I

(Actes pris en application des traités CE/Euratom dont la publication est obligatoire)

RÈGLEMENTS

RÈGLEMENT (CE) Nº 631/2009 DE LA COMMISSION

du 22 juillet 2009

arrêtant les prescriptions détaillées pour la mise en œuvre de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009 du Parlement européen et du Conseil relative à la protection des piétons et autres usagers vulnérables de la route, modifiant la directive 2007/46/CE et abrogeant les directives 2003/102/CE et 2005/66/CE

LA COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES,

vu le traité instituant la Communauté européenne,

vu le règlement (CE) nº 78/2009 du Parlement européen et du Conseil du 14 janvier 2009 relatif à la réception des véhicules à moteurs concernant la protection des piétons et autres usagers vulnérables de la route, modifiant la directive 2007/46/CE et abrogeant les directives 2003/102/CE et 2005/66/CE [1], et notamment son article 4, paragraphe 6,

considérant ce qui suit:

(1) Le règlement (CE) nº 78/2009 est un des nouveaux actes réglementaires distincts dans le contexte de la procédure de réception communautaire au titre de la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil du 5 septembre 2007 établissant un cadre pour la réception des véhicules à moteur, de leurs remorques et des systèmes, des composants et des entités techniques destinés à ces véhicules dénommée (directive-cadre) [2].

(2) Le règlement (CE) nº 78/2009 fixe les exigences de base pour la protection des piétons et autres usagers vulnérables de la route sous la forme d'essais et de valeurs limites pour la réception communautaire des véhicules à moteur, ainsi que de systèmes de protection frontale en tant qu'entités techniques distinctes.

(3) Les essais visés au règlement (CE) nº 78/2009 se fondent sur les exigences énoncées dans la directive 2003/102/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 novembre 2003 relative à la protection des piétons et autres usagers vulnérables de la route en cas de collision avec un véhicule à moteur et préalablement à celle-ci et modifiant la directive 70/156/CEE du Conseil [3] et la directive 2005/66/CE du Parlement et du Conseil du 26 octobre 2005 relative à l'utilisation de systèmes de protection frontale sur les véhicules à moteur et modifiant la directive 70/156/CEE du Conseil [4].

(4) Une étude menée à terme sur les spécifications de certaines exigences énoncées dans la directive 2003/102/CE [5] a révélé la nécessité d'apporter des modifications à cette directive.

(5) Les prescriptions techniques nécessaires à la mise en œuvre des exigences du règlement (CE) nº 78/2009 doivent se fonder sur les spécifications utilisées dans la décision 2004/90/CE de la Commission du 23 décembre 2003 concernant les prescriptions techniques pour la mise en œuvre de l'article 3 de la directive 2003/102/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 novembre 2003 relative à la protection des piétons et autres usagers vulnérables de la route en cas de collision avec un véhicule à moteur et préalablement à celle-ci et modifiant la directive 70/156/CEE [6] et la décision 2006/368/CE de la Commission du 20 mars 2006 concernant les prescriptions techniques détaillées pour la réalisation des essais prévus dans la directive 2005/66/CE du Parlement européen et du Conseil relative à l'utilisation de systèmes de protection frontale sur les véhicules à moteur [7].

[1] JO L 35 du 4.2.2009, p. 1.
[2] JO L 263 du 9.10.2007, p. 1.
[3] JO L 321 du 6.12.2003, p. 15.
[4] JO L 309 du 25.11.2005, p. 37.
[5] Étude sur la faisabilité de mesures relatives à la protection des piétons et autres usagers vulnérables de la route — rapport définitif 2006, Transport Research Laboratory, Royaume-Uni.
[6] JO L 31 du 4.2.2004, p. 21.
[7] JO L 140 du 29.5.2006, p. 33.

(6) Les mesures prévues dans le présent règlement sont conformes à l'avis du comité technique pour les véhicules à moteur,

A ARRÊTÉ LE PRÉSENT RÈGLEMENT:

Article premier

Le présent règlement arrête les prescriptions techniques nécessaires à la réalisation des essais et à la mise en œuvre des exigences visés à l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009.

Article 2

Les essais visés à l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009 sont réalisés conformément à l'annexe du présent règlement.

Article 3

Dans le cas des essais pour la réception d'un véhicule doté d'un système de protection frontale ou pour la réception d'un tel système en tant qu'entité technique distincte, lorsque le système devant faire l'objet de l'essai a été conçu pour être utilisé sur plusieurs types de véhicules, il est réceptionné séparément pour chacun des types de véhicules auxquels il est destiné.

Le service technique est toutefois en droit de renoncer à exiger des essais complémentaires si les types de véhicules concernés ou les types de systèmes de protection frontale sont considérés comme étant suffisamment similaires.

Article 4

Le présent règlement entre en vigueur le vingtième jour suivant celui de sa publication au *Journal officiel de l'Union européenne*.

Le présent règlement est obligatoire dans tous ses éléments et directement applicable dans tout État membre.

Fait à Bruxelles, le 22 juillet 2009.

Par la Commission
Günter VERHEUGEN
Vice-président

ANNEXE

PARTIE I: EXIGENCES ET DÉFINITIONS GÉNÉRALES

PARTIE II: SPÉCIFICATIONS RELATIVES AUX ESSAIS DE VÉHICULES

Chapitre I: Conditions générales

Chapitre II: Essai de collision de bas de jambe factice sur le pare-chocs

Chapitre III: Essai de collision de haut de jambe factice sur le pare-chocs

Chapitre IV: Essai de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du capot

Chapitre V: Essai de collision de tête factice d'enfant ou d'adulte de petite taille sur la face supérieure du capot

Chapitre VI: Essai de collision de tête factice d'adulte sur le pare-brise

Chapitre VII: Essai de collision de tête factice d'enfant, d'adulte de petite taille ou d'adulte sur la face supérieure du capot

PARTIE III: SPÉCIFICATIONS RELATIVES AUX SYSTÈMES D'ASSISTANCE AU FREINAGE D'URGENCE

Appendice I: Méthode de détermination de F_{ABS} et a_{ABS}

Appendice II: Traitement des données pour le système AFU

PARTIE IV: SPÉCIFICATIONS RELATIVES AUX ESSAIS DES SYSTÈMES DE PROTECTION FRONTALE

Chapitre I: Conditions générales

Chapitre II: Essai de collision de bas de jambe factice sur le système de protection frontale

Chapitre III: Essai de collision de haut de jambe factice sur le système de protection frontale

Chapitre IV: Essai de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du système de protection frontale

Chapitre V: Essai de collision de tête factice d'enfant/d'adulte de petite taille sur le système de protection frontale

PARTIE V: ÉLÉMENTS DE FRAPPE UTILISÉS DANS LES ESSAIS

Appendice I: Homologation des éléments de frappe

PARTIE I

EXIGENCES ET DÉFINITIONS GÉNÉRALES

1. **Observations générales**

Lorsque des mesures sont effectuées sur un véhicule conformément à la présente partie, celui-ci doit être placé dans son assiette normale.

Si le véhicule porte un insigne, une figurine ou une autre structure susceptible de se coucher vers l'arrière ou de se rétracter sous l'effet d'une pression de 100 N maximum, cette pression est appliquée avant et/ou pendant les mesures.

Tous les composants du véhicule susceptibles de changer de forme ou de position, autres que les dispositifs de protection des piétons, sont mis dans leur position rabattue.

2. **Définitions**

Aux fins de la présente annexe, les définitions suivantes s'appliquent:

2.1. La «hauteur du bord avant du capot» pour toute section d'une automobile désigne la distance verticale entre le sol et la ligne de référence du bord avant du capot.

2.2. La «ligne de référence du bord avant du capot» désigne la trace géométrique des points de contact entre une ligne droite de 1 000 mm de long et la face antérieure du capot, lorsque la ligne droite, maintenue parallèlement au plan longitudinal vertical de la voiture et inclinée de 50° vers l'arrière, l'extrémité inférieure étant située à 600 mm au-dessus du sol, est déplacée à travers et contre le bord avant du capot (voir figure 16).

Sur les véhicules dont la face supérieure du capot est inclinée plus ou moins à 50°, de sorte que la ligne droite la touche sur une portion continue ou en plusieurs points au lieu d'un seul, la ligne de référence est déterminée en inclinant la ligne droite en arrière jusqu'à former un angle de 40°.

Sur les véhicules dont la silhouette est telle que le premier point de contact se situe sur l'extrémité inférieure de la ligne droite, ce point est considéré comme étant la ligne de référence du bord avant du capot en cette position latérale.

Sur les véhicules dont la silhouette est telle que le premier point de contact se situe sur l'extrémité supérieure de la ligne droite, la trace géométrique de la longueur développée à 1 000 mm est utilisée comme étant la ligne de référence du bord avant du capot en cette position latérale.

L'arête supérieure du pare-chocs est également considérée comme étant le bord avant du capot au sens du présent engagement lorsqu'elle est mise en contact avec la ligne droite pendant cette opération.

2.3. La «ligne de référence de la face postérieure du capot» désigne la trace géométrique des points de contact les plus en retrait entre une sphère de 165 mm et la face supérieure du capot, lorsque la sphère, maintenue en contact permanent avec le pare-brise, est déplacée de part et d'autre de la face supérieure du capot (voir figure 1). Cette opération nécessite le démontage des balais et des bras des essuie-glaces.

Si la ligne de référence de la face postérieure du capot est située à une longueur développée supérieure à 2 100 mm, cette ligne de référence est déterminée par la trace géométrique de la longueur développée à 2 100 mm. Si la ligne de référence de la face postérieure du capot et les lignes de référence des faces latérales du capot ne se croisent pas, la ligne de référence de la face postérieure du capot est modifiée selon la procédure décrite au point 2.17.

2.4. La «partie antérieure du pare-chocs» pour toute section d'une automobile désigne la distance horizontale entre la ligne de référence supérieure du pare-chocs et la ligne de référence du bord avant du capot.

2.5. Le «centre du genou» désigne le point de flexion effective du genou.

2.6. L'«angle du pare-chocs» désigne le point de contact du véhicule avec un plan vertical formant un angle de 60° avec le plan longitudinal vertical de la voiture et une droite tangente à la surface externe du pare-chocs (voir figure 2).

2.7. Par «angle du système de protection frontale», il faut entendre le point de contact du système de protection frontale avec un plan vertical formant un angle de 60° avec le plan longitudinal vertical du véhicule et une droite tangente à la surface externe du système de protection frontale (voir figure 3).

2.8. Par «angle du bord avant du système de protection frontale», il faut entendre le point de contact du système de protection frontale avec un plan vertical formant un angle de 45° avec le plan longitudinal vertical du véhicule et une droite tangente à la surface externe du système de protection frontale. Le bord inférieur du plan est à une hauteur de 600 mm, ou 200 mm au-dessous de la partie la plus élevée du système de protection frontale, le niveau retenu étant le plus élevé.

2.9. Le «point d'angle de référence» est l'intersection de la ligne de référence du bord avant du capot et de la ligne de référence latérale (voir figure 4).

2.10. Par «dimensions essentielles de l'extrémité avant», il faut entendre des points solides dans l'espace du cadre d'essai, représentant tous les points du type de véhicule visé où le système de protection frontale serait susceptible de le heurter lors des essais.

2.11. Le «fémur» désigne tous les composants ou les parties de composants (y compris la chair, la peau, l'amortisseur, la voie de mesure, ainsi que les étriers, les poulies, etc., fixés à l'élément de frappe en vue de sa propulsion) situés au-dessus du niveau du centre du genou.

2.12. Par «partie antérieure du système de protection frontale», pour tout point situé sur un système de protection frontale, il faut entendre la distance horizontale entre la ligne de référence de la face supérieure du système de protection frontale et la position du point considéré sur le système de protection frontale. Cette distance est mesurée à n'importe quel point sur un plan vertical parallèle au plan longitudinal vertical du véhicule.

2.13. Par «bord avant du système de protection frontale», il faut entendre la structure externe la plus élevée du système de protection frontale, à l'exclusion du capot et des ailes, des éléments supérieurs et latéraux du boîtier de phares et de toute autre pièce de fixation, telles que les grilles servant uniquement à protéger les projecteurs.

2.14. Par «hauteur du bord avant du système de protection frontale», pour toute section verticale longitudinale d'un système de protection frontale, il faut entendre la distance verticale entre le niveau de référence du sol et la ligne de référence du bord avant du système de protection frontale à cette section, le véhicule étant placé dans son assiette normale.

2.15. La «ligne de référence du bord avant du système de protection frontale» désigne la trace géométrique des points de contact entre une ligne droite de 1 000 mm de long et la face antérieure du système de protection frontale, lorsque la ligne droite, maintenue parallèlement au plan longitudinal vertical de la voiture et inclinée de 50° vers l'arrière, l'extrémité inférieure étant située à 600 mm au-dessus du sol, est déplacée à travers et contre le bord avant du système de protection frontale. Sur les véhicules dont la face supérieure du système de protection frontale est inclinée plus ou moins à 50°, de sorte que la ligne droite la touche sur une portion continue ou en plusieurs points au lieu d'un seul, la ligne de référence est déterminée en inclinant la ligne droite en arrière jusqu'à former un angle de 40°. Sur les systèmes de protection frontale dont la silhouette est telle que le premier point de contact se situe sur l'extrémité inférieure de la ligne droite, ce point est considéré comme étant la ligne de référence du bord avant du système de protection frontale en cette position latérale. Sur les systèmes de protection frontale dont la silhouette est telle que le premier point de contact se situe sur l'extrémité supérieure de la ligne droite, la trace géométrique de la longueur développée à 1 000 mm est utilisée comme étant la ligne de référence du bord avant du système de protection frontale en cette position latérale. Aux fins du présent règlement, le bord supérieur du système de protection frontale est également considéré comme le bord avant du système de protection frontale s'il entre en contact avec la ligne droite au cours de cette opération (voir figure 5).

2.16. Le «point d'impact» désigne le point, sur le véhicule où a lieu le premier contact de l'élément de frappe. La proximité de ce point par rapport au point visé dépend à la fois de l'angle de la trajectoire de l'élément de frappe et du contour de la surface du véhicule (voir point B à la figure 6).

2.17. «Intersection entre la ligne de référence de la face postérieure du capot et la ligne de référence de la face latérale du capot». Si la ligne de référence de la face postérieure du capot et la ligne de référence de la face latérale du capot ne se croisent pas, la ligne de référence de la face postérieure du capot est prolongée et/ou modifiée en utilisant un gabarit semi-circulaire, de 100 mm de rayon. Le gabarit est constitué d'une fine feuille d'un matériau flexible qui se plie aisément en une seule courbure dans n'importe quelle direction. De préférence, le gabarit résiste à une courbure double ou complexe lorsque cela pourrait entraîner des plis. Le matériau recommandé est une fine feuille de plastique doublée de mousse pour permettre au gabarit «d'adhérer» à la surface du véhicule.

Le gabarit étant posé sur une surface plane, il est marqué de quatre points «A» à «D», comme indiqué sur la figure 7. Le gabarit est placé sur le véhicule de telle sorte que les angles «A» et «B» coïncident avec la ligne de référence latérale. En veillant à ce que ces deux angles continuent de coïncider avec la ligne de référence latérale, faire glisser progressivement le gabarit vers l'arrière jusqu'à ce que son arc touche la ligne de référence de la face postérieure du capot. Tout au long de l'opération, le gabarit est courbé pour suivre, aussi étroitement que possible, le contour extérieur de la face supérieure du capot du véhicule sans se plisser. Si le contact entre le gabarit et la ligne de référence de la face postérieure du capot est tangentiel et que le point de tangence se situe en dehors de l'arc défini par les points «C» et «D», alors la ligne de référence de la face postérieure du capot est prolongée et/ou modifiée pour suivre l'arc de circonférence du gabarit et atteindre la ligne de référence de la face latérale, comme illustré à la figure 8.

Si le gabarit ne peut toucher simultanément la ligne de référence de la face latérale du capot aux points «A» et «B» tout en étant tangent avec la ligne de référence de la face postérieure du capot ou que le point auquel la ligne de référence de la face postérieure du capot et le gabarit se touchent se situe à l'intérieur de l'arc défini par les points «C» et «D», des gabarits supplémentaires dont les rayons sont augmentés progressivement par incréments de 20 mm sont alors utilisés, jusqu'à ce que toutes les conditions ci-dessus soient remplies.

Une fois définie, la ligne de référence de la face postérieure du capot est utilisée dans tous les points qui suivent et les extrémités initiales de la ligne ne sont plus prises en compte.

2.18. La «hauteur minimale du pare-chocs» désigne, à n'importe quelle position transversale, la distance verticale entre le sol et la ligne de référence inférieure du pare-chocs, le véhicule étant placé dans son assiette normale.

2.19. La «ligne de référence inférieure du pare-chocs» désigne la limite inférieure des principaux points de contact du piéton lors d'une collision avec le pare-chocs. Elle se définit comme la trace géométrique des points de contact les plus bas entre une ligne droite de 700 mm de long et le pare-chocs, lorsque la ligne droite, maintenue parallèlement au plan longitudinal vertical de la voiture et inclinée de 25° vers l'avant, en contact permanent avec le sol et avec la surface du pare-chocs, est déplacée en travers de l'avant de la voiture (voir figure 9).

2.20. La «hauteur minimale du système de protection frontale» désigne, à n'importe quelle position transversale, la distance verticale entre le sol et la ligne de référence inférieure du système de protection frontale, le véhicule étant placé dans son assiette normale.

2.21. La «ligne de référence inférieure du système de protection frontale» désigne la limite inférieure des principaux points de contact du piéton lors d'une collision avec le système de protection frontale. Elle se définit comme la trace géométrique des points de contact les plus bas entre une ligne droite de 700 mm de long et le système de protection frontale, lorsque la ligne droite, maintenue parallèlement au plan longitudinal vertical de la voiture et inclinée de 25° vers l'avant, en contact permanent avec le sol et avec la surface du système de protection frontale, est déplacée en travers de l'avant de la voiture (voir figure 10).

2.22. La «ligne de référence de l'arrière du pare-brise» désigne la trace géométrique des points de contact les plus en avant entre une sphère et le pare-brise, lorsqu'une sphère de 165 mm de diamètre, maintenue en contact permanent avec le pare-brise, est déplacée de part et d'autre de la partie supérieure du cadre du pare-brise, y compris les éventuelles garnitures (voir figure 11).

2.23. La «ligne de référence de la face latérale» désigne la trace géométrique des points de contact les plus haut entre une ligne droite de 700 mm de long et la face latérale de la voiture, lorsque la ligne droite, maintenue parallèlement au plan vertical latéral de la voiture, inclinée à 45° vers l'intérieur, est déplacée vers l'avant le long de la face supérieure du capot et reste en contact avec les faces de la surface supérieure du capot (voir figure 12).

2.24. Le «point visé» désigne l'intersection de la projection de l'axe longitudinal de la tête factice avec la face antérieure de la voiture (voir point A à la figure 6).

2.25. Le «tiers du bord avant du capot» désigne la trace géométrique située entre les points d'angle de référence et mesurée en suivant avec un ruban divisé en trois parts égales le contour externe du bord avant du capot.

2.26. Le «tiers de la face supérieure du capot» désigne la trace géométrique située entre les lignes de référence latérales et mesurée en suivant avec un ruban divisé en trois parts égales le contour externe de la face supérieure du capot sur n'importe quelle section transversale.

2.27. Par «tiers du système de protection frontale», il faut entendre la trace géométrique située entre les angles du système de protection frontale, mesurée en suivant avec un ruban divisé en trois parts égales le contour horizontal externe du système de protection frontale.

2.28. Par «tiers du bord avant du système de protection frontale», il faut entendre la trace géométrique située entre les angles du bord avant du système de protection frontale, mesurée en suivant avec un ruban divisé en trois parts égales le contour horizontal externe du système de protection frontale.

2.29. Le «tiers du pare-chocs» désigne la trace géométrique située entre les angles du pare-chocs et mesurée en suivant avec un ruban divisé en trois parts égales le contour externe du pare-chocs.

2.30. Le «tibia» désigne tous les composants ou les parties de composants (y compris la chair, la peau, la voie de mesure, ainsi que les étriers, les poulies, etc., fixés à l'élément de frappe en vue de sa propulsion) situés au-dessus du niveau du centre du genou. À noter que la définition du tibia prend en considération la masse, etc., du pied.

2.31. La «ligne de référence supérieure du pare-chocs» désigne la limite supérieure des principaux points de contact du piéton lors d'une collision avec le pare-chocs.

Pour les voitures dotées d'une structure de pare-chocs identifiable, elle se définit comme la trace géométrique des points de contact les plus élevés entre une ligne droite et le pare-chocs, lorsque la ligne droite, maintenue parallèlement au plan longitudinal vertical de la voiture et inclinée de 20° vers l'arrière, en contact permanent avec la surface du pare-chocs, est déplacée en travers de l'avant de la voiture (voir figure 13).

Pour les voitures non dotées d'une structure de pare-chocs identifiable, elle se définit comme la trace géométrique des points de contact les plus élevés entre une ligne droite et le pare-chocs, lorsque la ligne droite, maintenue parallèlement au plan longitudinal vertical de la voiture et inclinée de 20° vers l'arrière, en contact permanent avec le sol et avec la surface du pare-chocs, est déplacée en travers de l'avant de la voiture (voir figure 13).

Si nécessaire, la ligne droite est raccourcie pour éviter tout contact avec les structures situées au-dessus du pare-chocs.

2.32. La «hauteur maximale du système de protection frontale» désigne, à n'importe quelle position transversale, la distance verticale entre le sol et la ligne de référence supérieure du système de protection frontale, le véhicule étant placé dans son assiette normale.

2.33. La «ligne de référence supérieure du système de protection frontale» désigne la limite supérieure des principaux points de contact du piéton lors d'une collision avec le système de protection frontale. Elle se définit comme la trace géométrique des points de contact les plus élevés entre une ligne droite de 700 mm de long et le système de protection frontale, lorsque la ligne droite, maintenue parallèlement au plan longitudinal vertical de la voiture et inclinée de 20° vers l'arrière, en contact permanent avec le sol et avec la surface du système de protection frontale, est déplacée en travers de l'avant de la voiture (voir figure 14).

Si nécessaire, la ligne droite est raccourcie pour éviter tout contact avec les structures situées au-dessus du système de protection frontale.

2.34. Le «type de véhicule» désigne une catégorie de véhicules dont les éléments essentiels, situés à l'avant des montants A, ne présentent pas de différences en ce qui concerne les aspects suivants, dans la mesure où l'on peut considérer qu'un changement influerait négativement sur les résultats des essais d'impact prescrits par le règlement (CE) n° 78/2009:

a) la structure;

b) les principales dimensions;

c) les matériaux des surfaces extérieures;

d) le montage des composants (externes ou internes);

e) la méthode de fixation d'un système de protection frontale, lorsque le véhicule en est équipé.

Aux fins de l'homologation des systèmes de protection frontale en tant qu'entités techniques distinctes, toute référence au véhicule renvoie au cadre sur lequel le système est monté pour les besoins des essais et qui vise à représenter les dimensions extérieures de la partie avant du véhicule pour lequel l'homologation du système est sollicitée.

2.35. La «longueur développée» désigne la trace géométrique décrite sur la face supérieure du système de protection frontale par l'une des extrémités d'un ruban lorsque celui-ci est maintenu sur un plan longitudinal vertical à l'axe du véhicule et déplacé à travers la face frontale supérieure ou le système de protection frontale. Tout au long de l'opération, le ruban est tendu et l'une de ses extrémités est maintenue en contact avec le niveau de référence du sol, en position verticale sous la face antérieure du pare-chocs ou le système de protection frontale, tandis que l'autre est maintenue en contact avec la face supérieure du capot ou le système de protection frontale (voir, par exemple, la figure 15). Le véhicule est placé dans son assiette normale.

On répète l'opération avec des rubans de longueur appropriée pour déterminer les longueurs développées de 900 mm (WAD900), 1 000 mm (WAD1000), 1 700 mm (WAD1700) et 2 100 mm (WAD2100).

Figure 1

Détermination de la ligne de référence de la face postérieure du capot

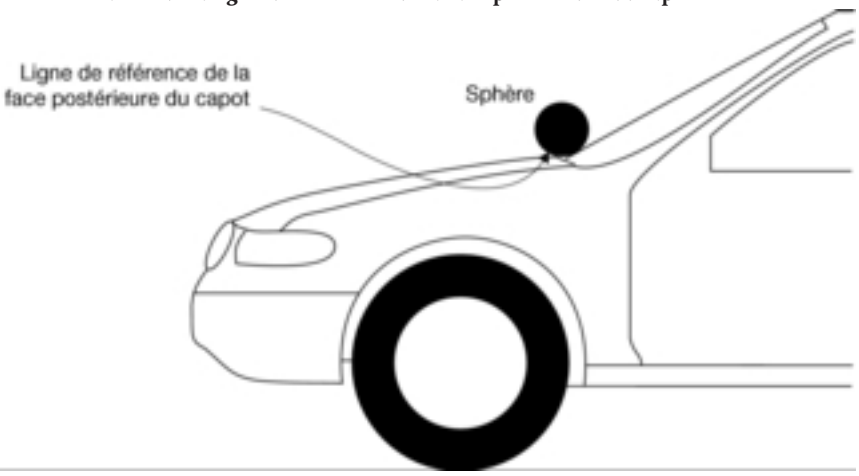


Figure 2

Détermination de l'angle du pare-chocs

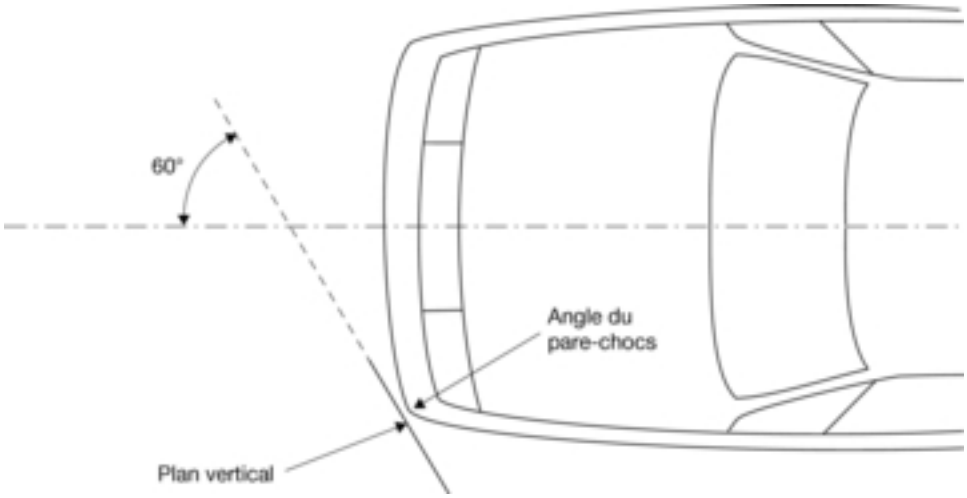


Figure 3

Détermination de l'angle du système de protection frontale

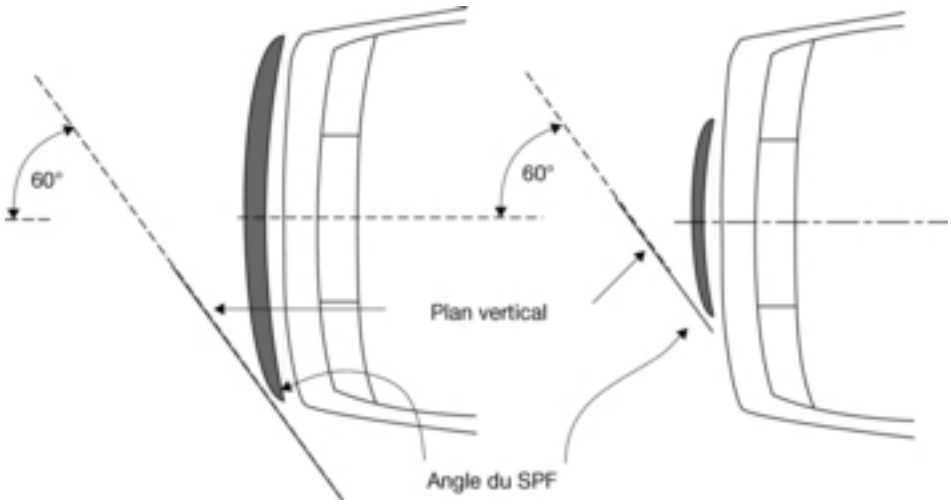


Figure 4

Détermination du point d'angle de référence; intersection de la ligne de référence du bord avant du capot et de la ligne de référence latérale

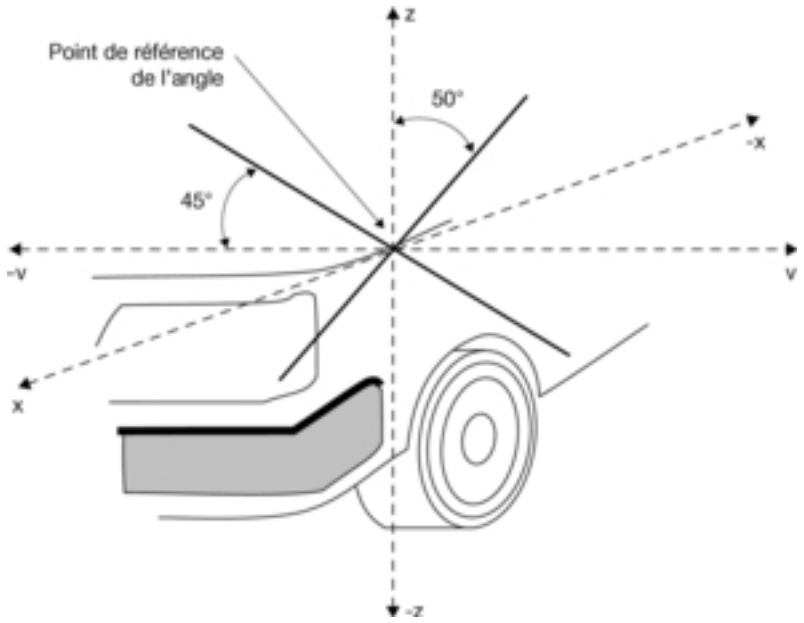


Figure 5

Détermination de la ligne de référence du bord avant du système de protection frontale

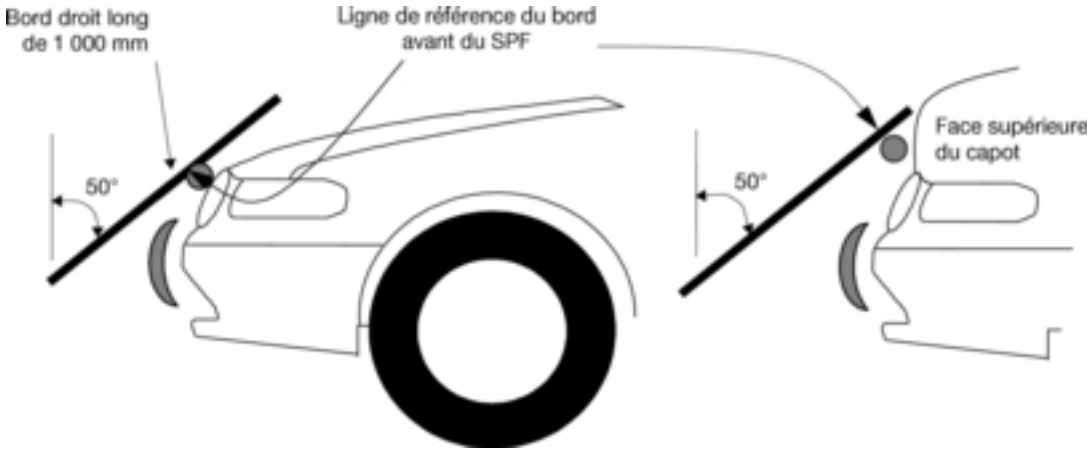


Figure 6

Points d'impact et points visés

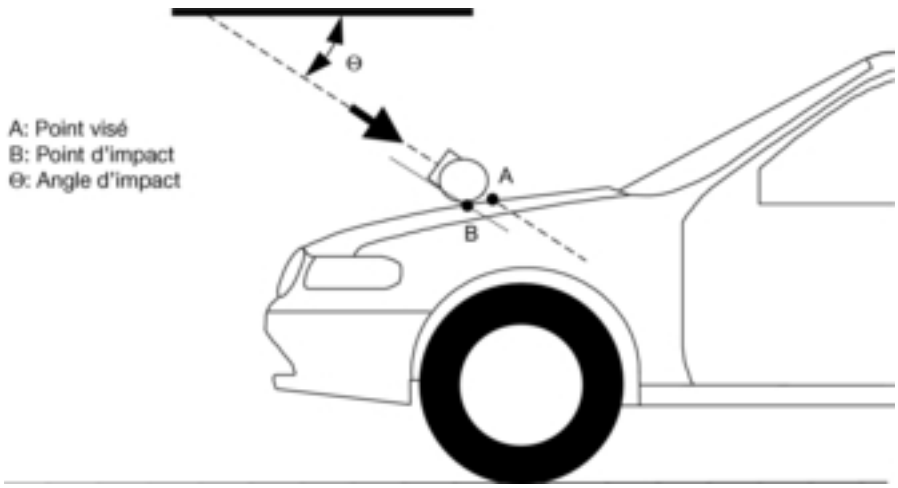


Figure 7

Forme et marques du gabarit utilisé pour relier la ligne de référence de la face postérieure du capot et la ligne de référence latérale

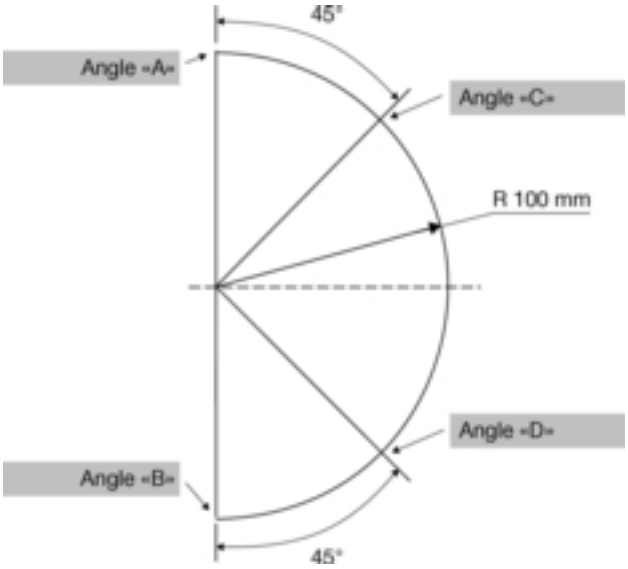


Figure 8

Vue de dessus de l'angle arrière du capot — Prolongement de la ligne de référence latérale le long de l'arc de circonférence du gabarit

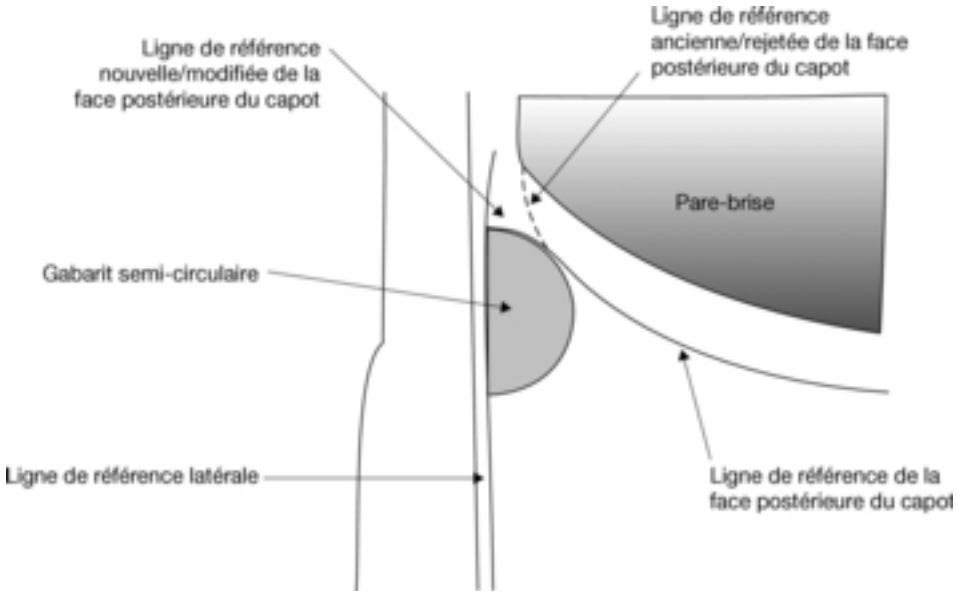


Figure 9

Détermination de la ligne de référence de la face inférieure du pare-chocs

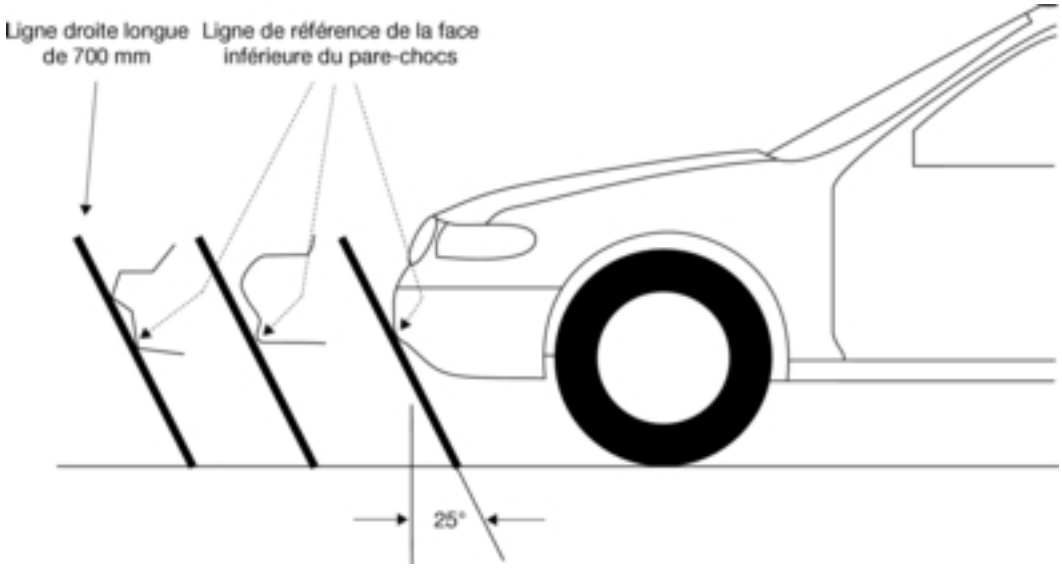


Figure 10

Détermination de la ligne de référence de la face inférieure du système de protection frontale

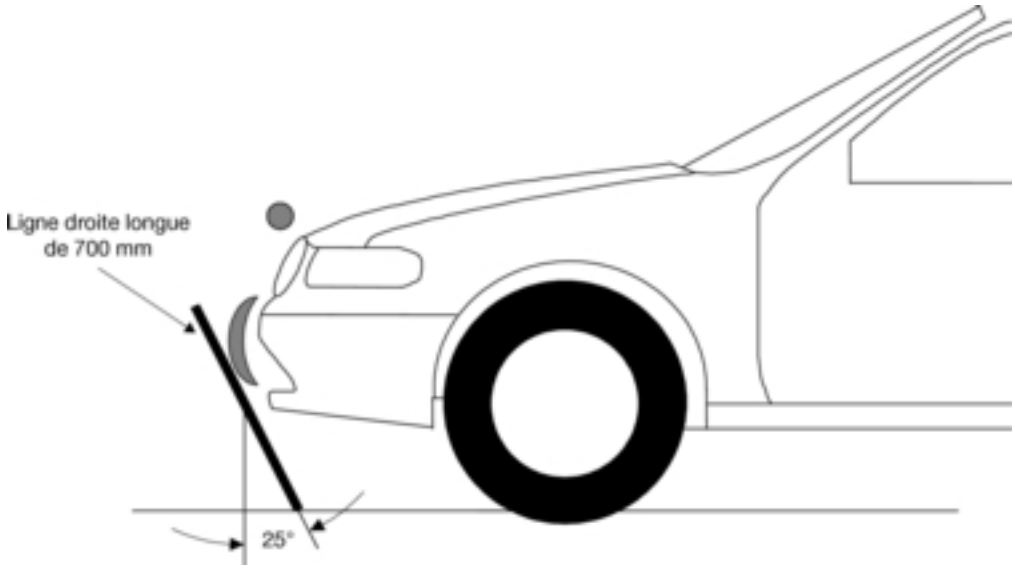


Figure 11

Détermination de la ligne de référence de l'arrière du pare-brise

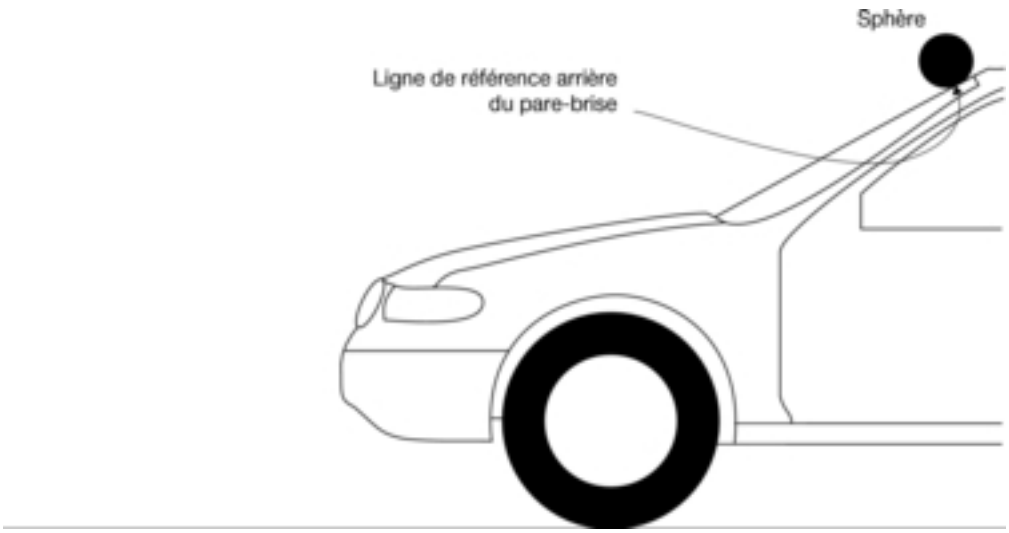


Figure 12

Détermination de la ligne de référence de la face latérale

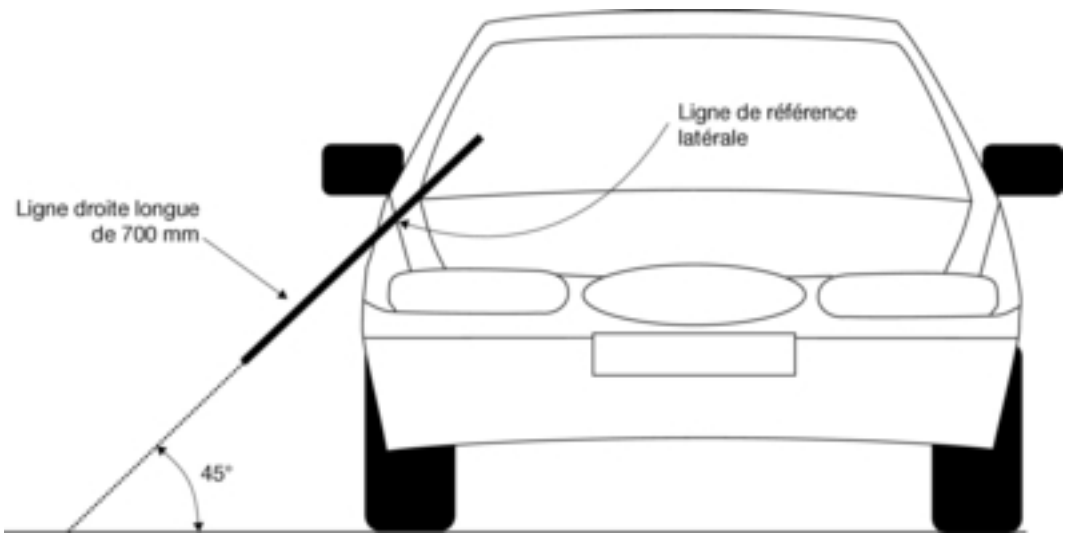


Figure 13

Détermination de la ligne de référence de la face supérieure du pare-chocs

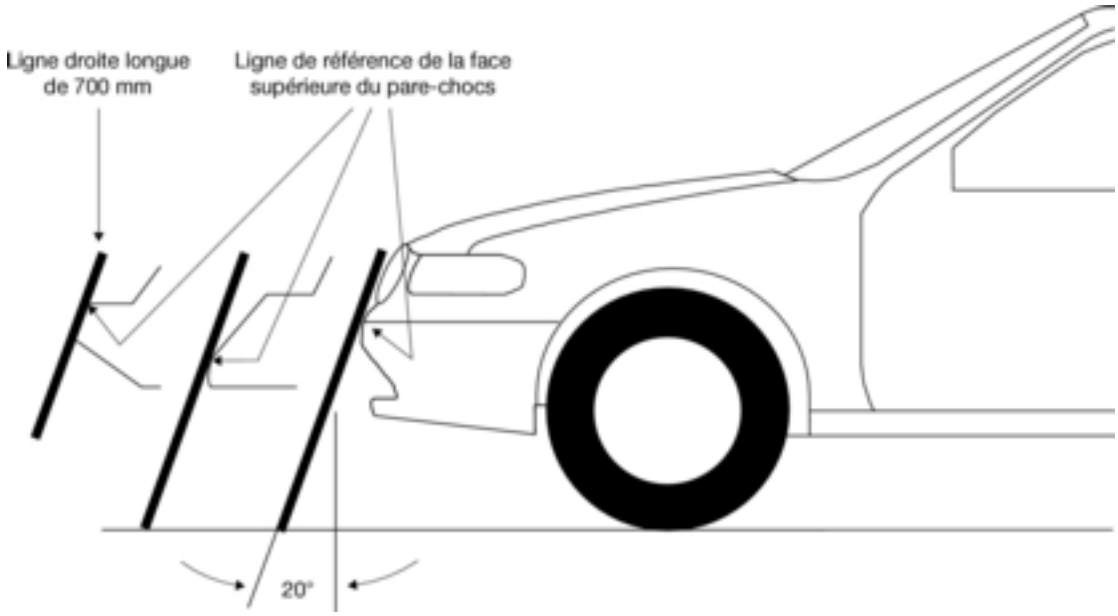


Figure 14

Détermination de la ligne de référence de la face supérieure du système de protection frontale

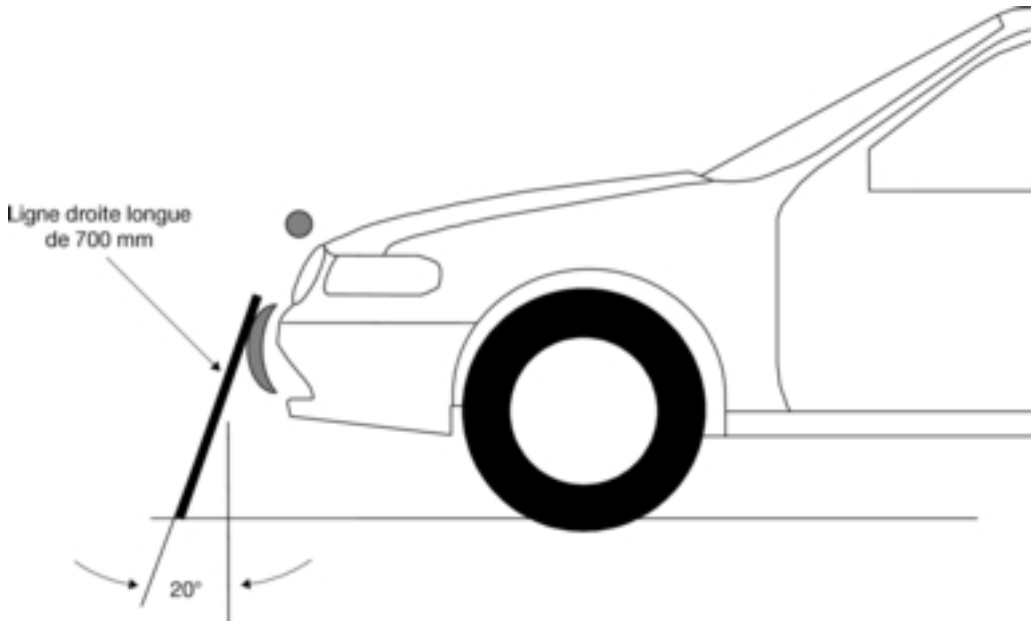


Figure 15

Détermination de la longueur développée du système de protection frontale

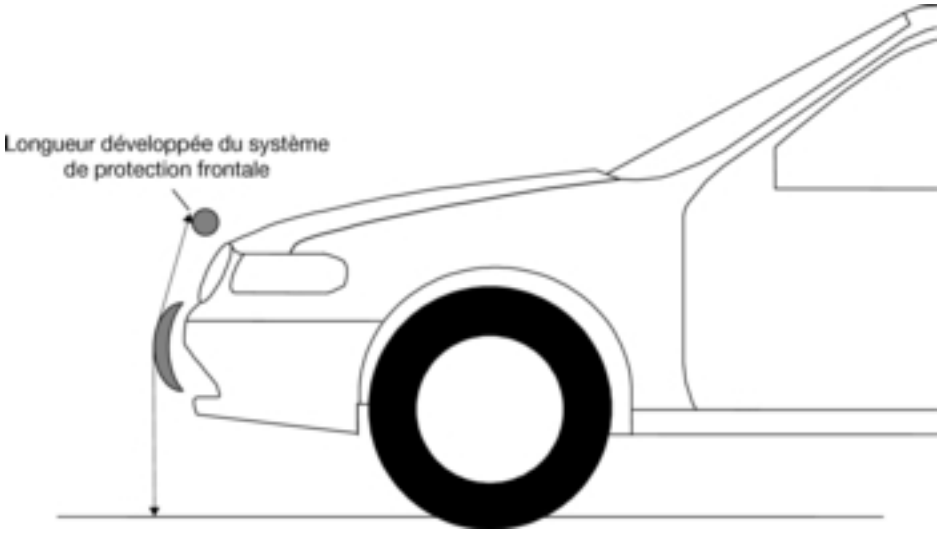
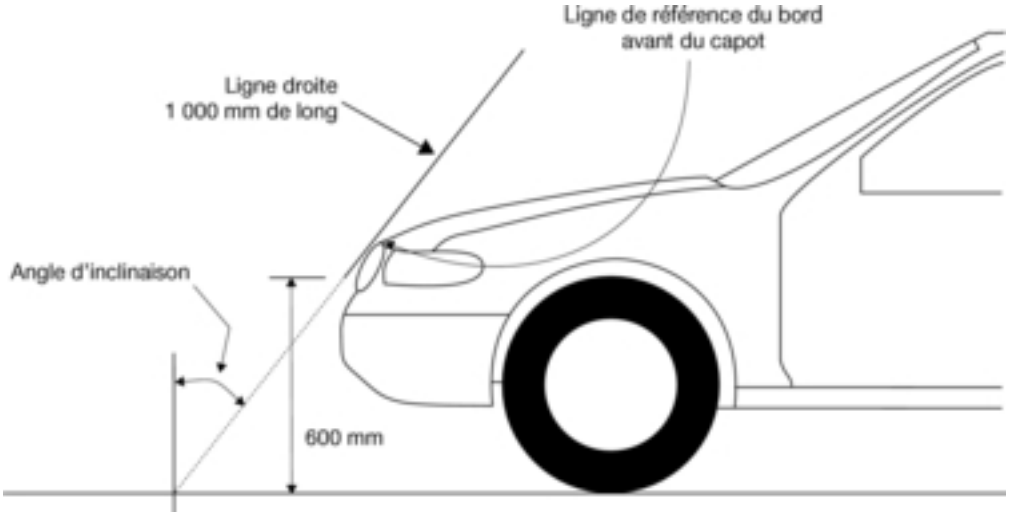


Figure 16

Détermination de la ligne de référence du bord avant du capot



PARTIE II

SPÉCIFICATIONS RELATIVES AUX ESSAIS DE VÉHICULES

CHAPITRE I

Conditions générales

1. **Véhicule complet**

1.1. Aux fins des essais, les véhicules complets satisfont aux conditions décrites aux points 1.1.1, 1.1.2 et 1.1.3.

1.1.1. Le véhicule se trouve dans son assiette normale; il est soit solidement fixé sur des supports surélevés, soit au repos sur une surface plane, le frein à main tiré.

1.1.2. Tous les dispositifs conçus pour protéger les usagers de la route vulnérables sont correctement activés avant le début de l'essai ou déclenchés pendant le déroulement de l'essai. Il est de la responsabilité du candidat à la réception de démontrer que les dispositifs fonctionneront comme prévu en cas de collision avec un piéton.

1.1.3. Tous les composants du véhicule susceptibles de changer de forme ou de position, autres que les dispositifs actifs de protection des piétons, et qui ont plusieurs formes ou positions fixes, imposent au véhicule de se conformer aux composants dans chaque forme ou chaque position fixe.

2. **Sous-système de véhicule**

2.1. Lorsque seul un sous-système de véhicule est fourni pour réaliser les essais, celui-ci doit satisfaire aux conditions spécifiées aux points 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 et 2.1.4.

2.1.1. Le sous-système à l'essai doit posséder tous les éléments de la structure du véhicule et du capot, ainsi que tous les composants situés sous le capot ou derrière le pare-brise susceptibles d'intervenir dans une collision frontale avec un usager de la route vulnérable, afin de démontrer la performance et les interactions de tous les composants concourants du véhicule.

2.1.2. Le sous-système est solidement fixé et placé dans son assiette normale.

2.1.3. Tous les dispositifs conçus pour protéger les usagers de la route vulnérables sont correctement activés avant le début de l'essai ou déclenchés pendant le déroulement de l'essai. Il est de la responsabilité du candidat à la réception de démontrer que les dispositifs fonctionneront comme prévu en cas de collision avec un piéton.

2.1.4. Tous les composants du véhicule susceptibles de changer de forme ou de position, autres que les dispositifs actifs de protection des piétons, et qui ont plusieurs formes ou positions fixes, imposent au véhicule de se conformer aux composants dans chaque forme ou chaque position fixe.

CHAPITRE II

Essai de collision de bas de jambe factice sur le pare-chocs

1. **Champ d'application**

Cette procédure d'essai s'applique aux exigences énoncées aux points 2.1 a) et 3.1 a) de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

2. **Observations générales**

2.1. Le bas de jambe factice utilisé comme élément de frappe dans les essais de collision avec le pare-chocs est en «mouvement libre» au moment de l'impact. L'élément de frappe est libéré à une distance telle du véhicule que les résultats de l'essai ne sont pas influencés par un contact de l'élément de frappe avec le système de propulsion lors du rebond.

2.2. L'élément de frappe peut être propulsé par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. L'objet de l'essai est de garantir qu'il est satisfait aux exigences énoncées aux points 2.1 a) et 3.1 a) de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

3.2. Cet essai s'applique aux véhicules dont la hauteur minimale du pare-chocs est inférieure à 425 mm.

Pour les véhicules dont la hauteur minimale du pare-chocs est égale ou supérieure à 425 mm et inférieure à 500 mm, le fabricant est libre d'opter pour l'essai décrit au chapitre III.

Pour les véhicules dont la hauteur minimale du capot est égale ou supérieure à 500 mm, le chapitre III s'applique.

3.3. Trois essais de collision du bas de jambe factice sur le pare-chocs seront effectués au minimum, soit un essai sur le tiers central et un essai sur chacun des deux tiers externes du pare-chocs, dans les positions où la probabilité de lésions est estimée la plus forte. Les essais doivent porter sur différents types de structures, si celles-ci varient de part et d'autre de la zone à évaluer. Les points sélectionnés pour les essais doivent être distants d'au moins 132 mm et situés à 66 mm au moins à l'intérieur des angles du pare-chocs tels qu'ils ont été définis. Les distances minimales seront déterminées à l'aide d'un ruban tendu le long de la surface externe du véhicule. Les positions testées par les laboratoires seront indiquées dans le rapport d'essai.

4. **Procédure d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système répond aux exigences du chapitre I.

4.1.1. L'élément de frappe servant à l'essai ou, au moins, la chair en mousse est entreposé pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 15 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C avant d'en être retiré pour l'essai. Après avoir été retiré de l'espace de stockage, l'élément de frappe n'est pas soumis à d'autres conditions que celles existant dans la zone d'essai.

4.1.2. Chaque essai est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à utiliser de l'espace de rangement contrôlé.

4.2. Le bas de jambe factice qui est utilisé aux fins de l'essai est celui décrit au point 1 de la partie V.

4.3. L'élément de frappe doit être monté, propulsé et libéré comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. La direction du vecteur de vitesse d'impact est dans le plan horizontal et parallèle au plan vertical longitudinal du véhicule. La tolérance pour la direction du vecteur de vitesse dans le plan horizontal et dans le plan longitudinal est de ± 2° au moment du premier contact.

4.5. L'axe de l'élément de frappe est perpendiculaire au plan horizontal avec une tolérance de ± 2° dans le plan latéral et longitudinal. Les plans horizontal, longitudinal et latéral sont orthogonaux les uns par rapport aux autres (voir figure 1).

4.6. Le bas de l'élément de frappe est situé 25 mm au-dessus du niveau de référence du sol au moment du contact initial avec le pare-chocs (voir figure 2), avec une tolérance de ± 10 mm.

Lors de la mise à niveau du système de propulsion, on tiendra compte de l'influence de la gravité durant la période de mouvement libre de l'élément de frappe.

Au moment du contact initial, l'élément de frappe doit être dans la direction prévue par rapport à son axe vertical, afin que l'articulation du genou fonctionne correctement, avec une tolérance de ± 5° (voir figure 1).

4.7. Au moment du contact initial, la ligne médiane de l'élément de frappe doit heurter la zone d'impact choisie, avec une tolérance de ± 10 mm.

4.8. Au moment du contact entre l'élément de frappe et le véhicule, l'élément de frappe ne doit pas toucher le sol ou tout autre objet ne faisant pas partie du véhicule.

4.9. La vitesse d'impact de l'élément de frappe, au moment de frapper le capot, est de 11,1 ± 0,2 m/s. L'effet de la gravité doit être pris en compte si la vitesse de l'impact est calculée à partir de mesures prises avant le moment du contact initial.

Figure 1

Tolérances des angles pour le bas de jambe factice utilisé comme élément de frappe au moment du premier impact

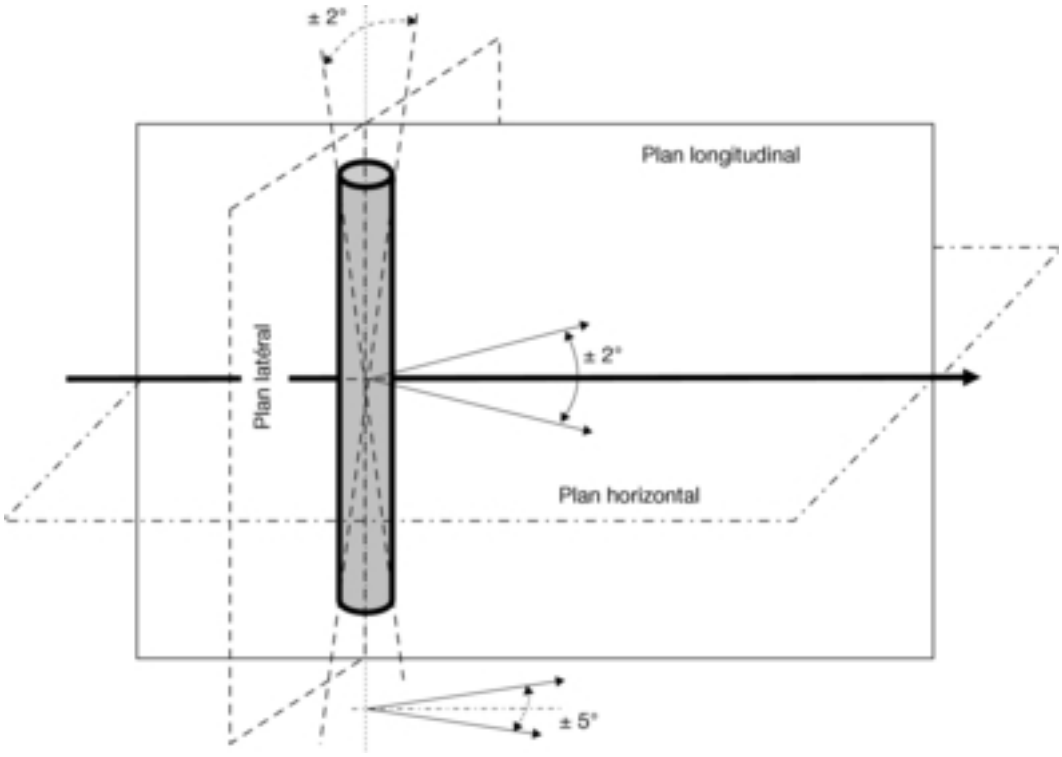
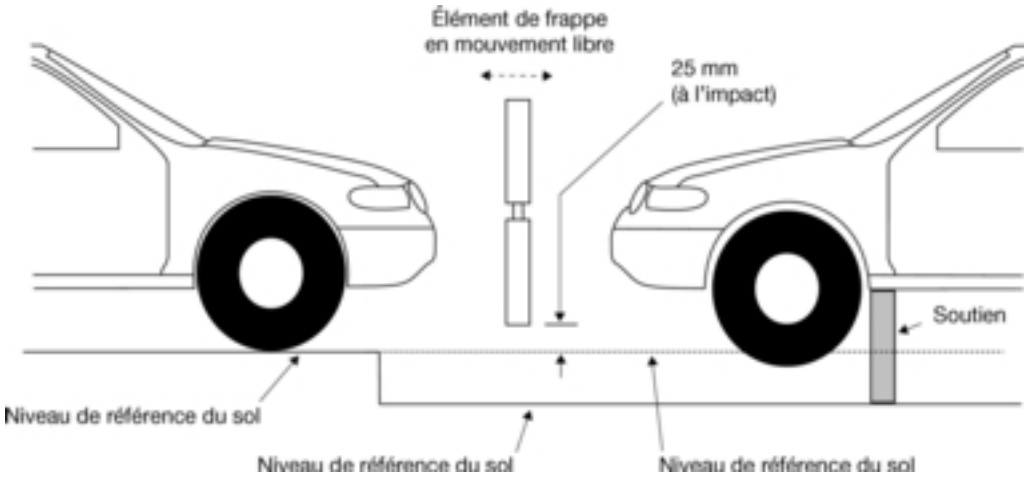


Figure 2

Essais de collision du bas de jambe factice sur le pare-chocs avec un véhicule complet dans son assiette normale (à gauche) et avec un véhicule complet ou un sous-système monté sur des supports (à droite)



CHAPITRE III

Essai de collision de haut de jambe factice sur le pare-chocs

1. **Champ d'application**

Cette procédure d'essai s'applique aux exigences énoncées aux points 2.1 b) et 3.1 b) de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

2. **Observations générales**

2.1. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe est monté sur le système de propulsion à l'aide d'une articulation avec limitateur de couple, afin d'éviter que des efforts décentrés importants n'endommagent le système de guidage. Le système de guidage est équipé de guides à faible friction, insensibles aux efforts déportés, n'autorisant le déplacement de l'élément de frappe que dans la direction déterminée pour l'impact, lors du contact avec le véhicule. Les guides empêchent tout mouvement dans une autre direction, et notamment la rotation autour d'un axe quelconque.

2.2. L'élément de frappe peut être propulsé par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. L'objet de l'essai est de garantir qu'il est satisfait aux exigences énoncées aux points 2.1 b) et 3.1 b) de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

3.2. Cet essai s'applique aux véhicules dont la hauteur minimale du pare-chocs est égale ou supérieure à 500 mm.

Pour les véhicules dont la hauteur minimale du pare-chocs est égale ou supérieure à 425 mm et inférieure à 500 mm, le fabricant est libre d'opter pour l'essai décrit au chapitre II.

Pour les véhicules dont la hauteur minimale du pare-chocs est inférieure à 425 mm, le chapitre II s'applique.

3.3. Les essais de collision du haut de jambe factice sur le pare-chocs sont dirigés vers les points sélectionnés au point 3.3 du chapitre II.

4. **Procédure d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système doit répondre aux exigences du chapitre I.

4.1.1. L'élément de frappe servant à l'essai ou, au moins, la chair en mousse est entreposé pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 15 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C avant d'en être retiré pour l'essai. Après avoir été retiré de l'espace de stockage, l'élément de frappe n'est pas soumis à d'autres conditions que celles existant dans la zone d'essai.

4.1.2. Chaque essai est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à utiliser de l'espace de rangement contrôlé.

4.2. Le haut de jambe factice qui est utilisé aux fins de l'essai est celui décrit au point 2 de la partie V.

4.3. L'élément de frappe doit être monté, propulsé et libéré comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. La direction de l'impact est parallèle à l'axe du véhicule, l'axe de l'élément de frappe étant vertical au moment du contact initial. On admet une tolérance de ± 2° par rapport à ces directions. Au moment du contact initial, la ligne médiane de l'élément de frappe doit être située à la verticale à mi-distance entre la ligne de référence de la face supérieure du pare-chocs et la ligne de référence de la face inférieure du pare-chocs, avec une tolérance de ± 10 mm, et se présenter latéralement par rapport au point d'impact choisi, avec une tolérance de ± 10 mm.

4.5. La vitesse d'impact de l'élément de frappe lorsqu'il heurte le pare-chocs est de 11,1 ± 0,2 m/s.

CHAPITRE IV

Essai de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du capot

1. **Champ d'application**

Cette procédure d'essai s'applique aux exigences énoncées aux points 2.2 et 3.2 de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

2. **Observations générales**

2.1. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe est monté sur le système de propulsion à l'aide d'une articulation avec limitateur de couple, afin d'éviter que des efforts décentrés importants n'endommagent le système de guidage. Le système de guidage est équipé de guides à faible friction, insensibles aux efforts déportés, n'autorisant le déplacement de l'élément de frappe que dans la direction déterminée pour l'impact, lors du contact avec le véhicule. Les guides empêchent tout mouvement dans une autre direction, et notamment la rotation autour d'un axe quelconque.

2.2. L'élément de frappe peut être propulsé par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. L'objet de l'essai est de garantir qu'il est satisfait aux exigences énoncées aux points 2.2 et 3.2 de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

3.2. Trois essais de collision du haut de jambe factice sur le bord avant du capot seront effectués au minimum, soit un essai sur le tiers central et un essai sur chacun des deux tiers externes du bord avant du capot, aux positions où la probabilité de lésions est estimée la plus forte. Toutefois, le point d'impact correspondant à chaque tiers doit être choisi, si possible, de façon que l'énergie cinétique d'impact requise, définie au point 4.8, soit supérieure à 200 J. Les essais doivent porter sur différents types de structures, si celles-ci varient de part et d'autre de la zone à évaluer. Les points sélectionnés pour les essais doivent être distants d'au moins 150 mm et situés au moins à 75 mm à l'intérieur des points d'angle de référence tels qu'ils ont été définis. Les distances minimales seront déterminées à l'aide d'un ruban tendu le long de la surface externe du véhicule. Les positions testées par les laboratoires seront indiquées dans le rapport d'essai.

3.3. Tous les équipements standard montés à l'avant du véhicule sont en position.

4. **Procédure d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système répond aux exigences du chapitre I.

4.1.1. L'élément de frappe servant à l'essai ou, au moins, la chair en mousse est entreposé pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 15 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C avant d'en être retiré pour l'essai. Après avoir été retiré de l'espace de stockage, l'élément de frappe n'est pas soumis à d'autres conditions que celles existant dans la zone d'essai.

4.1.2. Chaque essai est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à utiliser de l'espace de rangement contrôlé.

4.2. Le haut de jambe factice qui est utilisé aux fins de l'essai est celui décrit au point 2 de la partie V.

4.3. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe doit être monté et propulsé comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe est aligné de façon que la ligne médiane du système de propulsion et l'axe longitudinal de l'élément de frappe se situent dans le plan vertical longitudinal parallèle à l'axe du véhicule soumis à l'essai. On admet des tolérances de ± 2° par rapport à ces directions. Au moment du contact initial, la ligne médiane de l'élément de frappe doit coïncider avec la ligne de référence du bord avant du capot, avec une tolérance de ± 10 mm (voir figure 3) et se présenter latéralement par rapport au point d'impact choisi, avec une tolérance de ± 10 mm.

4.5. La vitesse d'impact requise, la direction de l'impact et la masse de l'élément de frappe sont déterminées suivant les indications des points 4.7 et 4.8. On admet une tolérance de ± 2 % pour la vitesse d'impact et de ± 2° pour la direction de l'impact. L'effet de la gravité doit être pris en compte si la vitesse de l'impact est calculée à partir de mesures prises avant le moment du contact initial. La masse de l'élément de frappe est mesurée avec une précision de ± 1 % au maximum; si la valeur de la mesure diffère de la masse requise, la vitesse requise est ajustée en conséquence, comme indiqué au point 4.8.

4.6. Détermination de la forme du véhicule

4.6.1. La position de la ligne de référence de la face supérieure du pare-chocs est déterminée conformément à la partie I.

4.6.2. La position de la ligne de référence du bord avant du capot est déterminée conformément à la partie I.

4.6.3. Pour la section du bord avant du capot soumise à essai, la hauteur du bord avant du capot et la partie antérieure du pare-chocs sont déterminées conformément à la partie I.

4.7. Il convient de déterminer, d'après les figures 4 et 5, la vitesse d'impact requise et la direction de l'impact, en prenant pour référence les valeurs obtenues pour la hauteur du bord avant du capot et pour la partie antérieure du pare-chocs conformément au point 4.6.3.

4.8. La masse totale du haut de jambe utilisé comme élément de frappe comprend les composants de propulsion et de guidage qui sont solidaires de l'élément de frappe au cours de l'impact, et notamment les poids supplémentaires.

La valeur de la masse du haut de jambe est calculée selon la formule suivante:

$$M = 2E / V^2$$

dans laquelle:

M = Masse [kg]

E = Énergie d'impact [J]

V = Vitesse [m/s]

La vitesse d'impact requise est la valeur déterminée selon les indications du point 4.7 et l'énergie est déterminée d'après la figure 6 en prenant pour référence les valeurs obtenues pour la hauteur du bord avant du capot et pour la partie antérieure du pare-chocs conformément au point 4.6.3.

La masse de l'élément de frappe peut s'éloigner de cette valeur de ± 10 %, pour autant que la vitesse d'impact requise soit également modifiée selon la formule ci-dessus, de façon à conserver la même énergie cinétique.

4.9. Il convient de fixer des poids supplémentaires nécessaires à l'arrière du membre postérieur, ou à des composants du système de guidage qui restent solidaires de l'élément de frappe au cours de l'impact, de façon que la masse de l'élément de frappe corresponde à la valeur calculée conformément au point 4.8.

Figure 3

Essais de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du capot

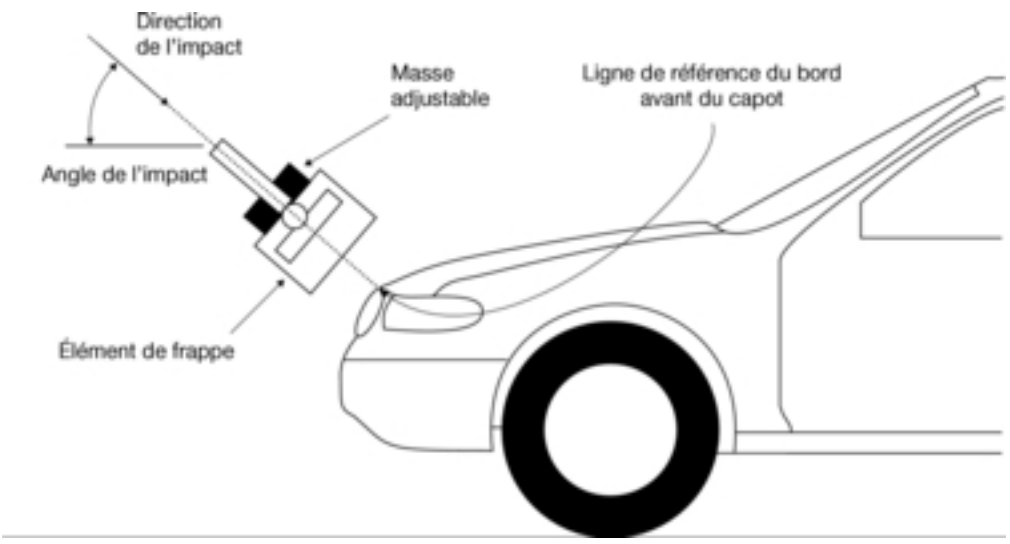
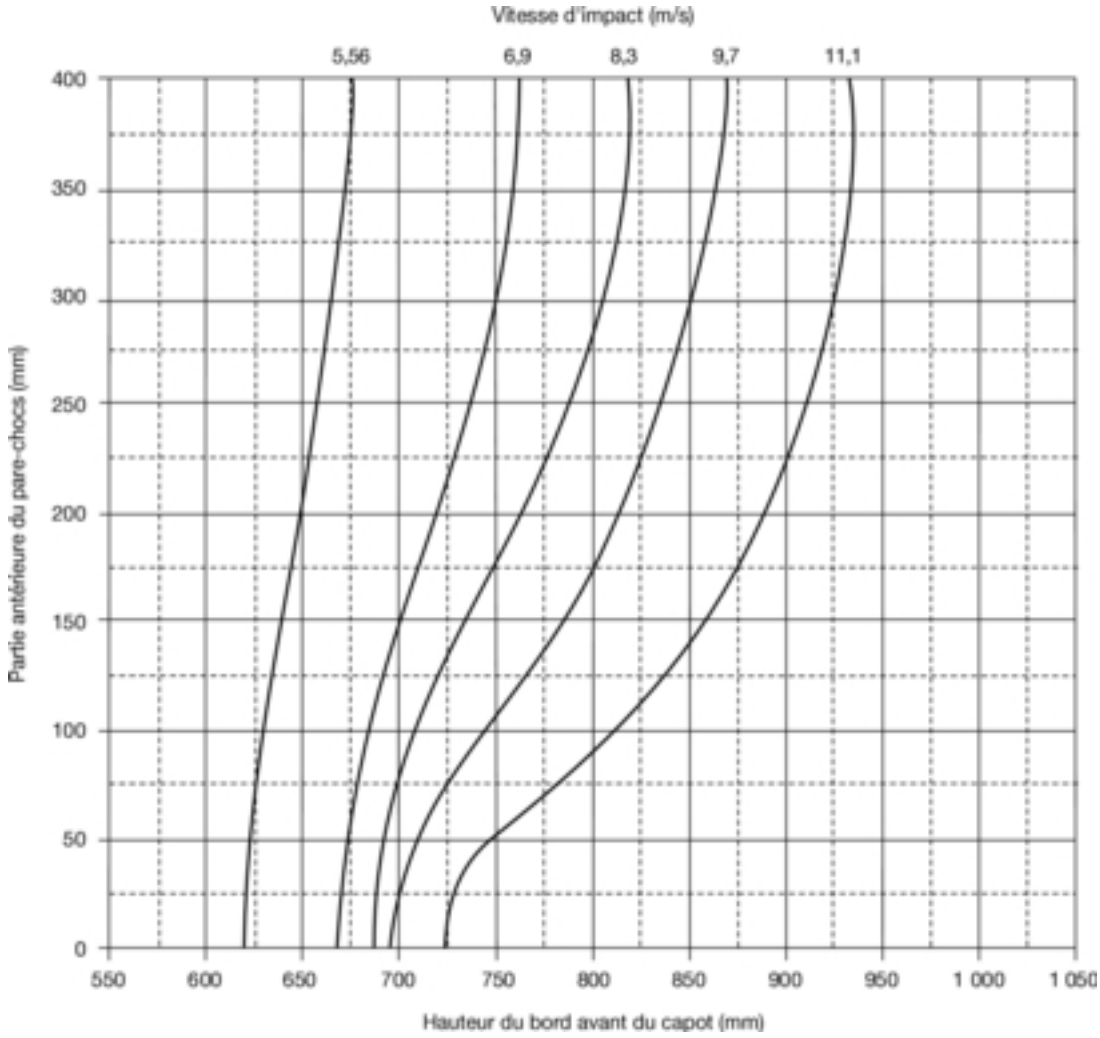


Figure 4

Vitesse d'impact dans les essais de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du capot, déterminée en fonction de la forme du véhicule

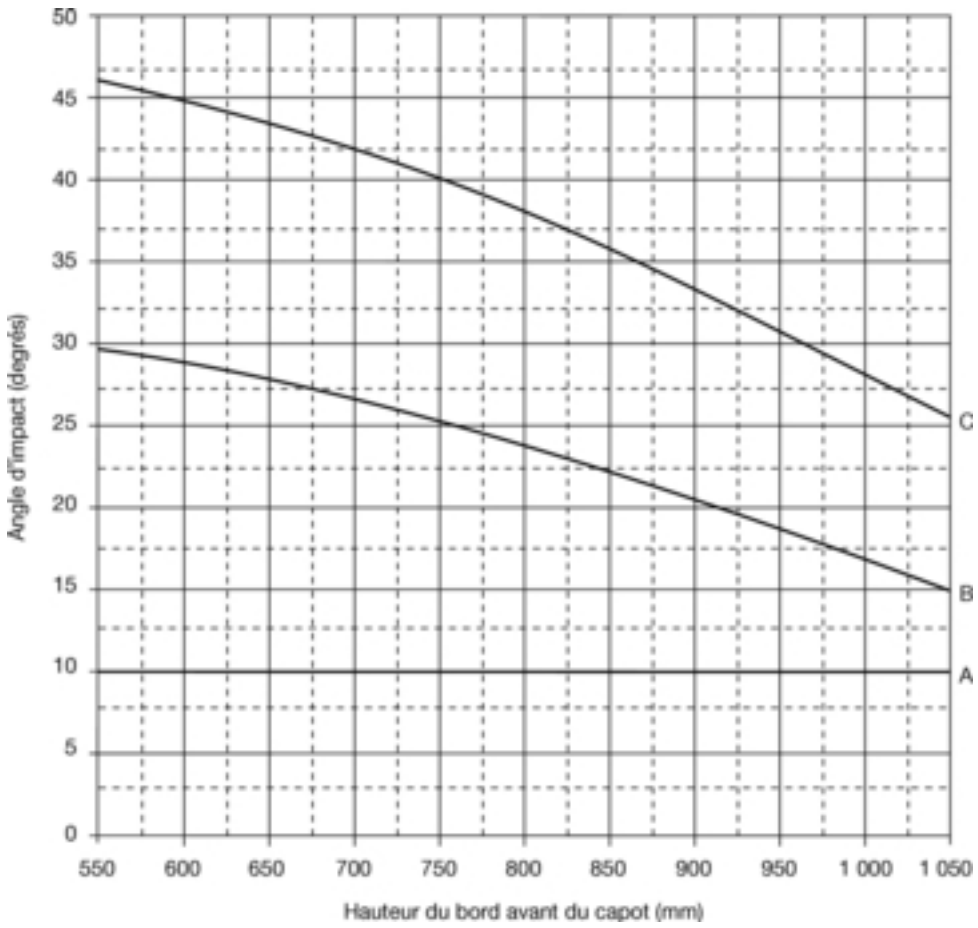


Notes:

1. Interpolation horizontale entre les courbes.
2. Avec des valeurs inférieures à 5,56 m/s, procéder à l'essai à 5,56 m/s.
3. Avec des valeurs supérieures à 11,1 m/s, procéder à l'essai à 11,1 m/s.
4. Avec des valeurs négatives pour la partie antérieure du pare-chocs, procéder à l'essai avec une valeur égale à 0.
5. Avec des valeurs supérieures à 400 mm pour la partie antérieure du pare-chocs, procéder à l'essai avec une valeur égale à 400 mm.

Figure 5

Angle d'impact dans les essais de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du capot, déterminée en fonction de la forme du véhicule



Signification des notes et symboles:

A = partie antérieure du pare-chocs à 0 mm

B = partie antérieure du pare-chocs à 50 mm

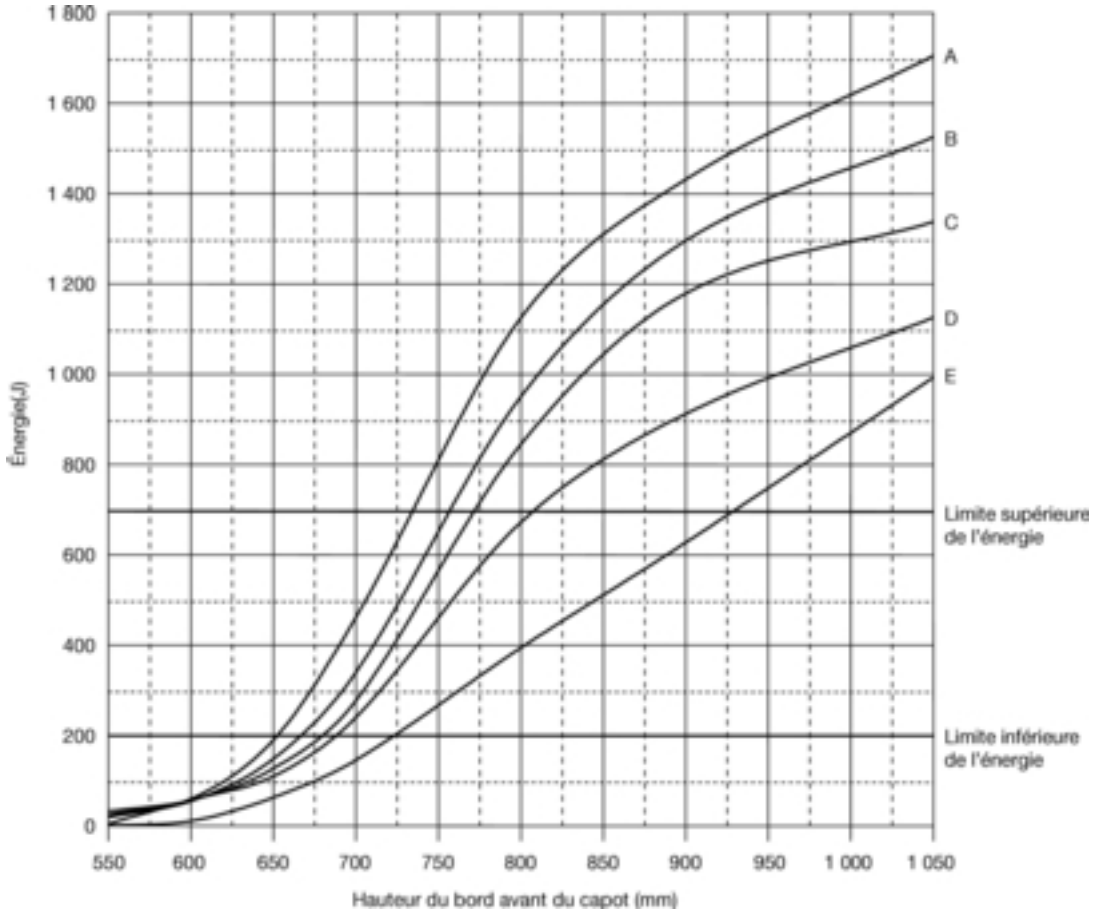
C = partie antérieure du pare-chocs à 150 mm

Notes:

1. Interpoler verticalement entre les courbes.
2. Avec des valeurs négatives pour la partie antérieure du pare-chocs
   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 0.
3. Avec des valeurs supérieures à 150 mm pour la partie antérieure du pare-chocs,
   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 150 mm.
4. Avec des hauteurs du haut avant du capot supérieures à 1 050 mm,
   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 1 050 mm.

Figure 6

Énergie cinétique dans les essais de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du capot, déterminée en fonction de la forme du véhicule



Signification des notes et symboles:

A = partie antérieure du pare-chocs à 50 mm

B = partie antérieure du pare-chocs à 100 mm

C = partie antérieure du pare-chocs à 150 mm

D = partie antérieure du pare-chocs à 250 mm

E = partie antérieure du pare-chocs à 350 mm

Notes:

1. Interpoler verticalement entre les courbes.
2. Avec des valeurs inférieures à 50 mm pour la partie antérieure du capot,
   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 50 mm.
3. Avec des hauteurs du haut avant du capot supérieures à 1 050 mm,
   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 1 050 mm.
4. Avec une énergie cinétique requise supérieure à 700 J,
   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 700 J.
5. Avec une énergie cinétique requise égale ou inférieure à 200 J,
   — il n'y a pas lieu de procéder à des essais.
6. Avec des valeurs supérieures à 350 mm pour la partie antérieure du pare-chocs,
   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 350 mm.

CHAPITRE V

Essai de collision de tête factice d'enfant ou d'adulte de petite taille sur la face supérieure du capot

1. **Champ d'application**

Cette procédure d'essai s'applique aux exigences énoncées au point 2.3 de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

2. **Observations générales**

2.1. La tête factice utilisée comme élément de frappe dans l'essai de collision avec la face supérieure du capot est en «mouvement libre» au moment de l'impact. L'élément de frappe est libéré à une distance telle du véhicule que les résultats de l'essai ne sont pas influencés par un contact de l'élément de frappe avec le système de propulsion lors du rebond.

2.2. L'élément de frappe peut être propulsé par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. L'objet de l'essai est de garantir qu'il est satisfait aux exigences énoncées au point 2.3 de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

3.2. Les essais réalisés avec la tête factice comme élément de frappe sont dirigés vers la face supérieure du capot. Dix-huit essais de collision au minimum sont effectués avec chaque élément de frappe, soit six essais sur le tiers central et trois essais sur chacun des deux tiers externes de la face supérieure du capot, dans les positions où la probabilité de lésions est estimée la plus forte. Les essais portent sur différents types de structures, si ceux-ci varient de part et d'autre de la zone à évaluer.

Parmi les dix-huit essais minimaux, au moins douze essais sont réalisés à l'intérieur de la «zone HPC1000» et au moins six essais sont réalisés à l'intérieur de la «zone HPC2000», comme défini au point 3.2.1.

Les points sont choisis de telle manière de l'élément de frappe ne devrait pas ricocher sur la face supérieure du capot avant de percuter plus violemment le pare-brise ou l'un des piliers A.

Les points sélectionnés pour les essais de collision avec une tête factice d'enfant/adulte de petite taille doivent être distants d'au moins 165 mm, situés à au moins 82,5 mm à l'intérieur des lignes de référence latérales telles qu'elles ont été définies et à au moins 82,5 mm en avant de la ligne de référence de la face postérieure du capot telle qu'elle a été définie.

Chacun des points choisis pour l'essai de collision avec une tête factice d'enfant/adulte de petite taille doit également être situé à au moins 165 mm en arrière de la ligne de référence du bord avant du capot, sauf si aucun point de la zone d'essai sur une distance latérale de 165 mm n'implique, dans le cas d'un essai de collision du haut de jambe factice sur le bord avant du capot, une énergie cinétique d'impact supérieure à 200 J.

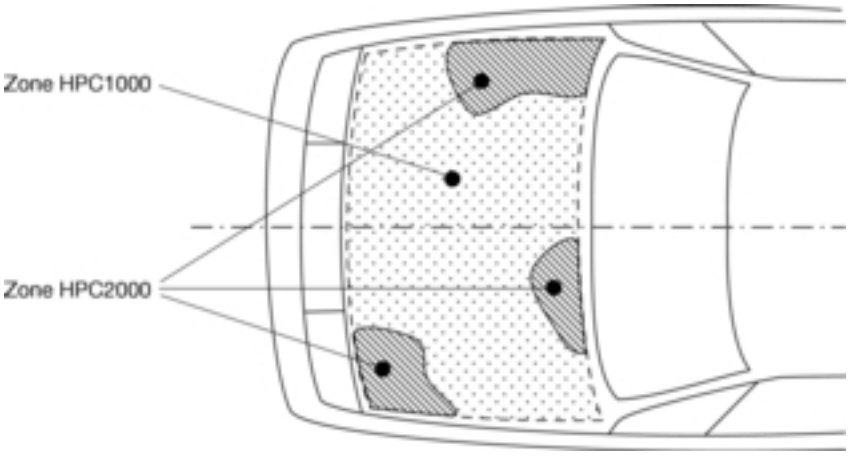
Les distances minimales seront déterminées à l'aide d'un ruban tendu le long de la surface externe du véhicule. Si un certain nombre de points ont été sélectionnés et la zone d'essai restante est trop réduite pour choisir un autre point d'impact en respectant l'espacement minimal requis, il est alors permis d'effectuer moins de dix-huit essais. Les positions testées par les laboratoires seront indiquées dans le rapport d'essai.

Toutefois, les services techniques chargés de la réalisation des essais effectuent autant d'essais que nécessaire pour garantir la conformité du véhicule aux valeurs limites des critères de protection de tête (HPC) de 1 000 pour la «zone HPC1000» et de 2 000 pour la «zone HPC2000», en particulier aux points proches des bords entre les deux types de zone.

3.2.1. Identification de la «zone HPC1000» et de la «zone HPC2000». Le constructeur identifie les zones de la face supérieure du capot où le critère de performance de tête (HPC) ne doit pas dépasser 1 000 (zone HPC1000) ou 2 000 (zone HPC2000) conformément aux exigences énoncées au point 2.3 de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009 (voir figure 7).

Figure 7

Marquage des zones HPC1000 et HPC2000



3.2.2. Le marquage de la zone d'impact de la face supérieure du capot ainsi que de la «zone HPC1000» et de la «zone HPC2000» est basé sur un dessin fourni par le constructeur, vu dans un plan horizontal au-dessus du véhicule, qui est parallèle au plan zéro horizontal du véhicule. Un nombre suffisant de coordonnées x et y sont fournies par le constructeur pour marquer les zones sur le véhicule proprement dit tout en considérant le contour extérieur du véhicule dans la direction z.

3.2.3. Les zones de la «zone HPC1000» et de «zone HPC2000» peuvent se composer de plusieurs parties, le nombre de ces parties n'étant pas limité.

3.2.4. Le calcul de la surface de la zone d'impact ainsi que de la surface de la «zone HPC1000» et de la «zone HPC2000» est effectué sur la base d'un capot projeté, vu dans un plan horizontal parallèle au plan zéro horizontal au-dessus du véhicule, sur la base des données de dessin fournies par le constructeur.

4. **Procédure d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système répond aux exigences du chapitre I. La température stabilisée de l'appareillage et du véhicule ou du sous-système doit être de 20° ± 4 °C.

4.2. La tête factice d'enfant ou d'adulte de petite taille utilisée comme élément de frappe qui est utilisé aux fins de l'essai est celle décrite au point 3 de la partie V.

4.3. L'élément de frappe doit être monté, propulsé et libéré comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. Dans les essais dirigés vers l'arrière de la face supérieure du capot, l'élément de frappe ne doit pas toucher le pare-brise ou l'un des piliers A avant de percuter le capot.

4.5. L'impact est dirigé sur un plan longitudinal vertical du véhicule à travers le point d'impact. On admet une tolérance de ± 2° par rapport à cette direction. L'impact est dirigé vers le bas et vers l'arrière, comme si le véhicule était posé sur le sol. Pour les essais réalisés avec une tête factice d'enfant/adulte de petite taille, l'angle d'impact est de 50° ± 2° par rapport au niveau de référence du sol. L'effet de la gravité est pris en compte si l'angle d'impact est calculé à partir de mesures prises avant le moment du contact initial.

4.6. Au moment du contact initial, le point de contact initial de l'élément de frappe doit se situer dans la zone d'impact choisie, avec une tolérance de ± 10 mm.

4.7. La vitesse d'impact de l'élément de frappe sur la face supérieure du capot est de 9,7 ± 0,2 m/s.

4.7.1. La vitesse de collision de la tête factice se mesure à un certain point pendant le mouvement libre, avant l'impact, conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 3784:1976. La précision de la mesure de la vitesse est de ± 0,01 m/s. La vitesse mesurée est ajustée en fonction de tous les facteurs susceptibles d'affecter l'élément de frappe entre le point de mesure et le point d'impact, afin de déterminer la vitesse de l'élément de frappe au moment de l'impact.

4.8. Le temps d'accélération est enregistré et le HIC est calculé. Le premier point de contact sur la structure avant du véhicule est enregistré. L'enregistrement des résultats de l'essai est conforme à la norme ISO 6487:2002.

CHAPITRE VI

Essai de collision de tête factice d'adulte sur le pare-brise

1. **Champ d'application**

Cette procédure d'essai s'applique aux exigences énoncées au point 2.4 de l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009.

2. **Observations générales**

2.1. La tête factice utilisée comme élément de frappe dans l'essai de collision avec le haut du pare-brise en «mouvement libre» au moment de l'impact. L'élément de frappe est libéré à une distance telle du véhicule que les résultats de l'essai ne sont pas influencés par un contact de l'élément de frappe avec le système de propulsion lors du rebond.

2.2. L'élément de frappe peut être propulsé par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. L'objet de l'essai est de garantir qu'il est satisfait aux exigences énoncées au point 2.4 de l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009.

3.2. Les essais avec tête factice d'adulte sont réalisés sur le pare-brise. Un minimum de cinq essais sont réalisés avec la tête factice utilisée comme élément de frappe aux positions où la probabilité de lésions est estimée la plus forte.

Les points d'essais sélectionnés pour la tête factice d'adulte utilisée comme élément de frappe sur le pare-brise sont distants d'au moins 165 mm, à au moins 82,5 mm à l'intérieur des limites du pare-brise définies dans la directive 77/649/CEE et à au moins 82,5 mm en avant de la ligne de référence de l'arrière du pare-brise (voir figure 8).

Les distances minimales seront déterminées à l'aide d'un ruban tendu le long de la surface externe du véhicule. Si un certain nombre de points ont été sélectionnés et la zone d'essai restante est trop réduite pour choisir un autre point d'impact en respectant l'espacement minimal requis, il est alors permis d'effectuer moins de cinq essais. Les positions testées par les laboratoires seront indiquées dans le rapport d'essai.

4. **Procédure d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système répond aux exigences du chapitre I. La température stabilisée de l'appareillage et du véhicule ou du sous-système doit être de 20° ± 4 °C.

4.2. La tête factice d'adulte servant d'élément de frappe et utilisée aux fins de l'essai est celle décrite au point 4 de la partie V.

4.3. La tête factice servant d'élément de frappe doit être montée, propulsée et libérée comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. L'impact est dirigé sur un plan longitudinal vertical du véhicule à travers le point d'impact. On admet une tolérance de ± 2° par rapport à cette direction. L'angle d'impact est de 35° ± 2° vers le bas et vers l'arrière par rapport au niveau de référence du sol. L'effet de la gravité est pris en compte si l'angle d'impact est calculé à partir de mesures prises avant le moment du contact initial.

4.5. Au moment du contact initial, le point de contact initial de l'élément de frappe doit se situer dans la zone d'impact choisie, avec une tolérance de ± 10 mm.

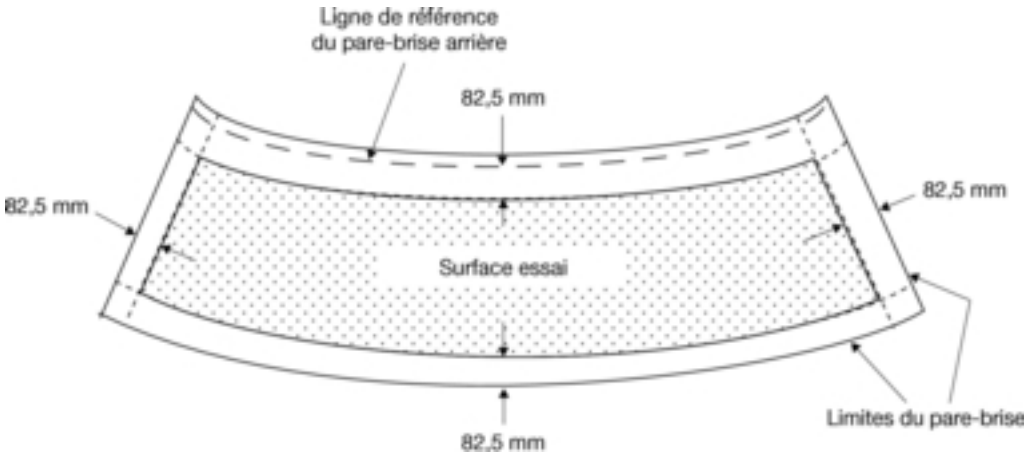
4.6. La vitesse d'impact de l'élément de frappe lorsqu'il heurte le pare-brise est de 9,7 ± 0,2 m/s.

4.6.1. La vitesse de collision de la tête factice se mesure à un certain point pendant le mouvement libre, avant l'impact, conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 3784:1976. La précision de la mesure de la vitesse est de ± 0,01 m/s. La vitesse mesurée est ajustée en fonction de tous les facteurs susceptibles d'affecter l'élément de frappe entre le point de mesure et le point d'impact, afin de déterminer la vitesse de l'élément de frappe au moment de l'impact.

4.7. Le temps d'accélération est enregistré et le HIC est calculé. Le premier point de contact sur la structure avant du véhicule est enregistré. L'enregistrement des résultats de l'essai est conforme à la norme ISO 6487:2002.

Figure 8

Zone d'impact sur le pare-brise



CHAPITRE VII

Essai de collision de tête factice d'enfant, d'adulte de petite taille ou d'adulte sur la face supérieure du capot

1. **Champ d'application**

Cette procédure d'essai s'applique aux exigences énoncées aux points 3.3 et 3.4 de l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009.

2. **Observations générales**

2.1. Les têtes factices utilisées comme éléments de frappe dans l'essai de collision avec la face supérieure du capot sont en «mouvement libre» au moment de l'impact. Les éléments de frappe sont libérés à une distance telle du véhicule que les résultats de l'essai ne sont pas influencés par un contact des éléments de frappe avec le système de propulsion lors du rebond.

2.2. Les éléments de frappe peuvent être propulsés par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. L'objet de l'essai est de garantir qu'il est satisfait aux exigences énoncées aux points 3.3 et 3.4 de l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009.

3.1.1. Neuf essais de collision au minimum sont effectués avec chaque élément de frappe, soit trois essais sur le tiers central et trois essais sur chacun des deux tiers externes de la face supérieure du capot touchée par la tête factice d'enfant, d'adulte de petite taille ou d'adulte, dans les positions où la probabilité de lésions est estimée la plus forte. Les essais dirigés vers la section avant de la face supérieure du capot définie au point 3.2 sont réalisés avec une tête factice d'enfant ou d'adulte de petite taille. Les essais dirigés vers la section arrière de la face supérieure du capot définie au point 3.3 sont réalisés avec une tête factice d'adulte. Les essais doivent porter sur différents types de structures, si celles-ci varient de part et d'autre de la zone à évaluer, et aux positions où la probabilité de lésions est estimée la plus forte.

3.2. Les points d'essai sélectionnés pour les collisions avec une tête factice d'enfant et d'adulte de petite taille sont:

a) distants d'au moins 165 mm;

b) situés à au moins 82,5 mm à l'intérieur des lignes de référence latérales;

c) au moins à 82,5 mm en avant de la ligne de référence de la face arrière du capot ou à 1 700 mm en avant d'une longueur développée, la distance retenue étant celle la plus en avant au point d'essai sélectionné;

d) au moins à 82,5 mm en retrait de la ligne de référence du bord avant du capot ou à 1 000 mm en retrait d'une longueur développée, la distance retenue étant celle la plus en retrait par rapport au point d'essai sélectionné.

3.3. Les points d'essai sélectionnés pour les collisions avec une tête factice d'adulte sont:

a) distants d'au moins 165 mm;

b) situés à au moins 82,5 mm à l'intérieur des lignes de référence latérales;

c) au moins à 82,5 mm en avant de la ligne de référence de la face arrière du capot ou à 2 100 mm en avant d'une longueur développée, la distance retenue étant celle la plus en avant au point d'essai sélectionné;

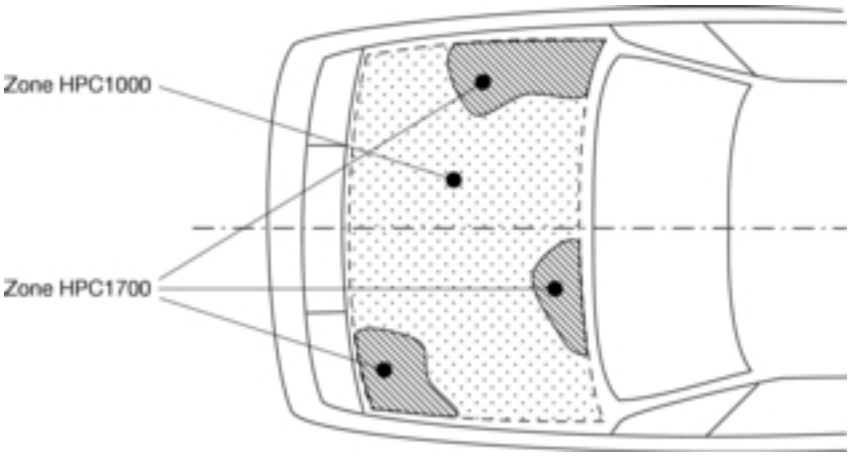
d) au moins à 82,5 mm en retrait de la ligne de référence définie du bord avant du capot ou à 1 700 mm en retrait d'une longueur développée, la distance retenue étant celle la plus en retrait par rapport au point d'essai sélectionné.

3.3.1. Les points sont choisis de telle manière de l'élément de frappe ne devrait pas ricocher sur la face supérieure du capot avant de percuter plus violemment le pare-brise ou l'un des piliers A. Les distances minimales seront déterminées à l'aide d'un ruban tendu le long de la surface externe du véhicule. Si un certain nombre de points ont été sélectionnés et la zone d'essai restante est trop réduite pour choisir un autre point d'impact en respectant l'espacement minimal requis, il est alors permis d'effectuer moins de neuf essais. Les positions testées par les laboratoires seront indiquées dans le rapport d'essai. Toutefois, les services techniques chargés de la réalisation des essais effectuent autant d'essais que nécessaire pour garantir la conformité du véhicule aux valeurs limites des critères de protection de tête (HPC) de 1 000 pour la zone d'impact HPC1000 et de 1 700 pour la zone d'impact HPC1700, en particulier aux points proches des bords entre les deux types de zone.

3.3.2. Identification de la zone HPC1000 et de la zone HPC1700. Le constructeur identifie les zones d'impact de la face supérieure du capot où le critère de performance de tête (HPC) ne doit pas dépasser 1 000 (zone HPC1000) ou 1 700 (zone HPC1700) conformément aux exigences énoncées au point 3.5 de l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009.

Figure 9

Marquage des zones HPC1000 et HPC1700



3.3.3. Le marquage de la zone d'impact de la face supérieure du capot ainsi que des zones d'impact est basé sur un dessin fourni par le constructeur, vu dans un plan horizontal au-dessus du véhicule, qui est parallèle au plan sur lequel le véhicule est placé. Un nombre suffisant de coordonnées x et y sont fournies par le constructeur pour marquer les zones sur le véhicule proprement dit tout en considérant le contour extérieur du véhicule dans la direction z. Les surfaces de la zone HPC1000 et de la zone HPC1700 peuvent se composer de plusieurs parties, le nombre de ces parties n'étant pas limité. Le calcul de la surface de la zone d'impact ainsi que de la surface des zones d'impact est effectué sur la base d'un capot projeté, vu dans un plan horizontal parallèle au plan zéro horizontal au-dessus du véhicule, sur la base des données de dessin fournies par le constructeur.

4. **Procédure d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système répond aux exigences du chapitre I. La température stabilisée de l'appareillage et du véhicule ou du sous-système doit être de 20° ± 4 °C.

4.2. La tête factice d'enfant ou d'adulte de petite taille utilisée comme élément de frappe aux fins de l'essai est celle décrite aux points 3 et 4 de la partie V.

4.3. Les têtes factices utilisées comme éléments de frappe doivent être montées, propulsées et libérées comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. Dans les essais dirigés vers l'arrière de la face supérieure du capot, l'élément de frappe ne doit pas toucher le pare-brise ou l'un des piliers A avant de percuter le capot.

4.4.1. La direction de l'impact doit être sur un plan longitudinal vertical du véhicule à travers le point devant subir l'essai. On admet une tolérance de ± 2° par rapport à cette direction. L'impact est dirigé vers le bas et vers l'arrière, comme si le véhicule était posé sur le sol. Pour les essais réalisés avec une tête factice d'enfant, l'angle d'impact est de 50° ± 2° par rapport au niveau de référence du sol. Pour les essais réalisés avec une tête factice d'adulte, l'angle d'impact est de 65° ± 2° par rapport au niveau de référence du sol. L'effet de la gravité est pris en compte si l'angle d'impact est calculé à partir de mesures prises avant le moment du contact initial.

4.5. Au moment du contact initial, le point de contact initial de l'élément de frappe doit se situer dans la zone d'impact choisie, avec une tolérance de ± 10 mm.

4.6. La vitesse d'impact des éléments de frappe sur la face supérieure du capot est de 9,7 ± 0,2 m/s.

4.6.1. La vitesse de collision de la tête factice se mesure à un certain point pendant le mouvement libre, avant l'impact, conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 3784:1976. La précision de la mesure de la vitesse est de ± 0,01 m/s. La vitesse mesurée est ajustée en fonction de tous les facteurs susceptibles d'affecter l'élément de frappe entre le point de mesure et le point d'impact, afin de déterminer la vitesse de l'élément de frappe au moment de l'impact.

4.7. Le temps d'accélération est enregistré et le HIC est calculé. Le premier point de contact sur la structure avant du véhicule est enregistré. L'enregistrement des résultats de l'essai est conforme à la norme ISO 6487:2002.

PARTIE III

SPÉCIFICATIONS RELATIVES AUX SYSTÈMES D'ASSISTANCE AU FREINAGE D'URGENCE

1. **Observations générales**

La présente partie vise à assurer le respect des exigences relatives aux essais pour la vérification des systèmes d'assistance au freinage d'urgence, comme prévu à la section 4 de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

1.1. *Caractéristiques de performance pour les systèmes AFU de catégorie «A»*

Lorsqu'une situation d'urgence a été détectée par une force relativement élevée exercée sur la pédale, la force supplémentaire exercée sur la pédale pour garantir le cycle complet de l'ABS est réduite comparé à la force exercée sur la pédale requise sans exploitation du système AFU.

La conformité à cette prescription est démontrée si les dispositions des points 7.1 à 7.3 sont respectées.

1.2. *Caractéristiques de performance pour les systèmes AFU de catégorie «B» et «C»*

Lorsqu'une situation d'urgence a été détectée, au moins par une application très rapide sur la pédale de frein, l'AFU augmente la pression nécessaire pour obtenir la force de freinage la plus élevée possible ou pour garantir le cycle complet de l'ABS.

Il est satisfait à la prescription énoncée au présent point si les dispositions des points 8.1 à 8.3 sont respectées.

2. **Aux fins de la présente partie, on entend par:**

2.1. «système d'assistance au freinage d'urgence de catégorie A», un système qui détecte une situation de freinage d'urgence à partir de la force exercée par le conducteur sur la pédale de frein;

2.2. «système d'assistance au freinage d'urgence de catégorie B», un système qui détecte une situation de freinage d'urgence à partir de la vitesse communiquée par le conducteur à la pédale de frein;

2.3. «système d'assistance au freinage d'urgence de catégorie C», un système qui détecte une situation de freinage d'urgence à partir de plusieurs critères, dont l'un doit être la vitesse communiquée à la pédale de frein.

3. **Exigences**

Lors des essais décrits dans la présente partie, les variables suivantes doivent être mesurées:

3.1. La force exercée sur la pédale de frein, F_p, communiquée au centre du patin de la pédale en suivant un arc tangentiel vers le pivot de la pédale de frein;

3.2. Vitesse longitudinale du véhicule, v_x;

3.3. Accélération longitudinale du véhicule, a_x;

3.4. Température des freins, T_d, mesurée sur la bande de freinage du disque ou du tambour des freins avant;

3.5. Pression des freins, P, le cas échéant;

3.6. Course de la pédale de frein, S_p, mesurée au centre du patin de la pédale ou à un endroit du mécanisme de la pédale où le déplacement, proportionnel à celui au centre du patin de la pédale, permet un étalonnage simple de la mesure.

4. **Mesures**

4.1. Les variables énumérées au point 3 doivent être mesurées à l'aide de capteurs appropriés. La précision des mesures, les plages de fonctionnement, les techniques de filtrage, le traitement des données et d'autres prescriptions sont décrits dans la norme ISO 15037-1:2006.

4.2. La force exercée sur la pédale et la température du disque doivent être mesurées avec la précision suivante:

Évaluation	Plage de fonctionnement type des capteurs	Erreurs d'enregistrement maximales préconisées
Force exercée sur la pédale	0 à 2 000 N	± 10 N
Température des freins	0-1 000 °C	± 5 °C
Pression des freins (*)	0-20 MPa (*)	± 100 kPa (*)

(*) Applicable comme indiqué au point 7.2.5.

4.2.1. La fréquence d'échantillonnage pour l'acquisition des données doit être supérieure ou égale à 500 Hz.

4.2.2. Le traitement analogique et le traitement numérique des données intervenant dans les procédures d'essai applicables aux systèmes AFU sont détaillés dans l'appendice II de la présente partie.

4.2.3. Des méthodes de mesure de remplacement peuvent être autorisées, à condition qu'il soit démontré qu'elles présentent un degré de précision au moins équivalent.

5. **Conditions d'essai**

5.1. Conditions d'essai relatives au chargement du véhicule:

le véhicule doit être à vide. Outre le conducteur, il peut y avoir, sur le siège avant, une deuxième personne chargée de noter les résultats des essais.

6. **Méthode d'essai**

6.1. Les essais décrits aux points 7 et 8 sont effectués à une vitesse d'essai initiale de 100 ± 2 km/h. Le véhicule est conduit à la vitesse d'essai en ligne droite.

6.2. La température moyenne des freins avant est mesurée, conformément au point 3.4., et enregistrée avant chaque essai et se situe entre 65 °C et 100 °C avant tout essai.

6.3. les essais de freinage sont effectués sur une piste d'essai asphaltée et sèche, conformément à la norme ISO 15037-1:1998.

6.4. Pour les essais, l'instant de référence t_0 est défini comme l'instant où la force exercée sur la pédale de frein atteint 20N.

Remarque:

Pour les véhicules équipés d'un système de freinage assisté par une source d'énergie, la force nécessaire exercée sur la pédale dépend du niveau d'énergie existant dans le dispositif de stockage d'énergie. Il faut donc assurer un niveau d'énergie suffisant au début de l'essai.

7. **Évaluation de la présence d'un système AFU de catégorie «A».**

Un système AFU de catégorie «A» doit satisfaire aux prescriptions d'essai énoncées aux points 7.1 et 7.2.

7.1. *Essai 1: Essai de référence visant à déterminer F_{ABS} et a_{ABS}*

7.1.1. Les valeurs de référence F_{ABS} et a_{ABS} doivent être déterminées conformément à la procédure décrite dans l'appendice 1.

7.2. *Essai 2: Activation du système AFU*

7.2.1. Une fois qu'une situation d'urgence a été détectée au niveau du freinage, les systèmes sensibles à la force exercée sur la pédale doivent présenter un accroissement important du rapport entre:

— la pression de fonctionnement des freins et la force exercée sur la pédale, dans les cas autorisés par le point 7.2.5, ou

— la décélération du véhicule et la force exercée sur la pédale de frein.

7.2.2. Les prescriptions de performance applicables à un système AFU de catégorie «A» sont respectées si l'on peut définir une caractéristique de freinage spécifique permettant de diminuer de 40 % à 80 % la force à exercer sur la pédale de frein pour ($F_{ABS} - F_T$) par rapport à ($F_{ABS\ extrapolé} - F_T$).

7.2.3. F_T et a_T désignent la force de seuil et la décélération de seuil indiquées sur la figure 1. Leurs valeurs sont fournies au service technique au moment de la présentation de la demande d'homologation de type. La valeur de a_T doit être comprise entre 3,5m/s^2 et 5,0m/s^2.

7.2.4. On trace une droite reliant l'origine au point de coordonnées F_T, a_T (voir la figure 1a). On définit $F_{ABS\ extrapolé}$ comme la valeur «F» (force exercée sur la pédale) au point d'intersection entre cette droite et la droite horizontale définie par $a = a_{ABS}$:

$$F_{ABS,\ extrapolé} = \frac{F_T \times a_{ABS}}{a_T}$$

7.2.5. Dans le cas de véhicules d'une MTC > 2 500 kg de catégorie N_1 ou M_1 dérivés des véhicules N_1, la possibilité existe également pour le fabricant de baser les chiffres de la force exercée sur la pédale pour F_T, $F_{ABS,min}$, $F_{ABS,max}$ and $F_{ABS,extrapolé}$ sur la caractéristique de réaction de la pression de fonctionnement des freins au lieu de la caractéristique de décélération du véhicule. Cette mesure s'effectue pendant l'intensification de la force exercée sur la pédale de frein.

7.2.5.1. La pression à laquelle l'ABS commence à exécuter des cycles est déterminée au moyen de cinq essais à partir de 100 ± 2 km/h, au cours desquels une pression est exercée sur la pédale de frein jusqu'au point d'activation de l'ABS; les cinq niveaux de pression auxquels l'activation a lieu, déterminés à partir des enregistrements de la pression exercée sur les roues avant, sont enregistrés et la valeur moyenne obtenue est désignée p_{abs}.

7.2.5.2. Le seuil de pression P_T est énoncé par le fabricant et correspond à une décélération se situant dans un intervalle de 2,5 à 4,5 m/s^2.

7.2.5.3. La figure 1b est construite comme indiqué au point 7.2.4, mais en utilisant des mesures de la pression de fonctionnement pour définir les paramètres énoncés au point 7.2.5 ci-avant, où:

$$F_{ABS,\ extrapolé} = \frac{F_T \times P_{ABS}}{P_T}$$

Figure 1a

Caractéristique de la force à exercer sur la pédale pour obtenir la décélération maximale avec un système AFU de catégorie «A»

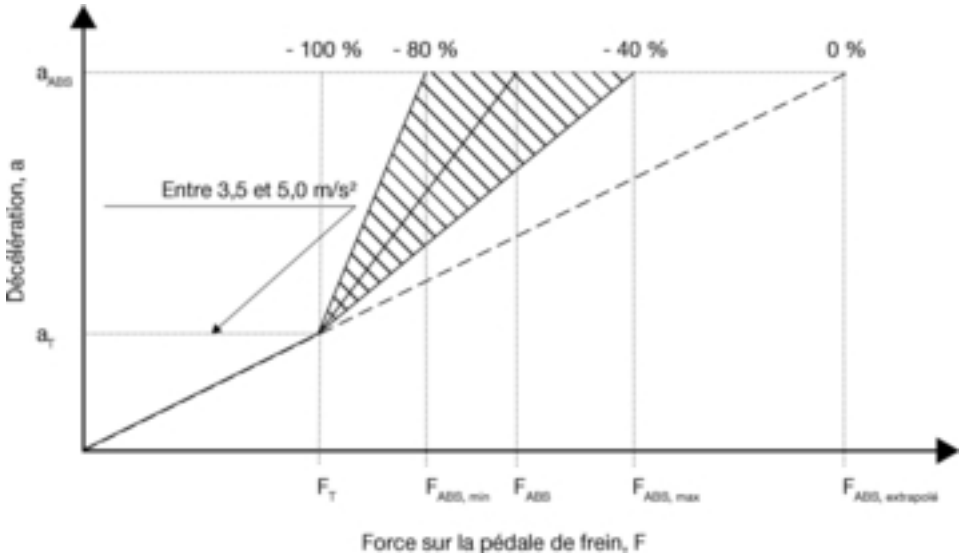
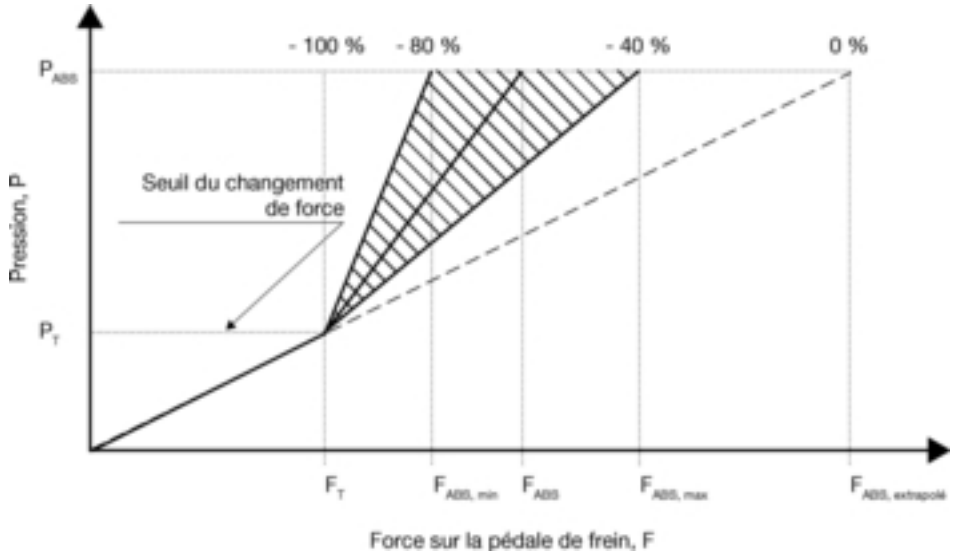


Figure 1b

Caractéristique de la force à exercer sur la pédale pour obtenir la décélération maximale avec un système AFU de catégorie «A»



7.3. *Évaluation des données*

La présence d'un système AFU de catégorie «A» est démontrée si

$$F_{ABS,min} \leq F_{ABS} \leq F_{ABS,max}$$

où,

$$F_{ABS,max} - F_T \leq \left(F_{ABS,\ extrapolé} - F_T\right) \times 0{,}6$$

et

$$F_{ABS,min} - F_T \geq \left(F_{ABS,\ extrapolé} - F_T\right) \times 0{,}2$$

8. **Évaluation de la présence d'un système AFU de catégorie «B»**

Un système AFU de catégorie «B» doit satisfaire aux prescriptions d'essai énoncées aux points 8.1 et 8.2 de la présente partie.

8.1. *Essai 1: Essai de référence visant à déterminer F_{ABS} et a_{ABS}*

8.1.1. Les valeurs de référence F_{ABS} et a_{ABS} doivent être déterminées conformément à la procédure décrite dans l'appendice 1.

8.2. *Essai 2: Activation du système AFU*

8.2.1. Le véhicule doit être conduit en ligne droite à la vitesse d'essai de départ spécifiée au point 6.1. Le conducteur doit actionner la pédale de frein rapidement conformément à la figure 2, en simulant le freinage d'urgence de telle sorte que le système AFU soit activé et que le système antiblocage ABS exécute des cycles complets.

8.2.2. Pour activer le système AFU, la pédale de frein doit être actionnée conformément aux spécifications du constructeur automobile. Celui-ci doit notifier au service technique, au moment de la présentation de la demande d'homologation de type, la valeur d'entrée requise pour la pédale de frein. Il doit être démontré à la satisfaction du service technique que le système AFU est activé dans les conditions spécifiées par le fabricant comme suit:

8.2.2.1. Pour les systèmes de catégorie B, définir la vitesse qui est communiquée à la pédale de frein pour que soit activé le système d'assistance au freinage d'urgence (par exemple la vitesse d'enfoncement de la pédale de 9mm/s pendant un intervalle de temps donné).

8.2.2.2. Pour les systèmes de catégorie C, définir les variables d'entrée ayant une incidence sur la décision d'activer le système d'assistance au freinage d'urgence, la relation qui les lie et l'application de freinage nécessaire pour activer le système d'assistance au freinage d'urgence dans le cadre des essais décrits dans la présente partie.

8.2.3. Après $t = t_0 + 0,8$ s et jusqu'à ce que le véhicule ait ralenti pour atteindre la vitesse de 15 km/h, la force exercée sur la pédale de frein doit être maintenue dans une plage comprise entre $F_{ABS, upper}$ et $F_{ABS, lower}$. où $F_{ABS, upper}$ est égal à $0,7 \times F_{ABS}$ et $F_{ABS, lower}$ est égal à $0,5 \times F_{ABS}$.

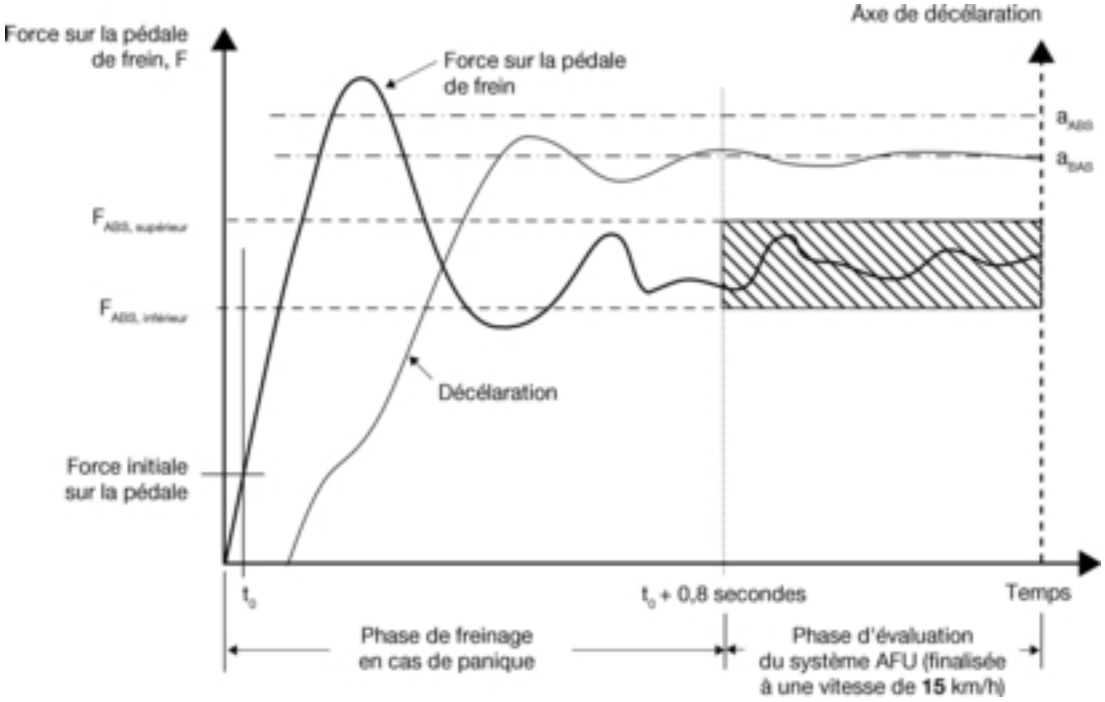
8.2.4. On considère également que les prescriptions sont respectées si, après $t = t_0 + 0,8$ s, la force exercée sur la pédale devient inférieure à $F_{ABS, lower}$, pourvu que les prescriptions du point 8.3 soient respectées.

8.3. *Évaluation des données*

La présence d'un système AFU de catégorie «B» est démontrée si une décélération moyenne d'au moins $0,85 \times a_{ABS}$ est maintenue pendant la période s'écoulant entre $t = t_0 + 0,8$ s et l'instant où la vitesse du véhicule est réduite à 15 km/h.

Figure 2

Essai 2 d'un système AFU de catégorie «B»



9. **Évaluation de la présence d'un système AFU de catégorie «C»**

9.1. Un système AFU de catégorie «C» doit satisfaire aux prescriptions d'essai énoncées aux points 8.2 et 8.3.

9.2. *Évaluation des données*

Un système AFU de catégorie «C» doit satisfaire aux prescriptions énoncées au point 8.3.

Appendice 1

Méthode de détermination de F_{ABS} et a_{ABS}

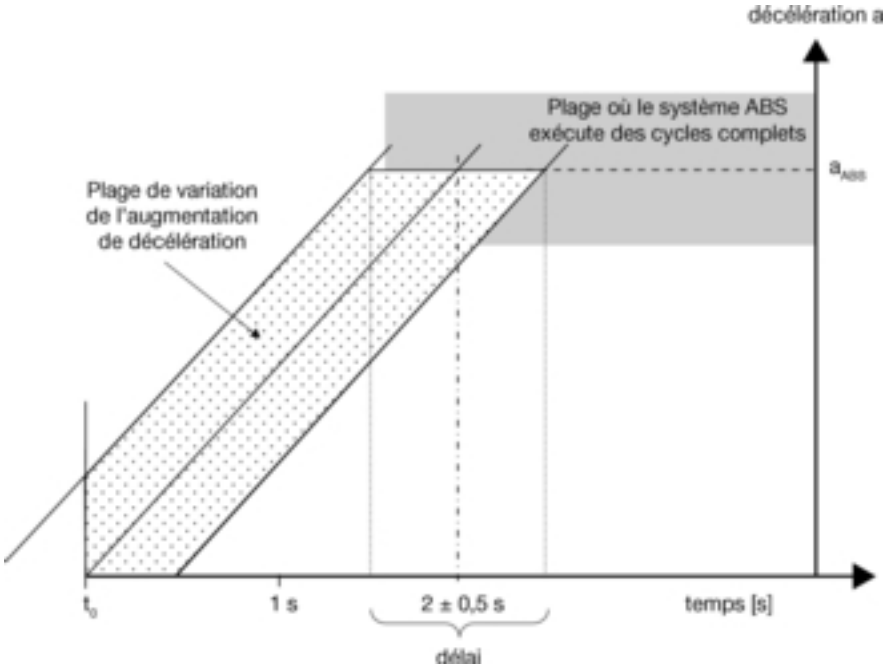
1. La force exercée sur la pédale de frein F_{ABS} est, pour un véhicule donné, la force minimale à exercer sur la pédale de frein pour obtenir la décélération maximale indiquant que le système ABS exécute des cycles complets. a_{ABS} est, pour un véhicule donné, la valeur de décélération pendant la décélération ABS, telle que définie au point 7.

2. La pédale de frein doit être actionnée lentement (sans activation du système d'assistance au freinage d'urgence dans le cas des systèmes de catégorie B ou C) pour obtenir une augmentation constante de la décélération jusqu'à ce que le système ABS exécute des cycles complets (figure 3).

3. La décélération totale doit être obtenue dans un délai de 2,0 ± 0,5 s. La courbe de décélération, enregistrée par rapport au temps, doit s'inscrire dans une plage de ± 0,5 s autour de la droite centrale qui, dans l'exemple de la figure 3, a pour origine l'instant t_0 et croise la droite d'ordonnée a_{ABS} à l'instant 2 s. Une fois atteinte la décélération totale, la course de la pédale S_p ne doit pas être diminuée pendant au moins 1 s. L'instant d'activation totale du système ABS est défini comme l'instant où la force exercée sur la pédale atteint la valeur F_{ABS}. La mesure doit se faire dans la plage prévue pour la variation de l'augmentation de décélération (voir la figure 3).

Figure 3

Plage de décélération pour la détermination de F_{ABS} et a_{ABS}



4. Cinq essais satisfaisant aux prescriptions du point 3 doivent être réalisés. Pour chacun de ces essais valables, la décélération du véhicule doit être représentée en fonction de la valeur enregistrée pour la force exercée sur la pédale de frein. Seules les données enregistrées pour des vitesses supérieures à 15 km/h doivent être prises en compte pour les calculs décrits dans les points suivants.

5. Pour déterminer a_{ABS} et F_{ABS}, on appliquera un filtre passe-bas de 2 Hz à la décélération du véhicule et à la force exercée sur la pédale.

6. Les cinq courbes de «décélération en fonction de la force exercée sur la pédale de frein» sont utilisées pour calculer la valeur moyenne de décélération suivant un pas de 1 N. La courbe obtenue est celle de la décélération moyenne en fonction de la force exercée sur la pédale de frein, appelée «courbe maF» dans le présent appendice.

7. La valeur maximale de la décélération du véhicule est déterminée à partir de la «courbe maF» et est désignée par «a_{max}».

8. On effectue la moyenne de toutes les valeurs de la «courbe maF» supérieures à 90 % de cette valeur de décélération «a_{max}». La valeur «a» obtenue est la décélération «a_{ABS}» visée dans la présente partie.

9. La force minimale ($F_{ABS,\ min}$) qu'il suffit d'exercer sur la pédale pour obtenir la décélération a_{ABS} calculée conformément au point 7 est définie comme la valeur de F correspondant à $a = a_{ABS}$ sur la courbe maF.

Appendice II

Traitement des données pour le système AFU

1. **Traitement analogique des données**

La largeur de bande de la totalité du système capteurs/enregistrement ne doit pas être inférieure à 30 Hz.

On utilisera, pour le filtrage à appliquer aux signaux, des filtres passe-bas d'ordre égal ou supérieur à 4. La largeur de la bande passante (fréquences comprises entre 0 Hz et la fréquence f_0 à – 3 dB) ne doit pas être inférieure à 30 Hz. Les erreurs d'amplitude doivent être inférieures à ± 0,5 % dans l'intervalle de fréquences entre 0 Hz et 30 Hz. Le traitement de tous les signaux analogiques doit faire intervenir des filtres présentant des caractéristiques de phase suffisamment similaires pour que les différences de retard dues au filtrage restent dans les limites de précision requises pour les mesures temporelles.

Note:

Le filtrage analogique d'un signal contenant différentes fréquences peut générer des décalages de phase. Il est donc préférable d'utiliser la méthode de traitement des données décrite au point 2 ci-dessous.

2. **Traitement numérique des données**

2.1. *Considérations générales*

Lorsque l'on traite des signaux analogiques, il faut veiller à l'atténuation d'amplitude introduite par le filtre et à la fréquence d'échantillonnage pour éviter les erreurs de repliement, les déphasages et les retards dus au filtrage. L'échantillonnage et la numérisation des signaux supposent la définition des paramètres suivants: amplification de prééchantillonnage des signaux pour minimiser les erreurs de numérisation; nombre de bits par échantillon; nombre d'échantillons par cycle; amplificateurs d'échantillonnage-blocage et espacement temporel approprié des échantillons. Pour avoir en outre un filtrage numérique sans déphasage, il faut choisir des bandes passantes et des bandes de rejet avec l'atténuation et les ondulations autorisées dans chacune d'elles et corriger les déphasages dus au filtrage. Tous ces facteurs doivent être pris en compte pour obtenir une précision relative d'ensemble de ± 0,5 % pour l'acquisition des données.

2.2. *Erreurs de repliement*

Pour éviter les erreurs de repliement, qui sont impossibles à corriger, il faut faire subir aux signaux analogiques un filtrage approprié avant l'échantillonnage et la numérisation. L'ordre des filtres utilisés et leur bande passante doivent être choisis en fonction de la planéité requise dans l'intervalle de fréquences considéré et de la fréquence d'échantillonnage utilisée.

Les caractéristiques minimales de filtrage et la fréquence d'échantillonnage doivent respecter les prescriptions suivantes:

a) dans l'intervalle de fréquences considéré (c'est-à-dire entre 0 Hz et f_{max} = 30 Hz), l'atténuation est inférieure à la résolution du système d'acquisition des données;

b) à la fréquence égale à la moitié de la fréquence d'échantillonnage (c'est-à-dire la fréquence de Nyquist ou «de repliement»), les amplitudes des différentes composantes fréquentielles du signal et du bruit sont réduites à une valeur inférieure à la résolution du système.

Pour une résolution de 0,05 %, l'atténuation du filtre doit être inférieure à 0,05 % dans l'intervalle de fréquences compris entre 0 et 30 Hz et doit être supérieure à 99,95 % à toutes les fréquences supérieures à la moitié de la fréquence d'échantillonnage.

Note:

L'atténuation d'un filtre de Butterworth est donnée par:

$$A^2 = \frac{1}{1+\left(f_{max}/f_0\right)^{2n}} \text{ et } A^2 = \frac{1}{1+\left(f_N/f_0\right)^{2n}}$$

où:

n est l'ordre du filtre;

f_{max} est l'intervalle de fréquences considéré (30 Hz);

f_0 est la fréquence de coupure du filtre;

f_N est la fréquence de Nyquist ou «de repliement».

Pour un filtre d'ordre 4

pour A = 0,9995:

$f_o = 2{,}37 \times f_{max}$

pour A = 0,0005:

f_S, = 2 × (6,69 × f_o), où f_S, est la fréquence d'échantillonnage (2 × f_N).

2.3. *Décalages de phase et retards pour un filtrage sans repliement*

Un filtrage excessif des signaux analogiques doit être évité et tous les filtres doivent présenter des caractéristiques de phases suffisamment similaires pour que les différences de retard restent dans les limites de précision requises pour les mesures temporelles. Les décalages de phase sont particulièrement grands lorsque l'on multiplie les variables mesurées pour obtenir de nouvelles variables, car, si les amplitudes sont multipliées, les décalages de phase et les retards associés s'additionnent. On diminue les décalages de phase et les retards en augmentant f_0. Si l'on connaît des équations décrivant les filtres de pré-échantillonnage, il est commode de supprimer leurs décalages de phase et leurs retards en utilisant des algorithmes simples dans le domaine fréquentiel.

Note:

Le décalage de phase Φ d'un filtre de Butterworth peut être donné par l'approximation suivante dans l'intervalle de fréquences où l'amplitude reste plate:

Φ = 81 x (f/f_0) degrés pour un filtre de second ordre;

Φ = 150 x (f/f_0) degrés pour un filtre de quatrième ordre;

Φ = 294 x (f/f_0) degrés pour un filtre de huitième ordre.

Le retard pour tous les ordres de filtre est le suivant: t = (Φ/360) x ($1/f_0$).

2.4. *Échantillonnage et numérisation des données*

À 30 Hz, la variation d'amplitude du signal peut atteindre 18 % par milliseconde. Pour que les erreurs dynamiques dues à une modification de 0,1 % des signaux analogiques d'entrée soient limitées, le temps d'échantillonnage ou de numérisation doit être inférieur à 32 µs. Toutes les paires ou tous les ensembles d'échantillons de données à comparer doivent être considérés simultanément ou sur une période de temps suffisamment courte.

2.5. *Prescriptions applicables au système*

Le système de données doit avoir une résolution d'au moins 12 bits (± 0,05 %) et une précision de 2 LSB (± 0,1 %). L'ordre des filtres anti-repliement doit être égal ou supérieur à 4 et l'intervalle de fréquences f_{max} considéré doit être compris entre 0 Hz et 30 Hz.

Pour un filtre d'ordre 4, la fréquence passe-bande f_0 (fréquences comprises entre 0 Hz et f_0) doit être supérieure à 2,37 × f_{max} si les erreurs de phase sont corrigées ultérieurement dans le traitement numérique des données et supérieure à 5 × f_{max} dans le cas contraire. La fréquence d'échantillonnage des données f_s pour un filtre d'ordre 4 doit être supérieure à 13,4 × f_0.

PARTIE IV

SPÉCIFICATIONS RELATIVES AUX ESSAIS DES SYSTÈMES DE PROTECTION FRONTALE

CHAPITRE I

Conditions générales

1. **Système de protection frontale monté d'origine sur un véhicule**

1.1. Le système de protection frontale monté sur le véhicule satisfait aux conditions énoncées dans la section 6 de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

1.2. Le véhicule se trouve dans son assiette normale et est soit solidement fixé sur des supports surélevés, soit à l'arrêt sur une surface plane, le frein à main tiré. Le véhicule est équipé du système de protection frontale devant subir l'essai. Les instructions de montage du fabricant du système de protection frontale sont suivies; elles incluent les couples de serrage pour toutes les fixations.

1.3. Tous les dispositifs conçus pour protéger les piétons et les autres usagers de la route vulnérables sont correctement activés avant le début de l'essai ou déclenchés pendant son déroulement. Le demandeur démontre que les dispositifs fonctionnent de la façon prévue si le véhicule heurte un piéton ou un autre usager de la route vulnérable.

1.4. Pour la réalisation des essais, tous les composants du véhicule susceptibles de changer de forme ou de position, tels que les phares escamotables, autres que les dispositifs de protection des piétons et des autres usagers de la route vulnérables, sont mis dans la forme ou la position jugée la plus adaptée par les autorités responsables des essais.

2. **Système de protection frontale constituant une entité technique distincte**

2.1. Lorsque seul le système de protection frontale est fourni pour les essais, il doit pouvoir satisfaire aux conditions énoncées dans la section 6 de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009 lorsqu'il est monté sur le type de véhicule auquel se réfère la réception de l'entité technique distincte concernée.

2.2. L'essai peut être effectué avec le système de protection frontale monté soit sur un véhicule du type pour lequel il est conçu, soit sur un cadre d'essai représentant fidèlement les dimensions essentielles de l'extrémité avant du type de véhicule prévu. Si, lors de l'utilisation d'un cadre d'essai, le système de protection frontale entre en contact avec celui-ci, l'essai est répété avec le système de protection frontale monté sur le type de véhicule pour lequel il est conçu. Lors d'essais portant sur un système de protection frontale monté sur un véhicule, les conditions du point 1 s'appliquent.

3. **Informations à fournir**

3.1. Tous les systèmes de protection frontale, qu'ils soient couverts par la réception d'un véhicule prenant en compte le fait que celui-ci est équipé d'un système de protection frontale ou qu'ils fassent l'objet d'une réception en tant qu'entité technique distincte, sont accompagnés d'informations indiquant le ou les véhicules sur lesquels le montage a été homologué.

3.2. Tout système de protection frontale faisant l'objet d'une réception comme entité technique distincte est accompagné d'instructions d'installation détaillées donnant des informations suffisantes pour permettre à une personne compétente de l'installer correctement sur le véhicule. Les instructions sont rédigées dans la ou les langues de l'État membre dans lequel le système de protection frontale sera mis en vente.

CHAPITRE II

Essai de collision de bas de jambe factice sur le système de protection frontale

1. **Portée**

Cette méthode d'essai s'applique aux exigences énoncées au point 5.1.1 de l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009.

2. **Généralités**

2.1. Le bas de jambe factice utilisé comme élément de frappe dans les essais de collision avec le système de protection frontale est en mouvement libre au moment de l'impact. L'élément de frappe est libéré à une distance telle que les résultats de l'essai ne sont pas influencés par un contact de l'élément de frappe avec le système de propulsion lors du rebond.

2.2. Dans tous les cas, l'élément de frappe peut être propulsé par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. Au moins trois essais de collision de bas de jambe factice sur le système de protection frontale sont réalisés sur des points d'essai situés entre la ligne de référence de la face supérieure et celle de la face inférieure du système de protection frontale. Les points d'essai se trouvent aux endroits où les autorités responsables des essais estiment que la probabilité de lésions est la plus forte. Les essais portent sur différents types de structures si celles-ci varient de part et d'autre de la zone à évaluer. Les points testés par les services techniques sont indiqués dans le procès-verbal d'essai.

3.2. Pour les véhicules dont la hauteur de la ligne de référence inférieure du système de protection frontale est inférieure à 425 mm, les exigences de cet essai s'appliquent.

Pour les véhicules dont la hauteur de la ligne de référence inférieure du système de protection frontale est à la fois supérieure ou égale à 425 mm et inférieure à 500 mm, les exigences du chapitre III peuvent s'appliquer, au choix du constructeur.

Pour les véhicules dont la hauteur de la ligne de référence inférieure du système de protection frontale est supérieure ou égale à 500 mm, les exigences du chapitre III s'appliquent.

4. **Méthode d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système répond aux exigences du chapitre I.

4.1.1. L'élément de frappe servant à l'essai ou, au moins, la chair en mousse est entreposé pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 15 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C avant d'en être retiré pour l'essai. Après avoir été retiré de l'espace de stockage, l'élément de frappe n'est pas soumis à d'autres conditions que celles existant dans l'espace d'essai.

4.1.2. Chaque essai est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à utiliser de l'espace de stockage contrôlé.

4.2. Le bas de jambe factice utilisé comme élément de frappe est décrit au point 1 de la partie V.

4.3. L'élément de frappe est monté et propulsé comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. La direction de l'impact est dans le plan horizontal et parallèle au plan vertical longitudinal du système de protection frontale monté sur le véhicule ou le cadre d'essai. La tolérance pour la direction du vecteur de vitesse dans le plan horizontal et dans le plan longitudinal est de ± 2° au moment du premier contact.

4.5. L'axe de l'élément de frappe est perpendiculaire au plan horizontal avec une tolérance de ± 2° dans le plan latéral et longitudinal. Les plans horizontal, longitudinal et latéral sont orthogonaux les uns par rapport aux autres (voir figure 2).

4.6. Le bas de l'élément de frappe est situé 25 mm au-dessus du niveau de référence du sol au moment du contact initial avec le système de protection frontale (voir figure 1), avec une tolérance de ± 10 mm.

Lors de la mise à niveau du système de propulsion, on tiendra compte de l'influence de la gravité durant la période de mouvement libre de l'élément de frappe.

4.7. Au moment du contact initial, l'élément de frappe est dans la direction prévue par rapport à son axe vertical, afin que l'articulation du genou fonctionne correctement, avec une tolérance de ± 5°.

4.8. Au moment du contact initial, la ligne médiane de l'élément de frappe heurte le point d'impact choisi, avec une tolérance de ± 10 mm.

4.9. Au moment du contact entre l'élément de frappe et le système de protection frontale, l'élément de frappe ne doit pas toucher le sol ou tout objet ne faisant pas partie du système de protection frontale ou du véhicule.

4.10. La vitesse d'impact de l'élément de frappe, au moment de heurter le système de protection frontale, est de 11,1 ± 0,2 m/s. L'effet de la gravité doit être pris en compte si la vitesse de l'impact est calculée à partir de mesures prises avant le moment du contact initial.

Figure 1

Essais de collision de bas de jambe factice sur le système de protection frontale avec un véhicule complet dans son assiette normale (à gauche), avec un véhicule complet monté sur des supports (au centre) ou avec une entité technique distincte montée sur un cadre d'essai (à droite) (variante de l'utilisation d'une entité technique distincte montée sur un véhicule)

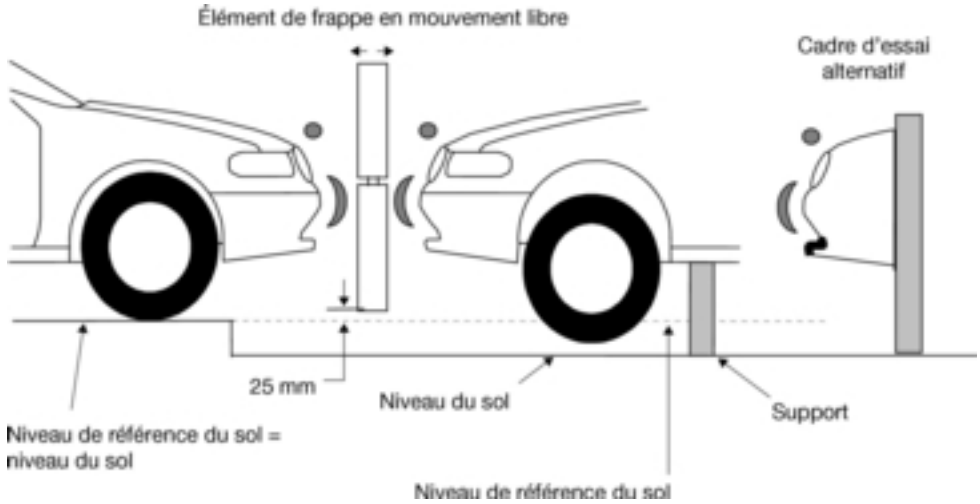
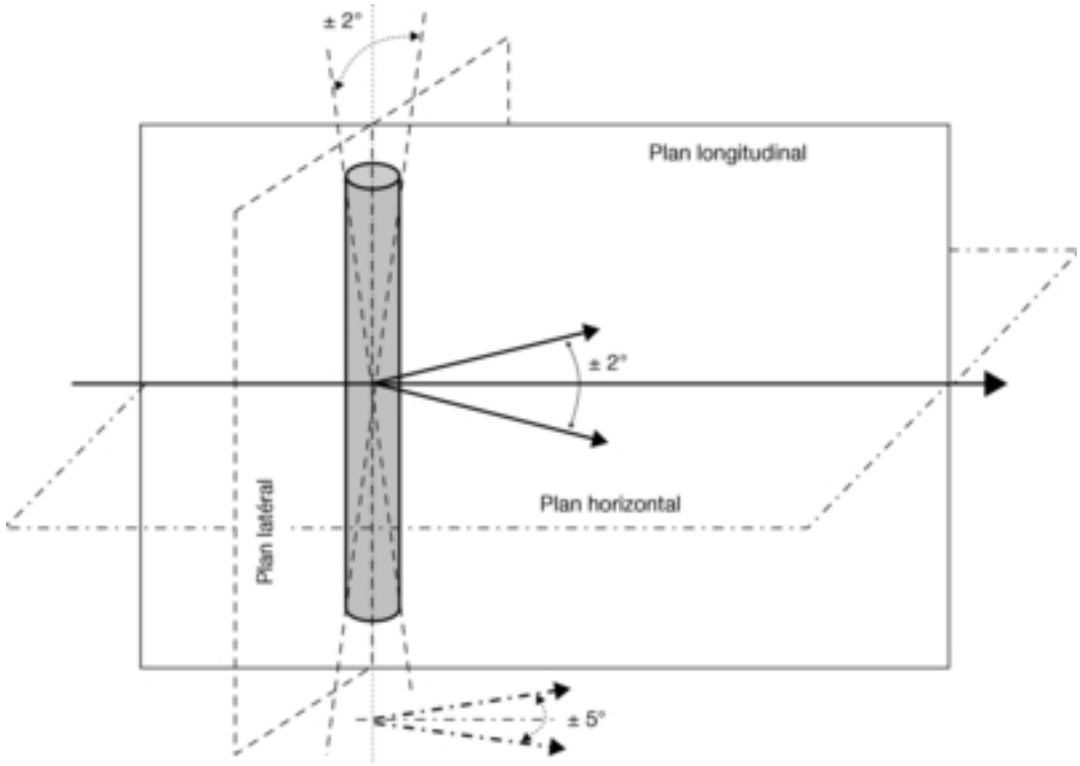


Figure 2

Tolérances des angles pour le bas de jambe factice utilisé comme élément de frappe au moment du premier impact



CHAPITRE III

Essai de collision de haut de jambe factice sur le système de protection frontale

1. **Portée**

1.1. Cette méthode d'essai s'applique aux exigences énoncées au point 5.1.2 de l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009.

2. **Généralités**

2.1. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe pour les essais sur le système de protection frontale est monté sur le système de propulsion à l'aide d'une articulation avec limitateur de couple, afin d'éviter que des efforts décentrés importants n'endommagent le système de guidage. Le système de guidage est équipé de guides à faible friction, insensibles aux efforts déportés, n'autorisant le déplacement de l'élément de frappe que dans la direction déterminée pour l'impact, lors du contact avec le système de protection frontale. Les guides empêchent tout mouvement dans une autre direction, et notamment la rotation autour d'un axe quelconque.

2.2. L'élément de frappe peut être propulsé par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. Au moins trois essais de collision de haut de jambe factice sur le système de protection frontale sont réalisés sur des points d'essai situés entre la ligne de référence de la face supérieure et celle de la face inférieure du système de protection frontale. Les points d'essai se trouvent aux endroits où les autorités responsables des essais estiment que la probabilité de lésions est la plus forte. Les essais portent sur différents types de structures si celles-ci varient de part et d'autre de la zone à évaluer. Les points testés par les services techniques sont indiqués dans le procès-verbal d'essai.

3.2. Pour les véhicules dont la hauteur de la ligne de référence inférieure du système de protection frontale est inférieure à 425 mm, les exigences du chapitre II s'appliquent.

Pour les véhicules dont la hauteur de la ligne de référence inférieure du système de protection frontale est, à la fois, supérieure ou égale à 425 mm et inférieure à 500 mm, les exigences du chapitre II peuvent s'appliquer, au choix du constructeur.

Pour les véhicules dont la hauteur de la ligne de référence inférieure du système de protection frontale est égale ou supérieure à 500 mm, les exigences de cet essai s'appliquent.

4. **Méthode d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système répond aux exigences du chapitre I.

4.1.1. L'élément de frappe servant à l'essai ou, au moins, la chair en mousse est entreposé pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 15 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C avant d'en être retiré pour l'essai. Après être retiré de l'espace de rangement, l'élément de frappe n'est pas soumis à d'autres conditions que celles existant dans l'espace d'essai.

4.1.2. Chaque essai est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à utiliser de l'espace de rangement contrôlé.

4.2. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe est décrit au point 2 de la partie V.

4.3. L'élément de frappe est monté et propulsé comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. La direction de l'impact est parallèle à l'axe longitudinal du système de protection frontale monté sur le véhicule ou le cadre d'essai, l'axe du haut de jambe factice étant vertical au moment du contact initial. On admet une tolérance de ± 2° par rapport à ces directions. Au moment du contact initial, la ligne médiane de l'élément de frappe coïncide avec le point d'essai sélectionné, avec une tolérance de ± 10 mm latéralement et verticalement.

4.5. La vitesse d'impact de l'élément de frappe sur le système de protection frontale est de 11,1 ± 0,2 m/s.

CHAPITRE IV

Essai de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du système de protection frontale

1. **Portée**

1.1. Cette méthode d'essai s'applique aux exigences énoncées au point 5.2 de l'annexe I du règlement (CE) nº 78/2009.

2. **Généralités**

2.1. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe pour les essais sur le bord avant du système de protection frontale est monté sur le système de propulsion à l'aide d'une articulation avec limitateur de couple, afin d'éviter que des efforts décentrés importants n'endommagent le système de guidage. Le système de guidage est équipé de guides à faible friction, insensibles aux efforts déportés, n'autorisant le déplacement de l'élément de frappe que dans la direction déterminée pour l'impact, lors du contact avec le système de protection frontale. Les guides empêchent tout mouvement dans une autre direction, et notamment la rotation autour d'un axe quelconque.

2.2. Dans tous les cas, les éléments de frappe peuvent être propulsés par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. Au moins trois essais sont effectués sur la ligne de référence du bord avant du système de protection frontale, sur les points où les autorités responsables des essais estiment que la probabilité de lésions est la plus forte. Les essais portent sur différents types de structures si celles-ci varient de part et d'autre de la zone à évaluer. Les points testés par les services techniques sont indiqués dans le procès-verbal d'essai.

4. **Méthode d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système répond aux exigences du chapitre I.

4.1.1. L'élément de frappe servant à l'essai ou, au moins, la chair en mousse est entreposé pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 15 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C avant d'en être retiré pour l'essai. Après être retiré de l'espace de rangement, l'élément de frappe n'est pas soumis à d'autres conditions que celles existant dans l'espace d'essai.

4.1.2. Chaque essai est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à utiliser de l'espace de stockage contrôlé.

4.2. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe est décrit au point 2 de la partie V.

4.3. L'élément de frappe est monté et propulsé comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. L'élément de frappe est aligné de telle sorte que la ligne médiane du système de propulsion et l'axe longitudinal de l'élément de frappe sont parallèles au plan longitudinal du système de protection frontale monté sur le véhicule ou le cadre d'essai. On admet des tolérances de ± 2° par rapport à ces directions. Au moment du contact initial, la ligne médiane de l'élément de frappe coïncide avec le point d'impact choisi avec une tolérance de ± 10 mm (voir figure 3) et se présente latéralement avec une tolérance de ± 10 mm.

4.5. La vitesse d'impact requise, l'angle d'impact et la masse de l'élément de frappe sont déterminés conformément aux points 4.6 et 4.8.1. On admet une tolérance de ± 2 % pour la vitesse d'impact et de ± 2° pour la direction de l'impact. L'effet de la gravité est pris en compte avant le moment du contact initial. La masse de l'élément de frappe doit être mesurée avec une précision de ± 1 % au maximum; si la valeur de la mesure diffère de la masse requise, il convient d'ajuster en conséquence la vitesse requise, comme indiqué au point 4.8.1.

4.6. La vitesse d'impact requise et l'angle d'impact sont déterminés à partir des figures 4 et 5, compte tenu de la hauteur verticale du point d'impact prévu sur la ligne de référence du bord avant et la partie antérieure du système de protection frontale.

4.7. L'énergie d'essai requise pour l'élément de frappe est déterminée en référence à la figure 6.

4.8. La masse totale de l'élément de frappe comprend les composants de propulsion et de guidage qui sont solidaires de celui-ci au cours de l'impact, et notamment les poids supplémentaires.

4.8.1. La valeur de la masse de l'élément de frappe requise pour l'essai est calculée selon la formule suivante:

$$M = 2E / V^2$$

dans laquelle

M = Masse résultante [kg]

E = Énergie d'impact [J]

V = Vitesse [m/s]

La vitesse d'impact requise est la valeur déterminée selon les indications du point 4.6 et l'énergie est déterminée d'après la figure 6 en prenant pour référence les valeurs obtenues pour la hauteur du bord avant du système de protection frontale et pour la partie antérieure du système de protection frontale sur le plan vertical longitudinal passant par le point d'impact prévu.

La masse de l'élément de frappe peut s'éloigner de cette valeur de ± 10 %, pour autant que la vitesse d'impact requise soit également modifiée selon la formule ci-dessus, de façon à conserver l'énergie cinétique requise pour l'élément de frappe.

4.9. Il convient de fixer les poids supplémentaires nécessaires à l'arrière du membre postérieur ou à des composants du système de guidage qui restent solidaires de l'élément de frappe au cours de l'impact, de sorte que la masse de l'élément de frappe corresponde à la valeur calculée conformément au point 4.8.1.

Figure 3

Essais de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du système de protection frontale

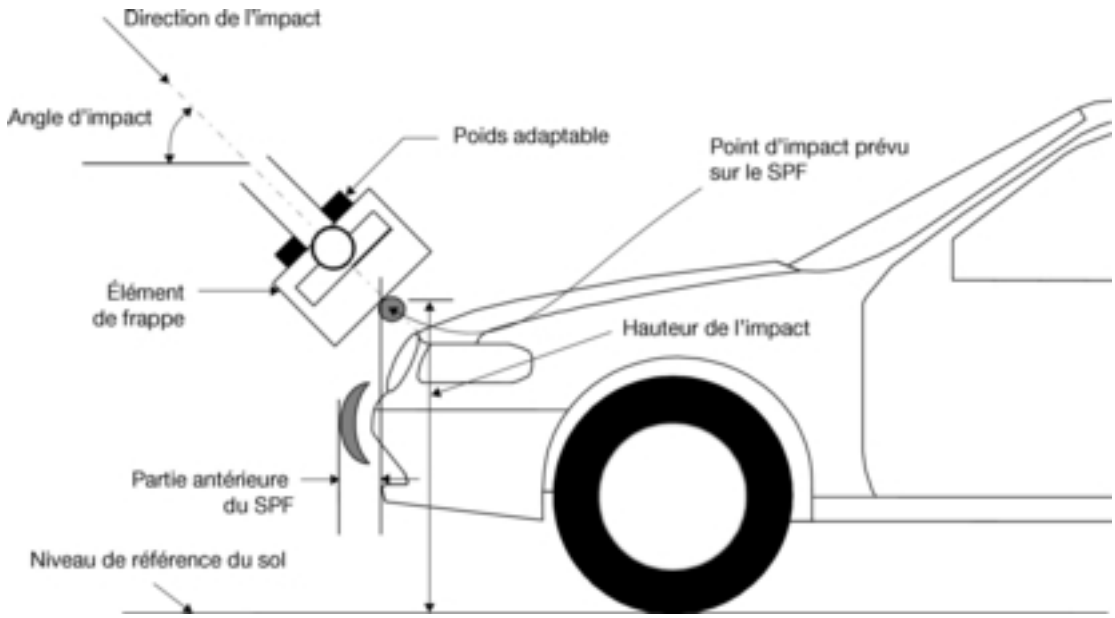
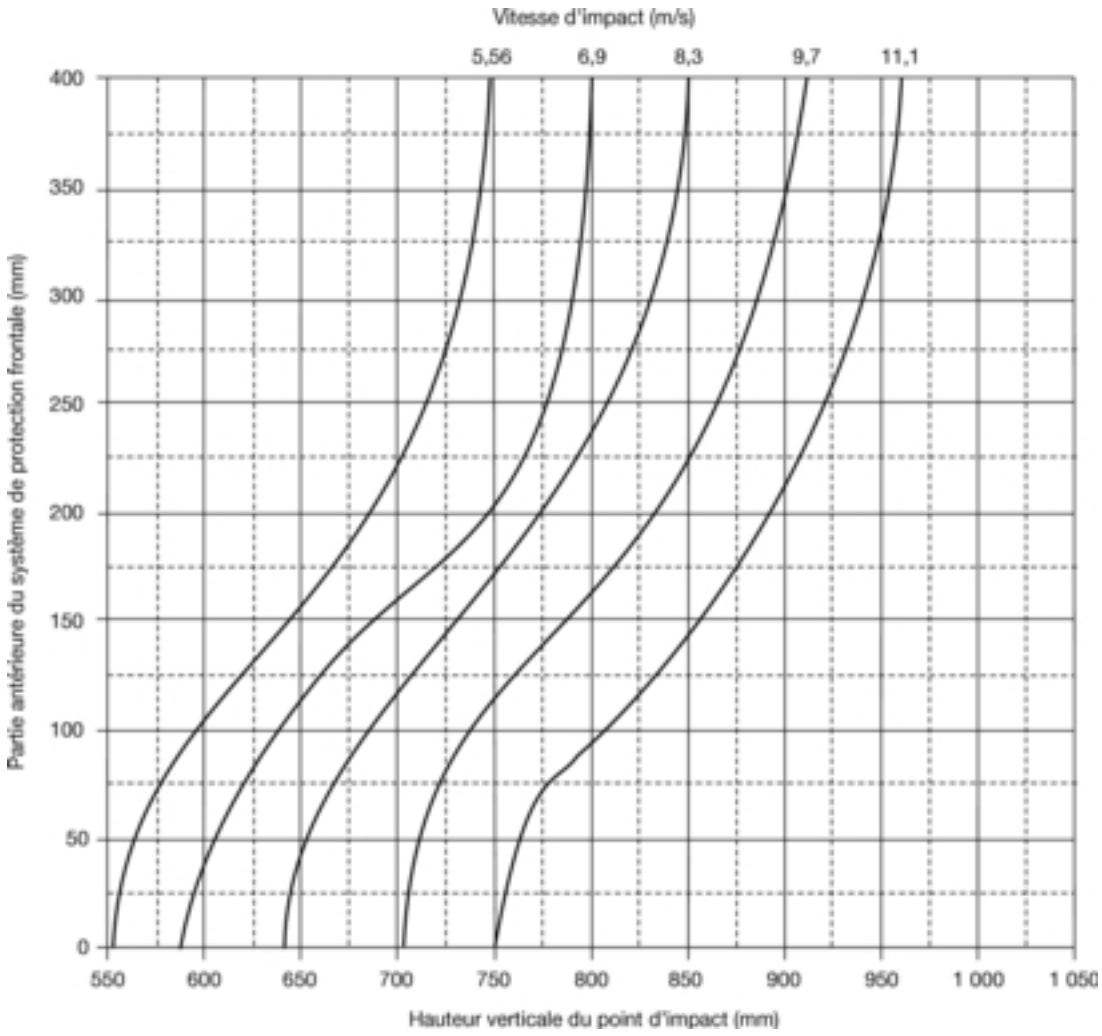


Figure 4

Vitesse d'impact dans les essais de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du système de protection frontale

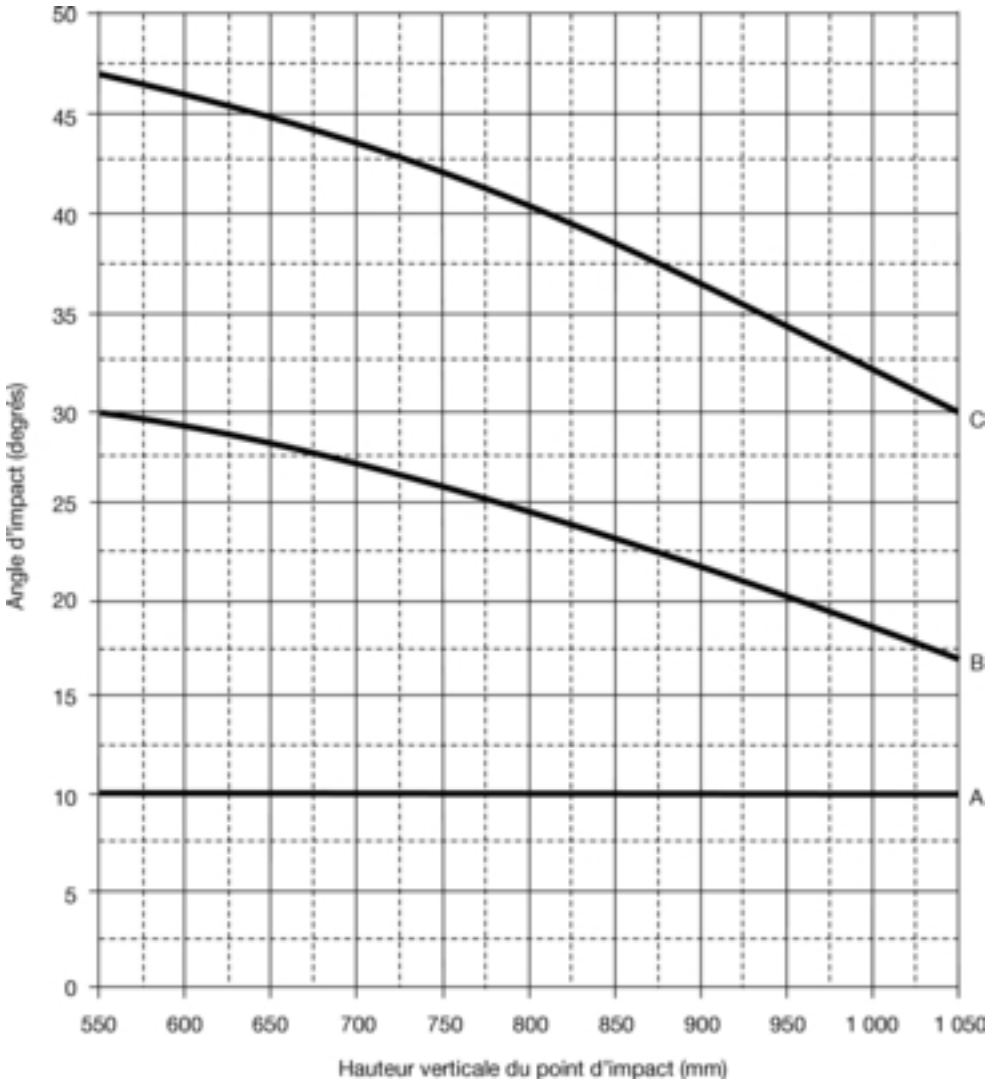


Notes:

1. Interpolation horizontale entre les courbes.
2. Avec des valeurs inférieures à 5,56 m/s, procéder à l'essai à 5,56 m/s.
3. Avec des valeurs supérieures à 11,1 m/s, procéder à l'essai à 11,1 m/s.
4. Avec des valeurs négatives pour la partie antérieure du SPF, procéder à l'essai avec une valeur égale à 0.
5. Avec des valeurs supérieures à 400 mm pour la partie antérieure du SPF, procéder à l'essai avec une valeur égale à 400 mm.

Figure 5

Angle d'impact dans les essais de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du système de protection frontale



Signification des notes et symboles:

A = partie antérieure du SPF à 0 mm

B = partie antérieure du SPF à 50 mm

C = partie antérieure du SPF à 150 mm

Notes:

1. Interpoler verticalement entre les courbes.

2. Avec des valeurs négatives pour la partie antérieure du SPF

   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 0.

3. Avec des valeurs supérieures à 150 mm pour la partie antérieure du SPF

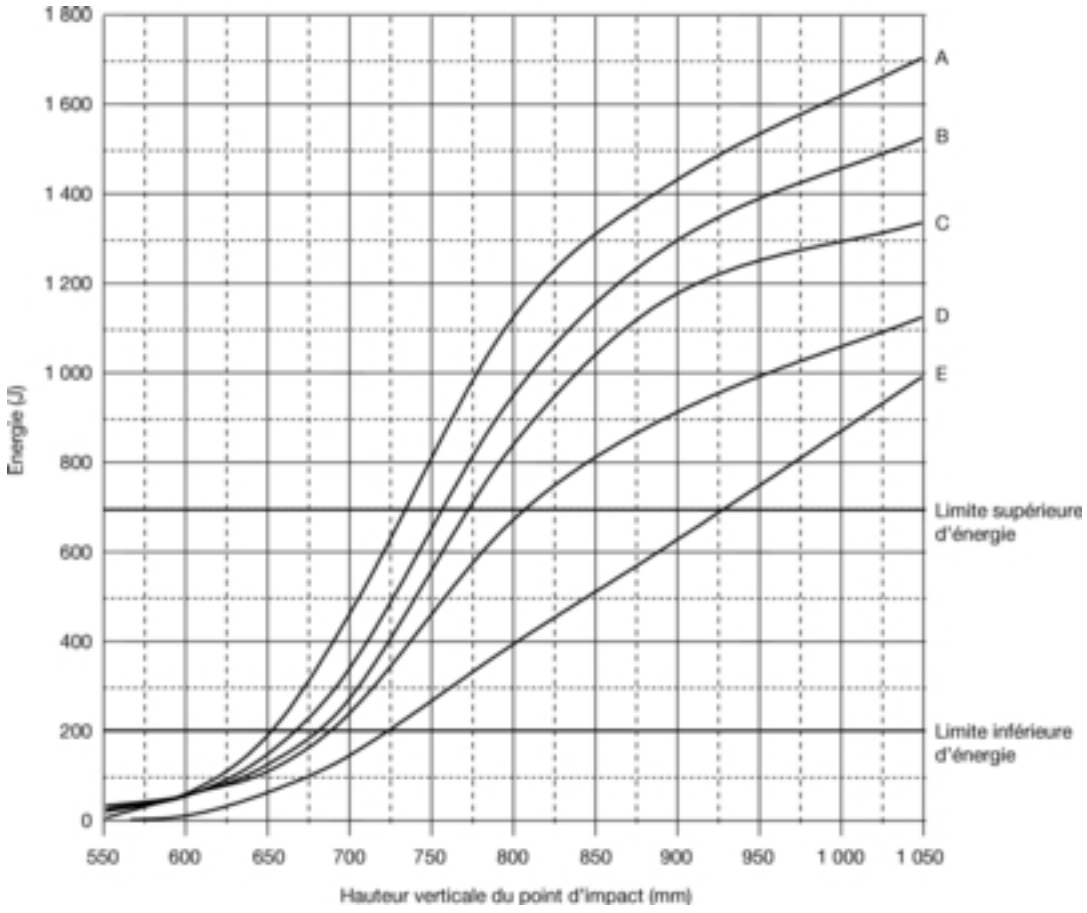
   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 150 mm.

4. Avec des valeurs supérieures à 1 050 mm pour la hauteur du point d'impact

   — procéder à l'essai avec une valeur égale à 1 050 mm.

Figure 6

Énergie cinétique d'impact dans les essais de collision de haut de jambe factice sur le bord avant du système de protection frontale



Signification des notes et symboles:

A = partie antérieure du SPF à 50 mm

B = partie antérieure du SPF à 100 mm

C = partie antérieure du SPF à 150 mm

D = partie antérieure du SPF à 250 mm

E = partie antérieure du SPF à 350 mm

Notes:

1. Interpoler verticalement entre les courbes.

2. Avec des valeurs inférieures à 50 mm pour la partie antérieure du SPF, procéder à l'essai avec une valeur égale à 50 mm.

3. Avec des valeurs supérieures à 350 mm pour la partie antérieure du SPF, procéder à l'essai avec une valeur égale à 350 mm.

4. Avec des valeurs supérieures à 1 050 mm pour la hauteur du point d'impact, procéder à l'essai avec une valeur égale à 1 050 mm.

5. Avec une énergie cinétique requise supérieure à 700 J, procéder à l'essai avec une valeur égale à 700 J.

6. Avec une énergie cinétique requise inférieure ou égale à 200 J, procéder à l'essai avec une valeur égale à 200 J.

CHAPITRE V

Essai de collision de tête factice d'enfant/d'adulte de petite taille sur le système de protection frontale

1. **Champ d'application**

1.1. Cette méthode d'essai s'applique aux exigences énoncées au point 5.3 de l'annexe I du règlement (CE) n° 78/2009.

2. **Généralités**

2.1. La tête factice d'enfant/d'adulte de petite taille utilisée comme élément de frappe dans les essais de collision avec le système de protection frontale est en mouvement libre au moment de l'impact. L'élément de frappe est libéré à une distance telle du système de protection frontale que les résultats de l'essai ne sont pas influencés par un contact de l'élément de frappe avec le système de propulsion lors du rebond.

2.2. Dans tous les cas, les éléments de frappe peuvent être propulsés par un propulseur pneumatique, à ressort mécanique ou hydraulique, ou par tout autre moyen dont l'efficacité équivalente a été démontrée.

3. **Spécification de l'essai**

3.1. Au moins trois essais d'impact de tête factice sont effectués sur les points où les laboratoires d'essai estiment que la probabilité de lésions est la plus forte. Les essais portent sur différents types de structures, si ceux-ci varient de part et d'autre de la zone à évaluer. Les points testés par les services techniques sont indiqués dans le procès-verbal d'essai.

3.2. Les points d'essai pour la tête factice d'enfant/d'adulte de petite taille utilisée comme élément de frappe sont choisis sur les parties du système de protection frontale où la longueur développée dépasse 900 mm, lorsque le véhicule est placé dans son assiette normale ou que le système de protection frontale est monté sur un cadre d'essai représentant le véhicule auquel il est destiné dans son assiette normale.

4. **Méthode d'essai**

4.1. L'état du véhicule ou du sous-système répond aux exigences du chapitre I de la présente partie. La température stabilisée de l'appareillage et du véhicule ou de l'entité technique distincte est de 20° ± 4 °C.

4.2. La tête factice d'enfant/d'adulte de petite taille utilisée comme élément de frappe est décrite au point 3 de la partie V.

4.3. L'élément de frappe est monté et propulsé comme indiqué aux points 2.1 et 2.2.

4.4. La direction de l'impact se situe dans le plan longitudinal vertical traversant le système de protection frontale et passant par le point devant subir l'essai. On admet une tolérance de ± 2° par rapport à cette direction. L'impact est dirigé vers le bas et vers l'arrière à un angle de 50° ± 2° par rapport au niveau de référence du sol. L'effet de la gravité est pris en compte si l'angle d'impact est calculé à partir de mesures prises avant le moment du contact initial.

4.5. Au moment du contact initial, le point de contact initial de l'élément de frappe se situe sur le point d'impact choisi, avec une tolérance de ± 10 mm.

4.6. La vitesse d'impact de l'élément de frappe sur le point d'impact est de 9,7 ± 0,2 m/s.

4.6.1. La vitesse de la tête factice utilisée comme élément de frappe se mesure à un certain point pendant le mouvement libre, avant l'impact, conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 3784:1976. L'exactitude de la mesure de la vitesse est de ± 0,01 m/s. La vitesse mesurée est ajustée en fonction de tous les facteurs susceptibles d'affecter l'élément de frappe entre le point de mesure et le point d'impact, afin de déterminer la vitesse de l'élément de frappe au moment de l'impact.

4.7. L'accélération en fonction du temps est enregistrée et le HIC est calculé. Le premier point de contact sur la structure avant du véhicule est enregistré. L'enregistrement des résultats de l'essai est effectué conformément à la norme ISO 6487:2002.

PARTIE V

ÉLÉMENTS DE FRAPPE UTILISÉS DANS LES ESSAIS

1. **Bas de jambe factice**

1.1. Le bas de jambe factice utilisé comme élément de frappe consiste en deux segments rigides recouverts de mousse, représentant le fémur (haut de la jambe) et le tibia (bas de la jambe), assemblés par une articulation de genou factice déformable. L'élément de frappe a une longueur totale de 926 ± 5 mm et est conforme à la figure 1.

La longueur du fémur et du tibia est respectivement de 432 mm et 494 mm à partir du centre du genou.

Les centres de gravité du fémur et du tibia sont situés respectivement à 217 ± 10 mm et 233 ± 10 mm du centre du genou.

Les étriers, poulies, etc., fixés à l'élément de frappe en vue de sa propulsion peuvent augmenter les dimensions indiquées sur la figure 1, exception faite de la position du centre de gravité.

1.2. Le diamètre du fémur et du tibia est de 70 ± 1 mm et les deux sont recouverts de «chair» et de peau en mousse. La chair est composée de mousse Confor™ de type CF-45, ou d'un matériau équivalent, de 25 mm d'épaisseur. La peau est constituée de mousse de néoprène, recouverte des deux côtés d'un tissu de nylon de 0,5 mm d'épaisseur, le tout ayant une épaisseur de 6 mm.

1.3. La masse du fémur est de 8,6 ± 0,1 kg, celle du tibia de 4,8 ± 0,1 kg, et la masse totale de l'élément de frappe est de 13,4 ± 0,2 kg.

1.4. Les moments d'inertie du fémur et du tibia, autour d'un axe horizontal traversant leur centre de gravité respectif et perpendiculairement à la direction de l'impact, sont respectivement de 0,127 ± 0,010 kgm^2 et 0,120 ± 0,010 kgm^2.

1.5. On place des capteurs pour mesurer l'angle de flexion du genou et le déplacement en cisaillement. On place un accéléromètre uniaxial sur la face du tibia qui ne sera pas heurtée, à 66 ± 5 mm du centre du genou, l'axe sensible étant orienté dans la direction de l'impact.

1.6. Le système de déplacement en cisaillement doit être doté d'un amortisseur qui peut être monté en tout point de la face antérieure ou à l'intérieur de l'élément de frappe. Les propriétés de l'amortisseur sont telles que l'élément de frappe satisfait aux exigences statiques et dynamiques de déplacement en cisaillement et évite que le système de déplacement en cisaillement ne soit soumis à de trop fortes vibrations.

1.7. La valeur de réponse CFC (*Channel Frequency Class*) de la voie de mesure, telle que définie dans la norme ISO 6487:2002, est de 180 pour tous les capteurs. Les valeurs de réponse CAC (*Channel Amplitude Class*) de la voie de mesure, telles que définies dans la norme ISO 6487:2002, sont de 50° pour l'angle de flexion du genou, de 10 mm pour le déplacement en cisaillement et de 500 g pour l'accélération. Cela ne signifie pas que l'élément de frappe lui-même doive être physiquement capable de reproduire une flexion et un cisaillement correspondant aux angles et déplacements indiqués ci-dessus.

1.8. L'élément de frappe répond aux critères d'homologation énumérés au point 2 de l'appendice I et est équipé d'éléments de genou déformables issus du même lot que ceux qui ont été soumis aux essais d'homologation.

1.8.1. Pour chaque essai, l'élément de frappe est recouvert d'une à quatre nouvelles feuilles consécutives de matériau de chair en mousse Confor™, ou d'un matériau équivalent, produites à partir du même lot de fabrication (découpées d'un bloc ou d'une boule de mousse), pour autant que la mousse d'une de ces feuilles ait été utilisée dans l'essai d'homologation dynamique et que les poids individuels de ces feuilles se situent dans une fourchette de ± 2 % du poids de la feuille utilisée dans l'essai d'homologation.

1.8.2. L'élément de frappe servant à l'essai ou, au moins, la chair en mousse est entreposé pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 15 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C avant d'en être retiré pour l'étalonnage. Après avoir été retiré de l'espace de stockage, l'élément de frappe n'est pas soumis à d'autres conditions que celles existant dans la zone d'essai.

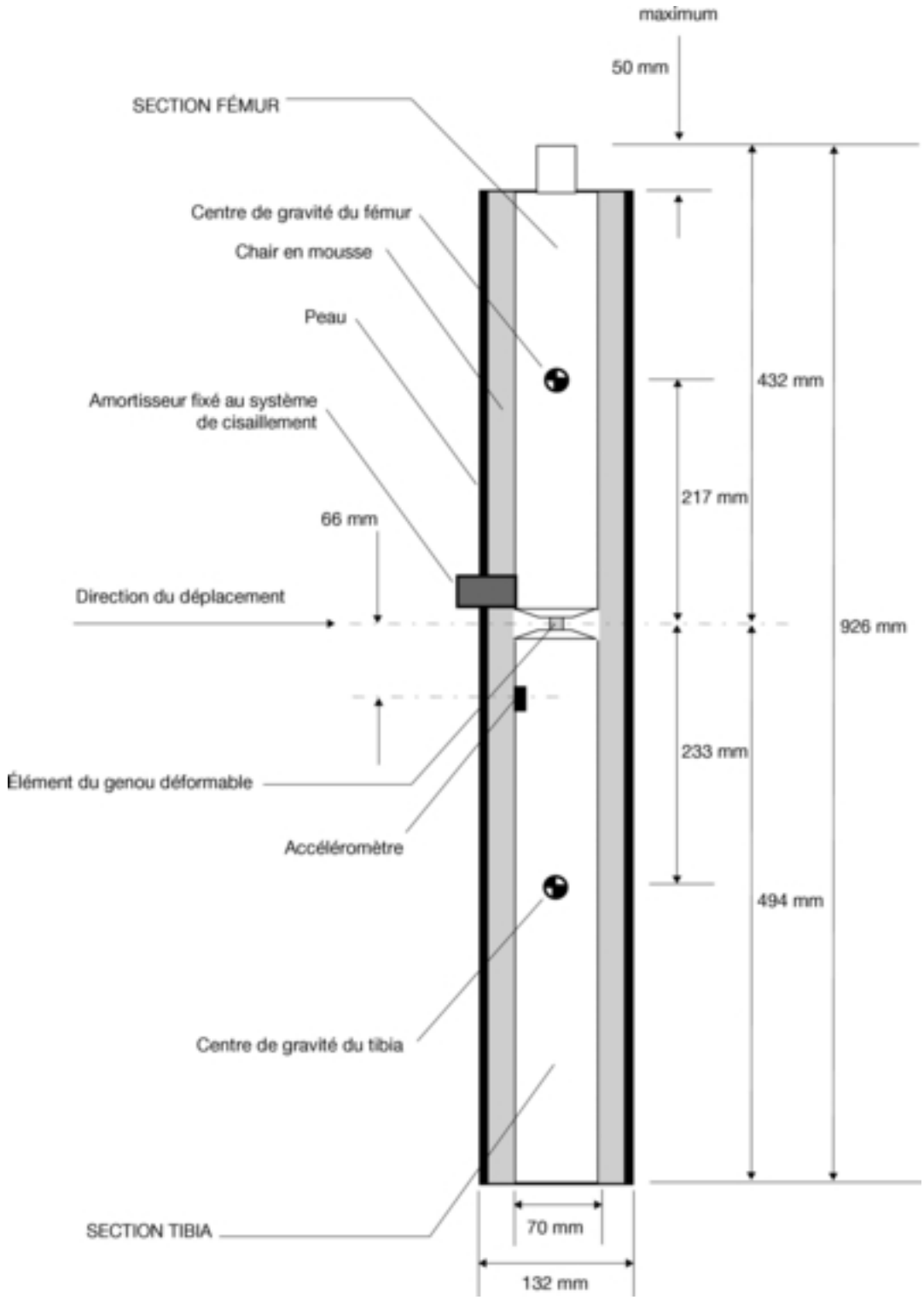
1.8.3. Chaque essai est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à utiliser de l'espace de stockage contrôlé.

1.9. L'élément de frappe homologué ne doit pas être utilisé plus de 20 fois avant de faire à nouveau l'objet d'une homologation. À chaque essai, on utilisera de nouveaux éléments de genou déformables.

L'élément de frappe est également à nouveau homologué si la précédente homologation remonte à plus d'un an ou si les signaux de sortie de l'un des capteurs, pour un impact quelconque, dépassent la valeur définie pour la CAC ou ont atteint les limites mécaniques de la capacité de déformation de l'élément de frappe.

Figure 1

Bas de jambe factice recouvert de mousse et de peau



2. **Haut de jambe factice**

2.1. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe est un segment rigide, recouvert de mousse sur le côté heurté, long de 350 ± 5 mm et conforme à la figure 2.

La distance entre les lignes médianes des capteurs d'effort est de 310 ± 1 mm et le diamètre du membre frontal est de 50 ± 1 mm.

2.2. L'articulation avec limitateur de couple est fixée de sorte que l'axe longitudinal du membre frontal soit perpendiculaire à l'axe du système de guidage, avec une tolérance de ± 2°, le couple de friction de l'articulation étant réglé à 675 ± 25 Nm au minimum.

2.3. Le centre de gravité des parties de l'élément de frappe situées à l'avant de l'articulation avec limitateur de couple, y compris les poids éventuels, se situe sur la ligne médiane longitudinale de l'élément de frappe, avec une tolérance de ± 10 mm.

2.4. La masse totale du haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe, y compris les composants de propulsion et de guidage qui sont solidaires de l'élément de frappe, est de 9,5 kg ± 0,1 kg.

La masse totale du membre frontal et des autres composants situés à l'avant des assemblages de capteurs d'effort, ajoutée à celle des pièces de ces assemblages situées à l'avant des éléments actifs, à l'exclusion de la mousse et de la peau, est de 1,95 ± 0,05 kg.

2.5. Il convient de placer deux capteurs d'effort pour mesurer séparément les forces appliquées à chaque extrémité du membre frontal de l'élément de frappe.

2.6. Des jauges de contrainte sont placées sur l'élément de frappe afin de mesurer les moments de flexion, comme indiqué sur la figure 2, chacune ayant un canal séparé. Les deux jauges externes sont situées à 50 ± 1 mm de part et d'autre de l'axe symétrique de l'élément de frappe. La jauge centrale est située sur l'axe symétrique, avec une tolérance de ± 1 mm.

2.7. La valeur de réponse CFC (*Channel Frequency Class*) de la voie de mesure, telle que définie dans la norme ISO 6487:2002, est de 180 pour tous les capteurs. Les valeurs de réponse CAC (*Channel Amplitude Class*), telles que définies dans la norme ISO 6487:2002, sont de 10 kN pour les capteurs de force et de 1 000 Nm pour les mesures des moments de flexion.

2.8. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe doit satisfaire aux critères d'homologation énumérés au point 3 de l'appendice I et est recouvert d'une feuille de mousse découpée dans le matériel qui a été soumis à l'essai d'homologation dynamique.

2.9. Pour chaque essai, la chair est composée de deux nouvelles feuilles de mousse Confor™ de type CF-45, ou d'un matériau équivalent, de 25 mm d'épaisseur. La peau est composée d'une pellicule de caoutchouc renforcé par des fibres de 1,5 mm d'épaisseur. L'ensemble constitué par la mousse et la peau de caoutchouc (à l'exclusion de tout élément de renforcement, de montage, etc., utilisé pour fixer les bords de la peau à l'arrière du membre) pèse 0,6 ± 0,1 kg.

La mousse et le caoutchouc sont rabattus vers l'arrière du membre, la peau étant fixée à l'arrière du membre à l'aide d'écarteurs qui en maintiennent les bords parallèles.

La taille et la forme de la mousse doivent permettre de ménager entre la mousse et les composants situés derrière le membre frontal un espace suffisant pour éviter entre eux des zones d'efforts significatifs.

2.9.1. L'élément de frappe servant à l'essai ou, au moins, la chair en mousse est entreposé pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 15 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C avant d'en être retiré pour l'étalonnage. Après avoir été retiré de l'espace de stockage, l'élément de frappe n'est pas soumis à d'autres conditions que celles existant dans la zone d'essai.

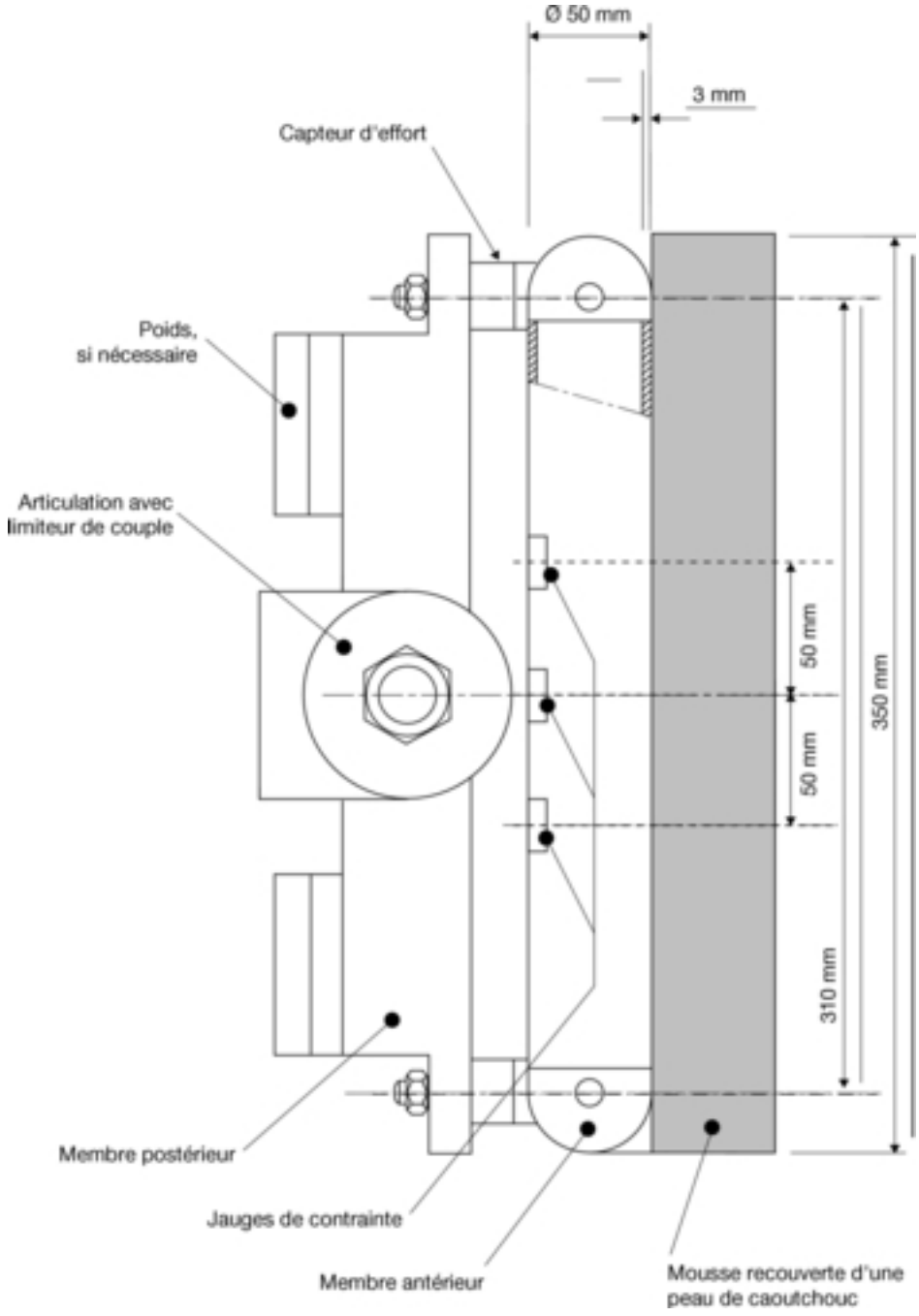
2.9.2. Chaque essai est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à utiliser de l'espace de stockage contrôlé.

2.10. L'élément de frappe homologué ne doit pas être utilisé plus de 20 fois avant de faire à nouveau l'objet d'une homologation (cette limitation ne s'applique pas aux composants de propulsion ou de guidage).

L'élément de frappe est également à nouveau homologué si la précédente homologation remonte à plus d'un an ou si les signaux de sortie de l'un des capteurs, pour un impact quelconque, dépassent la valeur définie pour la CAC.

Figure 2

Haut de jambe factice



3. **Tête factice d'enfant ou d'adulte de petite taille**

3.1. La tête factice d'enfant ou d'adulte de petite taille utilisée comme élément de frappe est une sphère rigide en aluminium, recouverte d'une peau synthétique. Elle correspond à la description de la figure 3 de la présente partie. Son diamètre est de 165 ± 1 mm, comme indiqué sur la figure. La masse totale de l'élément de frappe, voie de mesure comprise, est de 3,5 ± 0,07 kg.

3.2. La sphère est recouverte, au moins sur la moitié de sa surface, d'une épaisse peau synthétique de 14,0 ± 0,5 mm d'épaisseur.

3.3. Le centre de gravité de l'élément de frappe, voie de mesure comprise, se situe au centre de la sphère, avec une tolérance de ± 2 mm. Le moment d'inertie par rapport à un axe traversant le centre de gravité perpendiculairement à la direction de l'impact se situe dans l'intervalle de 0,008 à 0,012 kgm^2.

3.4. Une cavité dans la sphère permet le montage d'un accéléromètre triaxial ou de trois accéléromètres uniaxiaux avec, dans le cas de l'axe de mesure, une tolérance de ± 10 mm pour le positionnement de la masse sismique par rapport au centre de la sphère et, dans le cas de la direction perpendiculaire à l'axe de mesure, une tolérance de ± 1 mm pour le positionnement de la masse sismique par rapport au centre de la sphère. Les accéléromètres sont positionnés conformément aux prescriptions des points 3.4.1 et 3.4.2.

3.4.1. Si trois accéléromètres uniaxiaux sont utilisés, l'un des accéléromètres a son axe sensible perpendiculaire à la face de montage A (figure 3) et sa masse sismique est positionnée dans un champ de tolérance cylindrique de 1 mm de rayon et de 20 mm de longueur. La ligne médiane du champ de tolérance est perpendiculaire à la face de montage et son point médian coïncide avec le centre de la sphère.

3.4.2. Les accéléromètres restants ont leurs axes sensibles perpendiculaires l'un par rapport à l'autre et parallèles à la face de montage A. Leur masse sismique est positionnée dans un champ de tolérance sphérique de 10 mm de rayon. Le centre du champ de tolérance coïncide avec le centre de la sphère.

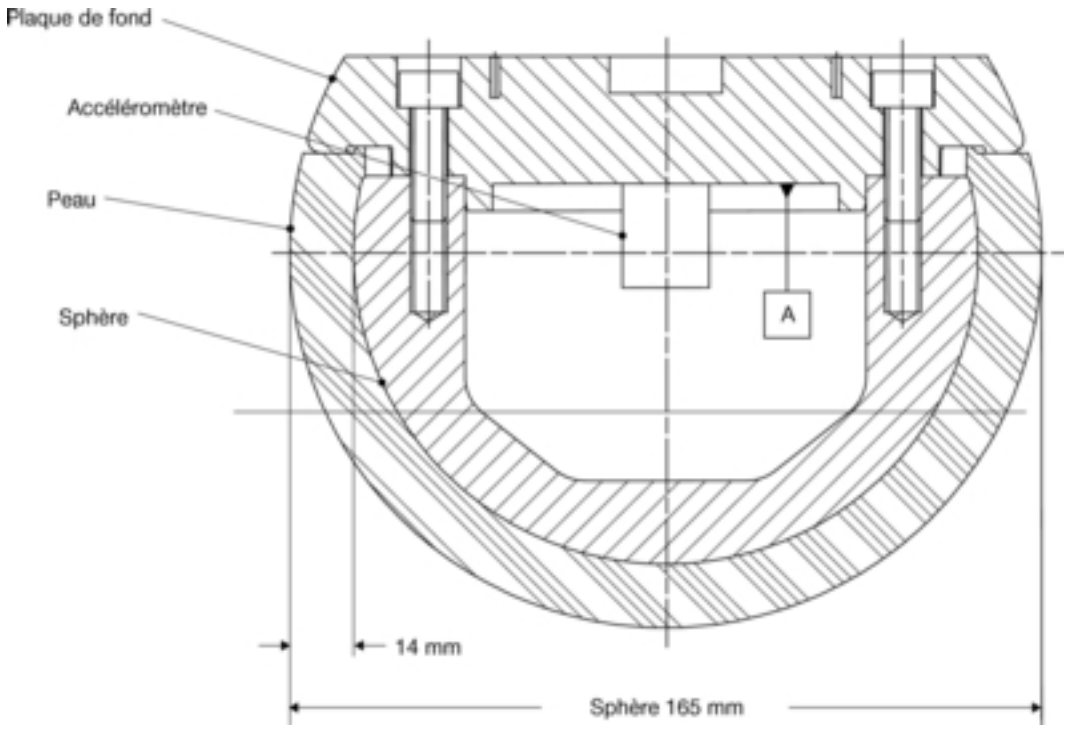
3.5. La valeur de réponse CFC (*Channel Frequency Class*) de la voie de mesure, telle que définie dans la norme ISO 6487:2002, est de 1 000. La valeur de réponse CAC (*Channel Amplitude Class*), telle que définie dans la norme ISO 6487:2002, est de 500 g pour l'accélération.

3.6. L'élément de frappe répond aux critères de performance énoncés au point 4 de l'appendice I. L'élément de frappe homologué ne doit pas être utilisé plus de 20 fois avant de faire à nouveau l'objet d'une homologation. L'élément de frappe est également à nouveau homologué si la précédente homologation remonte à plus d'un an ou si les signaux de sortie du capteur, pour un impact quelconque, dépassent les valeurs définies pour la CAC.

3.7. La fréquence naturelle initiale de l'élément de frappe est supérieure à 5 000 Hz.

Figure 3

Tête factice d'enfant/d'adulte de petite taille (dimensions en mm)



4. **Tête factice d'adulte**

4.1. La tête factice d'adulte utilisée comme élément de frappe est une sphère rigide en aluminium, recouverte d'une peau synthétique. Elle correspond à la description de la figure 4. Son diamètre est de 165 ± 1 mm, comme indiqué sur la figure.

4.1.1. En vue de contrôler la conformité à la partie II, chapitre VI, la masse totale de l'élément de frappe, voie de mesure comprise, est de 4,8 ± 0,1 kg.

4.1.2. En vue de contrôler la conformité à la partie II, chapitre VII, la masse totale de l'élément de frappe, voie de mesure comprise, est de 4,5 ± 0,1 kg.

4.2. La sphère est recouverte, au moins sur la moitié de sa surface, d'une épaisse peau synthétique de 14,0 ± 0,5 mm d'épaisseur.

4.3. Le centre de gravité de l'élément de frappe, voie de mesure comprise, se situe au centre de la sphère, avec une tolérance de ± 5 mm. Le moment d'inertie par rapport à un axe traversant le centre de gravité perpendiculairement à la direction de l'impact se situe dans l'intervalle de 0,010 à 0,013 kgm^2.

4.4. Une cavité dans la sphère permet le montage d'un accéléromètre triaxial ou de trois accéléromètres uniaxiaux avec, dans le cas de l'axe de mesure, une tolérance de ± 10 mm pour le positionnement de la masse sismique par rapport au centre de la sphère et, dans le cas de la direction perpendiculaire à l'axe de mesure, une tolérance de ± 1 mm pour le positionnement de la masse sismique par rapport au centre de la sphère. Les accéléromètres sont positionnés conformément aux points 4.4.1 et 4.4.2.

4.4.1. Si trois accéléromètres uniaxiaux sont utilisés, l'un des accéléromètres a son axe sensible perpendiculaire à la face de montage A (figure 4) et sa masse sismique est positionnée dans un champ de tolérance cylindrique de 1 mm de rayon et de 20 mm de longueur. La ligne médiane du champ de tolérance est perpendiculaire à la face de montage et son point médian coïncide avec le centre de la sphère.

4.4.2. Les accéléromètres restants ont leurs axes sensibles perpendiculaires l'un par rapport à l'autre et parallèles à la face de montage A. Leur masse sismique est positionnée dans un champ de tolérance sphérique de 10 mm de rayon. Le centre du champ de tolérance coïncide avec le centre de la sphère.

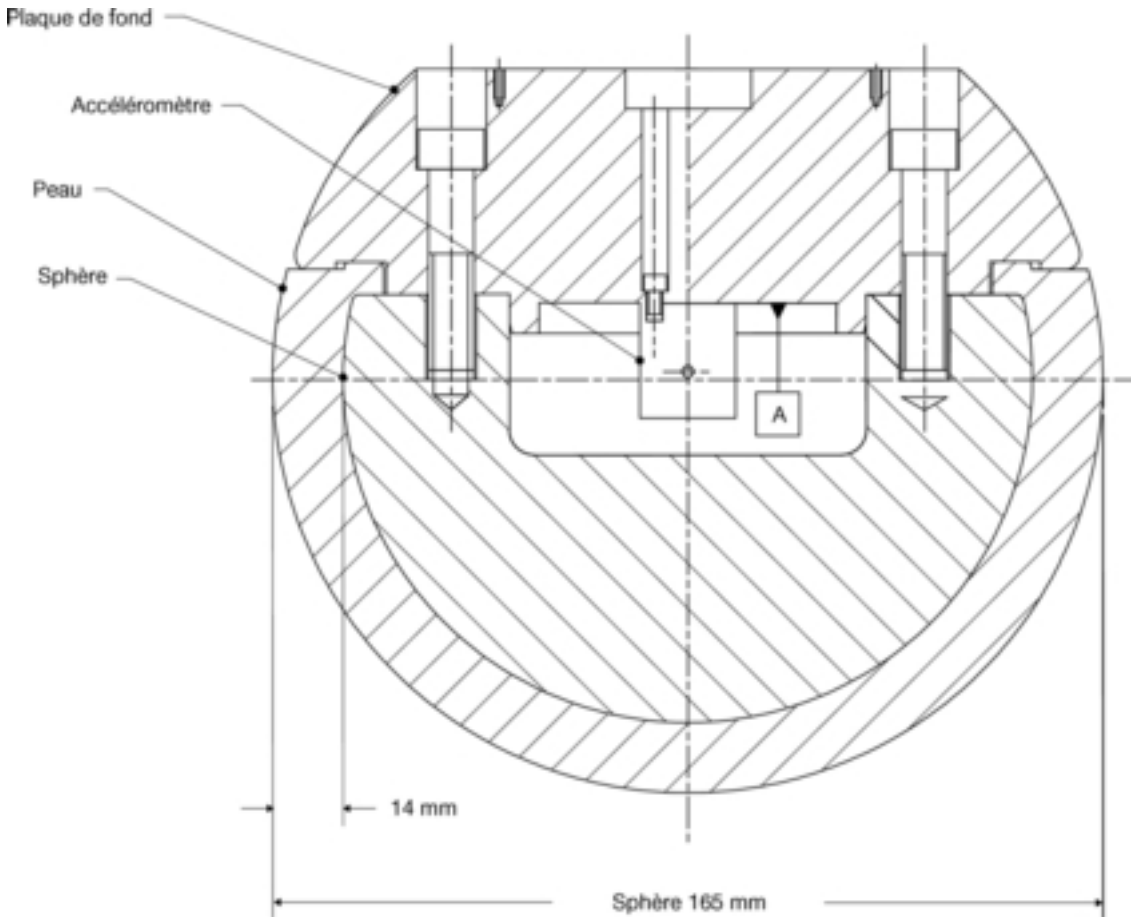
4.5. La valeur de réponse CFC (*Channel Frequency Class*) de la voie de mesure, telle que définie dans la norme ISO 6487:2002, est de 1 000. La valeur de réponse CAC (*Channel Amplitude Class*), telle que définie dans la norme ISO 6487:2002, est de 500 g pour l'accélération.

4.6. L'élément de frappe répond aux critères d'homologation énoncés au point 4 de l'appendice I. L'élément de frappe homologué ne doit pas être utilisé plus de 20 fois avant de faire à nouveau l'objet d'une homologation. L'élément de frappe est également à nouveau homologué si la précédente homologation remonte à plus d'un an ou si les signaux de sortie du capteur, pour un impact quelconque, dépassent les valeurs définies pour la CAC.

4.7. La fréquence naturelle initiale de l'élément de frappe est supérieure à 5 000 Hz.

Figure 4

Tête factice d'adulte (dimensions en mm)



Appendice I

Homologation des éléments de frappe

1. **Exigences en matière d'homologation**

1.1. Les éléments de frappe utilisés pour les essais décrits dans les parties II et IV doivent être conformes aux critères de performance qui leur sont applicables.

Les exigences concernant le bas de jambe factice utilisé comme élément de frappe sont spécifiées au point 2; les exigences concernant le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe sont spécifiées au point 3 et les exigences concernant les têtes factices d'adulte, d'enfant et d'enfant ou adulte de petite taille utilisées comme éléments de frappe sont spécifiées au point 4.

2. **Bas de jambe factice**

2.1. *Essais statiques*

2.1.1. Le bas de jambe factice utilisé comme élément de frappe répond aux critères énumérés au point 2.1.2 lorsque les essais sont réalisés suivant les indications du point 2.1.4 et aux critères énumérés au point 2.1.3 lorsque les essais sont réalisés suivant les indications du point 2.1.5.

Pour les deux types d'essais, l'élément de frappe est orienté dans la direction prévue par rapport à son axe longitudinal, afin que l'articulation du genou fonctionne correctement, avec une tolérance de ± 2°.

La température stabilisée de l'élément de frappe pendant l'essai d'homologation est de 20 ± 2 °C.

Les valeurs de réponse CAC, telles que définies dans la norme ISO 6487:2002, sont de 50° pour l'angle de flexion du genou et de 500 N pour la force appliquée lorsque l'élément de frappe est sollicité en flexion conformément au point 2.1.4, de 10 mm pour le déplacement en cisaillement et de 10 kN pour la force appliquée lorsque l'élément de frappe est sollicité en cisaillement conformément au point 2.1.5. Pour les deux essais, un filtrage passe-bas à la fréquence appropriée est autorisé afin d'éliminer les bruits de plus haute fréquence sans influencer notablement la mesure de la réponse de l'élément de frappe.

2.1.2. Lorsque l'élément de frappe est sollicité en flexion conformément au point 2.1.4, la réponse force appliquée/angle de flexion se situe dans la bande indiquée sur la figure 1. L'énergie requise pour obtenir une flexion de 15,0° est de 100 ± 7 J.

2.1.3. Lorsque l'élément de frappe est sollicité en cisaillement conformément au point 2.1.5, la réponse force appliquée/angle de flexion se situe dans la bande indiquée sur la figure 2.

2.1.4. La jambe factice, sans mousse ni peau, est montée de sorte que le tibia soit solidement maintenu par un dispositif de serrage sur une surface horizontale fixe et le fémur solidement emboîté dans un tube de métal, comme indiqué sur la figure 3. L'axe de rotation de l'articulation du genou de l'élément de frappe est vertical. Pour éviter les erreurs de friction, aucun support n'est appliqué à la section du fémur ou au tube métallique. Le moment de flexion appliqué au centre de l'articulation du genou, dû au poids du tube métallique et aux autres composants (à l'exclusion de la jambe factice elle-même), ne dépasse pas 25 Nm.

Une force horizontale normale est appliquée sur le tube de métal à une distance de 2,0 ± 0,01 m à partir du centre de l'articulation du genou et l'angle de déviation du genou qui en résulte est consigné. On augmente la charge de sorte que le taux d'augmentation de l'angle de déviation du genou soit compris entre 1,0 et 10°/s, jusqu'à ce que l'angle de déviation du genou dépasse 22°. De brefs dépassements de ces limites du fait, par exemple, de l'utilisation d'une pompe à main sont autorisés.

L'énergie est calculée en intégrant la force par rapport à l'angle de flexion en radians et en multipliant par la longueur du levier, soit 2,0 ± 0,01 m.

2.1.5. La jambe factice, sans mousse ni peau, est montée de sorte que le tibia soit solidement maintenu par un dispositif de serrage sur une surface horizontale fixe et le fémur solidement emboîté dans un tube de métal et immobilisé par un dispositif de retenue à 2,0 m du centre de l'articulation du genou, comme indiqué sur la figure 4.

Une force horizontale normale est appliquée au tube de métal à une distance de 50 mm à partir du centre de l'articulation du genou et l'angle de déviation du genou qui en résulte est consigné. On augmente la charge de sorte que le taux d'augmentation du déplacement en cisaillement du genou soit compris entre 0,1 et 20 mm/s, jusqu'à ce que le déplacement en cisaillement du genou dépasse 7,0 mm ou que la force soit supérieure à 6,0 kN. De brefs dépassements de ces limites du fait, par exemple, de l'utilisation d'une pompe à main sont autorisés.

2.2. *Essais dynamiques*

2.2.1. La jambe factice utilisée comme élément de frappe doit répondre aux critères énumérés au point 2.2.2 lorsque les essais sont réalisés suivant les indications du point 2.2.4.

2.2.1.1. La chair en mousse de l'élément de frappe servant à l'essai est entreposée pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 10 % et une température stabilisée de 20 ± 2 °C avant que l'élément de frappe n'en soit retiré pour l'étalonnage. La température de l'élément de frappe utilisé pour l'essai est de 20 ± 2 °C au moment de l'impact. Les tolérances de température admises pour l'élément de frappe s'appliquent à une humidité relative de 40 ± 30 % après un temps d'imprégnation d'au moins quatre heures avant l'utilisation dans un essai.

2.2.1.2. L'installation d'essai utilisée pour l'essai d'étalonnage a une humidité stabilisée de 40 ± 30 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C pendant l'étalonnage.

2.2.1.3. Chaque étalonnage est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à étalonner de l'espace de stockage contrôlé.

2.2.1.4. L'humidité relative et la température de l'espace d'étalonnage sont mesurées au moment de l'étalonnage et consignées dans le rapport d'étalonnage.

2.2.2. Lorsque la jambe factice est percutée par un élément de frappe d'homologation guidé sur une trajectoire linéaire, comme décrit au point 2.2.4, l'accélération maximale du haut du tibia n'est pas inférieure à 120 g ni supérieure à 250 g. L'angle de flexion maximal n'est pas inférieur à 6,2° ni supérieur à 8,2°. Le déplacement maximal en cisaillement n'est pas inférieur à 3,5 mm ni supérieur à 6,0 mm.

Pour toutes ces grandeurs, les valeurs sont lues lors de l'impact initial avec l'élément de frappe d'homologation et non pas pendant la phase d'arrêt. Tout dispositif destiné à arrêter la jambe factice ou l'élément de frappe d'homologation est conçu de sorte que la phase d'arrêt soit chronologiquement distincte de l'impact initial. Le dispositif d'arrêt n'amène pas les signaux de sortie des capteurs à dépasser la valeur définie pour la CAC.

2.2.3. La valeur de réponse CFC (*Channel Frequency Class*) de la voie de mesure, telle que définie dans la norme ISO 6487:2002, est de 180 pour tous les capteurs. Les valeurs de réponse CAC (*Channel Amplitude Class*) de la voie de mesure, telles que définies dans la norme ISO 6487:2002, sont de 50° pour l'angle de flexion du genou, de 10 mm pour le déplacement en cisaillement et de 500 g pour l'accélération. Cela ne signifie pas que l'élément de frappe lui-même doive être physiquement capable de reproduire une flexion et un cisaillement correspondant aux angles et déplacements indiqués ci-dessus.

2.2.4. Méthode d'essai

2.2.4.1. La jambe factice utilisée comme élément de frappe, y compris le revêtement de mousse et la peau, est suspendue horizontalement par trois câbles métalliques de 1,5 ± 0,2 mm de diamètre et d'une longueur minimale de 2,0 m, comme indiqué sur la figure 5a. Son axe longitudinal est alors horizontal, avec une tolérance de ± 0,5°, et perpendiculaire à la trajectoire de l'élément de frappe d'homologation, avec une tolérance de ± 2°. L'élément de frappe est orienté dans la direction prévue par rapport à son axe longitudinal, afin que l'articulation du genou fonctionne correctement, avec une tolérance de ± 2°. La jambe factice répond aux critères énumérés au point 3.4.1.1 du chapitre II de la partie II lorsque le(s) support(s) de fixation des câbles métalliques sont installés.

2.2.4.2. La masse de l'élément de frappe d'homologation est de 9,0 ± 0,05 kg, ce qui comprend les composants de propulsion et de guidage qui restent solidaires de l'élément de frappe au cours de l'impact. Les dimensions de la face de l'élément de frappe sont précisées sur la figure 5b. La face de l'élément de frappe est en aluminium et présente un fini de surface de 2,0 micromètres au maximum.

Le système de guidage est équipé de guides à faible friction, insensibles aux efforts déportés, n'autorisant le déplacement de l'élément de frappe que dans la direction déterminée pour l'impact, lors du contact avec le bas de jambe factice utilisé comme élément de frappe. Les guides empêchent tout mouvement dans une autre direction, et notamment la rotation autour d'un axe quelconque.

2.2.4.3. L'élément de frappe soumis à homologation est recouvert d'une mousse n'ayant encore jamais servi.

2.2.4.4. La mousse ne doit pas avoir subi de trop nombreuses manipulations ou déformations avant les essais, que ce soit pendant ou après son installation.

2.2.4.5. L'élément de frappe d'homologation doit percuter la jambe factice immobile suivant une trajectoire horizontale à une vitesse de 7,5 ± 0,1 m/s, comme indiqué sur la figure 5a. L'élément de frappe d'homologation est placé de telle sorte que sa ligne médiane coïncide avec un point situé sur la ligne médiane du tibia à 50 mm du centre du genou, avec des tolérances de ± 3 mm latéralement et ± 3 mm verticalement.

3. **Haut de jambe factice**

3.1. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe répond aux critères énumérés au point 3.2 quand les essais sont réalisés suivant les indications du point 3.3.

3.1.1. La chair en mousse de l'élément de frappe servant à l'essai est entreposée pour une durée minimale de quatre heures dans un espace de stockage contrôlé où règnent un taux d'humidité stabilisé de 35 % ± 10 % et une température stabilisée de 20 ± 2 °C avant que l'élément de frappe n'en soit retiré pour l'étalonnage. La température de l'élément de frappe utilisé pour l'essai est de 20 ± 2 °C au moment de l'impact. Les tolérances de température admises pour l'élément de frappe s'appliquent à une humidité relative de 40 ± 30 % après un temps d'imprégnation d'au moins quatre heures avant l'utilisation dans un essai.

3.1.2. L'installation d'essai utilisée pour l'essai d'étalonnage a une humidité stabilisée de 40 ± 30 % et une température stabilisée de 20 ± 4 °C pendant l'étalonnage.

3.1.3. Chaque étalonnage est effectué dans les deux heures suivant le retrait de l'élément de frappe à étalonner de l'espace de stockage contrôlé.

3.1.4. L'humidité relative et la température de l'espace d'étalonnage sont mesurées au moment de l'étalonnage et consignées dans le rapport d'étalonnage.

3.2. *Exigences*

3.2.1. Lorsque le haut de jambe factice percute un pendule cylindrique immobile, la force maximale mesurée par chaque capteur d'effort n'est pas inférieure à 1,20 kN ni supérieure à 1,55 kN et la différence entre les forces maximales mesurées par les capteurs du haut et du bas du fémur n'est pas supérieure à 0,10 kN. De même, le moment de flexion maximal mesuré par les jauges de contrainte n'est pas inférieur à 190 Nm ni supérieur à 250 Nm dans la position centrale, et pas inférieur à 160 Nm ni supérieur à 220 Nm dans les positions externes. La différence entre les moments de flexion maximaux en haut et en bas du fémur n'est pas supérieure à 20 Nm.

Pour toutes ces grandeurs, les valeurs sont lues lors de l'impact initial avec le pendule et non pas pendant la phase d'arrêt. Tout dispositif destiné à arrêter la jambe factice ou le pendule est conçu de telle sorte que la phase d'arrêt soit chronologiquement distincte de l'impact initial. Le dispositif d'arrêt n'amène pas les signaux de sortie des capteurs à dépasser la valeur définie pour la CAC.

3.2.2. La valeur de réponse CFC (*Channel Frequency Class*) de la voie de mesure, telle que définie dans la norme ISO 6487:2002, est de 180 pour tous les capteurs. Les valeurs de réponse CAC, telles que définies dans la norme ISO 6487:2002, sont de 10 kN pour les capteurs de force et de 1 000 Nm pour les mesures des moments de tension.

3.3. *Méthode d'essai*

3.3.1. Le haut de jambe factice utilisé comme élément de frappe est fixé sur le système de propulsion et de guidage par une articulation avec limitateur de couple. L'articulation avec limitateur de couple est fixée de sorte que l'axe longitudinal du membre frontal soit perpendiculaire à l'axe du système de guidage, avec une tolérance de ± 2°, le couple de friction de l'articulation étant réglé à 675 ± 25 Nm au minimum. Le système de guidage est équipé de guides à faible friction, permettant à l'élément de frappe de se déplacer uniquement dans la direction définie de l'impact, lors du contact avec le pendule.

3.3.2. La masse de l'élément de frappe est de 12 ± 0,1 kg, ce qui comprend les composants de propulsion et de guidage qui restent solidaires de l'élément de frappe au cours de l'impact.

3.3.3. Le centre de gravité des parties de l'élément de frappe situées devant l'articulation avec limitateur de couple, y compris les poids supplémentaires, repose sur la ligne médiane longitudinale de l'élément de frappe, avec une tolérance de ± 10 mm.

3.3.4. L'élément de frappe soumis à homologation est recouvert d'une mousse n'ayant encore jamais servi.

3.3.5. La mousse ne doit pas avoir subi de trop nombreuses manipulations ou déformations avant les essais, que ce soit pendant ou après son installation.

3.3.6. L'élément de frappe, membre frontal à la verticale, doit percuter le pendule immobile suivant une trajectoire horizontale à une vitesse de 7,1 ± 0,1 m/s, comme indiqué sur la figure 6.

Le tube du pendule a une masse de 3 ± 0,03 kg, un diamètre externe de 150 mm $^{+\ 1\ mm}/_{-\ 4\ mm}$ et une épaisseur de 3 ± 0,15 mm. Sa longueur totale est de 275 ± 25 mm. Le tube du pendule est constitué d'acier étiré à froid sans soudure (il est permis de métalliser la surface pour la protéger de la corrosion), présentant un fini de surface externe de 2,0 micromètres au maximum. Il est suspendu par deux câbles métalliques de 1,5 ± 0,2 mm de diamètre et d'une longueur minimale de 2,0 m. La surface du pendule doit être propre et sèche. Le tube du pendule est placé de telle sorte que l'axe longitudinal du cylindre soit perpendiculaire au membre frontal (levier), avec une tolérance de ± 2°, et à la trajectoire de l'élément de frappe, avec une tolérance de ± 2°, le centre du pendule étant aligné sur le centre du membre frontal de l'élément de frappe, avec des tolérances de ± 5 mm latéralement et ± 5 mm verticalement.

4. **Têtes factices**

4.1. *Critères de performance*

Les têtes factices utilisées comme éléments de frappe répondent aux critères énumérés au point 4.2 lorsque les essais sont réalisés suivant les indications du point 4.4.

4.2. *Exigences*

4.2.1. Lorsque la tête factice subit une chute d'une hauteur de 376 ± 1 mm conformément au point 4.4, l'accélération maximale résultante mesurée par un accéléromètre triaxial (ou trois accéléromètres uniaxiaux) monté dans la tête factice ne doit pas:

a) être inférieure à 245 g ni supérieure à 300 g pour une tête factice d'enfant/d'adulte de petite taille;

b) être inférieure à 225 g ni supérieure à 275 g pour une tête factice d'adulte.

La courbe de l'accélération en fonction du temps est unimodale.

4.2.2. Les valeurs de réponse CFC (*Channel Frequency Class*) et CAC (*Channel Amplitude Class*) de la voie de mesure pour chaque accéléromètre sont respectivement de 1 000 Hz et 500 g, comme défini dans la norme ISO 6487:2002.

4.2.3. Conditions de température

La température des têtes factices utilisées comme éléments de frappe est de 20° ± 2 °C au moment de l'impact. Les tolérances de température s'appliquent à une humidité relative de 40 ± 30 % après un temps d'imprégnation d'au moins quatre heures avant l'utilisation dans un essai.

4.3. Après avoir satisfait à l'essai d'homologation, chaque tête factice servant d'élément de frappe peut être utilisé pour un maximum de 20 essais d'impact.

4.4. *Méthode d'essai*

4.4.1. La tête factice utilisée comme élément de frappe est suspendue à dispositif d'essai de chute comme indiqué à la figure 7.

4.4.2. La tête factice est lâchée depuis la hauteur spécifiée, au moyen d'un dispositif garantissant une libération instantanée, sur une plaque d'acier plane horizontale rigidement maintenue, d'une épaisseur de 50 mm et d'une superficie de 300 x 300 mm; cette plaque présente une surface propre et sèche et un fini de surface compris entre 0,2 et 2 micromètres.

4.4.3. La tête factice est lâchée avec sa face arrière formant l'angle suivant par rapport à la verticale:

a) 50° ± 2° pour la tête factice d'enfant;

b) 65° ± 2° pour la tête factice d'adulte.

4.4.4. La suspension de la tête factice doit être telle que celle-ci n'entre pas en rotation pendant la chute.

4.4.5. L'essai de chute est effectué trois fois, la tête factice étant tournée de 120° autour de son axe symétrique entre chaque essai.

Figure 1

Critère force/angle dans l'essai d'homologation statique du bas de jambe factice en flexion

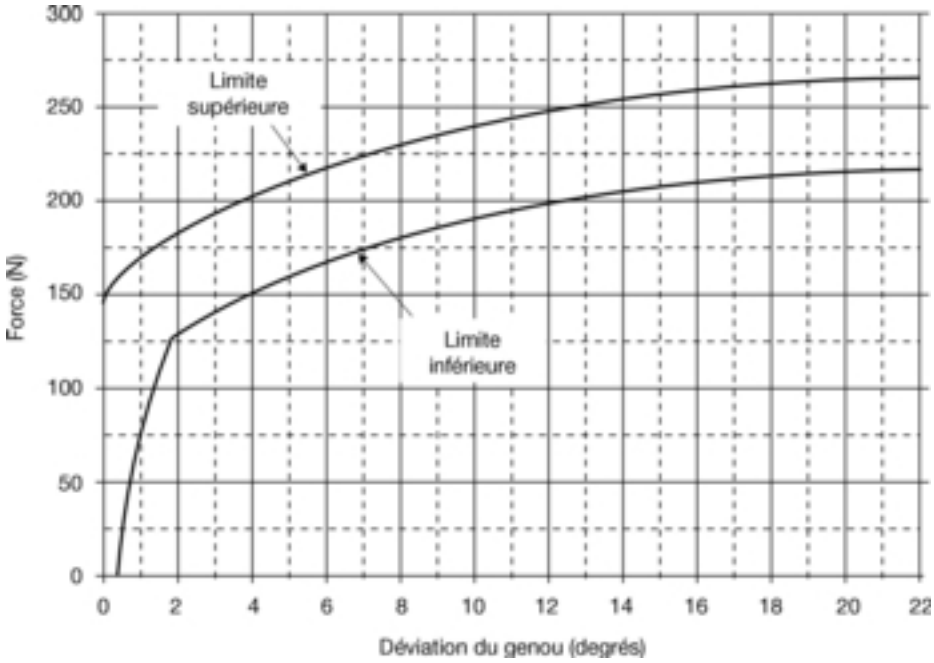


Figure 2

Critère force/déplacement dans l'essai d'homologation statique du bas de jambe factice en cisaillement

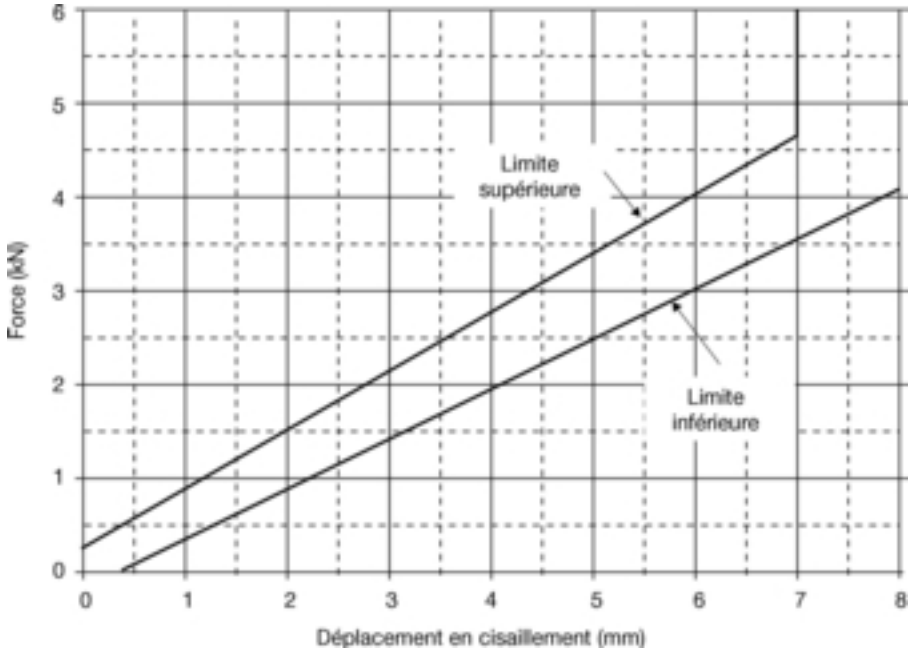


Figure 3

Installation pour l'essai d'homologation statique du bas de jambe factice en flexion

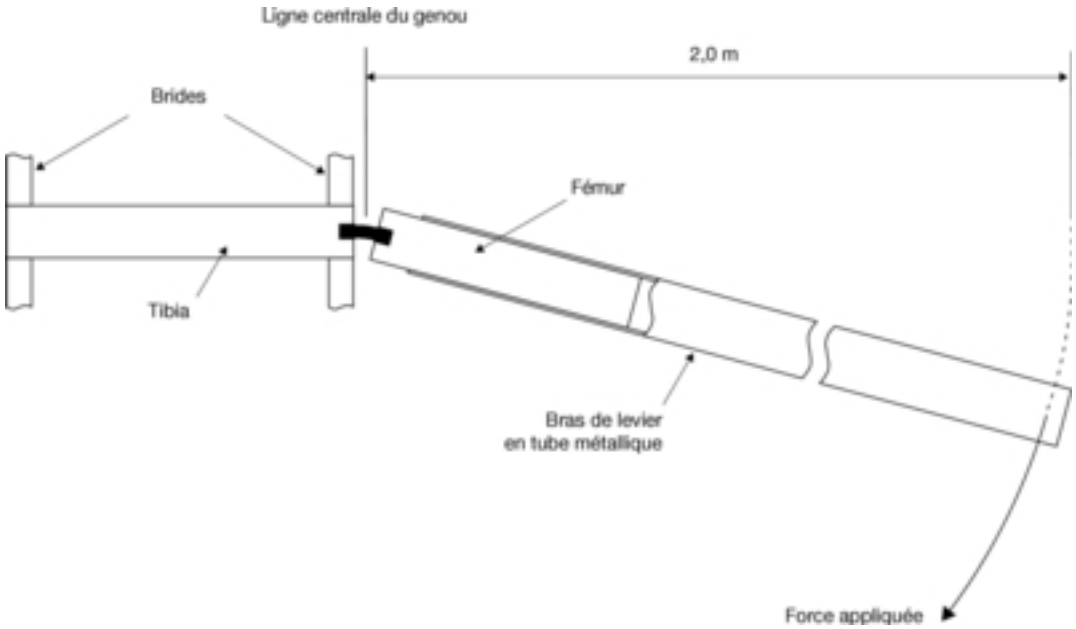


Figure 4

Installation pour l'essai d'homologation statique du bas de jambe factice en cisaillement

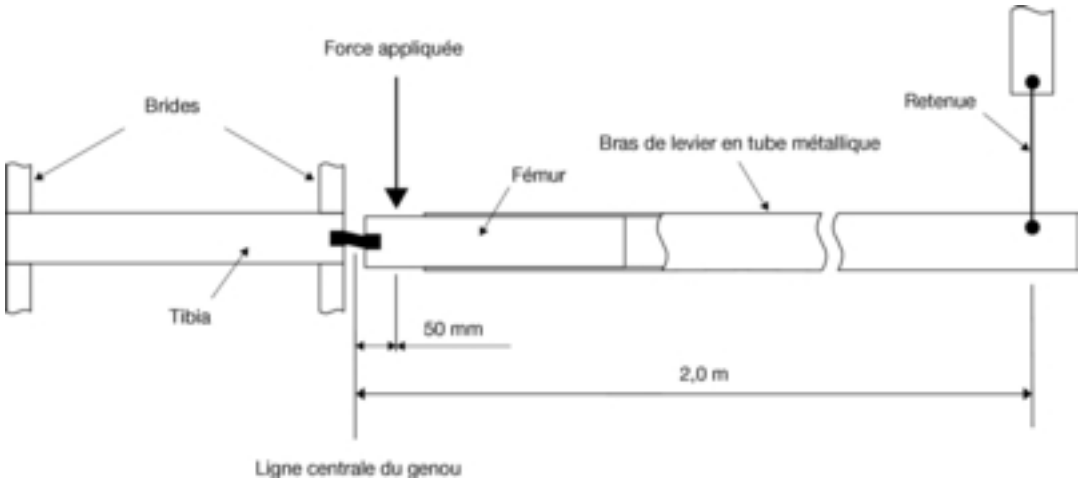


Figure 5a

Installation pour l'essai d'homologation dynamique du bas de jambe factice (en haut: vue latérale; en bas: vue en surplomb)

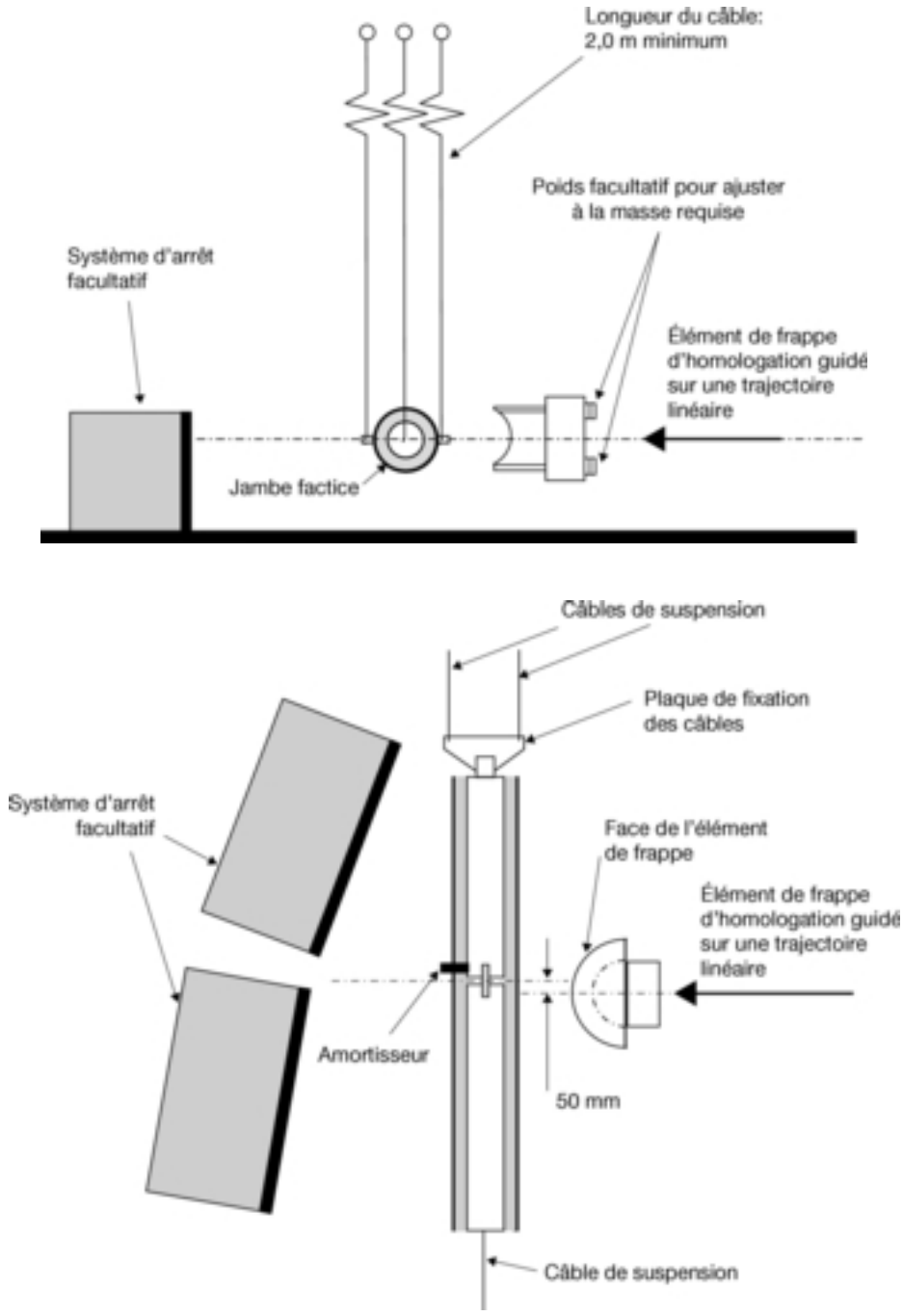
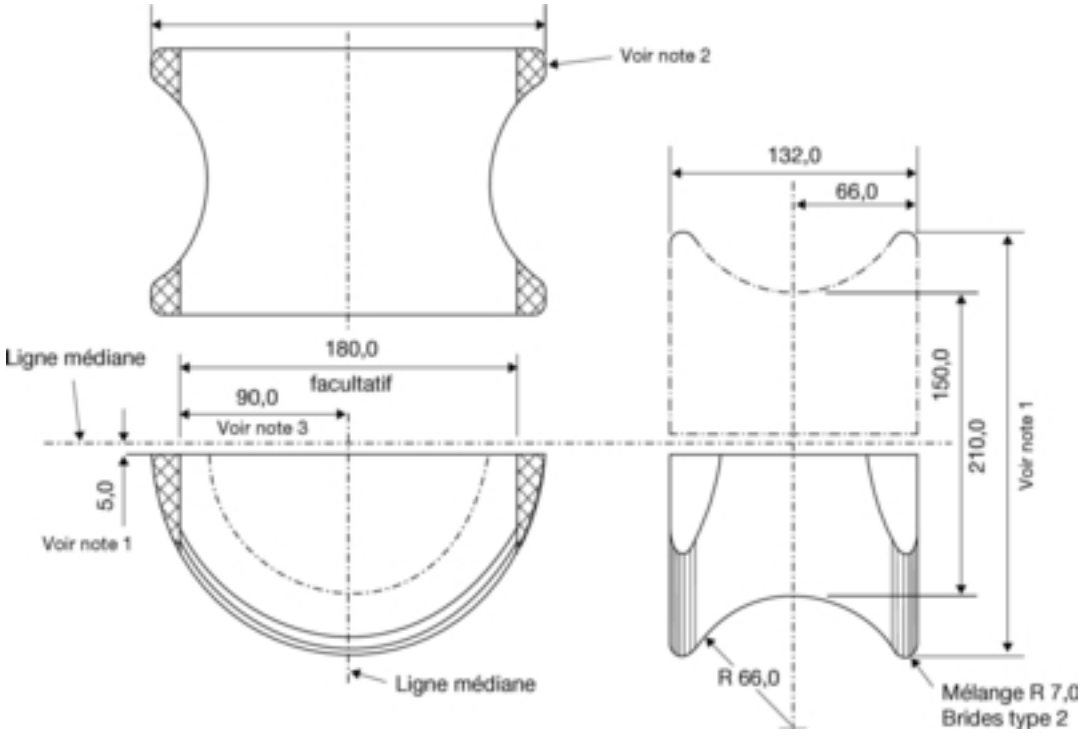


Figure 5b

Détails de la face de l'élément de frappe pour l'essai d'homologation dynamique du bas de jambe factice



Notes:

1) La voûte peut être formée d'un diamètre complet et scindée en deux composantes comme indiqué sur la figure.

2) Les zones hachurées représentent les sections qui peuvent être supprimées pour modifier la forme de l'élément de frappe.

3) On admet pour toutes les dimensions une tolérance de ± 1,0 mm.

Matériel: alliage d'aluminium.

Figure 6

Installation pour l'essai d'homologation dynamique du haut de jambe factice

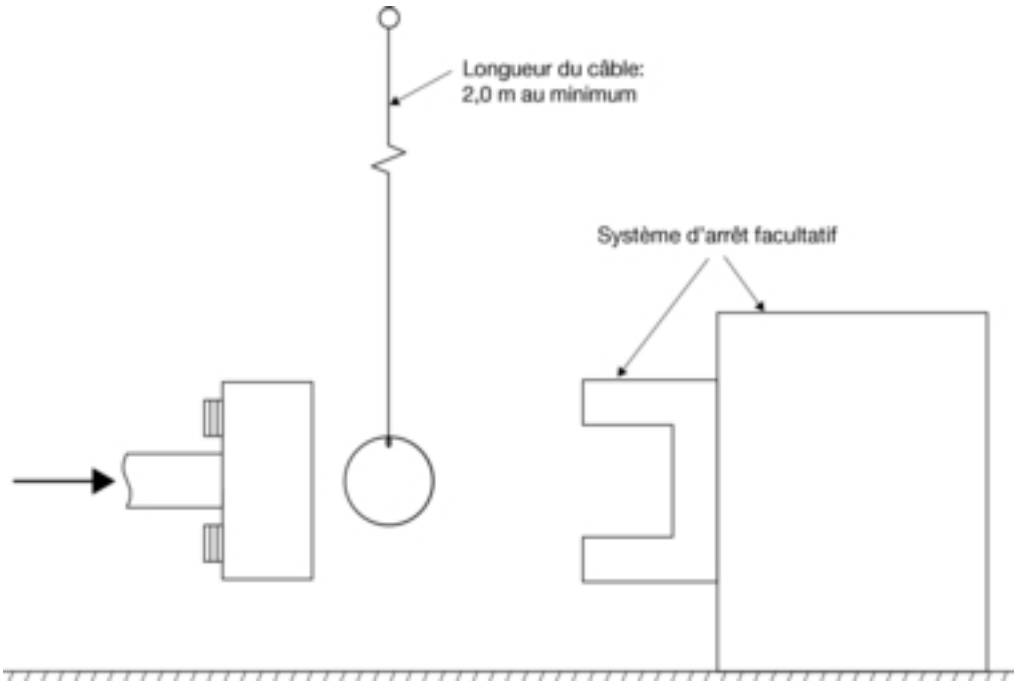


Figure 7

Installation pour l'essai d'homologation dynamique de la tête factice

