



**Conseil économique
et social**

Distr.
GÉNÉRALE

ECE/TRANS/WP.29/2008/47
10 décembre 2007

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

Forum mondial de l'harmonisation des
Règlements concernant les véhicules

Cent quarante-quatrième session
Genève, 11-14 mars 2008
Point 14.2 de l'ordre du jour provisoire

**EXAMEN ET VOTE PAR L'AC.3 DE PROJETS DE RÈGLEMENTS TECHNIQUES
MONDIAUX ET/OU DE PROJETS D'AMENDEMENTS À DES RÈGLEMENTS
TECHNIQUES MONDIAUX EXISTANTS**

Proposition de projet de règlement technique mondial sur les vitrages de sécurité
pour véhicules à moteur*

Communication du Groupe de travail des dispositions générales
de sécurité (GRSG)

Le texte reproduit ci-après a été adopté par le GRSG à sa quatre-vingt-treizième session. Il a été établi sur la base du document ECE/TRANS/WP.29/GRSG/2007/28, tel que modifié par le document GRSG-93-24 (ECE/TRANS/WP.29/GRSG/72, par. 30), et sur les documents WP.29-143-05, WP.29-143-22 et WP.29-143-24, tels qu'adoptés par l'AC.3 à sa vingt et unième session. Il est soumis au WP.29 et à l'AC.3 pour examen et vote (ECE/TRANS/WP.29/1064, par. 82).

* Conformément au programme de travail 2006-2010 du Comité des transports intérieurs (ECE/TRANS/166/Add.1, programme d'activité 02.4), la fonction du Forum mondial est de développer, harmoniser et mettre à jour les Règlements en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
A. ARGUMENTATION TECHNIQUE	4
1. Introduction.....	4
a) Origines du Règlement technique mondial (RTM).....	4
b) Résumé	5
c) Historique	6
2. Exposé des arguments techniques.....	6
a) Prescriptions ou essais existants non repris dans le RTM.....	7
b) Prescriptions communes à toutes les réglementations	7
c) Propriétés mécaniques	8
d) Propriétés optiques	11
e) Résistance aux agents atmosphériques.....	12
f) Domaine d'application	13
g) Marquages	13
h) Prélèvement d'échantillons	14
i) Tableau récapitulatif.....	15
B. TEXTE DU RÈGLEMENT	19
1. Objet.....	19
2. Champ/domaine d'application	19
3. Définitions.....	19
4. Prescriptions générales.....	22
4.1 Marques.....	22
4.2 Prescriptions particulières	23
5. Prescriptions fonctionnelles	24
5.1 Prescriptions applicables à tous les vitrages	24
5.1.1 Essai de transmission de la lumière	24
5.1.2 Essai de résistance à l'abrasion.....	25
5.2 Prescriptions applicables à tous les vitrages doublés de plastique.....	25
5.2.1 Essai de résistance aux changements de température	25
5.2.2 Essai de résistance au feu.....	25
5.2.3 Essai de résistance aux agents chimiques	26
5.3 Prescriptions applicables à tous les vitrages en verre feuilleté et à tous les vitrages doublés de plastique	26
5.3.1 Essai de résistance au rayonnement	26
5.3.2 Essai de résistance aux hautes températures	26
5.3.3 Essai de résistance à l'humidité	27
5.4 Prescriptions applicables aux pare-brise	27
5.4.1 Essai de distorsion optique.....	27
5.4.2 Essai de dédoublement de l'image.....	28
5.4.3 Essai à la tête d'essai sur les pare-brise	29

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<i>Page</i>
5.4.4 Essai à la bille de 2 260 g.....	29
5.4.5 Essai à la bille de 227 g.....	29
5.5 Prescriptions applicables aux vitres.....	30
5.5.1 Prescriptions applicables uniquement aux vitres en verre à trempe uniforme.....	30
5.5.1.1 Essai de fragmentation.....	30
5.5.1.2 Essai à la bille de 227 g.....	31
5.5.2 Prescriptions applicables uniquement aux vitres en verre feuilleté et aux vitres en feuilles verre-plastique.....	31
5.5.2.1 Essai à la bille de 227 g.....	31
5.5.3 Prescriptions applicables uniquement aux doubles vitrages.....	31
5.5.3.1 Éléments du double vitrage.....	31
5.5.3.2 Essai à la tête d'essai.....	32
6. Conditions d'essai et mode opératoire.....	33
6.1 Conditions d'essai.....	33
6.2 Essai de fragmentation.....	33
6.3 Essai à la bille de 227 g.....	34
6.4 Essai à la bille de 2 260 g.....	36
6.5 Essai à la tête d'essai.....	37
6.6 Essai de résistance à l'abrasion.....	40
6.7 Essai de résistance aux hautes températures.....	44
6.8 Essai de résistance au rayonnement.....	45
6.9 Essai de résistance à l'humidité.....	46
6.10 Essai de résistance aux changements de température.....	46
6.11 Essai de transmission de la lumière.....	47
6.12 Essai de distorsion optique.....	48
6.13 Essai de dédoublement de l'image.....	52
6.14 Essai de résistance au feu.....	55
6.15 Essai de résistance aux agents chimiques.....	62
7. Annexes.....	63
7.1 Procédure à suivre pour déterminer les zones d'essai sur les pare-brise des véhicules de la catégorie 1-1 par rapport aux points «V» et des véhicules des catégories 1-2 et 2 par rapport au point «O».....	63
7.2 Mesure de la hauteur de segment et position des points d'impact.....	73

A. ARGUMENTATION TECHNIQUE

1. Introduction

a) Origines du Règlement technique mondial (RTM)

À sa cent trente-deuxième session, tenue en mars 2004, le Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29) a officiellement adopté la proposition visant à établir un RTM sur les vitrages de sécurité (TRANS/WP.29/AC.3/9), qui traiterait exclusivement des vitrages de sécurité en verre, à l'exclusion de tout autre matériau comme le plastique.

Alors que certaines Parties contractantes autorisent l'utilisation de vitres en plastique sur les véhicules, d'autres interdisent ce matériau en raison de sa durée de vie limitée. Par expérience, on sait que les vitrages en plastique se détériorent progressivement en vieillissant, notamment sous l'action du climat, des rayonnements, de l'oxydation et des effets mécaniques. Il en résulte une forte perte de transparence, et donc de vision. C'est pourquoi, afin d'éviter le risque de discussions prolongées sur des points sujets à contestation, et de ne pas retarder l'élaboration du RTM, le Comité exécutif de l'Accord de 1958 (AC.3) a décidé, lors de la cent trente-troisième session du WP.29, d'exclure les vitrages en plastique du champ d'application du RTM.

Un groupe de travail informel (IG) a été établi, sous la présidence de l'Allemagne, pays auteur technique du RTM. Il a élaboré un projet de RTM qui a été soumis au Groupe de travail des dispositions générales de sécurité (GRSG) à sa quatre-vingt-dixième session. Son premier rapport a été soumis au WP.29 à sa cent trente-sixième session en juin 2005. Pour tenir compte d'observations formulées par le Canada et les États-Unis d'Amérique, le projet de RTM a été renvoyé devant le groupe informel pour poursuite de l'examen.

Deux questions en particulier ont été discutées au sein du groupe informel, à savoir l'installation des vitrages et leur marquage. Les réglementations nationales ou régionales précisent quel type de vitrage peut ou ne peut pas être monté à tel ou tel emplacement sur tel ou tel véhicule. Les prescriptions relatives au facteur de transmission de la lumière pour les vitrages installés dans les zones de vision vers l'arrière des véhicules, notamment, sont très variables. Par ailleurs, les législations nationales ou régionales contiennent des prescriptions de marquage qui indiquent le type de matériau utilisé ou la réglementation à laquelle il est conforme. Le groupe informel n'a pas été en mesure de décider si un marquage de conformité mondial pour les vitrages entrerait dans le champ d'un RTM. En réponse à des questions posées par le groupe informel, l'AC.3, lors de la cent trente-septième session du WP.29, en novembre 2005, a décidé que le RTM ne devrait pas contenir de prescriptions concernant l'installation, mais que le groupe informel pouvait par contre envisager la possibilité d'inclure dans celui-ci des prescriptions relatives au marquage (TRANS/WP.29/1047, par 96). Étant donné cependant que, quelque temps après, à la cent quarantième session du WP.29, en novembre 2006, la Commission européenne a soumis une proposition concernant les dispositions applicables au marquage dans les RTM en général, et que cette proposition doit être examinée à des sessions ultérieures par le WP.29, seuls les marquages concernant le type de matériau utilisé sont actuellement prescrits dans le RTM.

b) Résumé

Le projet de RTM contient des prescriptions applicables à plusieurs types de vitrages (par exemple verre feuilleté ou verre trempé) destinés à être montés sur des véhicules des catégories 1 et 2, telles que définies dans la Résolution spéciale n° 1. Ces prescriptions s'appliquent aux vitrages considérés comme des éléments d'un véhicule mais pas à leur installation sur les véhicules. Les prescriptions applicables à certains matériaux diffèrent selon que le vitrage servira de pare-brise ou de simple vitre. Le projet de RTM contient des prescriptions et des essais visant à garantir que les propriétés mécaniques, les qualités optiques et de résistance aux effets environnementaux des vitrages soient satisfaisantes.

Quatre types d'essais sont prescrits dans le RTM pour évaluer les propriétés mécaniques des vitrages: un essai de fragmentation, un essai à la bille d'acier de 227 g, un essai à la bille d'acier de 2,26 kg et un essai à la tête d'essai de 10 kg. Les trois premiers se retrouvent dans toutes les réglementations nationales ou régionales. L'essai de fragmentation prescrit dans le RTM ressemble à ceux prescrits dans le Règlement n° 43 intitulé «Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des vitrages de sécurité et de l'installation de ces vitrages sur les véhicules». L'essai à la bille d'acier de 227 g et l'essai à la bille d'acier de 2,26 kg, qui peuvent être considérés comme analogues dans les législations nationales et régionales examinées, ont été fondus en un seul essai dans le RTM. Le point sur lequel le RTM diffère principalement de toutes les réglementations en vigueur est la hauteur de chute de la bille d'acier de 227 g sur des vitrages en verre à trempe uniforme. Sur la base d'analyses menées au Japon qui ont montré que la force d'impact obtenue lors d'une chute d'une hauteur de 2 m était parfaitement représentative de la force d'impact des objets qui heurtent généralement les vitrages, il a été décidé que cette hauteur de chute serait retenue. En ce qui concerne l'essai à la tête d'essai, le RTM prescrit une seule hauteur de chute et non pas deux comme les réglementations européenne et asiatique.

Le RTM prend en compte trois qualités optiques: transmission de la lumière, distorsion optique et dédoublement de l'image. La valeur minimale de transmission de la lumière prescrite pour les vitrages avant est de 70 %, comme dans les réglementations nord-américaine et asiatique, et non pas de 75 % comme c'est le cas dans les réglementations européennes. Ce choix est dicté par des résultats d'une analyse coûts-avantages. Quant à la procédure d'essai, elle s'inspire de celle des Règlements CEE. La principale différence par rapport aux essais prescrits dans les réglementations nationales ou régionales examinées ne porte pas sur les prescriptions mais sur la procédure d'essai. Cette difficulté a été résolue en choisissant celle la plus proche des conditions réelles.

En ce qui concerne la résistance aux agents environnementaux, le RTM prescrit des essais de résistance aux écarts de température, au feu, aux agents chimiques, à l'abrasion, au rayonnement, aux températures élevées et à l'humidité. Les quatre premiers types d'essais sont les mêmes dans toutes les réglementations examinées; par contre les trois autres présentent de légères divergences d'une réglementation à l'autre, qui ont été éliminées dans le RTM.

Le groupe informel a appris que des recherches en vue d'actualiser certains des essais d'exposition aux facteurs environnementaux sont actuellement menées par les fabricants de vitrages. Au stade actuel cependant, le RTM peut seulement se fonder sur les pratiques en vigueur et prescriptions d'essai existantes. Lorsque les nouvelles procédures d'essai et

équipements d'essai auront été validés par l'industrie, des propositions pourraient être présentées pour actualiser le RTM en conséquence. D'autres domaines qui pourraient faire l'objet de propositions futures pour l'actualisation du RTM sont par exemple les prescriptions concernant l'installation, les vitrages en plastique et les prescriptions unifiées en matière de marquage, sous réserve de l'approbation du WP.29 et de l'AC.3.

c) Historique

En Europe et aux États-Unis d'Amérique, les premières normes concernant les caractéristiques des vitrages des véhicules datent de la fin des années 30. On peut notamment citer les normes «American National Standard for Safety Glazing Materials for Motor Vehicles and Motor Vehicle Equipment Operating on Land Highways – Safety Standard» (ANSI Z26), et British Standard 857 «Safety Glass for Land Transport». Ces deux normes, qui n'avaient qu'un caractère facultatif, ont servi de base aux normes nationales obligatoires apparues plus tard.

En l'absence de règlement admissible à ce sujet dans le Recueil, un certain nombre de réglementations nationales ou régionales ont été examinées lors de l'élaboration du RTM, notamment celles du Canada, de la Chine, de la CEE-ONU, du Japon et des États-Unis d'Amérique. Des normes volontaires ont aussi été examinées, notamment celles de l'American National Standard Institute (ANSI) et de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

Le tableau récapitulatif ci-après compare les réglementations en vigueur en Europe, aux États-Unis d'Amérique et au Japon en ce qui concerne les matériaux le plus couramment utilisés pour les vitrages. Dans la plupart des cas, les prescriptions techniques sont identiques ou semblables. Certaines divergences existent cependant en ce qui concerne les propriétés mécaniques et les qualités optiques.

2. Exposé des arguments techniques

Les vitres d'un véhicule ont de nombreuses incidences sur la sécurité. C'est la raison pour laquelle elles doivent satisfaire à un certain nombre de prescriptions fonctionnelles, et remplir en général les conditions ci-après:

- i) Le vitrage doit présenter une bonne résistance mécanique et de bonnes caractéristiques de rupture. La résistance mécanique garantit que des objets extérieurs projetés contre le vitrage ne pénètrent pas dans l'habitacle. Elle peut aussi empêcher les occupants d'être éjectés du véhicule en cas de choc. Quant aux caractéristiques de rupture, elles permettent de réduire les risques de blessure en cas de rupture;
- ii) Le vitrage doit aussi présenter de bonnes qualités optiques, autrement dit être suffisamment transparent pour offrir une bonne vision et ne pas déformer les images;
- iii) Pour garantir la constance des caractéristiques pendant la durée de vie du véhicule, le vitrage doit être résistant aux conditions rencontrées lors d'une utilisation normale, notamment humidité, écarts de température et abrasion. Dans le cas des vitrages à feuille intérieure en plastique, cette résistance devrait s'étendre aux effets des produits chimiques et au feu.

a) Prescriptions ou essais existants non repris dans le RTM

Les réglementations européenne et asiatique contiennent une prescription concernant la reconnaissance des couleurs, qui avait été initialement adoptée pour éviter la confusion entre les couleurs des feux de circulation. Cette prescription n'existe pas dans la réglementation américaine, pas plus que dans les normes de l'ISO. L'expérience montre que la distorsion des couleurs ne pose pas de problème aux valeurs de transmission de la lumière prescrites par les réglementations nationales ou régionales pour les pare-brise. Cette prescription n'est donc pas retenue dans le RTM parce qu'elle ne se justifie pas du point de vue de la sécurité.

La réglementation en vigueur en Amérique du Nord prescrit un essai à l'aide d'un sac en cuir rempli de grenaille de plomb de 4,99 kg. Les résultats sont rarement cohérents car la souplesse inégale du cuir a une incidence déterminante sur la répartition des forces sur la zone d'impact. Compte tenu de ces insuffisances en matière d'objectivité, cet essai n'a pas été retenu dans le RTM.

La réglementation en Amérique du Nord prévoit aussi un essai à la fléchette de 198 g, qui peut causer une rupture et un décollage des feuilles sur les vitrages en verre feuilleté. L'essai à la bille de 227 g permet d'évaluer les mêmes caractéristiques étant donné que la masse d'essai est très proche de celle de la fléchette. En définitive, c'est l'essai à la bille de 227 g qui a été retenu dans le RTM, simplement parce que la bille étant légèrement plus lourde que la fléchette, elle rend les conditions d'essai un peu plus rigoureuses.

Les réglementations européenne et japonaise prescrivent des essais de chute d'une tête d'essai de deux hauteurs, 1,5 m et 4 m. La deuxième hauteur de chute n'a pas été retenue dans le RTM car elle est appliquée à des éprouvettes spécialement confectionnées pour l'occasion et non pas à des vitrages finis de série. En outre, l'objet principal de cet essai est d'évaluer la résistance à la pénétration, qui fait déjà l'objet d'autres essais dans le RTM.

b) Prescriptions communes à toutes les réglementations

Toutes les réglementations examinées contiennent des prescriptions identiques applicables aux vitrages à feuille intérieure en plastique. Ces prescriptions concernent la résistance:

- i) Aux écarts de température;
- ii) Au feu;
- iii) Aux produits chimiques (par exemple, aux agents de nettoyage);
- iv) À l'abrasion.

Les vitrages en verre sont par nature insensibles à ces facteurs, sauf lorsqu'ils sont doublés d'une feuille intérieure en plastique. Or, un vitrage qui ne supporterait ni les écarts de température, ni les produits chimiques, ni l'abrasion risquerait de perdre progressivement sa transparence pour le conducteur. De plus, les vitrages à feuille intérieure en plastique risquent de favoriser la propagation du feu, ce qui n'est pas sans danger pour les occupants du véhicule. Étant justifiées d'un point de vue de sécurité, ces prescriptions ont été retenues dans le RTM.

c) Propriétés mécaniques

L'industrie automobile utilise principalement deux types de vitrage, le vitrage en verre trempé et le vitrage en verre feuilleté. Ces deux types de vitrage diffèrent en ce qui concerne le procédé de fabrication, le poids, le coût, la résistance mécanique et les caractéristiques de rupture.

Le verre trempé est fabriqué selon une méthode qui crée des tensions internes dans le verre. Ce procédé augmente la résistance mécanique du verre qui résiste donc mieux à la rupture. Si toutefois il se brise, il se fragmente en de nombreux morceaux de petite taille, non coupants, plutôt qu'en gros éclats pointus, ce qui réduit d'autant le risque de blessure pour les occupants.

Le verre feuilleté, quant à lui, se compose de deux panneaux de verre entre lesquels est placée une feuille de plastique intercalaire après cintrage des deux panneaux à la forme désirée. Cet ensemble est très résistant à la pénétration et en cas de rupture, les nombreux petits fragments non coupants sont maintenus en place par la feuille de plastique. Les risques de blessure à la tête sont donc réduits. En cas de choc avec un corps étranger, une vision minimum est maintenue. C'est la raison pour laquelle le RTM contient seulement des dispositions applicables aux pare-brise en verre feuilleté, faits de verre feuilleté ou de feuilles verre-plastique.

Le RTM prévoit quatre types d'essais pour évaluer les propriétés mécaniques des vitrages:

- i) Essai de fragmentation;
- ii) Essai à la bille d'acier de 227 g;
- iii) Essai à la bille d'acier de 2,26 kg; et
- iv) Essai à la tête d'essai de 10 kg.

L'essai de fragmentation a pour objet de déterminer si le vitrage est susceptible de causer des blessures en cas de rupture. S'il se brise effectivement, il est préférable que ce soit en très petits fragments non coupants plutôt qu'en gros éclats coupants afin de réduire le risque de blessures graves. Cet essai s'applique uniquement au verre trempé et non pas au verre feuilleté car, dans ce dernier cas, les fragments de verre sont maintenus en place par l'intercalaire. La capacité de ce dernier à maintenir ces fragments en place est évaluée lors de l'essai à la bille de 227 g.

Il existe deux différences notables entre la réglementation en vigueur en Amérique du Nord et celles en vigueur dans les pays d'Europe et d'Asie. La première est que la réglementation nord-américaine ne prévoit qu'un seul point de rupture alors que les autres en prévoient quatre. La seconde est que la réglementation nord-américaine limite la masse du fragment le plus gros alors que les réglementations européenne et asiatique fixent un nombre minimum et un nombre maximum de fragments et stipulent en outre qu'aucun fragment ne doit dépasser une certaine longueur ni une certaine surface.

En cas de bris d'une vitre en verre trempé, les caractéristiques de rupture dépendent non seulement du degré de trempe thermique utilisé pendant la fabrication, mais aussi de la forme du contour de la vitre et de l'emplacement du point de rupture. En effet, il existe une interaction complexe entre la progression de la fracture et l'onde de contrainte en retour qui est renvoyée par les bords de la vitre. D'une manière générale, le centre de la vitre est le point de rupture le plus critique. Cependant, si la vitre a une courbure assez prononcée à ses extrémités latérales, le choix d'un point de rupture situé au centre géométrique peut masquer les effets de problèmes de trempe. En choisissant en outre un second point de rupture dans la zone où le rayon de courbure est le plus petit, on pourra vérifier que le verre a été correctement trempé.

Après avoir examiné toutes ces réglementations, les experts ont décidé de prescrire deux points de rupture et ont opté pour la méthode du comptage du nombre minimum de fragments, avec des limites supplémentaires en ce qui concerne la dimension et la forme des fragments. Le point de rupture central est prescrit pour tous les vitrages. Pour les vitrages à courbures complexes, un point d'essai supplémentaire est prescrit, à l'endroit où le rayon minimum de courbure «r», sur la médiane la plus longue, est inférieur à 200 mm. Compte tenu de ce point supplémentaire, il n'est pas nécessaire de prescrire les points supplémentaires prévus dans les réglementations européenne et asiatique. La valeur de 200 mm a été retenue à la suite d'essais effectués par plusieurs laboratoires européens d'essai, comme le Material Prüfungs-Amt (MPA), le British Standard Institute (BSI) et l'Union technique de l'automobile, du motocycle et du cycle (UTAC).

Aussi bien la méthode nord-américaine fondée sur la masse du fragment le plus gros que la méthode utilisée en Europe et en Asie qui consiste à compter les fragments visent à garantir que le vitrage se brise en un grand nombre de petits fragments afin d'éviter les risques de lacération.

S'il est vrai que la méthode nord-américaine a l'avantage de la simplicité, l'introduction récente de vitrages en verre trempé de très faible épaisseur semble permettre une augmentation notable de la taille des fragments. C'est la raison pour laquelle l'approche consistant à compter le nombre de fragments et à limiter la surface de ceux-ci semble offrir une meilleure marge de sécurité.

L'essai à la bille d'acier de 227 g sert à évaluer dans quelle mesure les vitrages sont capables de résister aux chocs de cailloux ou d'autres objets volants pouvant se produire dans des conditions courantes d'utilisation. En Europe et en Asie, les réglementations prescrivent, pour les vitrages en verre à trempe uniforme, une hauteur de chute de 2 à 2,5 m, en fonction de leur épaisseur, alors qu'aux États-Unis la hauteur de chute prescrite est de 3,05 m. D'après des essais effectués au Japon, une hauteur de chute de 2 m serait suffisante pour ce type de vitrage. Il faut savoir que la masse d'un caillou volant est généralement comprise entre 2 et 3 g, et que, sur un pare-brise, la vitesse d'impact peut atteindre 150 km/h. Mais il faut aussi savoir que la vitesse d'impact sur le pare-brise dépend en grande partie de la vitesse du véhicule, ce qui n'est pas le cas pour les autres vitrages pour lesquels la vitesse d'impact est inférieure. Dans la pire des hypothèses, c'est-à-dire avec une vitesse d'impact de 150 km/h, l'énergie d'un objet de 3 g serait équivalente à celle d'une bille de 227 g tombant d'une hauteur de 1,17 m. Il a donc été jugé que la hauteur la plus basse qui soit appliquée dans une réglementation nationale ou régionale, à savoir 2 m, serait suffisante pour évaluer le comportement d'un vitrage frappé par un caillou ou tout autre objet de petite taille. Cette hauteur de chute réduite devrait aussi

permettre d'utiliser des vitrages plus minces, avec pour conséquence une réduction de poids et donc une diminution de la consommation de carburant.

Pour les vitrages autres que ceux en verre trempé, les différences constatées entre les réglementations portent généralement sur la hauteur de chute. Le RTM, par exemple, prescrit une hauteur de chute élevée, qui est de 9 m comme dans la réglementation nord-américaine sur les pare-brise. Contrairement au cas des autres vitrages, la force d'impact que subissent les pare-brise est difficile à déterminer car elle dépend à la fois de la vitesse de l'objet et de la vitesse du véhicule. Le plus souvent, les vitrages montés sur les véhicules sont conçus de façon à pouvoir satisfaire aux conditions d'essai les plus difficiles de toutes les réglementations en vigueur dans le monde et il est donc manifestement possible de répondre aux normes les plus sévères. C'est la raison pour laquelle c'est la hauteur de chute prescrite dans la réglementation nord-américaine qui a été retenue afin de garantir que les vitrages résistent à la pénétration dans tous les environnements. Par contre, les hauteurs de chute prescrites dans les réglementations européenne et asiatique pour les essais à basse et haute température ont été conservées, pour permettre d'évaluer le comportement de la feuille intercalaire aux conditions de température extrêmes.

L'essai à la bille d'acier de 2,26 kg vise à évaluer la résistance à la pénétration des pare-brise en verre feuilleté lorsqu'ils sont heurtés par un objet lourd. La réglementation des États-Unis prescrit une hauteur de chute de 3,66 m, tandis que les réglementations européenne et asiatique prescrivent une hauteur de chute de 4 m. Or, dans de nombreux cas, les pare-brise produits aux États-Unis sont dès maintenant homologués pour les deux valeurs. C'est donc l'essai d'une hauteur de chute de 4 m qui a été retenu dans le RTM.

L'évaluation de l'aptitude d'un pare-brise en verre feuilleté à absorber l'énergie d'un choc est une caractéristique importante du point de vue de la sécurité des occupants du véhicule. L'objet des essais existants à cet égard, à savoir l'essai à la grosse bille actuellement prescrit dans la norme FFVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standard) des États-Unis, les Règlements CEE-ONU et le Règlement japonais sur la sécurité, ainsi que l'essai à la «tête d'essai» actuellement prescrit dans les Règlements japonais et de la CEE est de garantir que le pare-brise du véhicule offre une résistance suffisante pour réduire le risque d'éjection des occupants, sans être rigide au point de causer des blessures graves aux occupants en cas de choc avant. Ces deux types d'essais gardent une utilité importante dans les Règlements en complétant la protection obtenue grâce à des prescriptions plus récentes telles que celles concernant les coussins gonflables, les essais de choc avant et le port de la ceinture. Toutefois, étant donné que ces essais sont obligatoires depuis des décennies, et que dans de nombreux cas ils existaient avant les essais supplémentaires introduits en matière de protection contre les chocs avant, il est difficile de quantifier et de corrélérer les gains qu'ils ont apportés en conditions réelles. De ce fait, par exemple, les Parties contractantes qui n'ont pas jusqu'ici prescrit l'essai à la tête d'essai auraient du mal à justifier le surcoût qui résulterait de son introduction sans pouvoir arguer d'avantages quantifiés. Par contre, les Parties contractantes qui ont déjà rendu obligatoire l'essai à la tête d'essai ne pourraient pas pour leur part justifier sa suppression car elle pourrait faire perdre certains avantages, même si ceux-ci sont difficiles à quantifier. C'est pourquoi le GRSG a convenu de recommander que chaque Partie contractante à l'Accord de 1998 déciderait à son gré si elle voulait appliquer l'essai à la tête d'essai dans sa législation nationale ou régionale.

d) Propriétés optiques

La relation entre le facteur de transmission de la lumière et les besoins visuels du conducteur est complexe. En effet, plusieurs facteurs entrent en jeu, notamment l'acuité visuelle du conducteur, les niveaux de contraste, la vitesse du véhicule et l'emplacement du vitrage sur le véhicule. Les vitrages athermiques en verre teinté ou fumé réfléchissant qui permettent de réduire l'entrée du rayonnement solaire à l'intérieur du véhicule ont aussi pour inconvénient de nuire à la vision vers l'extérieur de celui-ci. Lors de l'élaboration du RTM, il a été convenu que les vitrages situés dans le champ de vision primaire du conducteur devaient avoir de bonnes caractéristiques de transmission de la lumière. Toutes les réglementations nationales ou régionales en vigueur prescrivent effectivement un facteur plus élevé de transmission de la lumière pour les vitrages situés dans le champ de vision direct du conducteur vers l'avant, autrement dit le pare-brise et certains vitrages latéraux. Dans de nombreux cas, lorsque des réglementations nationales ou régionales autorisent des facteurs de transmission moins élevés pour des vitrages situés à l'arrière du conducteur, elles prévoient des prescriptions plus sévères pour les rétroviseurs.

Les divergences entre les législations nationales en ce qui concerne les facteurs de transmission de la lumière des vitrages placés dans le champ de vision arrière du conducteur ont été l'une des principales questions sur lesquelles le groupe informel a sollicité les conseils de l'AC.3 quant à la présence de dispositions dans le RTM sur les cas où divers types de vitrages pouvaient être installés sur un véhicule. L'AC.3 ayant décidé que le RTM ne contiendrait pas de prescriptions concernant l'installation, il n'était pas possible de spécifier dans celui-ci que des vitrages ayant un facteur de transmission moindre étaient admis à condition que d'autres équipements soient présents sur le véhicule. La décision d'autoriser ou non des vitrages fumés en arrière du conducteur est donc laissée au choix des Parties contractantes.

En ce qui concerne le facteur de transmission de la lumière pour la vision vers l'avant, le RTM prescrit qu'il doit être au minimum de 70 %. Les réglementations nationales ou régionales prescrivent respectivement 70 % (Amérique du Nord) et 75 % (CEE-ONU). D'après des études effectuées en laboratoire¹ et sur les statistiques d'accidents, il n'apparaît pas que la plus basse de ces deux valeurs ait une incidence négative sur la sécurité. C'est donc elle qui a été retenue dans le RTM.

Le RTM assigne aussi des limites à la distorsion et au dédoublement d'image. En effet, un vitrage qui serait trop déformant ou à travers lequel on verrait double risquerait de gêner le conducteur. Les principales différences qui existent entre les réglementations nationales ou régionales en vigueur ne portent pas sur les valeurs prescrites mais sur les méthodes d'essai utilisées pour les déterminer. Dans les réglementations américaine et canadienne, la procédure d'essai stipule que la mesure doit être faite selon un angle d'incidence normal (c'est-à-dire perpendiculairement) par rapport à la surface vitrée, alors que, dans les réglementations européenne et asiatique, la mesure se fait dans des zones de vision définies, à l'angle de montage prévu du vitrage. C'est finalement la méthode prescrite dans ces dernières qui a été retenue parce qu'elle prend en considération l'image perçue par le conducteur.

¹ Report PPAD 9/33/39 «Quality and Field of Vision – A Review of the Needs of Drivers and Riders», «Institute of Consumer Ergonomics – Loughborough. Février 2003.

À l'époque où les premières réglementations ont vu le jour, l'angle d'inclinaison de la plupart des pare-brise était très faible, ceux-ci étant proches de la verticale. Or, les pare-brise modernes peuvent avoir des formes très complexes; ils sont de plus grandes dimensions, très inclinés (généralement à plus de 60° par rapport à la verticale) et cintrés pour se raccorder à la carrosserie sans causer de turbulences aérodynamiques. L'effet de distorsion, qui est fonction de l'angle d'incidence, peut être 10 fois plus important avec une inclinaison de 62° qu'avec un angle d'incidence normal. C'est la raison pour laquelle le RTM stipule que les essais doivent être effectués selon l'angle de montage prévu afin que l'effet de distorsion mesuré soit représentatif de celui que le conducteur pourrait avoir à subir.

Par ailleurs, le RTM ne prescrit d'essais que dans les zones de vision visées dans les réglementations européenne et asiatique. La grande taille des pare-brise modernes fait que la zone de vision effectivement utilisée par le conducteur dans des conditions normales est d'étendue limitée. De plus, compte tenu de la courbure des pare-brise à leurs extrémités, courbure qui souvent se fait selon plusieurs axes, l'essai de toute la surface du pare-brise pose des problèmes pratiques. Les zones de vision retenues dans les réglementations européenne et asiatique se fondent sur la pratique recommandée J941 de la Society of Automotive Engineers (SAE), intitulée «Motor Vehicles Drivers Eye Locations». Cette pratique recommandée est le résultat d'une étude portant sur plus de 2 300 conducteurs également répartis entre hommes et femmes, qui ont effectué un essai de conduite en ligne droite (document SAE 650464). Des ellipses oculaires regroupant toute une série de positions des yeux ont été définies à partir d'une analyse statistique de données physiologiques. Ces ellipses définissent la position des yeux du conducteur et peuvent servir à déterminer ce que le conducteur peut voir. Étant donné qu'il est impossible d'effectuer des essais sur la totalité du pare-brise pour des raisons pratiques et que ces ellipses sont assez représentatives de la zone de vision utilisée par le conducteur, seules les zones correspondantes sont soumises aux essais dans le RTM.

e) Résistance aux agents atmosphériques

Les essais de cette catégorie visent à s'assurer que les vitrages résisteront à une exposition aux agents atmosphériques normalement rencontrés lors d'une utilisation normale. Ces essais s'appliquent uniquement aux vitrages en verre feuilleté et aux vitrages à feuille intérieure en plastique. Par nature, le verre est une matière stable et durable, insensible aux agents atmosphériques, au contraire du plastique, ainsi que des matériaux utilisés pour les feuilles intercalaires, sans parler du risque de pénétration de l'air ou de l'humidité entre les feuilles. Les essais ci-dessous visent à garantir que le plastique utilisé dans les vitrages est d'une qualité durable et que les vitrages sont fabriqués correctement.

Le premier de ces essais consiste à exposer le vitrage à des rayons ultraviolets pour mesurer sa résistance au rayonnement. La principale différence entre la réglementation américaine et celle de la CEE-ONU est que la première prescrit une exposition de 100 h à une source de rayonnement variable alors que la seconde prescrit une exposition de 100 h à un rayonnement de 1 400 W/m². Étant donné que cette dernière prescrit un niveau de rayonnement constant et autorise l'utilisation d'autres sources de rayonnement UV, c'est l'essai prescrit dans cette réglementation qui a été retenu dans le RTM.

Les autres essais de résistance aux agents atmosphériques ont pour objet de contrôler que les vitrages peuvent résister à une exposition prolongée aux fortes températures et à l'humidité

auxquelles ils seraient susceptibles d'être soumis pendant la durée de service prévisible. Les légères différences existant entre les réglementations portent sur la distance maximum par rapport à un bord à laquelle un défaut peut se produire pendant l'essai. Les distances prescrites dans les réglementations européenne et asiatique ont été retenues pour le RTM car ce sont des multiples pairs de 5 et parce qu'elles prévoient une autre valeur de distance, légèrement plus éloignée des bords, lorsqu'ils ont dû être coupés pour les besoins de l'essai. Étant donné que la coupe d'un vitrage engendre des tensions, il est raisonnable d'autoriser une plus grande distance lorsque le bord en question n'existe pas sur un vitrage de série.

f) Domaine d'application

Le RTM s'applique aux vitrages destinés à être montés sur des véhicules des catégories 1 et 2, telles qu'elles sont définies dans la Résolution spéciale n° 1. Les définitions s'appliquent aux véhicules visés par les Règlements existants et par l'Accord de 1998. Comme il a été expliqué ci-dessus, compte tenu de l'avis émis par le WP.29, le RTM énonce des prescriptions qui s'appliquent aux vitrages considérés comme un élément de l'équipement des véhicules automobiles mais pas aux véhicules eux-mêmes.

g) Marquages

Dans les réglementations nationales ou régionales en vigueur, il est prescrit que les vitrages doivent porter des marquages donnant trois types d'informations:

- i) La nature du matériau dont est constitué le vitrage;
- ii) Le fabricant du vitrage; et
- iii) Le ou les règlements auxquels le vitrage est censé satisfaire.

En ce qui concerne la nature du matériau utilisé, seul le symbole désignant le matériau diffère entre les réglementations. En ce qui concerne le nom du fabricant, certaines réglementations exigent une marque de fabrique ou de commerce alors que d'autres exigent un code d'identification attribué au fabricant, alors que d'autres encore exigent davantage de précisions, par exemple le lieu exact de la fabrication. Quant au troisième point, il tient compte des différents mécanismes d'application selon les pays.

Les marquages prescrits par le RTM concernent seulement la nature du matériau utilisé. Sur ce point, le RTM s'est basé sur le Règlement n° 43 de la CEE-ONU, avec addition de quelques marques supplémentaires distinctives pour les vitrages répondant à des caractéristiques spécifiques dans le cadre du RTM.

Les Parties contractantes pourront continuer à prescrire d'autres marquages concernant la nature du matériau ou le fabricant du vitrage, ou encore les deux à la fois. Bien que certains fabricants soient favorables à ce que ces marquages figurent aussi sur les vitrages, le RTM ne les prescrit pas pour l'instant afin d'éviter la multiplication des marquages dans le cas des vitrages qui seraient vendus dans plusieurs pays.

h) Prélèvement d'échantillons

Dans toute la mesure possible, il serait préférable que les essais soient effectués sur des vitrages de série ou sur des éprouvettes découpées dans ceux-ci, mais, pour les essais d'abrasion et de chute d'une tête d'essai d'une hauteur de 1,5 m effectués sur des panneaux à double vitrage, lesdits échantillons doivent être placés sur un porte-éprouvette. Or, comme il est exclu de concevoir et réaliser un support d'essai pour chaque pièce de série, il est prescrit que ces essais doivent être effectués sur des éprouvettes spécialement confectionnées. En principe, les éprouvettes seront identiques aux vitrages de série, excepté en ce qui concerne leur forme et/ou leur taille.

i) Tableau récapitulatif

Pare-brise en verre feuilleté

ESSAI	EUROPE (Règlement CEE n° 43)	JAPON (art. 29 du Règlement concernant la sécurité des véhicules routiers)	ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE (FMVSS 205)	PROJET DE RÈGLEMENT TECHNIQUE MONDIAL
Qualités optiques	Essai sur les pare-brise <ul style="list-style-type: none"> • Sur certaines zones de vision définies • Angle réel de montage • Méthode d'essai ISO 3538 	Essai sur les pare-brise <ul style="list-style-type: none"> • Sur certaines zones de vision définies • Angle réel de montage • Méthode d'essai ISO 3538 	Essai sur des carrés de 12 in pouvant être découpés dans la partie la plus incurvée du pare-brise <ul style="list-style-type: none"> • Pas de zone de vision définie • Non conforme angle réel de montage • Non conforme ISO 3538 	Comme Règlement CEE n° 43
Transmission de la lumière	≥ 75 % Méthode d'essai ISO 3538	≥ 70 % Méthode d'essai ISO 3538	≥ 70 % Méthode d'essai ISO 3538	≥ 70 %, comme réglementation des États-Unis et du Japon et Directive 77/649/CEE relative au champ de vision direct du conducteur
Stabilité à la lumière Résistance à haute température Résistance à l'humidité	Méthode d'essai ISO 3917	Méthode d'essai ISO 3917	Méthode d'essai ISO 3917 mais méthode d'évaluation (résistance aux hautes températures et à l'humidité) non conforme à Europe et Japon	Méthode d'essai ISO 3917 Méthode d'évaluation Europe et Japon
Tenue au feu	Vitesse de combustion < 250 mm/min	Vitesse de combustion < 89 mm/min	Vitesse de combustion < 88,8 mm/min	Vitesse de combustion < 90 mm/min

ESSAI	EUROPE (Règlement CEE n° 43)	JAPON (art. 29 du Règlement concernant la sécurité des véhicules routiers)	ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE (FMVSS 205)	PROJET DE RÈGLEMENT TECHNIQUE MONDIAL
Bille de 227 g	Méthode d'essai ISO 3537 Essais à +40 °C et -20 °C Hauteur de chute variable en fonction de l'épaisseur	Méthode d'essai ISO 3537 Essais à +40 °C et -20 °C Hauteur de chute variable en fonction de l'épaisseur	Méthode d'essai ISO 3537 Essais à 25 °C Hauteur de chute standard	Méthode d'essai ISO 3537 Essais à +40 °C et -20 °C Une hauteur de chute standard à chaque température
Fléchette de 198 g	Néant	Néant	Essai à 25 °C Non conforme ISO	Néant
Résistance à la pénétration d'une bille de 2,26 kg	Méthode d'essai ISO 3537 Hauteur de chute de 4 m	Méthode d'essai ISO 3537 Hauteur de chute de 4 m	Méthode d'essai ISO 3537 Hauteur de chute de 3,66 m	Comme Règlement CEE n° 43
Résistance à l'abrasion	Méthode d'essai ISO 3537	Comme Règlement CEE n° 43	Comme Règlement CEE n° 43	Comme Règlement CEE n° 43
Tête d'essai	Méthode d'essai ISO 3537 Évaluation de la résistance à la pénétration et des caractéristiques de rupture Essai de chute de 4 m sur des éprouvettes plates Essai de chute de 1,5 m sur des pare-brise	Méthode d'essai ISO 3537 Évaluation comme Règlement CEE n° 43 Essai comme Règlement CEE n° 43	Néant	Essai de chute de 1,5 m sur des pare-brise (pas d'essai avec hauteur de chute de 4 m sur des éprouvettes plates comme Règlement CEE n° 43 et réglementation japonaise)
Reconnaissance des couleurs	Essai de reconnaissance des couleurs des feux de circulation Essai non conforme ISO	Comme Règlement CEE n° 43	Néant	Néant

Vitrages en verre trempé

ESSAI	EUROPE (Règlement CEE n° 43)	JAPON (art. 29 du Règlement concernant la sécurité des véhicules routiers)	ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE (FMVSS 205)	PROJET DE RÈGLEMENT TECHNIQUE MONDIAL
Bille de 227 g	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode d'essai ISO 3537 • Hauteur de chute épaisseur ≤ 3,5 mm: 2 m épaisseur > 3,5 mm: 2,5 m • Éprouvettes ou produits finis plats mesurant 300 × 300 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode d'essai ISO 3537 • Même hauteur de chute que Règlement CEE n° 43 • Éprouvettes plates de 300 × 300 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode d'essai ISO 3537 • Hauteur de chute: 3,05 m • Éprouvettes plates de 305 × 305 mm 	Comme Règlement CEE n° 43 Hauteur de chute standard: 2 m
Sac de grenaille de 4,99 kg	Néant	Néant	Essai non conforme ISO Hauteur de chute: 2,40 m <ul style="list-style-type: none"> • Éprouvettes plates de 305 × 305 mm 	Néant
Résistance à l'abrasion	Pas d'essai sur verre Sur revêtement en plastique, méthode d'essai ISO 3537	Comme Règlement CEE n° 43	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode d'essai ISO 3537 • Essai effectué sur les vitrages nécessaires à la vision du conducteur 	Comme Règlement CEE n° 43
Transmission de la lumière	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode d'essai ISO 3538 • Facteur de transmission dans les zones nécessaires à la vision du conducteur • $T_L \geq 70 \%$ En dehors de ces zones, pas de limite inférieure 	Comme Règlement CEE n° 43	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode d'essai ISO 3538 • Sur les voitures particulières, le facteur de transmission doit être \geq 70 %, sauf pour les toits en verre • Sur les autres véhicules, même limite que Règlement CEE n° 43 et Règlement du Japon 	Comme Règlement CEE n° 43
Qualités optiques	Néant	Fenêtres latérales nécessaires à la vision du conducteur	Néant	Comme Règlement CEE n° 43

ESSAI	EUROPE (Règlement CEE n° 43)	JAPON (art. 29 du Règlement concernant la sécurité des véhicules routiers)	ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE (FMVSS 205)	PROJET DE RÈGLEMENT TECHNIQUE MONDIAL
Fragmentation	<p>Procédure d'essai ISO 3537</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les vitrages sont brisés au moyen d'un poinçon tendu par un ressort ou d'un marteau à pointe qui vient les frapper en 4 points précis • Le nombre minimal de fragments est compris entre 40 (dans tout carré de 5 × 5 cm) et 450 pour une épaisseur < 3,50 mm, et 400 pour une épaisseur > 3,5 mm • Aucun éclat pointu de plus de 7,5 cm n'est admis • La surface des fragments ne doit pas dépasser 3 cm² <p>N. B.: Certaines variations sont possibles (par exemple, longueur des éclats pointus jusqu'à 10 cm)</p>	<p>Procédure d'essai ISO 3537</p> <p>Prescriptions comme dans le Règlement CEE n° 43, sauf certaines variations, par exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Éclats pointus pouvant aller jusqu'à 15 cm • Si le nombre de fragments est < 40, alors un nombre de fragments ≥ 160 dans tout carré de 10 × 10 cm est acceptable 	<p>Essai de fragmentation comme ISO 3537 mais avec un seul point de rupture (25 mm à l'intérieur du point milieu du bord le plus long)</p> <p>L'interprétation des résultats repose sur la masse du plus gros fragment, qui ne doit pas dépasser 4,25 g, ce qui donne pour la taille maximale des fragments:</p> <p>5,6 cm² pour 3 mm d'épaisseur 4,2 cm² pour 4 mm d'épaisseur 3,4 cm² pour 5 mm d'épaisseur</p> <p>Aucune évaluation de la longueur des fragments n'est prévue</p>	<p>Comme Règlement CEE n° 43, avec les différences suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un seul point de rupture central • Suppression du nombre maximal de fragments, mais pas du nombre minimal qui reste fixé à 40 • La longueur maximale des éclats pointus est de 10 cm au lieu de 7,5 cm • La détermination du plus gros fragment est fondée sur la masse plutôt que sur la surface; autrement dit, jusqu'à 4,5 mm d'épaisseur la masse ne doit pas dépasser 3 g, ce qui donne: 3,9 cm² pour une épaisseur de 3 mm, et 3 cm² pour une épaisseur de 4 mm <p>Contrairement au Règlement CEE n° 43 et au Règlement du Japon, aucune variation n'est autorisée</p>

B. TEXTE DU RÈGLEMENT

1. Objet

Le présent Règlement contient des prescriptions applicables aux vitrages de sécurité destinés à être installés sur des véhicules automobiles en tant qu'équipement d'origine ou de pièces de rechange. Il a pour objet:

- a) De réduire au minimum les risques de blessures en cas de bris d'une fenêtre du véhicule;
- b) De garantir que les fenêtres du véhicule offrent une résistance suffisante aux incidents susceptibles de se produire dans les conditions normales de circulation, ainsi qu'aux agents atmosphériques et aux hautes températures, aux agents chimiques, au feu et à l'abrasion;
- c) De garantir que les pare-brise présentent une transparence suffisante pour offrir une bonne vision au conducteur et, en cas de rupture du pare-brise, lui permettre de voir encore la route assez distinctement pour pouvoir freiner et arrêter son véhicule;
- d) De réduire autant que possible le risque pour les occupants d'être éjectés par les fenêtres en cas de collision.

2. Champ/domaine d'application

Le présent Règlement s'applique aux vitrages de sécurité destinés à être installés comme pare-brise ou comme double vitrage, chaque vitre étant considérée comme un élément constitutif distinct des vitrages montés sur les véhicules des catégories 1 et 2, selon les définitions de la Résolution spéciale n° 1 (S.R.1) sur les définitions communes des catégories, des masses et des dimensions des véhicules, à l'exclusion des glaces des dispositifs d'éclairage et de signalisation lumineuse et du tableau de bord, ainsi que des vitrages spéciaux à l'épreuve des balles. Dans le cas des doubles vitrages, chaque vitre est considérée comme un élément constitutif distinct.

3. Définitions

Au sens du présent Règlement, on entend par:

- 3.1 «Vitrages spéciaux à l'épreuve des balles», les vitrages conçus pour résister aux projectiles des armes à feu.
- 3.2 «Ouverture libre», l'ouverture maximale prévue par le constructeur pour le vitrage avant qu'il ne soit monté, y compris l'ensemble des bordures, mais à l'exclusion des bandes opaques.

- 3.3 «Vitrages», les différents éléments suivants:
- 3.3.1 «Double vitrage», un ensemble constitué de deux vitres assemblées en usine de façon permanente et séparées par un espace.
- 3.3.1.1 «Double vitrage symétrique», un double vitrage dans lequel les deux vitres constitutives sont identiques (l'une et l'autre sont en verre trempé, par exemple).
- 3.3.1.2 «Double vitrage asymétrique», un double vitrage dans lequel les deux vitres constitutives ne sont pas identiques (l'une en verre trempé, l'autre en verre feuilleté, par exemple).
- 3.3.2 «Double fenêtre», un ensemble constitué de deux vitres distinctes installées séparément dans le même cadre.
- 3.3.3 «Vitrage à feuilles verre-plastique», un vitrage constitué d'une feuille de verre et d'une ou plusieurs feuilles de plastique, dont la feuille intérieure est en plastique.
- 3.3.4 «Intercalaire», tout matériau conçu pour maintenir ensemble les feuilles constitutives d'un vitrage en verre feuilleté.
- 3.3.5 «Vitrage en verre feuilleté», un vitrage constitué d'au moins deux feuilles de verre maintenues ensemble par une ou plusieurs feuilles intercalaires en matière plastique.
- 3.3.6 «Vitrage doublé de matière plastique», du verre trempé ou du verre feuilleté doublé d'une couche de plastique sur sa face interne.
- 3.3.7 «Vitrage en verre trempé», un vitrage constitué d'une seule couche de verre ayant subi un traitement spécial destiné à en accroître la résistance mécanique et à en déterminer le mode de fragmentation lorsqu'il se brise.
- 3.4 «Vitrages situés dans le champ de vision direct du conducteur»:
- 3.4.1 «Vitrages situés dans le champ de vision direct du conducteur vers l'avant», tous les vitrages situés en avant d'un plan passant par le point «R» du conducteur et perpendiculaire au plan longitudinal médian du véhicule, et à travers lesquels le conducteur peut voir la route lorsqu'il conduit ou manœuvre le véhicule.
- 3.4.2 «Vitrages situés dans le champ de vision du conducteur vers l'arrière», tous les vitrages situés en arrière d'un plan passant par le point «R» du conducteur et perpendiculaire au plan longitudinal médian du véhicule, et à travers lesquels le conducteur peut voir la route lorsqu'il conduit ou manœuvre le véhicule.
- 3.5 «Hauteur de segment "h"», la distance maximale séparant la surface interne du vitrage d'un plan passant par les bords du vitrage. Cette distance est mesurée perpendiculairement au vitrage (voir annexe 7.2, fig. 1).

- 3.6 «Face interne», la face du vitrage tournée vers l'habitacle lorsque le vitrage est monté sur le véhicule.
- 3.7 «Épaisseur nominale», l'épaisseur définie par le constructeur, avec une tolérance de $\pm (n \times 0,2 \text{ mm})$, n correspondant au nombre de feuilles de verre composant le vitrage.
- 3.8 «Masque opaque», toute zone du vitrage faisant obstacle à la transmission de la lumière, notamment les zones sérigraphiées, en continu ou en pointillé, mais à l'exclusion de toute bande dégradée.
- 3.9 «Déviaton optique», l'angle que fait la direction apparente avec la direction vraie d'un point vu au travers du pare-brise. La valeur de cet angle est fonction de l'angle d'incidence du rayon visuel, de l'épaisseur et de l'inclinaison du pare-brise, et de son rayon de courbure «r» au point d'incidence.
- 3.10 «Distorsion optique», un défaut optique du pare-brise qui modifie l'apparence d'un objet vu à travers celui-ci.
- 3.11 «Face externe», la face du vitrage opposée à l'habitacle lorsque le vitrage est monté sur le véhicule.
- 3.12 «Vitre», tout élément de vitrage autre qu'un pare-brise.
- 3.12.1 «Vitre bombée», une vitre dont la hauteur de segment «h» est supérieure à 10 mm par mètre linéaire.
- 3.12.2 «Vitre plane», une vitre dont la hauteur de segment est inférieure ou égale à 10 mm par mètre linéaire.
- 3.13 «Points de référence»:
- 3.13.1 «Point oculaire», le point «O»
- 3.13.2 «Point "H"», le centre de pivotement entre le tronc et la cuisse de la machine 3-D H installée sur un siège de véhicule. La machine 3-D H correspond à celle décrite dans la norme ISO 6549. Les coordonnées du point «H» sont déterminées par rapport aux points repères définis par le constructeur du véhicule, conformément au système de référence à trois dimensions défini dans la norme ISO 4130.
- 3.13.3 «Point "O"», le point situé à 625 mm au-dessus du point «R» du siège du conducteur, dans le plan vertical parallèle au plan longitudinal médian du véhicule auquel le pare-brise est destiné et passant par l'axe du volant.
- 3.13.4 «Point "R"», le point de référence de la place assise, soit la position du point «H» lorsque le siège du conducteur se trouve dans sa position la plus reculée.

- 3.13.5 «Angle d'inclinaison du dossier», l'angle formé par la verticale passant par le point «R» et la ligne de tronc définie par le constructeur.
- 3.14 «Rayon de courbure "r"», le plus petit rayon de l'arc du vitrage mesuré dans la zone la plus bombée.
- 3.15 «Coefficient de transmission régulière de la lumière», le coefficient de transmission de la lumière mesuré perpendiculairement au vitrage.
- 3.16 «Échantillon», un vitrage spécialement préparé représentatif d'un produit fini ou une découpe de produit fini.
- 3.17 «Image secondaire», une image parasite ou fantôme qui s'ajoute à l'image primaire nette, généralement la nuit, lorsque l'objet vu se détache nettement, par exemple, les projecteurs d'un véhicule arrivant en sens inverse.
- 3.18 «Séparation de l'image secondaire», la distance angulaire séparant l'image primaire de l'image secondaire.
- 3.19 «Bande dégradée», toute zone du vitrage où le facteur de transmission de la lumière est réduit, à l'exclusion de tout masque opaque.
- 3.20 «Éprouvette», un échantillon de vitrage ou un vitrage fini.
- 3.21 «Partie transparente du pare-brise», la zone de vitrage contenue dans les limites de l'ouverture libre, à l'exclusion de tout masque opaque autorisé (voir par. 7.1.3.4), mais incluant toute bande dégradée.
- 3.22 «Pare-brise», le vitrage situé devant le conducteur et à travers lequel celui-ci peut voir la route vers l'avant du véhicule.
- 3.22.1 «Angle d'inclinaison d'un pare-brise», l'angle formé par la verticale et la droite joignant les bords supérieur et inférieur de la face intérieure du pare-brise, ces deux droites étant contenues dans le plan vertical contenant lui-même l'axe longitudinal du véhicule.
4. Prescriptions générales
- 4.1 Marques
- 4.1.1 Prescriptions générales applicables aux marques.
- 4.1.1.1 Toutes les marques doivent être clairement lisibles, tout du moins sur un côté du vitrage, indélébiles et mesurer au moins 3 mm de haut.
- 4.1.2 Marques d'identification.
Chaque vitrage doit porter les marques pertinentes visées dans la présente section.
- 4.1.2.1 Marques d'identification des pare-brise.

- 4.1.2.1.1 «II» pour les pare-brise en verre feuilleté.
- 4.1.2.1.2 «III» pour les pare-brise à feuilles verre-plastique.
- 4.1.2.2 Marques d'identification des vitres.
 - 4.1.2.2.1 «I» pour les vitres en verre à trempe uniforme.
 - 4.1.2.2.2 «IV» pour les vitres en verre feuilleté.
 - 4.1.2.2.3 «V» pour les doubles vitrages.
 - 4.1.2.2.4 «VI» pour les vitres à feuilles verre-plastique.
- 4.1.2.3 Autres marques d'identification.
 - 4.1.2.3.1 Les vitrages doublés de matière plastique doivent porter la marque «/P» après celle requise au paragraphe 4.1.2.1 ou 4.1.2.2, par exemple, II/P.
 - 4.1.2.3.2 Les vitrages ayant un coefficient de transmission de la lumière inférieur à 70 % doivent porter la marque «/RLT» après celle requise au paragraphe 4.1.2.2, par exemple I/RLT.
 - 4.1.2.3.3 Si un vitrage doit porter à la fois les marques «/P» et «/RLT», la marque requise au paragraphe 4.1.2.3.1 doit précéder celle requise au paragraphe 4.1.2.3.2.
- 4.2 Prescriptions particulières
 - 4.2.1 Installation

Chaque Partie contractante, comme prévu dans l'Accord de 1998 sur les règlements techniques mondiaux (RTM), prescrit quels types de vitrages sont autorisés sur chaque véhicule et à quels emplacements.
 - 4.2.2 Essai à la tête d'essai

Chaque Partie contractante, comme prévu dans l'Accord de 1998 sur les règlements techniques mondiaux (RTM), peut décider de ne pas appliquer les dispositions des paragraphes 5.4.3 et 5.5.3.2 dans le cadre de la législation nationale ou régionale.

5. Prescriptions fonctionnelles

	Pare-brise			Autres vitres					
	Verre feuilleté		Verre-plastique	Verre à trempe uniforme		Verre feuilleté		Double vitrage ¹	Verre-plastique
Marque	II	II/P	III	I	I/P	IV	IV/P	V	VI
Transmission de la lumière	5.1.1	5.1.1	5.1.1	5.1.1	5.1.1	5.1.1	5.1.1	5.1.1	5.1.1
Résistance à l'abrasion	5.1.2	5.1.2	5.1.2		5.1.2	5.1.2	5.1.2		5.1.2
Résistance aux changements de température		5.2.1	5.2.1		5.2.1		5.2.1		5.2.1
Résistance au feu		5.2.2	5.2.2		5.2.2		5.2.2		5.2.2
Résistance aux agents chimiques		5.2.3	5.2.3		5.2.3		5.2.3		5.2.3
Résistance au rayonnement	5.3.1	5.3.1	5.3.1		5.3.1	5.3.1	5.3.1		5.3.1
Résistance aux hautes températures	5.3.2	5.3.2	5.3.2		5.3.2	5.3.2	5.3.2		5.3.2
Résistance à l'humidité	5.3.3	5.3.3	5.3.3		5.3.3	5.3.3	5.3.3		5.3.3
Distorsion optique	5.4.1	5.4.1	5.4.1						
Dédoublage de l'image	5.4.2	5.4.2	5.4.2						
Fragmentation				5.5.1.1	5.5.1.1				
Essai à la tête d'essai	5.4.3 ²	5.4.3 ²	5.4.3 ²					5.5.3.2 ²	
Essai à la bille de 2 260 g	5.4.4	5.4.4	5.4.4						
Essai à la bille de 227 g	5.4.5	5.4.5	5.4.5	5.5.1.2	5.5.1.2	5.5.2.1	5.5.2.1		5.5.2.1

¹ Chaque vitre constitutive doit satisfaire aux épreuves correspondant au type de vitrage.

² Voir paragraphe 4.2.2.

Tableau 1: Résumé des prescriptions fonctionnelles

5.1 Prescriptions applicables à tous les vitrages

5.1.1 Essai de transmission de la lumière

- 5.1.1.1 Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.11, le facteur de transmission régulière de la lumière des vitrages situés dans le champ de vision direct du conducteur vers l'avant ne doit pas être inférieur à 70 %.
- 5.1.1.2 Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.11, le facteur de transmission régulière de la lumière des vitrages situés dans le champ de vision direct du conducteur vers l'arrière peut être inférieur à 70 %, si la législation ou la réglementation nationale de la Partie contractante ne l'interdit pas.
- 5.1.1.3 Éprouvettes
 - 5.1.1.3.1 Trois éprouvettes doivent être essayées, dont chacune doit répondre aux prescriptions fixées.
 - 5.1.1.3.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.11.3.
- 5.1.2 Essai de résistance à l'abrasion
 - 5.1.2.1 Sous réserve des prescriptions du 5.1.2.2, lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.6 durant 1 000 cycles, la diffusion de la lumière ne doit pas dépasser 2 %.
 - 5.1.2.2 Dans le cas des vitrages doublés de plastique, lors d'un essai effectué sur la face interne conformément au paragraphe 6.6 durant 100 cycles, la diffusion de la lumière ne doit pas dépasser 4 %.
- 5.1.2.3 Éprouvettes
 - 5.1.2.3.1 Trois éprouvettes doivent être essayées, dont chacune doit répondre aux prescriptions fixées.
 - 5.1.2.3.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.6.
- 5.2 Prescriptions applicables à tous les vitrages doublés de plastique
 - 5.2.1 Essai de résistance aux changements de température
 - 5.2.1.1 Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.10, les éprouvettes ne doivent pas présenter de fissures, de zones opaques, de décollement des couches ou d'autre détérioration apparente.
 - 5.2.1.2 Éprouvettes
 - 5.2.1.2.1 Deux éprouvettes doivent être essayées, dont chacune doit répondre aux prescriptions fixées.
 - 5.2.1.2.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.10.
 - 5.2.2 Essai de résistance au feu

- 5.2.2.1 Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.14, la vitesse de combustion ne doit pas dépasser 90 mm/min.
- 5.2.2.2 Éprouvettes
 - 5.2.2.2.1 Cinq éprouvettes doivent être essayées, dont chacune doit répondre aux prescriptions fixées.
 - 5.2.2.2.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.14.
- 5.2.3 Essai de résistance aux agents chimiques
 - 5.2.3.1 Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.15, les éprouvettes ne doivent pas présenter de ramollissement, de zones poisseuses, de fissures ou de perte apparente de transparence.
 - 5.2.3.2 Éprouvettes
 - 5.2.3.2.1 Quatre éprouvettes doivent être essayées par agent chimique, dont trois au moins doivent répondre aux prescriptions fixées.
 - 5.2.3.2.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.15.
- 5.3 Prescriptions applicables à tous les vitrages en verre feuilleté et à tous les vitrages doublés de plastique
 - 5.3.1 Essai de résistance au rayonnement
 - 5.3.1.1 Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.8, le facteur total de transmission de la lumière mesuré conformément au paragraphe 6.11 ne doit pas tomber en dessous de 95 % de sa valeur initiale avant exposition au rayonnement, ou, pour les vitrages dont le facteur de transmission de la lumière doit être au minimum de 70 %, en dessous de 70 %.
 - 5.3.1.2 Éprouvettes
 - 5.3.1.2.1 Trois éprouvettes doivent être essayées, dont chacune doit répondre aux prescriptions fixées.
 - 5.3.1.2.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.8.
 - 5.3.2 Essai de résistance aux hautes températures
 - 5.3.2.1 Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.7, aucun changement important (par exemple, zones blanchies, formation de bulles ou décollement des couches), excepté des fissures superficielles, ne doit apparaître à plus de 15 mm d'un bord non coupé ou 25 mm d'un bord coupé de l'éprouvette ou de l'échantillon, ou à plus de 10 mm de toute fissure pouvant se produire pendant l'essai.

- 5.3.2.2 Éprouvettes
- 5.3.2.2.1 Trois éprouvettes doivent être essayées, dont chacune doit répondre aux prescriptions fixées.
- 5.3.2.2.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.7.
- 5.3.3 Essai de résistance à l'humidité
- 5.3.3.1 Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.9, à l'instant indiqué au paragraphe 6.9.1.4 ou 6.9.1.5, selon le cas, aucun changement important (par exemple, blanchiment, formation de bulles, délaminage), excepté des fissures superficielles, ne doit être observé à plus de 10 mm des bords non coupés et à plus de 15 mm des bords coupés.
- 5.3.3.2 Éprouvettes
- 5.3.3.2.1 Trois éprouvettes doivent être essayées, dont chacune doit répondre aux prescriptions fixées.
- 5.3.3.2.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.9.

5.4 Prescriptions applicables aux pare-brise

5.4.1 Essai de distorsion optique

Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.12, la distorsion optique ne doit pas dépasser, dans chaque zone d'essai, les valeurs ci-après:

Catégorie de véhicules	Zone d'essai	Valeurs maximales de la distorsion optique
1-1 et 2 (sur la base d'un véhicule de la catégorie 1-1 lorsque le pare-brise et les places assises sont identiques)	A – Étendue suivant le paragraphe 7.1.3.2.2	2' d'arc
	B – Réduite conformément au paragraphe 7.1.3.2.4	6' d'arc
1-2 et 2 (à l'exception des véhicules pour lesquels on s'est basé sur un véhicule de la catégorie 1-1 lorsque le pare-brise et les places assises étaient identiques)	I conformément au paragraphe 7.1.3.3.2	2' d'arc

- 5.4.1.1 Aucune mesure ne doit être effectuée dans une zone périphérique de 25 mm vers l'intérieur de l'ouverture libre et de tout masque opaque, pour autant que celui-ci ne fasse pas saillie dans la zone A étendue ou la zone I.

- 5.4.1.2 Dans le cas des pare-brise en deux parties, aucune mesure ne doit être effectuée dans une bande de 35 mm à partir du bord du pare-brise adjacent au montant de séparation.
- 5.4.1.3 Une tolérance maximale de 6' d'arc est permise pour toutes les parties de la zone I ou de la zone A situées dans une zone périphérique de 100 mm vers l'intérieur de l'ouverture libre.
- 5.4.1.4 Spécimens
- 5.4.1.4.1 Quatre pare-brise doivent être essayés, dont chacun doit répondre aux prescriptions fixées.
- 5.4.2 Essai de dédoublement de l'image

Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.13, la séparation des images primaire et secondaire ne doit pas dépasser, dans chaque zone d'essai, les valeurs ci-après:

Catégorie de véhicules	Zone d'essai	Valeurs maximales de la séparation des images primaire et secondaire
1-1 et 2 (sur la base d'un véhicule de la catégorie 1-1 lorsque le pare-brise et les places assises sont identiques)	A – Étendue suivant le paragraphe 7.1.3.2.2	15' d'arc
	B – Réduite conformément au paragraphe 7.1.3.2.4	25' d'arc
1-2 et 2 (à l'exception des véhicules pour lesquels on s'est basé sur un véhicule de la catégorie 1-1 lorsque le pare-brise et les places assises étaient identiques)	I conformément au paragraphe 7.1.3.3.2	15' d'arc

- 5.4.2.1 Aucune mesure ne doit être effectuée dans une zone périphérique de 25 mm vers l'intérieur de l'ouverture libre et de tout masque opaque, pour autant que celui-ci ne fasse pas saillie dans la zone A étendue ou la zone I.
- 5.4.2.2 Dans le cas des pare-brise en deux parties, aucune mesure n'est effectuée dans une bande de 35 mm à partir du bord de la vitre adjacent au montant de séparation.
- 5.4.2.3 Une tolérance maximale de 25' d'arc est permise pour toutes les parties de la zone I ou de la zone A situées dans une zone périphérique de 100 mm vers l'intérieur de l'ouverture libre.
- 5.4.2.4 Spécimens

- 5.4.2.4.1 Quatre pare-brise doivent être essayés, dont chacun doit répondre aux prescriptions fixées.
- 5.4.3 Essai à la tête d'essai sur les pare-brise
- Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.5, d'une hauteur de chute de $1,5 \text{ m}^{+0}_{-5}$ mm, le pare-brise doit répondre aux prescriptions suivantes:
- 5.4.3.1 le pare-brise doit se briser en présentant de nombreuses fissures circulaires centrées approximativement sur le point d'impact, les fissures les plus proches étant situées au maximum à 80 mm du point d'impact;
- 5.4.3.2 les feuilles de verre ne doivent pas se séparer de l'intercalaire. On admet un ou plusieurs décollements d'une largeur inférieure à 4 mm de chaque côté de la fissure à l'extérieur d'un cercle de 60 mm de diamètre centré sur le point d'impact.
- 5.4.3.3 du côté de l'impact:
- 5.4.3.3.1 l'intercalaire ne doit pas être découvert sur plus de 20 cm^2 ;
- 5.4.3.3.2 une déchirure de l'intercalaire est admise sur une longueur de 35 mm au plus.
- 5.4.3.4 Spécimens
- 5.4.3.4.1 Huit pare-brise doivent être essayés, dont sept au moins doivent répondre aux prescriptions fixées.
- 5.4.4 Essai à la bille de 2 260 g
- Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.4, d'une hauteur de chute de 4 m^{+25}_{-0} mm, la bille ne doit pas passer au travers du vitrage dans les 5 s suivant l'impact.
- 5.4.4.1 Éprouvettes
- 5.4.4.1.1 Douze éprouvettes doivent être essayées, dont onze au moins doivent répondre aux prescriptions fixées.
- 5.4.4.1.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.4.4.
- 5.4.5 Essai à la bille de 227 g
- Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.3, aux températures et à la hauteur de chute précisées au paragraphe 6.3.3.4, l'éprouvette doit satisfaire aux conditions suivantes:
- 5.4.5.1 la bille ne doit pas passer au travers de l'éprouvette;

- 5.4.5.2 l'éprouvette ne doit pas se rompre en plusieurs morceaux;
- 5.4.5.3 des déchirures de l'intercalaire sont admises, à condition que la bille ne passe pas au travers de l'éprouvette;
- 5.4.5.4 si l'intercalaire n'est pas déchiré, la masse des fragments qui se sont détachés du côté du verre opposé au point d'impact ne doit pas dépasser les valeurs prescrites au paragraphe 6.3.3.4.
- 5.4.5.6 Éprouvettes
 - 5.4.5.6.1 Dix éprouvettes doivent être essayées pour chaque température indiquée, dont huit au moins doivent répondre aux prescriptions fixées.
 - 5.4.5.6.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.3.4.
- 5.5 Prescriptions applicables aux vitres
 - 5.5.1 Prescriptions applicables uniquement aux vitres en verre à trempe uniforme
 - 5.5.1.1 Essai de fragmentation

Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.2, au niveau des points indiqués au paragraphe 6.2.2.2, le verre à trempe uniforme doit se fragmenter comme suit:

 - 5.5.1.1.1 le nombre de fragments contenus dans tout carré de 5 cm x 5 cm ne doit pas être inférieur à 40;
 - 5.5.1.1.2 pour les besoins du calcul ci-dessus, les fragments s'étendant jusqu'au bord d'un carré au moins sont comptés comme demi-fragments;
 - 5.5.1.1.3 si un fragment s'étend au-delà de la zone exclue, seule la partie qui déborde de cette zone est prise en considération;
 - 5.5.1.1.4 les fragments dont la surface dépasse 3 cm² ne sont pas admis, sauf dans les parties définies au paragraphe 6.2.2.3;
 - 5.5.1.1.5 Aucun fragment de plus de 100 mm de long n'est admis, sauf dans les parties définies au paragraphe 6.2.2.3, à condition que:
 - 5.5.1.1.5.1 ses extrémités ne se terminent pas en pointe;
 - 5.5.1.1.5.2 dans le cas où il s'étend jusqu'au bord de la vitre, il ne forme pas avec celui-ci un angle de plus de 45°.
 - 5.5.1.1.6 Éprouvettes
 - 5.5.1.1.6.1 Quatre vitres doivent être essayées pour chaque point d'impact, dont trois au moins doivent répondre aux prescriptions fixées.

- 5.5.1.2 Essai à la bille de 227 g
- Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.3, de la hauteur de chute indiquée au paragraphe 6.3.3.2, l'éprouvette ne doit pas se rompre.
- 5.5.1.2.1 Éprouvettes
- 5.5.1.2.1.1 Six éprouvettes doivent être essayées, dont cinq au moins doivent répondre aux prescriptions fixées.
- 5.5.1.2.1.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.3.4.
- 5.5.2 Prescriptions applicables uniquement aux vitres en verre feuilleté et aux vitres en feuilles verre-plastique
- 5.5.2.1 Essai à la bille de 227 g
- Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.3, d'une hauteur de chute indiquée au paragraphe 6.3.3.3, l'éprouvette doit satisfaire aux conditions suivantes:
- 5.5.2.1.1 la bille ne doit pas passer au travers de l'éprouvette;
- 5.5.2.1.2 le verre feuilleté ne doit pas se rompre en plusieurs morceaux;
- 5.5.2.1.3 exactement au revers du point d'impact, de petits fragments de verre peuvent se détacher de l'échantillon mais la surface exposée du matériau de renfort doit être inférieure à 645 mm² et rester recouverte de petites particules de verre bien adhérentes. La surface totale de la zone où le verre est séparé du matériau de renfort ne doit pas dépasser 1 935 mm² de part et d'autre.
- L'écaillage de la face externe du verre de l'autre côté du point d'impact et à proximité de la zone d'impact n'est pas considéré comme un motif de refus.
- 5.5.2.1.4 Éprouvettes
- 5.5.2.1.4.1 Huit éprouvettes doivent être essayées, dont six au moins doivent répondre aux prescriptions fixées.
- 5.5.2.1.4.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.3.4.
- 5.5.3 Prescriptions applicables uniquement aux doubles vitrages
- 5.5.3.1 Éléments du double vitrage
- Chacune des vitres constituant le double vitrage doit être soumise séparément aux prescriptions énoncées au paragraphe 6 pour ce type de vitrage.

5.5.3.2 Essai à la tête d'essai

Lors d'un essai effectué conformément au paragraphe 6.5, d'une hauteur de chute de $1,50 \text{ m}^{+0}_{-5}$ mm, les éprouvettes doivent satisfaire aux conditions suivantes:

5.5.3.2.1 un double vitrage constitué de deux vitres en verre à trempe uniforme doit se briser;

5.5.3.2.2 un double vitrage constitué de vitres en verre feuilleté et/ou en feuilles verre-plastique doit satisfaire aux conditions suivantes:

5.5.3.2.2.1 les deux éléments de l'éprouvette cèdent et se brisent en présentant de nombreuses fissures circulaires centrées approximativement sur le point d'impact;

5.5.3.2.2.2 des déchirures du ou des intercalaires sont admises à condition que la tête ne passe pas au travers de l'éprouvette;

5.5.3.2.2.3 aucun fragment de plus de 10 cm^2 ne se détache de l'intercalaire.

5.5.3.2.3 Un double vitrage constitué d'une vitre en verre à trempe uniforme et d'une vitre en verre feuilleté ou en feuilles verre-plastique doit satisfaire aux conditions suivantes:

5.5.3.2.3.1 la vitre en verre à trempe uniforme se brise;

5.5.3.2.3.2 la vitre en verre feuilleté ou en feuilles verre-plastique:

5.5.3.2.3.2.1 cède et se brise en présentant de nombreuses fissures circulaires centrées approximativement sur le point d'impact;

5.5.3.2.3.2.2 des déchirures du ou des intercalaires sont admises à condition que la tête ne passe pas au travers de l'éprouvette;

5.5.3.2.3.2.3 aucun fragment de plus de 10 cm^2 ne se détache de l'intercalaire.

5.5.3.2.4 Éprouvettes

5.5.3.2.4.1 Douze éprouvettes doivent être essayées, dont 11 au moins doivent répondre aux prescriptions fixées.

5.5.3.2.4.2 Les éprouvettes doivent avoir les caractéristiques décrites au paragraphe 6.5.5.1.

5.5.3.2.4.3 S'il s'agit d'un double vitrage asymétrique, on effectue six essais sur une face et six essais sur l'autre.

6. Conditions d'essai et mode opératoire

6.1 Conditions d'essai

Sauf dispositions contraires, les conditions d'essai sont les suivantes:

6.1.1 température: 20 ± 5 °C;

6.1.2 pression: entre 860 et 1 060 mbar;

6.1.3 humidité relative: 60 ± 20 %.

6.2 Essai de fragmentation

6.2.1 Appareillage

6.2.1.1 Pour causer la fragmentation, on utilise un poinçon automatique ou un marteau d'une masse de 75 ± 5 g, dont la pointe a un rayon de courbure de $0,2 \pm 0,05$ mm.

6.2.2 Mode opératoire

6.2.2.1 L'éprouvette soumise à l'essai ne doit pas être fixée de façon rigide; elle peut toutefois être plaquée sur une éprouvette identique à l'aide de bandes adhésives collées sur tout son pourtour.

6.2.2.2 Un essai doit être effectué à chaque point d'impact prescrit.

6.2.2.3 La fragmentation n'est pas contrôlée dans une bande de 2 cm de largeur sur le pourtour des échantillons, cette bande représentant l'encadrement de la vitre, ni dans un rayon de 7,5 cm autour du point d'impact.

6.2.2.4 L'examen des caractéristiques de fragmentation doit commencer dans les 10 s et se terminer au plus tard 3 mn après l'impact.

6.2.3 Points d'impact prescrits pour les vitres en verre à trempe uniforme.

Il s'agit des points ci-après, lesquels sont représentés à l'annexe 7.2, figures 2 a), 2 b) et 2 c).

6.2.3.1 Point 1: centre géométrique de la vitre.

6.2.3.2 Point 2: pour les vitres bombées uniquement; ce point est choisi sur la médiane la plus longue dans la partie de la vitre où le rayon de courbure «r» du vitrage est inférieur à 200 mm.

6.2.3.3 Éprouvettes

6.2.3.3.1 Huit vitres

6.3 Essai à la bille de 227 g

6.3.1 Appareillage

6.3.1.1 Bille d'acier trempé pleine et lisse ayant une masse de 227 ± 2 g.6.3.1.2 Dispositif permettant de laisser tomber la bille en chute libre de la hauteur indiquée au paragraphe 6.3.3, ou dispositif permettant d'imprimer à la bille une vitesse équivalente à celle qu'elle atteindrait en chute libre. En cas d'utilisation d'un dispositif lanceur, la tolérance par rapport à la vitesse atteinte en chute libre doit être de ± 1 %.6.3.1.3 Bâti, tel que celui représenté à la figure 1, composé de deux cadres en acier, aux bords usinés de 15 mm de largeur, emboîtés l'un dans l'autre et munis de joints en caoutchouc de 3 mm d'épaisseur, de 15 mm de large et de dureté 50 ± 10 DIDC (degrés internationaux de dureté du caoutchouc).

Le cadre inférieur repose sur une caisse en acier de 150 mm de haut. L'éprouvette est maintenue en place par le cadre supérieur, dont la masse est de 3 kg. Le bâti est soudé sur une plaque d'acier de 12 mm d'épaisseur posée sur le sol avec interposition d'une plaque de caoutchouc de 3 mm d'épaisseur et de dureté 50 ± 10 DIDC.

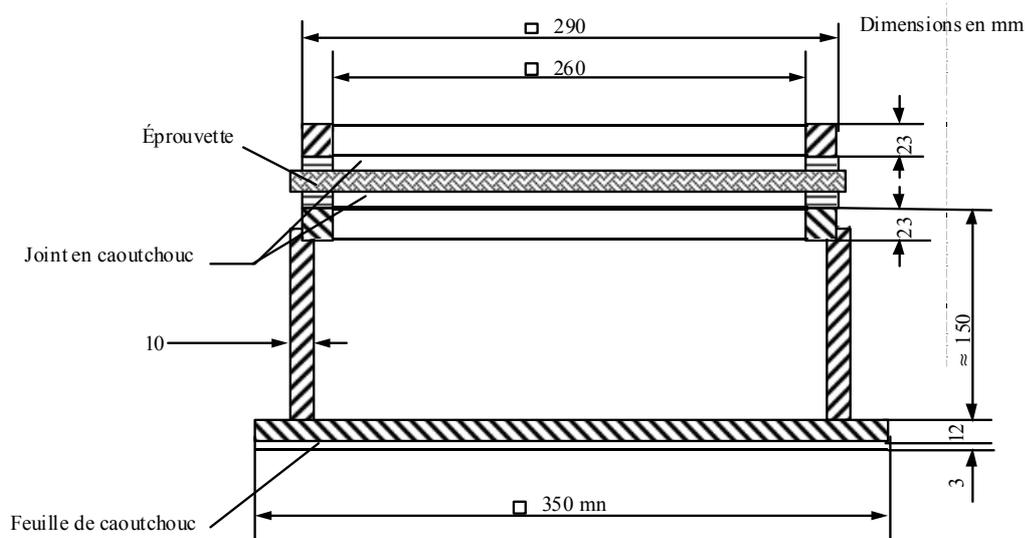


Figure 1. Bâti pour essais à la bille

6.3.2 Mode opératoire

6.3.2.1 Conditionner l'éprouvette à la température indiquée au paragraphe 6.1.1 pendant au moins 4 h, immédiatement avant le début de l'essai. Pour les pare-brise en verre feuilleté ou en feuilles verre-plastique, la température est celle indiquée au paragraphe 6.3.3.4.

- 6.3.2.2 Placer l'éprouvette sur le bâti décrit au paragraphe 6.3.2.3. Le plan de l'éprouvette doit être perpendiculaire à la direction incidente de la bille à 3° près.
- 6.3.2.3 L'emplacement du point d'impact doit se trouver au maximum à 25 mm du centre géométrique de l'éprouvette, pour une hauteur de chute inférieure ou égale à 6 m, et au maximum à 50 mm du centre de l'éprouvette, pour une hauteur de chute supérieure à 6 m.
- 6.3.2.4 La bille doit frapper la face externe de l'éprouvette.
- 6.3.2.5 La bille ne doit frapper l'éprouvette qu'une seule fois.
- 6.3.3 Hauteur de chute
- 6.3.3.1 La hauteur de chute doit être mesurée entre le point inférieur de la bille et la face supérieure de l'éprouvette.
- 6.3.3.2 Pour les vitrages en verre à trempe uniforme, la hauteur de chute est de $2\text{ m }^{+5}_{-0}\text{ mm}$.
- 6.3.3.3 Pour les vitrages en verre feuilleté ou en feuilles verre-plastique, la hauteur de chute est de $9\text{ m }^{+25}_{-0}\text{ mm}$.
- 6.3.3.4 Pour les pare-brise en verre feuilleté ou en feuilles verre-plastique, la hauteur de chute et la masse des fragments détachés doivent satisfaire aux limites indiquées dans le tableau ci-dessous, où e représente l'épaisseur nominale de l'échantillon soumis à l'essai. Une tolérance de $^{+25}_{-0}\text{ mm}$ est admise pour la hauteur de chute. Dix éprouvettes doivent être essayées à une température de $+40 \pm 2\text{ °C}$ et dix autres à une température de $-20 \pm 2\text{ °C}$.

Épaisseur nominale des éprouvettes mm	$+40 \pm 2\text{ °C}$		$-20 \pm 2\text{ °C}$	
	Hauteur de chute m	Masse maximale autorisée des fragments g	Hauteur de chute m	Masse maximale autorisée des fragments g
$e \leq 4,5$	9	12	8,5	12
$4,5 < e \leq 5,5$	9	15	8,5	15
$5,5 < e \leq 6,5$	9	20	8,5	20
$e > 6,5$	9	25	8,5	25

6.3.4 Éprouvettes

6.3.4.1 Les éprouvettes doivent être des sections planes de 300 x 300 mm fabriquées spécialement ou découpées dans la portion la plus plane d'un pare-brise ou d'un autre vitrage.

6.3.4.2 Il peut également s'agir de produits finis pouvant être posés sur l'appareillage décrit au paragraphe 6.3.1.

6.3.4.3 Si les éprouvettes sont bombées, il faut veiller à assurer un contact suffisant avec leur support.

6.4 Essai à la bille de 2 260 g

6.4.1 Appareillage

6.4.1.1 Bille d'acier trempé pleine ayant une masse de $2\,260 \pm 20$ g.

6.4.1.2 Dispositif permettant de laisser tomber la bille en chute libre de la hauteur indiquée au paragraphe 6.4.2.7 ou dispositif permettant d'imprimer à la bille une vitesse équivalente à celle qu'elle atteindrait en chute libre. En cas d'utilisation d'un dispositif lanceur, la tolérance par rapport à la vitesse atteinte en chute libre doit être de $\pm 1\%$.

6.4.1.3 Bâti tel que celui représenté à la figure 1 et décrit au paragraphe 6.3.1.3.

6.4.2 Mode opératoire

6.4.2.1 Conditionner l'éprouvette à la température indiquée au paragraphe 6.1.1 pendant au moins 4 h, immédiatement avant le commencement de l'essai.

6.4.2.2 Placer l'éprouvette sur le bâti. Le plan de l'éprouvette doit être perpendiculaire à la direction incidente de la bille à 3° près.

6.4.2.3 Dans le cas d'un vitrage en feuilles verre-plastique, l'éprouvette doit être plaquée sur son support au moyen de pinces. Les autres vitrages n'ont pas à être fixés avec des pinces.

6.4.2.4 L'emplacement du point d'impact doit se trouver au maximum à 25 mm du centre géométrique de l'éprouvette.

6.4.2.5 La bille doit frapper la face interne de l'éprouvette.

6.4.2.6 La bille ne doit frapper l'éprouvette qu'une seule fois.

6.4.3 Hauteur de chute

6.4.3.1 La hauteur de chute doit être mesurée entre le point inférieur de la bille et la face supérieure de l'éprouvette.

- 6.4.3.2 La hauteur de chute est de $4,0 \text{ m }^{+5}_{-0} \text{ mm}$.
- 6.4.4 Éprouvettes
- 6.4.4.1 Les éprouvettes doivent être des sections planes de $300 \times 300 \text{ mm}$, fabriquées spécialement ou découpées dans la portion la plus plane d'un pare-brise.
- 6.4.4.2 Il peut également s'agir de produits finis pouvant être posés sur l'appareillage décrit au paragraphe 6.3.1.
- 6.4.4.3 Si les éprouvettes sont bombées, il faut veiller à assurer un contact suffisant avec leur support.
- 6.5 Essai à la tête d'essai
- 6.5.1 Appareillage
- 6.5.1.1 Tête d'essai
- 6.5.1.1.1 Tête d'essai sphérique ou hémisphérique, réalisée en contreplaqué de feuillus et munie d'une protection en feutre amovible et éventuellement d'une traverse en bois. Entre la partie sphérique et la traverse se trouve une pièce intermédiaire simulant le cou et, de l'autre côté de la traverse, une tige de montage.

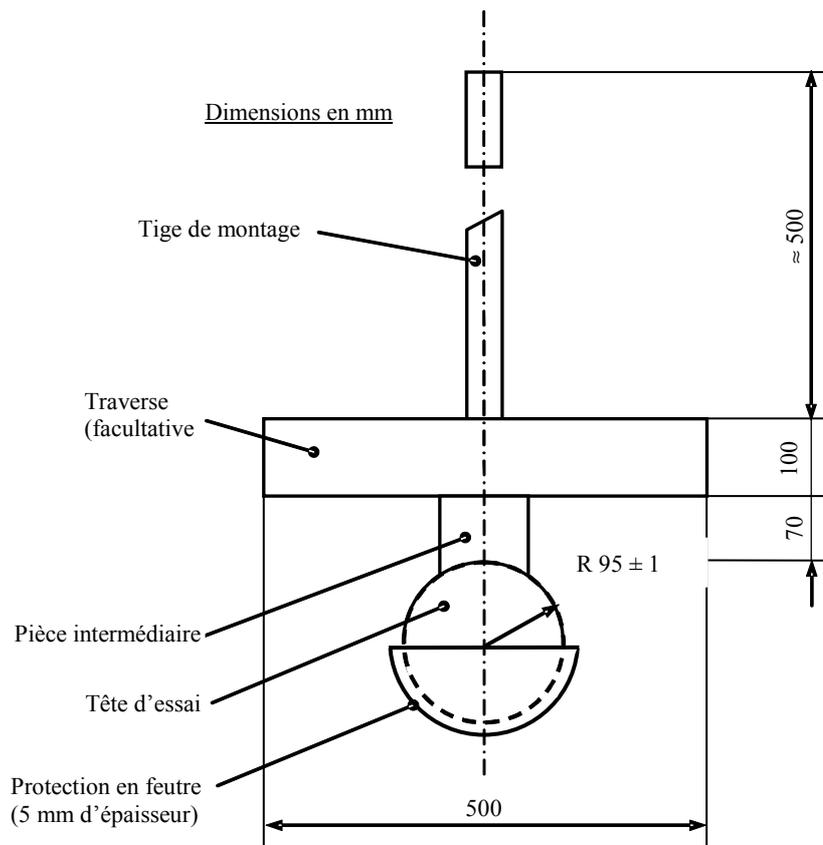


Figure 2. Tête d'essai

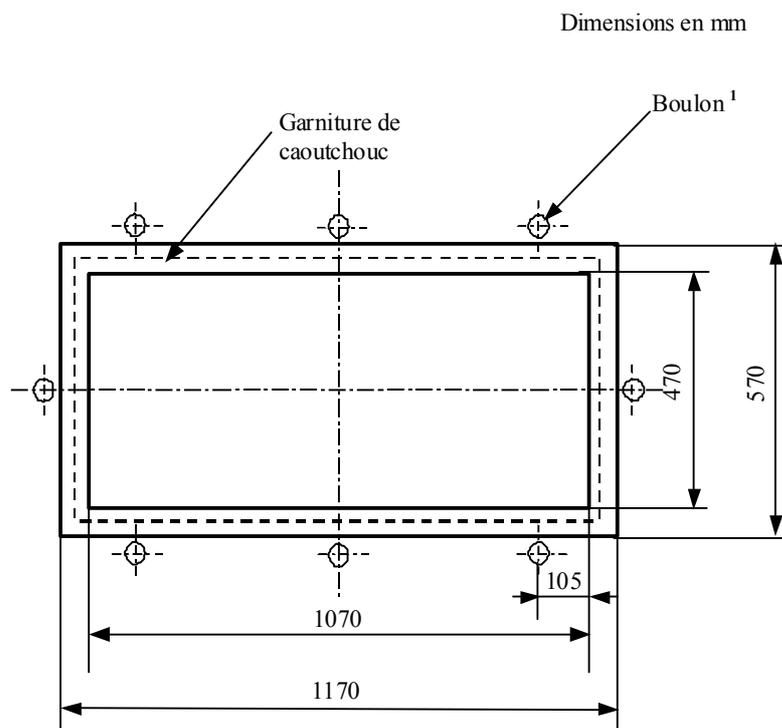
6.5.1.1.2 Les dimensions sont indiquées sur la figure 2.

6.5.1.1.3 La tête d'essai a une masse totale de $10 \pm 0,2$ kg.

6.5.1.2 Dispositif permettant de laisser tomber la tête d'essai en chute libre d'une hauteur à préciser, ou dispositif permettant d'imprimer à la tête d'essai une vitesse équivalant à celle qu'elle atteindrait en chute libre. En cas d'utilisation d'un dispositif lanceur, la tolérance par rapport à la vitesse atteinte en chute libre doit être de ± 1 %.

6.5.1.3 Bâti, tel que celui représenté à la figure 3, pour les essais sur éprouvettes planes.

Le bâti est composé de deux cadres en acier, aux bords usinés de 50 mm de large, emboîtés l'un dans l'autre et munis de joints en caoutchouc de 3 mm d'épaisseur, de 15 ± 1 mm de large et d'une dureté de 70 ± 10 DIDC. Le cadre supérieur est plaqué contre le cadre inférieur par huit boulons au moins. Les boulons sont serrés de manière que le déplacement de l'éprouvette pendant l'essai ne dépasse pas 2 mm.



¹ Le couple minimal recommandé pour M 20 est de 30 Nm.

Figure 3. Bâti pour les essais à la tête d'essai sur des éprouvettes planes

- 6.5.1.4 Support pour pare-brise.
- Le support doit être formé par une pièce rigide correspondant à la forme du pare-brise de manière que la tête d'essai frappe la face interne du pare-brise. Il comporte une couche interposée faite d'une bande de caoutchouc ayant une dureté de 70 ± 10 DIDC, une épaisseur de 3 mm et une largeur de 15 mm. Le support doit reposer sur un bâti rigide avec interposition d'une feuille de caoutchouc ayant une dureté de 70 ± 10 DIDC et une épaisseur de 3 mm.
- 6.5.2 Mode opératoire pour les essais sur éprouvettes planes.
- 6.5.2.1 Conditionner l'éprouvette à la température indiquée au paragraphe 6.1.1 pendant au moins 4 h, immédiatement avant le début de l'essai.
- 6.5.2.2 Fixer l'éprouvette dans le cadre formant le bâti décrit au paragraphe 6.5.1.3.
- 6.5.2.3 Le plan de l'éprouvette doit être perpendiculaire à la direction incidente de la tête d'essai à 3° près.
- 6.5.2.4 La tête d'essai doit frapper la face interne de l'éprouvette, à une distance maximale de 40 mm de son centre géométrique.
- 6.5.2.5 La tête d'essai ne doit frapper l'éprouvette qu'une seule fois.
- 6.5.2.6 La surface d'impact de la protection en feutre doit être remplacée après 12 essais consécutifs.
- 6.5.3 Mode opératoire pour les essais sur pare-brise
- 6.5.3.1 Conditionner le spécimen à la température indiquée au paragraphe 6.1.1 pendant au moins 4 h, immédiatement avant l'essai.
- 6.5.3.2 Poser le pare-brise sur un support tel que celui décrit au paragraphe 6.5.1.4.
- 6.5.3.3 Le plan du pare-brise doit être perpendiculaire à la direction incidente de la tête d'essai à 3° près.
- 6.5.3.4 La tête d'essai doit frapper la face interne du pare-brise, à une distance maximale de 40 mm de son centre géométrique.
- 6.5.3.5 La tête d'essai ne doit frapper l'éprouvette qu'une seule fois.
- 6.5.3.6 La surface d'impact de la protection en feutre doit être remplacée après 12 essais consécutifs.
- 6.5.4 Hauteur de chute
- 6.5.4.1 La hauteur de chute doit être mesurée entre la partie inférieure de la tête d'essai et la face supérieure de l'éprouvette.

- 6.5.4.2 Elle doit être de $1,5 \text{ m}_{-5}^{+0}$ mm pour les essais effectués sur les pare-brise et sur les éprouvettes planes dans le cas des doubles vitrages.
- 6.5.5 Éprouvettes
- 6.5.5.1 Les éprouvettes visées au paragraphe 6.5.2 doivent être planes et mesurer $1\ 100 \times 500 \text{ }_{-2}^{+10}$ mm.
- 6.5.5.2 Les spécimens visés au paragraphe 6.5.3 doivent être des pare-brise.
- 6.6 Essai de résistance à l'abrasion
- 6.6.1 Appareillage
- 6.6.1.1 Dispositif d'abrasion tel que représenté à la figure 4² et composé des éléments suivants:
- 6.6.1.1.1 Un plateau horizontal fixé en son centre, tournant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre à une vitesse comprise entre 65 et 75 tr/min.
- 6.6.1.1.2 Deux bras parallèles lestés portant chacun un galet abrasif spécial tournant librement sur un axe horizontal à roulement à billes, chaque galet reposant sur l'éprouvette sous la pression appliquée par une masse de 500 g.
- 6.6.1.1.3 Le plateau tournant du dispositif d'abrasion doit tourner avec régularité, sensiblement dans un même plan (le voile maximal, mesuré à une distance de 1,6 mm de la périphérie du plateau doit être de $\pm 0,05$ mm).
- 6.6.1.1.4 Les galets sont montés de manière que, lorsqu'ils sont en contact avec l'éprouvette en mouvement, ils tournent en sens inverse l'un de l'autre et exercent ainsi une action compressive et abrasive selon une piste circulaire de 30 cm^2 environ, deux fois par tour.

² Un exemple de dispositif de ce type est celui fabriqué par Teledyne Taber (États-Unis d'Amérique).

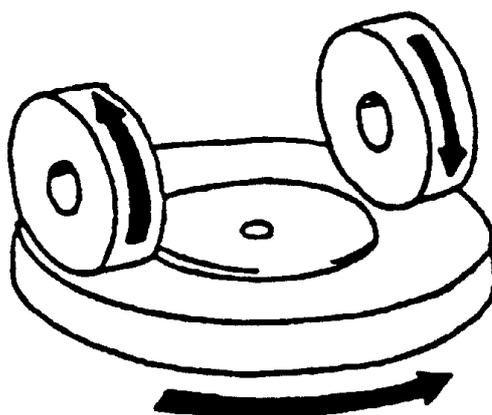


Figure 4. Schéma du dispositif d'abrasion

- 6.6.1.2 Galets abrasifs³, mesurant 45 à 50 mm de diamètre et 12,5 mm d'épaisseur, et constitués d'un matériau abrasif spécial en poudre fine, noyé dans une masse de caoutchouc de dureté moyenne.
- 6.6.1.2.1 Les galets doivent présenter une dureté de 72 ± 5 DIDC, celle-ci étant mesurée en quatre points également espacés sur l'axe de la surface abrasive, la pression étant appliquée verticalement le long d'un diamètre; les valeurs devant être relevées 10 s après la pleine application de la pression.
- 6.6.1.2.2 Les galets abrasifs doivent être rodés très lentement sur une feuille de verre plate, afin de présenter une surface parfaitement régulière.
- 6.6.1.3 Source lumineuse constituée d'une lampe à incandescence dont le filament est contenu dans un volume parallélépipédique de 1,5 mm x 1,5 mm x 3 mm. La tension appliquée au filament de l'ampoule doit être telle que sa température de couleur soit de $2\,856 \pm 50$ K. Cette tension doit être stabilisée à $\pm 1/1\,000$.
- 6.6.1.4 Système optique composé d'une lentille ayant une distance focale «f» égale à 500 mm au moins et corrigée pour les aberrations chromatiques.
- 6.6.1.4.1 La pleine ouverture de la lentille ne doit pas dépasser $f/20$.
- 6.6.1.4.2 La distance entre la lentille et la source lumineuse doit être réglée de manière à obtenir un faisceau lumineux sensiblement parallèle.
- 6.6.1.4.3 Placer un diaphragme pour limiter le diamètre du faisceau lumineux à 7 ± 1 mm. Ce diaphragme doit être placé à une distance de 100 ± 50 mm de la lentille, du côté opposé à la source lumineuse.

³ Des galets de ce type sont par exemple fabriqués par Teledyne Taber (États-Unis d'Amérique).

- 6.6.1.5 Appareil de mesure de la lumière diffuse (fig. 5) constitué d'une cellule photoélectrique ayant une sphère d'intégration de 200 à 250 mm de diamètre; la sphère doit être munie d'ouvertures d'entrée et de sortie de la lumière. L'ouverture d'entrée doit être circulaire et son diamètre doit être d'au moins le double de celui du faisceau lumineux. L'ouverture de sortie de la sphère doit être équipée soit d'un piège à lumière, soit d'un étalon de réflectivité, selon le mode opératoire défini au paragraphe 6.6.2.6. Le piège à lumière doit absorber toute la lumière lorsqu'aucune éprouvette n'est placée sur le trajet du faisceau lumineux.
- 6.6.1.5.1 L'axe du faisceau lumineux doit passer par le centre des ouvertures d'entrée et de sortie. Le diamètre de l'ouverture de sortie «b» doit être égal à $2a \operatorname{tg} 4^\circ$, a étant le diamètre de la sphère. La cellule photoélectrique doit être placée de manière qu'elle ne puisse être atteinte par la lumière provenant directement de l'ouverture d'entrée ou de l'étalon de réflectivité.
- 6.6.1.5.2 Les surfaces intérieures de la sphère d'intégration et de l'étalon de réflectivité doivent présenter des facteurs de réflexion pratiquement égaux; elles doivent être mates et non sélectives.
- 6.6.1.5.3 Le signal de sortie de la cellule photoélectrique doit être linéaire à $\pm 2\%$ dans la gamme d'intensités lumineuses utilisée. La réalisation de l'appareil doit être telle qu'aucune déviation de l'aiguille du galvanomètre ne se produise lorsque la sphère n'est pas éclairée.
- 6.6.1.5.4 L'ensemble de l'appareillage doit être vérifié à intervalles réguliers au moyen d'étalons calibrés d'atténuation de visibilité.

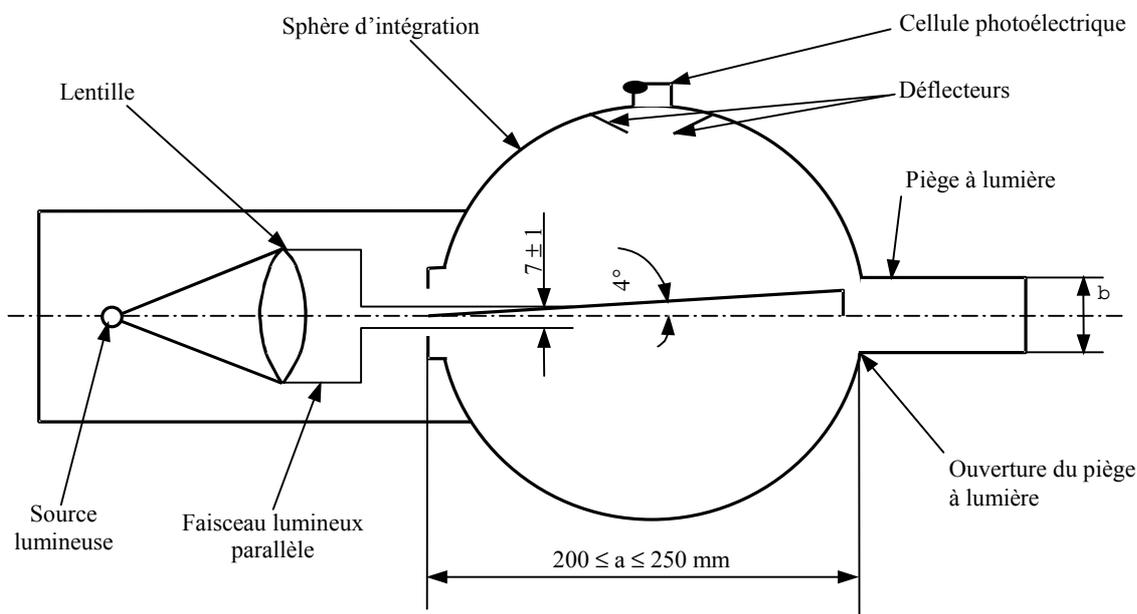


Figure 5. Appareil de mesure du voile

6.6.2 Mode opératoire

6.6.2.1 L'essai d'abrasion doit être réalisé sur la face de l'éprouvette qui représente la face externe de la vitre et également sur la face interne si celle-ci est en matière plastique.

6.6.2.2 Immédiatement avant et après l'abrasion, nettoyer les éprouvettes de la manière suivante:

- a) nettoyer avec un chiffon de toile de lin et de l'eau courante propre;
- b) rincer avec de l'eau distillée ou déminéralisée;
- c) sécher à l'oxygène ou à l'azote;
- d) éliminer toutes traces possibles d'eau en tamponnant doucement avec un chiffon de toile de lin humide. Si nécessaire, sécher en pressant légèrement entre deux chiffons de toile de lin.

Tout traitement aux ultrasons est interdit.

6.6.2.3 Après le nettoyage, les éprouvettes ne doivent être manipulées que par leurs bords et mises à l'abri de toute détérioration ou contamination de leurs surfaces.

6.6.2.4 Conditionner à nouveau les éprouvettes comme indiqué au paragraphe 6.1 durant 48 h au minimum.

6.6.2.5 Placer l'éprouvette directement contre l'ouverture d'entrée de la sphère d'intégration. L'angle entre la perpendiculaire à sa surface et l'axe du faisceau lumineux ne doit pas dépasser 8°.

6.6.2.6 Faire alors les quatre mesures suivantes:

Mesure	Avec éprouvette	Avec piège à lumière	Avec étalon de réflectivité	Quantité représentée
T ₁	Non	Non	Oui	Lumière incidente
T ₂	Oui	Non	Oui	Lumière totale transmise par l'éprouvette
T ₃	Non	Oui	Non	Lumière diffusée par l'appareil
T ₄	Oui	Oui	Non	Lumière diffusée par l'appareil et l'éprouvette

6.6.2.7 Répéter les mesures T₁, T₂, T₃ et T₄ avec d'autres positions données de l'éprouvette pour en déterminer l'uniformité.

6.6.2.8 Calculer le facteur de transmission totale $T_t = T_2 / T_1$.

6.6.2.9 Calculer le facteur de transmission diffuse « T_d » à l'aide de la formule:

$$T_d = \frac{T_4 - T_3(T_2 / T_1)}{T_1 - T_3}$$

6.6.2.10 Calculer le pourcentage de voile ou de diffusion de la lumière, ou les deux, à l'aide de la formule ci-dessous:

6.6.2.11 Pourcentage de voile ou de diffusion de la lumière, ou les deux = $\frac{T_d}{T_t} \times 100 \%$

6.6.2.12 Mesurer la valeur initiale de voile de l'éprouvette en au moins quatre points également espacés dans la zone non soumise à l'abrasion d'après la formule ci-dessus. Faire la moyenne des résultats obtenus pour chaque éprouvette. Au lieu d'effectuer quatre mesures, on peut obtenir une valeur moyenne en faisant tourner l'éprouvette à une vitesse constante de 3 tr/s ou davantage.

6.6.2.13 Effectuer, pour chaque type de vitrage de sécurité, trois essais sous la même charge. À l'issue de l'essai d'abrasion, mesurer l'abrasion d'après l'effet de voile.

6.6.2.14 Mesurer la lumière diffusée par la piste soumise à l'abrasion en au moins quatre points également espacés le long de cette piste d'après la formule ci-dessus. Faire la moyenne des résultats obtenus pour chaque éprouvette. Au lieu d'effectuer quatre mesures, on peut obtenir une valeur moyenne en faisant tourner l'éprouvette à une vitesse constante de 3 tr/s ou davantage.

6.6.3 Éprouvettes

6.6.3.1 Les éprouvettes doivent être des sections planes de 100 x 100 mm.

6.7 Essai de résistance aux hautes températures

6.7.1 Mode opératoire

6.7.1.1 Chauffer l'éprouvette à 100 °C.

6.7.1.2 Maintenir cette température durant 2 h et laisser ensuite l'éprouvette revenir à la température indiquée au paragraphe 6.1.1.

6.7.1.3 Si l'éprouvette a ses deux surfaces extérieures en matériau non organique, l'essai peut être conduit en immergeant l'éprouvette verticalement dans l'eau bouillante pendant le temps prescrit, en prenant soin d'éviter tout choc thermique indésirable.

6.7.2 Éprouvettes

6.7.2.1 Les éprouvettes doivent être des sections planes de 300 x 300 mm, fabriquées spécialement ou découpées dans la portion la plus plane de trois pare-brise ou de

trois vitres, suivant le cas, et dont l'un des côtés correspond au bord supérieur du vitrage.

6.8 Essai de résistance au rayonnement

6.8.1 Appareillage

6.8.1.1 Source de rayonnement constituée d'une lampe à vapeur de mercure moyenne pression, comportant un tube de quartz ne produisant pas d'ozone dont l'axe est monté verticalement. Les dimensions nominales de la lampe doivent être de 360 mm pour la longueur et de 9,5 mm pour le diamètre. La longueur de l'arc doit être de 300 ± 4 mm. La puissance d'alimentation de la lampe doit être de 750 ± 50 W.

Toute autre source de rayonnement produisant le même effet que la lampe définie ci-dessus peut être utilisée. Pour vérifier que les effets d'une autre source sont les mêmes, une comparaison doit être faite en mesurant la quantité d'énergie émise dans une bande de longueurs d'onde allant de 300 à 450 nanomètres, toutes les autres longueurs d'onde étant éliminées à l'aide de filtres adéquats.

6.8.1.2 Transformateur d'alimentation et condensateur capables de fournir à la lampe mentionnée au paragraphe 6.8.1.1 une tension d'amorçage de 1 100 V minimum et une tension de fonctionnement de 500 ± 50 V.

6.8.1.3 Dispositif destiné à maintenir et à faire tourner les échantillons entre 1 et 5 tr/min autour de la source de rayonnement placée en position centrale, de façon à assurer une exposition régulière.

6.8.2 Mode opératoire

6.8.2.1 Vérifier le facteur de transmission régulière de la lumière déterminé conformément aux dispositions du paragraphe 6.11 sur trois éprouvettes avant qu'elles aient subi l'exposition. Protéger du rayonnement une partie de chaque éprouvette, puis placer les éprouvettes dans l'appareil d'essai, leur longueur étant parallèle à l'axe de la lampe et à 230 mm de celui-ci. Maintenir la température des éprouvettes à 45 ± 5 °C tout au long de l'essai.

6.8.2.2 Orienter la face de chaque éprouvette représentant la face extérieure de la vitre du véhicule vers la lampe.

6.8.2.3 Le temps d'exposition doit être de 100 h. Chaque éprouvette doit être soumise à un rayonnement tel que l'irradiation en chaque point de l'éprouvette produise sur l'intercalaire le même effet que celui produit par un rayonnement solaire de $1\,400 \text{ W/m}^2$ pendant 100 h.

6.8.2.4 Après exposition, mesurer à nouveau le coefficient de transmission régulière de la lumière sur la surface exposée de chaque éprouvette.

6.8.3 Éprouvettes

6.8.3.1 Les éprouvettes doivent être des sections planes de 76 x 300 mm ou 300 x 300 mm, fabriquées spécialement ou découpées dans trois pare-brise ou trois vitres, suivant le cas, et dont l'un des côtés correspond au bord supérieur du vitrage.

6.9 Essai de résistance à l'humidité

6.9.1 Mode opératoire

6.9.1.1 Placer verticalement les échantillons durant deux semaines dans un récipient clos où la température est maintenue à 50 ± 2 °C et l'humidité relative à 95 ± 4 %.

6.9.1.2 Si plusieurs éprouvettes sont essayées en même temps, elles doivent être suffisamment espacées.

6.9.1.3 Des précautions doivent être prises afin que le condensat se formant sur les parois ou le plafond de l'enceinte d'essai ne tombe pas sur les éprouvettes.

6.9.1.4 Avant l'évaluation des résultats, les éprouvettes en verre feuilleté devront être stockées pendant 2 h dans les conditions indiquées au paragraphe 6.1.

6.9.1.5 Avant l'évaluation des résultats, les éprouvettes en verre doublé de matière plastique et en feuilles verre-plastique devront être stockées 48 h dans les conditions indiquées au paragraphe 6.1.

6.9.2 Éprouvettes

6.9.2.1 Les éprouvettes doivent mesurer 300 x 300 mm et avoir été fabriquées spécialement ou découpées dans trois pare-brise ou trois vitres, suivant le cas. L'un des côtés au moins doit correspondre à un bord du vitrage.

6.10 Essai de résistance aux changements de température

6.10.1 Mode opératoire

6.10.1.1 Les éprouvettes sont placées dans une enceinte à une température de -40 ± 5 °C pendant 6 h; elles sont ensuite mises à l'air libre à une température de 23 ± 2 °C pendant 1 h, ou jusqu'à ce qu'elles atteignent la température d'équilibre.

6.10.1.2 Elles sont ensuite placées dans un courant d'air à une température de 72 ± 2 °C pendant 3 h.

6.10.1.3 Après avoir été à nouveau mises à l'air libre à une température de 23 ± 2 °C et après refroidissement jusqu'à cette température, les éprouvettes sont examinées.

- 6.10.2 Éprouvettes
- 6.10.2.1 Les éprouvettes doivent être des sections planes de 300 mm x 300 mm, fabriquées spécialement ou découpées dans trois pare-brise ou vitres, selon le cas.
- 6.11 Essai de transmission de la lumière
- 6.11.1 Appareillage
- 6.11.1.1 Source lumineuse constituée d'une lampe à incandescence dont le filament est contenu dans un volume parallélépipédique de 1,5 mm x 1,5 mm x 3 mm. La tension appliquée au filament de l'ampoule doit être telle que sa température de couleur soit de $2\,856 \pm 50$ K. Cette tension doit être stabilisée à $\pm 1/1\,000$.
- 6.11.1.2 Système optique composé d'une lentille de distance focale «f» égale à 500 mm au moins.
- 6.11.1.2.1 La pleine ouverture de la lentille ne doit pas dépasser f/20.
- 6.11.1.2.2 La distance entre la lentille et la source lumineuse doit être réglée de manière à obtenir un faisceau lumineux parallèle.
- 6.11.1.2.3 Placer un diaphragme pour limiter le diamètre du faisceau lumineux à 7 ± 1 mm. Ce diaphragme doit être placé à une distance de 100 ± 50 mm de la lentille, du côté opposé à la source lumineuse. La mesure doit être prise au centre du faisceau lumineux.
- 6.11.1.3 Appareil de mesure
- 6.11.1.3.1 Le récepteur doit présenter une sensibilité spectrale relative correspondant à l'efficacité lumineuse spectrale relative CIE⁴ pour l'observateur de référence photométrique pour la vision photopique. La surface sensible du récepteur doit être recouverte d'un diffuseur et doit être au moins égale à deux fois la section du faisceau lumineux parallèle émis par le système optique. Si l'on se sert d'une sphère d'intégration, l'ouverture de la sphère doit être au moins égale à deux fois la partie parallèle du faisceau lumineux.
- 6.11.1.3.2 L'ensemble récepteur-appareil de mesure doit avoir une linéarité égale au maximum à 2 % dans la partie utile de l'échelle.
- 6.11.1.3.3 Le récepteur doit être centré sur l'axe du faisceau lumineux.
- 6.11.2 Mode opératoire
- 6.11.2.1 La sensibilité du système de mesure doit être réglée de façon que l'appareil indiquant la réponse du récepteur affiche 100 graduations lorsque la vitre à

⁴ Commission internationale de l'éclairage.

essayer n'est pas placée sur le trajet lumineux. Lorsque le récepteur ne reçoit aucune lumière, l'appareil doit indiquer zéro.

6.11.2.2 Par rapport au récepteur, la vitre à essayer doit être placée à une distance égale à environ cinq fois son diamètre. Elle doit être intercalée entre le diaphragme et le récepteur; son orientation doit être réglée de façon que l'angle d'incidence du faisceau lumineux soit égal à $0 \pm 5^\circ$. Le facteur de transmission régulière de la lumière doit être mesuré sur la vitre de sécurité; lire, pour chacun des points mesurés, le nombre de divisions «n» sur l'appareil de mesure. Le coefficient de transmission régulière de la lumière τ_r est égal à $n/100$.

6.11.3 Éprouvettes

6.11.3.1 Les éprouvettes sont soit des échantillons plans soit des produits entiers.

6.11.3.2 Dans le cas des pare-brise, la zone d'essai est telle que définie au paragraphe 7.1.3.4.

6.12 Essai de distorsion optique

6.12.1 Appareillage

L'appareillage se compose des éléments suivants, disposés comme indiqué à la figure 6.

6.12.1.1 Projecteur possédant une source lumineuse ponctuelle de forte intensité.

6.12.1.1.1 Le projecteur doit présenter les caractéristiques suivantes:

6.12.1.1.1.1 Distance focale de 90 mm au moins;

6.12.1.1.1.2 Ouverture de 1/2,5;

6.12.1.1.1.3 Lampe quartz-halogène de 150 W (en cas d'utilisation sans filtre);

6.12.1.1.4 Lampe quartz-halogène de 250 W (en cas d'utilisation d'un filtre vert).

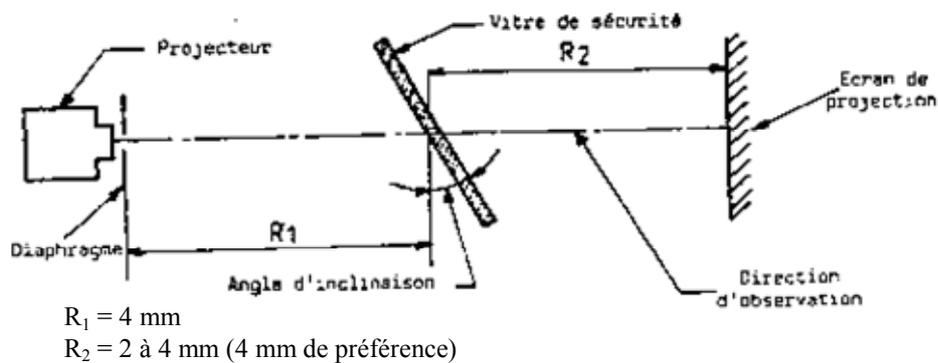


Figure 6. Disposition de l'appareillage pour l'essai de distorsion optique

6.12.1.1.4.1 Le dispositif de projection est représenté schématiquement à la figure 7. Un diaphragme de 8 mm de diamètre doit être placé à 10 mm de la lentille de l'objectif.

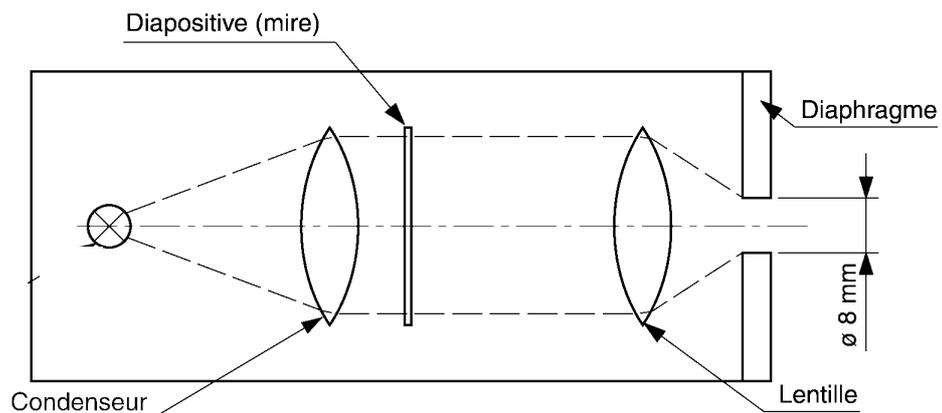


Figure 7. Disposition optique du projecteur

6.12.1.2 Diapositives (mires) formées, par exemple, d'un réseau de cercles clairs sur fond sombre (voir fig. 8). Les diapositives doivent être de définition et de contraste suffisants pour permettre d'effectuer des mesures avec une marge d'erreur inférieure à 5 %. En l'absence de vitrage à l'essai, les dimensions des cercles doivent être telles que, lorsqu'ils sont projetés, ils forment, sur l'écran, un réseau de cercles de diamètre

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \Delta x, \text{ où } \Delta x = 4 \text{ mm (voir fig. 6 et 9)}$$

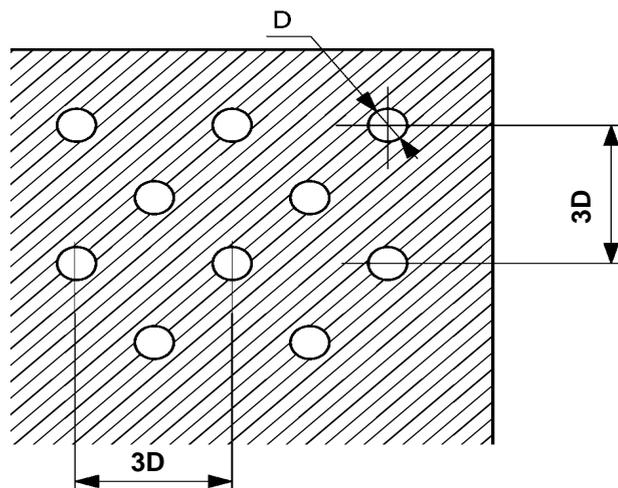


Figure 8. Portion agrandie de la mire

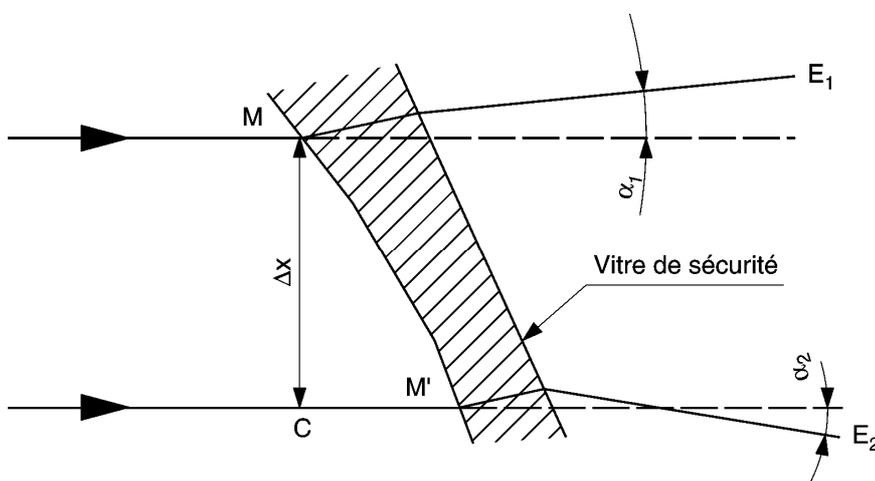


Figure 9. Représentation schématique de la distorsion

Notes:

$\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ est la distorsion optique dans la direction MM' .

$\Delta x = MC$ est la distance entre les deux droites parallèles à la direction d'observation et passant par les points M et M' .

6.12.1.3 Support permettant un balayage vertical et horizontal, une rotation du pare-brise et le montage de ce dernier sur toute la plage d'angles d'inclinaison.

6.12.1.4 Gabarit de contrôle servant à mesurer des modifications de dimensions. Une forme appropriée est représentée à la figure 10.

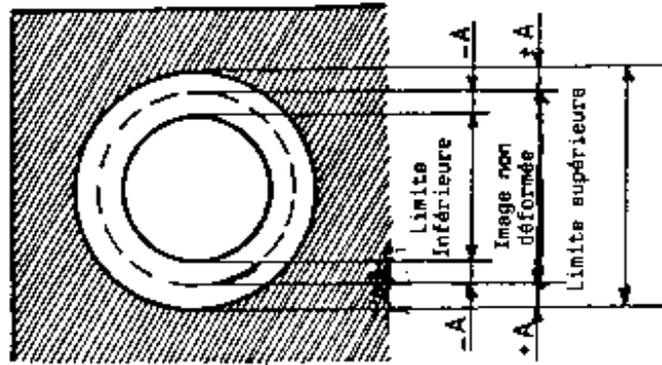


Figure 10. Exemple de gabarit de contrôle

- 6.12.2 Mode opératoire
 - 6.12.2.1 Généralités
 - 6.12.2.1.1 Monter le pare-brise sur le support selon l'angle d'inclinaison voulu.
 - 6.12.2.1.2 Projeter la diapositive d'essai à travers la surface à examiner.
 - 6.12.2.1.3 Tourner la vitre à essayer ou la déplacer horizontalement ou verticalement afin d'examiner toute la surface prévue.
 - 6.12.2.1.4 La distance Δx doit être de 4 mm.
 - 6.12.2.1.5 L'axe de projection dans le plan horizontal doit être maintenu pratiquement perpendiculaire à la trace du pare-brise dans ce plan.
 - 6.12.2.2 Calculer la valeur A (voir fig. 10) à partir de la valeur limite $\Delta\alpha_L$, pour le changement de déviation, et de la valeur R_2 , c'est-à-dire la distance entre la vitre de sécurité et l'écran de projection:

$$A = 0,145 \Delta\alpha_L \cdot R_2$$

La relation entre le changement de diamètre de l'image projetée Δd et le changement de déviation angulaire $\Delta\alpha$ est donnée par la formule:

$$\Delta d = 0,29 \Delta\alpha \cdot R_2,$$

où:

- Δd est exprimé en mm;
- A est exprimé en mm;
- $\Delta\alpha_L$ est exprimé en minutes d'arc;
- $\Delta\alpha$ est exprimé en minutes d'arc;
- R_2 est exprimé en m.

- 6.12.3 Expression des résultats. Évaluer la distorsion optique du pare-brise en mesurant Δd en tout point de la surface et dans toutes les directions, afin de trouver Δd max.
- 6.12.4 Autre méthode. En outre, il est permis de remplacer la méthode par projection par la technique strioscopique, à condition que la précision des mesures donnée au paragraphe 6.12.2.2 soit maintenue.
- 6.12.5 Spécimens
- 6.12.5.1 Les spécimens sont des pare-brise.
- 6.13 Essai de dédoublement de l'image
- 6.13.1 Essai à la cible
- 6.13.1.1 Appareillage
- 6.13.1.1.1 Cette méthode est basée sur l'examen, à travers le pare-brise, d'une cible éclairée. La cible peut être conçue de manière que l'essai puisse être effectué selon un simple classement «accepté/refusé».
- 6.13.1.1.2 La cible doit, de préférence, être de l'un des types suivants:
- 6.13.1.1.2.1 cible annulaire éclairée, dont le diamètre extérieur D sous-tend un angle de η minutes d'arc, en un point situé à x mètres (fig. 11 a)); ou
- 6.13.1.1.2.2 cible «couronne et rond central» éclairée, dont les dimensions sont telles que la distance D d'un point situé sur le bord du rond central au point le plus proche à l'intérieur de la couronne sous-tende un angle de η minutes d'arc, en un point situé à x mètres (fig. 11 b));
- où:
- η est la valeur limite de la séparation de l'image secondaire;
- x est la distance entre la vitre à essayer et la cible (non inférieure à 7 m);
- D est donné par la formule: $D = x \cdot \text{tg } \eta$
- 6.13.1.1.3 La cible éclairée se compose d'une boîte à lumière, de 300 mm x 300 mm x 150 mm.
- 6.13.1.2 Mode opératoire
- 6.13.1.2.1 La vitre à essayer doit être installée selon l'angle d'inclinaison prescrit, sur un support convenable de manière que l'observation se fasse dans le plan horizontal passant par le centre de la cible.
- 6.13.1.2.2 La boîte à lumière doit être observée dans un local obscur ou semi-obscur. Chacune des portions de la vitre à essayer doit être examinée afin de déceler la présence de toute image secondaire due à la cible éclairée.

- 6.13.1.2.3 La vitre à essayer doit être tournée de manière que la direction correcte d'observation soit maintenue. Une lunette peut être employée pour cet examen.
- 6.13.1.3 Expression des résultats. Déterminer si:
- 6.13.1.3.1 En se servant de la cible a) (voir fig. 11 a)), les images primaire et secondaire du cercle se séparent, c'est-à-dire si la valeur limite de η est dépassée; ou
- 6.13.1.3.2 En se servant de la cible b) (voir fig. 11 b)), l'image secondaire du rond central passe au-delà du point de tangence avec le bord intérieur du cercle, c'est-à-dire si la valeur limite de η est dépassée.

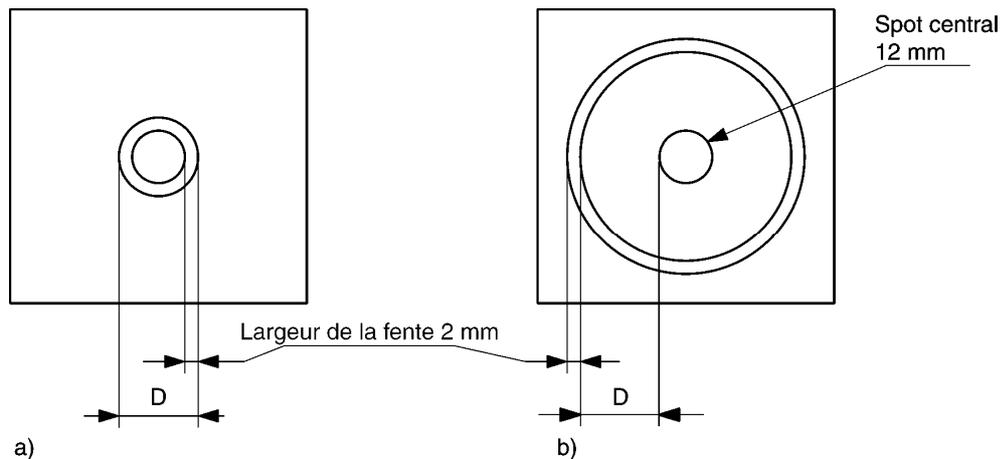
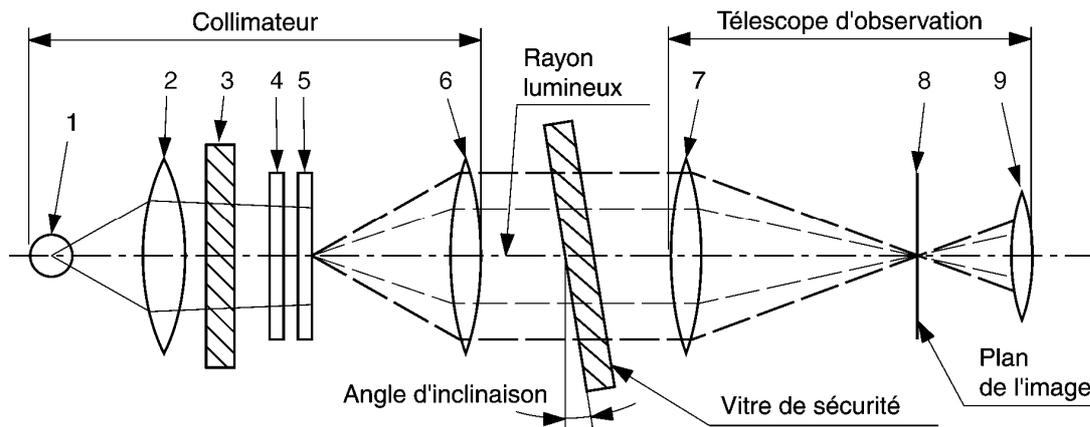


Figure 11. Dimensions des cibles

- 6.13.2 Essai au collimateur
- 6.13.2.1 Appareillage
- 6.13.2.1.1 L'appareillage, qui se compose d'un collimateur et d'un télescope, peut être réalisé selon la figure 12. Toutefois, on peut aussi utiliser tout autre système optique équivalent.



- 1) Ampoule
- 2) Condenseur, ouverture $> 8,6$ mm
- 3) Écran de verre dépoli, ouverture $>$ à celle du condenseur
- 4) Filtre coloré avec trou central de diamètre $\approx 0,3$ mm, diamètre $> 8,6$ mm
- 5) Plaque avec coordonnées polaires, diamètre $> 8,6$ mm
- 6) Lentille achromatique, $f \geq 86$ mm, ouverture = 10 mm
- 7) Lentille achromatique, $f \geq 86$ mm, ouverture = 10 mm
- 8) Point noir, diamètre $\approx 0,3$ mm
- 9) Lentille achromatique, $f = 20$ mm, ouverture < 10 mm

Figure 12. Appareillage pour l'essai au collimateur

6.13.2.2 Mode opératoire

- 6.13.2.2.1 Le collimateur forme, à l'infini, l'image d'un système en coordonnées polaires avec un point lumineux en son centre (voir fig. 13).
- 6.13.2.2.2 Dans le plan focal du télescope d'observation, un petit point opaque, de diamètre légèrement supérieur à celui du point lumineux projeté, est placé sur l'axe optique, occultant ainsi le point lumineux.
- 6.13.2.2.3 Lorsqu'une éprouvette présentant une image secondaire est placée entre le télescope et le collimateur, un deuxième point lumineux de moindre intensité est visible à une certaine distance au centre du système de coordonnées polaires. On peut considérer que la séparation d'image secondaire est représentée par la distance entre les deux points lumineux observée par l'intermédiaire du télescope d'observation (voir fig. 13).
- 6.13.2.2.4 La distance entre le point noir et le point lumineux au centre du système de coordonnées polaires représente la déviation optique.

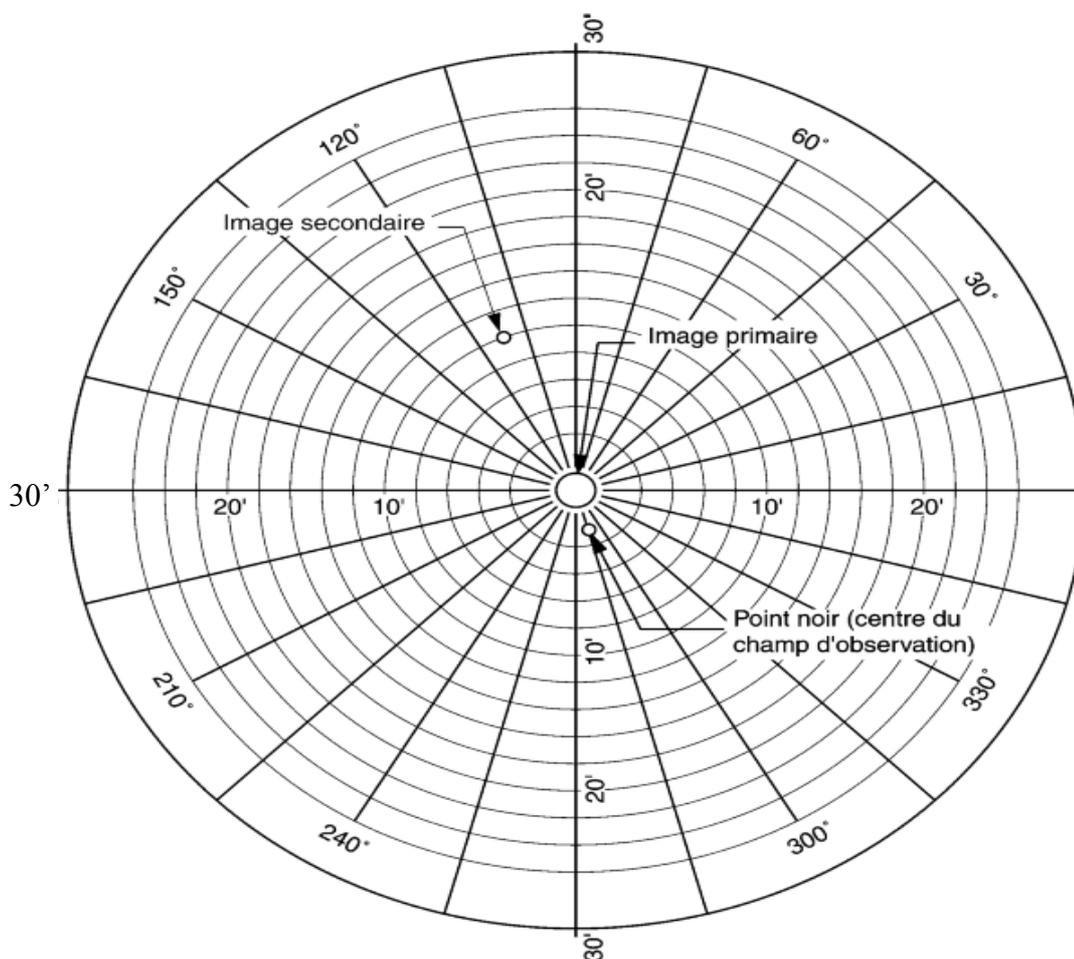


Figure 13. Exemple d'observation selon la méthode d'essai au collimateur

- 6.13.2.3 Expression des résultats. Examiner d'abord le pare-brise à l'aide d'une méthode simple pour déterminer la zone donnant l'image secondaire la plus importante. Examiner alors cette zone au moyen du télescope sous l'angle d'incidence approprié. Mesurer ensuite la séparation maximale d'image secondaire.
- 6.13.3 La direction de l'observation dans le plan horizontal doit être maintenue approximativement perpendiculaire à la trace du pare-brise dans ce plan.
- 6.13.4 Spécimens
 - 6.13.4.1 Les spécimens sont des pare-brise.
- 6.14 Essai de résistance au feu
 - 6.14.1 Appareillage
 - 6.14.1.1 Chambre de combustion

- 6.14.1.1.1 La chambre de combustion, représentée à la figure 14, a les dimensions indiquées à la figure 15.
- 6.14.1.1.2 La chambre de combustion est en acier inoxydable.
- 6.14.1.1.3. La face avant de cette chambre comporte une fenêtre d'observation résistante à la flamme qui peut la recouvrir totalement et qui peut servir de panneau d'accès.
- 6.14.1.1.4 Le fond de la chambre est percé de trous de ventilation et une fente d'aération fait tout le tour de sa partie supérieure.
- 6.14.1.1.5 La chambre repose sur quatre pieds hauts de 10 mm. Sur un des côtés, elle peut comporter un orifice pour l'introduction du porte-échantillon garni; de l'autre côté, une ouverture laisse passer le tuyau d'arrivée de gaz. La matière fondue est recueillie dans une cuvette (voir fig. 16), qui repose sur le fond de la chambre entre les trous de ventilation sans les recouvrir.

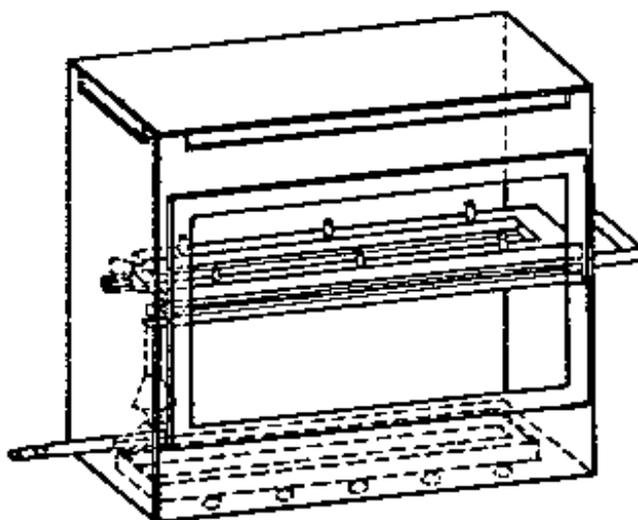


Figure 14. Exemple de chambre de combustion, avec porte-échantillon et cuvette

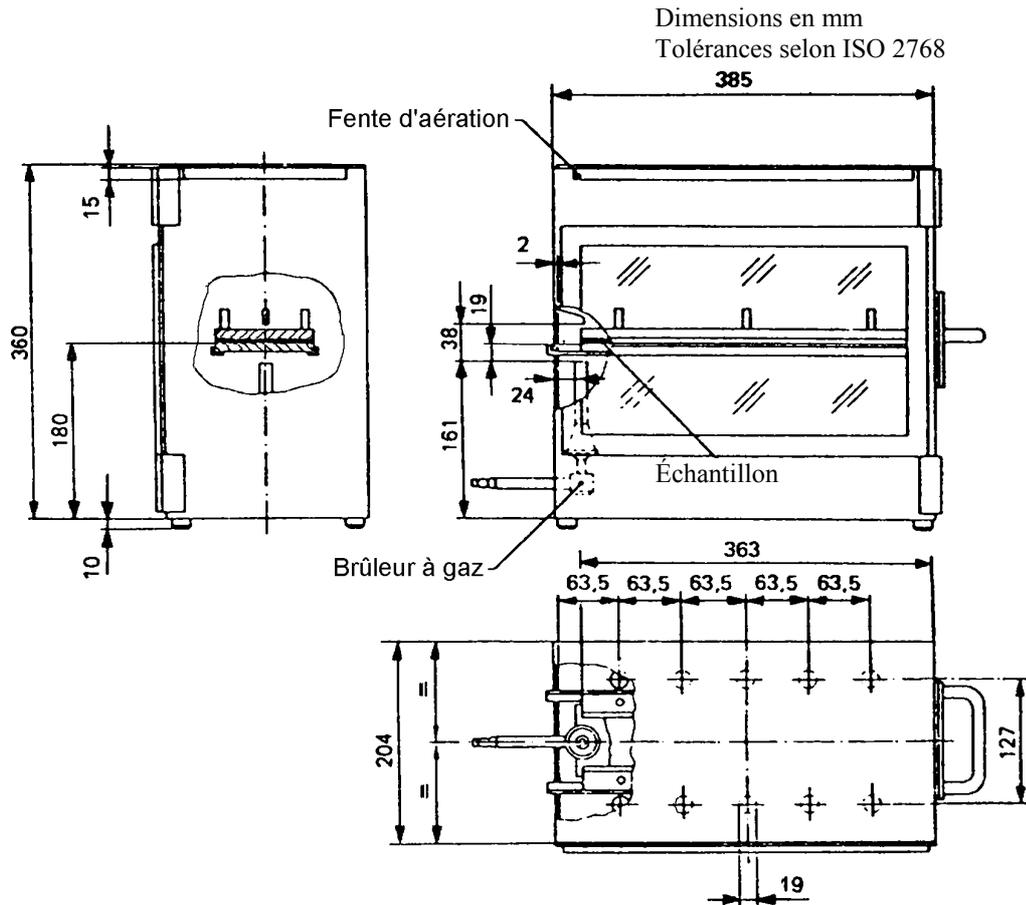


Figure 15. Exemple de chambre de combustion

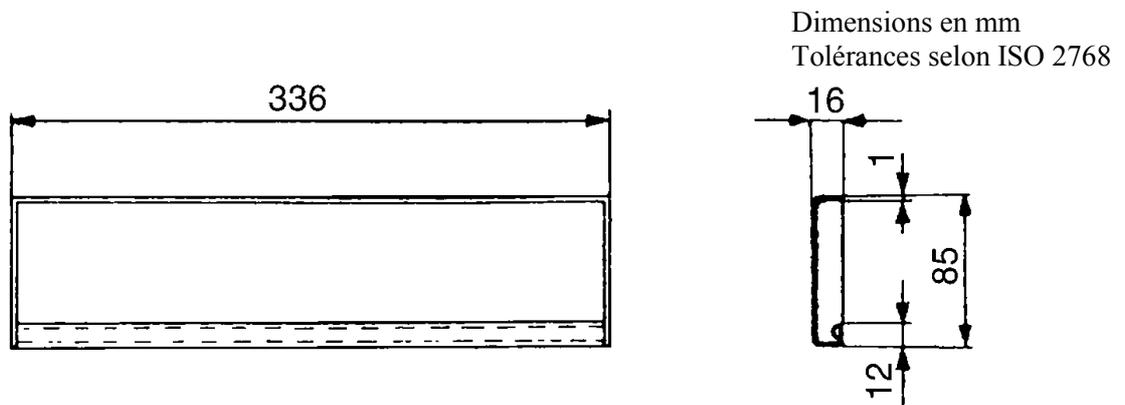


Figure 16. Exemple de cuvette

6.14.1.2 Porte-échantillon

6.14.1.2.1 Le porte-échantillon se compose de deux plaques de métal en U ou de cadres en matériau inoxydable en U. Ses dimensions sont données à la figure 17.

- 6.14.1.2.2 La plaque inférieure porte des tétons et la plaque supérieure les alésages correspondants pour assurer un bon positionnement de l'échantillon. Les tétons servent aussi de repères de mesure de la distance de combustion.
- 6.14.1.2.3 Une grille composée de fils résistant à la chaleur d'un diamètre de 0,25 mm, s'étendant d'un bord à l'autre du cadre, à intervalles de 25 mm, doit être posée sur la plaque inférieure du porte-échantillon (voir fig. 18).
- 6.14.1.2.4 Le plan de la face inférieure de l'échantillon doit être situé à 178 mm au-dessus de la plaque de fond. La distance entre le bord avant du porte-échantillon et l'extrémité de la chambre doit être de 22 mm; la distance entre les bords longitudinaux du porte-échantillon et les côtés de la chambre doit être de 50 mm (toutes dimensions mesurées à l'intérieur) (voir fig. 14 et 15).

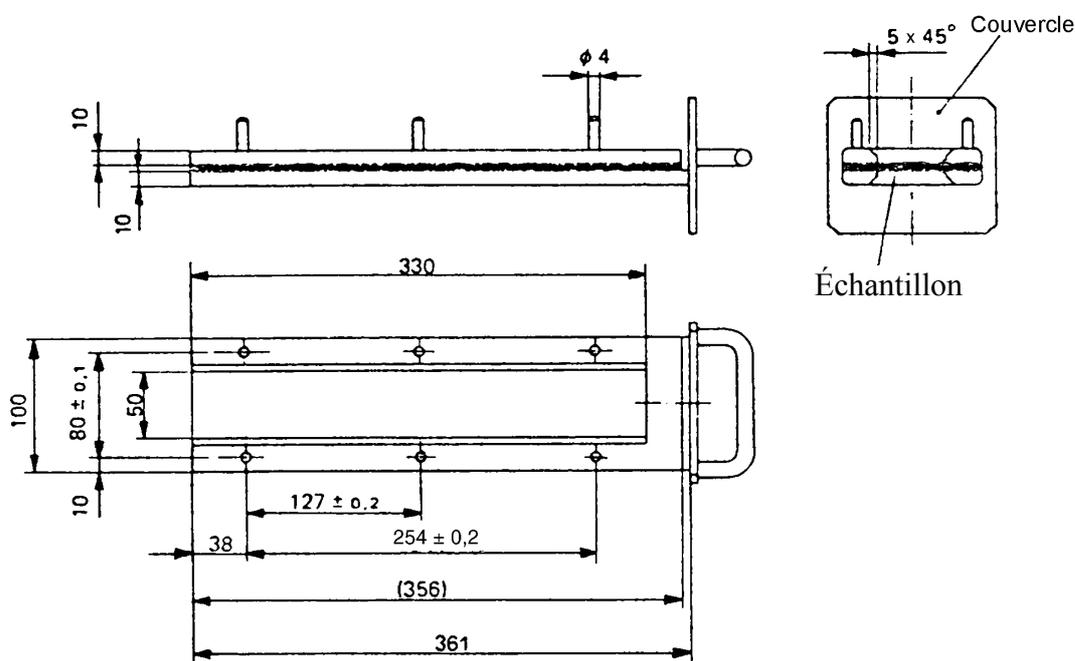


Figure 17. Exemple de porte-échantillon

Dimensions en mm
Tolérances selon ISO
2768

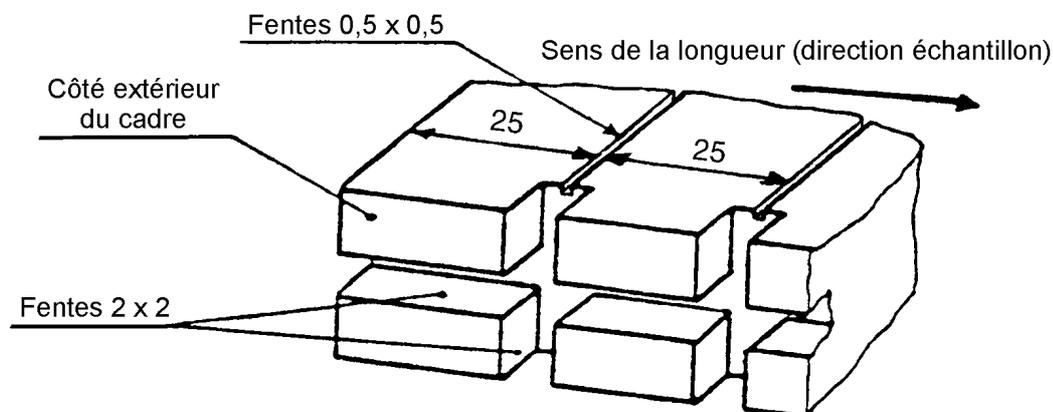


Figure 18. Vue en coupe de la plaque inférieure (en U) aménagée pour recevoir la grille de soutien

- 6.14.1.3 Brûleur à gaz. Il s'agit d'une petite source de flammes constituée par un bec Bunsen de 9,5 mm de diamètre intérieur. Celui-ci est placé dans la chambre de combustion de façon que le centre de la buse se trouve à 19 mm au dessous du centre du bord inférieur du côté ouvert de l'échantillon (voir fig. 15).
- 6.14.1.4 Gaz d'essai. Le gaz alimentant le bec doit avoir un pouvoir calorifique d'environ 38 MJ/m³ (par exemple gaz naturel).
- 6.14.1.5 Peigne en métal, d'une longueur d'au moins 110 mm et ayant sept ou huit dents à pointe arrondie, par 25 mm.
- 6.14.1.6 Chronomètre, précis à 0,5 s.
- 6.14.1.7 Hotte aspirante
- 6.14.1.7.1 La chambre de combustion peut être placée dans une hotte aspirante à condition que le volume interne de cette hotte soit entre 20 et 110 fois plus grand que celui de la chambre de combustion et qu'aucune de ses dimensions (hauteur, largeur ou profondeur) ne soit supérieure à 2,5 fois l'une des deux autres.
- 6.14.1.7.2 Avant l'essai, la vitesse verticale de l'air dans la hotte aspirante est mesurée à 100 mm en avant et en arrière de l'emplacement prévu pour la chambre de combustion. Elle doit être comprise entre 0,10 et 0,30 m/s, de façon à ce que l'opérateur ne soit pas incommodé par les produits de combustion. Il est possible d'utiliser une hotte à ventilation naturelle à condition que la vitesse de l'air y soit suffisante.

6.14.2 Mode opératoire

6.14.2.1 Conditionnement. Les échantillons doivent être maintenus entre 24 h et sept jours à une température de 20 ± 5 °C et une humidité relative de 60 ± 20 % et y rester jusqu'au moment de l'essai.

6.14.2.2 Placer les échantillons à surface molletonnée ou capitonnée sur une surface plane et les peigner deux fois contre le poil avec le peigne (par. 6.14.1.5).

6.14.2.3 Placer l'échantillon dans le porte-échantillon (par. 6.14.1.2.1) de façon à tourner le côté exposé vers le bas, en direction de la flamme.

6.14.2.4 Régler la flamme à une hauteur de 38 mm à l'aide du repère marqué sur la chambre, la prise d'air du bec étant fermée. La flamme doit avoir brûlé durant au moins une minute aux fins de stabilisation, avant le commencement des essais.

6.14.2.5 Insérer le porte-échantillon dans la chambre de combustion de manière que son extrémité soit exposée à la flamme et, après 15 s, couper l'arrivée de gaz.

6.14.2.6 La mesure du temps de combustion commence à l'instant où le point d'attaque de la flamme dépasse le premier repère. Observer la propagation de la flamme sur le côté qui brûle le plus vite (côté supérieur ou inférieur).

6.14.2.7 La mesure du temps de combustion est terminée lorsque la flamme atteint le dernier repère ou quand la flamme s'éteint avant d'atteindre ce dernier point. Lorsque la flamme n'atteint pas le dernier point de mesure, la distance brûlée doit être mesurée jusqu'au point d'extinction de la flamme. La distance brûlée est la partie décomposée de l'échantillon, détruite en surface ou à l'intérieur par la combustion.

6.14.2.8 Lorsque l'échantillon ne s'enflamme pas, ou lorsqu'il ne continue pas à brûler après extinction du brûleur, ou encore lorsque la flamme s'éteint avant d'avoir atteint le premier repère de mesure de telle façon qu'il n'est pas possible de mesurer une durée de combustion, noter dans le rapport d'essai que la vitesse de combustion est de 0 mm/min.

6.14.2.9 Lors d'une série d'essais ou lors d'essais répétés, s'assurer que la température de la chambre de combustion et du porte-échantillon ne dépasse pas 30 °C avant le début de l'essai.

6.14.2.10 Calculs

La vitesse de combustion B, exprimée en millimètres par minute, est donnée par la formule:

$$B = \frac{s}{t} \times 60$$

où:

s est la longueur, en mm, de la distance brûlée;

t est la durée de combustion, en s, pour la distance s.

6.14.3 Éprouvettes

6.14.3.1 Forme et dimensions

6.14.3.1.1 La forme et les dimensions des échantillons sont données à la figure 19. L'épaisseur de l'échantillon correspond à l'épaisseur du produit à essayer mais elle ne doit pas dépasser 13 mm. Dans la mesure du possible, la section de l'échantillon doit être constante sur toute sa longueur.

6.14.3.1.2 Lorsque la forme et les dimensions d'un produit ne permettent pas le prélèvement d'un échantillon des dimensions prescrites, les dimensions minimales suivantes doivent être respectées:

- a) pour les échantillons d'une largeur comprise entre 3 et 60 mm, la longueur doit être de 356 mm. Dans ce cas, le matériau est essayé sur la largeur du produit;
- b) pour les échantillons d'une largeur comprise entre 60 et 100 mm, la longueur doit être d'au moins 138 mm. Dans ce cas, la distance possible de combustion correspond à la longueur de l'échantillon, la mesure commençant au premier repère;
- c) les échantillons d'une largeur inférieure à 60 mm et d'une longueur inférieure à 356 mm ainsi que les échantillons d'une largeur comprise entre 60 et 100 mm mais de longueur inférieure à 138 mm et les échantillons d'une largeur inférieure à 3 mm ne peuvent pas être essayés suivant la présente méthode.

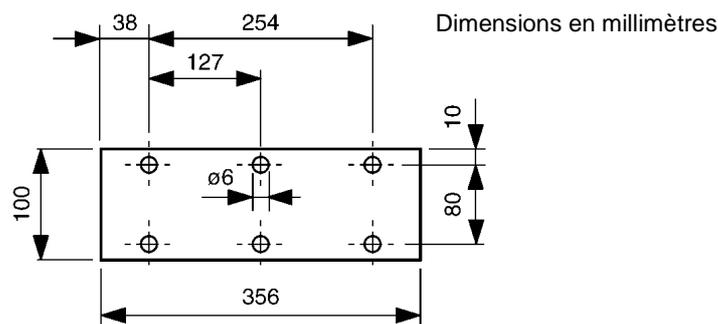


Figure 19. Échantillon

6.14.3.2 Prélèvement

6.14.3.2.1 Cinq échantillons doivent être prélevés sur le matériau soumis à l'essai. Dans les matériaux à vitesse de combustion différente suivant la direction du matériau (ce qui est établi par des essais préliminaires), les cinq échantillons doivent être

prélevés et placés dans l'appareil d'essai de façon à permettre la mesure de la vitesse de combustion la plus élevée.

- 6.14.3.2.2 Quand le matériau est fourni coupé en largeurs déterminées, une longueur d'au moins 500 mm doit être coupée sur toute la largeur. Des échantillons doivent être prélevés sur la pièce à au moins 100 mm du bord du matériau et en des points équidistants les uns des autres.
- 6.14.3.2.3 Les échantillons doivent être prélevés de la même façon sur les produits finis lorsque la forme du produit le permet. Lorsque l'épaisseur du produit dépasse 13 mm, il faut la ramener à cette valeur par un procédé mécanique du côté opposé à celui qui fait face à l'habitacle.
- 6.14.3.2.4 Les matériaux composites doivent être essayés comme une pièce homogène.
- 6.14.3.2.5 Dans le cas de matériaux composés de plusieurs couches superposées de matériaux différents non composites, toute couche située à 13 mm ou moins de la surface tournée vers l'habitacle doit faire l'objet d'un essai distinct.

6.15 Essai de résistance aux agents chimiques

6.15.1 Agents chimiques à utiliser

- 6.15.1.1 Solution savonneuse non abrasive: 1 % en poids d'oléate de potassium dans de l'eau déionisée;
- 6.15.1.2 Produit de nettoyage pour vitres: solution aqueuse d'isopropanol et de dipropylène glycol monométhyl éther, chacun en concentration comprise entre 5 et 10 % en poids et d'hydroxyde d'ammonium en concentration comprise entre 1 et 5 % en poids;
- 6.15.1.3 Alcool dénaturé non dilué: une partie en volume d'alcool méthylique dans 10 parties en volume d'alcool éthylique;
- 6.15.1.4 Essence ou essence de référence équivalente: mélange à 50 % en volume de toluène, 30 % en volume de triméthyl-2,2,4 pentane, 15 % en volume de triméthyl-2,4,4 pentène-1 et 5 % en volume d'alcool éthylique;

N. B.: La composition de l'essence utilisée doit être indiquée dans le procès-verbal d'essai.

- 6.15.1.5 Kérosène de référence: mélange à 50 % en volume de n-octane et 50 % en volume de n-décane.
- 6.15.2 Méthode d'essai
 - 6.15.2.1 Essai d'immersion

- 6.15.2.1.1 Les éprouvettes sont essayées avec chacun des agents chimiques prévus au paragraphe 6.15.1 ci-dessus, en utilisant une nouvelle éprouvette pour chaque essai et chaque liquide d'essai.
- 6.15.2.1.2 Avant chaque essai, les éprouvettes sont nettoyées suivant les instructions du fabricant, puis conditionnées pendant 48 h conformément au paragraphe 6.1. Ces conditions sont maintenues pendant les essais.
- 6.15.2.1.3 Les éprouvettes sont complètement immergées dans le liquide d'essai et y sont maintenues pendant une minute, puis retirées et immédiatement séchées avec un chiffon de coton absorbant propre.
- 6.15.3 Éprouvettes
- 6.15.3.1 Les éprouvettes sont des échantillons plans mesurant 180 x 25 mm.
7. Annexes
- 7.1 Annexe 7.1. Procédure à suivre pour déterminer les zones d'essai sur les pare-brise des véhicules de la catégorie 1-1 par rapport aux points «V» et des véhicules des catégories 1-2 et 2 par rapport au point «O»
- 7.1.1 Position des points «V»
- 7.1.1.1 Les tableaux 1 et 2 indiquent la position des points «V» par rapport au point «R», telle qu'elle ressort de leurs coordonnées X Y et Z dans le système de référence à trois dimensions.
- 7.1.1.2 Le tableau 1 indique les coordonnées de base pour un angle prévu d'inclinaison du dossier de 25°. Le sens positif des coordonnées est indiqué à la figure 3 de la présente annexe.

Tableau 1

Point «V»	a	B	c (d)
V ₁	68 mm	- 5 mm	665 mm
V ₂	68 mm	- 5 mm	589 mm

- 7.1.1.3 Correction pour des angles prévus d'inclinaison du dossier autres que 25°.
- 7.1.1.3.1 Le tableau 2 indique les corrections complémentaires à apporter aux coordonnées X et Z de chaque point «V» quand l'angle prévu d'inclinaison du dossier diffère de 25°. Le sens positif des coordonnées est indiqué à la figure 3 de la présente annexe.

Tableau 2

Angle d'inclinaison du dossier (en degrés)	Coordonnées horizontales X	Coordonnées verticales Z	Angle d'inclinaison du dossier (en degrés)	Coordonnées horizontales X	Coordonnées verticales Z
5	-186 mm	28 mm	23	-18 mm	5 mm
6	-177 mm	27 mm	24	-9 mm	3 mm
7	-167 mm	27 mm	25	0 mm	0 mm
8	-157 mm	27 mm	26	9 mm	-3 mm
9	-147 mm	26 mm	27	17 mm	-5 mm
10	-137 mm	25 mm	28	26 mm	-8 mm
11	-128 mm	24 mm	29	34 mm	-11 mm
12	-118 mm	23 mm	30	43 mm	-14 mm
13	-109 mm	22 mm	31	51 mm	-18 mm
14	-99 mm	21 mm	32	59 mm	-21 mm
15	-90 mm	20 mm	33	67 mm	-24 mm
16	-81 mm	18 mm	34	76 mm	-28 mm
17	-72 mm	17 mm	35	84 mm	-32 mm
18	-62 mm	15 mm	36	92 mm	-35 mm
19	-53 mm	13 mm	37	100 mm	-39 mm
20	-44 mm	11 mm	38	108 mm	-43 mm
21	-35 mm	9 mm	39	115 mm	-48 mm
22	-26 mm	7 mm	40	123 mm	-52 mm

7.1.2 Position du point «O»

7.1.2.1 Le point oculaire «O» est situé à 625 mm au-dessus du point «R» du siège du conducteur, dans le plan vertical parallèle au plan longitudinal médian du véhicule sur lequel le pare-brise doit être monté et passant par l'axe du volant.

7.1.3 Zones d'essai

7.1.3.1 Les zones d'essai sont définies comme suit:

- 7.1.3.1.1 Pour la mesure de la distorsion optique et du dédoublement de l'image
- S'il s'agit de véhicules de la catégorie 1-1, conformément au paragraphe 7.1.3.2.
S'il s'agit de véhicules des catégories 1-2 et 2, conformément au paragraphe 7.1.3.3.
- 7.1.3.1.2 Pour la mesure de la transmission de la lumière dans la partie transparente du pare-brise, conformément au paragraphe 7.1.3.4.
- 7.1.3.2 Deux zones d'essai sont déterminées à partir des points «V» pour les véhicules de la catégorie 1-1.
- 7.1.3.2.1 La zone d'essai A est la zone de la surface extérieure du pare-brise qui est délimitée par l'intersection avec les quatre plans suivants, s'étendant vers l'avant à partir des points «V» (voir fig. 1):
- a) un plan faisant vers le haut un angle de 3° avec l'axe des X, passant par V_1 , et parallèle à l'axe des Y (plan 1);
 - b) un plan faisant vers le bas un angle de 1° avec l'axe des X, passant par V_2 , et parallèle à l'axe des Y (plan 2);
 - c) un plan vertical passant par V_1 et V_2 et faisant un angle de 13° avec l'axe des X vers la gauche pour les véhicules à conduite à gauche et vers la droite pour les véhicules à conduite à droite (plan 3);
 - d) un plan vertical passant par V_1 et V_2 et faisant un angle de 20° avec l'axe des X vers la droite pour les véhicules à conduite à gauche et vers la gauche pour les véhicules à conduite à droite (plan 4).
- 7.1.3.2.2 Par «zone d'essai A élargie», on entend la zone d'essai A étendue au plan médian du véhicule et à la partie du pare-brise symétrique par rapport au plan longitudinal médian du véhicule, de même qu'à la zone d'essai B réduite, conformément au paragraphe 7.1.3.2.4 de la présente annexe.
- 7.1.3.2.3 La zone d'essai B est la zone de la surface extérieure du pare-brise qui est délimitée par l'intersection avec les quatre plans suivants (voir fig. 2):
- a) un plan faisant vers le haut un angle de 7° avec l'axe des X, passant par V_1 , et parallèle à l'axe des Y (plan 5);
 - b) un plan faisant vers le bas un angle de 5° avec l'axe des X, passant par V_2 , et parallèle à l'axe des Y (plan 6);
 - c) un plan vertical passant par V_1 et V_2 et faisant un angle de 17° avec l'axe des X vers la gauche pour les véhicules à conduite à gauche et vers la droite pour les véhicules à conduite à droite (plan 7);

- d) un plan symétrique du précédent par rapport au plan longitudinal médian du véhicule (plan 8).

7.1.3.2.4 La «zone d'essai B réduite» est la zone d'essai B à l'exclusion des zones suivantes⁵ (voir fig. 2 et 3):

7.1.3.2.4.1 la zone d'essai A telle qu'elle est définie au paragraphe 7.1.3.2.1, étendue conformément au paragraphe 7.1.3.2.2 de la présente annexe;

7.1.3.2.4.2 au choix du constructeur du véhicule, on pourra appliquer l'un des deux (?) paragraphes suivants:

7.1.3.2.4.2.1 tout masque opaque limité vers le bas par le plan 1 et latéralement par le plan 4 et son symétrique par rapport au plan longitudinal médian du véhicule (plan 4');

7.1.3.2.4.2.2 tout masque opaque limité vers le bas par le plan 1, pour autant qu'il soit inscrit dans une zone de 300 mm de largeur centrée sur le plan longitudinal médian du véhicule et pour autant que le masque opaque situé au-dessous de la trace du plan 5 soit inscrit dans une zone limitée latéralement par les traces des plans qui passent par les limites d'un segment de 150 mm de largeur⁶ et qui sont parallèles aux traces des plans 4 et 4';

7.1.3.2.4.3 tout masque opaque limité par l'intersection de la surface extérieure du pare-brise:

- a) avec un plan faisant vers le bas un angle de 4° avec l'axe des X, passant par V₂, et parallèle à l'axe des Y (plan 9);
- b) avec le plan 6;
- c) avec les plans 7 et 8 ou le bord de la surface extérieure du pare-brise si l'intersection du plan 6 avec le plan 7 (ou du plan 6 avec le plan 8) ne croise pas la surface extérieure du pare-brise;

7.1.3.2.4.4 tout masque opaque limité par l'intersection de la surface extérieure du pare-brise:

- a) avec un plan horizontal passant par V₁ (plan 10);
- b) avec le plan 3⁷;
- c) avec le plan 7⁸ ou le bord de la surface extérieure du pare-brise si

⁵ Mais en considérant le fait que les points de référence définis dans le paragraphe 7.1.3.2.5 doivent être situés dans la zone transparente.

⁶ Mesuré sur la surface extérieure du pare-brise et sur la trace du plan 1.

⁷ Pour l'autre côté du pare-brise, avec un plan symétrique au plan 3 par rapport au plan longitudinal médian du véhicule.

l'intersection du plan 6 avec le plan 7 (ou du plan 6 avec le plan 8) ne croise pas la surface extérieure du pare-brise;

d) avec le plan 9;

7.1.3.2.4.5 toute bande opaque située à l'intérieur du plan P3/P7 ou P5/P10, qui ne dépasse pas de plus de 25 mm le bord de l'ouverture libre;

7.1.3.2.4.6 une zone de 25 mm mesurée à partir du bord de la surface extérieure du pare-brise ou de la limite de tout masque opaque. Cette zone ne doit pas empiéter sur la zone A étendue.

7.1.3.2.5 Définition des points de référence (voir fig. 3)

Les points de référence sont les points situés à l'intersection avec la surface extérieure du pare-brise de lignes rayonnant vers l'avant à partir des points «V»:

7.1.3.2.5.1 point de référence vertical supérieur situé en avant de V_1 et à 7° au-dessus de l'horizontale (Pr1);

7.1.3.2.5.2 point de référence vertical inférieur situé en avant de V_2 et à 5° au-dessous de l'horizontale (Pr2);

7.1.3.2.5.3 point de référence horizontal situé en avant de V_1 et à 17° vers la gauche (Pr3);

7.1.3.2.5.4 trois points de référence supplémentaires symétriques aux points définis dans les paragraphes 7.1.3.2.5.1 à 7.1.3.2.5.3 par rapport au plan longitudinal médian du véhicule (respectivement Pr'1, Pr'2 et Pr'3).

⁸ Pour l'autre côté du pare-brise, avec le plan 8.

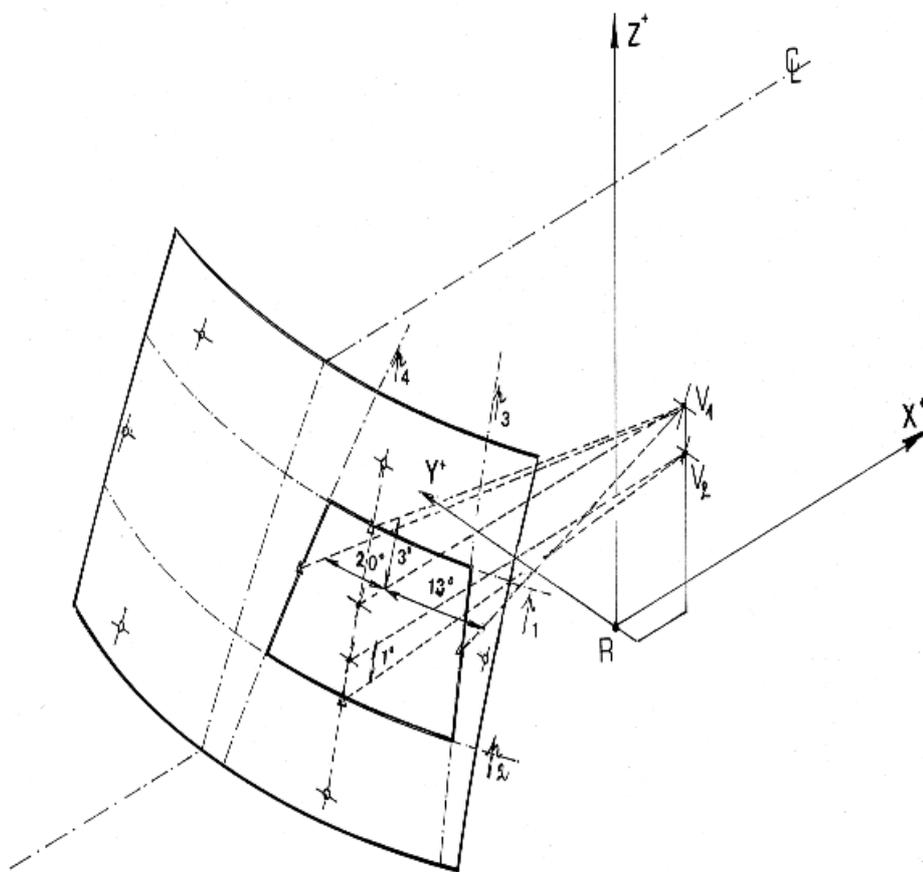


Figure 1. Zone d'essai A (dans le cas d'un véhicule à conduite à gauche)

<p>C_L: trace du plan médian longitudinal du véhicule P_i: trace du plan considéré (voir texte)</p>

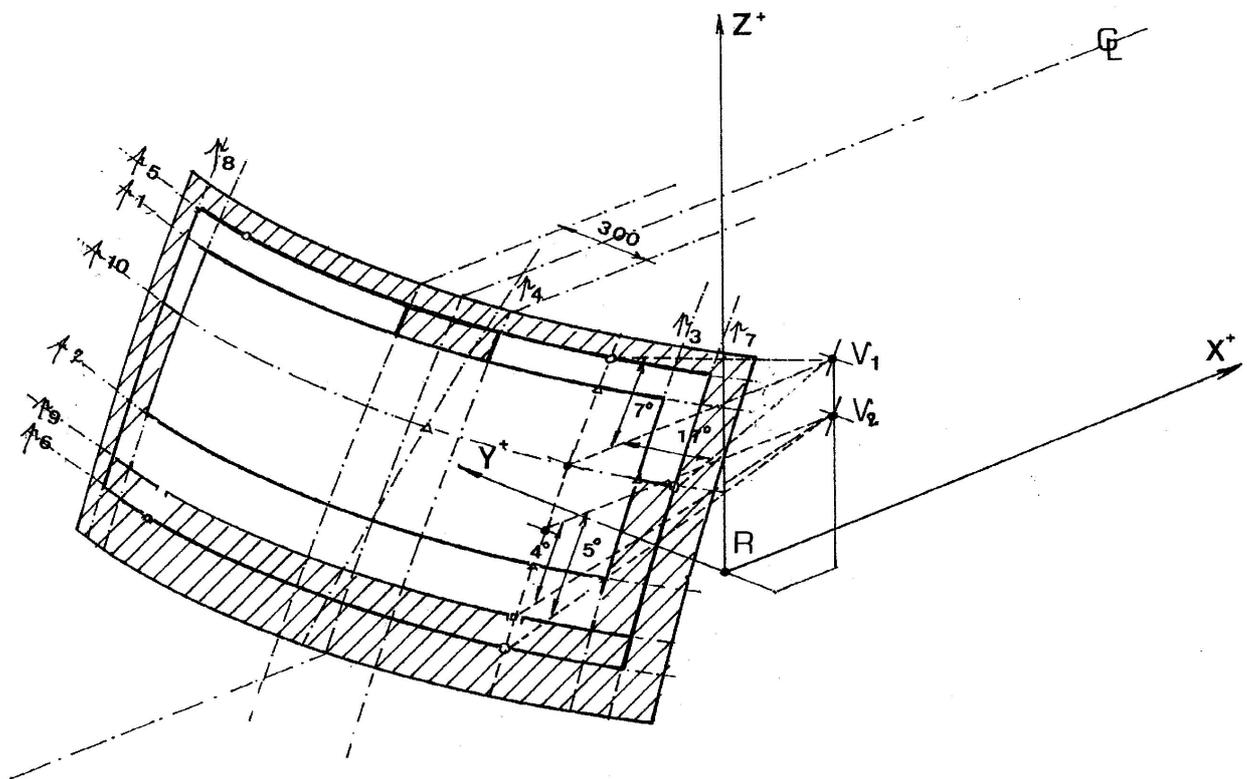


Figure 2 a). Zone d'essai réduite B (dans le cas d'un véhicule à conduite à gauche)
– masque opaque supérieur tel qu'il est défini au paragraphe 7.1.3.2.4.2.2

<p>C_L : trace du plan médian longitudinal du véhicule P_i : trace du plan considéré (voir texte)</p>

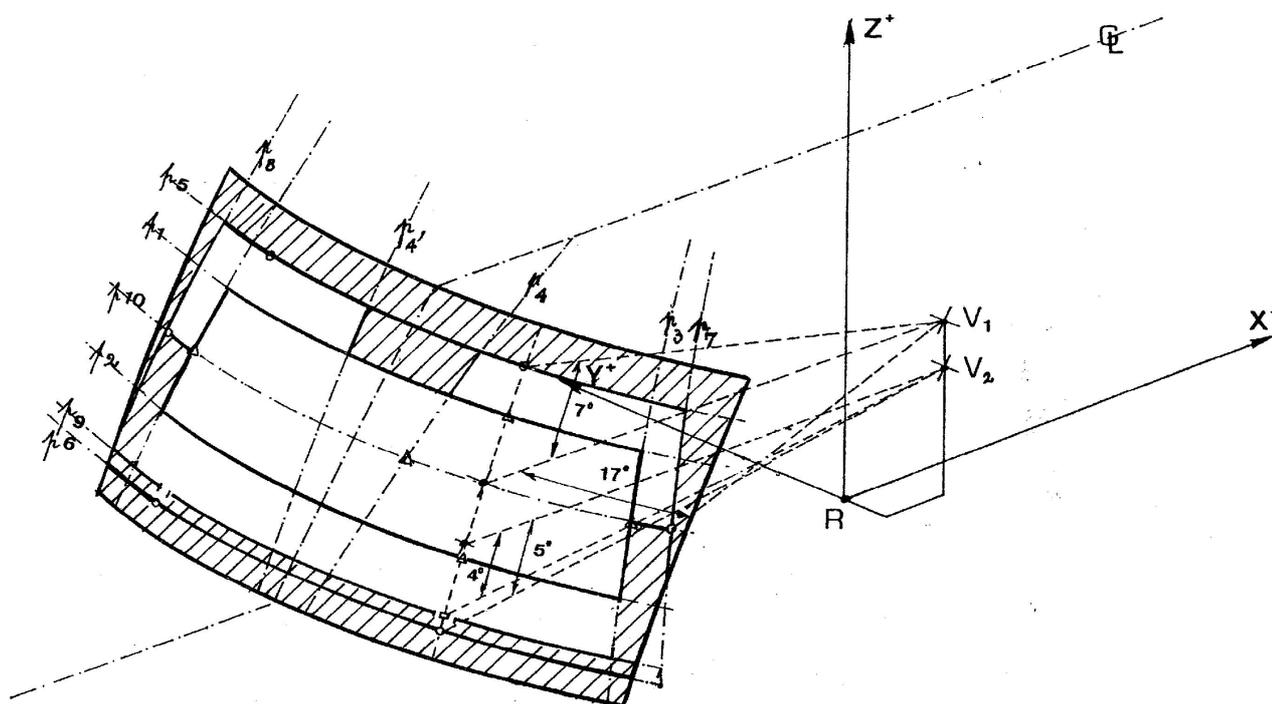
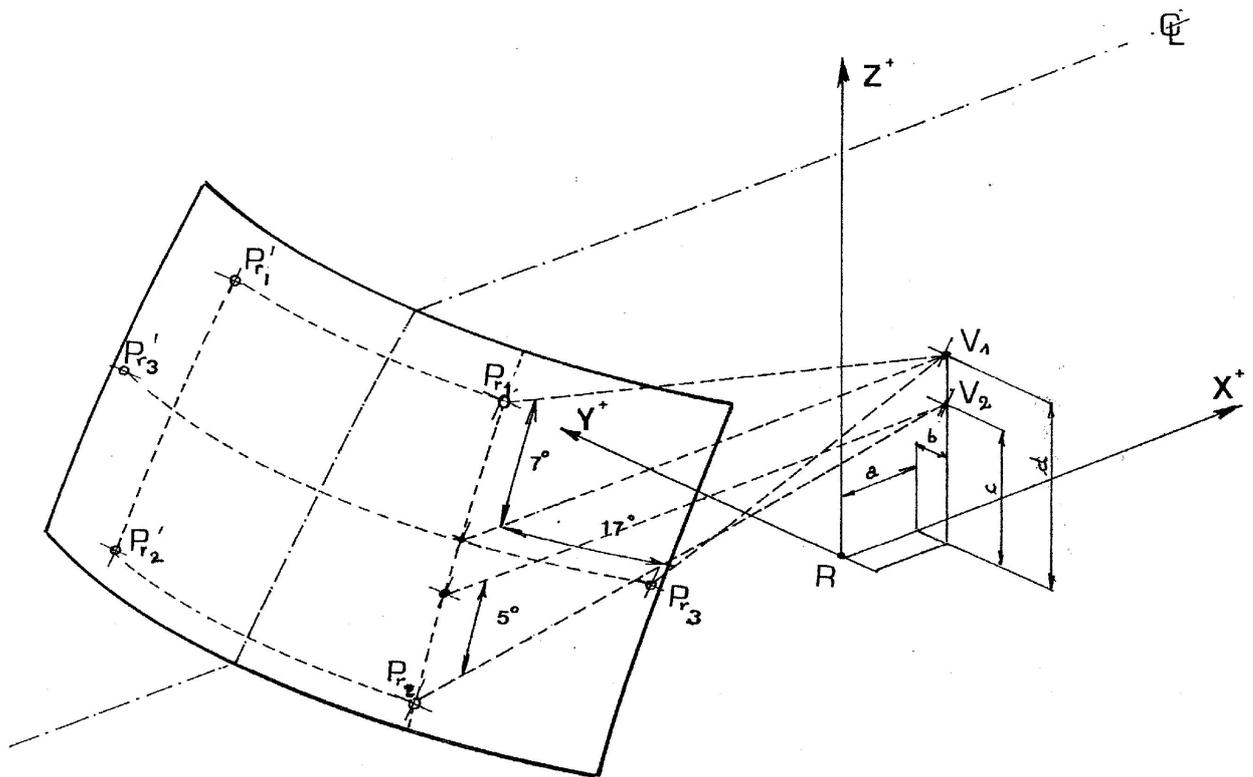


Figure 2 b). Zone d'essai réduite B (dans le cas d'un véhicule à conduite à gauche)
– masque opaque supérieur tel qu'il est défini au paragraphe 7.1.3.2.4.2.1

<p>C_L : trace du plan médian longitudinal du véhicule P_i : trace du plan considéré (voir texte)</p>



C_L	: trace du plan médian longitudinal du véhicule
P_{ri}	: points de référence
a, b, c, d	: coordonnées des points «V» (voir texte)

Figure 3. Détermination des points de référence (dans le cas d'un véhicule à conduite à gauche)

- 7.1.3.3 Détermination des zones d'essai pour les véhicules des catégories 1-2 et 2 à l'aide du point «O»
- 7.1.3.3.1 D'une droite OQ, qui est la droite horizontale passant par le point oculaire «O» et perpendiculaire au plan longitudinal médian du véhicule.
- 7.1.3.3.2 Zone I – La zone du pare-brise délimitée par l'intersection du pare-brise avec les quatre plans ci-après:
- P1 – un plan vertical passant par le point «O» et formant un angle de 15° vers la gauche du plan longitudinal médian du véhicule;
 - P2 – un plan vertical symétrique à P1 par rapport au plan longitudinal médian du véhicule.

Si cette construction est impossible (absence de plan longitudinal médian de symétrie, par exemple), on prend pour P2 le plan symétrique à P1 par rapport au plan longitudinal du véhicule passant par le point «O».

P3 – un plan contenant la droite OQ et formant un angle de 10° au-dessus du plan horizontal;

P4 – Un plan contenant la droite OQ et formant un angle de 8° au-dessous du plan horizontal.

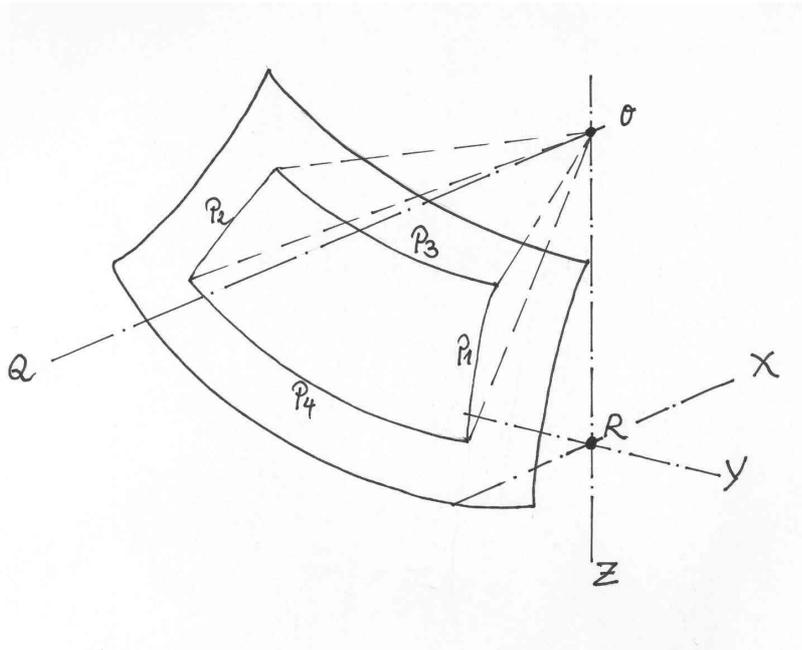


Figure 4. Détermination de la zone I

7.1.3.4 Détermination de la zone d'essai pour la transmission de la lumière pour toutes les catégories de véhicules

La zone d'essai pour la transmission de la lumière est la zone transparente, à l'exclusion de tout masque opaque ou bande d'ombre. Pour des raisons pratiques tenant à la méthode et aux moyens de montage, il est admis qu'un pare-brise comprenne un masque opaque à condition qu'il ne s'étende pas au-delà de 25 mm du bord de l'ouverture libre.

Un masque opaque est aussi autorisé dans des zones limitées lorsqu'il est prévu par exemple qu'un détecteur de pluie ou un rétroviseur sera fixé sur la surface interne du pare-brise. Les zones limitées où ces dispositifs peuvent être installés sont définies au paragraphe 7.1.3.2.4 de la présente annexe.

7.2

Annexe 7.2. Mesure de la hauteur de segment et position des points d'impact

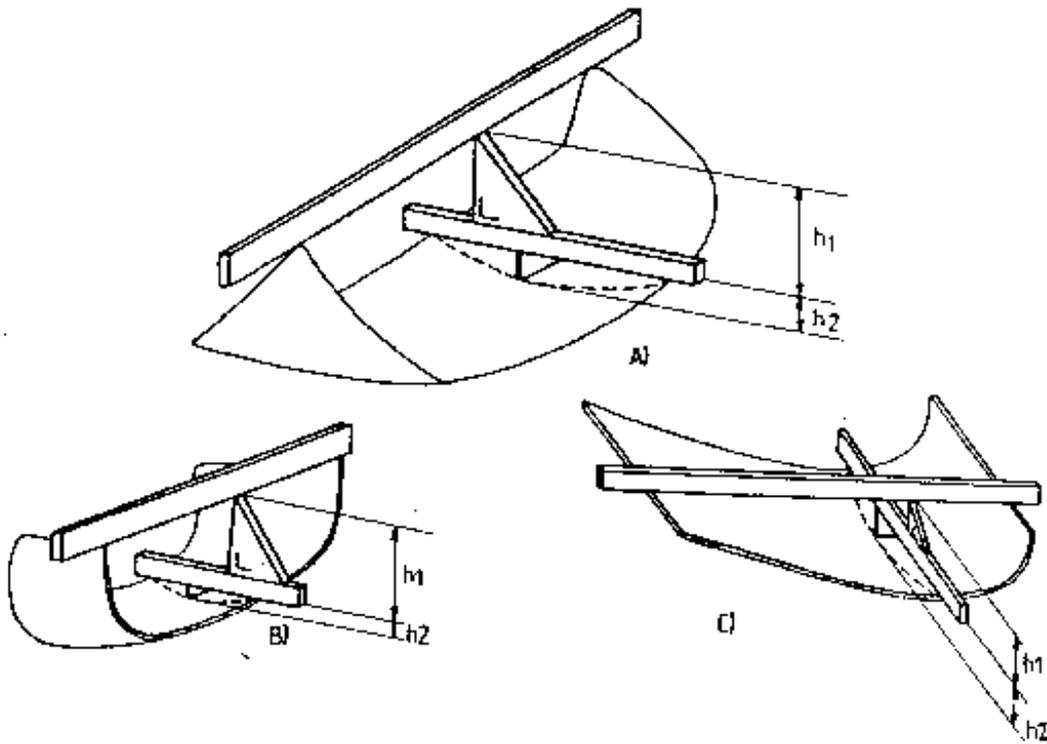
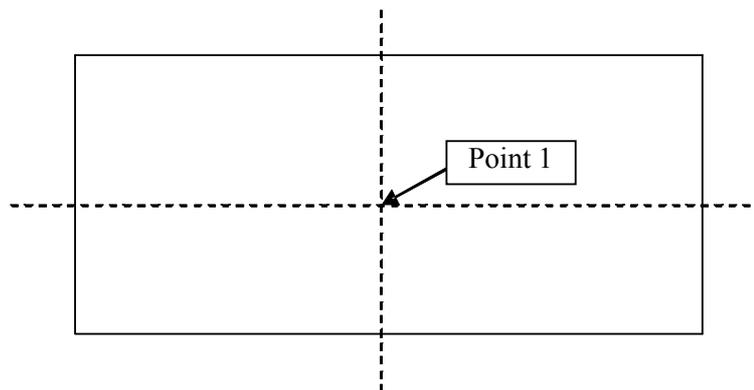


Figure 1. Détermination de la hauteur de segment «h»

- Dans le cas des vitrages à simple bombage, la hauteur de segment est égale à: h_1 maximum.
- Dans le cas des vitrages à double bombage, la hauteur de segment est égale à: h_1 maximum + h_2 maximum.



2 a) Vitrage plan

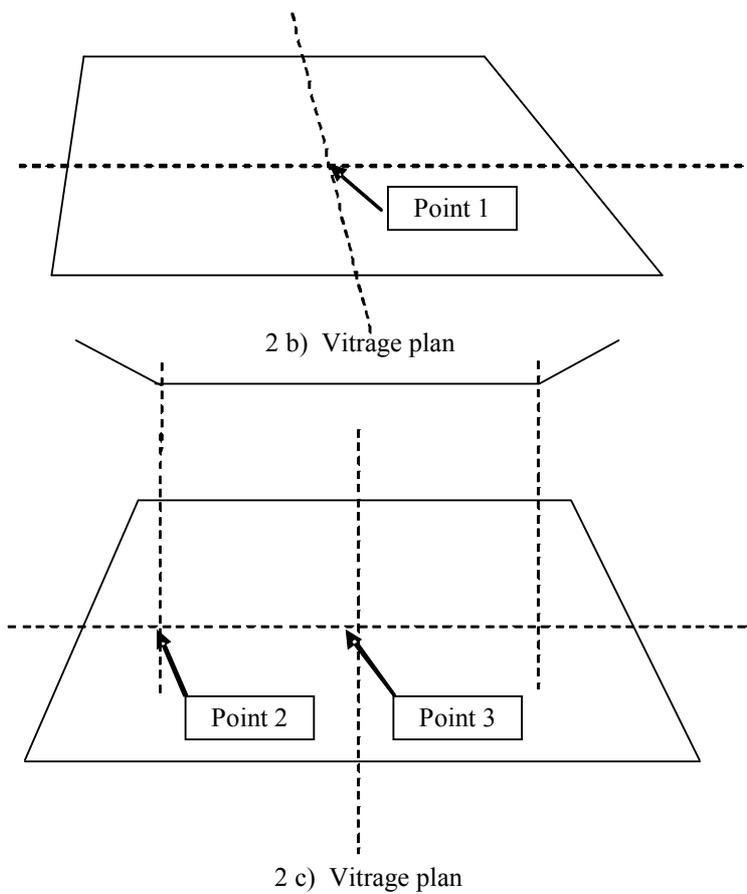


Figure 2. Points d'impact prescrits pour les vitrages à trempe uniforme.
