



Quelques fragments de verre trempé recueillis après l'éclatement de glace trempée que vous voyez à droite.

Vos glaces de sécurité valent-elles leur prix?

Voici comment le discret changement du verre laminé au verre trempé pour les fenêtres d'automobile peut vous affecter

**par
Paul Kearney**

Auteur de :
« Comment mieux conduire »
et « Je conduis sur les autoroutes »

« **L**A fenêtre éclata comme une explosion et le verre me vola au visage, faisant craquer les verres de mes lunettes de soleil. »

C'est ainsi qu'un homme décrit un incident qui se produisit lorsque du gravier tomba d'un camion qui passait et frappa l'aérateur de la fenêtre de gauche de sa voiture.

Un autre automobiliste rapporte : « Ma voiture était garée devant un kiosque à rafraîchissements sur une chaussée en pierres concassées. Un autre véhicule se rangeant sur celle-ci fit voler des pierres sur ma voiture. »

La fenêtre fut complètement réduite en miettes et des petites particules de verre se logèrent dans les yeux de deux

Fragments de verre laminé provenant de la rupture de la fenêtre laminée illustrée à droite.



jeunes filles assises à l'arrière, lesquelles durent être soignées par un médecin.

Des accidents similaires sont constamment rapportés de par ailleurs. Et la réaction des propriétaires de voiture stupéfaits est habituellement : « Mais je croyais que j'avais du verre de sécurité inéclatable sur cette voiture. »

En réalité, le fait peu connu est qu'il existe deux types de verre de sécurité communément acceptés pour les automobiles aux termes du code de sécurité. Ce sont le verre laminé et le verre trempé.

Le verre de sécurité laminé est un « sandwich » de deux plaques de verre adhérant l'une à l'autre par l'intermédiaire d'une ou plusieurs couches de matière plastique. Lorsque les carreaux ont été collés, la matière plastique (polyvinyle butyral) tendra à maintenir la plus grande partie du verre en place si la vitre est fracturée. C'est pour ceci que le terme « inéclatable » (qui se brise sans tomber en miettes) a été appliqué à ce type de verre.

Le verre trempé consiste en une seule et unique plaque de verre traitée thermiquement ou « cémentée ». Lorsque le verre a été chauffé, un souffle d'air froid lui est appliqué, lequel refroidit et fait contracter rapi-

dement sa surface extérieure, ce qui engendre une tension considérable entre le verre intérieur encore mou et la surface externe très dure. Cette tension rend le verre trempé de trois à huit fois plus résistant que du verre laminé de même épaisseur. Mais elle a aussi tendance à le rendre plus vulnérable aux coups perçants pouvant crever son revêtement extérieur sous tension.

C'est ainsi que le choc d'une balle de baseball peut ne pas avoir d'effet sur une fenêtre en verre trempé alors qu'un caillou pointu projeté par une autre voiture peut la faire éclater. La même balle brisera peut-être une fenêtre laminée, mais le caillou ne produira dans celle-ci qu'un petit étoilage avec quelques fissures s'irradiant à partir du point d'impact.

Des fragments volent de l'un ou l'autre des deux types de verre lorsqu'ils sont brisés. Ainsi que le montrent les photos accompagnant l'article, le verre trempé produit plus de fragments, mais ceux-ci sont habituellement sous forme de tronçons granuleux (gravier de verre) avec relativement peu d'arêtes tranchantes. Ils peuvent cependant présenter quelques bords coupants, mais les blessures ne sont pas graves.

La rupture du verre laminé projette moins

→
La ligne de jointage centrale de la vitre d'aérateur de cette Mercury 1953 montre que le verre est laminé. Le bord lisse du panneau d'aérateur illustré au-dessous indique que le verre est trempé.

Les fenêtres en verre laminé de la voiture qu'utilisa l'ex-vice-président Nixon pendant les émeutes du Venezuela peut avoir empêché les pierres pointues jetées sur la voiture de pénétrer dans celle-ci.



de fragments, car la couche de matière plastique interne tend à réduire la grandeur de la surface brisée. Mais les fragments qui se détachent sont fréquemment de minces « aiguilles » ou éclats à arêtes tranchantes. Ils peuvent ne pas voler aussi loin et ne pas être projetés avec autant de force. Mais, dans les accidents graves, les bords vifs du verre laminé tenu en place peuvent couper et lacérer sévèrement, ainsi que l'ont montré plusieurs études conduites par des expérimentateurs sur les accidents.

D'autre part, le fait qu'une si grande partie du verre laminé reste en place après rupture signifie qu'il contribuera mieux à empêcher les pierres pointues et autres objets projetés sur les routes de pénétrer à l'intérieur de la voiture.

Si le verre trempé est très rigidement encadré (comme c'est le cas pour les lunettes de protection et pour les fenêtres arrière des voitures), il peut rester en place après avoir craqué, à moins d'être soumis à plus de pression ou de vibration. Mais l'encadrement des fenêtres latérales et les aérateurs des voitures d'aujourd'hui n'est pas assez rigide pour prévenir l'éclatement et la pénétration par des objets pointus projetés sous une force considérable.

Note de la Rédaction : Au cours des essais de fracassement de fenêtre conduite par *Mécanique Populaire* dans le but d'obtenir les photos que vous voyez sur la couverture et sur la première page de cet article, notre « modèle », le rédacteur, Dick Kirkpatrick, de l'édition américaine de *Mécanique Populaire*, a été atteint de manière répétée par des éclats de verre, aussi bien trempé que laminé. Sa seule protection était un écran en matière plastique sur l'œil gauche et du coton dans son oreille gauche. Sa seule blessure a été une légère égratignure de surface sur le haut de l'oreille gauche — égratignure faite par du verre trempé. Les fragments de verre trempé ont « arrosé » un photographe se trouvant dans le coin le plus éloigné de la banquette arrière, mais pratiquement aucun fragment de verre laminé n'a été projeté au-delà de la banquette avant.

Le fait que le verre trempé peut, lorsqu'il est brisé, bloquer instantanément la vision adéquate est la raison pour laquelle les codes de sécurité américains interdisent de l'utiliser pour les pare-brise. Toute voiture américaine doit, de ce fait, avoir un pare-brise en verre laminé.

Comment reconnaître ce que sont vos vitres.

Un regard sur le champ de la vitre de votre aérateur ou de votre fenêtre latérale vous dira si le verre est laminé (avec une ligne de jointage des laminations descendant le long du centre) ou trempé (avec une surface lisse — voyez les photos de la page 35).

Les fenêtres arrière des voitures modernes sont habituellement en verre trempé.

Jusqu'aux environs de 1957, la plupart des voitures américaines utilisaient du verre de sécurité laminé dans toutes les ouvertures de fenêtre sauf la lunette arrière. Depuis lors s'est manifestée une discrète tendance à substituer du verre trempé au verre laminé pour les aérateurs et les fenêtres latérales, ceci faisant réaliser au constructeur des économies estimées varier entre 7,50 et 70 NF par voiture.

Maintenant, avec les modèles 1961, toutes les voitures fabriquées aux U.S.A. à l'exception des Cadillac ont terminé le passage au verre trempé pour les aérateurs et les fenêtres latérales. Et même Cadillac utilise quelque peu le verre trempé pour les aérateurs de fenêtre arrière.

L'American Standards Association a, le 25 avril 1961, nommé six groupes d'expérimentateurs chargés de conduire des études sur les matériaux de vitrage utilisés pour les automobiles, en ce qui concerne les blessures causées par le verre, les caractéristiques de rupture sous le choc, l'absorption d'énergie, le rendement de visibilité, la durabilité, et les problèmes de sortie afférents aux vitres d'automobile.

Un comité sera spécifiquement chargé, après avoir étudié les rapports d'expérience des groupes de recherche, de reconsidérer les normes actuellement en vigueur pour le verre de sécurité, et de les adapter aux conditions du jour si nécessaire.

Mécanique Populaire espère qu'une large publicité sera donnée aux résultats des recherches, car il est tout à fait irraisonnable de dénier au client le droit de savoir exactement ce qu'est l'article pour lequel il paie ou de lui refuser l'option d'un choix intelligent entre deux produits portant leurs prix respectifs. Au moment où ces lignes sont écrites, il nous est rapporté qu'un important constructeur d'automobiles américain serait en train d'envisager d'offrir une option de cette sorte à ses clients.

Dans l'intérêt de l'information publique, un sommaire des arguments pour et des arguments contre devrait commencer par stipuler que le matériau de vitrage automobile parfait reste encore à être inventé. Etant donné que les conditions des accidents ne sont pas standardisées, aucun type unique de matériau de vitrage ne peut prétendre posséder le degré de sécurité maximum sous toutes les conditions et contre tous les dangers concevables. Ceci étant concédé, les points suivants restent pertinents :

1° Les verres d'automobile, laminé et trempé, résistent tous les deux à l'impact de la plupart des objets qui les frappent. Le verre laminé résiste mieux aux objets petits et pointus ; le verre trempé a beaucoup plus de résistance au choc des objets gros et obtus. De ce fait, une boule d'acier d'une demi-livre fera craquer le verre laminé au bout d'une chute libre de 60 cm, mais il lui faut une chute de 4,55 m à 4,85 m pour fracturer

Citation :

« Un fantastique nombre de citoyens croient qu'il appartient au savant de rendre un jugement (moral) comme s'il possédait un jeu de valeurs spécialement valable. Ceci conduit à l'abdication du droit et de la responsabilité de chaque homme de participer à la formation du tissu de la société. Une utilisation plus réservée de la phrase « La Science dit... », une vue plus tempérée de l'autorité de la science, sont nécessaires. »

Docteur Polykarp Kusch, physicien,
Prix Nobel 1955.

Comment on perce un trou dans le fond de la mer

(Suite de la page 33)

automatiquement tout couple éventuellement produit par l'outil de forage.

Même avec cet équipement perfectionné, le bateau se trouve rarement directement au-dessus du trou en cours de perçage. Les courants agissant au-dessous de la surface peuvent faire plier le tube de forage hors d'alignement. « L'effet de Magnus », la tendance qu'a une colonne en rotation à s'incliner par rapport à un courant, peut aussi poser un problème. Et entre-temps l'action des vagues peut élever et abaisser constamment le navire de forage.

Malgré tous ces handicaps, comment pouvez-vous faire tourner une colonne de forage à travers une couple de milles d'eau de mer et arriver à percer réellement un trou dans le fond de l'océan ? Le fait est que le tube de forage est si flexible que le bateau peut se déplacer de 180 m à partir du point de la surface se trouvant juste au-dessus du trou sans que le tube en rotation se rompe ou se courbe de façon permanente. C'est cette même flexibilité qui protège le tube contre l'action de pliage des courants et contre l'effet de Magnus. Dans le forage normal, le tube peut s'incliner dans divers sens à des profondeurs diverses, ou même arriver à prendre la forme d'un tire-bouchon très allongé.

Un tube de guidage conique de 12 m monté sous le bateau et un tube de guidage flexible de 12 m situé sur le fond de la mer protègent le tube de forage des forces de distorsion extrêmes s'exerçant en ces deux points.

Le mouvement de bas en haut et de haut en bas du navire est compensé par trois « tubes d'amortissement (ou de compensation) inférieurs » montés à la base de la colonne de forage. Ces tubes sont des sections tubulaires télescopiques qui glissent vers le haut et vers le bas sur des cannelures. Le bateau peut franchir complètement une vague de plus de 4,50 m tout en tenant la tête foreuse sous pression constante.

Outil de forage creux pour le prélèvement des « carottes »

Plusieurs sortes de têtes perceuses rotatives traditionnelles ont été expérimentées, ainsi qu'une nouvelle turbo-perceuse à eau de mer comportant 200 étages de turbine à l'intérieur d'une longueur de tube de plus de 9 m. La machine met en rotation un outil de forage creux portant 750 diamants d'une valeur de 20 000 NF comme pointes coupantes. Avec un trou en son centre, la tête perceuse laisse intact un noyau de roc central de 5 cm de diamètre. Cette « carotte » est hissée à la surface par un câble métallique passant à l'intérieur du tube de forage.

Lorsque l'appareillage est en action, de l'eau de mer est pompée sous pression dans le tube de forage, pour entraîner les étages de la turbo-perceuse. L'eau de mer est alors évacuée par des trous percés dans la tête foreuse, et retourne vers le fond de la mer, entraînant avec elle les matériaux broyés par la tête foreuse.

Avant d'en avoir fini avec le projet le Comité de la Miscellaneous Society espère arriver à automatiser le processus du forage, ou tout au moins arriver à faire effectuer par des outils télécommandés un certain nombre d'opérations qui sont actuellement conduites à la main.

Le programme de ce printemps a commencé avec un essai d'équipement préliminaire dans 900 m environ d'eau à quelque 40 km au large de La Jolla, Californie, après quoi des essais en profondeur ont été conduits dans 3 655 m d'eau près de l'île de Guadalupe, au large de la côte Ouest du Mexique.

De nouveaux prélèvements d'échantillons du fond de l'océan sont prévus pour l'an prochain en d'autres lieux. Dans trois ans à partir de maintenant, le forage réel d'un trou aboutissant à la solution de continuité de Moho ou traversant celle-ci sera tenté, à l'aide d'un équipement de forage de différent type et de plus grande puissance, à partir d'un plus grand vaisseau spécialement affrété pour sonder la mystérieuse histoire de la Terre.

Vos glaces de sécurité valent-elles leur prix ?

(Suite de la page 39)

coûteux en tant qu'équipement d'origine ; le prix de remplacement relatif du verre trempé est une chose âprement discutée. Mais des rapports en provenance du Canada, où le verre trempé a été longuement et largement utilisé pour les vitres latérales, montrent que le taux de remplacement pour les vitres latérales trempées n'est égal qu'à 100 % du taux pour les vitres laminées.

Alors que le verre laminé peut être coupé et installé sur place, le verre trempé doit être fabriqué à dimension à l'usine, puis



Une pelle tombée d'un camion creva le pare-brise laminé de cette voiture. La résistance du verre laminé à la pénétration par les objets tranchants arrêta la pelle tout juste avant qu'elle atteigne la tête du conducteur.

du verre trempé d'épaisseur égale. Mais une seule plaque de verre laminé arrêtera la chute d'un projectile en forme de fléchette qui traversera trois plaques de verre laminé de l'épaisseur standard pour pare-brise.

Le rapport des briseurs de vitres.

Note de la Rédaction : Les propres expériences de défoncement de fenêtre de *Mécanique Populaire* sembleraient confirmer ceci : deux fois de suite, des vitres laminées ont été brisées par un seul coup d'une petite boule d'acier. Mais le premier coup de force égale d'une petite boule d'acier contre le centre d'une vitre trempée n'a pas réussi à la briser : un deuxième coup appliqué près des bords du même carreau trempé l'a mis en miettes. Dans un premier essai de verre trempé, il a fallu, pour briser la vitre, six coups successifs dirigés contre divers points de la plaque. Mais lorsqu'un pointeau en acier a été substitué à la boule d'acier, une troisième plaque de verre trempé a éclaté au premier coup.

2° Le verre laminé se brise rarement de lui-même, en supposant même que ceci lui arrive. Le verre trempé par contre semble parfois éclater spontanément — même dans les rayons du magasin du distributeur. Quelques-uns des partisans du verre trempé reconnaissent même que des changements de température soudains peuvent provoquer l'éclatement, mais ils soutiennent que ceci ne se produit que si la surface trempée a préala-

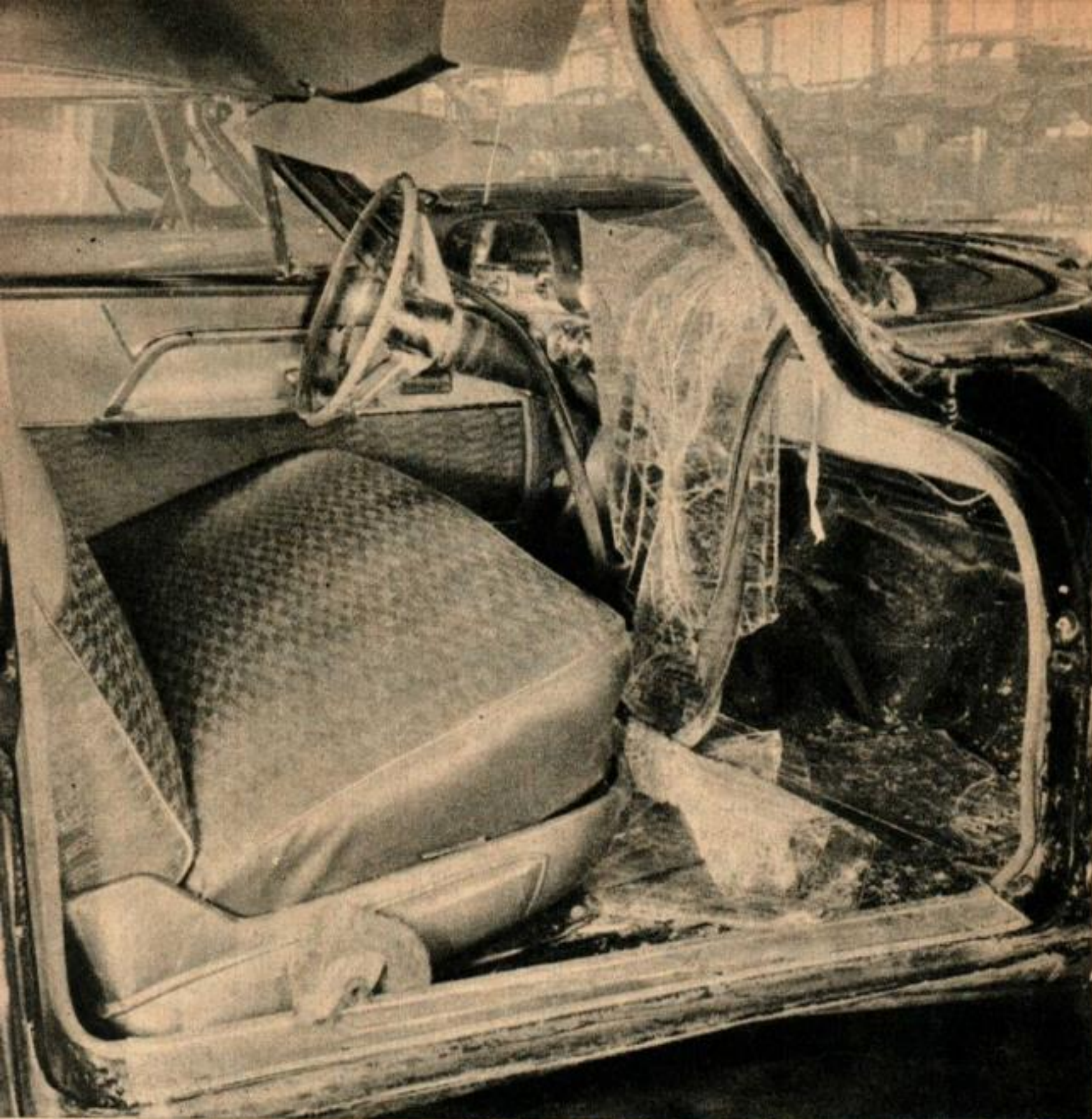
blement été endommagée par des éraflures ou des abrasions.

Des études conduites par la Société DuPont indiquent que la résistance du verre trempé « varie considérablement d'une pièce à l'autre ». Et cependant, un rapport de la Ford Motor Company signale que « la variation de qualité et d'uniformité se produit plus souvent pour le verre laminé que pour le verre trempé » et que « le comportement du verre de sécurité est plus régulièrement prévisible et sa qualité est virtuellement uniforme à travers toute gamme de température normale ».

Critiquant encore le verre laminé, le rapport Ford ajoute que « le laminé devient cassant lorsque la température tombe au-dessous du degré de la gelée et devient mou et faible lorsque la température s'élève ». Des essais conduits par Chrysler démontrent que de très basses (-26°C) ou de très hautes (49°C) températures peuvent faire décroître de 30 cm à 1,50 m la hauteur nécessaire pour briser le verre par la chute d'une boule ou d'un sac de plombs de chasse.

Les études DuPont montrent cependant que le verre laminé arrête la chute des projectiles petits et pointus avec plus d'efficacité que le verre trempé, même à -18°C ou 49°C .

3° Le verre trempé et le verre laminé ont tous les deux été signalés comme s'affaiblissant avec l'âge et l'exposition aux intempéries, mais il n'existe actuellement pas d'études vraiment conclusives à ce point de vue.



Remarquez l'effondrement presque complet de ce pare-brise laminé après une épreuve de « tonneau » subie par la voiture. Les pare-brise sont, aux U.S.A., obligatoirement en verre laminé, parce que celui-ci ne risque pas d'obscurcir la vision vers l'avant lorsqu'il est brisé.



Verre laminé brisé dans une fenêtre avant, comparé avec verre trempé brisé dans une fenêtre arrière. Bien que se cassant plus facilement, le verre laminé a plus de chances de rester en place.



Les partisans du verre laminé disent que celui-ci est plus facile à rompre et à enlever avec vos mains (à gauche) si vous êtes emprisonné dans la voiture par suite d'un accident. A droite, le verre laminé peut mieux amortir le choc lorsqu'il est heurté par la tête.



Voici un pare-brise en verre trempé brisé (à gauche). Le verre de la zone circulaire s'est révélé ne pas être trempé. Les voitures vendues aux U.S.A. ont des pare-brise en verre laminé. A droite, remarquez les fragments de verre trempé éclaté sur la banquette.

4° La résistance supérieure de 10 à 1 du verre trempé à la rupture par les objets arrondis a amené ses adversaires à affirmer que son utilisation crée un danger de fracture du crâne. Mais une analyse de 300 accidents survenus en Grande-Bretagne, où le verre trempé est largement utilisé pour les pare-brise, ne soutient pas cette affirmation. Aucun exemple de blessure à la tête (à l'exception de contusions) causée par le choc contre des pare-brise en verre trempé n'a été observé.

Le problème de l'évasion.

Si vous ne disposez pas d'un instrument pointu, il peut vous être très difficile de briser ou de pousser à l'extérieur avec vos mains ou vos pieds une fenêtre en verre trempé dans le cas où les portières de votre voiture seraient coincées dans un accident. Les partisans du verre trempé répondent à ceci en faisant remarquer que le pare-brise d'une voiture américaine est toujours en verre laminé et qu'il est supposé pouvoir

être brisé ou repoussé pour vous permettre de vous échapper. Ceci en supposant, naturellement, que le pare-brise n'a pas été bloqué par une collision de front.

5° Il a été soutenu que le fort bruit explosif accompagnant la rupture du verre trempé, combiné avec l'envol des fragments de verre, pourrait surprendre le conducteur au point de lui faire perdre le contrôle de sa voiture. Les études de DuPont ont montré que, lorsque les verres laminé et trempé sont brisés avec une boule de deux livres, le son accompagnant la rupture du verre trempé est « non seulement de plus grande amplitude, mais encore de plus grande durée ». Les études de Ford, d'autre part, ne signalent qu'une petite différence de dB pour 100.

Les oreilles des briseurs de verre de *Mécanique Populaire* n'ont pu déceler qu'une légère différence. Avec l'un ou l'autre des types de verre, le son de la fenêtre frappée et brisée pouvait faire sursauter le conducteur.

6° Le verre laminé est légèrement plus

(Suite page 108)

Vos glaces de sécurité valent-elles leur prix?

(Suite de la page 39)

coûteux en tant qu'équipement d'origine ; le prix de remplacement relatif du verre trempé est une chose âprement discutée. Mais des rapports en provenance du Canada, où le verre trempé a été longuement et largement utilisé pour les vitres latérales, montrent que le taux de remplacement pour les vitres latérales trempées n'est égal qu'à 100 % du taux pour les vitres laminées.

Alors que le verre laminé peut être coupé et installé sur place, le verre trempé doit être fabriqué à dimension à l'usine, puis

être envoyé sur place pour installation. Si les constructeurs de voitures suivent une tendance attendue vers la fixation d'accessoires tels que les charnières d'aérateurs de fenêtre à travers le verre avant la trempe, le remplacement du verre trempé par du verre laminé pourrait devenir difficile, même si le propriétaire de la voiture le désirait.

Un autre problème est celui de la mise en place d'un verre laminé dans les profilés en U d'une fenêtre dont le verre trempé a été brisé. Neal Rubin et d'autres experts de la Compagnie Américaine du Verre, de Chicago, qui ont aimablement assisté *Mécanique Populaire* dans le remplacement de plusieurs vitres latérales brisées, font remarquer qu'un ferme ajustage entre les profilés en U de la fenêtre en verre trempé et la vitre laminée de remplacement est très difficile à obtenir.

Est-il nécessaire de changer les codes ?

Il est de toute évidence d'importants désaccords qui devraient être résolus. Et les codes de sécurité, écrits pour les voitures d'hier avec leurs petites fenêtres et leurs petits pare-brise plats, devraient être réexaminés de très près pour s'assurer qu'ils protègent adéquatement le propriétaire d'automobile moderne, entouré d'une « serre » largement composée de vastes étendues de verre plus ou moins « enveloppantes ».

Les surfaces vitrées d'aujourd'hui sont non seulement plus grandes, mais peuvent aussi être moins solidement encadrées en raison de la vogue des portières plus larges et des montants de porte plus minces et de l'immense popularité de la carrosserie « hard-top » (conduite intérieure sans montant de portes central). Cependant, malgré ce changement, une tendance s'est manifestée vers la diminution de l'épaisseur des fenêtres latérales, diminution de 6,5 à 5,5 et 5 mm. Certains experts soutiennent qu'une épaisseur de 6,5 mm est un minimum pour une trempe convenable du verre. D'autres signalent que du verre plus mince est de la « feuille » plutôt que de la « plaque », et qu'il est de ce fait plus solide.

Les pare-brise d'aujourd'hui, dont la surface a augmenté de près de 40 %, pourraient peut-être utiliser une couche de matière plastique intermédiaire plus épaisse que les 4/10 de millimètres spécifiés dans un code datant de 1938. Un doublage de l'épaisseur du laminé à 8/10 de millimètre accroîtrait de deux fois et demie son effet d'amortissement ou sa résistance à la pénétration... et réduirait le nombre de blessures sérieuses causées par la pénétration de la face et du cou à travers le pare-brise.

Enfin, il y aurait lieu de rechercher un matériau de vitrage entièrement nouveau, ou une recombinaison des anciens types éliminant les limitations des verres de sécurité trempés et laminés utilisés aujourd'hui.

En France, la plupart des véhicules sont équipés de glace « SECURIT ». Le code de

la route précisant qu'en cas de bris, les vitrages de pare-brise doivent permettre une « vision distincte de la route », les fabricants français ont mis au point les glaces « Visurit » et « Bisécurit » (marques d'homologation AG-TP-GS 1 et AG-TP-GS 24).

L'industrie française utilise pour certains véhicules et de nombreuses autres applications le vitrage de sécurité TRIPLEX composé de deux vitres soudées intimement par interposition d'une feuille de matière plastique. En cas de bris, l'âme plastique constitue une armature qui maintient les éclats. Par multiplication des feuilles de vitre et de plastique, on obtient le « BI-TRIPLEX » et le « MULTI-TRIPLEX » qui présentent des coefficients de résistance très élevés à la pression, à l'enfoncement et à la pénétration des projectiles.

Mécanique Populaire tiendra ses lecteurs au courant des événements qui surviendront dans ce domaine. Entre-temps, rien que pour votre satisfaction personnelle, pourquoi ne regarderiez-vous pas d'un peu plus près les vitres de votre voiture ?