une valeur donnée par l'une des deux formules suivantes à choisir en fonction de la masse de référence de l'ensemble soumis aux essais:

$$H = (25 + 0,20 M) (B_6 + B) / 2B$$

pour les tracteurs d'une masse de référence inférieure à 2 000 kg;

$$H = (125 + 0,15 M) (B_6 + B) / 2B$$

pour les tracteurs d'une masse de référence supérieure à 2 000 kg;

4.3.1.3.5

Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), la hauteur doit être la plus grande selon les valeurs données par la formule précédente et la formule suivante applicables:

$$H = 25 + 0,2 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence inférieure à 2 000 kg:

$$H = 125 + 0,15 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence supérieure à 2 000 kg;

On lâche ensuite le bloc-pendule, qui vient heurter le dispositif de protection.

4.3.1.4

Écrasement à l'arrière

Dispositions identiques à celles du point 3.3.1.4 de de la section B1.

4.3.1.5

Écrasement à l'avant

Dispositions identiques à celles du point 3.3.1.5 de la section B1.

4.3.1.6

Essais additionnels de choc

Si des fractures ou des fissures non négligeables apparaissent au cours d'un essai de choc, il faut procéder à un deuxième essai similaire, mais avec une hauteur de chute égale à:

$$H' = (H \times 10^{-1}) (12 + 4a) (1 + 2a)^{-1}$$

immédiatement après l'essai de choc à l'origine de ces fractures ou fissures, «a» étant le rapport entre la déformation permanente (**Dp**) et la déformation élastique (**De**):

$$a = Dp / De$$

mesurées au point d'impact. La déformation permanente supplémentaire due au deuxième choc ne doit pas être supérieure à 30 pour cent de la déformation permanente due au premier choc.

Pour pouvoir réaliser l'essai additionnel, il faut mesurer la déformation élastique pendant tous les essais de choc.

4.3.1.7

Essais additionnels d'écrasement

Si des fractures ou fissures non négligeables apparaissent au cours d'un essai d'écrasement, il faut procéder à un deuxième essai d'écrasement similaire, mais avec une force égale à **1,2 F_v**, immédiatement après l'essai d'écrasement à l'origine de ces fractures ou fissures.

4.3.2

Mesures à effectuer

4.3.2.1

Fractures et fissures

Après chaque essai tous les éléments d'assemblage, les membrures et les dispositifs de fixation sont examinés visuellement pour y déceler les fractures et les fissures; il n'est pas tenu compte d'éventuelles petites fissures dans les éléments sans importance.

Il n'est pas tenu compte des déchirures éventuelles provoquées par les arêtes du pendule.

4.3.2.2 Pénétration dans la zone de dégagement

Au cours de chaque essai, la structure de protection est examinée pour vérifier si une partie quelconque a pénétré dans la zone de dégagement autour du siège du conducteur telle que définie au point 1.6.

En outre, la zone de dégagement doit rester abritée par la structure de protection. À cet effet, on doit considérer comme non abritée toute partie de cette zone qui serait censée toucher un sol plat en cas de renversement du tracteur du côté où la charge est appliquée, étant entendu que les pneumatiques avant et arrière et la voie présenteront les dimensions minimales spécifiées par le constructeur.

4.3.2.3 Essai du point dur arrière

Si le tracteur est équipé d'une pièce rigide, d'un carter ou de tout autre point dur placé à l'arrière du siège du conducteur, cet élément est censé constituer un point d'appui en cas de renversement arrière ou latéral. Ce point dur placé à l'arrière du siège du conducteur devra pouvoir supporter, sans rupture ou pénétration à l'intérieur de la zone de dégagement, une force F_i , où:

$$F_i = 15 M.$$

Perpendiculaire au cadre, cette force est appliquée du sommet du point dur vers le bas dans le plan médian du tracteur. L'angle d'application de la force sera de 40° , calculé par rapport à une droite parallèle au sol comme l'indique la figure 6.12. Cette pièce rigide doit avoir une largeur minimale de 500 mm (voir figure 6.13).

En outre, le point dur doit être suffisamment rigide et fixé fermement à l'arrière du tracteur.

4.3.2.4 Déformation élastique (au choc latéral)

La déformation élastique doit être mesurée $(810 + a_v)$ mm au-dessus du point index du siège, dans le plan vertical passant par le point d'impact. Cette mesure peut être effectuée à l'aide de tout appareil analogue à celui illustré à la figure 6.11.

4.3.2.5 Déformation permanente

Les déformations permanentes du dispositif de protection doivent être mesurées après le dernier essai d'écrasement. Pour ce faire, avant le début de l'essai, la position des principaux éléments du dispositif de protection par rapport au point index du siège doit être utilisée.

4.4 *Extension à d'autres modèles de tracteurs*

Toutes les dispositions sont identiques à celles données au point 3.4 de la section B1 de la présente annexe.

4.5 [Sans objet]

4.6 *Comportement au froid des structures de protection*

Toutes les dispositions sont identiques à celles données au point 3.6 de la section B1 de

la présente annexe.

4.7

[Sans objet]

Figure 6.26

Bloc-pendule avec ses chaînes ou câbles de suspension

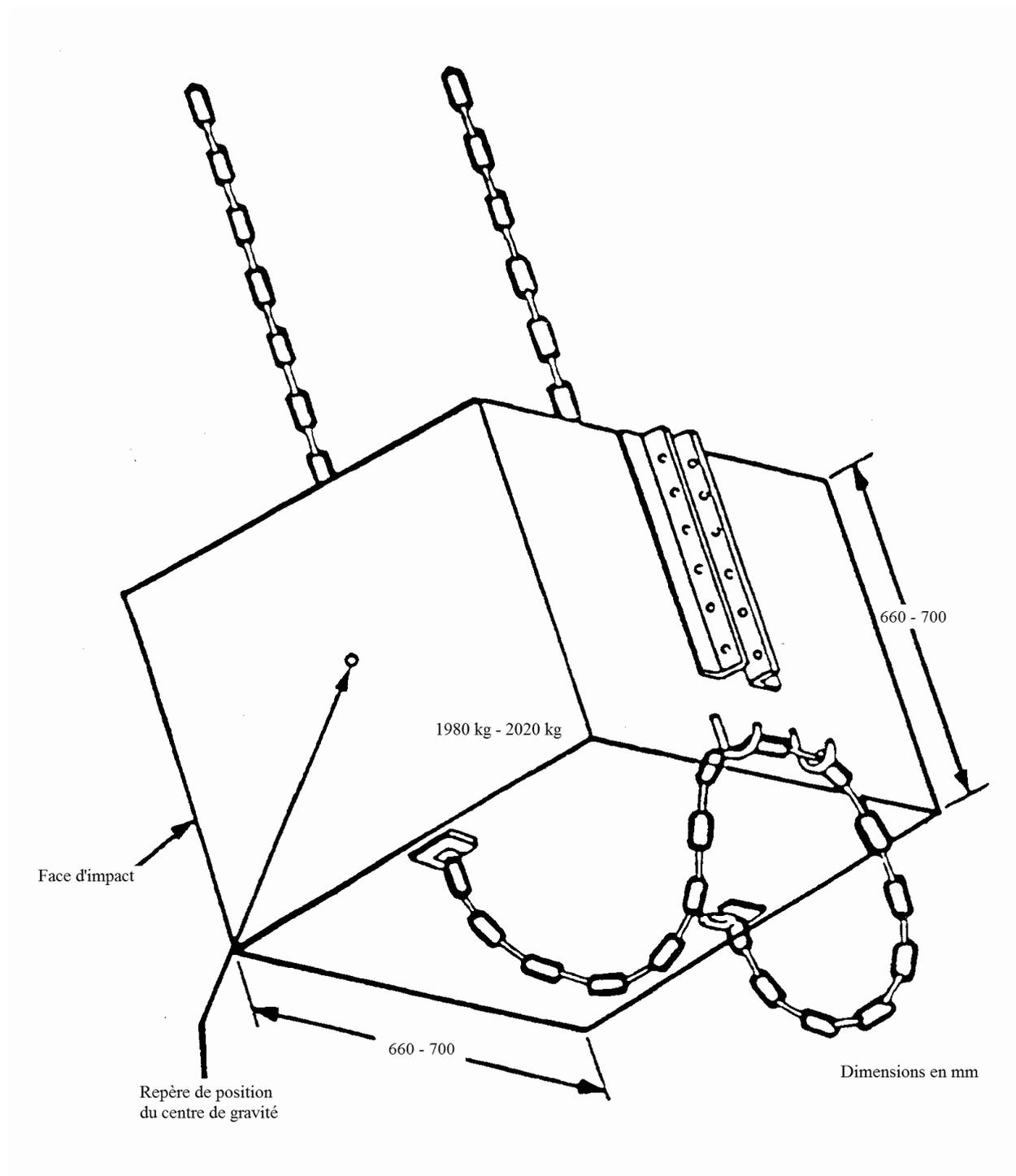


Figure 6.27

Exemple d'ancrage du tracteur, choc à l'arrière

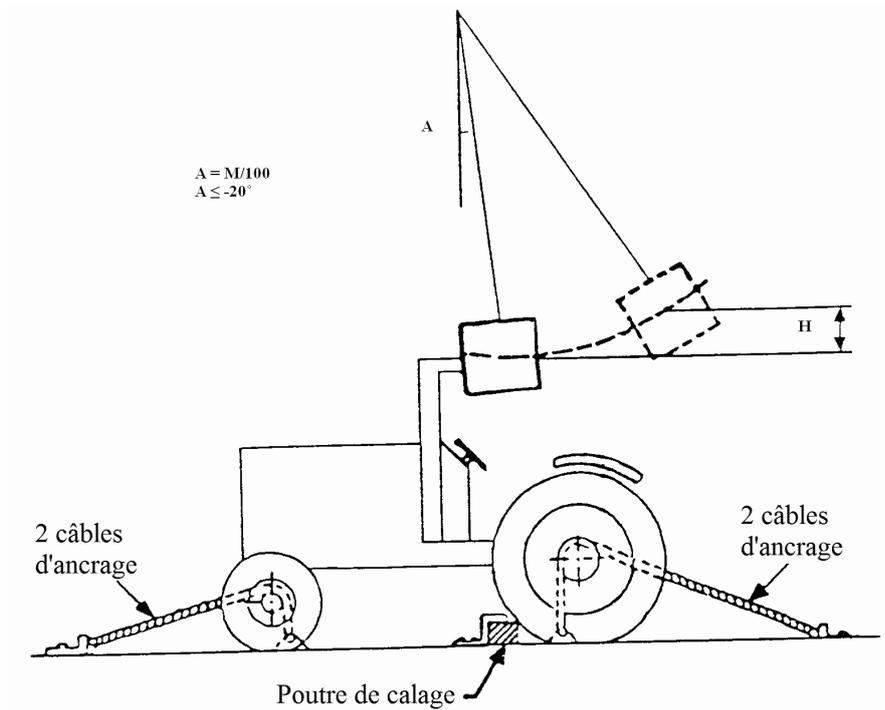


Figure 6.28

Exemple d'ancrage du tracteur, choc à l'avant

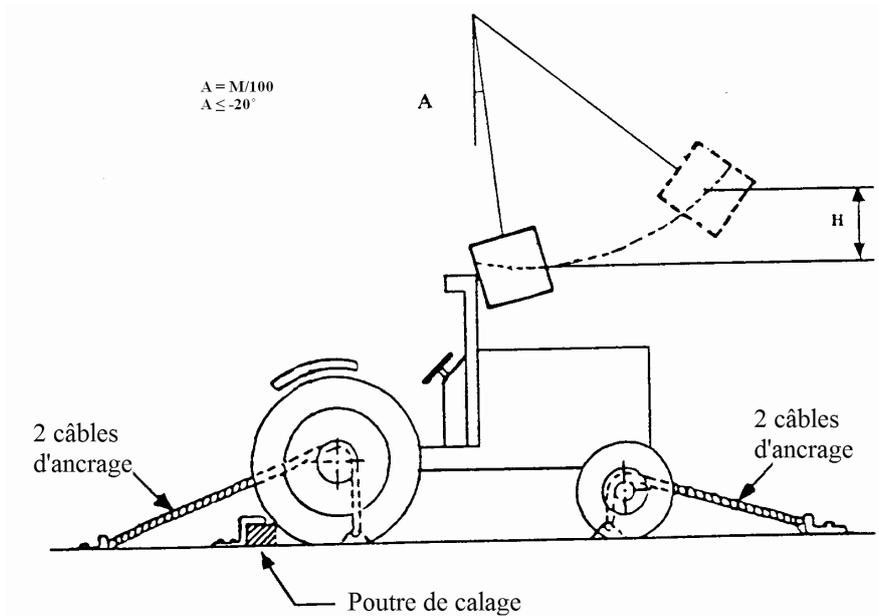
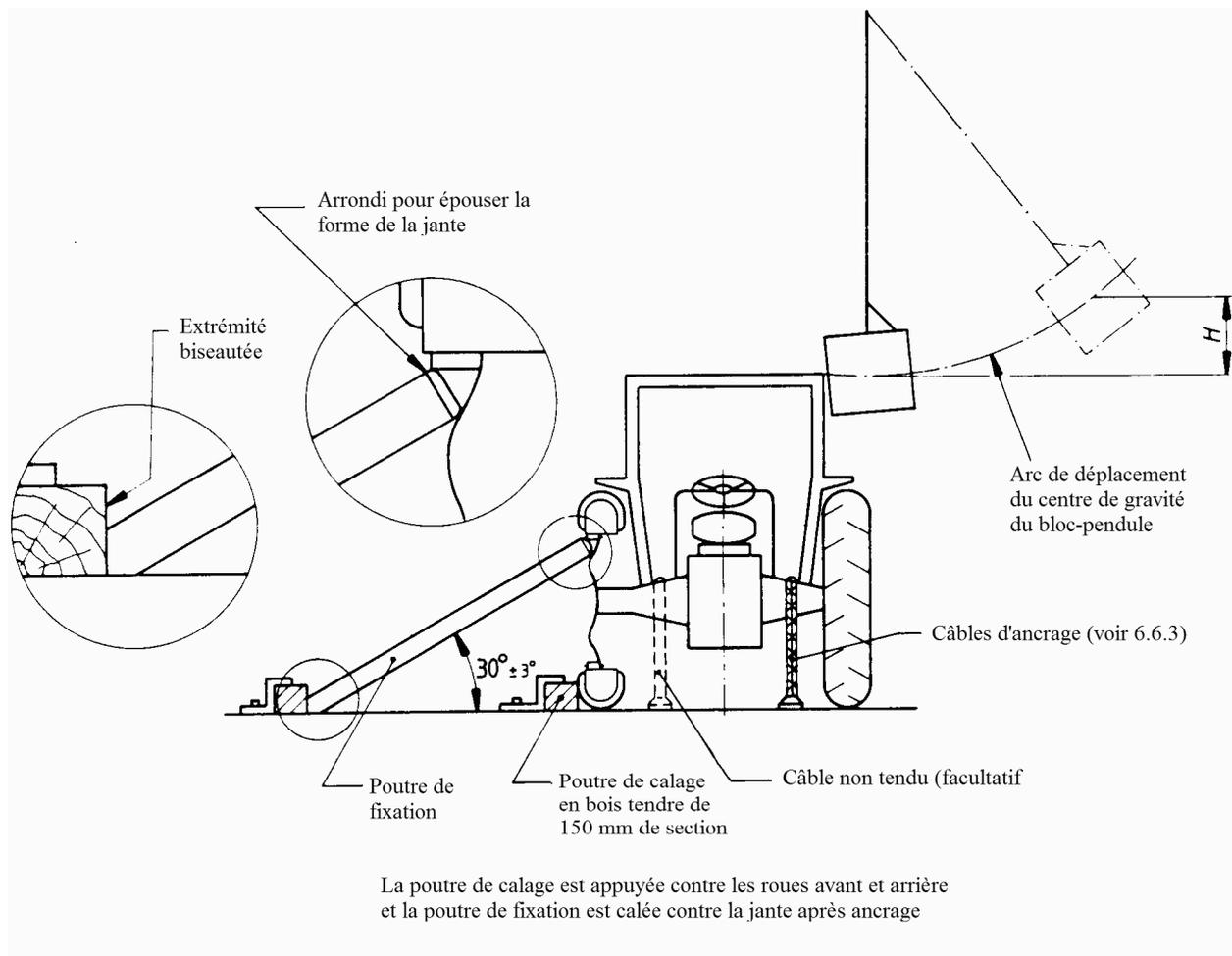


Figure 6.29

Exemple d'ancrage du tracteur, choc latéral



B3. PRESCRIPTIONS CONCERNANT L'EFFICACITÉ DES STRUCTURES DE PROTECTION RABATTABLES

5.1 Champ d'application

La présente procédure définit les exigences minimales de performance et d'essai des ROPS rabattables montées à l'avant.

5.2 Explication des termes utilisés pour l'essai de performance:

5.2.1 Par *ROPS rabattable manuellement*, on entend la structure de protection à deux montants montée à l'avant, dont l'abaissement ou le relèvement est réalisé manuellement et directement par le conducteur (avec ou sans assistance partielle).

5.2.2 Par *ROPS rabattable automatiquement*, on entend la structure de protection à deux montants montée à l'avant, dont les opérations d'abaissement ou de relèvement sont totalement assistées.

5.2.3 Par *système de verrouillage*, on entend le dispositif équipant la ROPS pour son verrouillage automatique ou manuel en position relevée ou abaissée.

5.2.4 Par *zone de préhension*, on entend la zone définie par le fabricant comme la partie de la ROPS et/ou la poignée fixée à la ROPS dans le périmètre de laquelle le conducteur est autorisé à exécuter les manœuvres d'abaissement ou de relèvement.

5.2.5 Par *partie accessible de la zone de préhension*, on entend la zone au sein de laquelle la ROPS est manipulée par le conducteur durant les opérations d'abaissement ou de relèvement. Cette zone doit être définie par rapport au centre géométrique des coupes transversales de la zone de préhension.

5.2.6 Par *point de pincement*, on entend tout point dangereux où des parties se déplacent les unes par rapport aux autres ou par rapport à des parties fixes, de façon telle que des personnes, ou certaines parties de leur corps, peuvent courir des risques de pincement.

5.2.7 Par *point de cisaillement*, on entend tout point dangereux où des parties se passent les unes le long des autres, ou le long d'autres parties, de façon telle que des personnes, ou certaines parties de leur corps, peuvent courir des risques de pincement ou de cisaillement.

5.3 ROPS rabattable manuellement

5.3.1 Conditions préalables à l'essai

L'opération manuelle est exécutée par un conducteur debout par une ou plusieurs préhensions de la zone de préhension de l'arceau de protection. Cette zone doit être conçue de manière à ne présenter ni arêtes vives, ni angles vifs, ni surfaces rugueuses susceptibles de causer des blessures au conducteur.

La zone de préhension doit être identifiée de manière claire et permanente (figure 6.20).

Cette zone peut être située d'un seul côté ou des deux côtés du tracteur et peut être une partie structurelle de l'arceau ou des poignées additionnelles. Dans cette zone de préhension, l'opération manuelle visant à lever ou à abaisser l'arceau ne doit poser aucun risque de cisaillement, de pincement ou de mouvement non contrôlable pour le conducteur (exigence additionnelle).

Trois zones accessibles, à la quantité de force admise différente, sont définies par rapport au plan du sol et aux plans verticaux tangents aux parties extérieures du tracteur qui limitent la position ou le déplacement du conducteur (figure 6.21).

Zone I: zone de confort

Zone II: zone accessible sans inclinaison du corps vers l'avant

Zone III: zone accessible avec inclinaison du corps vers l'avant

La position et le mouvement du conducteur sont limités par des obstacles. Ces obstacles sont des éléments du tracteur et sont définis par les plans verticaux tangents à leurs bords extérieurs.

Si l'opérateur doit bouger les pieds durant la manipulation manuelle de l'arceau, un déplacement est admis soit dans un plan parallèle à la trajectoire de l'arceau, soit dans un seul plan parallèle supplémentaire au précédent pour contourner l'obstacle. Le déplacement complet est une combinaison de droites parallèles et perpendiculaires à la trajectoire de l'arceau. Un déplacement perpendiculaire est accepté à condition qu'il corresponde à un rapprochement du conducteur de l'arceau. La zone accessible est l'enveloppe des différentes zones accessibles (figure 6.22).

Le tracteur est équipé de pneumatiques du diamètre maximal indiqué par le constructeur et de la grosseur minimale du boudin compatible avec ce diamètre. Les pneumatiques sont gonflés à la pression prescrite pour les travaux dans les champs.

Les roues arrière sont réglées à la voie la plus étroite; les roues avant sont réglées aussi précisément que possible à la même voie. S'il existe deux possibilités de réglage de la voie avant qui s'écartent pareillement du réglage le plus étroit de la voie arrière, il faut choisir la plus large de ces deux voies avant.

5.3.2 Procédure d'essai

Le but de l'essai est de mesurer la force nécessaire pour relever ou abaisser l'arceau. L'essai est réalisé en condition statique: aucun mouvement préalable de l'arceau. Chaque mesure de la force nécessaire pour lever ou baisser l'arceau doit être réalisée dans une direction tangente à la trajectoire de l'arceau et passant par le centre géométrique des coupes transversales de la zone de préhension.

La zone de préhension est considérée comme accessible dès lors qu'elle se situe à l'intérieur des zones accessibles ou dans l'enveloppe des différentes zones accessibles (figure 6.23).

La force nécessaire pour lever et abaisser l'arceau sera mesurée en différents points situés dans la partie accessible de la zone de préhension (figure 6.24).

La première mesure est opérée à l'extrémité de la partie accessible de la zone de préhension, arceau complètement abaissé (point A). La seconde mesure est définie en fonction de la position du point A après rotation de l'arceau vers le haut jusqu'au sommet de la partie accessible de la zone de préhension (point A').

Au cas où la position de l'arceau pour la seconde mesure n'est pas celle de l'arceau complètement relevé, un point supplémentaire sera mesuré à l'extrémité de la partie accessible de la zone de préhension, arceau complètement relevé (point B).

Si, entre les deux premières mesures, la trajectoire du premier point croise la limite entre la zone I et la zone II, on prendra une mesure à ce point d'intersection (point A'').

Pour la mesure de la force aux points prescrits, on peut soit procéder à une mesure directe de la valeur, soit mesurer le couple nécessaire pour lever ou abaisser l'arceau de manière à obtenir la donnée de force.

5.3.3 Condition d'acceptation

5.3.3.1 Force requise

La force acceptable pour la manipulation de la ROPS dépend de la zone accessible, comme indiqué au tableau 6.2.

Zone	I	II	III
Force acceptable (N)	100	75	50

Tableau 6.2:

Forces admises

Une augmentation de 25 % au plus des forces acceptables est admise lors du relèvement ou de l'abaissement complet de l'arceau.

Une augmentation de 50 % au plus des forces acceptables est admise lors de l'opération d'abaissement.

5.3.3.2 Exigence additionnelle

L'opération manuelle visant à lever ou à abaisser l'arceau ne peut poser de risque de cisaillement, de pincement ou de mouvement non contrôlable pour le conducteur.

Un point de pincement n'est pas considéré dangereux pour les mains du conducteur dès lors que, dans la zone de préhension, les distances entre l'arceau et les pièces fixes du tracteur ne sont pas inférieures à 100 mm pour la main, le poignet et le poing, et à 25 mm pour le doigt (ISO 13854:1996). On vérifiera les distances de sécurité conformément au mode de manipulation prévu par le fabricant dans la notice d'utilisation.

5.4 Système à verrouillage manuel

Le dispositif de verrouillage de la ROPS en position relevée ou abaissée doit être conçu:

- pour être manipulé par un seul conducteur debout et doit être situé dans une des zones accessibles;
- pour être difficilement séparé de la ROPS (par exemple, broches imperdables utilisées comme goupilles de sécurité ou goupilles de retenue);
- pour éviter tout risque de confusion lors de l'opération de verrouillage (l'emplacement correct des broches sera mentionné);
- pour éviter le risque de perte ou de retrait non intentionnel d'éléments.

Si le dispositif utilisé pour le verrouillage de la ROPS en position relevée ou abaissée est constitué de goupilles, leur retrait ou insertion doit être libre. Si, pour ce faire, il est nécessaire d'appliquer une force à l'arceau, ce doit être en conformité avec les prescriptions des points A et B (voir point 5.3).

Tout autre dispositif de verrouillage doit être conçu sur la base de principes ergonomiques qui prendront en considération les données de forme et de force, une attention particulière devant être portée aux risques de pincement et de cisaillement.

5.5

Essai préliminaire du système de verrouillage automatique

Le système de verrouillage automatique équipant une ROPS rabattable manuellement sera soumis à un essai préliminaire avant l'essai de résistance de la ROPS.

L'arceau sera déplacé depuis sa position abaissée verrouillée à sa position relevée verrouillée et inversement. Ces opérations forment un cycle. Cinq cents cycles seront appliqués.

L'opération peut être réalisée manuellement ou avec le concours d'une énergie externe (actionneurs hydrauliques, pneumatiques ou électriques). Dans tous les cas, la force sera appliquée dans un plan parallèle à la trajectoire de l'arceau et passant par la zone de préhension; la vitesse angulaire de l'arceau sera à peu près constante et de moins de 20 degrés par seconde.

Au terme des 500 cycles, la force appliquée lorsque l'arceau est en position relevée ne dépassera pas de plus de 50 % la force admise (tableau 6.2).

Le déverrouillage de l'arceau se fera conformément à la notice d'utilisation.

Après l'exécution des 500 cycles, aucune opération de maintenance ou de réglage du système de verrouillage ne doit être exécutée.

Note 1: l'essai préliminaire peut aussi être appliqué aux systèmes de ROPS rabattables automatiquement. L'essai doit être réalisé avant l'essai de résistance de l'arceau.

Note 2: l'essai préliminaire peut être réalisé par le fabricant. Dans ce cas, le fabricant fournit à la station d'essai un certificat attestant que l'essai a été réalisé conformément à la

procédure d'essai et qu'aucune opération de maintenance ou de réglage du système de verrouillage n'a été réalisée après les 500 cycles. La station d'essai vérifiera la performance du dispositif par un cycle de la position abaissée à la position relevée et inversement.

Figure 6.20

Zone de préhension

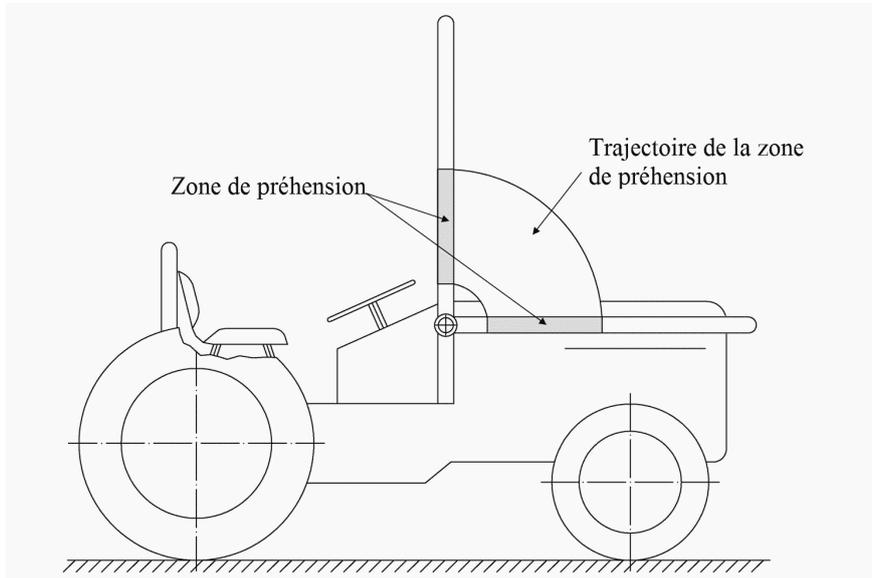


Figure 6.21

Zones accessibles

(Dimensions en mm)

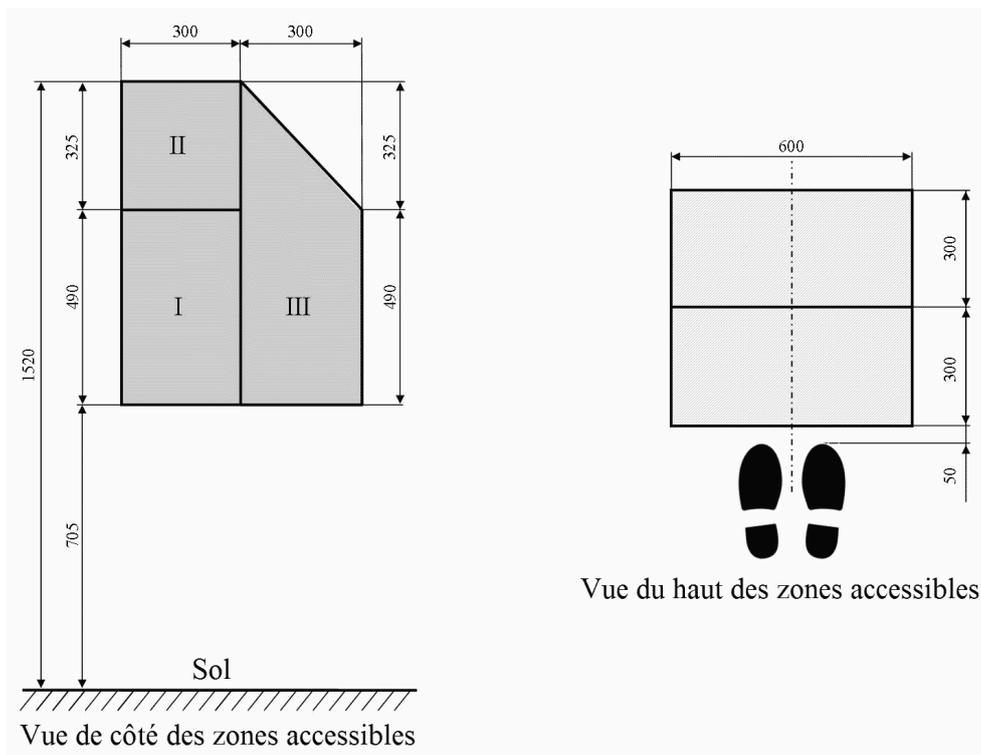


Figure 6.22

Enveloppe des zones accessibles

(Dimensions en mm)

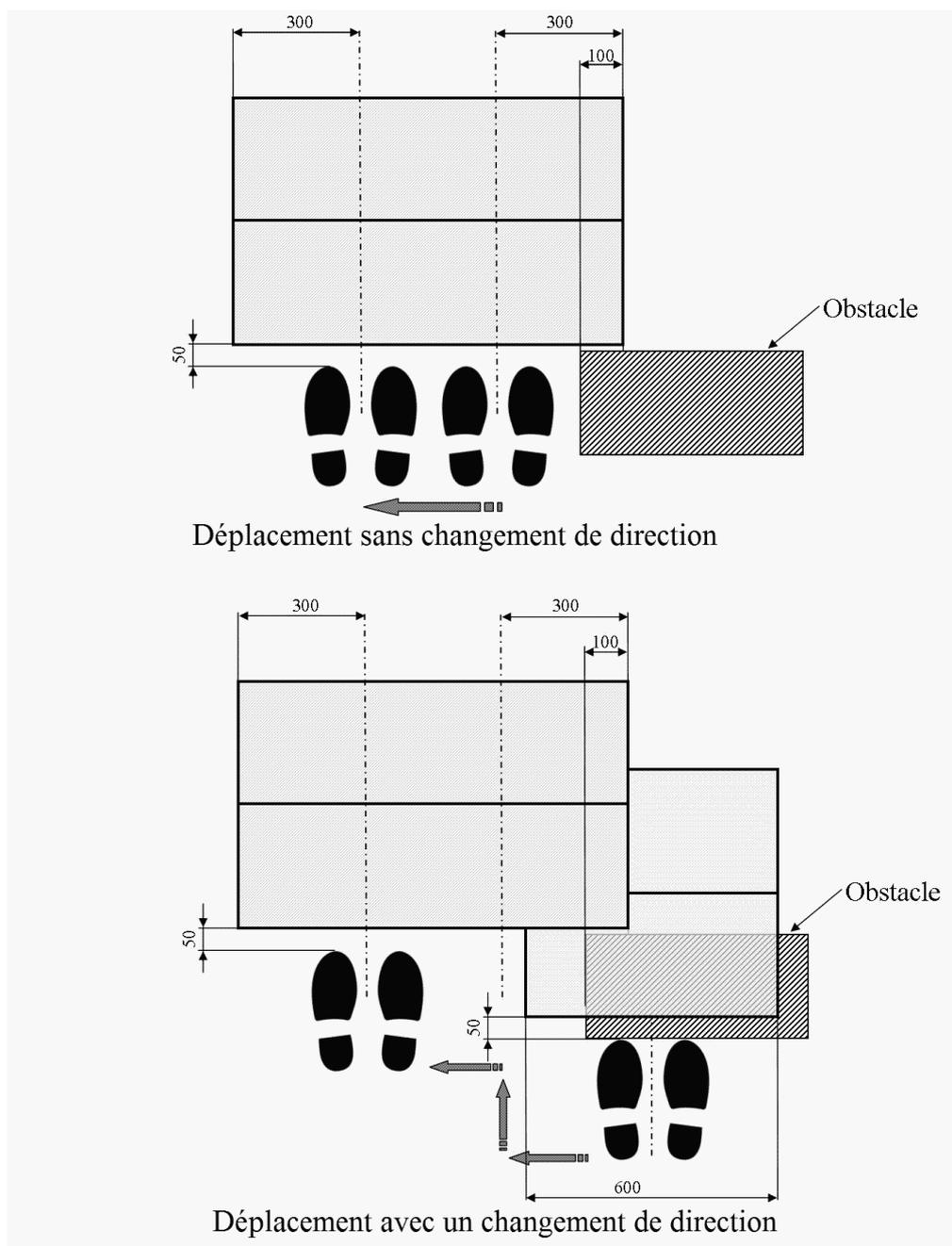


Figure 6.23

Partie accessible de la zone de préhension

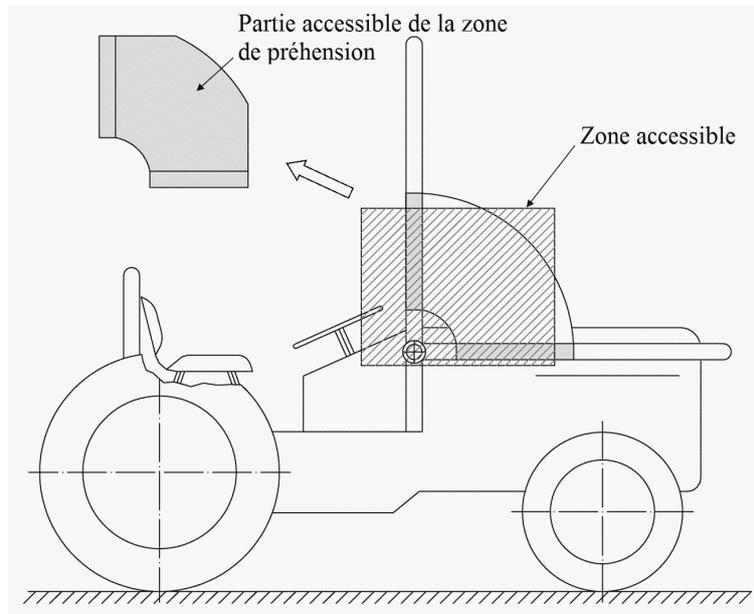
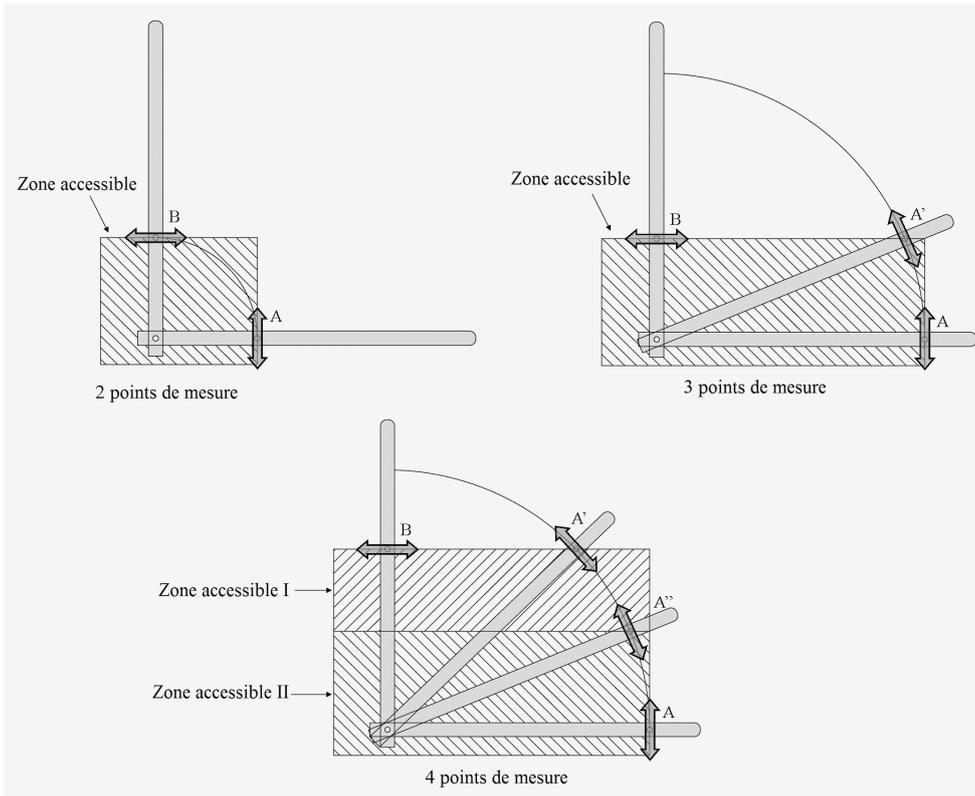


Figure 6.24

Points où la force exigée doit être mesurée




```

310 PRINT: INPUT " Voulez-vous ressaisir les données ? (Y/N)"; Z$
320 IF Z$ = "Y" OR Z$ = "y" THEN 190
330 IF Z$ = "N" OR Z$ = "n" THEN 340
340 FOR I=1 TO 3:LPRINT: NEXT: LPRINT: " ESSAI NR: "; TAB(10); CAMPO$(1)
350 LPRINT: LPRINT TAB(24); "ARCEAU DE PROTECTION MONTE A L'AVANT:"
360 LL = LEN(CAMPO$(2) + CAMPO$(3))
370 LPRINT TAB(36 - LL / 2); CAMPO$(2) + " - " + CAMPO$(3): LPRINT
380 LPRINT TAB(32); "DU TRACTEUR A VOIE ETROITE": LL = LEN(CAMPO$(4) +
CAMPO$(5))
390 LPRINT TAB(36 - LL / 2); CAMPO$(4) + " - " + CAMPO$(5): LPRINT
400 CLS
410 PRINT "En cas d'erreur, appuyer sur la touche Entrée jusqu'au dernier champ"
420 PRINT
430 FOR I = 1 TO 7: LOCATE I, 1, 0: NEXT
440 LOCATE 8, 1: PRINT "UNITES CARACTERISTIQUES: "
450 LOCATE 8, 29: PRINT "LONGUEUR (m): MASSE (kg):MOMENT D'INERTIE
(kg·m2):"
460 LOCATE 9, 1: PRINT "      ANGLE (radian)"
470 LPRINT: PRINT
480 PRINT "HAUTEUR DU CDG  H1=": LOCATE 11, 29: PRINT " "
490 LOCATE 11, 40: PRINT "DIST.H. CDG - ESS. ARR. L3="
500 LOCATE 11, 71: PRINT " "
510 PRINT " DIST.H. CDG - ESS. AV. L2=": LOCATE 12, 29: PRINT " "
520 LOCATE 12, 40: PRINT "HAUTEUR DES PNEUM. ARR. D3="
530 LOCATE 12, 71: PRINT " "
540 PRINT "HAUTEUR DES PNEUM. AV. D2=": LOCATE 13, 29: PRINT " "
550 LOCATE 13, 40: PRINT "HAUTEUR TOTALE(PT IMPACT) H6="
560 LOCATE 13, 71: PRINT " "
570 PRINT "DIST.H.CDG-ARETE AV.ARC. L6=": LOCATE 14, 29: PRINT " "
580 LOCATE 14, 40: PRINT "LARGEUR DE L'ARC. B6="
590 LOCATE 14, 71: PRINT " "
600 PRINT "HAUTEUR DU CAP. H7=": LOCATE 15, 29: PRINT " "
605 LOCATE 15, 40: PRINT "LARGEUR DU CAP. B7="
610 LOCATE 15, 71: PRINT " "
615 PRINT "DIST.H.CDG -C. AV. CAP. L7=": LOCATE 16, 29: PRINT " "
620 LOCATE 16, 40: PRINT "HAUTEUR PIVOT DE L'ESS. AV. H0="
630 LOCATE 16, 71: PRINT " "
640 PRINT "VOIE DE L'ESS. ARR. S =": LOCATE 17, 29: PRINT " "
650 LOCATE 17, 40: PRINT "LARGEUR PNEUM. ROUES ARR. B0="
660 LOCATE 17, 71: PRINT " "
670 PRINT "A. DE PALONNAGE ESS. AV. D0=": LOCATE 18, 29: PRINT " "
680 LOCATE 18, 40: PRINT "MASSE DU TRACTEUR Mc ="
690 LOCATE 18, 71: PRINT " "
700 PRINT "MOMENT D' INERTIE Q =": LOCATE 19, 29: PRINT " "
710 LOCATE 19, 40: PRINT " "
720 LOCATE 19, 71: PRINT " ": PRINT: PRINT
730 H1 = 0: L3 = 0: L2 = 0: D3 = 0: D2 = 0: H6 = 0: L6 = 0: B6 = 0
740 H7 = 0: B7 = 0: L7 = 0: H0 = 0: S = 0: B0 = 0: D = 0: Mc = 0: Q = 0
750 NC = 9: GOSUB 4400
760 FOR I = 1 TO 3: PRINT "": NEXT

```

```

770 H1 = VAL(CAMPOS$(9)): L3 = VAL(CAMPOS$(10)): L2 = VAL(CAMPOS$(11))
780 D3 = VAL(CAMPOS$(12)): D2 = VAL(CAMPOS$(13)): H6 = VAL(CAMPOS$(14))
790 L6 = VAL(CAMPOS$(15)): B6 = VAL(CAMPOS$(16)): H7 = VAL(CAMPOS$(17))
800 B7 = VAL(CAMPOS$(18)): L7 = VAL(CAMPOS$(19)): H0 = VAL(CAMPOS$(20))
810 S = VAL(CAMPOS$(21)): B0 = VAL(CAMPOS$(22)): D0 = VAL(CAMPOS$(23))
820 Mc = VAL(CAMPOS$(24)): Q = VAL(CAMPOS$(25)): PRINT: PRINT
830 PRINT "En cas d'erreur, il est possible de ressaisir les données": PRINT
840 INPUT " Voulez-vous ressaisir les données ? (Y/N)"; X$
850 IF X$ = "Y" OR X$ = "y" THEN 400
860 IF X$ = "n" OR X$ = "N" THEN 870
870 FOR I = 1 TO 3: LPRINT: NEXT
880 LPRINT TAB(20); "UNITES CARACTERISTIQUES: ": LOCATE 8, 29
890 PRINT "LONGUEUR (m): MASSE (kg): MOMENT D'INERTIE (kg.m2):" ANGLE
(radian)"
900 LPRINT
910 PRINT "HAUTEUR DU CDG H1=";
920 LPRINT USING "#####.#####"; H1;
930 LPRINT TAB(40); "H. PRINT "DIST. H. CDG - ESS. ARR. L3=";
940 LPRINT USING "#####.#####"; L3
950 LPRINT "DIST.H. CDG - ESS. AV. L2=";
960 LPRINT USING "#####.#####"; L2;
970 LPRINT TAB(40); "HAUTEUR DES PNEUM. ARR. D3="
975 LPRINT USING "#####.#####"; D3
980 LPRINT "HAUTEUR DES PNEUM. AV. D2=":
990 LPRINT USING "#####.#####"; D2;
1000 LPRINT TAB(40); "HAUTEUR TOTALE(PT IMPACT) H6="
1010 LPRINT USING "#####.#####"; H6
1020 LPRINT "DIST.H.CDG-ARETE AV.ARC. L6=";
1030 LPRINT USING "#####.#####"; L6;
1040 LPRINT TAB(40); "LARGEUR DE L'ARC. B6=";
1050 LPRINT USING "#####.#####"; B6
1060 LPRINT "HAUTEUR DU CAP. H7=";
1070 LPRINT USING "#####.#####"; H7;
1080 LPRINT TAB(40); "LARGEUR DU CAP. B7=";
1090 LPRINT USING "#####.#####"; B7
1100 LPRINT "DIST.H.CDG - C. AV. CAP. L7=";
1110 LPRINT USING "#####.#####"; L7;
1120 LPRINT TAB(40); "HAUTEUR PIVOT ESS. AV. H0=";
1130 LPRINT USING "#####.#####"; H0
1140 LPRINT "VOIE DE L'ESS. ARR. S =";
1150 LPRINT USING "#####.#####"; S;
1160 LPRINT TAB(40); "LARGEUR PNEUM. ROUES ARR. B0=";
1170 LPRINT USING "#####.#####"; B0
1180 LPRINT "A. DE PALONNAGE ESS. AV. D0=";
1185 LPRINT USING "#####.#####"; D0;
1190 LPRINT TAB(40); "MASSE DU TRACTEUR: Mc = ";
1200 LPRINT USING "#####.###"; Mc
1210 LPRINT "MOMENT D'INERTIE Q =";
1215 LPRINT USING "#####.#####"; Q
1220 FOR I = 1 TO 10: LPRINT: NEXT

```

```

1230 A0 = .588: U = .2: T = .2: GOSUB 4860
1240 REM LE SIGNE DE L6 EST NEGATIF SI LE POINT SE SITUE DEVANT LE
CENTRE DE
1250 REM GRAVITE.
1260 IF B6 > S + B0 THEN 3715
1265 IF B7 > S + B0 THEN 3715
1270 G = 9.8
1280
***** REM
1290 REM VERSION B2 (LIEU D'IMPACT PROCHE DU POINT D'EQUILIBRE)
1300
***** REM
1310 B = B6: H = H6
1320 REM -----POSITION DU CENTRE DE GRAVITE EN POSITION INCLINEE -----
--
1330 R2 = SQR(H1 * H1 + L3 * L3)
1340 C1 = ATN(H1 / L3)
1350 L0 = L3 + L2
1360 L9 = ATN(H0 / L0)
1370 H9 = R2 * SIN(C1 - L9)
1380 W1 = H9 / TAN(C1 - L9)
1390 W2 = SQR(H0 * H0 + L0 * L0): S1 = S / 2
1400 F1 = ATN(S1 / W2)
1410 W3 = (W2 - W1) * SIN(F1)
1420 W4 = ATN(H9 / W3)
1430 W5 = SQR(H9 * H9 + W3 * W3) * SIN(W4 + D0)
1440 W6 = W3 - SQR(W3 * W3 + H9 * H9) * COS(W4 + D0)
1450 W7 = W1 + W6 * SIN(F1)
1460 W8 = ATN(W5 / W7)
1470 W9 = SIN(W8 + L9) * SQR(W5 * W5 + W7 * W7)
1480 W0 = SQR(W9 * W9 + (S1 - W6 * COS(F1)) ^ 2)
1490 G1 = SQR(((S + B0) / 2) ^ 2 + H1 * H1)
1500 G2 = ATN(2 * H1 / (S + B0))
1510 G3 = W0 - G1 * COS(A0 + G2)
1520 O0 = SQR(2 * Mc * G * G3 / (Q + Mc * (W0 + G1) * (W0 + G1) / 4))
1530 F2 = ATN(((D3 - D2) / L0) / (1 - ((D3 - D2) / (2 * L3 + 2 * L2)) ^ 2))
1540 L8 = -TAN(F2) * (H - H1)
1550 REM----- COORDONNEES EN POSITION 1 -----
1560 X(1, 1) = H1
1570 X(1, 2) = 0: X(1, 3) = 0
1580 X(1, 4) = (1 + COS(F2)) * D2 / 2
1590 X(1, 5) = (1 + COS(F2)) * D3 / 2
1600 X(1, 6) = H
1610 X(1, 7) = H7
1620 Y(1, 1) = 0
1630 Y(1, 2) = L2
1640 Y(1, 3) = -L3
1650 Y(1, 4) = L2 + SIN(F2) * D2 / 2
1660 Y(1, 5) = -L3 + SIN(F2) * D3 / 2
1670 Y(1, 6) = -L6
1680 Y(1, 7) = L7

```

```

1690 Z(1, 1) = (S + B0) / 2
1700 Z(1, 2) = 0: Z(1, 3) = 0: Z(1, 4) = 0: Z(1, 5) = 0
1710 Z(1, 6) = (S + B0) / 2 - B / 2
1720 Z(1, 7) = (S + B0) / 2 - B7 / 2
1730 O1 = 0: O2 = 0: O3 = 0: O4 = 0: O5 = 0: O6 = 0: O7 = 0: O8 = 0: O9 = 0
1740 K1 = Y(1, 4) * TAN(F2) + X(1, 4)
1750 K2 = X(1, 1)
1760 K3 = Z(1, 1)
1770 K4 = K1 - X(1, 1): DD1 = Q + Mc * K3 * K3 + Mc * K4 * K4
1780 O1 = (Q + Mc * K3 * K3 - U * Mc * K4 * K4 - (1 + U) * Mc * K2 * K4) * O0 / DD1
1790 REM-----TRANSFORMATION DES COORDONNEES DE 1 A 2
1800 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
1810 X(2, K) = COS(F2) * (X(1, K) - H1) + SIN(F2) * Y(1, K) - K4 * COS(F2)
1820 Y(2, K) = Y(1, K) * COS(F2) - (X(1, K) - H1) * SIN(F2)
1830 Z(2, K) = Z(1, K)
1840 NEXT K
1850 O2 = O1 * COS(F2)
1860 A2 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
1870 C2 = ATN(Z(2, 6) / X(2, 6))
1880 T2 = T
1890 V0 = SQR(X(2, 6) ^ 2 + Z(2, 6) ^ 2)
1900 E1 = T2 / V0
1910 E2 = (V0 * Y(2, 4)) / (Y(2, 4) - Y(2, 6))
1920 T3 = E1 * E2
1930 E4 = SQR(X(2, 1) * X(2, 1) + Z(2, 1) * Z(2, 1))
1940 V6 = ATN(X(2, 1) / Z(2, 1))
1950 REM-----ROTATION DU TRACTEUR DE LA POSITION 2 A LA POSITION 3 ---
-----
1960 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
1970 IF Z(2, K) = 0 THEN 2000
1980 E3 = ATN(X(2, K) / Z(2, K))
1990 GOTO 2010
2000 E3 = -3.14159 / 2
2010 X(3, K) = SQR(X(2, K) * X(2, K) + Z(2, K) * Z(2, K)) * SIN(E3 + C2 + E1)
2020 Y(3, K) = Y(2, K)
2030 Z(3, K) = SQR(X(2, K) ^ 2 + Z(2, K) ^ 2) * COS(E3 + C2 + E1)
2040 NEXT K
2050 IF Z(3, 7) < 0 THEN 3680
2060 Z(3, 6) = 0
2070 Q3 = Q * (COS(F2)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2)) ^ 2
2080 V5 = (Q3 + Mc * E4 * E4) * O2 * O2 / 2
2090 IF -V6 > A2 THEN 2110
2100 GOTO 2130
2110 V7 = E4 * (1 - COS(-A2 - V6))
2120 IF V7 * Mc * G > V5 THEN 2320
2130 V8 = E4 * COS(-A2 - V6) - E4 * COS(-A2 - ATN(X(3, 1) / Z(3, 1)))
2140 O3 = SQR(2 * Mc * G * V8 / (Q3 + Mc * E4 * E4) + O2 * O2)
2150 K9 = X(3, 1)
2160 K5 = Z(3, 1)
2170 K6 = Z(3, 1) + E1 * V0
2180 K7 = V0 - X(3, 1)

```

```

2190 K8 = U: DD2 = Q3 + Mc * K6 * K6 + Mc * K7 * K7
2200 O4 = (Q3 + Mc * K5 * K6 - K8 * Mc * K7 * K7 - (1 + K8) * Mc * K9 * K7) * O3 /
DD2
2210 N3 = SQR((X(3, 6) - X(3, 1)) ^ 2 + (Z(3, 6) - Z(3, 1)) ^ 2)
2220 N2 = ATN(-(X(3, 6) - X(3, 1)) / Z(3, 1))
2230 Q6 = Q3 + Mc * N3 ^ 2
2240 IF -N2 <= A2 THEN 2290
2250 N4 = N3 * (1 - COS(-A2 - N2))
2260 N5 = (Q6) * O4 * O4 / 2
2270 IF N4 * Mc * G > N5 THEN 2320
2280 O9 = SQR(-2 * Mc * G * N4 / (Q6) + O4 * O4)
2290 GOSUB 3740
2300 GOSUB 4170
2310 GOTO 4330
2320 GOSUB 3740
2330 IF L6 > L8 THEN 2790
2340 REM *
2350
***** REM
****
2355 REM VERSION B3 (POINT D'IMPACT EN AVANT DU POINT D'EQUILIBRE)
2360
***** REM
****
2370 O3 = 0: O4 = 0: O5 = 0: O6 = 0: O7 = 0: O8 = 0: O9 = 0
2380 E2 = (V0 * Y(2, 5)) / (Y(2, 5) - Y(2, 6))
2390 T3 = E2 * E1
2400 Z(3, 6) = 0
2410 Q3 = Q * (COS(F2)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2)) ^ 2
2420 V5 = (Q3 + Mc * E4 * E4) * O2 * O2 / 2
2430 IF -V6 > A2 THEN 2450
2440 GOTO 2470
2450 V7 = E4 * (1 - COS(-A2 - V6))
2460 IF V7 * Mc * G > V5 THEN 2760
2470 V8 = E4 * COS(-A2 - V6) - E4 * COS(-A2 - ATN(X(3, 1) / Z(3, 1)))
2480 O3 = SQR((2 * Mc * G * V8) / (Q3 + Mc * E4 * E4) + O2 * O2)
2490 K9 = X(3, 1)
2500 K5 = Z(3, 1)
2510 K6 = Z(3, 1) + T3
2520 K7 = E2 - X(3, 1)
2530 K8 = U: DD2 = Q3 + Mc * K6 * K6 + Mc * K7 * K7
2540 O4 = (Q3 + Mc * K5 * K6 - K8 * Mc * K7 * K7 - (1 + K8) * Mc * K9 * K7) * O3 /
DD2
2550 F3 = ATN(V0 / (Y(3, 5) - Y(3, 6)))
2560 O5 = O4 * COS(F3)
2570 REM-----TRANSFORMATION DES COORDONNEES DE LA POSITION 3 A LA---
---
2580 REM-----POSITION 4
2590 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
2600 X(4, K) = X(3, K) * COS(F3) + (Y(3, K) - Y(3, 5)) * SIN(F3)
2610 Y(4, K) = (Y(3, K) - Y(3, 5)) * COS(F3) - X(3, K) * SIN(F3)

```

```

2620 Z(4, K) = Z(3, K)
2630 NEXT K
2640 A4 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2 + F3)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
2650 M1 = SQR(X(4, 1) ^ 2 + Z(4, 1) ^ 2)
2660 M2 = ATN(X(4, 1) / Z(4, 1))
2670 Q5 = Q * (COS(F2 + F3)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2 + F3)) ^ 2
2680 IF -M2 < A4 THEN 2730
2690 M3 = M1 * (1 - COS(-A4 - M2))
2700 M4 = (Q5 + Mc * M1 * M1) * O5 * O5 / 2
2710 IF M3 * Mc * G > M4 THEN 2760
2720 O9 = SQR(O5 * O5 - 2 * Mc * G * M3 / (Q5 + Mc * M1 * M1))
2730 GOSUB 3740
2740 GOSUB 4170
2750 GOTO 4330
2760 GOSUB 3740
2770 GOSUB 4240
2780 GOTO 4330
2790                                                                 REM
*****
**
2795 REM VERSION B1 (POINT D'IMPACT EN ARRIERE DU POINT D'EQUILIBRE)
2800                                                                 REM
*****
**
2810 REM *
2820 O3 = 0: O4 = 0: O5 = 0: O6 = 0: O7 = 0: O8 = 0: O9 = 0
2830 Z(3, 6) = 0
2840 Q3 = Q * (COS(F2)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2)) ^ 2
2850 V5 = (Q3 + Mc * E4 * E4) * O2 * O2 / 2
2860 IF -V6 > A2 THEN 2880
2870 GOTO 2900
2880 V7 = E4 * (1 - COS(-A2 - V6))
2890 IF V7 * Mc * G > V5 THEN 3640
2900 V8 = E4 * COS(-A2 - V6) - E4 * COS(-A2 - ATN(X(3, 1) / Z(3, 1)))
2910 O3 = SQR(2 * Mc * G * V8 / (Q3 + Mc * E4 * E4) + O2 * O2)
2920 K9 = X(3, 1)
2930 K5 = Z(3, 1)
2940 K6 = Z(3, 1) + T3
2950 K7 = E2 - X(3, 1)
2960 K8 = U: DD2 = Q3 + Mc * K6 * K6 + Mc * K7 * K7
2970 O4 = (Q3 + Mc * K5 * K6 - K8 * Mc * K7 * K7 - (1 + K8) * Mc * K9 * K7) * O3 /
DD2
2980 F3 = ATN(V0 / (Y(3, 4) - Y(3, 6)))
2990 O5 = O4 * COS(F3)
3000 REM-----TRANSFORMATION DES COORDONNEES DE 3 A 4
3010 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
3020 X(4, K) = X(3, K) * COS(F3) + (Y(3, K) - Y(3, 4)) * SIN(F3)
3030 Y(4, K) = (Y(3, K) - Y(3, 4)) * COS(F3) - X(3, K) * SIN(F3)
3040 Z(4, K) = Z(3, K)
3050 NEXT K
3060 A4 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2 + F3)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))

```

```

3070 C3 = ATN(Z(4, 7) / X(4, 7))
3080 C4 = 0
3090 C5 = SQR(X(4, 7) * X(4, 7) + Z(4, 7) * Z(4, 7))
3100 C6 = C4 / C5
3110 C7 = C5 * (Y(4, 6) - Y(4, 1)) / (Y(4, 6) - Y(4, 7))
3120 C8 = C6 * C7
3130 M1 = SQR(X(4, 1) ^ 2 + Z(4, 1) ^ 2)
3140 M2 = ATN(X(4, 1) / Z(4, 1))
3150 REM -----ROTATION DU TRACTEUR DE LA POSITION 4 A LA POSITION 5
3160 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
3170 IF Z(4, K) <> 0 THEN 3200
3180 C9 = -3.14159 / 2
3190 GOTO 3210
3200 C9 = ATN(X(4, K) / Z(4, K))
3210 X(5, K) = SQR(X(4, K) ^ 2 + Z(4, K) ^ 2) * SIN(C9 + C3 + C6)
3220 Y(5, K) = Y(4, K)
3230 Z(5, K) = SQR(X(4, K) ^ 2 + Z(4, K) ^ 2) * COS(C9 + C3 + C6)
3240 NEXT K
3250 Z(5, 7) = 0
3260 Q5 = Q * (COS(F2 + F3)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2 + F3)) ^ 2
3270 IF -M2 > A4 THEN 3290
3280 GOTO 3320
3290 M3 = M1 * (1 - COS(-A4 - M2))
3300 M4 = (Q5 + Mc * M1 * M1) * O5 * O5 / 2
3310 IF M3 * Mc * G > M4 THEN 3640
3315 MM1 = M1 * COS(-A4 - ATN(X(5, 1) / Z(5, 1)))
3320 M5 = M1 * COS(-A4 - ATN(X(4, 1) / Z(4, 1))) - MM1
3330 O6 = SQR(2 * Mc * G * M5 / (Q5 + Mc * M1 * M1) + O5 * O5)
3340 M6 = X(5, 1)
3350 M7 = Z(5, 1)
3360 M8 = Z(5, 1) + C8
3370 M9 = C7 - X(5, 1)
3380 N1 = U: DD3 = (Q5 + Mc * M8 * M8 + Mc * M9 * M9)
3390 O7 = (Q5 + Mc * M7 * M8 - N1 * Mc * M9 * M9 - (1 + N1) * Mc * M6 * M9) * O6 /
DD3
3400 F5 = ATN(C5 / (Y(5, 6) - Y(5, 7)))
3410 A6 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2 + F3 + F5)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
3420 REM-----TRANSFORMATION DES COORDONNEES DE 5 A 6
3430 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
3440 X(6, K) = X(5, K) * COS(F5) + (Y(5, K) - Y(5, 6)) * SIN(F5)
3450 Y(6, K) = (Y(5, K) - Y(5, 6)) * COS(F5) - X(5, K) * SIN(F5)
3460 Z(6, K) = Z(5, K)
3470 NEXT K
3480 O8 = O7 * COS(-F5)
3490 N2 = ATN(X(6, 1) / Z(6, 1))
3500 N3 = SQR(X(6, 1) ^ 2 + Z(6, 1) ^ 2)
3510 Q6 = Q * (COS(F2 + F3 + F5)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2 + F3 + F5)) ^ 2
3520 IF -N2 > A6 THEN 3540
3530 GOTO 3580
3540 N4 = N3 * (1 - COS(-A6 - N2))
3550 N5 = (Q6 + Mc * N3 * N3) * O8 * O8 / 2

```

```

3560 P9 = (N4 * Mc * G - N5) / (N4 * Mc * G)
3570 IF N4 * Mc * G > N5 THEN 3640
3580 IF -N2 < A6 THEN 3610
3590 N6 = -N4
3600 O9 = SQR(2 * Mc * G * N6 / (Q6 + Mc * N3 * N3) + O8 * O8)
3610 GOSUB 3740
3620 GOSUB 4170
3630 GOTO 4330
3640 GOSUB 3740
3650 GOSUB 4240
3660 GOTO 4330
3670 REM
3680 IF Z(3, 7) > -.2 THEN 2060
3685 CLS: PRINT: PRINT: PRINT STRING$(80, 42): LOCATE 24, 30, 0
3690 PRINT " LE CAPOT TOUCHE LE SOL AVANT LA STRUCTURE DE
PROTECTION"
3695 LPRINT STRING$(80, 42)
3700 LPRINT " LE CAPOT TOUCHE LE SOL AVANT LA STRUCTURE DE
PROTECTION"
3710 PRINT: PRINT " METHODE DE CALCUL NON UTILISABLE": GOTO 3720
3715 CLS: PRINT: PRINT " METHODE DE CALCUL NON UTILISABLE"
3720 LPRINT " METHODE DE CALCUL NON UTILISABLE"
3725 LPRINT STRING$(80, 42)
3730 GOTO 4330
3740                                                                 REM
*****
3750 CLS: LOCATE 13, 15, 0: PRINT "VITESSE O0="
3755 LOCATE 13, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O0: LOCATE 13, 40, 0: PRINT "rad/s"
3760 LOCATE 14, 15, 0: PRINT "VITESSE O1="
3765 LOCATE 14, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O1
3770 LOCATE 15, 15, 0: PRINT "VITESSE O2="
3775 LOCATE 15, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O2
3780 LOCATE 16, 15, 0: PRINT "VITESSE O3="
3785 LOCATE 16, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O3
3790 LOCATE 17, 15, 0: PRINT "VITESSE O4="
3795 LOCATE 17, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O4
3800 LOCATE 18, 15, 0: PRINT "VITESSE O5="
3805 LOCATE 18, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O5
3810 LOCATE 19, 15, 0: PRINT "VITESSE O6="
3815 LOCATE 19, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O6
3820 LOCATE 20, 15, 0: PRINT "VITESSE O7="
3825 LOCATE 20, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O7
3830 LOCATE 21, 15, 0: PRINT "VITESSE O8="
3835 LOCATE 21, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O8
3840 LOCATE 22, 15, 0: PRINT "VITESSE O9="
3845 LOCATE 22, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O9
3850 LPRINT "VITESSE O0=";
3860 LPRINT USING "#.###"; O0;
3870 LPRINT " rad/s";
3880 LPRINT TAB(40); "VITESSE O1=";
3890 LPRINT USING "#.###"; O1;

```

```

3900 LPRINT " rad/s"
3910 LPRINT "VITESSE O2=";
3920 LPRINT USING "#.###"; O2;
3930 LPRINT " rad/s";
3940 LPRINT TAB(40); "VITESSE O3=";
3950 LPRINT USING "#.###"; O3;
3960 LPRINT " rad/s"
3970 LPRINT "VITESSE O4=";
3980 LPRINT USING "#.###"; O4;
3990 LPRINT " rad/s";
4000 LPRINT TAB(40); "VITESSE O5=";
4010 LPRINT USING "#.###"; O5;
4020 LPRINT " rad/s"
4030 LPRINT "VITESSE O6=";
4040 LPRINT USING "#.###"; O6;
4050 LPRINT " rad/s";
4060 LPRINT TAB(40); "VITESSE O7=";
4070 LPRINT USING "#.###"; O7;
4080 LPRINT " rad/s"
4090 LPRINT "VITESSE O8=";
4100 LPRINT USING "#.###"; O8;
4110 LPRINT " rad/s";
4120 LPRINT TAB(40); "VITESSE O9=";
4130 LPRINT USING "#.###"; O9;
4140 LPRINT " rad/s"
4150 LPRINT
4160 RETURN
4170 PRINT STRING$(80, 42)
4180 LOCATE 24, 30, 0: PRINT "LE RENVERSEMENT CONTINUE"
4190 PRINT STRING$(80, 42)
4200 LPRINT STRING$(80, 42)
4210 LPRINT TAB(30); "LE RENVERSEMENT CONTINUE"
4220 LPRINT STRING$(80, 42)
4230 RETURN
4240 PRINT STRING$(80, 42)
4250 LOCATE 24, 30, 0: PRINT "LE ROULEMENT S'INTERROMPT"
4260 PRINT STRING$(80, 42)
4270 LPRINT STRING$(80, 42)
4280 LPRINT TAB(30); "LE ROULEMENT S'INTERROMPT"
4290 LPRINT STRING$(80, 42)
4300 RETURN
4310
*****
4320 REM-----FIN DU CALCUL -----
4330 FOR I = 1 TO 5: LPRINT: NEXT: LPRINT " LIEU: "; CAMPOS(6): LPRINT
4340 LPRINT " DATE: "; CAMPOS(7): LPRINT
4350 LPRINT; " INGENIEUR: "; CAMPOS(8): LPRINT
4360 FOR I = 1 TO 4: LPRINT: NEXT: PRINT
4370 INPUT "Voulez-vous effectuer un autre essai ? (Y/N)"; Y$
4380 IF Y$ = "Y" OR Y$ = "y" THEN 190
4390 IF Y$ = "N" OR Y$ = "n" THEN SYSTEM

```

REM

```

4400 LOCATE F(NC), C(NC) + L, 1: A$ = INKEY$: IF A$ = "" THEN GOTO 4400
4410 IF LEN(A$) > 1 THEN GOSUB 4570: GOTO 4400
4420 A = ASC(A$)
4430 IF A = 13 THEN L = 0: GOTO 4450
4440 GOTO 4470
4450 IF NC < 8 OR NC > 8 AND NC < 25 THEN NC = NC + 1: GOTO 4400
4460 GOTO 4840
4470 IF A > 31 AND A < 183 THEN GOTO 4490
4480 BEEP: GOTO 4400
4490 IF L = LON(NC) THEN BEEP: GOTO 4400
4500 LOCATE F(NC), C(NC) + L: PRINT A$;
4510 L = L + 1
4520 IF L = 1 THEN B$(NC) = A$: GOTO 4540
4530 B$(NC) = B$(NC) + A$
4540 IF LEN(C$(NC)) > 0 THEN C$(NC) = RIGHT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC))
- L)
4550 CAMPOS$(NC) = B$(NC) + C$(NC)
4560 GOTO 4400
4570 REM * SLIDE
4580 IF LEN(A$) <> 2 THEN BEEP: RETURN
4590 C = ASC(RIGHT$(A$, 1))
4600 IF C = 8 THEN 4620
4610 GOTO 4650
4620 IF LEN(C$(NC)) > 0 THEN BEEP: RETURN
4630 IF L = 0 THEN BEEP: RETURN
4640 CAMPOS$(NC) = LEFT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC)))
4645 L = L - 1: PRINT A$: RETURN
4650 IF C = 30 THEN 4670
4660 GOTO 4700
4670 IF NC = 1 THEN BEEP: RETURN
4680 NC = NC - 1: L = 0
4690 RETURN
4700 IF C = 31 THEN 4720
4710 GOTO 4760
4720 IF NC <> 8 THEN 4740
4730 BEEP: RETURN
4740 NC = NC + 1: L = 0
4750 RETURN
4760 IF C = 29 THEN 4780
4770 GOTO 4800
4780 IF L = 0 THEN BEEP: RETURN
4790 L = L - 1: C$(NC) = RIGHT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC)) - (L + 1))
4795 B$(NC) = LEFT$(CAMPOS$(NC), L): LOCATE F(NC), C(NC) + L + 1: PRINT ""
4796 RETURN
4800 IF C = 28 THEN 4820
4810 GOTO 4400
4820 IF C$(NC) = "" THEN BEEP: RETURN
4830 L = L + 1: C$(NC) = RIGHT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC)) - (L))
4835 B$(NC) = LEFT$(CAMPOS$(NC), L): LOCATE F(NC), C(NC) + L, 1: PRINT ""
4840 RETURN
4850 RETURN

```

```
4860 FOR II = 1 TO 7
4870 X(1, II) = 0: X(2, II) = 0: X(3, II) = 0
4875 X(4, II) = 0: X(5, II) = 0: X(6, II) = 0
4880 Y(1, II) = 0: Y(2, II) = 0: Y(3, II) = 0
4885 Y(4, II) = 0: Y(5, II) = 0: Y(6, II) = 0
4890 Z(1, II) = 0: Z(2, II) = 0: Z(3, II) = 0
4895 Z(4, II) = 0: Z(5, II) = 0: Z(6, II) = 0
4900 NEXT II
4910 RETURN
4920 REM * LES SYMBOLES UTILISES SONT LES MEMES QUE CEUX DU CODE 6.
```

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7620	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,8970
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1490	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,2930
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,8800	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT) H6	H6 = 2,1000
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = 0,2800	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,7780
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,3370	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,4900
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4450
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 1,1150	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,1950
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1570	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 2565,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 295,0000		

VITESSE O0 = 3,881 rad/s
VITESSE O2 = 1,057 rad/s
VITESSE O4 = 0,731 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,078 rad/s
VITESSE O3 = 2,134 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

VITESSE O0 = 3,881 rad/s
VITESSE O2 = 1,057 rad/s
VITESSE O4 = 1,130 rad/s
VITESSE O6 = 0,810 rad/s
VITESSE O8 = 0,587 rad/s

VITESSE O1 = 1,078 rad/s
VITESSE O3 = 2,134 rad/s
VITESSE O5 = 0,993 rad/s
VITESSE O7 = 0,629 rad/s
VITESSE O9 = 0,219 rad/s

LE RENVERSEMENT CONTINUE

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.1

Le renversement continue

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7653	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,7970
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1490	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,4800
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,8800	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 2,1100
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,0500	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,7000
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,3700	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,8000
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4450
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 1,1150	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,1950
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1570	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1800,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 250,0000		

VITESSE O0 = 3,840 rad/s
VITESSE O2 = 0,268 rad/s
VITESSE O4 = 0,672 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 0,281 rad/s
VITESSE O3 = 1,586 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

VITESSE O0 = 3,840 rad/s
VITESSE O2 = 0,268 rad/s
VITESSE O4 = 0,867 rad/s
VITESSE O6 = 1,218 rad/s
VITESSE O8 = 0,898 rad/s

VITESSE O1 = 0,281 rad/s
VITESSE O3 = 1,586 rad/s
VITESSE O5 = 0,755 rad/s
VITESSE O7 = 0,969 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

LE ROULEMENT S'INTERROMPT

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.2

Le roulement s'interrompt

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7180	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,8000
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1590	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,5200
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,7020	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 2,0040
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,2000	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,6400
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,2120	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,3600
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4400
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 0,9000	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,3150
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1740	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1780,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 279,8960		

VITESSE O0 = 3,884 rad/s
VITESSE O2 = 0,098 rad/s
VITESSE O4 = 0,000 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 0,107 rad/s
VITESSE O3 = 0,000 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

VITESSE O0 = 3,884 rad/s
VITESSE O2 = 0,098 rad/s
VITESSE O4 = 0,000 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 0,107 rad/s
VITESSE O3 = 0,000 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

LE ROULEMENT S'INTERROMPT

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.3

Le roulement s'interrompt

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7180	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,8110
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1590	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,2170
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,7020	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 2,1900
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,3790	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,6400
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,2120	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,3600
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4400
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 0,9000	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,3150
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1740	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1780,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 279,8960		

VITESSE O0 = 3,884 rad/s
VITESSE O2 = 1,488 rad/s
VITESSE O4 = 0,405 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,540 rad/s
VITESSE O3 = 2,162 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

VITESSE O0 = 3,884 rad/s
VITESSE O2 = 1,488 rad/s
VITESSE O4 = 0,414 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,540 rad/s
VITESSE O3 = 2,162 rad/s
VITESSE O5 = 0,289 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

LE ROULEMENT S'INTERROMPT

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.4

Le roulement s'interrompt

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7660	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,7970
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1490	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,4800
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,8800	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 2,1100
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,2000	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,7000
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,3700	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,8000
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4450
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 1,1150	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,9100
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1570	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1800,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 250,0000		

VITESSE O0 = 2,735 rad/s
VITESSE O2 = 1,212 rad/s
VITESSE O4 = 1,337 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,271 rad/s
VITESSE O3 = 2,810 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

LE RENVERSEMENT CONTINUE

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.5

Le renversement continue

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7653	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,7970
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1490	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,2930
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,8800	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 1,9600
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,4000	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,7000
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,3700	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,8750
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4450
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 1,1150	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,1950
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1570	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1800,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 275,0000		

VITESSE O0 = 3,815 rad/s
VITESSE O2 = 1,105 rad/s
VITESSE O4 = 0,786 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,130 rad/s
VITESSE O3 = 2,196 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

VITESSE O0 = 3,815 rad/s
VITESSE O2 = 1,105 rad/s
VITESSE O4 = 0,980 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,130 rad/s
VITESSE O3 = 2,196 rad/s
VITESSE O5 = 0,675 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,548 rad/s

LE RENVERSEMENT CONTINUE

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.6

Le renversement continue

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7620	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,7970
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1490	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,5500
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,8800	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 2,1000
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,4780	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,7780
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,5500	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,9500
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4450
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 1,1150	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,1950
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1570	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1800,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 200,0000		

**LE CAPOT TOUCHE LE SOL AVANT LA STRUCTURE DE PROTECTION
METHODE DE CALCUL NON UTILISABLE**

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.7

Méthode de calcul non utilisable

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7180	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,8110
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1590	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,2170
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,7020	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 2,0040
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,3790	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,6400
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,2120	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,3600
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4400
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 0,9000	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,3150
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1740	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1780,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 279,8960		

VITESSE O0 = 3,884 rad/s
VITESSE O2 = 1,488 rad/s
VITESSE O4 = 0,581 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,540 rad/s
VITESSE O3 = 2,313 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

VITESSE O0 = 3,884 rad/s
VITESSE O2 = 1,488 rad/s
VITESSE O4 = 0,633 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,540 rad/s
VITESSE O3 = 2,313 rad/s
VITESSE O5 = 0,373 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

LE ROULEMENT S'INTERROMPT

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.8

Le roulement s'interrompt

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7620	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,7970
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1490	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,2930
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,8800	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 1,9670
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,3000	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,7700
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,3500	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,9500
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4450
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 1,1150	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,1950
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1570	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1800,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 300,0000		

VITESSE O0 = 3,790 rad/s
VITESSE O2 = 1,133 rad/s
VITESSE O4 = 0,801 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,159 rad/s
VITESSE O3 = 2,118 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,000 rad/s

VITESSE O0 = 3,790 rad/s
VITESSE O2 = 1,133 rad/s
VITESSE O4 = 0,856 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 1,159 rad/s
VITESSE O3 = 2,118 rad/s
VITESSE O5 = 0,562 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,205 rad/s

LE RENVERSEMENT CONTINUE

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.9

Le renversement continue

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7653	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,7970
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1490	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,3800
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,8800	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 1,9600
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,3000	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,7000
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,3700	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,8900
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4450
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 1,1150	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,1950
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1570	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1800,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 275,0000		

VITESSE O0 = 3,815 rad/s
VITESSE O2 = 0,724 rad/s
VITESSE O4 = 0,808 rad/s
VITESSE O6 = 0,000 rad/s
VITESSE O8 = 0,000 rad/s

VITESSE O1 = 0,748 rad/s
VITESSE O3 = 1,956 rad/s
VITESSE O5 = 0,000 rad/s
VITESSE O7 = 0,000 rad/s
VITESSE O9 = 0,407 rad/s

LE RENVERSEMENT CONTINUE

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.10

Le renversement continue

ESSAI NR:

ARCEAU DE SÉCURITÉ MONTÉ À L'AVANT

DU TRACTEUR À VOIE ÉTROITE:

UNITÉS CARACTÉRISTIQUES:

LONGUEUR (m): MASSE (kg):

MOMENT D'INERTIE (kgm^2): ANGLE (radian):

HAUTEUR DU CDG	H1 = 0,7653	DIST. H. CDG-ESS. ARR.	L3 = 0,7970
DIST. H. CDG-ESS. AV.	L2 = 1,1490	HAUTEUR DES PNEUM. ARR.	D3 = 1,4800
HAUTEUR DES PNEUM. AV.	D2 = 0,9000	HAUTEUR TOTALE (PT IMPACT)	H6 = 1,9600
DIST. H. CDG-ARETE AV. ARC.	L6 = -0,4000	LARGEUR DE L'ARC.	B6 = 0,7000
HAUTEUR DU CAP.	H7 = 1,3700	LARGEUR DU CAP.	B7 = 0,8000
DIST. H. CDG-C. AV. CAP.	L7 = 1,6390	HAUTEUR PIVOT ESS. AV.	H0 = 0,4450
VOIE DE L'ESS. ARR.	S = 1,1150	LARGEUR PNEUM. ROUES ARR.	B0 = 0,1950
A. DE PALONNAGE ESS. AV.	D0 = 0,1570	MASSE DU TRACTEUR	Mc = 1800,000
MOMENT D'INERTIE	Q = 250,0000		

VITESSE O0 = 3,840
VITESSE O2 = 0,235
VITESSE O4 = 0,000
VITESSE O6 = 0,000
VITESSE O8 = 0,000

VITESSE O1 = 0,246
VITESSE O3 = 0,000
VITESSE O5 = 0,000
VITESSE O7 = 0,000
VITESSE O9 = 0,000

VITESSE O0 = 3,840
VITESSE O2 = 0,235
VITESSE O4 = 0,000
VITESSE O6 = 0,000
VITESSE O8 = 0,000

VITESSE O1 = 0,246
VITESSE O3 = 0,000
VITESSE O5 = 0,000
VITESSE O7 = 0,000
VITESSE O9 = 0,000

LE ROULEMENT S'INTERROMPT

Lieu:

Date:

L'ingénieur:

Exemple 6.11

Le roulement s'interrompt

Notes explicatives de l'annexe IX

- (1) Abstraction faite de la numérotation des sections B2 et B3, qui a été harmonisée avec l'ensemble de l'annexe, le texte des prescriptions et la numérotation du point B sont identiques au texte et à la numérotation du code normalisé de l'OCDE pour les essais officiels des structures de protection montées à l'avant des tracteurs agricoles et forestiers à roues et à voie étroite, Code 6 de l'OCDE, édition 2015 de juillet 2014.
- (2) Il est rappelé aux utilisateurs que le point index du siège est déterminé conformément à la norme ISO 5353 et qu'il s'agit d'un point fixe par rapport au tracteur, qui ne bouge pas lorsque l'on ajuste la position du siège en l'écartant de la position médiane. Pour déterminer la zone de dégagement, le siège est placé dans la position la plus en arrière et la plus haute.
- (3) Le programme et les exemples sont disponibles sur le site internet de l'OCDE.
- (4) Déformation permanente + élastique mesurée au point où le niveau d'énergie requis est obtenu.

ANNEXE X

Prescriptions relatives aux structures de protection contre le renversement (montées à l'arrière des tracteurs à voie étroite)

A. Dispositions générales

1. Les prescriptions de l'Union relatives aux structures de protection contre le renversement (montées à l'arrière des tracteurs à voie étroite) sont énoncées au point B.
2. Les essais peuvent être effectués selon les procédures d'essai statique ou dynamique, comme indiqué dans les sections B1 et B2. Les deux méthodes sont réputées équivalentes.

B. Prescriptions relatives aux structures de protection (montées à l'arrière des tracteurs à voie étroite)⁽¹⁾

1. DÉFINITIONS

1.1 [Sans objet]

1.2 *Structure de protection contre le renversement*

Une structure de protection contre le renversement (cabine ou cadre de protection), appelée par la suite «structure de protection», est la structure d'un tracteur dont le but essentiel est d'éviter ou minimiser le risque de blessure du conducteur en cas de renversement accidentel du tracteur lors de son utilisation normale.

La structure de protection contre le renversement se caractérise par le fait qu'elle réserve une zone de dégagement suffisante pour protéger le conducteur quand celui-ci est assis soit à l'intérieur de l'enveloppe de la structure, soit à l'intérieur d'un espace délimité par une série de lignes droites allant des bords extérieurs de la structure à une partie quelconque du tracteur qui risque d'entrer en contact avec le sol, et qui sera ainsi capable de soutenir le tracteur dans cette position s'il se renverse.

1.3 *Voie*

1.3.1 Définition préliminaire: plan médian de la roue ou de la chenille.

Le plan médian de la roue ou de la chenille est le plan équidistant des deux plans qui touchent les rebords de la jante ou de la chenille à sa périphérie.

1.3.2 Définition de la voie

Le plan vertical passant par l'axe d'une roue coupe le plan médian de celle-ci suivant une

droite qui rencontre le plan d'appui en un point. Soient **A** et **B** les deux points ainsi définis pour les roues du même essieu d'un tracteur; la voie est la distance entre les points **A** et **B**. La voie peut être ainsi définie pour les roues avant et pour les roues arrière. Dans le cas de roues jumelées, la voie est la distance entre les plans médians de chaque paire de roues. Dans le cas d'un tracteur à chenilles, la voie est la distance entre les plans médians des chenilles.

1.3.3 Définition connexe: plan médian du tracteur

On considère les positions extrêmes des points A et B, correspondant à la valeur maximale possible pour la voie, dans le cas de l'essieu arrière du tracteur. Le plan vertical perpendiculaire au segment **AB** en son milieu est dit «plan médian du tracteur».

1.4 *Empattement*

Distance entre les plans verticaux passant par les segments **AB** précédemment définis, correspondant l'un aux roues avant, l'autre aux roues arrière.

1.5 *Détermination du point index du siège; Position et réglage du siège pour les essais*

1.5.1 Point index du siège (SIP)⁽²⁾

Le point index du siège (ou point de repère) est déterminé conformément à la norme ISO 5353:1995.

1.5.2 Position et réglage du siège pour les essais

1.5.2.1 Si la position du siège est réglable, il faut régler le siège dans la position la plus haute et la plus reculée.

1.5.2.2 Si l'inclinaison du dossier est réglable, il faut régler le dossier dans la position médiane.

1.5.2.3 Si le siège comporte un système de suspension, celui-ci doit être bloqué à mi-course, sauf instructions contraires clairement spécifiées par le fabricant du siège.

1.5.2.4 Lorsque la position du siège n'est réglable qu'en longueur et en hauteur, l'axe longitudinal passant par le point index du siège doit être parallèle au plan longitudinal vertical du tracteur passant par le centre du volant, le décalage latéral maximum autorisé étant de 100 mm.

1.6 *Zone de dégagement*

1.6.1 Plan de référence

La zone de dégagement est illustrée aux figures 7.1 et 7.2. La zone est définie par rapport au plan de référence et au point index du siège. Le plan de référence est un plan vertical, généralement longitudinal du tracteur, passant par le point index du siège et le centre du volant. Normalement, le plan de référence coïncide avec le plan médian longitudinal du

tracteur. Il est supposé se déplacer horizontalement avec le siège et le volant lors des charges et demeurer perpendiculaire au tracteur ou au plancher de la structure de protection. La zone de dégagement est définie conformément aux points 1.6.2 et 1.6.3.

1.6.2 Détermination de la zone de dégagement pour les tracteurs à siège non réversible

La zone de dégagement des tracteurs à siège non réversible est définie aux points 1.6.2.1 à 1.6.2.10 ci-après et est délimitée par les plans suivants, pour un tracteur placé sur une surface horizontale et dont le siège est positionné et réglé comme spécifié aux points 1.5.2.1 à 1.5.2.4⁽²⁾, et le volant, s'il est réglable, est à sa position médiane pour un conducteur assis:

- 1.6.2.1 un plan horizontal **A₁ B₁ B₂ A₂** situé à $(810 + a_v)$ mm au-dessus du point index du siège, la ligne **B₁B₂** étant située à $(a_h - 10)$ mm derrière le SIP;
- 1.6.2.2 un plan incliné **H₁ H₂ G₂ G₁** perpendiculaire au plan de référence et comprenant deux points dont l'un est à 150 mm derrière la ligne **B₁B₂** et l'autre est le point le plus en arrière du dossier du siège;
- 1.6.2.3 une surface cylindrique **A₁ A₂ H₂ H₁** perpendiculaire au plan de référence, de 120 mm de rayon, joignant les plans définis en 1.6.2.1 et 1.6.2.2 ci-dessus;
- 1.6.2.4 une surface cylindrique **B₁ C₁ C₂ B₂** perpendiculaire au plan de référence, ayant un rayon de 900 mm et prolongeant de 400 mm vers l'avant le plan défini en 1.6.2.1 ci-dessus le long de la ligne **B₁B₂**;
- 1.6.2.5 un plan incliné **C₁ D₁ D₂ C₂** perpendiculaire au plan de référence, contigu à la surface définie en 1.6.2.4 ci-dessus et passant à 40 mm en avant du bord extérieur du volant. Dans le cas d'un volant surélevé, ce plan a pour origine **B₁ B₂** et est tangent à la surface définie en 1.6.2.4 ci-dessus;
- 1.6.2.6 un plan vertical **D₁ K₁ E₁ E₂ K₂ D₂** perpendiculaire au plan de référence à 40 mm en avant du bord extérieur du volant;
- 1.6.2.7 un plan horizontal **E₁ F₁ P₁ N₁ N₂ P₂ F₂ E₂** passant par un point situé à $(90 - a_v)$ mm en dessous du point index du siège;
- 1.6.2.8 une surface **G₁ L₁ M₁ N₁ N₂ M₂ L₂ G₂**, courbe si nécessaire, partant de la limite inférieure du plan défini en 1.6.2.2 ci-dessus et aboutissant au plan horizontal défini en 1.6.2.7 ci-dessus, perpendiculaire au plan de référence et en contact avec le dossier du siège sur toute sa longueur;
- 1.6.2.9 deux plans verticaux **K₁ I₁ F₁ E₁** et **K₂ I₂ F₂ E₂** parallèles au plan de référence, situés à 250 mm de part et d'autre de ce plan et limités vers le haut à 300 mm au-dessus du plan défini au point 1.6.2.7 ci-dessus;

- 1.6.2.10 deux plans inclinés et parallèles $A_1 B_1 C_1 D_1 K_1 I_1 L_1 G_1 H_1$ et $A_2 B_2 C_2 D_2 K_2 I_2 L_2 G_2 H_2$ s'étendant du bord supérieur des plans définis au point 1.6.2.9 au plan horizontal défini au point 1.6.2.1 à au moins 100 mm du plan de référence du côté d'application de la charge;
- 1.6.2.11 deux portions de plans verticales $Q_1 P_1 N_1 M_1$ et $Q_2 P_2 N_2 M_2$ parallèles au plan de référence, situées à 200 mm de part et d'autre de ce plan et limitées vers le haut à 300 mm au-dessus du plan horizontal défini au point 1.6.2.7 ci-dessus;
- 1.6.2.12 deux portions $I_1 Q_1 P_1 F_1$ et $I_2 Q_2 P_2 F_2$ d'un plan vertical perpendiculaire au plan de référence et passant à $(210-a_h)$ mm en avant du SIP;
- 1.6.2.13 deux portions $I_1 Q_1 M_1 L_1$ et $I_2 Q_2 M_2 L_2$ du plan horizontal passant à 300 mm au-dessus du plan défini au point 1.6.2.7 ci-dessus.
- 1.6.3 Détermination de la zone de dégagement pour les tracteurs à poste de conduite réversible
- Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (siège et volant réversibles), la zone de dégagement correspond à l'enveloppe des deux zones de dégagement définies selon les deux positions différentes du volant et du siège.
- 1.6.3.1 Si la structure de protection est à deux montants arrière, pour chaque position du volant et du siège, la zone de dégagement sera définie sur la base des points 1.6.1 et 1.6.2 de la présente annexe pour la position de conduite normale, d'une part, et sur la base des points 1.6.1 et 1.6.2 de l'annexe IX pour la position de conduite inversée, d'autre part (voir figure 7.2.a).
- 1.6.3.2 Si la structure de protection est d'un autre type, pour chaque position du volant et du siège, la zone de dégagement sera définie sur la base des points 1.6.1 et 1.6.2 de la présente annexe (voir figure 7.2.b).
- 1.6.4 Sièges optionnels
- 1.6.4.1 Dans le cas d'un tracteur pouvant être équipé de sièges optionnels, on utilise durant les essais l'enveloppe comprenant les points index du siège de l'ensemble des options proposées. La structure de protection ne doit pas pénétrer à l'intérieur de la zone de dégagement composite correspondant à ces différents points index du siège.
- 1.6.4.2 Dans le cas où une nouvelle option pour le siège serait proposée après que l'essai a eu lieu, il est procédé à une détermination pour vérifier si la zone de dégagement autour du nouveau SIP se situe à l'intérieur de l'enveloppe antérieurement établie. Si ce n'est pas le cas, un nouvel essai doit être effectué.
- 1.6.4.3 Un siège destiné à une personne autre que le conducteur et à partir duquel le tracteur ne peut être conduit n'est pas considéré comme un siège optionnel. Pour ce siège, aucune détermination du SIP n'est nécessaire, puisque la définition de la zone de dégagement

s'applique au siège du conducteur.

1.7 *Masse*

1.7.1 Masse non lestée / Masse à vide

La masse du tracteur avec l'eau de refroidissement, les lubrifiants, le carburant, l'outillage et le dispositif de protection, mais sans les accessoires optionnels. Les masses optionnelles d'alourdissement avant ou arrière, le lest des pneumatiques, les instruments et équipements portés et les équipements particuliers ne sont pas pris en compte.

1.7.8. Masse maximale admissible

Masse maximale du tracteur fixée par le constructeur et déclarée sur la plaque d'identification du véhicule et / ou dans le manuel de service.

1.7.9 Masse de référence

La masse spécifiée par le constructeur et utilisée dans les formules de calcul de la hauteur de chute du bloc-pendule, des énergies de charge et des forces d'écrasement lors de l'essai. La masse de référence ne doit pas être inférieure à la masse non lestée et doit être suffisante pour que le rapport des masses n'excède pas 1,75 (voir point 1.7.4).

1.7.10 Rapport des masses

Rapport $\left(\frac{\text{Masse max. admissible}}{\text{Masse de référence}} \right)$ Ne doit pas être supérieur à 1,75

1.8 *Tolérances de mesure admises*

Dimensions linéaires:	± 3 mm
sauf pour: -- déformation des pneumatiques:	± 1 mm
-- déformation du dispositif sous charges horizontales:	± 1 mm
-- hauteur de chute du bloc-pendule:	± 1 mm
Masses: ± 0,2 % (de la valeur de pleine échelle du capteur)	
Forces: ± 0,1 % (de la valeur de pleine échelle du capteur)	
Angles:	± 0,1°

1.9. *Symboles*

a_h	(mm)	Moitié du réglage horizontal du siège;
a_v	(mm)	Moitié du réglage vertical du siège;
B	(mm)	Largeur hors tout minimale du tracteur;

B₆	(mm)	Largeur extérieure maximale du dispositif de protection;
D	(mm)	Déformation du dispositif au point d'impact (essais dynamiques) ou au point et dans l'axe d'application de la charge (essais statiques);
D'	(mm)	Déformation du dispositif pour l'énergie calculée requise;
E_a	(J)	Énergie de déformation absorbée à l'endroit où la charge est supprimée. Zone inscrite à l'intérieur de la courbe F-D ;
E_i	(J)	Énergie de déformation absorbée. Zone située au-dessous de la courbe F-D ;
E'_i	(J)	Énergie de déformation absorbée après application de la charge additionnelle à la suite d'une fracture ou fissure;
E''_i	(J)	Énergie de déformation absorbée pendant l'essai de surcharge dans le cas où la charge a été supprimée avant le commencement de l'essai de surcharge. Zone située au-dessous de la courbe F-D ;
E_{il}	(J)	Énergie devant être absorbée pendant l'application de la charge longitudinale;
E_{is}	(J)	Énergie devant être absorbée pendant l'application de la charge latérale;
F	(N)	Force de charge statique;
F'	(N)	Force de charge pour l'énergie calculée requise correspondant à E'_i ;
F-D		Diagramme force-déformation;
F_{max}	(N)	Force de charge statique maximale intervenant pendant l'application de la charge, à l'exclusion de la surcharge;
F_v	(N)	Force d'écrasement verticale;
H	(mm)	Hauteur de chute du pendule (essais dynamiques);
H'	(mm)	Hauteur de chute du pendule pour l'essai additionnel (essais dynamiques);
I	(kgm ²)	Moment d'inertie de référence du tracteur autour de l'axe central des roues arrière, quelle que soit la masse de ces roues;
L	(mm)	Empattement de référence du tracteur;
M	(kg)	Masse de référence du tracteur lors des essais de résistance.

2. CHAMP D'APPLICATION

2.1 La présente annexe est applicable aux tracteurs dotés d'au minimum deux essieux pour des roues à pneumatiques ou équipés de chenilles en lieu et place des roues et présentant les caractéristiques suivantes:

2.1.1 dégagement au-dessus du sol de 600 mm maximum au-dessous du point le plus bas des essieux avant et arrière, compte tenu du différentiel;

2.1.2 voie minimale fixe ou réglable de l'un des essieux inférieure à 1 150 mm lorsqu'il est équipé des pneumatiques de plus larges dimensions; l'essieu équipé des pneumatiques les plus larges étant supposé être réglé sur une voie d'au maximum 1 150 mm, la voie de l'autre essieu doit pouvoir être réglée de telle manière que les bords extérieurs des pneumatiques les plus étroits ne dépassent pas les bords extérieurs des pneumatiques de l'autre essieu. Au cas où les deux essieux sont équipés de jantes et de pneumatiques de mêmes dimensions, la voie fixe ou réglable des deux essieux doit être inférieure à 1 150 mm;

2.1.3 masse supérieure à 400 kg, correspondant au poids à vide des tracteurs, y compris le

dispositif de protection et les pneumatiques de la plus grande dimension recommandée par le constructeur. Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (siège et volant réversibles), la masse à vide doit être inférieure à 3 500 kg et la masse maximale admissible ne doit pas dépasser 5 250 kg. Pour tous les tracteurs, le rapport des masses (*Masse maximale admissible / Masse de référence*) ne doit pas être supérieur à 1,75;

2.1.4 dispositif de protection en cas de renversement, du type arceau, cadre ou cabine, monté en tout ou en partie à l'arrière du point d'index du siège, et dont le sommet de la zone de dégagement est à $(810 + a_v)$ mm au-dessus du point index du siège, zone où l'espace libre est suffisamment grand pour protéger le conducteur.

2.2 S'il existe des types de tracteurs tels que des équipements forestiers spéciaux comme les débardeuses et les débusqueuses, la présente annexe ne s'y applique pas.

B1 PROCÉDURE D'ESSAI STATIQUE

3. RÈGLES ET DIRECTIVES

3.1 Conditions des essais de résistance du dispositif de protection et de sa fixation aux tracteurs

3.1.1 Spécifications générales

3.1.1.1 But des essais

Les essais effectués à l'aide de dispositifs spéciaux sont destinés à simuler les charges subies par le dispositif de protection en cas de renversement du tracteur. Ces essais permettent d'observer la résistance du dispositif de protection et de ses fixations sur le tracteur ainsi que toute partie du tracteur transmettant la charge d'essai.

3.1.1.2 Méthodes d'essai

Les essais peuvent être réalisés au choix du constructeur selon la méthode statique ou selon la méthode dynamique (voir l'annexe II). Les deux méthodes sont considérées comme équivalentes.

3.1.1.3 Dispositions générales applicables à la préparation des essais

3.1.1.3.1 Le dispositif de protection doit être conforme aux spécifications de la production en série. Il est fixé, conformément à la méthode indiquée par le constructeur, à l'un des tracteurs pour lesquels il est conçu.

Note: pour réaliser l'essai selon la méthode statique, il n'est pas nécessaire de disposer d'un tracteur complet; toutefois, le dispositif de protection et les parties du tracteur auxquelles ce dispositif est fixé doivent constituer une installation opérationnelle, ci-après

dénommée «ensemble».

- 3.1.1.3.2 Que la méthode soit statique ou dynamique, le tracteur (ou l'ensemble) doit comporter tous les éléments de série qui peuvent avoir une incidence sur la résistance du dispositif de protection ou être nécessaires à l'exécution de l'essai.

Les éléments susceptibles de constituer un danger à l'intérieur de la zone de dégagement doivent également être montés sur le tracteur ou sur l'ensemble, afin que l'on puisse vérifier si les conditions d'acceptation du point 3.1.3 sont satisfaites. Tous les composants du tracteur ou du dispositif de protection incluant les dispositifs de protection contre les intempéries doivent être fournis ou décrits sur plan.

- 3.1.1.3.3 Les panneaux et éléments amovibles non structurels doivent être retirés avant les essais de résistance, afin de ne pas contribuer à renforcer le dispositif de protection le cas échéant.

- 3.1.1.3.4 La voie doit être réglée de telle sorte que le dispositif de protection ne soit pas, dans la mesure du possible, supporté par les pneumatiques ou les chenilles pendant les essais de résistance. Si ces essais sont réalisés selon la méthode statique, les roues ou les chenilles peuvent être déposées.

3.1.2 Essais

3.1.2.1 Enchaînement des essais dans le cadre de la méthode statique

L'enchaînement des essais, sans préjuger des essais additionnels mentionnés aux points 3.2.1.6 et 3.2.1.7, est le suivant:

- 1) **charge à l'arrière du dispositif**
(voir 3.2.1.1);
- 2) **écrasement à l'arrière**
(voir 3.2.1.4);
- 3) **charge à l'avant du dispositif**
(voir 3.2.1.2);
- 4) **charge à l'avant du dispositif**
(voir 3.2.1.3);
- 5) **écrasement à l'avant**
(voir 3.2.1.5).

3.1.2.2 Spécifications générales

- 3.1.2.2.1 Si une partie quelconque du système d'ancrage du tracteur se déplace ou se brise au cours de l'essai, celui-ci doit être recommencé.

- 3.1.2.2.2 Il n'est admis ni réparation, ni réglage du tracteur ou du dispositif de protection pendant

les essais.

- 3.1.2.2.3 Le tracteur doit subir les essais avec la boîte de vitesses au point mort et les freins lâchés.
- 3.1.2.2.4 Si un système de suspension est monté sur le tracteur entre le châssis et les roues, il doit être bloqué pendant les essais.
- 3.1.2.2.5 Le côté choisi pour la première charge à l'arrière du dispositif doit être celui qui, selon les autorités responsables des essais, se traduira par l'application des séries de charges les plus défavorables pour le dispositif. La charge latérale et la charge arrière doivent être appliquées de part et d'autre du plan médian longitudinal de la structure de protection. La charge avant doit être appliquée du même côté du plan médian longitudinal de la structure de protection que la charge latérale.
- 3.1.3 Conditions d'acceptation
- 3.1.3.1 Un dispositif de protection est réputé avoir satisfait aux spécifications en matière de résistance s'il remplit les conditions suivantes:
- 3.1.3.1.1 pendant l'essai statique, au moment où l'énergie requise est atteinte dans chaque essai prescrit de charge horizontale ou dans l'essai de surcharge, la force doit être supérieure à 0,8 F;
- 3.1.3.1.2 si, pendant un essai, des fractures ou des fissures apparaissent par suite de l'application de la force d'écrasement, un essai d'écrasement additionnel tel que défini au point 3.2.1.7 doit être effectué immédiatement après l'essai d'écrasement qui a provoqué l'apparition de ces fractures ou fissures;
- 3.1.3.1.3 pendant les essais autres que les essais de surcharge, aucune partie du dispositif de protection ne doit pénétrer dans la zone de dégagement telle que définie au point 1.6;
- 3.1.3.1.4 pendant les essais autres que les essais de surcharge, toutes les parties de la zone de dégagement doivent rester protégées du dispositif conformément aux points 3.2.2.2;
- 3.1.3.1.5 pendant les essais, le dispositif de protection ne doit exercer aucune contrainte sur la structure du siège;
- 3.1.3.1.6 la déformation élastique mesurée conformément au point 3.2.2.3 doit être inférieure à 250 mm.
- 3.1.3.2 Pendant et après l'essai, il ne doit exister aucun élément ou organe saillant susceptible de blesser le conducteur lors d'un accident par renversement ou, en cas de déformation, de l'immobiliser, par exemple par la jambe ou le pied; on ne doit trouver aucun autre élément

présentant un risque pour le conducteur.

3.1.4 [Sans objet]

3.1.5 Appareillage et équipement pour les essais

3.1.5.1 Dispositif d'essai statique

3.1.5.1.1 Le dispositif d'essai statique doit permettre d'appliquer des poussées ou des charges sur le dispositif de protection.

3.1.5.1.2 Il faut faire en sorte que la charge soit distribuée uniformément suivant la normale à la direction de la charge tout au long d'un patin de longueur égale à un multiple exact de 50 compris entre 250 et 700 mm. Le patin rigide doit avoir une section verticale de 150 mm. Les bords du patin en contact avec le dispositif de protection doivent être courbes selon un rayon maximal de 50 mm.

3.1.5.1.3 Le support doit pouvoir être adapté à tout angle par rapport à la direction de la charge afin de pouvoir s'ajuster aux variations angulaires de la surface du dispositif de protection supportant la charge au fur et à mesure de la déformation du dispositif.

3.1.5.1.4 Direction de la force (écart par rapport à l'horizontale et à la verticale):

- au début de l'essai, au repos: $\pm 2^\circ$;
- pendant l'essai, sous charge: 10° au-dessus et 20° au-dessous de l'horizontale. Ces variations doivent être réduites au minimum.

3.1.5.1.5 La vitesse de déformation doit être suffisamment faible, moins de 5 mm/s, pour que la charge puisse être considérée à tout moment comme statique.

3.1.5.2 Appareillage de mesure de l'énergie absorbée par la structure

3.1.5.2.1 La courbe force/déformation doit être tracée afin de déterminer l'énergie absorbée par le dispositif. Il n'est pas nécessaire de mesurer la force et la déformation au point d'application de la charge sur le dispositif; cependant, la force et la déformation doivent être mesurées simultanément et co-linéairement.

3.1.5.2.2 Le point d'origine des mesures de déformation doit être choisi de telle sorte que seule l'énergie absorbée par le dispositif et/ou la déformation de certaines parties du tracteur soit prise en compte. L'énergie absorbée par la déformation et/ou le ripage de l'ancrage doit

être négligée.

3.1.5.3 Moyens d'ancrage du tracteur au sol

3.1.5.3.1 Des rails d'ancrage, présentant l'écartement requis et couvrant la surface nécessaire pour ancrer le tracteur dans tous les cas représentés, doivent être fixés rigidement à un socle résistant proche du dispositif d'essai.

3.1.5.3.2 Le tracteur doit être ancré aux rails par tout moyen approprié (plaques, cales, câbles, supports, etc.) pour qu'il ne puisse bouger pendant les essais. L'immobilité du tracteur doit être vérifiée pendant le déroulement de l'essai au moyen des dispositifs habituels de mesure de longueur.

Si le tracteur se déplace, il faut renouveler l'essai complet sauf si le système de mesure de déformation utilisé pour tracer la courbe force-déformation est relié au tracteur.

3.1.5.4 Dispositif d'écrasement

Un dispositif, illustré à la figure 7.3, doit pouvoir exercer une force descendante sur la structure de protection par l'intermédiaire d'une traverse rigide d'environ 250 mm de largeur reliée au mécanisme d'application de la charge par des joints universels. Des supports sont prévus sous les essieux de façon que les pneumatiques du tracteur ne supportent pas la force d'écrasement.

3.1.5.5 Autres appareils de mesure

Sont également nécessaires les dispositifs de mesure suivants:

3.1.5.5.1 dispositif de mesure de déformation élastique (différence entre la déformation instantanée maximale et la déformation permanente, voir figure 7.4).

3.1.5.5.2 dispositif destiné à vérifier l'absence de pénétration de la structure de protection dans la zone de dégagement et la protection de celle-ci par la structure à tout moment de l'essai (point 3.2.2.2).

3.2 Procédure d'essai statique

3.2.1 Essais de charge et d'écrasement

3.2.1.1 **Charge à l'arrière**

3.2.1.1.1 La charge est appliquée horizontalement, dans un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur.

Le point d'application de la charge doit être situé sur la partie du dispositif de protection susceptible de heurter le sol la première en cas de renversement du tracteur en arrière, c'est-à-dire normalement sur le bord supérieur. Le plan vertical dans lequel la charge est

appliquée est situé à une distance égale au sixième de la largeur du sommet du dispositif de protection à l'intérieur d'un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur touchant l'extrémité supérieure du sommet du dispositif de protection.

Si le dispositif est courbe ou saillant en ce point, des cales doivent être ajoutées pour pouvoir appliquer la charge sans que cela se traduise par un renforcement du dispositif.

3.2.1.1.2 L'ensemble est ancré au sol conformément à la description du point 3.1.6.3.

3.2.1.1.3 L'énergie absorbée par le dispositif de protection au cours de l'essai doit être au moins égale à:

$$E_{il} = 2,165 \times 10^{-7} M L^2$$

ou

$$E_{il} = 0,574 \times I.$$

3.2.1.1.4 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), l'énergie doit être la plus grande des valeurs données par la formule choisie ci-dessus et la formule suivante:

$$E_{il} = 500 + 0,5 M.$$

3.2.1.2 Charge à l'avant

3.2.1.2.1 La charge est appliquée horizontalement, dans un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur. Le point d'application de la charge doit se situer sur la partie du dispositif de protection susceptible de heurter le sol la première en cas de renversement latéral du tracteur se dirigeant vers l'avant, c'est-à-dire normalement sur le bord supérieur. Le point d'application de la charge se situe au sixième de la largeur du sommet du dispositif de protection, à l'intérieur d'un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur touchant l'extrémité extérieure du sommet du dispositif de protection.

Si le dispositif est courbe ou saillant en ce point, des cales doivent être ajoutées pour pouvoir appliquer la charge sans que cela se traduise par un renforcement du dispositif.

3.2.1.2.2 L'ensemble est ancré au sol conformément à la description du point 3.1.6.3.

3.2.1.2.3 L'énergie absorbée par le dispositif de protection au cours de l'essai doit être au moins égale à:

$$E_{il} = 500 + 0,5 M.$$

3.2.1.2.4 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (siège et volant réversibles):

si la structure de protection est à deux montants et placée à l'arrière, la formule précédente doit également être appliquée;

si la structure de protection est d'un autre type, l'énergie choisie doit être la plus grande selon les valeurs données par la formule précédente et la formule suivante choisie:

$$E_{il} = 2,165 \times 10^{-7} ML^2$$

ou

$$E_{il} = 0,574 I.$$

3.2.1.3 Charge latérale

3.2.1.3.1 La charge latérale est appliquée horizontalement, dans un plan vertical perpendiculaire au plan médian du tracteur et passant à 60 mm en avant du point index du siège réglé en position moyenne dans l'axe longitudinal. Le point d'application de la charge est situé sur la partie du dispositif de protection susceptible de heurter le sol la première en cas de renversement latéral du tracteur, c'est-à-dire normalement le bord supérieur.

3.2.1.3.2 L'ensemble est ancré au sol conformément à la description du point 3.1.6.3.

3.2.1.3.3 L'énergie absorbée par le dispositif de protection au cours de l'essai doit être au moins égale à:

$$E_{is} = 1,75 M.$$

3.2.1.3.4 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), le point d'application de la charge doit être situé dans le plan perpendiculaire au plan médian du tracteur passant par le milieu du segment joignant les deux points index du siège définis selon les deux positions différentes de celui-ci. Dans le cas d'une structure de protection comportant deux montants, la charge doit être appliquée sur l'un des deux montants.

3.2.1.3.5 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (siège et volant réversibles) dont la structure de protection est à deux montants à l'arrière, l'énergie doit être la plus élevée de celles calculées par les formules suivantes:

$$E_{is} = 1,75 M$$

ou

$$E_{is} = 1,75 M (B_6 + B)/2B.$$

3.2.1.4 Écrasement à l'arrière

La poutre doit être placée sur la (les) traverse(s) la (les) plus élevée(s) à l'avant du dispositif de protection et la résultante des forces d'écrasement doit se situer dans le plan

médian du tracteur. Une force F_v doit être appliquée, selon la formule suivante:

$$F_v = 20 M.$$

Cette force F_v doit être maintenue pendant 5 secondes après l'arrêt de tout mouvement visuellement perceptible de la structure de protection.

Lorsque la partie arrière du toit de la structure de protection ne résiste pas à la totalité de la force d'écrasement, celle-ci doit être appliquée jusqu'à ce que le toit déformé coïncide avec le plan joignant la partie supérieure de la structure à l'élément arrière du tracteur capable de supporter le tracteur retourné.

La force doit alors cesser d'être appliquée et la poutre d'écrasement replacée sur l'élément de la structure sur lequel reposerait le tracteur complètement retourné. La force d'écrasement F_v sera alors appliquée à nouveau.

3.2.1.5 Écrasement à l'avant

La poutre doit être placée sur la ou les traverses les plus élevées à l'avant du dispositif de protection et la résultante des forces d'écrasement doit se situer dans le plan médian du tracteur. Une force F_v doit être appliquée selon la formule suivante:

$$F_v = 20 M.$$

Cette force F_v doit être maintenue pendant 5 secondes après l'arrêt de tout mouvement visuellement perceptible de la structure de protection.

Lorsque la partie avant du toit de la structure de protection ne résiste pas à la totalité de la force d'écrasement, celle-ci doit être appliquée jusqu'à ce que le toit déformé coïncide avec le plan joignant la partie supérieure de la structure à l'élément avant du tracteur capable de supporter le tracteur retourné.

La force doit alors cesser d'être appliquée et la poutre d'écrasement replacée sur l'élément de la structure sur lequel reposerait le tracteur complètement retourné. La force d'écrasement F_v sera alors appliquée à nouveau.

3.2.1.6 Essais additionnels de surcharge (figures 7.5 à 7.7)

L'essai de surcharge est requis si la force décroît de plus de 3 pour cent au cours des derniers 5 pour cent de la déformation atteinte lorsque l'énergie requise est absorbée par la structure (voir figure 7.6).

L'essai de surcharge consiste à poursuivre la charge horizontale par accroissements successifs de 5 pour cent de l'énergie requise au départ jusqu'à un maximum de 20 pour cent de l'énergie ajoutée (voir figure 7.7).

L'essai de surcharge est satisfaisant si, après chaque accroissement de 5, 10 ou 15 pour cent de l'énergie requise, la force diminue de moins de 3 pour cent pour un accroissement de 5 pour cent et si la force reste supérieure à $0,8 F_{\max}$.

L'essai de surcharge est satisfaisant si, après que la structure ait absorbé 20 pour cent de l'énergie ajoutée, la force reste supérieure à $0,8 F_{\max}$.

Les fractures ou fissures supplémentaires, la pénétration dans la zone de dégagement ou

l'absence de protection de cette zone à la suite d'une déformation élastique sont autorisées pendant l'essai de surcharge. Cependant, après cessation de la charge, la structure ne doit pas pénétrer dans la zone et la zone doit être entièrement protégée.

3.2.1.7 **Essais additionnels d'écrasement**

Si des fractures ou des fissures non négligeables apparaissent au cours d'un essai d'écrasement, il faut procéder à un deuxième essai d'écrasement similaire, mais avec une force de $1,2 F_v$, immédiatement après l'essai d'écrasement à l'origine de ces fractures ou fissures.

3.2.2 **Mesures à effectuer**

3.2.2.1 Fractures et fissures

Après chaque essai tous les éléments d'assemblage, les membrures et les dispositifs de fixation sont examinés visuellement pour y déceler les fractures et les fissures; il n'est pas tenu compte d'éventuelles petites fissures dans les éléments sans importance.

3.2.2.2 Pénétration dans la zone de dégagement

Au cours de chaque essai, le dispositif de protection est examiné pour vérifier si une partie quelconque a pénétré dans la zone de dégagement autour du siège du conducteur telle que définie au point 1.6.

En outre, la zone de dégagement doit rester abritée par la structure de protection. À cet effet, on doit considérer comme non abritée toute partie de cette zone qui serait censée toucher un sol plat en cas de renversement du tracteur du côté où la charge est appliquée, étant entendu que les pneumatiques avant et arrière et la voie présenteront les dimensions minimales spécifiées par le constructeur.

3.2.2.3 Déformation élastique sous la charge latérale

La déformation élastique se mesure $(810 + a_v)$ mm au-dessus du point index du siège, dans le plan vertical sur lequel la charge est appliquée. Cette mesure peut être effectuée à l'aide de tout appareil analogue à celui illustré à la figure 7.4.

3.2.2.4 Déformation permanente

Les déformations permanentes du dispositif de protection doivent être mesurées après le dernier essai d'écrasement. Pour ce faire, avant le début de l'essai, la position des principaux éléments du dispositif de protection par rapport au point index du siège doit être utilisée.

3.3 ***Extension à d'autres modèles de tracteurs***

3.3.1 [Sans objet]

Extension technique

3.3.2

Si des modifications techniques ont été apportées au tracteur, à la structure de protection ou à la méthode de fixation de cette structure sur le tracteur, la station d'essais qui a effectué l'essai d'origine peut délivrer un «bulletin d'extension technique» dans les cas suivants:

Extension des résultats des essais de la structure à d'autres modèles de tracteurs

3.3.2.1

Les essais de charge et d'écrasement ne seront pas obligatoires pour chaque modèle de tracteur, à condition que la structure de protection et le tracteur remplissent les conditions stipulées dans les points 3.3.2.1.1 à 3.3.2.1.5 ci-dessous.

La structure doit être identique à celle soumise à l'essai.

3.3.2.1.1

3.3.2.1.2

L'énergie requise ne doit pas dépasser l'énergie calculée pour l'essai original de plus de 5 pour cent; la limite de 5 pour cent s'applique également aux extensions en cas de substitution des roues par des chenilles sur le même tracteur.

3.3.2.1.3

La méthode de fixation et les éléments du tracteur sur lesquels porte la fixation doivent être identiques.

3.3.2.1.4

Tous les éléments, tels les garde-boue et le capot, qui peuvent servir de support à la structure de protection, doivent être identiques.

3.3.2.1.5

La position et les dimensions critiques du siège dans la structure de protection et la position de celle-ci par rapport au tracteur doivent être telles que la zone de dégagement reste protégée par la structure déformée pendant toute la durée des essais (la vérification doit se faire d'après la même référence de zone de dégagement que dans le bulletin d'essai original, à savoir le point de référence du siège [SRP] ou le point index du siège [SIP]).

3.3.2.2

Extension des résultats d'essai structurel à des modèles modifiés de la structure de protection

Cette procédure doit être suivie quand les dispositions du point 3.3.2.1 ne sont pas remplies. Elle n'est pas à appliquer si le principe de la méthode de fixation de la structure de protection sur le tracteur est modifié (par exemple remplacement des supports en caoutchouc par un dispositif de suspension):

3.3.2.2.1

Modifications n'affectant pas les résultats de l'essai d'origine (par exemple, la fixation par soudure de la plaque de montage d'un accessoire à un emplacement non critique de la structure), rajout de sièges ayant une position différente du SIP dans la structure de protection (sous réserve de vérification que la ou les nouvelles zones de dégagement restent protégées par la structure déformée pendant toute la durée de l'essai).

3.3.2.2.2

Modifications susceptibles d'avoir une incidence sur les résultats de l'essai original sans remettre en question l'acceptabilité de la structure de protection (par exemple modification d'un élément de la structure, modification de la méthode de fixation de la structure de protection sur le tracteur). Il peut être procédé à un essai de validation dont les résultats seront consignés dans le bulletin d'extension.

Cette extension de type est limitée comme suit:

3.3.2.2.2.1

Il ne peut être accepté plus de 5 extensions sans un essai de validation;

- 3.3.2.2.2 les résultats de l'essai de validation seront acceptés pour l'extension si l'ensemble des conditions d'acceptation de la présente annexe est rempli et:
- si la déformation mesurée après chaque essai d'impact ne varie pas de la déformation mesurée lors de l'essai d'origine de plus de $\pm 7\%$ (dans le cas d'un essai dynamique);
 - si la force mesurée quand le niveau d'énergie requis a été atteint au cours des divers essais de charge horizontale ne s'écarte pas de $\pm 7\%$ de la force mesurée quand le niveau d'énergie requis a été atteint dans l'essai d'origine et si la déformation⁽³⁾ mesurée quand le niveau d'énergie requis a été atteint au cours des divers essais de charge horizontale ne s'écarte pas de $\pm 7\%$ de la déformation mesurée quand le niveau d'énergie requis a été atteint dans l'essai d'origine (dans le cas d'un essai statique);

3.3.2.2.3 il est possible d'intégrer plus d'une modification d'une structure de protection dans le même bulletin d'extension dès lors qu'elles correspondent à plusieurs options d'une même structure de protection. En revanche un seul essai de validation peut être porté dans un bulletin d'extension. Les options non testées seront décrites dans une section spécifique du bulletin d'extension.

3.3.2.2.3 Augmentation de la masse de référence déclarée par le constructeur pour la structure de protection déjà testée. Si le constructeur souhaite conserver le même numéro d'approbation, il est possible d'émettre un bulletin d'extension après un essai de validation (dans ce cas les limites de $\pm 7\%$ spécifiées au point 3.3.2.2.2 ne sont pas applicables).

[Sans objet]

3.4

3.5 *Comportement au froid des structures de protection*

3.5

3.5.1 Si le constructeur fait état d'une résistance particulière de la structure de protection à la friabilité à basse température, les propriétés en cause seront décrites dans le bulletin d'essai, sur les indications du constructeur.

3.5.2 Les prescriptions et procédures décrites ci-dessous visent à renforcer la structure de protection et à la prémunir contre les fractures dues à la friabilité à basse température. Il est suggéré que les prescriptions minimales suivantes, portant sur les matériaux employés, soient observées pour l'appréciation de la fragilité au froid dans les pays requérant ce supplément de protection en cours d'utilisation.

3.5.2.1 Les boulons et écrous d'assemblage de la structure de protection et ses fixations au tracteur posséderont des propriétés suffisantes de résistance à basse température et celles-ci seront vérifiées.

3.5.2.2 Toutes les électrodes de soudure utilisées dans la fabrication des éléments de structure et dans la fixation au tracteur doivent être compatibles avec les matériaux utilisés pour la structure de protection, comme indiqué au point 3.5.2.3 ci-après.

3.5.2.3 Les aciers utilisés dans les éléments de structure subiront un contrôle de dureté sous forme d'un niveau minimum prescrit d'énergie d'impact, au sens du test de Charpy à entaille en V selon les indications du tableau 7.1. La qualité et la classe de l'acier doivent être spécifiées selon la norme ISO 630:1995.

Un acier d'une épaisseur brute de laminage inférieure à 2,5 mm et d'une teneur en carbone inférieure à 0,2 pour cent est considéré comme satisfaisant.

Les éléments de structure construits à partir de matériaux autres que l'acier doivent

posséder une résistance équivalente à l'impact à basse température.

3.5.2.4

Lors du test de Charpy à entaille en V portant sur le niveau minimum d'énergie d'impact, la taille de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à la plus grande des dimensions énumérées au tableau 7.1 pour autant que le matériau le permette.

3.5.2.5

Les tests de Charpy à entaille en V seront effectués selon la procédure décrite dans ASTM A 370-1979, sauf pour les tailles des éprouvettes, qui devront respecter les dimensions données dans le tableau 7.1.

Dimensions de l'éprouvette	Énergie à	Énergie à
	-30 °C	-20 °C
mm	J	J ^{b)}
10 x 10 ^{a)}	11	27,5
10 x 9	10	25
10 x 8	9,5	24
10 x 7,5 ^{a)}	9,5	24
10 x 7	9	22,5
10 x 6,7	8,5	21
10 x 6	8	20
10 x 5 ^{a)}	7,5	19
10 x 4	7	17,5
10 x 3,5	6	15
10 x 3	6	15
10 x 2,5 ^{a)}	5,5	14

Tableau 7.1

Niveau minimum requis d'énergie d'impact selon le test de Charpy à entaille en V

- a) Indique la dimension préférentielle. La dimension de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à la plus grande des dimensions préférentielles que le matériau permet.
- b) L'énergie requise à -20 °C est égale à 2,5 fois la valeur spécifiée pour -30 °C. D'autres facteurs affectent la résistance à l'énergie d'impact, à savoir le sens du laminage, la limite d'élasticité, l'orientation du grain et la soudure. Lors de la sélection et de la mise en œuvre d'un acier, il convient de tenir compte de ces facteurs.

3.5.2.6

Une autre manière de procéder consiste à utiliser des aciers calmés ou semi-calmés dont les spécifications seront suffisantes et communiquées. La qualité et la classe de l'acier doivent être spécifiées selon la norme ISO 630:1995, Amd 1:2003.

3.5.2.7 Les éprouvettes doivent être prélevées longitudinalement sur laminés à plat, profilés tubulaires ou membrures de type monocoque avant formage ou soudure pour usage dans la structure de protection. Les éprouvettes prélevées sur les sections tubulaires ou de structure doivent l'être au milieu du côté ayant la plus grande dimension et elles ne comporteront pas de soudures.

[Sans objet]

3.6

Figure 7.1

Zone de dégagement

Dimensions en mm

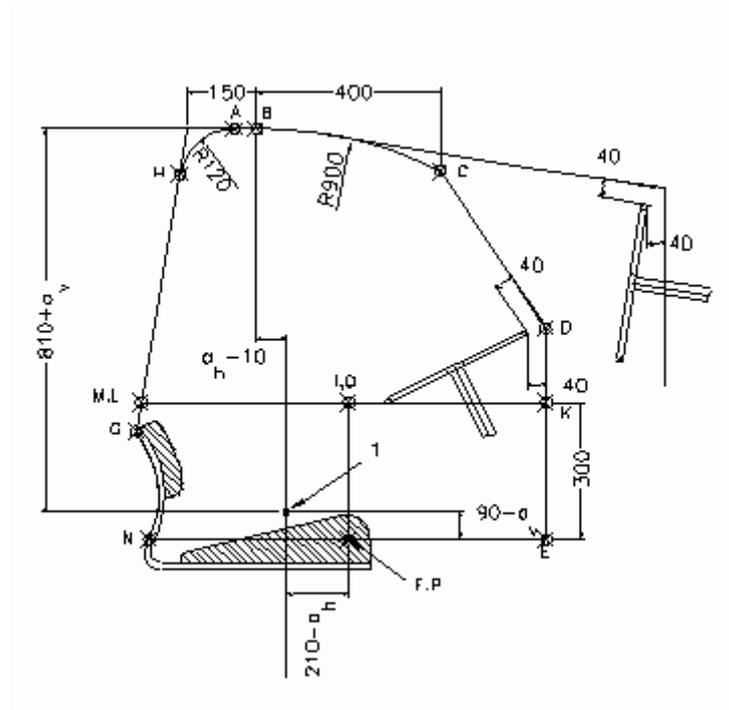


Figure 7.1.a

Vue de côté

Coupe passant par le plan de référence

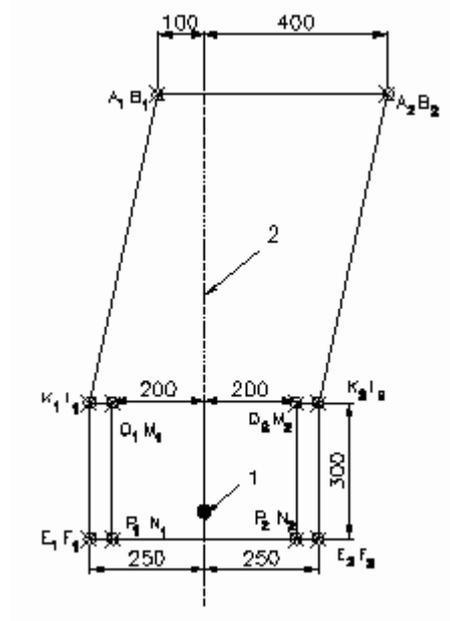


Figure 7.1.b

Vue arrière

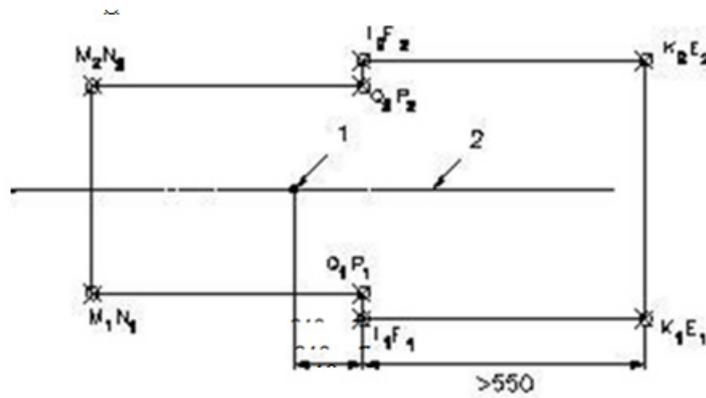


Figure 7.1.c

Vue de dessus

- 1 – Point index du siège
- 2 – Plan de référence

Figure 7.2.a

**Zone de dégagement pour les tracteurs avec siège réversible:
structure à deux montants**

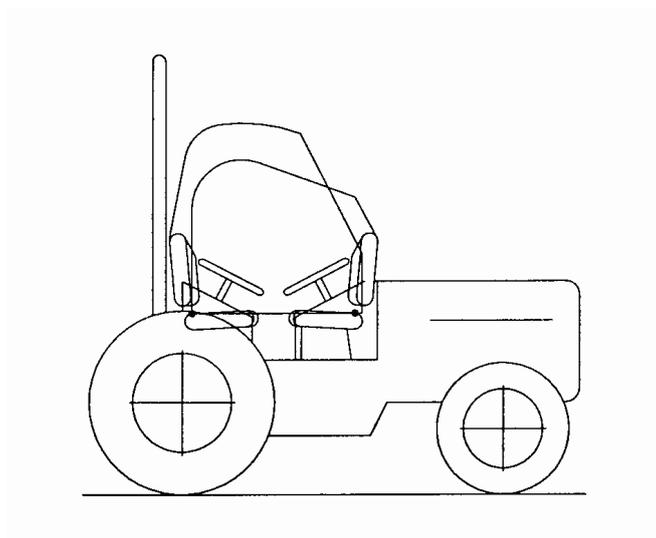


Figure 7.2.b

**Zone de dégagement pour les tracteurs avec siège réversible:
autres types de structure**

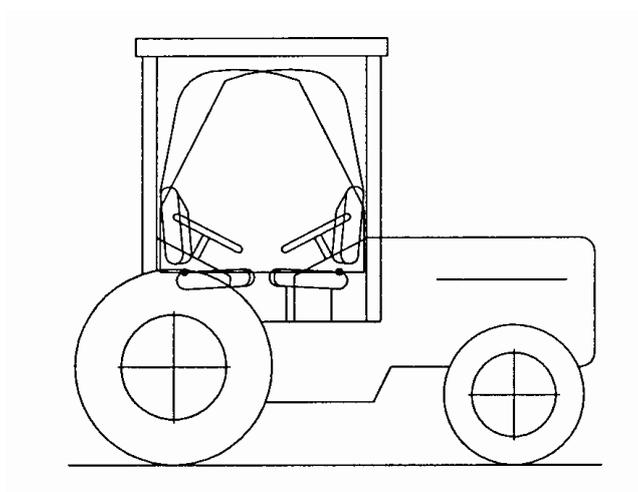


Figure 7.3

Exemple de dispositif d'écrasement du tracteur

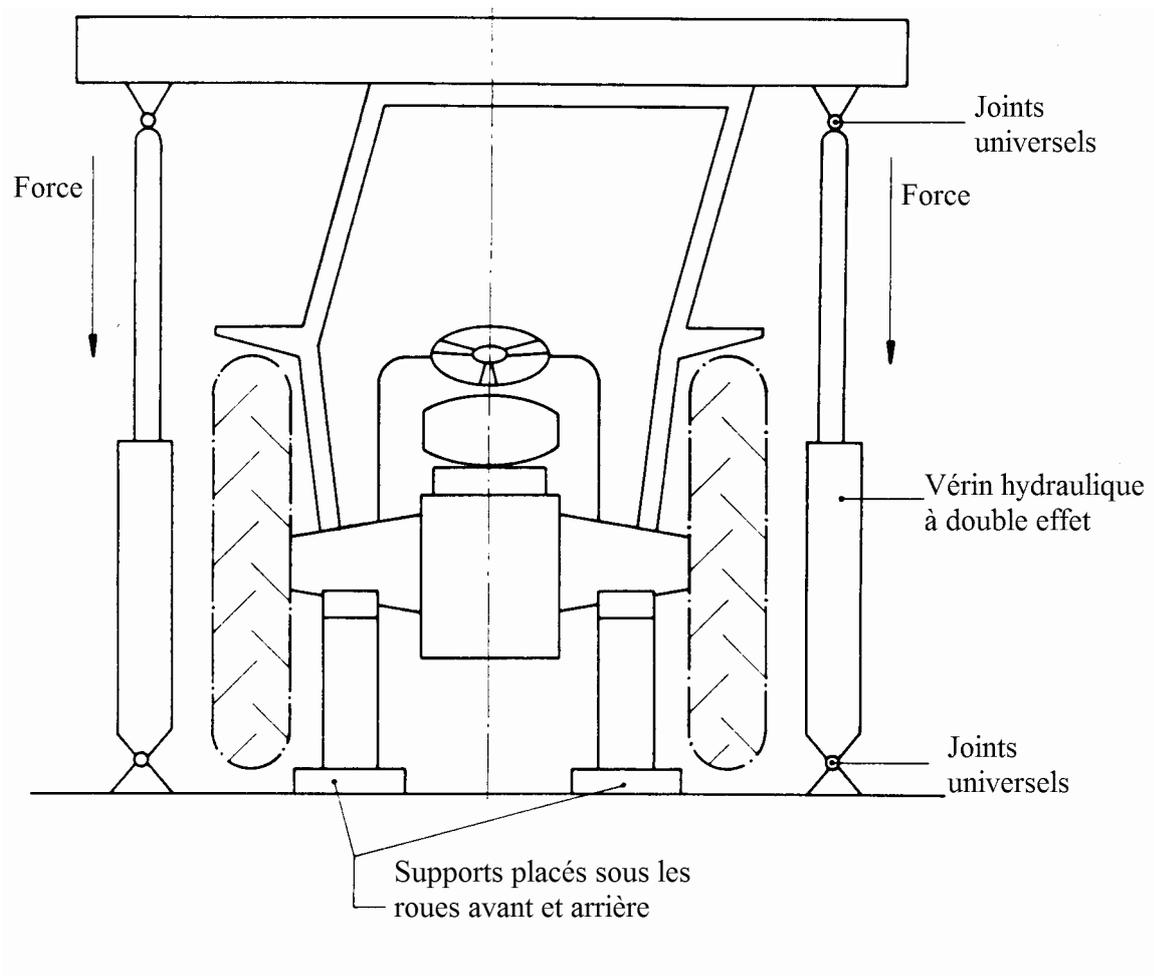
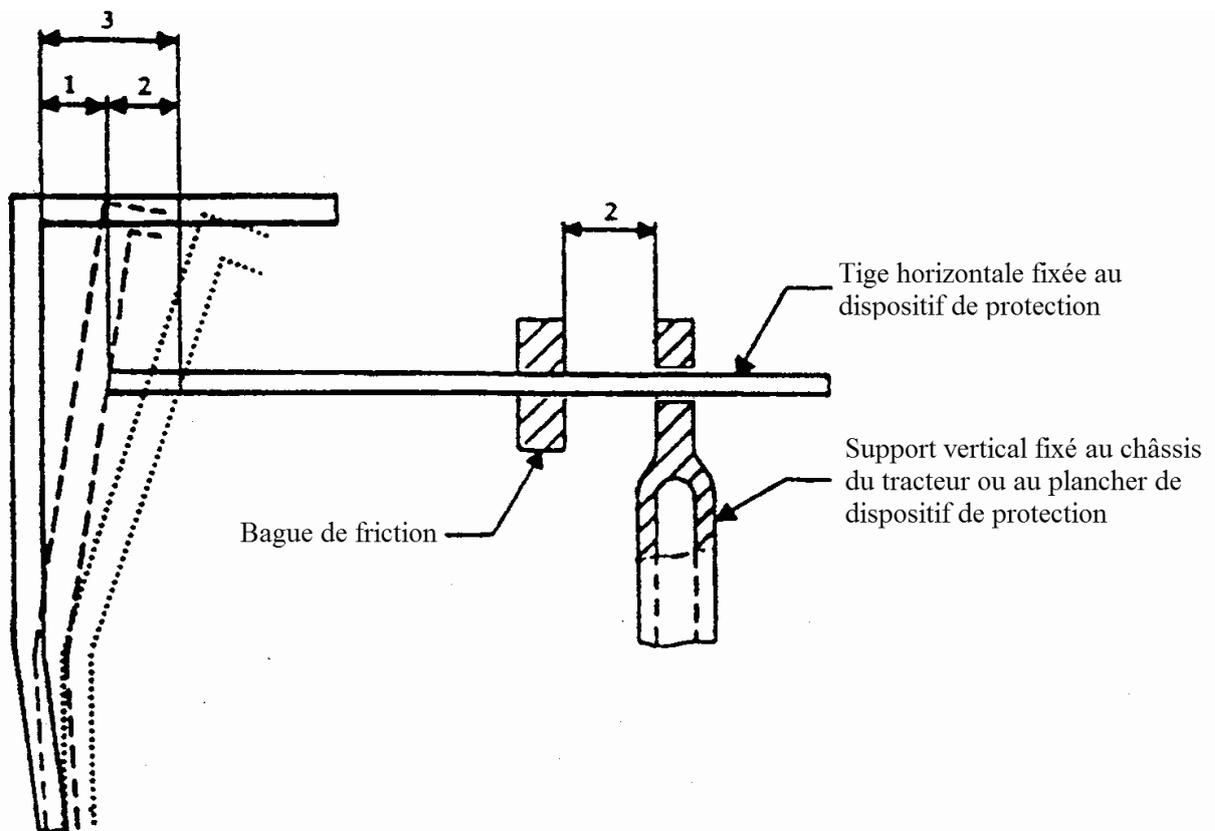


Figure 7.4

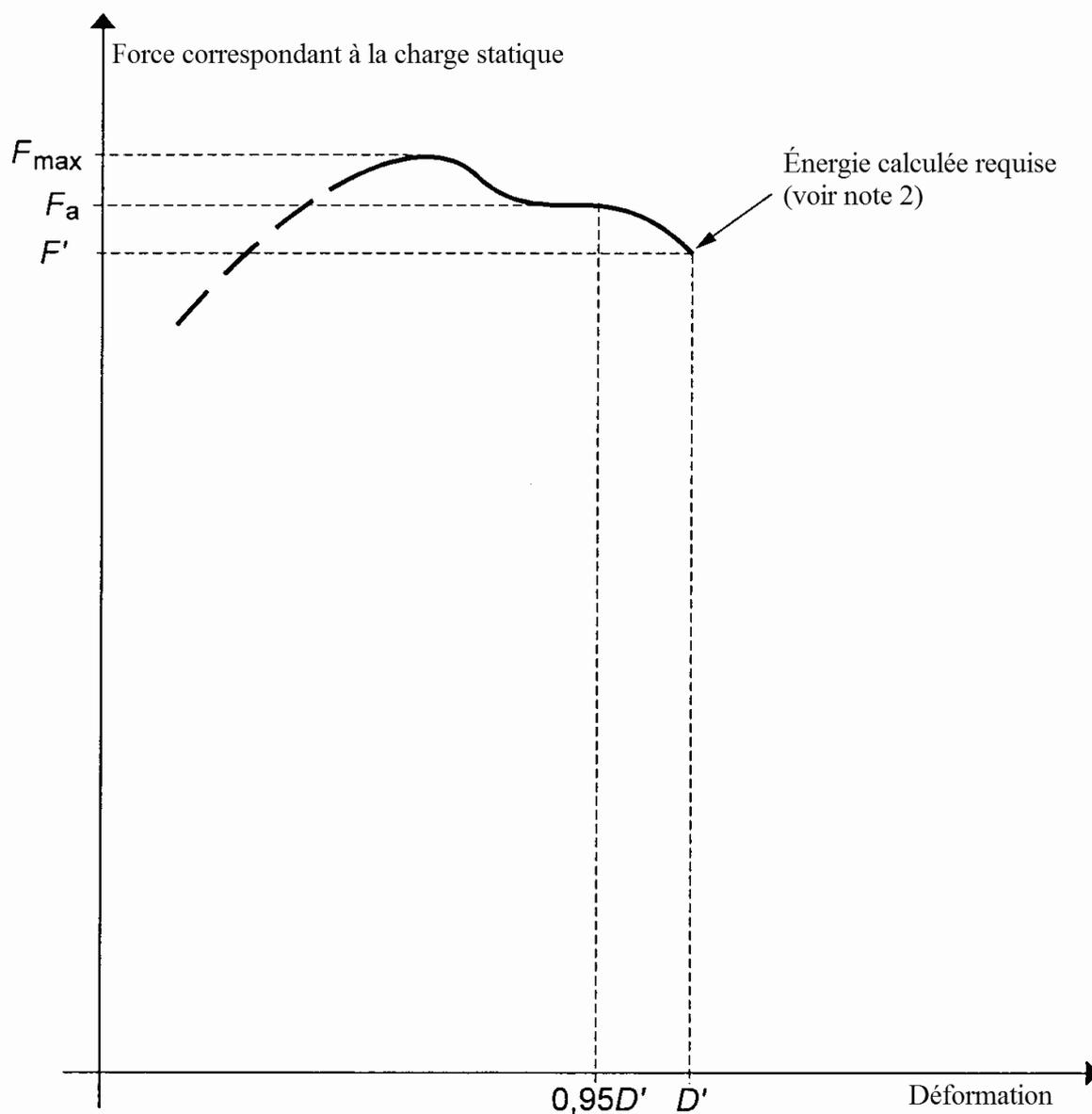
Exemple d'appareil de mesure des déformations élastiques



- 1 – Déformation permanente
- 2 – Déformation élastique
- 3 – Déformation totale (permanente plus élastique)

Figure 7.5

Courbe force/déformation
L'essai de surcharge n'est pas nécessaire.

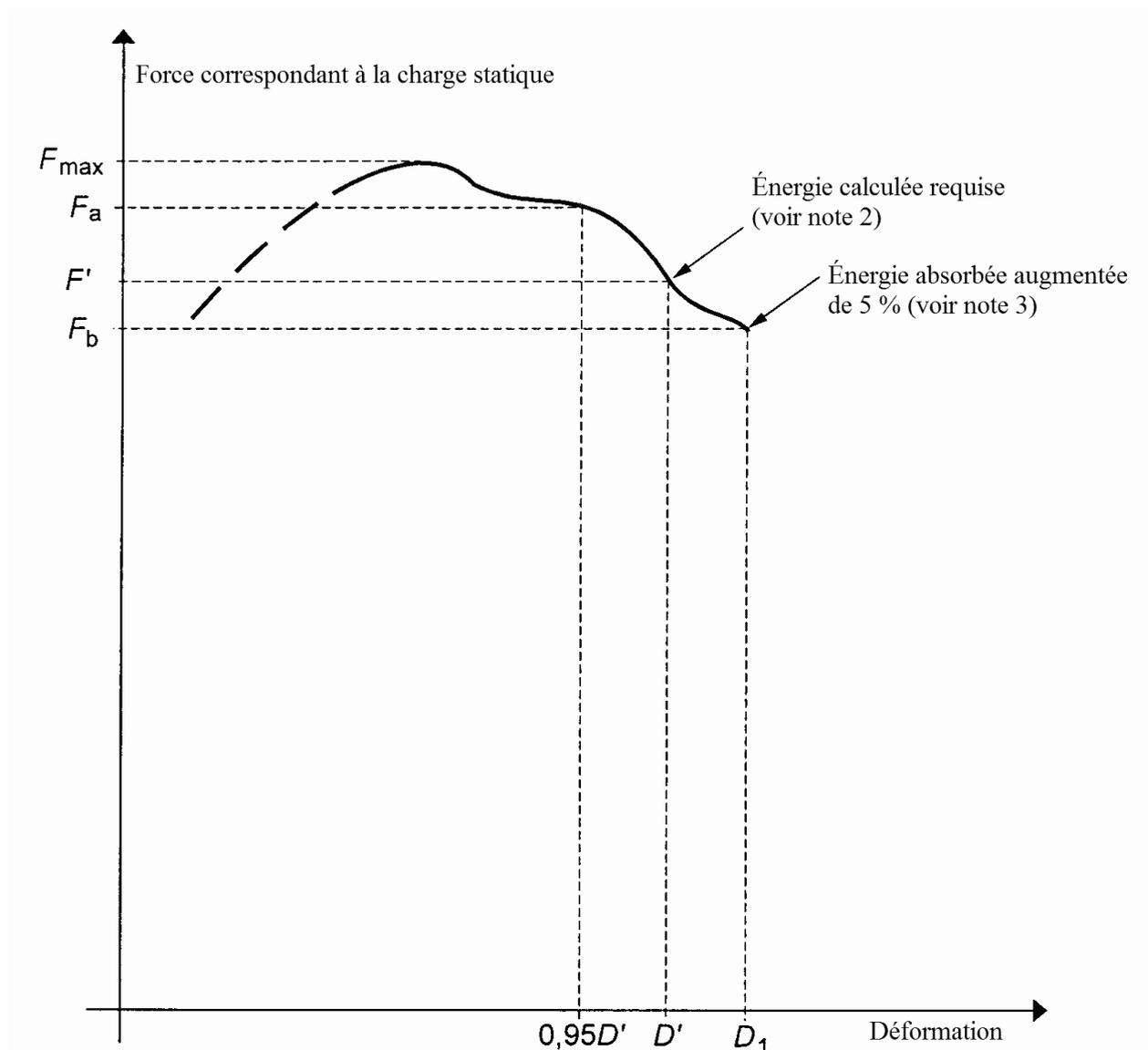


Notes:

1. Repérer F_a correspondant à $0,95 D'$.
2. L'essai de surcharge n'est pas nécessaire puisque $F_a \leq 1,03 F'$.

Figure 7.6

Courbe force/déformation
L'essai de surcharge est nécessaire.

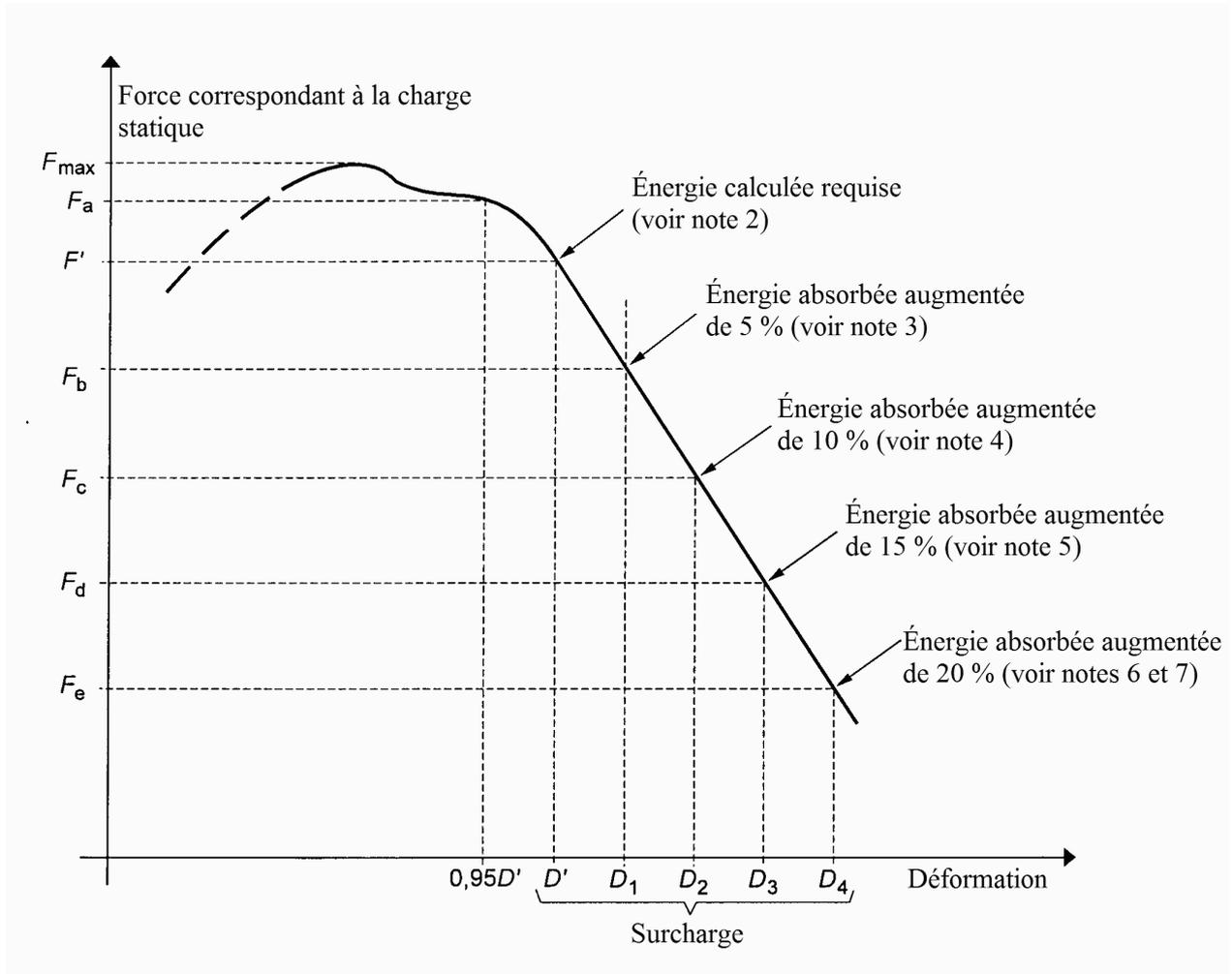


Notes:

1. Repérer F_a correspondant à $0,95 D'$.
2. L'essai de surcharge est nécessaire puisque $F_a > 1,03 F'$.
3. L'essai de surcharge est satisfaisant puisque $F_b > 0,97 F'$ et que $F_b > 0,8 F_{\max}$.

Figure 7.7

Courbe force/déformation
L'essai de surcharge doit être poursuivi.



Notes:

1. Repérer F_a correspondant à $0,95 D'$.
2. L'essai de surcharge est nécessaire puisque $F_a > 1,03 F'$.
3. F_b étant $< 0,97 F'$, l'essai de surcharge doit être poursuivi.
4. F_c étant $< 0,97 F_b$, l'essai de surcharge doit être poursuivi.
5. F_d étant $< 0,97 F_c$, l'essai de surcharge doit être poursuivi.
6. L'essai de surcharge est satisfaisant si $F_e > 0,8 F_{max}$.
7. Remarque: si, à un moment quelconque, F tombe au-dessous de $0,8 F_{max}$, la structure est refusée.

B2. PROCÉDURE D'ESSAI DYNAMIQUE ALTERNATIVE

Cette section décrit la procédure d'essai dynamique qui peut être utilisée en tant qu'alternative à la procédure d'essai statique décrite dans la section B1.

4. RÈGLES ET DIRECTIVES

4.1 *Conditions des essais de résistance du dispositif de protection et de sa fixation aux tracteurs*

4.1.1 Spécifications générales

Voir les prescriptions pour l'essai statique dans la section B1.

4.1.2 Essais

4.1.2.1

Enchaînement des essais dans le cadre de la méthode dynamique

L'enchaînement des essais, sans préjuger des essais additionnels mentionnés aux points 4.2.1.6 et 4.2.1.7, est le suivant:

- 1) choc à l'arrière du dispositif**
(voir 4.2.1.1);
- 2) écrasement à l'arrière**
(voir 4.2.1.4);
- 3) choc à l'avant du dispositif**
(voir 4.2.1.2);
- 4) choc sur le côté du dispositif**
(voir 4.2.1.3);
- 5) écrasement à l'avant**
(voir 4.2.1.5).

4.1.2.2 Spécifications générales

4.1.2.2.1 Si une partie quelconque du système d'ancrage du tracteur se déplace ou se brise au cours de l'essai, celui-ci doit être recommencé.

4.1.2.2.2 Il n'est admis ni réparation, ni réglage du tracteur ou du dispositif de protection pendant les essais.

4.1.2.2.3 Le tracteur doit subir les essais avec la boîte de vitesses au point mort et les freins lâchés.

4.1.2.2.4 Si un système de suspension est monté sur le tracteur entre le châssis et les roues, il doit être bloqué pendant les essais.

4.1.2.2.5 Le côté choisi pour le premier choc à l'arrière du dispositif doit être celui qui, selon les autorités responsables des essais, se traduira par l'application des séries de chocs ou de charges les plus défavorables pour le dispositif. Le choc latéral et le choc arrière doivent être appliqués de part et d'autre du plan médian longitudinal de la structure de protection. Le choc avant doit être appliqué du même côté du plan médian longitudinal

de la structure de protection que le choc latéral.

4.1.3 Conditions d'acceptation

4.1.3.1 Un dispositif de protection est réputé avoir satisfait aux spécifications en matière de résistance s'il remplit les conditions suivantes:

4.1.3.1.1 après chaque essai de la procédure d'essais dynamiques, il est exempt de fractures ou de fissures au sens du point 4.2.1.2.1. Si des fractures ou des fissures non négligeables apparaissent au cours de l'essai dynamique, un essai d'impact ou d'écrasement additionnel tel que défini en 4.2.1.6 ou 4.2.1.7 doit être effectué immédiatement après l'essai qui est à l'origine de ces fractures ou fissures;

4.1.3.1.2 pendant les essais autres que les essais de surcharge, aucune partie du dispositif de protection ne doit pénétrer dans la zone de dégagement telle que définie au point 1.6;

4.1.3.1.3 pendant les essais autres que les essais de surcharge, toutes les parties de la zone de dégagement doivent rester protégées du dispositif conformément aux points 4.2.2.2;

4.1.3.1.4 pendant les essais, le dispositif de protection ne doit exercer aucune contrainte sur la structure du siège;

4.1.3.1.5 la déformation élastique mesurée conformément au point 4.2.2.3 doit être inférieure à 250 mm.

4.1.3.2 Pendant et après l'essai, il ne doit exister aucun élément ou organe saillant susceptible de blesser le conducteur lors d'un accident par renversement ou, en cas de déformation, de l'immobiliser, par exemple par la jambe ou le pied; on ne doit trouver aucun autre élément présentant un risque pour le conducteur.

4.1.4 [Sans objet]

4.1.5 Appareillage et équipement pour les essais dynamiques

4.1.5.1 Bloc-pendule

4.1.5.1.1 Une masse pendulaire doit être suspendue par deux chaînes ou câbles à des pivots placés à 6 m au moins du sol. Un moyen doit être prévu pour régler séparément la hauteur de suspension du pendule et l'angle défini par le pendule et les chaînes ou câbles.

4.1.5.1.2 La masse du bloc-pendule doit être de $2\,000 \pm 20$ kg, non comprise celle des chaînes ou des câbles qui ne doit pas elle-même dépasser 100 kg. La longueur des côtés de la face d'impact doit être de 680 ± 20 mm (voir figure 7.18). Le bloc-pendule doit être tel que la position de son centre de gravité demeure constante et coïncide avec le centre géométrique du parallélépipède.

4.1.5.1.3 Le parallélépipède doit être relié au système qui le tire vers l'arrière par un mécanisme de dégagement instantané conçu et situé de façon à relâcher le bloc-pendule sans provoquer d'oscillations du parallélépipède par rapport à son axe horizontal perpendiculaire au plan d'oscillation.

4.1.5.2 Supports du bloc-pendule

Les pivots du pendule doivent être fixés rigidement de façon que leur déplacement dans

n'importe quelle direction ne dépasse pas un pour cent de la hauteur de chute.

4.1.5.3

Ancrages

4.1.5.3.1

Des rails d'ancrage, présentant l'écartement requis et couvrant la surface nécessaire pour permettre l'ancrage du tracteur dans tous les cas représentés (voir figures 7.19, 7.20 et 7.21) doivent être fixés rigidement à une dalle résistante située sous le bloc-pendule.

4.1.5.3.2

Le tracteur doit être ancré aux rails au moyen d'un câble en acier 6 x 19 à torons ronds et âme en fibre conforme à la norme ISO 2408:2004 et d'un diamètre nominal de 13 mm. Les torons métalliques doivent avoir une résistance à la rupture de 1 770 MPa.

4.1.5.3.3

Dans le cas d'un tracteur articulé, son pivot central doit être soutenu et ancré au sol de façon appropriée pour tous les essais. Pour l'essai de choc latéral, le pivot doit être également soutenu du côté opposé au choc. Les roues avant et arrière ou les chenilles ne doivent pas être nécessairement alignées si la fixation appropriée des câbles en est facilitée.

4.1.5.4

Cales de roue et poutre

4.1.5.4.1

Une poutre en bois tendre de 150 mm de section doit caler les roues pendant les essais de choc (voir figures 7.19, 7.20 et 7.21).

4.1.5.4.2

Pour l'essai de choc latéral, une poutre en bois tendre doit être fixée au sol afin de bloquer la jante de la roue sur le côté opposé au choc (voir figure 7.21).

4.1.5.5

Cales et câbles d'ancrage pour tracteurs articulés

4.1.5.5.1

Des cales et câbles d'ancrage supplémentaires doivent être utilisés pour les tracteurs articulés. Ils ont pour but d'assurer à la section du tracteur portant le dispositif de protection une rigidité équivalente à celle d'un tracteur non articulé.

4.1.5.5.2

Pour les essais de choc et d'écrasement, des détails supplémentaires spécifiques aux tracteurs articulés sont fournis au point 4.2.1.

4.1.5.6

Pression et déformation des pneumatiques

4.1.5.6.1

Les pneumatiques du tracteur ne doivent pas contenir de lest liquide. Ils doivent être gonflés à la pression prescrite par le constructeur du tracteur pour les travaux des champs.

4.1.5.6.2

Les câbles d'ancrage doivent être tendus dans chaque cas particulier de telle sorte que les pneumatiques subissent une déformation égale à 12 pour cent de la hauteur de leur flanc (distance entre le sol et le point le plus bas de la jante) avant tension des câbles.

4.1.5.7

Dispositif d'écrasement

Un dispositif, illustré à la figure 7.3, doit pouvoir exercer une force descendante sur le dispositif de protection par l'intermédiaire d'une traverse rigide d'environ 250 mm de largeur, reliée au mécanisme d'application de la charge par des joints universels. Des supports sont prévus sous les essieux de façon que les pneumatiques du tracteur ne supportent pas la force d'écrasement.

4.1.5.8 Appareillage de mesure

Sont nécessaires les dispositifs de mesure suivants:

4.1.5.8.1 dispositif de mesure des déformations élastiques (différence entre la déformation instantanée maximale et la déformation permanente, voir figure 7.4).

4.1.5.8.2 dispositif destiné à vérifier l'absence de pénétration de la structure de protection dans la zone de dégagement et la protection de celle-ci par la structure à tout moment de l'essai (voir point 4.2.2.2).

4.2. *Procédure d'essai dynamique*

4.2.1 Essais de choc et d'écrasement

4.2.1.1 Choc à l'arrière

4.2.1.1.1 Le tracteur doit être placé par rapport au bloc-pendule de façon que ce dernier heurte le dispositif de protection au moment où sa face d'impact ainsi que ses chaînes ou câbles de suspension forment avec le plan vertical un angle A égal à $M/100$ avec un maximum de 20° , à moins que le dispositif de protection au point de contact ne forme, pendant la déformation, un angle supérieur par rapport à la verticale. Dans ce cas, il faut que la face d'impact du bloc-pendule soit ajustée au moyen d'un dispositif additionnel de façon qu'elle soit parallèle au dispositif de protection au point d'impact, au moment de déformation maximale, les chaînes ou câbles de suspension formant toujours l'angle défini ci-dessus.

La hauteur de suspension du bloc-pendule doit être réglée pour empêcher le pendule de tourner autour du point d'impact, et les autres mesures nécessaires prises à cet effet.

Le point d'impact doit être situé sur la partie du dispositif de protection susceptible de heurter le sol en premier en cas de renversement du tracteur en arrière, c'est-à-dire normalement sur le bord supérieur. La position du centre de gravité du pendule se situe au sixième de la largeur du sommet du dispositif de protection à l'intérieur d'un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur touchant l'extrémité supérieure du sommet du dispositif de protection.

Si le dispositif est courbe ou saillant en ce point, des cales doivent être ajoutées pour que l'impact ait lieu en ce point, sans que cela se traduise par un renforcement du dispositif.

4.2.1.1.2 Le tracteur doit être ancré au sol au moyen de quatre câbles disposés chacun à une extrémité des deux essieux conformément aux indications de la figure 7.19. Les points d'ancrage avant et arrière doivent être situés à une distance telle que les câbles forment

un angle de moins de 30° avec le sol. En outre, les points d'ancrage arrière doivent être placés de façon que le point de convergence des deux câbles soit situé dans le plan vertical à l'intérieur duquel se déplace le centre de gravité du bloc-pendule.

Les câbles doivent être tendus de façon à soumettre les pneumatiques aux déformations indiquées au point 4.1.5.6.2. Lorsque les câbles sont tendus, la poutre de calage doit être placée en appui devant les roues arrière, puis fixée au sol.

4.2.1.1.3 Si le tracteur est articulé, le point d'articulation doit être soutenu par une poutre de bois d'au moins 100 mm de section fermement ancrée au sol.

4.2.1.1.4 Le bloc-pendule doit être tiré vers l'arrière de façon que la hauteur de son centre de gravité dépasse celle qu'il aura au point d'impact d'une valeur donnée par l'une des deux formules suivantes:

$$H = 2,165 \times 10^{-8} M L^2$$

ou

$$H = 5,73 \times 10^{-2} I.$$

On lâche ensuite le bloc-pendule, qui vient heurter le dispositif de protection.

4.2.1.1.5 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), la hauteur doit être la plus grande des valeurs données par la formule choisie ci-dessus et la formule appliquée ci-dessous:

$$H = 25 + 0,07 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence inférieure à 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence supérieure à 2 000 kg.

4.2.1.2 Choc à l'avant

4.2.1.2.1 Le tracteur doit être placé par rapport au bloc-pendule de façon que ce dernier heurte le dispositif de protection au moment où sa face d'impact ainsi que ses chaînes ou câbles de suspension forment avec le plan vertical un angle A égal à $M/100$ avec un maximum de 20°, à moins que le dispositif de protection au point de contact ne forme, pendant la déformation, un angle supérieur par rapport à la verticale. Dans ce cas, il faut que la face d'impact du bloc-pendule soit ajustée au moyen d'un dispositif additionnel de façon qu'elle soit parallèle au dispositif de protection au point d'impact, au moment de déformation maximale, les chaînes ou câbles de suspension formant toujours l'angle défini ci-dessus.

La hauteur de suspension du bloc-pendule doit être réglée pour empêcher le pendule de tourner autour du point d'impact, et les autres mesures nécessaires prises à cet effet.

Le point d'impact doit être situé sur la partie du dispositif de protection susceptible de heurter le sol la première en cas de renversement latéral du tracteur se dirigeant vers l'avant, c'est-à-dire normalement le bord supérieur. La position du centre de gravité du

pendule se situe au sixième de la largeur du sommet du dispositif de protection à l'intérieur d'un plan vertical parallèle au plan médian du tracteur touchant l'extrémité supérieure du sommet du dispositif de protection.

Si le dispositif est courbe ou saillant en ce point, des cales doivent être ajoutées pour que l'impact ait lieu en ce point, sans que cela se traduise par un renforcement du dispositif.

4.2.1.2.2 Le tracteur doit être ancré au sol au moyen de quatre câbles, disposés chacun à une extrémité des deux essieux, conformément aux indications de la figure 7.20. Les points d'ancrage avant et arrière doivent être situés à une distance telle que les câbles forment un angle de moins de 30° avec le sol. En outre, les points d'ancrage arrière doivent être placés de façon que le point de convergence des deux câbles soit situé dans le plan vertical à l'intérieur duquel se déplace le centre de gravité du bloc-pendule.

Les câbles doivent être tendus de façon à soumettre les pneumatiques aux déformations indiquées au point 4.1.5.6.2. Lorsque les câbles sont tendus, la poutre de calage doit être placée en appui derrière les roues arrières, puis fixée au sol.

4.2.1.2.3 Si le tracteur est articulé, le point d'articulation doit être soutenu par une poutre de bois d'au moins 100 mm de section fermement ancrée au sol.

4.2.1.2.4 Le bloc-pendule doit être tiré vers l'arrière de façon que la hauteur de son centre de gravité dépasse celle qu'il aura au point d'impact d'une valeur donnée par l'une des deux formules suivantes à choisir en fonction de la masse de référence de l'ensemble soumis aux essais:

$$H = 25 + 0,07 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence inférieure à 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence supérieure à 2 000 kg;

On lâche ensuite le bloc-pendule, qui vient heurter le dispositif de protection.

4.2.1.2.5 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (siège et volant réversibles):

- si la structure de protection est à deux montants arrière, les formules précédentes doivent également être appliquées;
- si la structure de protection est d'un autre type, la hauteur choisie doit être la plus grande selon les valeurs données par la formule précédente applicable et la formule suivante choisie.

$$H = 2,165 \times 10^{-8} ML^2$$

ou

$$H = 5,73 \times 10^{-2} I.$$

On lâche ensuite le bloc-pendule, qui vient heurter le dispositif de protection.

4.2.1.3 Choc latéral

4.2.1.3.1 Le tracteur doit être placé par rapport au bloc-pendule de façon que ce dernier heurte la structure de protection lorsque sa face d'impact ainsi que ses câbles ou ses chaînes de suspension sont verticaux, à moins que le dispositif de protection au point de contact ne forme, pendant la déformation, un angle inférieur à 20° par rapport à la verticale. Dans ce cas, il faut que la face d'impact du bloc-pendule soit ajustée au moyen d'un dispositif additionnel de façon qu'elle soit parallèle au dispositif de protection au point d'impact au moment de déformation maximale, les chaînes ou câbles de suspension restant verticaux au point d'impact.

4.2.1.3.2 La hauteur de suspension du bloc-pendule doit être réglée pour empêcher le pendule de tourner autour du point d'impact, et les autres mesures nécessaires prises à cet effet.

4.2.1.3.3 Le point d'impact doit être situé sur la partie de la structure de protection susceptible de heurter le sol la première en cas de renversement latéral du tracteur, c'est-à-dire normalement le bord supérieur. Sauf s'il est certain qu'un autre élément de cette arête serait le premier à heurter le sol, le point d'impact doit être situé dans le plan perpendiculaire au plan médian du tracteur passant à 60 mm en avant du point index du siège réglé en position moyenne dans l'axe longitudinal.

4.2.1.3.4 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (avec siège et volant réversibles), le point d'impact doit être situé dans le plan perpendiculaire au plan médian du tracteur passant par le milieu du segment joignant les deux points index du siège définis selon les deux positions différentes de celui-ci. Dans le cas d'une structure de protection comportant deux montants, le point d'impact doit être situé sur l'un des deux montants.

4.2.1.3.5 Les roues du tracteur situées du côté de l'impact doivent être ancrées au sol au moyen de câbles passant au-dessus des extrémités correspondantes des essieux avant et arrière. Les câbles doivent être tendus de façon à soumettre les pneumatiques aux déformations indiquées au point 4.1.5.6.2.

Lorsque les câbles sont tendus, la poutre de calage doit être posée au sol, appuyée contre le pneumatique situé du côté opposé à l'impact, puis fixée au sol. L'utilisation de deux poutres ou cales peut se révéler nécessaire si les bords extérieurs des pneumatiques avant et arrière ne sont pas situés dans le même plan vertical. La cale doit alors être placée, conformément aux indications de la figure 7.21, contre la jante de la roue la plus sollicitée située à l'opposé du point d'impact, appuyée fermement contre la jante, puis fixée à sa base. La poutre doit avoir une longueur telle qu'elle forme un angle de $30 \pm 3^\circ$ avec le sol lorsqu'elle est appuyée contre la jante. En outre, si possible, son épaisseur doit être de 20 à 25 fois inférieure à sa longueur et de 2 à 3 fois inférieure à sa largeur. La forme de l'extrémité des poutres doit être conforme au plan de détail de la figure 7.21.

4.2.1.3.6 Si le tracteur est articulé, le point d'articulation doit être maintenu par une pièce de bois d'au moins 100 mm de section et soutenu latéralement par un dispositif similaire à celui visé au point 4.2.1.3.5. Le point d'articulation doit être ensuite ancré fermement au sol.

4.2.1.3.7 Le bloc-pendule doit être tiré vers l'arrière de façon que la hauteur de son centre de gravité dépasse celle qu'il aura au point d'impact d'une valeur donnée par l'une des deux formules suivantes à choisir en fonction de la masse de référence de l'ensemble soumis aux essais:

$$H = 25 + 0,20 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence inférieure à 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,15 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence supérieure à 2 000 kg.

4.2.1.3.8 Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (siège et volant réversibles):

- si la structure de protection est à deux montants arrière, la hauteur choisie doit être la plus grande selon les valeurs données par la formule précédente et la formule suivante applicables:

$$H = (25 + 0,20 M) (B_6 + B) / 2B$$

pour les tracteurs d'une masse de référence inférieure à 2 000 kg;

$$H = (125 + 0,15 M) (B_6 + B) / 2B$$

pour les tracteurs d'une masse de référence supérieure à 2 000 kg;

- Si la structure de protection est d'un autre type, la hauteur choisie doit être la plus grande selon les valeurs données par la formule précédente et la formule suivante applicables:

$$H = 25 + 0,20 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence inférieure à 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,15 M$$

pour les tracteurs d'une masse de référence supérieure à 2 000 kg;

On lâche ensuite le bloc-pendule, qui vient heurter le dispositif de protection.

4.2.1.4 Écrasement à l'arrière

Toutes les dispositions sont identiques à celles données au point 3.2.1.4 de la section B1 de la présente annexe.

4.2.1.5 Écrasement à l'avant

Toutes les dispositions sont identiques à celles données au point 3.2.1.5 de la section B1 de la présente annexe.

4.2.1.6 Essais additionnels de choc

Si des fractures ou des fissures non négligeables apparaissent au cours d'un essai de

choc, il faut procéder à un deuxième essai similaire, mais avec une hauteur de chute égale à:

$$H' = (H \times 10^{-1}) (12 + 4a) (1 + 2a)^{-1}$$

immédiatement après l'essai de choc à l'origine de ces fractures ou fissures, «a» étant le rapport entre la déformation permanente (**Dp**) et la déformation élastique (**De**):

$$a = Dp / De$$

mesurées au point d'impact. La déformation permanente supplémentaire due au deuxième choc ne doit pas être supérieure à 30 pour cent de la déformation permanente due au premier choc.

Pour pouvoir réaliser l'essai additionnel, il faut mesurer la déformation élastique pendant tous les essais de choc.

4.2.1.7

Essais additionnels d'écrasement

Si des fractures ou fissures non négligeables apparaissent au cours d'un essai d'écrasement, il faut procéder à un deuxième essai d'écrasement similaire, mais avec une force égale à **1,2 F_v**, immédiatement après l'essai d'écrasement à l'origine de ces fractures ou fissures.

4.2.2

Mesures à effectuer

4.2.2.1

Fractures et fissures

Après chaque essai tous les éléments d'assemblage, les membrures et les dispositifs de fixation sont examinés visuellement pour y déceler les fractures et les fissures; il n'est pas tenu compte d'éventuelles petites fissures dans les éléments sans importance.

Il n'est pas tenu compte des déchirures éventuelles provoquées par les arêtes du pendule.

4.2.2.2

Pénétration dans la zone de dégagement

Au cours de chaque essai, le dispositif de protection est examiné pour vérifier si une partie quelconque a pénétré dans la zone de dégagement autour du siège du conducteur telle que définie au point 1.6.

En outre, la zone de dégagement doit rester abritée par la structure de protection. À cet effet, on doit considérer comme non abritée toute partie de cette zone qui serait censée toucher un sol plat en cas de renversement du tracteur du côté où la charge est appliquée, étant entendu que les pneumatiques avant et arrière et la voie présenteront les dimensions minimales spécifiées par le constructeur.

4.2.2.3

Déformation élastique (au choc latéral)

La déformation élastique se mesure (810 + av) mm au-dessus du point index du siège, dans le plan vertical sur lequel la charge est appliquée. Cette mesure peut être effectuée à l'aide de tout appareil analogue à celui illustré à la figure 7.4.

4.2.2.4

Déformation permanente

Les déformations permanentes du dispositif de protection doivent être mesurées après le dernier essai d'écrasement. Pour ce faire, avant le début de l'essai, la position des principaux éléments du dispositif de protection par rapport au point index du siège doit être utilisée.

4.3

Extension à d'autres modèles de tracteurs

Toutes les dispositions sont identiques à celles données au point 3.3 de la section B1 de la présente annexe.

4.4.

[Sans objet]

4.5

Comportement au froid des structures de protection

Toutes les dispositions sont identiques à celles données au point 3.5 de la section B1 de la présente annexe.

Figure 7.18

Bloc-pendule avec ses chaînes ou câbles de suspension

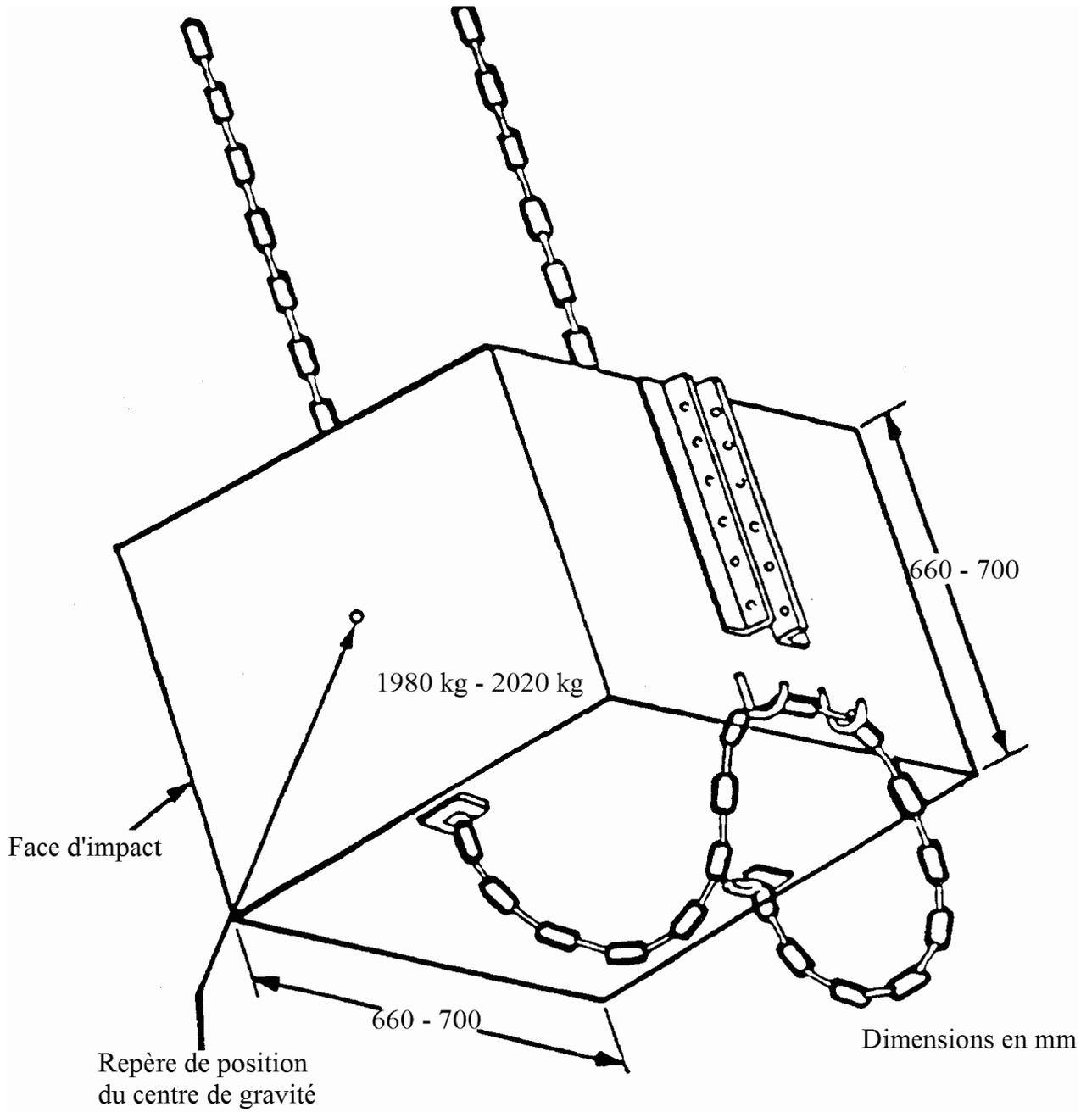


Figure 7.19

Exemple d'ancrage du tracteur, choc à l'arrière

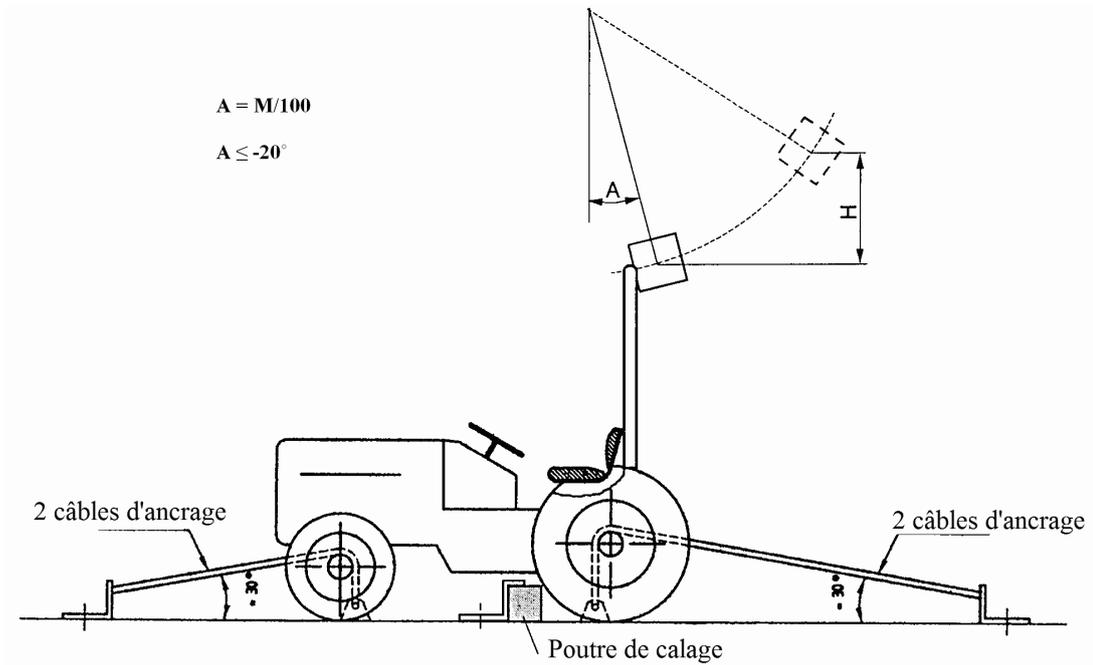


Figure 7.20

Exemple d'ancrage du tracteur, choc à l'avant

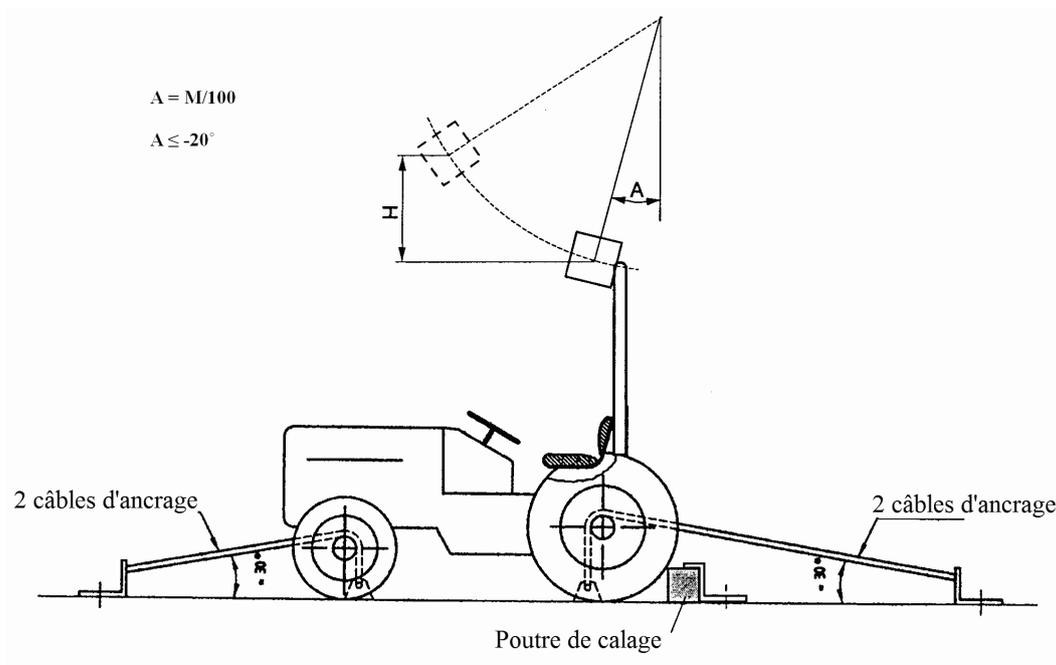
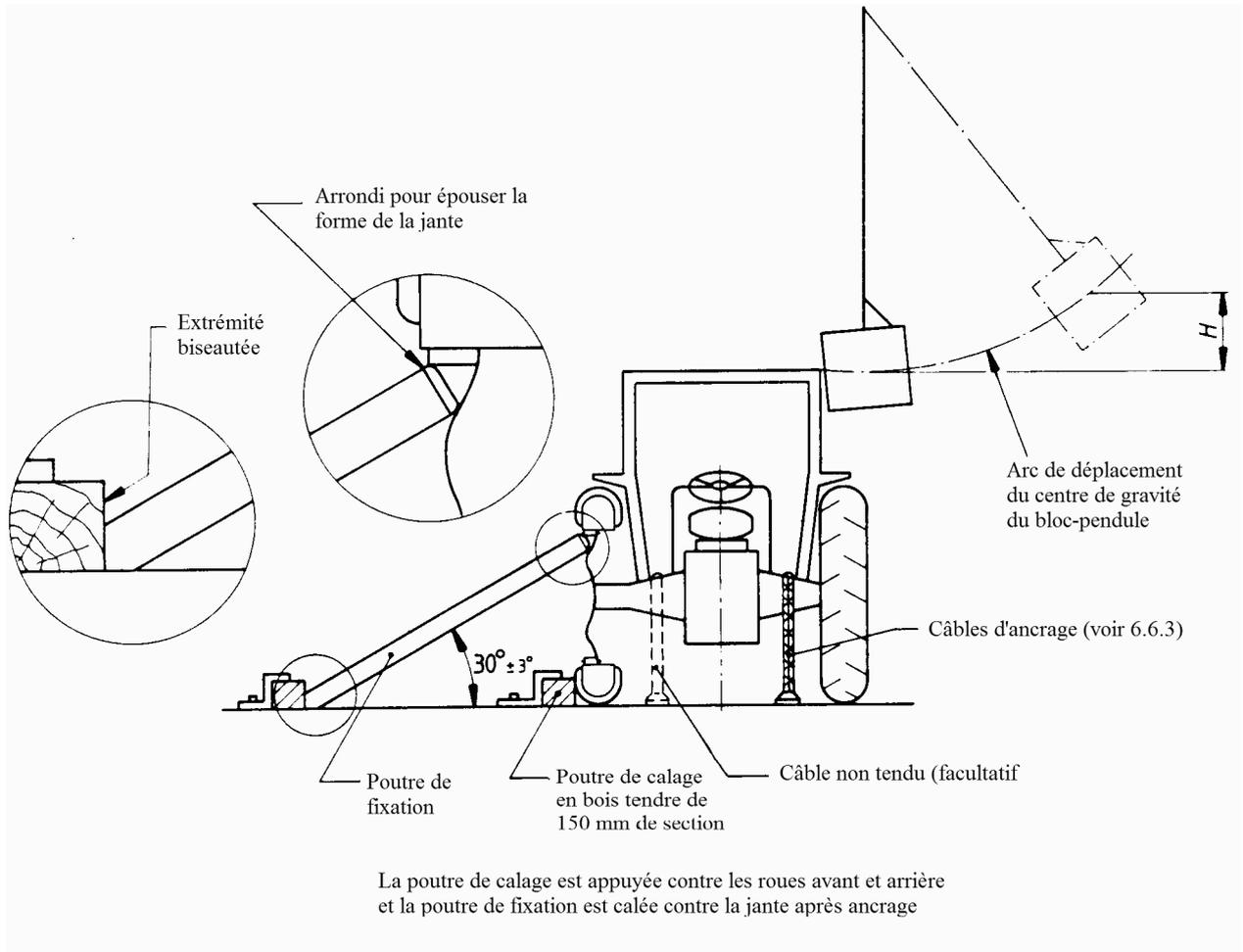


Figure 7.21

Exemple d'ancrage du tracteur, choc latéral



Notes explicatives de l'annexe X

- (1) Abstraction faite de la numérotation de la section B2, qui a été harmonisée avec l'ensemble de l'annexe, le texte des prescriptions et la numérotation du point B sont identiques au texte et à la numérotation du code normalisé de l'OCDE pour les essais officiels des structures de protection montées à l'arrière des tracteurs agricoles et forestiers à roues et à voie étroite, Code 7 de l'OCDE, édition 2015 de juillet 2014.
- (2) Il est rappelé aux utilisateurs que le point index du siège est déterminé conformément à la norme ISO 5353 et qu'il s'agit d'un point fixe par rapport au tracteur, qui ne bouge pas lorsque l'on ajuste la position du siège en l'écartant de la position médiane. Pour déterminer la zone de dégagement, le siège est placé dans la position la plus en arrière et la plus haute.
- (3) Déformation permanente + élastique mesurée au point où le niveau d'énergie requis est obtenu.

ANNEXE XI

Prescriptions relatives aux structures de protection contre la chute d'objets

A. Dispositions générales

1. Les prescriptions de l'Union relatives aux structures de protection contre la chute d'objets sont énoncées dans les sections B et C.
2. Les véhicules des catégories T et C équipés pour des applications forestières doivent satisfaire aux prescriptions énoncées dans la section B.
3. Tous les autres véhicules des catégories T et C, s'ils sont équipés de structures de protection contre la chute d'objets, doivent satisfaire aux prescriptions énoncées dans la section B ou C.

B. Prescriptions relatives aux structures de protection contre la chute d'objets des véhicules des catégories T et C équipés pour des applications forestières

Les véhicules des catégories T et C équipés pour des applications forestières doivent satisfaire aux prescriptions énoncées dans la norme ISO 8083:2006 (niveau I ou niveau II).

C. Prescriptions relatives aux structures de protection contre la chute d'objets pour tous les autres véhicules des catégories T et C équipés de telles structures⁽¹⁾

1. DÉFINITIONS

1.1 [Sans objet]

1.2 Structure de protection contre la chute d'objets (FOPS)

Assemblage fournissant au conducteur dans le poste de conduite une protection suffisante en hauteur contre les chutes d'objets.

1.3 Zone de sécurité

1.3.1 Zone de dégagement

Pour les tracteurs équipés d'une structure de protection contre le renversement testée conformément aux annexes VI, VIII, IX et X du présent règlement, la zone de sécurité doit respecter les spécifications de la zone de dégagement telle que définie au point 1.6 de chacune de ces annexes.

1.3.2 Volume limite de déformation (VLD)

Pour les tracteurs équipés de structures de protection contre le renversement testées conformément à l'annexe VII du présent règlement, la zone de sécurité doit respecter le volume limite de déformation (VLD) défini dans la norme ISO 3164:1995.

Dans le cas d'un tracteur à poste de conduite réversible (siège et volant réversibles), la

zone de sécurité est l'enveloppe combinée des deux VLD définis selon les deux positions différentes du volant et du siège.

1.3.3 Sommet de la zone de sécurité

Respectivement le plan supérieur du VLD ou la surface définie par les points I₁, A₁, B₁, C₁, C₂, B₂, A₂, I₂ de la zone de dégagement pour les annexes VI et VIII du présent règlement; le plan décrit aux points 1.6.2.3 et 1.6.2.4 de l'annexe IV du présent règlement; et la surface définie par les points H₁, A₁, B₁, C₁, C₂, B₂, A₂, H₂ de l'annexe X du présent règlement.

1.4 Tolérances de mesure admises

Distance $\pm 5 \%$ de la déformation maximale mesurée ou ± 1 mm

Masse $\pm 0,5 \%$

2. CHAMP D'APPLICATION

2.1 La présente section est applicable aux tracteurs agricoles et forestiers comportant aux moins deux essieux équipés de pneumatiques, ou de chenilles les remplaçant.

2.2 La présente annexe établit les procédures d'essai et les exigences de performances pour les tracteurs susceptibles d'être exposés, lors de l'utilisation normale, au danger potentiel de la chute d'objets lors de l'exécution de certaines activités agricoles.

3. RÈGLES ET DIRECTIVES

3.1 Dispositions générales

3.1.1 La structure de protection peut avoir été fabriquée par le constructeur du tracteur ou par une entreprise indépendante. Dans les deux cas, un essai n'est valable que pour le modèle de tracteur sur lequel il a été effectué. La structure de protection doit être soumise à un nouvel essai pour chaque modèle de tracteur sur lequel elle doit être fixée. Toutefois, les stations d'essais peuvent certifier que l'essai de résistance est également valable pour les types de tracteur dérivés du type original par modification du moteur, de la transmission, de la direction et de la suspension avant (voir le point 3.4 ci-dessous: Extension à d'autres modèles de tracteur). Par ailleurs plusieurs structures de protection peuvent faire l'objet d'un essai pour un même modèle de tracteur.

3.1.2 Une structure de protection soumise à des essais comprendra au moins tous les éléments qui transfèrent la charge du point d'impact de l'objet de chute à la zone de sécurité. La structure de protection soumise à des essais sera soit i) solidement fixée au banc d'essai en ses points d'attache normaux (voir la figure 10.3 – Configuration minimum de l'essai) ou ii) fixée de façon normale au châssis du tracteur au moyen de tout support, élément de montage ou de suspension couramment utilisés et à d'autres parties du tracteur qui peuvent subir l'effet des charges appliquées à la structure de protection (voir les figures 10.4(a) et 10.4(b)). Le châssis du véhicule sera fixé solidement au plancher du banc d'essai.

3.1.3 Une structure de protection peut être conçue dans le but de protéger le conducteur en

cas de chute d'objet. Sur cette structure est parfois fixée une protection contre les intempéries, de nature plus ou moins temporaire, afin d'abriter le conducteur et que généralement celui-ci retire par temps chaud. Il existe aussi des structures de protection intégrale avec revêtement permanent, dans lesquelles la ventilation par temps chaud est assurée par des fenêtres ou des déflecteurs. Comme le revêtement peut augmenter la résistance de la structure et peut, s'il est amovible, faire défaut en cas d'accident, on retirera au moment des essais tous les accessoires que le conducteur pourrait lui-même enlever. Les portes, le toit ouvrant et les fenêtres qui peuvent s'ouvrir seront ôtées, ou alors seront maintenues en position ouverte au cours de l'essai afin de ne pas contribuer à la résistance de la structure de protection. Si, dans cette position, elles constituent un danger pour le conducteur en cas de chute d'objet, le fait sera noté.

Lorsqu'il est fait mention dans le texte qui suit de «la structure de protection», il est entendu que ces termes comprennent la structure elle-même y compris tout revêtement non amovible

On devra faire figurer dans les spécifications une description de tout revêtement temporaire éventuellement ajouté. Les vitrages ou toute matière fragile similaire devront être retirés avant les essais. Les éléments du tracteur et de la structure de protection qui pourraient être inutilement endommagés par les essais et qui sont sans effet sur la résistance ou les dimensions de la structure pourront être retirés avant les essais, si le fabricant le désire. Il n'est admis ni réparation ni réglage pendant les essais. Plusieurs échantillons identiques peuvent être fournis par le fabricant si plusieurs essais de chute sont requis.

3.1.4 Dans le cas où la même structure est utilisée pour l'évaluation de la structure de protection contre la chute d'objets et de celle contre le renversement, l'essai de structure de protection contre la chute d'objets doit précéder celui de structure de protection contre le renversement (conformément aux annexes VI, VII, VIII, IX ou X du présent règlement), les zones d'impact pouvant être préalablement redressées ou l'enveloppe de la structure de protection contre la chute d'objets pouvant être remplacée.

3.2 Appareillage et mode opératoire

3.2.1 Appareillage

3.2.1.1 Objet d'essai de chute

L'objet de chute doit être sphérique et sera soulevé à une hauteur telle que l'énergie développée soit de 1 365 J, la hauteur de chute de l'objet étant fonction de sa masse. L'objet d'essai, pourvu d'une surface d'impact présentant des propriétés assurant une résistance contre les déformations durant l'essai, est une sphère pleine en acier ou en fonte ductile ayant une masse spécifique de 45 ± 2 kg et un diamètre entre 200 et 250 mm (tableau 10.1).

NIVEAU	ZONE DE	OBJET DE	DIMENSIONS (mm)	MASS
--------	---------	----------	-----------------	------

D'ÉNERGIE E (j)	SÉCURITÉ	CHUTE		E (kg)
1365	Zone de dégagement*	Sphère	$200 \leq \text{Diamètre} \leq 250$	45 ± 2
1365	DLV**	Sphère	$200 \leq \text{Diamètre} \leq 250$	45 ± 2

Tableau 10.1

Niveau d'énergie, zone de sécurité et choix de l'objet de chute

* Pour les tracteurs dont la structure de protection contre le renversement doit être testée conformément aux annexes VI, VIII, IV ou X du présent règlement.

** Pour les tracteurs dont la structure de protection contre le renversement doit être testée conformément à l'annexe VII du présent règlement.

L'installation servant à effectuer l'essai doit fournir:

- 3.2.1.2 Dispositif permettant d'élever l'objet d'essai de chute à la hauteur requise.
- 3.2.1.3 Dispositif permettant de lâcher l'objet d'essai de telle sorte qu'il tombe sans contrainte.
- 3.2.1.4 Surface de résistance suffisante pour ne pas être déformée par l'engin ou le banc d'essai sous la charge des essais de chute.
- 3.2.1.5 Dispositif permettant de déterminer si la structure pénètre dans la zone de sécurité au cours de l'essai. Cela peut être réalisé en utilisant l'une ou l'autre des méthodes suivantes:
 - soit par un gabarit de la zone de sécurité, placé à la verticale, fait d'un matériau capable d'indiquer toute pénétration de la structure de protection contre la chute d'objets; de la graisse ou toute autre matière appropriée pourra être mise sur la surface inférieure de la toiture de la structure pour indiquer cette pénétration;
 - soit par un appareil dynamique, d'une fréquence de réponse suffisante pour indiquer la déformation escomptée de la structure dans la zone de sécurité.
- 3.2.1.6 Prescriptions relatives à la zone de sécurité:

En cas d'utilisation d'un gabarit de la zone de sécurité, celui-ci doit être fixé solidement à la même partie du tracteur que celle à laquelle le siège du conducteur l'est et doit rester dans cette position durant toute la durée de l'essai proprement dit.
- 3.2.2 Mode opératoire

Le mode opératoire de l'essai de chute doit comporter les opérations suivantes à

réaliser dans l'ordre indiqué.

3.2.2.1 Placer l'objet d'essai de chute (3.2.1.1) au sommet de la structure, à l'emplacement désigné en 3.2.2.2.

3.2.2.2 Lorsque la zone de sécurité est représentée par la zone de dégagement, le point d'impact doit être situé à un emplacement inclus dans la projection verticale de la zone de dégagement et aussi éloigné que possible des membrures principales (voir figure 10.1).

Lorsque la zone de sécurité est représentée par le VLD, le point d'impact doit se situer entièrement à l'intérieur de la projection verticale de la zone de sécurité, dans la position verticale de cette même zone, sur le sommet de la structure. L'intention est que le choix de la localisation de l'impact doit inclure au moins une localisation dans la projection verticale du plan supérieur de la zone de sécurité.

Deux cas doivent être envisagés:

3.2.2.2.1 Premier cas: les membrures principales horizontales supérieures de la structure ne s'inscrivent pas dans la projection verticale de la zone de sécurité sur la partie supérieure de la structure.

La localisation de l'impact doit être aussi près que possible du barycentre géométrique de la partie supérieure de la structure (voir figure 10.2 - Cas 1).

3.2.2.2.2 Deuxième cas: les membrures principales horizontales supérieures de la structure s'inscrivent dans la projection verticale de la zone de sécurité sur la partie supérieure de la structure.

Lorsque le matériau recouvrant chacune des surfaces au-dessus de la zone de sécurité est d'épaisseur uniforme, la localisation de l'impact doit se trouver dans la plus grande des surfaces, qui doit être la plus grande section de la projection verticale de la zone de sécurité sans comprendre les membrures principales horizontales supérieures. La localisation de l'impact doit correspondre au point, à l'intérieur de la surface présentant la superficie la plus grande, qui se trouve le moins éloigné possible du barycentre géométrique de la partie supérieure de la structure (voir figure 10.2 - Cas 2).

3.2.2.3 Que la zone de sécurité soit représentée par la zone de dégagement ou le volume limite de déformation (VLD), lorsque des matériaux différents ou des épaisseurs différentes sont utilisés pour les différentes surfaces projetées au-dessus de la zone de sécurité, chaque surface doit être soumise à un essai de chute. Si plusieurs essais de chute sont requis, plusieurs échantillons identiques de la structure de protection (ou de morceaux de cette structure) peuvent être fournis par le fabricant (un pour chaque essai de chute). Si des caractéristiques de construction telles que des ouvertures pour des fenêtres ou équipements, des différences de matériaux de couverture ou l'épaisseur laissent supposer qu'un emplacement plus vulnérable pourrait manifestement être sélectionné à l'intérieur de la projection verticale de la zone de sécurité, la chute doit être réalisée à cet endroit. En outre, s'il est prévu de loger des dispositifs ou des équipements dans les découpes du recouvrement de la structure pour fournir une protection adéquate, ces derniers doivent être en place pendant l'essai de chute.

3.2.2.4 Soulever l'objet de chute verticalement au-dessus des points indiqués en 3.2.2.1 et 3.2.2.2, à une hauteur telle que l'énergie développée soit de 1 365 J.

3.2.2.5 Lâcher l'objet de telle sorte qu'il tombe sans contrainte sur la structure.

- 3.2.2.6 Comme il est peu probable qu'une chute libre de l'objet conduise à un impact exactement positionné comme indiqué en 3.2.2.1 et 3.2.2.2, les écarts maximaux suivants sont admis.
- 3.2.2.7 Le point d'impact de l'objet d'essai de chute doit être à l'intérieur d'un cercle de 100 mm de rayon dont le centre doit coïncider avec l'axe vertical de l'objet de chute tel que positionné en 3.2.2.1 et 3.2.2.2).
- 3.2.2.8 Aucune limite n'est fixée quant à la position ou à l'aspect des impacts ultérieurs résultant de rebonds.

3.3 Exigences de performances

La zone de sécurité ne doit être pénétrée par aucune partie de la structure de protection après le premier impact ou tout autre impact ultérieur de l'objet d'essai. Si l'objet de chute pénètre dans la structure, celle-ci doit être considérée comme défectueuse.

Note 1: Dans le cas d'une structure de protection multicouche, il sera tenu compte de toutes les couches, y compris la couche la plus interne.

Note 2: L'objet de chute est considéré comme ayant pénétré dans la structure de protection si au moins la moitié du volume de la sphère a pénétré dans la couche la plus interne.

La structure doit recouvrir et chevaucher complètement la projection verticale de la zone de sécurité.

Si le tracteur est équipé d'une structure de protection contre la chute d'objets fixée sur une structure de protection contre le renversement approuvée, seule la station d'essais qui a conduit l'essai de la structure de protection contre le renversement est normalement habilitée à conduire l'essai de la structure de protection contre la chute d'objets et à présenter la demande d'approbation.

3.4 Extension à d'autres modèles de tracteurs

3.4.1 [Sans objet]

3.4.2 Extension technique

Si l'essai a été effectué avec les éléments minimum requis (reproduits à la figure 10.3), la station d'essais qui a effectué l'essai original peut délivrer un «bulletin d'extension technique» dans les cas suivants: [voir le point 3.4.2.1]

Si l'essai a été effectué en incluant les éléments de fixation / de montage de la structure de protection sur le châssis du tracteur (comme à la figure 10.4), alors, en cas de modifications techniques sur le tracteur, la structure de protection ou la méthode de fixation de la structure de protection au tracteur, la station d'essais qui a effectué l'essai original peut délivrer un «bulletin d'extension technique» dans les cas suivants: [voir le point 3.4.2.1]

3.4.2.1 Extension des résultats des essais de la structure à d'autres modèles de tracteurs

Les essais de choc ne seront pas obligatoires pour chaque modèle de tracteur, à condition que l'ensemble structure de protection et tracteur remplisse les conditions stipulées dans les points 3.4.2.1.1 à 3.4.2.1.3 ci-dessous.

- 3.4.2.1.1 La structure doit être identique à celle soumise à l'essai;
- 3.4.2.1.2 Si l'essai effectué inclut la méthode de fixation au châssis du véhicule, les éléments de fixation et de montage de la structure de protection sur le tracteur doivent être identiques;
- 3.4.2.1.3 La position et les dimensions critiques du siège dans la structure de protection et la position de celle-ci par rapport au tracteur doivent être telles que la zone de sécurité reste protégée par la structure déformée pendant toute la durée des essais (la vérification doit se faire d'après la même référence de zone de dégagement que dans le bulletin d'essai original, à savoir le point de référence du siège [SRP] ou le point index du siège [SIP].

3.4.2.2 Extension des résultats d'essai structurel à des modèles modifiés de la structure de protection

Cette procédure doit être suivie quand les dispositions du point 3.4.2.1 ne sont pas remplies; elle ne doit pas être utilisée quand la méthode de fixation de la structure de protection sur le tracteur ne conserve pas le même principe (par exemple remplacement des supports en caoutchouc par un dispositif de suspension):

Modifications n'affectant pas les résultats de l'essai d'origine (par exemple, la fixation par soudure de la plaque de montage d'un accessoire à un emplacement non critique de la structure), rajout de sièges ayant une position différente du SRP ou du SIP dans la structure de protection (sous réserve de vérification que la ou les nouvelles zones de dégagement restent protégées par la structure déformée pendant toute la durée de l'essai).

Un même bulletin d'extension peut couvrir plusieurs modifications d'une structure de protection si celles-ci représentent différentes options d'une même structure de protection. Les options non testées seront décrites dans une section spécifique du bulletin d'extension.

- 3.4.3 En tout état de cause, le bulletin d'essai doit contenir une référence au bulletin d'essai original.

3.5 [Sans objet]

3.6 Comportement au froid des structures de protection

- 3.6.1 Si le constructeur fait état d'une résistance particulière de la structure de protection à la friabilité à basse température, les propriétés en cause seront décrites dans le bulletin d'essai, sur les indications du constructeur.

- 3.6.2 Les prescriptions et procédures décrites ci-dessous visent à renforcer la structure de protection et à la prémunir contre les fractures dues à la friabilité à basse température. Il est suggéré que les prescriptions minimales suivantes, portant sur les matériaux employés, soient observées pour l'appréciation de la fragilité au froid dans les pays requérant ce supplément de protection en cours d'utilisation:

- 3.6.2.1 Les boulons et écrous d'assemblage de la structure de protection et ses fixations au tracteur posséderont des propriétés suffisantes de résistance à basse température et celles-ci seront vérifiées.

- 3.6.2.2 Toutes les électrodes de soudure utilisées dans la fabrication des éléments de structure

et dans la fixation au tracteur doivent être compatibles avec les matériaux utilisés pour la structure de protection, comme indiqué au point 3.8.2.3 ci-après.

3.6.2.3 Les aciers utilisés dans les membrures de la structure de protection subiront un contrôle de dureté sous forme d'un niveau prescrit d'énergie d'impact, au sens du test de Charpy à entaille en V selon les indications du tableau 10.2. La qualité et la classe de l'acier doivent être spécifiées selon la norme ISO 630:1995, Amd 1:2003.

Un acier d'une épaisseur brute de laminage inférieure à 2,5 mm et d'une teneur en carbone inférieure à 0,2 pour cent est considéré comme satisfaisant.

Les éléments de structure construits à partir de matériaux autres que l'acier doivent posséder une résistance à l'impact équivalente à celle requise pour les aciers.

3.6.2.4 Lors du test de Charpy à entaille en V portant sur le niveau minimum d'énergie d'impact, la taille de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à la plus grande des dimensions énumérées au tableau 1 que le matériau permet.

3.6.2.5 Les tests de Charpy à entaille en V seront effectués selon la procédure décrite dans ASTM A 370-1979, sauf pour les tailles des éprouvettes, qui devront respecter les dimensions figurant dans le tableau 10.2.

3.6.2.6 Une autre manière de procéder consiste à utiliser des aciers calmés ou semi-calmés dont les spécifications seront suffisantes et communiquées. La qualité et la classe de l'acier doivent être spécifiées selon la norme ISO 630:1995, Amd 1:2003.

3.6.2.7 Les éprouvettes doivent être prélevées longitudinalement sur laminés à plat, profilés tubulaires ou membrures de type monocoque avant formage ou soudure pour usage dans la structure de protection. Les éprouvettes prélevées sur les sections tubulaires ou de structure doivent l'être au milieu du côté ayant la plus grande dimension et elles ne comporteront pas de soudures.

Dimensions de l'éprouvette	Énergie à	Énergie à
	- 30 °C	- 20 °C
mm	J	J ^{b)}
10 x 10 ^{a)}	11	27,5
10 x 9	10	25
10 x 8	9,5	24
10 x 7,5 ^{a)}	9,5	24
10 x 7	9	22,5
10 x 6,7	8,5	21
10 x 6	8	20
10 x 5 ^{a)}	7,5	19
10 x 4	7	17,5

10 x 3,5	6	15
10 x 3	6	15
10 x 2,5 ^{a)}	5,5	14

Tableau 10.2

Énergie d'impact – Niveau minimum requis d'énergie d'impact selon le test de Charpy à entaille en V

pour le matériau de la structure de protection, l'éprouvette étant à une température de - 20 ou - 30 °C.

- a) Indique la dimension préférentielle. La dimension de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à la plus grande des dimensions préférentielles que le matériau permet.
- b) L'énergie requise à - 20 °C est égale à 2,5 fois la valeur spécifiée pour - 30 °C. D'autres facteurs affectent la résistance à l'énergie d'impact, à savoir le sens du laminage, la limite d'élasticité, l'orientation du grain et la soudure. Lors de la sélection et de la mise en œuvre d'un acier, il convient de tenir compte de ces facteurs.

Figure 10.1

Point d'impact par rapport à la zone de dégagement

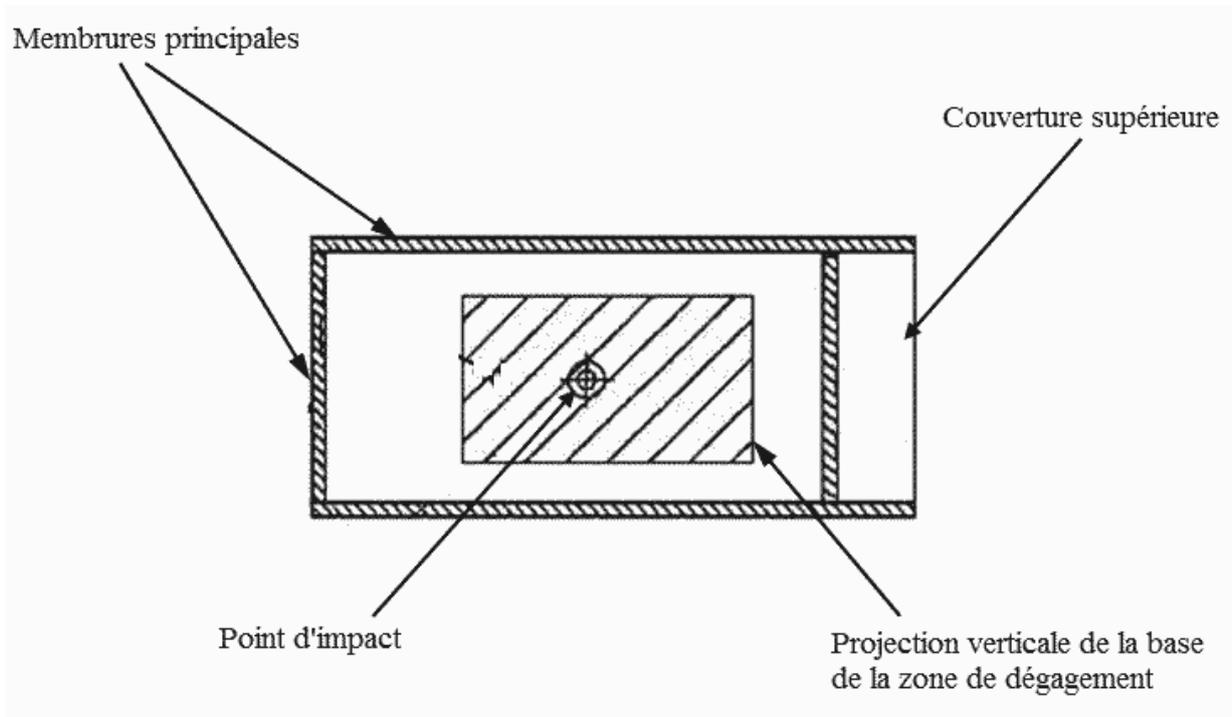


Figure 10.2

Points d'impact de l'essai de chute par rapport au VLD

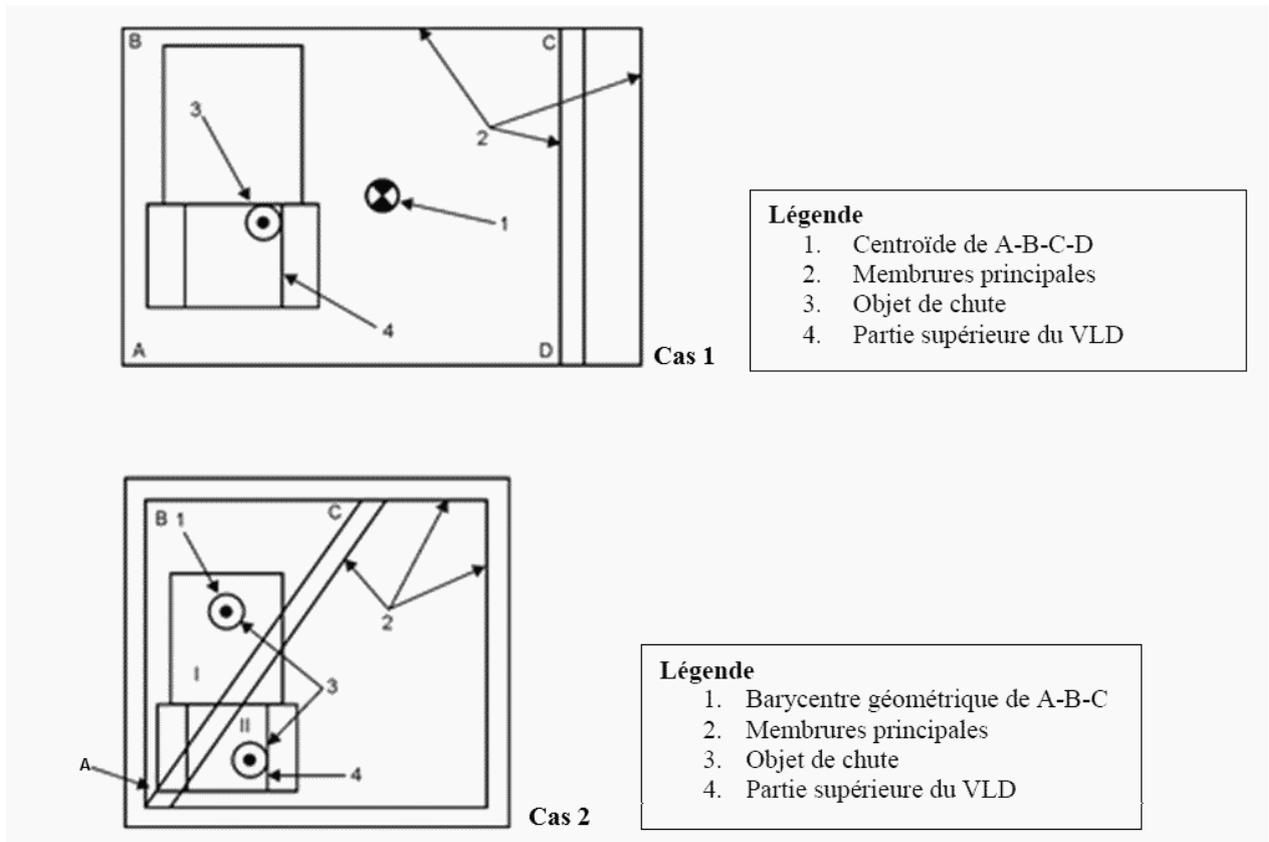


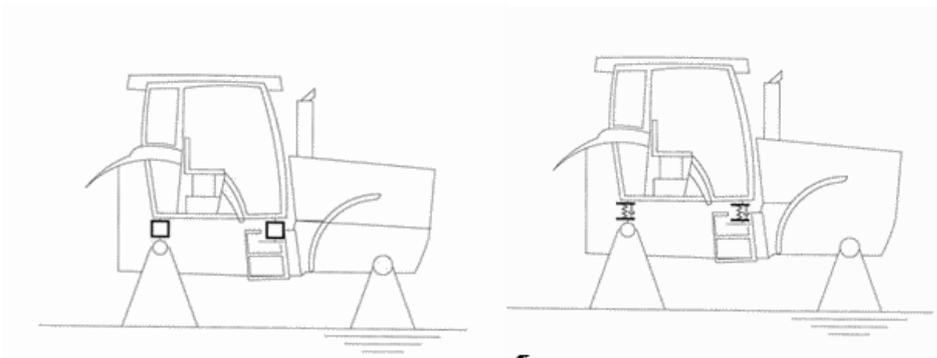
Figure 10.3



Figure 10.4:-

Configurations de l'essai de la FOPS fixée au châssis du véhicule

Figure 10.4a (*gauche*) par des éléments de montage / de fixation et Figure 10.4b (*droite*) par des éléments de suspension



Notes explicatives de l'annexe XI

(1)

Sauf indication contraire, le texte des prescriptions et la numérotation de la section C sont identiques au texte et à la numérotation du code normalisé de l'OCDE pour les essais officiels des structures de protection contre la chute d'objets des tracteurs agricoles et forestiers, Code 10 de l'OCDE, édition 2015 de juillet 2014.

ANNEXE XII
Prescriptions relatives aux sièges de passager

1. Prescriptions

- 1.1. Les sièges de passager, si le véhicule en est pourvu, doivent satisfaire aux prescriptions de la norme EN 15694:2009 et du point 2.4 de l'annexe XIV.
- 1.2. Un véhicule équipé d'un siège à enfourcher et d'un guidon, dont la masse à vide en ordre de marche, exclusion faite de la masse du conducteur, est inférieure à 400 kg et qui est conçu pour recevoir un passager, doit satisfaire aux prescriptions techniques relatives aux sièges pour passager des véhicules tout-terrain de type II énoncées dans la norme EN 15997:2011, en lieu et place de la norme EN 15694:2009.

ANNEXE XIII
Prescriptions relatives à l'exposition sonore du conducteur

1. Spécifications générales

1.1. Unité de mesure

Le niveau sonore L_A doit être mesuré en dB avec pondération A, noté «dB(A)».

1.2. Limites de niveau sonore

Le niveau de bruit auquel sont exposés les conducteurs de tracteurs agricoles et forestiers, à roues ou à chenilles, ne doit pas dépasser les valeurs limites suivantes:

90 dB(A) selon la méthode d'essai 1 définie au point 2,

ou

86 dB(A) selon la méthode d'essai 2 définie au point 3.

1.3. Appareil de mesure

Les mesures du niveau sonore aux oreilles des conducteurs sont effectuées au moyen d'un sonomètre conforme au type décrit dans la publication n° 179, première édition de 1965, de la Commission électrotechnique internationale.

En cas d'indication variable, il faut prendre la valeur moyenne des valeurs maximales.

2. Méthode d'essai 1

2.1. Conditions de mesure

Les mesures sont effectuées dans les conditions suivantes:

2.1.1. le tracteur doit être à vide, c'est-à-dire sans accessoires optionnels, mais avec le fluide de refroidissement, les lubrifiants, le plein de carburant, l'outillage et le conducteur. Ce dernier ne doit pas porter de vêtements trop épais, ni d'écharpe ou de chapeau. Aucun objet susceptible d'exercer une action perturbatrice sur le niveau sonore ne doit se trouver sur le tracteur;

2.1.2. les pneumatiques doivent être gonflés à la pression d'air prescrite par le constructeur du tracteur; le moteur, la transmission et les essieux moteurs doivent se trouver à la température normale de fonctionnement et les volets de refroidissement, si le tracteur en est doté, doivent rester ouverts;

2.1.3. l'équipement additionnel actionné par le moteur ou actionné de façon autonome, par exemple les essuie-glaces, la soufflerie d'air chaud, la prise de force, etc., doit être mis hors circuit pendant la durée des mesures s'il est de nature à influencer la mesure du niveau sonore; les organes qui normalement tournent en même temps que le moteur, par exemple le ventilateur de refroidissement du moteur, doivent être en fonctionnement

pendant la durée des mesures;

2.1.4. le parcours de mesure doit se trouver dans une zone dégagée et suffisamment silencieuse; ce parcours peut être constitué, par exemple, par un espace ouvert de 50 mètres de rayon dont la partie centrale doit être pratiquement horizontale sur au moins 20 mètres de rayon ou par un parcours horizontal avec une piste solide, autant que possible plane et sans rainures. Dans la mesure du possible, la piste doit être propre et sèche (par exemple sans gravier, feuillage, neige, etc.). Des pentes et inégalités ne sont admissibles que si les variations du niveau sonore causées par elles se trouvent comprises dans les limites d'erreur des appareils de mesure;

2.1.5. le revêtement de la piste de roulement doit être de nature telle que les pneumatiques n'engendrent pas un bruit excessif;

2.1.6. le temps doit être beau et sec et le vent faible ou nul.

Le niveau sonore ambiant dû au vent ou à d'autres sources sonores à l'oreille du conducteur doit être inférieur d'au moins 10 dB(A) au niveau sonore du tracteur;

2.1.7. si, pour l'enregistrement des mesures, on utilise un véhicule, celui-ci doit être remorqué ou conduit à une distance suffisamment éloignée du tracteur pour éviter toute interférence. Pendant le procédé de mesure, aucun objet gênant la mesure ni aucune surface réfléchissante ne doivent se trouver à une distance de 20 mètres de chaque côté de la trajectoire ni à une distance de moins de 20 mètres à l'avant et à l'arrière du tracteur. La condition peut être considérée comme étant remplie si les variations du niveau sonore ainsi causées restent à l'intérieur des limites d'erreur; sinon, la mesure doit être arrêtée pendant le temps de la perturbation;

2.1.8. toutes les mesures d'une même série doivent être exécutées sur le même parcours.

2.1.9. Les véhicules de catégorie C équipés de chenilles en acier doivent être soumis à l'essai sur une couche de sable humide, comme spécifié au paragraphe 5.3.2 de la norme ISO 6395: 2008.

2.2. Méthode de mesure

2.2.1. Le microphone est placé sur le côté à 250 mm du plan médian du siège, le côté choisi étant celui où l'on enregistre le niveau sonore le plus élevé.

La membrane du microphone est dirigée vers l'avant et le centre du microphone placé à 790 mm au-dessus et à 150 mm en avant du point de référence du siège décrit à l'annexe III. Une vibration excessive du microphone doit être évitée.

2.2.2. Pour obtenir le niveau sonore maximal en dB(A):

2.2.2.1. sur les tracteurs équipés en série d'une cabine fermée, toutes les ouvertures (par exemple portes, fenêtres, etc.) sont à fermer pendant une première série de mesures;

2.2.2.1.1. pendant une deuxième série de mesures, il faut les laisser ouvertes, sous réserve que, lorsqu'elles sont ouvertes, elles ne créent pas un danger pour la circulation routière, mais les pare-brise rabattables doivent rester en position de protection;

2.2.2.2. on mesure le bruit en utilisant la réponse lente du sonomètre à la charge correspondant au bruit maximal lorsque l'on a enclenché la vitesse permettant de s'approcher le plus possible de la vitesse de 7,5 km/h en marche avant, ou de 5 km/h pour les tracteurs

équipés de chenilles en acier.

La manette de commande du régulateur doit être poussée à fond de course. On part d'une charge nulle, puis on augmente la charge jusqu'à l'obtention du niveau de bruit maximal. À chaque accroissement de charge, il faut, avant la mesure, laisser le temps nécessaire à la stabilisation du niveau de bruit;

- 2.2.2.3. on mesure le bruit en utilisant la réponse lente du sonomètre à la charge correspondant au bruit maximal lorsque l'on a enclenché n'importe quelle vitesse autre que celle visée au point 2.2.2.2 et pour laquelle l'on a enregistré un niveau sonore supérieur d'au moins 1 dB(A) à celui qui est enregistré pour la vitesse mentionnée au point 2.2.2.2.

La manette de commande du régulateur doit être poussée à fond de course. On part d'une charge nulle, puis on augmente la charge jusqu'à l'obtention du niveau de bruit maximal. À chaque accroissement de charge, il faut, avant la mesure, laisser le temps nécessaire à la stabilisation du niveau de bruit;

- 2.2.2.4. on mesure le bruit à la vitesse maximale par construction du tracteur à vide.

2.3. Contenu du rapport d'essais

- 2.3.1. Pour les tracteurs de catégorie T et les tracteurs de catégorie C équipés de chenilles en caoutchouc, le rapport d'essais doit inclure les mesures du niveau sonore effectuées dans les conditions suivantes:

- 2.3.1.1. lorsque l'on enclenche la vitesse permettant de s'approcher le plus possible de la vitesse de 7,5 km/h;

- 2.3.1.2. lorsque l'on enclenche n'importe quelle autre vitesse, si les conditions mentionnées au point 2.2.2.3 sont remplies;

- 2.3.1.3. à la vitesse maximale par construction.

- 2.3.2. Pour les tracteurs de catégorie C équipés de chenilles en acier, le rapport d'essais doit inclure les mesures du niveau sonore effectuées dans les conditions suivantes:

- 2.3.2.1. lorsque l'on enclenche la vitesse permettant de s'approcher le plus possible de la vitesse de 5 km/h;

- 2.3.2.2. le tracteur étant à l'arrêt.

2.4. Critères d'évaluation

- 2.4.1. Pour les tracteurs de catégorie T et les tracteurs de catégorie C équipés de chenilles en caoutchouc, les mesures décrites aux points 2.2.2.1, 2.2.2.2, 2.2.2.3 et 2.2.2.4 ne peuvent pas dépasser les valeurs indiquées au point 1.2.

- 2.4.2. Pour les tracteurs de catégorie C équipés de chenilles en acier, les mesures décrites au point 2.3.2.2 ne peuvent pas dépasser les valeurs indiquées au point 1.2. Les mesures décrites aux points 2.3.2.1 et 2.3.2.2 doivent être incluses dans le rapport d'essais.

3. Méthode d'essai 2

3.1 Conditions de mesure

Les mesures sont effectuées dans les conditions suivantes:

- 3.1.1. le tracteur doit être à vide, c'est-à-dire sans accessoires optionnels, mais avec le fluide de refroidissement, les lubrifiants, le plein de carburant, l'outillage et le conducteur. Ce dernier ne doit pas porter de vêtements trop épais, ni d'écharpe ou de chapeau. Aucun objet susceptible d'exercer une action perturbatrice sur le niveau sonore ne doit se trouver sur le tracteur;
- 3.1.2. les pneumatiques doivent être gonflés à la pression d'air prescrite par le constructeur du tracteur; le moteur, la transmission et les essieux moteurs doivent se trouver à la température normale de fonctionnement et les volets de refroidissement, si le tracteur en est doté, doivent rester complètement ouverts;
- 3.1.3. l'équipement additionnel actionné par le moteur ou actionné de façon autonome, par exemple les essuie-glaces, la soufflerie d'air chaud, la prise de force, etc., doit être mis hors circuit pendant la durée des mesures s'il est de nature à influencer la mesure du niveau sonore; les organes qui normalement tournent en même temps que le moteur, par exemple le ventilateur de refroidissement du moteur, doivent être en fonctionnement pendant la durée des mesures;
- 3.1.4. le parcours de mesure doit se trouver dans une zone dégagée et suffisamment silencieuse; ce parcours peut être constitué, par exemple, par un espace ouvert de 50 mètres de rayon dont la partie centrale doit être pratiquement horizontale sur au moins 20 mètres de rayon ou par un parcours horizontal avec une piste solide, autant que possible plane et sans rainures. Dans la mesure du possible, la piste doit être propre et sèche (par exemple sans gravier, feuillage, neige, etc.). Des pentes et inégalités ne sont admissibles que si les variations du niveau sonore causées par elles se trouvent comprises dans les limites d'erreur des appareils de mesure;
- 3.1.5. le revêtement de la piste de roulement doit être de nature telle que les pneumatiques n'engendrent pas un bruit excessif;
- 3.1.6. le temps doit être beau et sec et le vent faible ou nul.

Le niveau sonore ambiant dû au vent ou à d'autres sources sonores à l'oreille du conducteur doit être inférieur d'au moins 10 dB(A) au niveau sonore du tracteur;

- 3.1.7. si, pour l'enregistrement des mesures, on utilise un véhicule, celui-ci doit être remorqué ou conduit à une distance suffisamment éloignée du tracteur pour éviter toute interférence. Pendant le procédé de mesure, aucun objet gênant la mesure ni aucune surface réfléchissante ne doivent se trouver à une distance de 20 mètres de chaque côté de la trajectoire ni à une distance de moins de 20 mètres à l'avant et à l'arrière du tracteur. La condition peut être considérée comme étant remplie si les variations du niveau sonore ainsi causées restent à l'intérieur des limites d'erreur; sinon, la mesure doit être arrêtée pendant le temps de la perturbation;
- 3.1.8. toutes les mesures d'une même série doivent être exécutées sur le même parcours.
- 3.1.9. Les véhicules de catégorie C équipés de chenilles en acier doivent être soumis à l'essai sur une couche de sable humide, comme spécifié au paragraphe 5.3.2 de la norme ISO 6395:2008.

3.2. Méthode de mesure

- 3.2.1. Le microphone est placé sur le côté à 250 mm du plan médian du siège, le côté choisi étant celui où l'on enregistre le niveau sonore le plus élevé.

La membrane du microphone est dirigée vers l'avant et le centre du microphone placé à 790 mm au-dessus et à 150 mm en avant du point de référence du siège décrit à l'annexe III. Une vibration excessive du microphone doit être évitée.

3.2.2. Le niveau sonore est déterminé comme suit:

3.2.2.1. il convient de faire circuler le tracteur sur un même parcours et au moins trois fois à la même vitesse d'essai pendant au moins 10 secondes;

3.2.2.2. sur les tracteurs équipés en série d'une cabine fermée, toutes les ouvertures (par exemple portes, fenêtres, etc.) sont à fermer pendant une première série de mesures;

3.2.2.2.1. pendant une deuxième série de mesures, il faut les laisser ouvertes, sous réserve que, lorsqu'elles sont ouvertes, elles ne créent pas un danger pour la circulation routière, mais les pare-brise rabattables doivent rester en position de protection;

3.2.2.3. on mesure le bruit au régime maximal en utilisant la réponse lente du sonomètre, c'est-à-dire en enclenchant la vitesse qui, au régime nominal du moteur, permet de s'approcher le plus possible de la vitesse de 7,5 km/h. Pendant la mesure, le tracteur doit circuler à vide.

3.3 Contenu du rapport d'essais

Pour les tracteurs de catégorie C équipés de chenilles en acier, le rapport d'essais doit inclure les mesures du niveau sonore effectuées dans les conditions suivantes:

3.3.1. lorsque l'on enclenche la vitesse permettant de s'approcher le plus possible de la vitesse de 5 km/h;

3.3.2. le tracteur étant à l'arrêt.

3.4 Critères d'évaluation

3.4.1. Pour les tracteurs de catégorie T et les tracteurs de catégorie C équipés de chenilles en caoutchouc, les mesures décrites aux points 3.2.2.2 et 3.2.2.3 ne peuvent pas dépasser les valeurs indiquées au point 1.2.

3.4.2. Pour les tracteurs de catégorie C équipés de chenilles en acier, la mesure décrite au point 3.3.2 ne peut pas dépasser les valeurs indiquées au point 1.2. Les mesures décrites aux points 3.3.1 et 3.3.2 doivent être incluses dans le rapport d'essais.