BEA-TT

Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre

Rapport d'enquête technique sur l'accident d'un minibus ayant franchi le terre-plein central de l'autoroute A9 le 24 mars 2008 à Gigean (34)

juin 2010

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat
Développement durable
Infrastructures, transports et mer
Prévention des risques

Présent pour l'avenir

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable et de la Mer
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

www-developpement-durable.gouv.fr

Conseil Général de l'environnement et du développement durable

Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre

Affaire n° BEATT-2008-013

Rapport d'enquête technique sur l'accident d'un minibus ayant franchi le terre-plein central de l'autoroute A9 le 24 mars 2008 à Gigean (34)

Bordereau documentaire

Organisme (s) commanditaire (s) : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer ; MEEDDM

Organisme (s) auteur (s) : Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre ; BEA-TT

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur l'accident d'un minibus ayant franchi le terre-plein central de l'autoroute A9 le 24 mars 2008 à Gigean (34).

N°ISRN : EQ-BEAT--10-04--FR

Proposition de mots-clés : accident, transport de personnes, ceinture de sécurité, autoroute, réglementation.

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre du titre III de la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002, et du décret n°2004-85 du 26 janvier 2004, relatifs notamment aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents, en déterminant les circonstances et les causes de l'évènement analysé, et en établissant les recommandations de sécurité utiles. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

SOMMAIRE

GLOSSAIRE....9

RÉSUMÉ....11

1 - CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE....13
1.1 - Circonstances de l'accident....13
1.2 - Secours et bilan....13
1.3 - Engagement et organisation de l'enquête....13

2 - ELÉMENTS DE CONTEXTE....15
2.1 - Données météorologiques....15
2.2 - Autoroute A 9....15
2.2.1 -Caractéristiques générales dans la zone de l'accident....15
2.2.2 -Dispositif de retenue du terre-plein central....15
2.2.3 -Trafic et accidentalité....20
2.3 - Féria d'Arles....20
2.3.1 -Description de l'événement....20
2.3.2 -Dispositif mis en place....21

3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES....23
3.1 - Résumé des témoignages....23
3.1.1 -Passagers du minibus....23
3.1.2 -Automobilistes circulant dans le même sens que le minibus....23
3.1.3 -Passagers du véhicule qui est entré en collision avec le minibus....24
3.1.4 -Conducteur du véhicule qui a heurté les glissières de sécurité arrachées....24
3.1.5 -Automobilistes circulant en sens inverse du minibus....24
3.2 - Véhicules accidentés....25
3.2.1 -Véhicule A – minibus....25
3.2.2 -Véhicule B – Peugeot 206....25
3.2.3 -Véhicule C – Peugeot 306....26
3.3 - Victimes....26
3.3.1 -Véhicule A....26
3.3.2 -Véhicule B....27
3.3.3 -Véhicule C....28
3.4 - Trajets effectués....28
3.4.1 -Véhicule A (minibus)....28
3.4.2 -Véhicule B....29
3.4.3 -Véhicule C....29
3.5 - Reconstitution cinématique de l'accident....29
3.5.1 -Relevé des traces au sol....29

3.5.2 -Examen du véhicule A....32
3.5.3 -Examen du véhicule B....34
3.5.4 -Examen du véhicule C....35
3.5.5 -Examen des glissières de sécurité....36
3.5.6 -Mise en situation sur le terrain....39
3.5.7 -Simulation en images de synthèse....40
3.6 - Cadre normatif des dispositifs de retenue des véhicules....40
3.6.1 -Normes françaises....41
3.6.2 -Normes européennes....43
3.6.3 -Application des normes sur le réseau routier....45
3.7 - Étude du phénomène de rupture de la glissière de sécurité....46
3.7.1 -Principes de fonctionnement des dispositifs de retenue métalliques....46
3.7.2 -Reconstitution de la rupture de la glissière par le minibus....47
3.7.3 -Étude d'autres scénarios....48
3.8 - Accidents comportant un franchissement de terre-plein-central....49

4 - DÉROULEMENT RECONSTITUÉ DE L'ACCIDENT....51
4.1 - Trajet et conditions de conduite....51
4.2 - Accident....51
4.3 - Alerte, secours et bilan....53

5 - ANALYSE DES FACTEURS ET ORIENTATIONS PRÉVENTIVES....55
5.1 - L'organisation du voyage et la conduite du minibus....55
5.1.1 -Rappel des constats....55
5.1.2 -Analyse et orientations pour la prévention....55
5.2 - Organisation des événements festifs de type « Féria »....56
5.3 - Conception des dispositifs de retenue en terre-plein central d'autoroute....57
5.3.1 -Niveau de performance actuel et évolution prévue....57
5.3.2 -Dispositifs d'ITPC existants....58

6 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS....61
6.1 - Causes de l'accident....61
6.2 - Recommandations....61

ANNEXES....63
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête....65
Annexe 2 : plan de situation....66
Annexe 3 : Photographies....67
Annexe 4 : Schéma du dispositif d'ITPC....68
4-1 : Vue en plan....68
4-2 : Détail du passage d'urgence « Gierval »....69

Annexe 5 : Schéma des glissières démontables
(Extrait de circulaire N° 88-49 du 9 mai 1988).....70
5 - 1 : Schéma général.....70
5- 2 : Pièces de fixation.....71
Annexe 6 : Simulation numérique de l'accident.....72
Annexe 7 : Étude du phénomène de rupture de la glissière de sécurité.....75
7 – 1 : Reconstitution de la rupture de la glissière par le minibus.....75

Glossaire

- ITPC : interruption de terre-plein central
- LIER : Laboratoire Inrets Equipement de la Route
- BAU : bande d'arrêt d'urgence
- GS : glissière simple
- DE : glissière double
- TMJA : trafic moyen journalier annuel
- ASFA : Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes
- CTA-CODIS : Centre de Traitement de l'Alerte du Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours
- VSAV : véhicule de secours et d'assistance aux victimes
- FSR : fourgon de secours routier
- VRM : véhicule radio médicalisé

Résumé

Le 24 mars 2008 (lundi de Pâques) vers 16h30, un minibus circulant sur l'autoroute A9 dans le sens Montpellier – Béziers, à la hauteur de la commune de Gigean, traverse le terre-plein central de l'autoroute après avoir brisé les glissières de sécurité et se fait heurter par un véhicule circulant en sens inverse.

Un autre véhicule circulant également en sens inverse n'est pas impliqué dans cette collision mais heurte les glissières de sécurité qui ont été projetées sur la chaussée.

Le bilan de cet accident est de 7 tués, 3 blessés graves et 2 blessés légers.

La cause immédiate de cet accident est la perte de contrôle du minibus par son conducteur suite à une hypovigilance ou à un événement perturbateur interne au véhicule.

Deux facteurs ont pu jouer un rôle dans cette perte de contrôle :

- l'alcoolémie du conducteur, qui a pu favoriser son hypovigilance et amoindrir ses réflexes ;
- le manque de formation et d'expérience au volant du conducteur, non titulaire du permis de conduire, qui ne lui ont pas permis de maîtriser son véhicule.

Deux autres facteurs ont contribué à la gravité de l'accident :

- la rupture de la glissière de sécurité centrale de l'autoroute, qui a permis au minibus d'entrer en collision avec un véhicule de l'autre sens de circulation ;
- l'absence de port de la ceinture de sécurité par certains des passagers du minibus, qui a facilité leur éjection.

Le BEA-TT a émis deux recommandations : l'une portant sur l'action préventive vis à vis des conducteurs des véhicules de l'association Emmaüs France, et l'autre sur la réalisation d'essais de choc sur les modèles actuels d'interruption de terre-plein central (ITPC) comportant des fixations par broches, afin de leur apporter des adaptations visant à améliorer la retenue des véhicules.

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - Circonstances de l'accident

Le 24 mars 2008 (lundi de Pâques) vers 16h30, un minibus circulant sur l'autoroute A9 dans le sens Montpellier – Béziers, à la hauteur de la commune de Gigean, traverse le terre-plein central de l'autoroute après avoir brisé les glissières de sécurité et se fait heurter par un véhicule circulant en sens inverse.

Un autre véhicule circulant également en sens inverse n'est pas impliqué dans cette collision mais heurte les glissières de sécurité qui ont été projetées sur la chaussée.

1.2 - Secours et bilan

Les secours sont prévenus par des témoins et arrivent rapidement sur place.

Le bilan est de 7 tués, 3 blessés graves et 2 blessé légers.

1.3 - Engagement et organisation de l'enquête

Compte tenu des circonstances de cet accident et de la demande du ministre chargé des transports, le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) a ouvert une enquête technique le 25 mars 2008, dans le cadre du titre III de la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002.

Les enquêteurs techniques du BEA-TT se sont rendus sur le site de l'accident et ont rencontré les autorités judiciaires ainsi que les représentants de la préfecture, de la gendarmerie et de la société ASF, concessionnaire de l'autoroute.

Les enquêteurs ont eu communication de l'ensemble des pièces et documents nécessaires à l'enquête, et notamment l'enquête de flagrance menée par le peloton autoroutier de gendarmerie.

Afin d'étudier le franchissement de la glissière de sécurité par le minibus, le BEA-TT a fait réaliser :

- une reconstitution de l'accident par un expert automobile, comportant une mise en situation sur place et une simulation numérique au moyen du logiciel Virtual-Crash ;
- une étude du phénomène de rupture de la glissière de sécurité par le Laboratoire Inrets Equipements de la Route (LIER), comportant une simulation numérique de cette rupture.

2 - Eléments de contexte

2.1 - Données météorologiques

Le temps était légèrement couvert et la chaussée sèche.

La température était de 11° et le vent soufflait du nord-ouest à une vitesse de 37 km/h avec des rafales à 65 km/h.

2.2 - Autoroute A 9

2.2.1 - Caractéristiques générales dans la zone de l'accident

A cet endroit, l'autoroute A9 comporte 2 x 3 voies de 3,50 m avec un terre-plein central de 3,70 m et des bandes d'arrêt d'urgence de 2,60 m au minimum.

En venant de Montpellier, le lieu de l'accident se trouve dans un alignement droit suivant une légère courbe à droite ; le profil est pratiquement plat.

Il n'y a aucune signalisation particulière sur cette section et la vitesse limite y est de 130 km/h pour les véhicules légers.

Les bandes d'arrêt d'urgence (BAU) sont bordées de dispositifs de retenue, généralement constitués de glissières métalliques. Toutefois, au droit de l'accident dans le sens Narbonne Montpellier, la glissière métallique bordant la BAU est remplacée par un muret en béton sur une cinquantaine de mètres, afin de protéger un bassin d'orage situé en contrebas de l'autoroute ; le minibus est venu terminer sa course en montant sur ce muret, juste après son raccordement à la glissière métallique.

2.2.2 - Dispositif de retenue du terre-plein central

Le terre-plein central de cette section de l'autoroute A9 est équipé d'un dispositif de retenue métallique.

Tous les 2 km environ, ce dispositif fait l'objet d'un aménagement particulier appelé Interruption de Terre-Plein Central (ITPC) ; cet aménagement permet d'ouvrir rapidement les glissières afin, par exemple, de pouvoir intervenir en cas d'accident ou de basculer toute la circulation sur une seule demi-chaussée en cas de travaux.

Le minibus a franchi le terre-plein central au droit d'un de ces dispositifs d'ITPC.

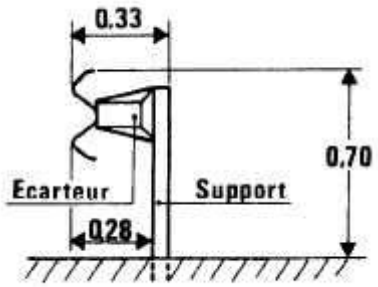
Généralités concernant les glissières métalliques

Les glissières métalliques peuvent être de deux types : simple ou double.

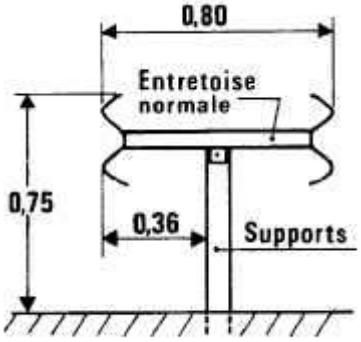
Les glissières simples comportent une lisse (élément horizontal filant) fixée sur des supports au moyen d'écarteurs. Dans le cas des glissières doubles, une entretoise fait office d'écarteur (voir figure ci-après).

Les glissières doubles sont spécialement conçues pour équiper les terre-pleins centraux des routes à chaussées séparées ; toutefois, si le terre-plein est assez large, il est possible de l'équiper avec une file de glissières simples dans chaque sens de circulation.

Fig 1 : Vue en coupe de glissières métalliques



Glissière simple (type GS)



Glissière double (type DE)

Les lisses se présentent par éléments de 4 m de longueur ; les supports sont disposés tous les 2 ou 4 m, suivant les cas ; en section courante, les différents éléments constituant la glissière (lisses, écarteurs, supports) sont maintenus entre eux par des boulons munis d'écrous.

Les glissières simples sont appelées GS ; les types les plus couramment rencontrés sont les GS2 et les GS4 qui correspondent à un espacement des supports de 2,00 ou 4,00 m. De même, les glissières doubles sont appelées DE, avec les types DE2 et DE4.

Cas des interruptions de Terre-Plein Central (ITPC)

Pour permettre une ouverture facile et rapide de ces dispositifs, on adopte généralement une glissière double qui comporte moins d'éléments que deux glissières simples. Les boulons de fixation sont remplacés par des broches bloquées par des clavettes qui peuvent être enlevées sans desserrage (voir annexe 5 et schéma ci-après) ; d'autre part, les supports ne sont pas scellés dans la chaussée mais enfilés dans des fourreaux ce qui permet de les retirer facilement.

A chaque extrémité de l'ITPC, il existe une section « abaissable » où les supports peuvent être descendus dans les fourreaux jusqu'au niveau du sol, tandis que les lisses et les entretoises sont laissées en place. De cette manière, un l'ITPC ouvert ne présente pas d'extrémité de glissière agressive pour les véhicules.

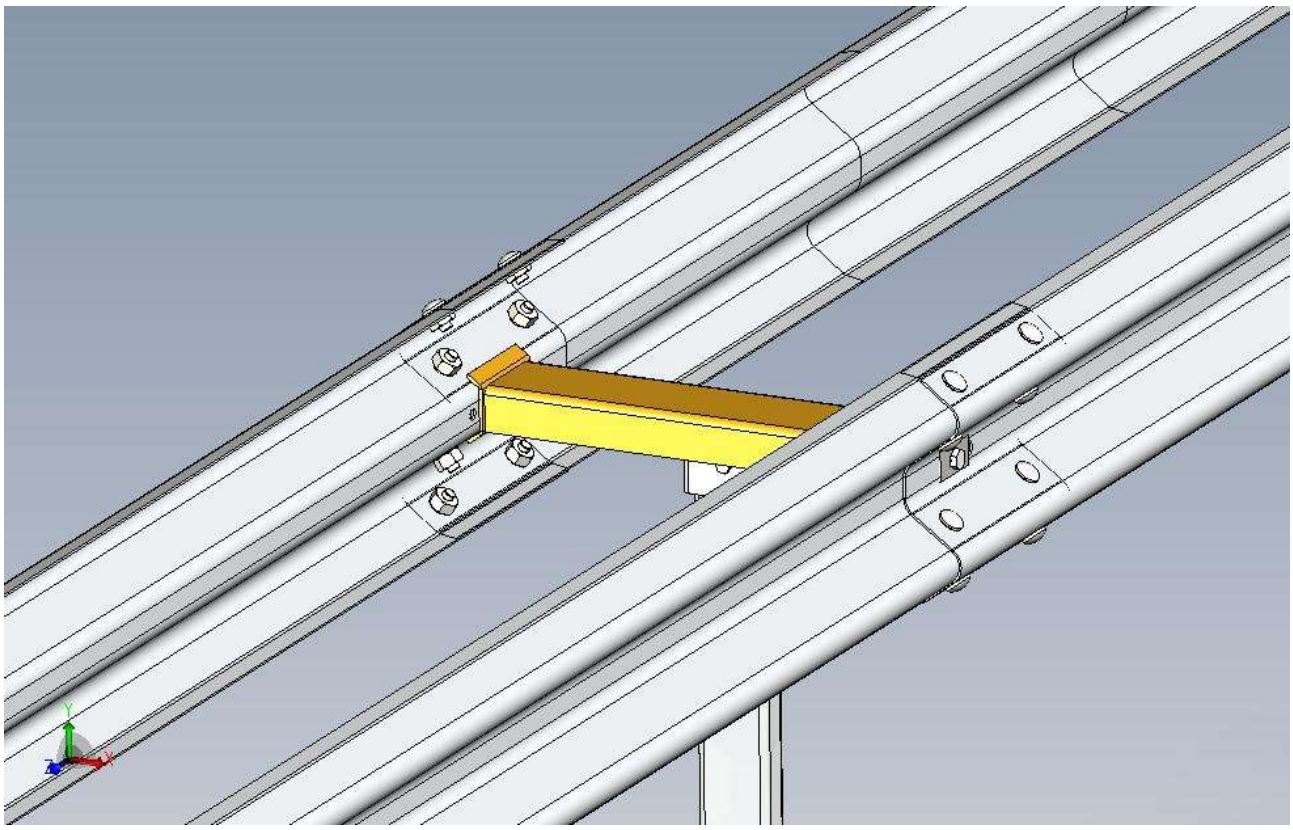


Fig 2 : Fixation par boulons des éléments d'une glissière de type DE en section courante

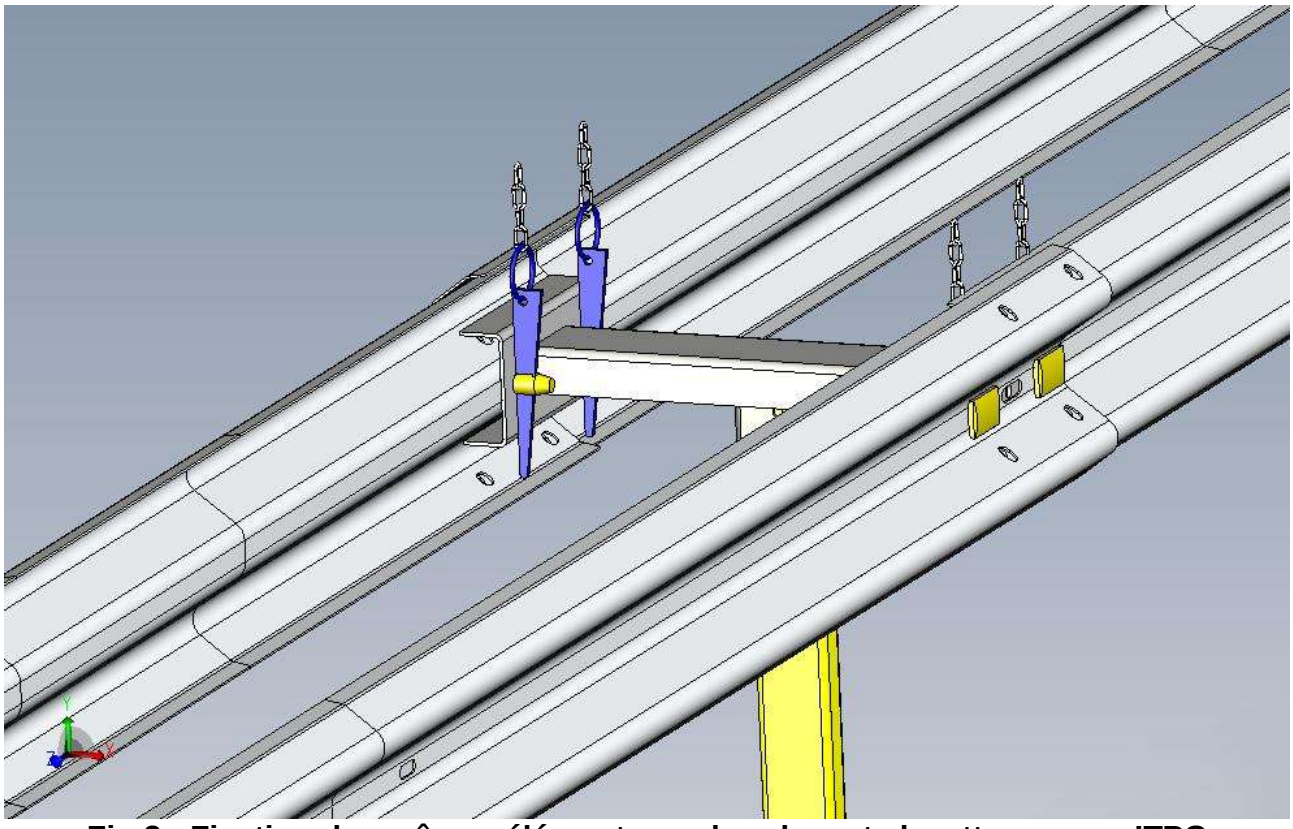


Fig 3 : Fixation des mêmes éléments par broches et clavettes sur un ITPC (voir également annexe 5)

Cas de la section de l'autoroute A9 concernée

En section courante, le terre-plein central est équipé de deux files de glissières métalliques de type GS2. (glissière simple sur supports espacés de 2,00 m). Au droit de l'ITPC* franchi par le minibus, ces deux files se rejoignaient en une file de glissières doubles DE4, démontables et/ou abaissables.

Cet ITPC, d'une longueur totale de 134,00 m, se présentait, en venant de Montpellier, conformément au tableau suivant (voir également schémas annexe 4) :

Désignation de la section	*Longueur (m)*	*Type de Glissière*	*Mode de fixation des lisses*	*Type de supports*
DE4 abaissable	12,00	DE4	Boulonnées	Abaissables
Raccordement	12,00	DE4	Broches et clavettes	Démontables
Passage d'urgence	14,00	Gierval DL4 et pièce de raccordement	Manchons et arceaux	Démontables
Raccordement	12,00	DE4	Broches et clavettes	Démontables
DE4 abaissable	12,00	DE4	Boulonnées	Abaissables
DE4 démontable	60,00	DE4	Boulonnées (sauf la dernière)	Démontables
DE4 abaissable	12,00	DE4	Boulonnées	Abaissables

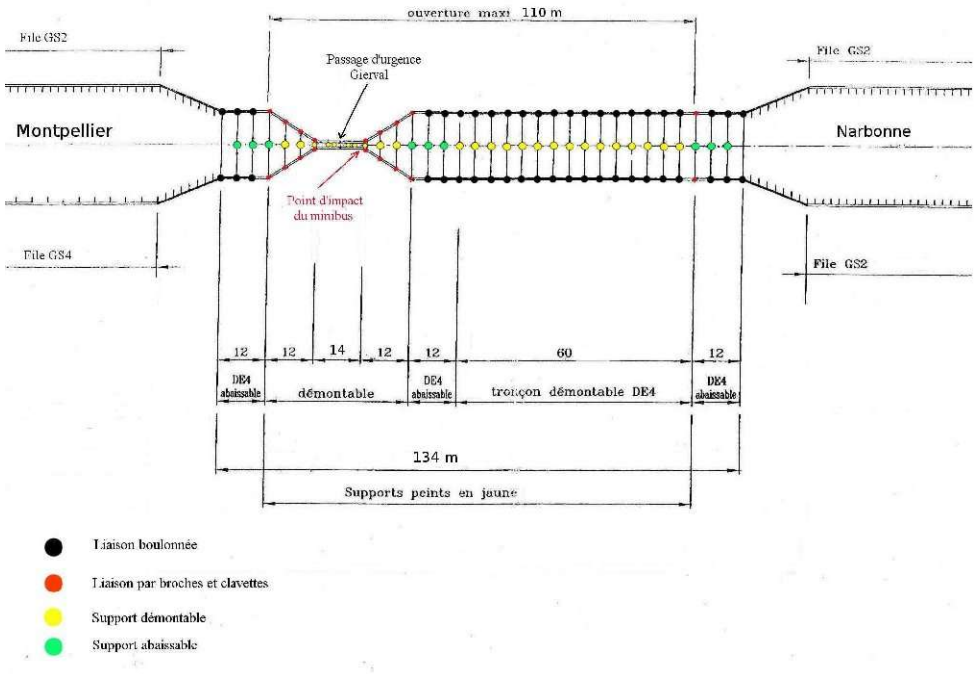


Fig 4 : Composition de l'ITPC

* Terme figurant au glossaire

Cet ITPC, présentait la particularité d'intégrer un « passage d'urgence » de type Gierval (la glissière Gierval est un modèle particulier qui a été peu employé et a même été abandonné depuis de nombreuses années, en réalisation neuve).Ce « passage d'urgence » présentait une longueur de 14,00 m et était constitué de glissières de modèle Gierval DL4.

La lisse de la glissière Gierval DL4 se présente sous la forme d'une double file de tubes carrés en acier de 10 cm de côté ; ces tubes sont reliés entre eux par des manchons fixés par des boulons traversants. Sur les sections démontables, les boulons sont remplacés par des arceaux simplement enfilés.

Dans le « passage d'urgence », ces lisses peuvent être simplement basculées pour permettre une ouverture rapide.

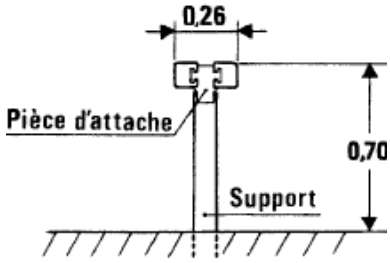


Fig 5 : Glissière Gierval DL4

Fig 6 : ITPC avec passage d'urgence Gierval similaire à celui qui a été franchi

Ce « passage d'urgence » comportait, à ses deux extrémités, des pièces spéciales de 1,80 m, assurant la transition entre, d'un côté le système de fixation de la glissière Gierval (manchons et arceaux) et de l'autre celui de la glissière DE4 (broches et clavettes).

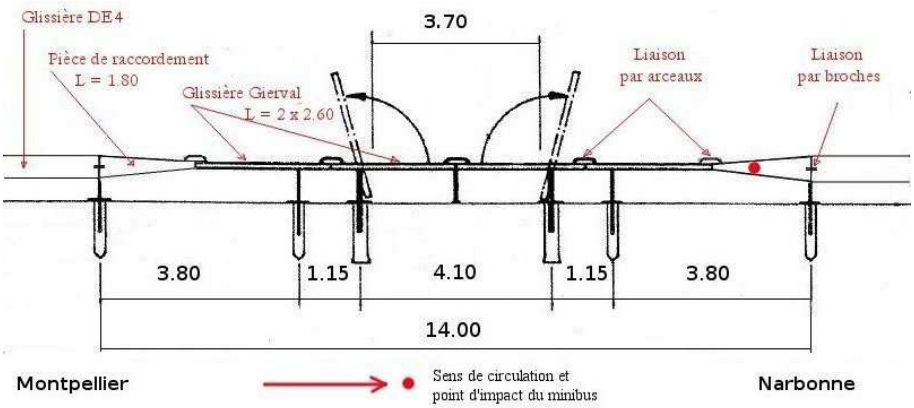


Fig 7 : Schéma du passage d'urgence

Il était encadré par deux sections de raccordement, de 12,00 m de longueur chacune, constituées de lisses classiques fixées par des broches et des clavettes, qui s'écartaient progressivement sur des entretoises de largeur variable afin de rattraper le profil transversal de la DE4. De part et d'autre de ces sections de raccordement, les lisses des glissières DE4 étaient boulonnées ; le démontage de l'ITPC au-delà du « passage d'urgence » nécessitait donc de déboulonner certaines liaisons, ce qui n'était effectué qu'à l'occasion de chantiers.

Sur toute la longueur de l'ITPC, les supports étaient enfilés dans des fourreaux permettant de les retirer facilement, pour les sections démontables ou de les descendre jusqu'au sol, pour les sections abaissables.

2.2.3 - Trafic et accidentalité

Sur la section concernée, l'autoroute A9 supporte un Trafic moyen journalier annuel (TMJA) proche de 70 000 véhicules / jour.

Dans le sens de circulation du minibus (Montpellier – Narbonne), le débit a été de 2868 véhicules dans la tranche horaire de l'accident (16 à 17h00) ; il a été légèrement inférieur dans le sens inverse avec 2332 véhicules.

Il s'agissait donc d'une heure moyennement chargée et le trafic était fluide.

La vitesse moyenne de circulation était de 125 km/h dans le sens de circulation du minibus et légèrement plus faible dans le sens inverse (119 km/h).

Le taux d'accident corporels de la section Montpellier – Sète, sur la période 2003 – 2007, est de 2,17 pour 10^8 véhicules x km, soit inférieur à la moitié de la moyenne nationale pour les autoroutes qui est proche de 5.

2.3 - Féria d'Arles

Les 7 occupants du minibus revenaient de la féria d'Arles, ville distante d'une centaine de kilomètres et à une heure de route du lieu de l'accident

2.3.1 - Description de l'événement

La « féria » est une fête populaire en Espagne et dans le sud de la France, caractérisée par des corridas, des lâchers de taureaux dans les rues, des « bandas » (orchestres de musique de fête) et des « bodégas » (bar en plein air ou en cave avec des musiques festives) très fréquentées tard dans la nuit.

Le comité de la Féria d'Arles organise chaque année deux manifestations, la première à Pâques et la seconde en septembre (féria dite « du riz »). Celle de Pâques 2008 se déroulait sur quatre jours, du vendredi 21 mars au lundi 24 mars, jour de l'accident. Le programme du 24 mars comportait comme principaux évènements deux corridas dans les arènes de la ville dont la première devait s'achever vers 13 heures, la seconde commençant à 16 heures 30.

Comme d'autres férias de la région ou fêtes du même type (carnavals, etc....), cet événement attire une foule considérable et s'accompagne souvent d'une consommation d'alcool qui n'est pas compatible avec la conduite d'un véhicule.

2.3.2 - Dispositif mis en place

Afin de maintenir la sécurité de la circulation routière, les autorités locales mettent en place des dispositifs de prévention et de contrôle-sanction de l'alcoolémie.

Pour la féria d'Arles de la Pâques 2008, les forces de l'ordre ont effectué des contrôles d'alcoolémie qui ont permis de constater 81 infractions dont 53 contraventionnelles (taux d'alcool dans l'air expiré compris entre 0,25 et 0,39 mg/l) et 28 délictuelles (taux supérieur ou égal à 40 mg/l) entraînant une suspension immédiate du permis de conduire.

Le bilan corporel routier de cette édition de la féria d'Arles, établi par la préfecture, a été particulièrement lourd avec 12 personnes tuées.

3 - Compte rendu des investigations effectuées

3.1 - Résumé des témoignages

Les résumés présentés ci-dessous sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations (orales ou écrites), dont ils ont eu connaissance. Ils ne retiennent que les éléments qui paraissent utiles pour éclairer la compréhension et l'analyse des événements et, corrélativement, formuler des recommandations. Il peut donc exister des divergences entre les témoignages recueillis, ou entre ceux-ci et des constats ou analyses présentés par ailleurs.

3.1.1 - Passagers du minibus

Les deux passagers du minibus qui ont survécu ont déclaré n'avoir aucun souvenir du déroulement de l'accident.

L'un d'entre eux a indiqué qu'un seul des sept participants au voyage était titulaire du permis de conduire ; celui-ci était le seul qui conduisait le minibus et il avait pris le volant au départ d'Arles. Le témoin s'était endormi peu après ce départ et il ignorait pourquoi c'était un autre qui conduisait au moment de l'accident.

3.1.2 - Automobilistes circulant dans le même sens que le minibus

Deux automobilistes circulant dans le même sens que le minibus (Montpellier–Narbonne) ont témoigné :

Automobiliste 1

Il circulait sur la voie de droite à une vitesse d'environ 110 km/h.

Le minibus l'a doublé sur la voie centrale à une vitesse qu'il a estimée à 120/130 km/h.

Peu après, le minibus a effectué 4 ou 5 zigzags, puis a heurté la glissière centrale, l'a traversée et a heurté une voiture rouge de l'autre côté.

A aucun moment le témoin n'a vu les feux « stop » du minibus allumés.

Automobiliste 2

Il roulait sur la voie centrale, environ 70 m derrière le minibus et à la même vitesse que lui. Il a estimé cette vitesse à 120/125 km/h.

Il a vu le minibus faire une brusque embardée à droite qui l'a fait empiéter sur environ la moitié de la voie de droite, puis il a brusquement braqué vers la gauche, a franchi les glissières centrales et a heurté un véhicule de l'autre côté.

3.1.3 - Passagers du véhicule qui est entré en collision avec le minibus

Les passagers avant et arrière droit ont pu témoigner, mais ils avaient vu peu de chose de l'accident. Le minibus a surgi brutalement devant eux après avoir brisé la glissière de sécurité.

3.1.4 - Conducteur du véhicule qui a heurté les glissières de sécurité arrachées

Il roulait dans le sens Narbonne-Montpellier, sur la voie de gauche, à une vitesse non précisée.

Il a vu le minibus dévier de sa trajectoire, décoller et arracher les glissières de sécurité. Il a pu éviter le minibus qui passait devant lui mais a heurté une glissière.

Il a réussi à immobiliser son véhicule sur la voie centrale après un tête à queue.

3.1.5 - Automobilistes circulant en sens inverse du minibus

Trois automobilistes, circulant en sens inverse du minibus (sens Narbonne-Montpellier), ont témoigné :

Automobiliste 1

Il roulait sur la voie centrale à environ 130 km/h.

Il a vu le minibus arracher les glissières et passer devant lui, puis il a évité un corps tombé par terre.

Il n'a pas été touché dans l'accident et a pu s'arrêter un peu plus loin sur la BAU*.

Automobiliste 2

Il roulait sur la voie centrale à environ 120 km/h et était en train de dépasser une 206 rouge.

Il a vu le minibus arrivant en face, tanguer et se soulever sur deux roues ; puis il a défoncé la glissière et est passé devant lui.

Automobiliste 3

Il se trouvait plus loin et a vu le minibus traverser les glissières.

* Terme figurant au glossaire

3.2 - Véhicules accidentés

3.2.1 - Véhicule A – minibus

Il s'agit d'un minibus Renault Trafic entraîné par un moteur 1.9 DCI d'une puissance de 100 Cv, accouplé à une boîte 6 vitesses. Il a été mis en circulation le 09/08/04 et appartient depuis cette date à l'association Emmaüs domiciliée à Labarthe sur Leze (31).

Le poids à vide du véhicule est de 1716 Kg et il accepte un poids total en charge de 2760 kg. Il est équipé pour transporter 9 personnes assises (conducteur compris), sur 3 rangées de 3 personnes.

Il est équipé d'un airbag conducteur et de ceintures de sécurité à prétensionneurs, sauf aux places centrales arrière. L'accès aux places avant se fait par la porte avant gauche conducteur et avant droite passagers. Les passagers arrière accèdent au véhicule par la porte latérale droite. Les deux portes arrière à ouverture battante sont utilisées pour le chargement de bagages.

Le véhicule est aussi équipé de 4 freins à disques, ventilés à l'avant, d'un système ABS et de la direction assistée. Il n'est pas équipé de correcteur de trajectoire.

Le kilométrage au compteur était de 75313 kms

Ce véhicule devait passer son premier contrôle technique obligatoire avant le 9 août 2008.

Suite à la violence du choc, le minibus a été très fortement endommagé ; toutefois, l'expertise judiciaire a permis d'établir que ce véhicule était dans un bon état général d'entretien et qu'aucune anomalie d'un de ses organes n'était susceptible d'être intervenue parmi les causes de l'accident.

3.2.2 - Véhicule B – Peugeot 206

Il s'agit du véhicule, circulant sur l'autre demi-chaussée qui est entré en collision avec le minibus.

C'est une berline compacte de marque Peugeot – modèle 206, entraînée par un moteur 1.4 HDI d'une puissance de 68 Cv accouplé à une boîte 5 vitesses. Elle a été mise en circulation le 16/12/2002.

Le poids à vide du véhicule est de 1060 Kg. Il est équipé pour transporter 5 personnes assises.

Il est équipé d'airbags conducteur, passagers et latéraux, ainsi que de ceintures de sécurité à prétensionneurs à l'avant. Le véhicule est aussi équipé de freins à disques ventilés à l'avant, freins à tambours à l'arrière, d'un système ABS et de la direction assistée. Il n'est pas équipé de correcteur de trajectoire.

Ce véhicule a été très fortement endommagé

Le kilométrage du véhicule n'a pas pu être relevé.

L'examen technique réalisé lors de l'expertise judiciaire n'a révélé aucune anomalie notable sur ce véhicule.

3.2.3 - Véhicule C – Peugeot 306

Il s'agit du véhicule qui n'a pas été impliqué dans la collision mais a heurté les glissières du terre-plein central, arrachées par le minibus.

Il s'agit d'une berline compacte de marque Peugeot – modèle 306, entraînée par un moteur 2.0 HDI d'une puissance de 90 Cv, accouplé à une boîte 5 vitesses. Elle a été mise en circulation le 13/11/2000.

Le poids à vide du véhicule est de 1090 Kg. Il est équipé pour transporter 5 personnes assises.

Il est équipé d'airbags conducteur, passagers et latéraux, ainsi que de ceintures de sécurité à prétensionneurs à l'avant.

Le véhicule est aussi équipé de quatre freins à disques ventilés à l'avant, freins à tambours à l'arrière, d'un système ABS et de la direction assistée. Il n'est pas équipé de correcteur de trajectoire.

Le kilométrage du véhicule était de 160245 km.

L'examen technique réalisé lors de l'expertise judiciaire n'a révélé aucune anomalie notable sur ce véhicule.

3.3 - Victimes

3.3.1 - Véhicule A

Conducteur

Il s'agissait d'un homme de 69 ans.

Il n'était pas titulaire du permis de conduire.

Les analyses ont révélé qu'il présentait un taux de concentration d'alcool de 1,05 g par litre de sang (les seuils constitutifs d'une contravention ou d'un délit étant respectivement de 0,50 et 0,80 g).

Il était porteur de la ceinture de sécurité et n'a pas été éjecté. Il est décédé dans l'accident.

Passager avant droit

Il s'agissait d'un homme de 50 ans.

Il était porteur de la ceinture de sécurité et n'a pas été éjecté. Il est décédé dans l'accident.

Passagers de la banquette centrale

Sur la banquette centrale se trouvaient trois passagers qui ne portaient vraisemblablement pas la ceinture de sécurité et ont été éjectés.

Passagers de la banquette arrière

Sur la banquette arrière se trouvaient deux passagers dont, à gauche, un homme de 35 ans, qui était vraisemblablement porteur de la ceinture de sécurité ; il n'a pas été éjecté et a été blessé légèrement. Le passager de droite a été éjecté.

Les quatre passagers éjectés, dont les positions dans le minibus n'ont pu être établies précisément, sont :

- un homme de 58 ans retrouvé gravement blessé à cheval entre la voie de gauche et la voie centrale de l'autoroute ;
- trois autres retrouvés décédés sur la bande d'arrêt d'urgence : un homme de 55 ans, un homme de 62 ans et un homme de 39 ans ; ce dernier étant le seul titulaire du permis de conduire.

3.3.2 - Véhicule B

Conducteur

Le conducteur était un étudiant de 19 ans ; il est décédé dans l'accident.

Passagers

Les passager avant droit et arrière droit étaient également des étudiants de 19 ans ; il ont été tous deux gravement blessés.

Le passager arrière gauche était un homme de 44 ans ; il est décédé dans l'accident.

3.3.3 - Véhicule C

Le conducteur, un homme de 23 ans a été légèrement blessé dans l'accident ; il était porteur de la ceinture de sécurité, de même que sa passagère qui n'a pas été blessée.

3.4 - Trajets effectués

3.4.1 - Véhicule A (minibus)

Organisation du voyage

Le voyage était organisé par le centre de Labarthe-sur-Leze, faisant partie de la communauté de Toulouse de l'association Emmaüs France.

Il s'agissait de se rendre à la féria d'Arles pour assister à une corrida ; sept personnes s'étaient inscrites à ce voyage. L'association avait commandé les billets pour la corrida et réservé des chambres dans un hôtel d'Arles pour la nuit du 23 au 24 mars 2008.

Le départ a eu lieu le dimanche 23 mars à 07h45au siège de l'association à Labarthe sur Leze (31). Un seul des sept participants était titulaire du permis de conduire ; il était le conducteur désigné du minibus. Un seul conducteur suffisait, la durée du trajet étant estimé à 3h15.

A l'origine, il était prévu qu'un membre de l'encadrement du centre accompagne les participants, toutefois, celui-ci n'a finalement pas pu prendre part au voyage, étant retenu par les obsèques d'un autre compagnon, décédé quelques jours auparavant.

Les participants sont arrivés à Arles vers 11h00, ils ont déjeuné à leur hôtel, puis sont partis assister à la corrida de 13h30 aux arènes.

Ils sont rentrés à l'hôtel vers 22h00 et y ont dîné, puis passé la nuit.

Le lundi 24 mars, ils ont pris le petit déjeuner vers 10h00 et ont quitté l'hôtel vers 11h00.

Compte tenu du temps de trajet jusqu'au lieu de l'accident et de l'heure de celui-ci, il est vraisemblable que les participants au voyage se sont promenés dans Arles jusqu'à15h30 environ.

Trajet du lundi 24 mars 2008

Le Renault Trafic, est parti de Arles (13) à destination supposée de Labarthe-sur Lèze (31).

Ce parcours, principalement autoroutier représentait 330 km, pour une durée estimée à 3h15 mn. L'accident est survenu vers 16h30, après 90 kilomètres soit environ 1 heure de route, essentiellement sur l'A9. Ils étaient attendus à Labarthe sur Leze pour 19h00.

3.4.2 - Véhicule B

La Peugeot 206 est partie de Saint Martin du Touch (à proximité de Toulouse - 31) aux alentours de 13h45, à destination de Sophia Antipolis (à proximité de Nice – 06). Le conducteur a pris en charge deux amis étudiants et un auto-stoppeur, à Toulouse vers 14h30.

Le parcours, essentiellement autoroutier, représentait 550 km, pour une durée estimée à 5 h. La collision est survenue après 230 kilomètres et environ 2 heures sur l'autoroute.

3.4.3 - Véhicule C

La Peugeot 306 effectuait le trajet Perpignan (66) – Miramas (13). Le trajet, essentiellement autoroutier représentait 270 km pour une durée d'environ 2h30.

L'accident est survenu après environ 130 km et 1h15 de route.

3.5 - Reconstitution cinématique de l'accident

Le BEA-TT a confié une mission à un expert en accidentologie automobile (cabinet Exam) afin de reconstituer la cinématique de l'accident et d'en déterminer les principaux paramètres (trajectoires des véhicules, vitesses, points de choc et angles d'impact).

En premier lieu, l'expert a effectué des relevés sur le terrain et réalisé des examens des véhicules accidentés et des glissières de sécurité, complémentaires à ceux de l'expertise judiciaire. Il a ensuite procédé à une mise en situation sur le terrain au moyen d'un véhicule témoin et a réalisé une simulation de l'accident en images de synthèse.

3.5.1 - Relevé des traces au sol

Trois marques de frottement de pneumatiques sont identifiables sur la chaussée du sens Montpellier-Narbonne, avant l’impact contre le dispositif de retenue du terre-plein central. L'examen de ces marques montre que le véhicule A (minibus) était en dérapage avant l'impact.

Fig 8 : Traces des roues du véhicule A (minibus) au franchissement de la glissière

Sur la voie de gauche du sens Narbonne-Montpellier, deux traces parallèles indiquent un freinage du véhicule C ; plus loin, on retrouve les traces d'un tête-à-queue de ce véhicule sur une distance d'environ 68 mètres.

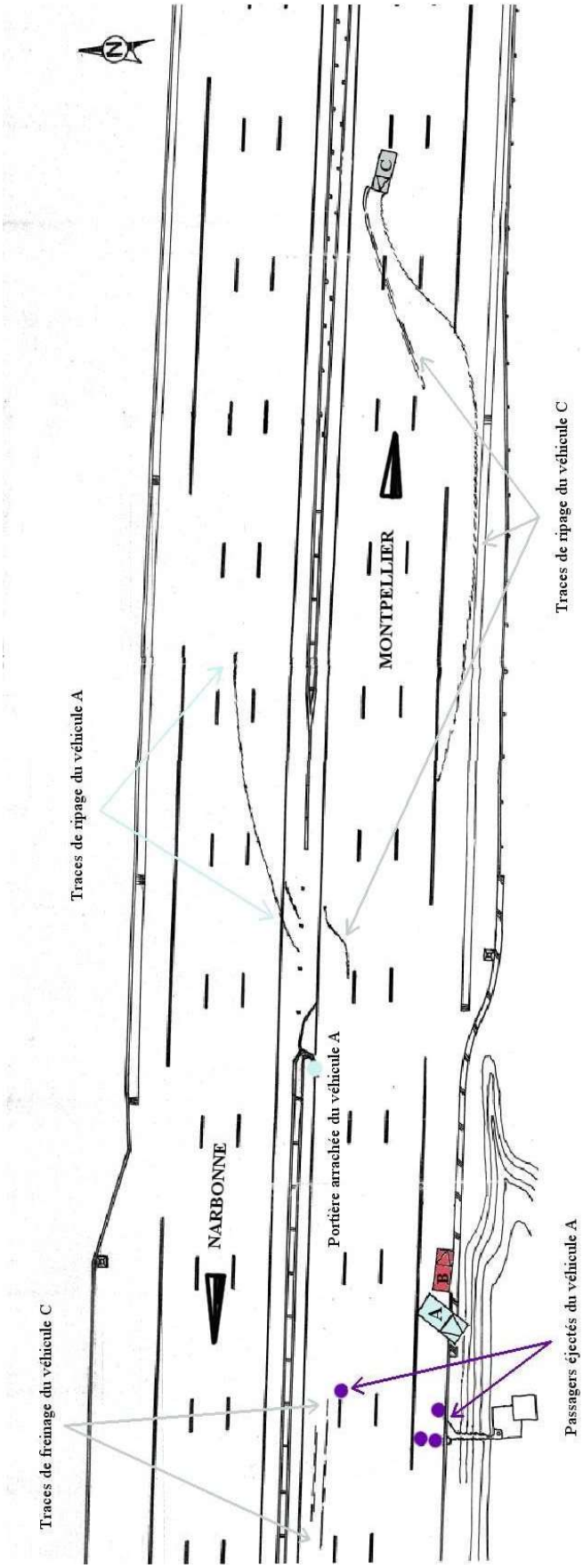


Fig 9 : Etat des lieux après l'accident

3.5.2 - Examen du véhicule A

Fig 10 : Véhicule A à l'issue de l'accident

Les principaux constats sont les suivants :

Impact avec la glissière de sécurité

Les traces de l'impact de la glissière de sécurité sur le bouclier avant du minibus ont permis de déterminer que ce véhicule présentait un roulis de 12°, en appui sur ses roues de droite, au moment du choc.

Les traces de frottement sur la carrosserie de ce véhicule montrent que la glissière de sécurité du sens Montpellier-Narbonne est passée au dessus du capot et le long du montant droit du pare-brise. La glissière du sens Narbonne-Montpellier est, quant à elle, passée en dessous du minibus.

On retrouve sur le bas de caisse du véhicule A des traces de peinture jaune provenant des poteaux de la glissière de sécurité qui permettent de reconstituer les étapes du franchissement.

Arrachement de la porte latérale droite du minibus

La porte latérale droite du minibus a été arrachée par la glissière de sécurité lors du franchissement du terre-plein central. Il s'agit de la porte d'accès à l'habitacle passager, soit aux rangées de sièges 2 et 3.

L'examen de cette porte a révélé que celle-ci était ouverte lors du franchissement de la glissière centrale ; en effet, le dispositif de fermeture a été retrouvé intact alors qu'il aurait inévitablement été brisé si cette porte avait été en position fermée lors de son arrachement. Cette ouverture a rendu possible l'introduction de l'élément de glissière qui a provoqué l'arrachement permettant ensuite l'éjection des passagers arrière qui n'étaient pas attachés ou proches de la porte.

Il s'agit d'une porte coulissante vitrée à ouverture vers l'arrière. Les commandes d'ouverture externe et interne se trouvent à l'avant de la porte. Un dispositif de verrouillage est placé à proximité de la poignée intérieure.

Le Renault trafic n'est pas équipé d'une condamnation automatique des portes à partir de 15 km/h, comme le sont d'autres véhicules de la marque, pour éviter notamment le vol à la portière ou l'ouverture intempestive des portes

La poignée d'ouverture de la porte se situe à hauteur des genoux pour un passager. Elle est articulée en partie inférieure et demande pour son ouverture une traction du passager vers l'arrière. Fermée, elle est maintenue par une gâche et positionnée par deux talons fixés au pied milieu.

Fig 11 : Portière arrachée

Le lieu, l'instant et les circonstances de l'ouverture de la porte ne peuvent être définies précisément ; deux hypothèses peuvent être émises :

- Ouverture préalable à la perte de contrôle du minibus. Dans ce cas, cette ouverture n'a pu parvenir seule, à générer l'instabilité du véhicule et sa perte de contrôle ; mais, l'appel d'air provoqué avec une circulation à 120 km/h a pu constituer un élément perturbant qui a pu-être à l'origine de la perte de contrôle par une réaction inappropriée du conducteur.
- Ouverture consécutive à la perte de contrôle suite à la réaction d'un passager arrière qui, par réflexe, a pu agripper la poignée de porte et l'ouvrir.

Données du calculateur ABS

Le calculateur de l'ABS a enregistré les dernières vitesses des roues lorsqu'il s'est mis en défaut, probablement suite au choc final contre le muret longeant la bande d'arrêt d'urgence.

- Vitesse roue AVG : 81 km/h
- Vitesse roue AVD : 73 km/h
- Vitesse roue ARG : 80 km/h
- Vitesse roue ARD : 74 km/h

La vitesse du véhicule devait donc être proche de 80 km/h, après franchissement de la glissière.

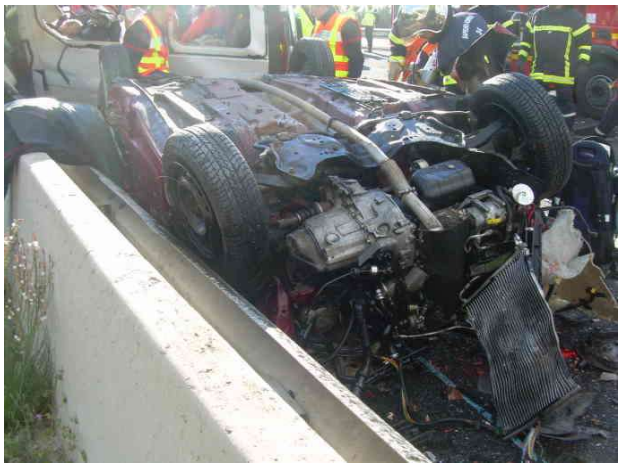
Déformation de la structure du véhicule

Du pied avant droit a l'entrée d'aile arrière droite, le bas de caisse est complètement déformé et remonté vers le haut et le centre du véhicule. Le pied milieu droit est ecrasé derrière le siège du conducteur et vrillé. Une partie du pavillon a été arrachée et il a ensuite été totalement enlevé par les services de secours.

Ceci atteste de la violence du choc du véhicule B qui a traversé le minibus de part en part entrant par le côté droit ; la partie avant moteur est allée jusqu'au volant de direction. Sous l'effet de ce choc, le minibus a été soulevé du sol pour aller se poser sur le muret bordant la bande d'arrêt d'urgence. Il ne porte pas en effet les séquelles d'un choc avant qu'aurait provoqué un impact contre le muret sur lequel il est retrouvé.

3.5.3 - Examen du véhicule B

Fig 12 : Véhicule B à l'issue de l'accident



Les victimes se trouvaient à l'intérieur et il a été nécessaire de soulever le véhicule pour désincarcérer ses occupants.

Ce véhicule a été très endommagé, toutefois son examen a permis d'établir qu'il avait traversé le minibus de part en part en entrant par le côté droit. Partiellement avancé dans le minibus, le véhicule B a alors tourné sur lui-même dans le sens anti-horaire en dégrafant complètement le pavillon du minibus. Il s'est ensuite posé sur le toit tel qu'il a été retrouvé.

3.5.4 - Examen du véhicule C

Fig 13 : Véhicule C à l'issue de l'accident

Fig 14 : Mise en situation de l'élément de glissière (broche) ayant impacté le pare-brise du véhicule C

Le véhicule a subi un choc à l'avant contre un élément de glissière de sécurité.

Le pare brise a subi un impact très franc, d'un objet situé a environ 1m 30 du sol. Cet objet à traversé le pare brise, perforé le coussin gonflable du conducteur qui s'était activé et blessé le conducteur au visage. Une tête de broche de glissière de sécurité a été retrouvée derrière le siège du conducteur ; celle-ci correspond par ses caractéristiques à l'origine des dommages au pare brise.

3.5.5 - Examen des glissières de sécurité

La file de glissières de sécurité avec ses supports a été reconstituée sur un parking de la Société ASF ; il faut toutefois noter que certains éléments de fixation (broches et clavettes) n'ont pas été retrouvés ; d'autre part, il n'est pas possible de situer précisément l'emplacement d'origine des éléments de fixation qui ont été retrouvés brisés ou arrachés.

Fig 15 : Reconstitution de la file de glissières

Le point de contact initial du minibus a pu être identifié sur la pièce de raccordement entre la glissière Gierval et la glissière DE4. Il est repérable par la présence d'un dépôt plastique noir caractéristique du frottement avec le bouclier avant du minibus.

Les traces de frottement se poursuivent le long de la pièce, signe que le véhicule a poursuivi sa progression en suivant la lisse. Autour de l'orifice de fixation sur le support (désigné par la flèche sur la photographie ci-après), on distingue les orifices de fixation des broches, dont celui de gauche est très étiré.

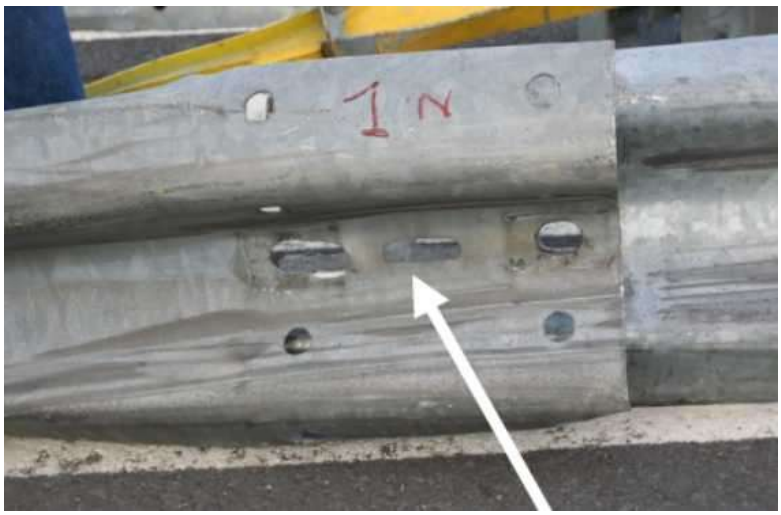


Fig 16 : Pièce de raccordement entre glissière Gierval et DE4

A titre comparaison, cette pièce se présente de la manière suivante sur un ITPC similaire

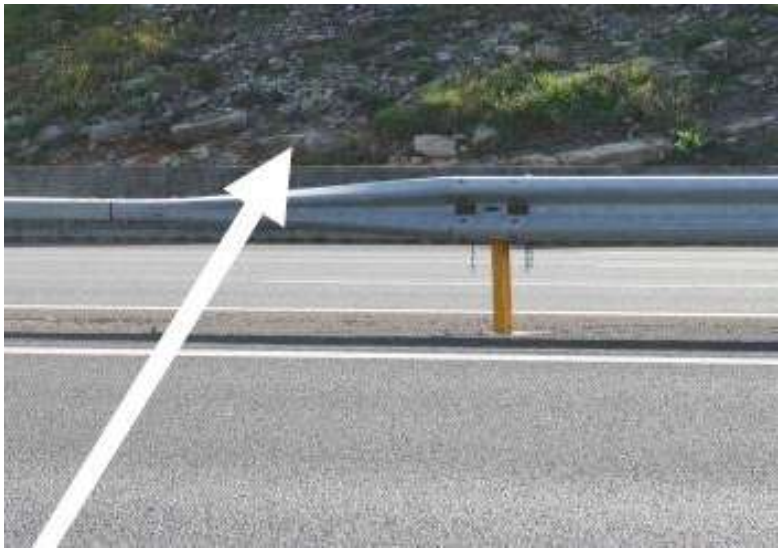


Fig 17 : Pièce de raccordement en place

(la flèche indique le point d'impact, le minibus venant de la gauche)

Les pièces de raccordement étaient restées fixées au support, ainsi que le montre la photographie suivante (Fig18), prise sur place peu après l'accident. Les lisses suivantes n'étaient plus en place ; les broches ont donc été cassées ou arrachées et la glissière s'est ouverte à cet endroit.

Fig 18 : La glissière après l'accident

(Le minibus venait de face, on reconnaît le support jaune)

Dans la section de glissière DE4 qui suivait cette pièce de raccordement, les lisses ont donc été arrachées, projetées à travers la chaussée ou repliées sur elle-mêmes. Les poteaux supports se sont soulevés et couchés, sans sortir totalement de leurs fourreaux. Dans cette zone, les orifices dans les extrémités des lisses sont étirés parfois jusqu'à la déchirure.

Sur cette section, de nombreuses autres broches de fixation on été arrachées ou cassées ; une dizaine d'entre elles ont pu être retrouvées, entières ou en morceaux.

Fig 19 : Broches cassées

En revanche,la glissière Gierval est restée en place avec ses fixations (arceaux).

3.5.6 - Mise en situation sur le terrain

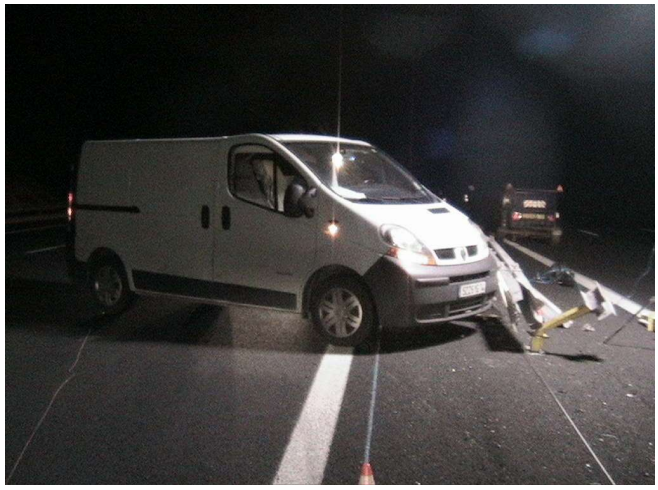
Une reconstitution du franchissement des glissières du terre-plein central a été effectuée dans la nuit du 5 au 6 juin 2008, entre 22h et 2h du matin.

La reconstitution nécessitait, en effet, la neutralisation de deux voies de circulation dans le sens Montpellier – Béziers, et d'une voie dans l'autre sens. Le trafic horaire devait donc être inférieur à 2 300 véhicules, ce qui ne se produit qu'à partir de 22h00.

Un véhicule témoin de marque Renault Trafic a été positionné sur le site à partir des traces précédemment relevées ; les glissières ont également été remises en place.

Cette reconstitution à permis à l'expert de mesurer les angles d'impact. Ainsi, étant rappelé que le minibus était en dérapage sur ses roues de droite et présentait un roulis de 12° :

- l'angle formé entre l'axe du terre-plein central et l'axe longitudinal du minibus était de 58°,
- la trajectoire suivie par le véhicule formait un angle de l'ordre de 15 à 18° avec la file de glissières.



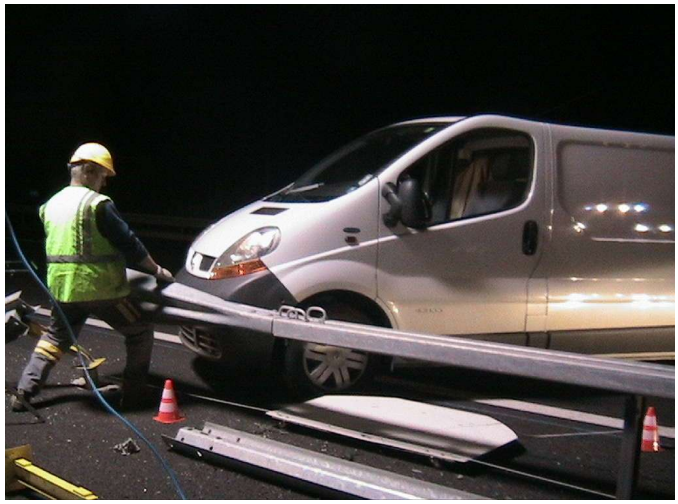


Fig 20 : Reconstitution de l'impact du minibus sur la glissière

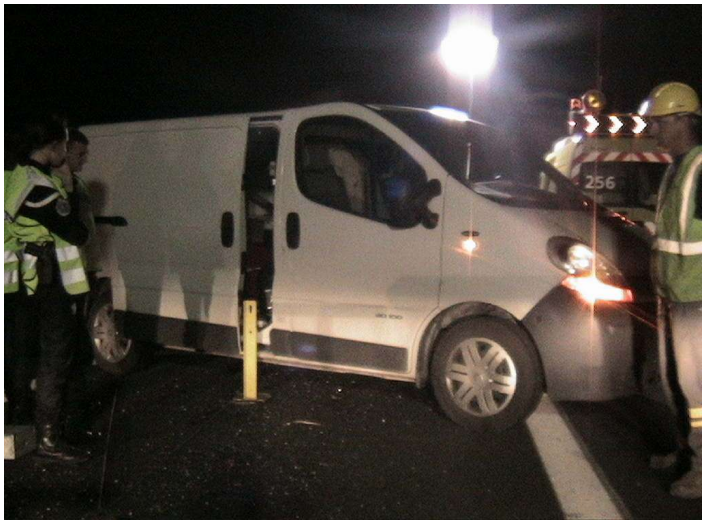


Fig 21 : Simulation de l'état de la portière latérale au passage d'un poteau

3.5.7 - Simulation en images de synthèse

Une simulation a été réalisée au moyen du logiciel Virtual Crash (version 2.2) en se basant sur les éléments relevés sur le terrain (traces de roues), ainsi que sur ceux déterminés lors de la mise en situation.

Pour cette simulation, les vitesses des véhicules ont été reprises des témoignages, soit 120 km/h pour le véhicule A (minibus), 130 km/h pour le véhicule C (Peugeot 306) et 120 km/h pour le véhicule B (Peugeot 206). Une voiture qui se trouvait entre les véhicules C et B, mais n'a pas été impactée, figure également sur cette reconstitution.

Toutefois, le logiciel ne permet pas de représenter la déformation progressive de la glissière jusqu'à sa rupture, celle-ci figure donc déjà ouverte. De même, le choc final combinant les véhicules A et B et la montée sur le muret était trop complexe pour être représenté.

Cette simulation ne doit donc pas être considérée comme une représentation exacte de l'accident mais elle permet une assez bonne visualisation des trajectoires respectives des véhicules.

Des extraits de cette simulation sont présentés en Annexe 6.

3.6 - Cadre normatif des dispositifs de retenue des véhicules

En matière de dispositifs de retenue des véhicules routiers, deux types de normes co-existent actuellement :

- des normes françaises,
- des normes européennes qui ont été en partie transposées en normes françaises.

Les normes françaises sont pour la plupart descriptives, c'est à dire qu'elles imposent des caractéristiques dimensionnelles et des matériaux à employer. Elles reprennent le contenu de la circulaire N° 88-49 du 9 mai 1988 relative à l'agrément et aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue contre les sorties accidentelles de chaussée (ainsi que des 4 fascicules de l'Instruction qui l'accompagne). Elles conduisent au marquage NF des produits.

Les normes européennes sont, en revanche, essentiellement basées sur les performances réalisées lors d'essais de choc. Elles n'imposent pas de caractéristiques dimensionnelles ou de matériaux, ces choix étant de la responsabilité du constructeur. Il s'agit de l'ensemble des normes européennes EN 1317 qui s'inscrivent dans le cadre de la Directive des Produits de Construction. Ces normes conduisent au marquage CE des produits ; il convient de noter que ce marquage s'applique à l'ensemble d'un dispositif de retenue alors que le marquage NF concernait chacun de ses composants.

La section de l'autoroute A9 concernée par le présent accident devait répondre aux normes françaises contenues et à la circulaire du 9 mai 1988.

La mise en place du marquage CE a démarré début 2008 et se poursuit pendant une période transitoire de trois ans, à l'issue de laquelle tous les dispositifs de retenue concernés devront être marqués CE. Ils devront en outre présenter les niveaux de performance de retenue minimaux fixés par un arrêté du 2 mars 2009, lors des nouvelles mises en service et des travaux de réaménagement importants.

3.6.1 - Normes françaises

Principales spécifications

Elles sont contenues dans la circulaire du 9 mai 1988 qui définit toutes les caractéristiques dimensionnelles ainsi que les normes de montage et de fabrication des dispositifs de retenue métalliques agréés (à l'exception de la glissière Gierval pour laquelle il convient de se reporter aux annexes techniques n° 1 et 2 de la circulaire n° 78-5 du 6 janvier 1978).

La circulaire du 9 mai 1988 comporte également des essais de choc qui ont été repris par les normes P 98-441 (Barrières de sécurité routières – conditions générales des essais de choc – 1993) et NF P 98-409 (Barrières de sécurité – critères de performance, de classification et de qualification – 1996). Cette circulaire classe ces dispositifs de retenue en plusieurs niveaux selon les performances atteintes et définit le domaine d'emploi de chacun de ces niveaux.

Ainsi, le dispositif de retenue équipant le terre-plein central de l'autoroute A9 était de niveau 1, ce qui correspond aux essais de choc suivants :

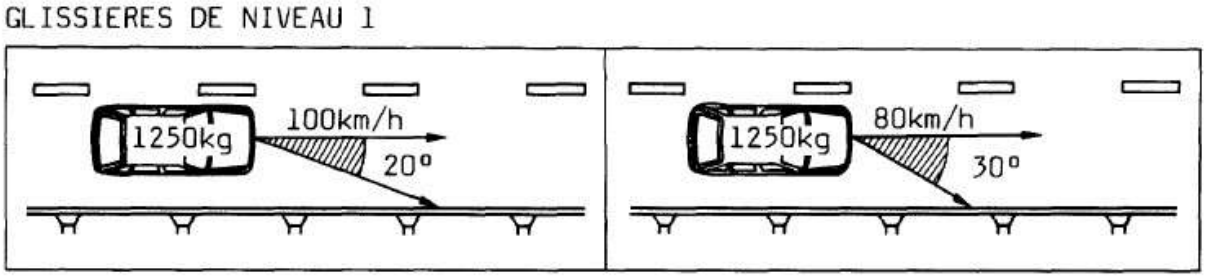


FIG 22 : Essais d'agrément des glissières de sécurité de niveau 1

La file de glissières devait donc retenir un véhicule de 1250 kg la heurtant à 100 km/h avec un angle de 20°, ou à 80 km/h avec un angle de 30°. L'énergie cinétique transversale de ces chocs s'obtient par la formule $E = ½ M (V \sin\alpha)^2$; ce qui donne :

- choc à 100 km/h avec un angle de 20° : 56 kj (kilojoules) ;
- choc à 80 km/h avec un angle de 30° : 77 kj (kilojoules).

Dans la pratique, ces essais de choc ne sont plus appliqués pour l'agrément de nouveaux produits depuis la publication des normes d'essais européennes en 1998.

Cas des dispositifs d'interruption de terre-plein central

Les dispositifs d'ITPC sont constitués de glissières démontables et/ou abaissables ; les composants en sont décrits dans la circulaire du 9 mai 1988 (voir annexe 5), avec notamment les broches de fixation qui remplacent les boulons de la section courante (voir § 2.2.2).

Dans les années soixante-dix, un certain nombre de dispositifs d'ITPC avaient été agrées consécutivement à la satisfaction des essais de choc décrits précédemment :

- dispositif à base de glissières DE4 démontables, en 1972 ;
- dispositif à base de glissières GS4 démontables, en 1972 ;
- dispositif à base de glissières double Gierval démontables, en 1975.

Ces dispositifs avaient donc résisté à des chocs développant une énergie cinétique transversale maximale de 77 kj.

Cependant, le dispositif en place sur l'autoroute A9 ne correspondait pas exactement à un des modèles testés car aucun dispositif mêlant des glissières DE4 et Gierval démontables n'a jamais été testé ni agréé ; d'autre part, le raccordement entre ces deux modèles de glissières ne correspondait pas aux spécifications de la circulaire du 6 janvier 1978, relative à l'agrément de la glissière Gierval. Le dispositif en place sur l'A9 correspondait à un modèle préconisé par une note du 15 janvier 1991 de la Direction des Routes (Ministère de l'Equipement, du Logement, des Transports et de la Mer) ; toutefois, ce modèle n'avait jamais subi d'essais de choc.

Les dispositifs de glissières DE4 testés en 1972 comportaient un système de broches et clavettes permettant le démontage ; plusieurs essais avaient permis d'améliorer le modèle pour aboutir aux broches figurant dans la circulaire 88-49 du 9 mai 1988 qui fixe leurs caractéristiques dimensionnelles.

Toutefois, ces broches n'ont jamais fait l'objet d'aucune spécification en ce qui concerne leurs caractéristiques mécaniques et, alors que dans les essais de 1972, il est fait mention de broches en acier, la circulaire du 9 mai 1988 indique que «*le métal de base de ces broches est un bronze d'aluminium moulable qui peut être galvanisé pour des raisons d'esthétique et pour éviter le vol*». Or, la résistance mécanique de ce métal est a priori plus faible que celle de l'acier.

La broche est le seul composant des glissières métalliques démontables, avec les fourreaux de supports, qui ne fait pas l'objet d'un contrôle de conformité à la norme attesté par la marque NF-Equipements de la route.

3.6.2 - Normes européennes

La norme européenne EN 1317 a été transposée dans les normes françaises suivantes :

- NF EN 1317-1 (1998) : Terminologie et dispositions générales pour les méthodes d'essais ;
- NF EN 1317-2 (1998) et NF EN 1317-2/A1 (2006): Classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai pour les barrières de sécurité ;
- NF EN 1317-3 (2000) : Classes de performance, critères d'acceptation des essais de chocs et méthodes d'essais pour les atténuateurs de chocs ;
- NF EN 1317-4 (2002) : Classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai pour les extrémités et raccordements des glissières de sécurité ;
- NF EN 1317-5 (2007) et NF EN 1317-5/A1 (2008) : Exigences relatives aux produits, durabilité et évaluation de la conformité.

Essais de choc

Les essais de choc utilisés figurent dans le tableau suivant :

	Véhicule	Masse (kg)	Vitesse (km/h)	Angle (°)
TB 11	VL	900	100	20
TB 21	VL	1 300	80	8
TB 22	VL	1 300	80	15
TB 31	VL	1 500	80	20
TB 32	VL	1 500	110	20
TB 41	PL non articulé	10 000	70	8
TB 42	PL non articulé	10 000	70	15
TB 51	bus	13 000	70	20
TB 61	PL non articulé	16 000	80	20
TB 71	PL non articulé	30 000	65	20
TB 81	PL articulé	38 000	65	20

Norme EN 1317 – essais de choc

Lors de ces essais, les dispositifs de retenue doivent répondre à six critères pour assurer une sécurité maximale des usagers (conducteurs, occupants, autres usagers de la route, personnes présentes ou résidant dans la zone, ...) :

- Limiter l'impact du choc sur les occupants.
- Retenir le véhicule.
- Minimiser la sortie de route.
- Contrôler la trajectoire du véhicule après le choc.
- Éviter le retournement.
- Limiter la projection de parties détachées (lorsque ces éléments ont un poids supérieur à 2 kg).

Niveaux de retenue

Les essais de choc permettent de définir des niveaux de retenue qui figurent dans le tableau suivant :

	NIVEAU	ESSAI
angle faible	T1	TB 21
	T2	TB 22
	T3	TB 41 + TB 21
normale	N1	TB 31
	N2	TB 32 + TB 11
élevée	H1	TB 42 + TB 11
	H2	TB 51 + TB 11
	H3	TB 61 + TB 11
très élevée	H4a	TB 71 + TB 11
	H4b	TB 81 + TB 11

Norme EN 1317 – niveaux de retenue

Le niveau N2 de cette nouvelle norme est celui qui se rapproche le plus du niveau 1 de la circulaire N° 88-49 du 9 mai 1988. Il s'avère légèrement plus exigeant en soumettant le dispositif de retenue à une énergie cinétique transversale de 82 kj (essai TB 32).

Cas des dispositifs d'ITPC

Aujourd'hui, trois modèles de barrières d'ITPC mis au point par des constructeurs ont été agréés suivant la norme européenne, au niveau H1 ou H2.

3.6.3 - Application des normes sur le réseau routier

Les performances désormais applicables sur le réseau routier ont été fixées par l'arrêté du 2 mars 2009, relatif aux performances et aux règles de mise en service des dispositifs de retenue routiers soumis à l'obligation de marquage CE.

Cet arrêté impose l'emploi de produits ayant reçu le marquage CE (Certification suivant les normes européennes) pour tous les dispositifs de retenue permanents des véhicules, mis en service sur les voies du domaine public routier où la limitation de vitesse est supérieure ou égale à 70 km/h.

En ce qui concerne les dispositifs de retenue utilisés sur terre-plein central (TPC) des routes à chaussées séparées et des autoroutes, pour lesquelles la limitation de vitesse est supérieure ou égale à 90 km/h, les performances exigées sont les suivantes :

- si la largeur du TPC est inférieure à 5 m :
  - route à chaussées séparées à 2 × 1 ou 2 + 1 voies : classe de niveau de retenue minimum N2,
  - route à chaussées séparées à 2 × 2 voies : classe de niveau de retenue minimum H1,

- route à chaussées séparées à 2 × 3 voies ou plus : classe de niveau de retenue minimum H2.

➢ si la largeur du TPC est supérieure ou égale à 5 m : classe de niveau de retenue minimum N2.

Ces exigences s'appliquent aux dispositifs de retenue permanents, mais pas aux ITPC qui sont considérés comme des dispositifs de retenue temporaires. Les dispositifs d'ITPC ne sont pas encore soumis au marquage CE ; leurs performances doivent être définies par une norme actuellement en cours d'élaboration.

Les dispositions de cet arrêté sont applicables à de nouvelles mises en service de dispositifs de retenue. Les dispositifs de retenue en place sont mis en conformité lors de la réalisation de travaux d'aménagements routiers dont l'emprise englobe des dispositifs de retenue existants ou lors de travaux de réhabilitation de dispositifs de retenue sur un linéaire important.

La mise en conformité des dispositifs de retenue n'est pas obligatoire en cas de réparation ponctuelle après un choc de véhicule ni lors d'opérations de rehausse de dispositifs de retenue existants.

3.7 - Étude du phénomène de rupture de la glissière de sécurité

3.7.1 - Principes de fonctionnement des dispositifs de retenue métalliques

Les glissières de sécurité métalliques sont des dispositifs dits « souples », c'est à dire qu'ils se déforment sous le choc d'un véhicule et conservent une déformation permanente.

Ainsi, une partie de l'énergie de choc est absorbée dans cette déformation ce qui atténue la sévérité de ce choc pour les occupants du véhicule.

Le fonctionnement idéal de ce dispositif est le suivant :

➢ la lisse se déforme de manière plastique au droit de l'impact ;

➢ les efforts sont transmis dans les supports qui se couchent ;

➢ la lisse se désolidarise des supports (les liaisons support-entretoise et lisse-entretoise sont conçues pour céder sous un choc) ;

➢ la lisse qui est ancrée de part et d'autre du choc (l'ancrage est constitué par une certaine longueur de glissière restée en place, attachée à ses supports), forme une poche qui redirige le véhicule vers sa voie de circulation.

Déformation d'une glissière métallique

Pour atteindre ce fonctionnement, il est nécessaire que la continuité de la lisse ne soit pas rompue. Or, cette continuité repose en majeure partie sur la fixation entre eux des éléments de lisse de 4,00 m de longueur, fixation qui est assurée par des boulons en section courante et par des broches dans les sections d'ITPC (voir § 2.2.2).

3.7.2 - Reconstitution de la rupture de la glissière par le minibus

Cette reconstitution figure en annexe 7-1.

Méthode employée

Elle a été réalisée au moyen d'un modèle numérique ; après modélisation du véhicule et du dispositif de retenue, des calculs ont été faits en faisant varier les paramètres du choc dans la plage des valeurs déterminée par l'expertise. La reconstitution la plus proche de ce qui a été relevé sur le terrain a été obtenue avec les paramètres suivants :

- Angle véhicule / glissière : 58°
- Vitesse du véhicule : V = 120 km/h
- Angle trajectoire / glissière : $\alpha = 15°$
- Masse du véhicule : M = 2300 kg

L'énergie cinétique transversale de ce choc s'obtient par la formule $E = ½ M (V \sin\alpha)^2$, ce qui donne 85,6 kj (kj). Cette énergie est légèrement plus élevée que celle mise en oeuvre lors des essais de choc du niveau N1 de la norme française qui est au maximum de 77 kj, voire du niveau N2 de la norme européenne (82 kj).

Conclusions

Cette reconstitution met en évidence le fait que l'ouverture de la glissière a été provoquée par la rupture des broches reliant les éléments de l'ITPC.

Ces broches n'étant que partiellement définies dans les normes, il a fallu procéder à des essais de traction afin de déterminer leurs caractéristiques mécaniques qui ne font l'objet d'aucune spécification.

Les essais de traction en laboratoire, réalisés sur une des broches du scellé judiciaire et deux broches provenant du stock fournisseur, ont permis de déterminer les caractéristiques intrinsèques du matériau utilisé (bronze d'aluminium). Ces essais ne rendent toutefois pas compte de la résistance de l'ensemble de la broche car ils sont effectués sur des éprouvettes de petite dimension prélevées dans une pièce ; or, une broche subit des concentrations de contraintes dues à sa forme particulière (gorge à travers le corps cylindrique) ; d'autre part, le mode de fabrication de ces pièces par moulage provoque souvent des défauts (bulles d'air) qui ont pour conséquence une diminution sensible de la section résistante.

Des simulations numériques ont donc été réalisées, à partir des valeurs fournies par les essais en laboratoire, afin d'évaluer la résistance d'ensemble de ces broches.

Il apparaît que la liaison d'une section de glissières démontables par deux broches en bronze d'aluminium offre une résistance à la traction inférieure d'au moins 40 % à celle d'une liaison de section courante qui est assurée par 8 boulons acier de type M16. En cas de défaut de fabrication important, la résistance de cette liaison par broches peut descendre à la moitié de celle d'une liaison par boulons.

3.7.3 - Étude d'autres scénarios

D'autres scénarios de chocs ont été étudiés, soit en conservant le dispositif d'ITPC d'A9 avec d'autres types de chocs, soit en appliquant les paramètres du choc de l'accident de Gigean à d'autres dispositifs.

Cette étude figure en annexe 7 – 2. S'agissant d'une simulation numérique, les résultats doivent en être interprétés avec prudence ; on peut toutefois en tirer les conclusions suivantes :

Dispositif d'ITPC d'A9 sous d'autres types de chocs :

Le même dispositif d'ITPC a été testé sous les chocs correspondant au niveau 1 de la norme française (voir § 3.6.1 ci-avant) ; c'est à dire un véhicule de 1250 kg heurtant la file de glissières à 100 km/h avec un angle de 20°, ou à 80 km/h avec un angle de 30°.

Dans les deux cas, le dispositif est franchi.

Ces essais présentent une énergie transversale de choc d'environ 56 kj (essai à 100 km/h et 20°) et 77 kj (essai à 80 km/h et 30°) ; ils semblent donc confirmer la faiblesse de ce dispositif de retenue qui constitue une zone de plus faible résistance que celle de la section courante constituée de glissières boulonnées (section courante qui, elle, a satisfait à ces essais de choc).

Choc de l'accident du 24 mars 2008 à Gigean sur d'autres types de dispositif de retenue :

Le choc du minibus a été appliqué à deux autres dispositifs. Les paramètres en étaient un véhicule de 2300 kg heurtant la file de glissières à 120 km/h sous un angle de 15°, ce qui représente une énergie transversale de choc d'environ 86 kj.

- dispositif d'ITPC entièrement constitué de glissières DE 4 démontables (avec liaisons par broches) : ce dispositif a été franchi ce qui semble montrer que la présence du passage d'urgence « Gierval » n'a pas eu une influence déterminante sur le comportement du dispositif d'A9.
- Section courante de glissière DE4 (avec liaisons boulonnées) : ce dispositif a été franchi ; la sévérité de ce choc étant supérieure d'environ 10% à celle de l'essai de la norme applicable (86 kj pour 77 kj), ceci semble montrer que ce dispositif dispose d'une faible marge vis à vis des exigences auxquelles il devrait satisfaire.

3.8 - Accidents comportant un franchissement de terre-plein-central

Sur 5 ans (2002 à 2006) l'ASFA (Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes) a recensé 34 franchissements de TPC dont 3 concernent les ITPC. Ceci sur un linéaire de 8 375 km d'autoroute.

Les 2/3 de ces accidents impliquent des PL.

Ces accidents ont causé 52 tués et 35 blessés ; il s'agit donc d'un type d'accident très grave avec une moyenne de 1,5 tué et 1 blessé par accident.

Toutefois, ces accidents avec franchissement de TPC ne représentent que 4% environ du nombre total des tués sur le même linéaire.

Les accidents avec franchissement de TPC au droit d'un ITPC constituent donc un cas très rare.

4 - Déroulement reconstitué de l'accident

4.1 - Trajet et conditions de conduite

Le lundi 24 mars 2008, les sept occupants du minibus partent d'Arles vers 15h30, à destination de Labarthe sur Leze (31).

Ils viennent de passer un peu plus de 24 heures dans une ambiance festive. Pour une raison et à un moment ignorés, un des passagers qui n'est pas titulaire du permis de conduire et présente un taux d'alcoolémie de 1,05 g par litre de sang, prend le volant.

Après environ 90 kilomètres, soit 1 heure de route essentiellement sur l'A9, le minibus arrive à la hauteur de Gigean.

4.2 - Accident

La cinématique de l'accident est illustrée à l'annexe 6.

Perte de contrôle du véhicule A

Vers 16h30, le véhicule A (minibus) roule sur la voie centrale à un vitesse approximative de 120 km/h, d'après des témoignages. Il effectue un écart sur la droite, suivi d'un écart plus brusque vers la gauche.

La cause de ces écarts n'a pas pu être déterminée, deux familles d'hypothèses sont envisageables :

- un phénomène d'hypoviligance ou un début d'assoupissement du conducteur, lié à la période de digestion et favorisé par une alcoolémie importante. Le véhicule dérive alors sur la droite et le conducteur, se réveillant, a un réflexe trop brusque pour le ramener dans sa voie ;
- un élément perturbateur tel que l'ouverture intempestive de la porte latérale droite. L'appel d'air ainsi créé n'était pas suffisant pour provoquer le déséquilibre qui a conduit à l'accident, mais le conducteur a pu être surpris et avoir une réaction disproportionnée.

A la suite de son redressement brusque sur la gauche, le véhicule prend immédiatement du roulis et devient très vite irrécupérable. L'inexpérience du conducteur qui n'était pas titulaire du permis de conduire et son alcoolémie ont vraisemblablement joué un rôle dans son manque de maîtrise du véhicule.

Il part en dérapage sur ses roues de droite ; les roues de gauche se soulèvent lui donnant un roulis d'environ 12°. Le minibus se dirige alors vers le terre-plein central en suivant une trajectoire qui forme un angle de 15 à 18° avec la file de glissières.

Choc contre le dispositif de retenue du terre-plein central

Le véhicule A heurte les glissières de sécurité au niveau du dispositif d'interruption de Terre-plein Central (ITPC) ; le point de choc se situe sur la pièce de raccordement entre le tronçon de glissière Gierval et la section de glissière DE4.

Le minibus poursuit alors sa trajectoire en ripant contre la glissière DE4 qui forme une poche, les poteaux étant couchés et légèrement soulevés dans leurs fourreaux mais sans en sortir totalement.

Toutefois, la glissière cède rapidement, au niveau des broches de fixation qui relient la pièce de raccordement Gierval-DE4 à la DE4 ; ces broches sont cisaillées ou arrachées, la file de glissières s'ouvre et le minibus entame son franchissement.

Franchissement des glissières de sécurité

La DE4 étant couchée et légèrement soulevée, l'avant du minibus s'introduit entre les deux files de glissières qui se désolidarisent ; la file du sens Montpellier-Narbonne racle le dessus du capot et le montant droit du pare-brise, tandis que la file du sens Narbonne-Montpellier passe sous le bas de caisse.

Des lisses de glissières sont projetées sur la chaussée Narbonne-Montpellier, tandis que des éléments de fixation (morceaux de broches) sont projetés dans les airs.

Le minibus accroche au passage trois poteaux qui restent toutefois dans leurs fourreaux ; l'un d'entre eux arrache la portière latérale droite du minibus qui était entrouverte ; cette portière reste accrochée à un morceau de la lisse Montpellier-Narbonne qui a été repliée en « trombone ».

Le minibus se retrouve alors sur la chaussée Narbonne-Montpellier.

Ejection d'un premier occupant du véhicule A (minibus)

Le passager, vraisemblablement le plus proche de la porte qui a été arrachée, tombe entre les voies rapide et centrale. Ce passager est gravement blessé.

Passage du véhicule C

Le véhicule C (Peugeot 306) qui roule sur la voie de gauche dans le sens Narbonne-Montpellier, freine et parvient à éviter le minibus qui passe devant lui ; il évite également le passager au sol. Ce véhicule percute les glissières au sol ; sur sa trajectoire se trouve aussi un morceau de broche qui a été projeté à environ 1,30 m du sol et transperce le pare brise face au conducteur qui est blessé légèrement. Le passage sur les glissières déséquilibre le véhicule qui effectue un tête à queue avant de s’immobiliser environ 65 mètres plus loin sur la voie centrale.

Éjection d'autres occupants du véhicule A (minibus)

Après être passé devant le véhicule C, le minibus passe devant un autre véhicule, circulant sur la voie centrale, qui ne subit aucun dommage. Puis le minibus fait une nouvelle embardée sur la gauche éjectant trois autres de ses occupants. Ces trois passagers tombent sur la Bande d'arrêt d'urgence et sont tués.

Arrivée du véhicule B

Le véhicule B (Peugeot 206) arrive à une vitesse d'environ 120 km/h sur la voie de droite ; il voit le minibus surgir devant lui et n'a vraisemblablement pas le temps de freiner ; il tente de l'éviter en braquant à droite. Il se retrouve alors sur la bande d'arrêt d'urgence et roule sur l'un des passagers du minibus tombés au sol.

Collision entre le véhicule B et le véhicule A

Les roues avant du véhicule B s'élèvent ; ses longerons passent au-dessus de ceux du minibus et, continuant à monter, il rentre dans l'habitacle de celui-ci par le côté droit.

Comme le minibus présente encore un certain angle de roulis appuyé sur ses roues de droite, il est lui-même soulevé et va retomber sur le muret bordant la bande d'arrêt d'urgence. Dans le même temps, le véhicule B traverse le minibus de part en part en effectuant un tonneau dans le sens anti-horaire et s'écrase ensuite sur le toit, derrière le minibus et bloqué contre le muret.

4.3 - Alerte, secours et bilan

Le CTA-CODIS est prévenu par l'appel d'un témoin sur le « 112 » à 16h31 ; les secours arrivent sur place à 16h44.

Les moyens engagés se montent au total à 5 VSAV (véhicule de secours et d'assistance aux victimes), 3 FSR (fourgon de secours routier), 3 VRM (véhicule radio médicalisé), 3 hélicoptères et 22 sapeur-pompiers

Le bilan est le suivant :

- Véhicule A (minibus) : sur les 7 occupants, 4 ont été éjectés (dont trois tués et un blessé grave). Le conducteur, resté dans l'habitacle, est également tué, de même que le passager avant droit ; sur la banquette arrière, se trouve un blessé léger.
- Véhicule B : le véhicule s'est retourné ; sur ses 4 occupants, il y a 2 tués (conducteur et passager arrière gauche) et 2 blessés graves (passagers avant et arrière droit) ;
- Véhicule C : sur les deux occupants du véhicule, le conducteur a été légèrement blessé par une pièce de fixation des glissières de sécurité.

Soit au total : 7 tués, 3 blessés graves et 2 blessés léger.

5 - Analyse des facteurs et orientations préventives

Les investigations réalisées amènent à rechercher des facteurs causaux et recommandations préventives utiles dans trois domaines :

- L'organisation du voyage et la conduite du minibus ;
- L'organisation des événements festifs de type « féria » ;
- La conception des dispositifs de retenue en terre-plein central d'autoroute.

5.1 - L'organisation du voyage et la conduite du minibus

5.1.1 - Rappel des constats

Le centre de Labarthe-sur-Leze de l'association Emmaüs France avait organisé ce voyage ; le membre de l'encadrement du centre qui devait accompagner les sept participants n'avait finalement pas pu se joindre à eux par suite d'un événement imprévu (obsèques d'un compagnon).

La conduite du minibus devait être assurée par le seul des participants qui était titulaire du permis de conduire, et un rappel des consignes concernant l'interdiction de consommer de l'alcool, notamment avant de conduire, avait eu lieu.

Il semble que, dans l'ambiance de la féria, les participants aient oublié ces consignes et, à un moment, le volant a été pris par un des passagers qui n'était pas titulaire du permis de conduire et présentait un taux d'alcoolémie de 1,05 g.

5.1.2 - Analyse et orientations pour la prévention

Le conducteur a perdu le contrôle du minibus suite à une hypovigilance ou à un événement perturbateur interne au véhicule. L'alcoolémie du conducteur a pu jouer un rôle de deux manières : en favorisant son assoupissement et en perturbant ses réflexes lorsqu'il a voulu redresser le véhicule. Son manque de formation et d'expérience à la conduite, traduits par une absence du permis de conduire, peuvent également expliquer un mauvais réflexe.

A la suite de cet accident, l'association Emmaüs France a effectué un rappel des consignes visant à la conduite en sécurité des véhicules, à ses différentes communautés (environ 120 sur l'ensemble de la France) :

- vérifier la validité des permis de conduire et bien définir les personnes autorisées à utiliser les véhicules de l'association ;
- rappeler l'interdiction de consommer de l'alcool avant de prendre le volant et pratiquer des éthylotests en cas de doute ;
- faire accompagner systématiquement les sorties de groupe par un membre de l'encadrement du centre concerné ;

Toutefois, ces consignes sont restées verbales et peuvent être appliquées avec plus ou moins de rigueur par les différentes communautés et leurs centres ; il conviendrait de les formaliser afin d'en mieux garantir une application homogène dans la durée.

<u>Recommandation R1 (Association Emmaüs France)</u> : Développer et formaliser l'action préventive visant à la sécurité de la conduite des véhicules, à destination de l'ensemble des communautés.

5.2 - Organisation des événements festifs de type « Féria »

Les passagers du minibus revenaient de la féria d'Arles où ils avaient passé 24 heures dans une ambiance festive.

Les diverses manifestations de cette féria s'accompagnent le plus souvent d'une consommation d'alcool incompatible avec la conduite d'un véhicule. Ainsi, elle nécessite la mise en place de dispositifs de prévention et de contrôle-sanction, dans le but de maintenir la sécurité de la circulation routière.

Le lourd bilan de la Féria d'Arles de la Pâques 2008 (12 personnes décédées) a amené les autorités locales des Bouches-du-Rhône à renforcer le dispositif existant et à communiquer préventivement sur celui-ci.

Pour la féria du riz de septembre 2008, les mesures suivantes ont été appliquées :

- installation sur le site de l'évènement d'un stand de sécurité routière sur le thème de « celui qui conduit c'est celui qui ne boit pas », avec distribution d'éthylotests et proposition d'utilisation d'un éthylomètre électronique,
- diffusion tout au long de la fête de messages de prévention (programme de la manifestation, messages des « Disc-jokeys », affiches obligatoires dans les bodégas),
- fermeture des débits de boisson à 4 heures les vendredi et samedi, et à 24 heures le dimanche, avec interdiction de servir des boissons alcoolisées 1 heure avant la fermeture
- mise à la disposition des personnes ne se sentant pas en état de reprendre la route d'un espace de repos et orientation des personnes en état d'ébriété vers un poste médical avancé,
- contrôle par les forces de l'ordre des conducteurs quittant le site de la féria.

Pendant les trois jours de la féria, 5 067 dépistages ont été effectués dont 161 se sont révélés positifs (64 infractions contraventionnelles et 77 délictuelles) et 75 ont entraîné le retrait immédiat du permis de conduire (deux conducteurs conduisaient sans permis).

Ce dispositif a donné satisfaction puisqu'aucun accident corporel n'a été constaté lors de cette édition de la féria.

Il a été reconduit en 2009 et complété par des contrôles d'alcoolémie dans les départements limitrophes (Gard, Hérault et Vaucluse).

Le BEA-TT ne peut donc qu'inviter les pouvoirs publics à maintenir, voire si possible à renforcer, ce type de dispositif.

5.3 - Conception des dispositifs de retenue en terre-plein central d'autoroute

5.3.1 - Niveau de performance actuel et évolution prévue

Les autoroutes existantes, à l'heure actuelle, sont généralement équipées de dispositifs de retenue en terre-plein central conformes au niveau 1 de la circulaire N° 88-49 du 9 mai 1988. Ce niveau correspond à des essais de choc qui sont basés sur un véhicule de type berline de 1250 kg.

Cependant, on rencontre couramment des véhicules capables de circuler à la même vitesse qu'une berline tout en étant près de deux fois plus lourds (minibus, camionnettes, camping-cars) ; les normes visées ci-dessus ne garantissent pas la retenue d'un véhicule de ce type. Ainsi, le choc exercé par le minibus lors de l'accident objet du présent rapport a développé une énergie cinétique transversale estimée à 85,6 kj alors que les essais d'agrément figurant dans la circulaire du 9 mai 1988 mettaient en oeuvre une énergie cinétique maximum de 77 kj.

L'arrêté du 2 mars 2009 va améliorer considérablement cette situation en conduisant à équiper les terre-plein centraux des nouvelles autoroutes, de dispositifs de retenue de niveau H1 ou H2 de la norme européenne ; ainsi :

- Le niveau H1, basé sur l'essai TB42 (PL de 10 000 kg à 70 km/m sous un angle de 15°) correspond à une énergie transversale choc de 126 kj ;
- Le niveau H2, basé sur l'essai TB51 (autocar de 13 000 kg à 70 km/h sous un angle de 20°) correspond à une énergie transversale de choc de 287 kj.

Une nouvelle section d'autoroute à 2 x 3 voies, semblable à celle de l'A 9 où s'est produit l'accident, recevrait un dispositif de niveau H2. Ce dispositif (de même qu'un dispositif H1) ne serait pas franchi par un minibus le heurtant dans des conditions similaires à celles de l'accident du 24 mars 2008.

Toutefois, cette nouvelle norme n'est applicable qu'à l'occasion de nouvelles mises en service. La mise en conformité systématique des dispositifs de retenue en place n'est pas prévue ; elle n'aura lieu qu'à l'occasion de la réalisation de travaux d'aménagements routiers englobant ces dispositifs de retenue existants ou lors de travaux de réhabilitation de dispositifs de retenue sur un linéaire important.

La question du délai de mise aux normes de l'ensemble du réseau mériterait donc d'être abordée.

5.3.2 - Dispositifs d'ITPC existants

Analyse

Un dispositif d'ITPC doit, en principe, assurer le même niveau de retenue que la section courante de glissières. Dans le cas de l'accident étudié dans le présent rapport, ce niveau de retenue qui résultait de la circulaire du 9 mai 1988, ne garantissait pas une absence de franchissement par le véhicule.

La plupart des ITPC en place actuellement sur le réseau autoroutier sont dans le même cas ; de plus, ces ITPC utilisent le plus souvent le même type de broches de fixation en bronze d'aluminium qui constituent un point faible dans le dispositif.

En effet, des simulations numériques ont permis d'évaluer que la liaison d'une section de glissières démontables par broches offre une résistance inférieure d'au moins 40 % à celle d'une liaison de section courante assurée par des boulons. De plus, ces broches ne font l'objet d'aucune spécification quant à leurs caractéristiques mécaniques, et leur mode de fabrication (moulage) peut engendrer des défauts importants (bulles d'air) qui peuvent faire descendre la résistance de cette liaison jusqu'à la moitié de celle d'une liaison par boulons.

En outre, la rupture de ces broches entraîne la projection de pièces de petite dimension qui peuvent blesser ou tuer des usagers.

Des essais d'agrément avaient été réalisés en 1972 sur des dispositifs utilisant ce type de broches (DE4 et GS4 démontables) ; toutefois il semble que la fabrication ait évolué depuis lors (bronze d'aluminium au lieu d'acier).

Le niveau de retenue des dispositifs d'ITPC actuellement en place sur le réseau autoroutier est donc mal connu ; il n'est pas certain qu'il corresponde partout au niveau 1 de la circulaire du 9 mai 1988.

Orientations pour la prévention

Il conviendrait donc de soumettre à de nouveaux essais de choc, les dispositifs d'ITPC existants sur le réseau autoroutier, en utilisant les modèles de broches en bronze d'aluminium fabriqués actuellement (les ITPC les plus courants sont à base de glissières DE2 ou DE4 + broches).

L'objectif serait de s'assurer que ces ITPC assurent le niveau de retenue 1 de la circulaire du 9 mai 1988 ; toutefois, les essais correspondants n'étant plus utilisés, cette vérification pourrait être basée sur l'essai TB32 de la norme NF EN 1317-2 qui n'est que légèrement supérieur.

La satisfaction de ces essais de choc pourra nécessiter un remplacement des broches par un modèle plus résistant, ou une adaptation du dispositif ; en tout état de cause, il conviendra d'en déduire des exigences minimales quant aux caractéristiques mécaniques des broches et d'établir une spécification sur ces bases.

Il conviendra ensuite de définir les modalités de mise en conformité des dispositifs en place sur le réseau autoroutier, avec cette nouvelle spécification.

<u>Recommandation R2 (Délégation à la Sécurité et à la Circulation Routières – DSCR, Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements – Sétra)</u> : Faire réaliser des essais de choc sur les modèles d'ITPC existants qui comportent des fixations par broches. En fonction des résultats obtenus, apporter les adaptations nécessaires à ces dispositifs, établir une spécification, puis définir les modalités de mise en conformité des dispositifs en place sur le réseau autoroutier.

6 - Conclusions et recommandations

6.1 - Causes de l'accident

La cause immédiate de cet accident est la perte de contrôle du minibus par son conducteur suite à une hypovigilance ou à un événement perturbateur interne au véhicule.

Deux facteurs ont pu jouer un rôle dans cette perte de contrôle :

- l'alcoolémie du conducteur, qui a pu favoriser son hypovigilance et amoindrir ses réflexes ;
- le manque de formation et d'expérience au volant du conducteur, non titulaire du permis de conduire, qui ne lui ont pas permis de maîtriser son véhicule.

Deux autres facteurs ont contribué à la gravité de l'accident :

- la rupture de la glissière de sécurité centrale de l'autoroute, qui a permis au minibus d'entrer en collision avec un véhicule de l'autre sens de circulation ;
- l'absence de port de la ceinture de sécurité par certains des passagers du minibus, qui a facilité leur éjection.

6.2 - Recommandations

L'analyse des facteurs de l'accident conduit à émettre deux recommandations :

Recommandation R1 (Association Emmaüs France) : Développer et formaliser l'action préventive visant à la sécurité de la conduite des véhicules, à destination de l'ensemble des communautés.

Recommandation R2 (Délégation à la Sécurité et à la Circulation Routières – DSCR, Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements – Sétra) : Faire réaliser des essais de choc sur les modèles d'ITPC existants qui comportent des fixations par broches. En fonction des résultats obtenus, apporter les adaptations nécessaires à ces dispositifs, établir une spécification, puis définir les modalités de mise en conformité des dispositifs en place sur le réseau autoroutier.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 2 : Plans de situation

Annexe 3 : Photographies

Annexe 4 : Schéma du dispositif d'ITPC

4-1 : Vue en plan

4-2 : Détail du passage d'urgence « Gierval »

Annexe 5 : Schéma des glissières démontables

5 - 1 : Schéma général

5- 2 : Pièces de fixation

Annexe 6 : Simulation numérique de l'accident

Annexe 7 : Étude du phénomène de rupture de la glissière de sécurité

7 – 1 : Reconstitution de la rupture de la glissière par le minibus

7 - 2 : Etude d'autres scénarios

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre
Le Directeur

Paris, le 25 mars 2008

DECISION

Le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre ;

Vu la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 modifiée relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport et notamment son titre III sur les enquêtes techniques ;

Vu le décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 modifié relatif aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre ;

Vu les circonstances de l'accident survenu le 24 mars 2008 sur l'autoroute A9 à Gigean (Hérault) ayant causé le décès de 7 personnes et blessé gravement 4 autres, et la demande d'enquête du ministre chargé des transports ;

DECIDE

Article 1 : Une enquête technique, effectuée dans le cadre du titre III de la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 susvisée, est ouverte concernant l'accident survenu le 24 mars 2008 sur l'autoroute A 9 à Gigean (Hérault).

Pour le directeur du bureau d'enquête sur les accidents de transport terrestre empêché,

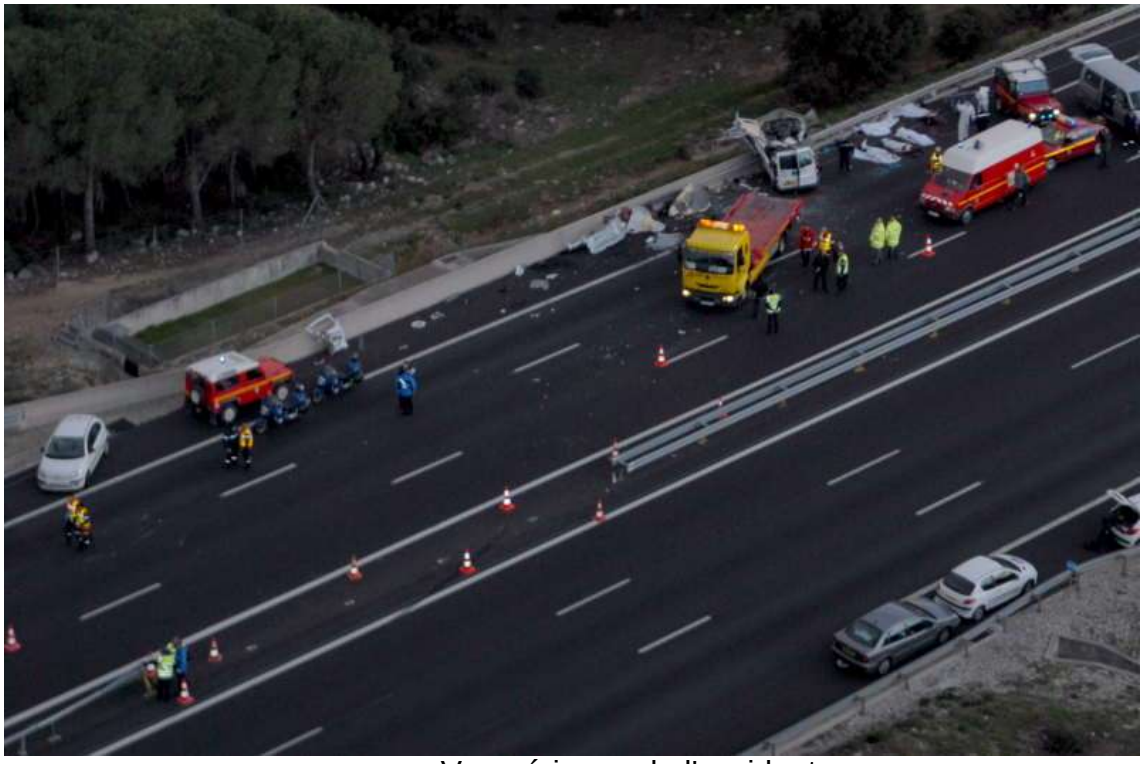
le secrétaire général,

Yves BONDUELLE

Tour Pascal B 92055 La Défense Cedex
Tél. : 01 40 81 2327 –www.bea-tt@developpement-durable.gouv.fr

Annexe 2 : plan de situation

Annexe 3 : Photographies

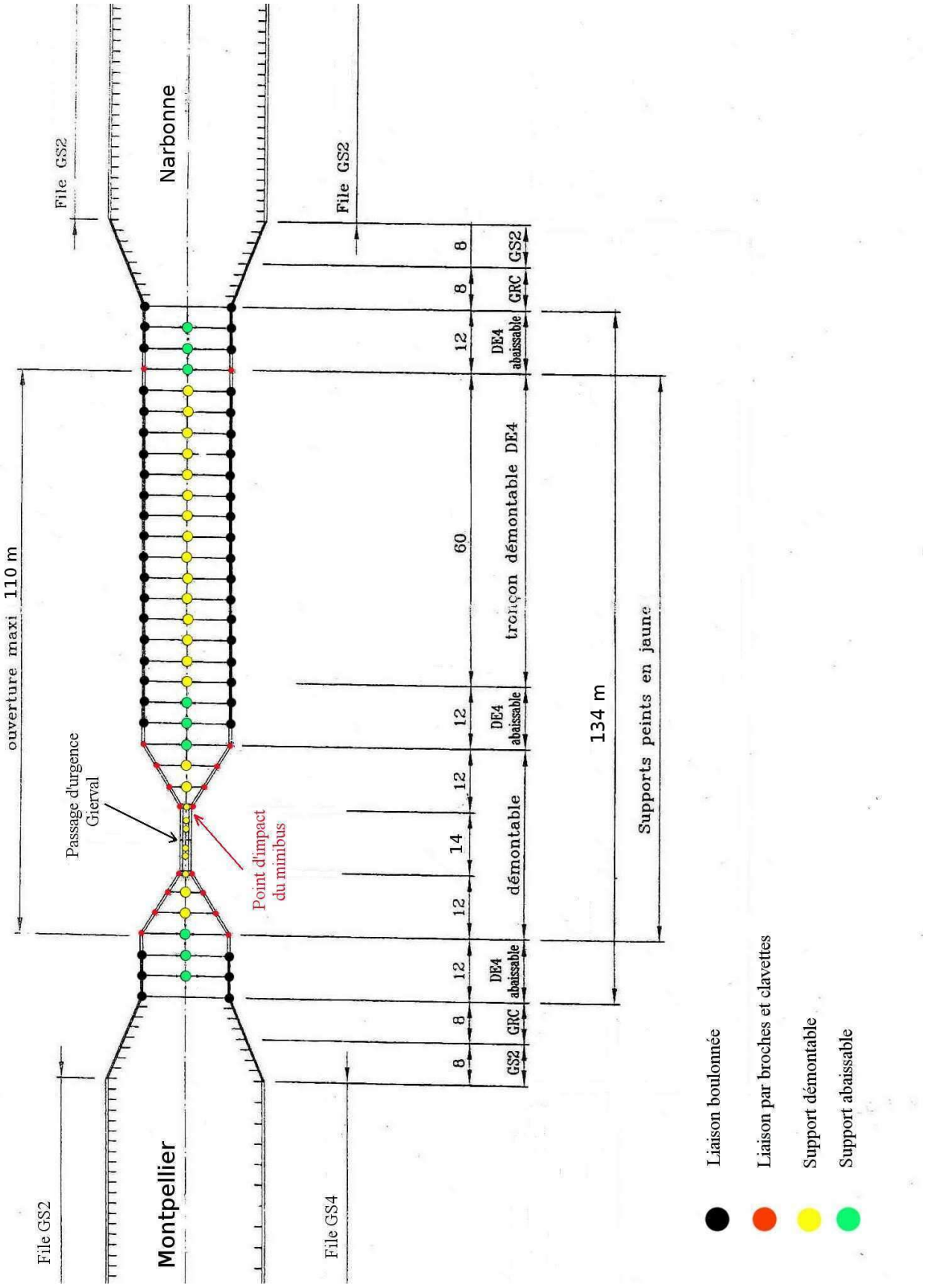


Vue aérienne de l'accident

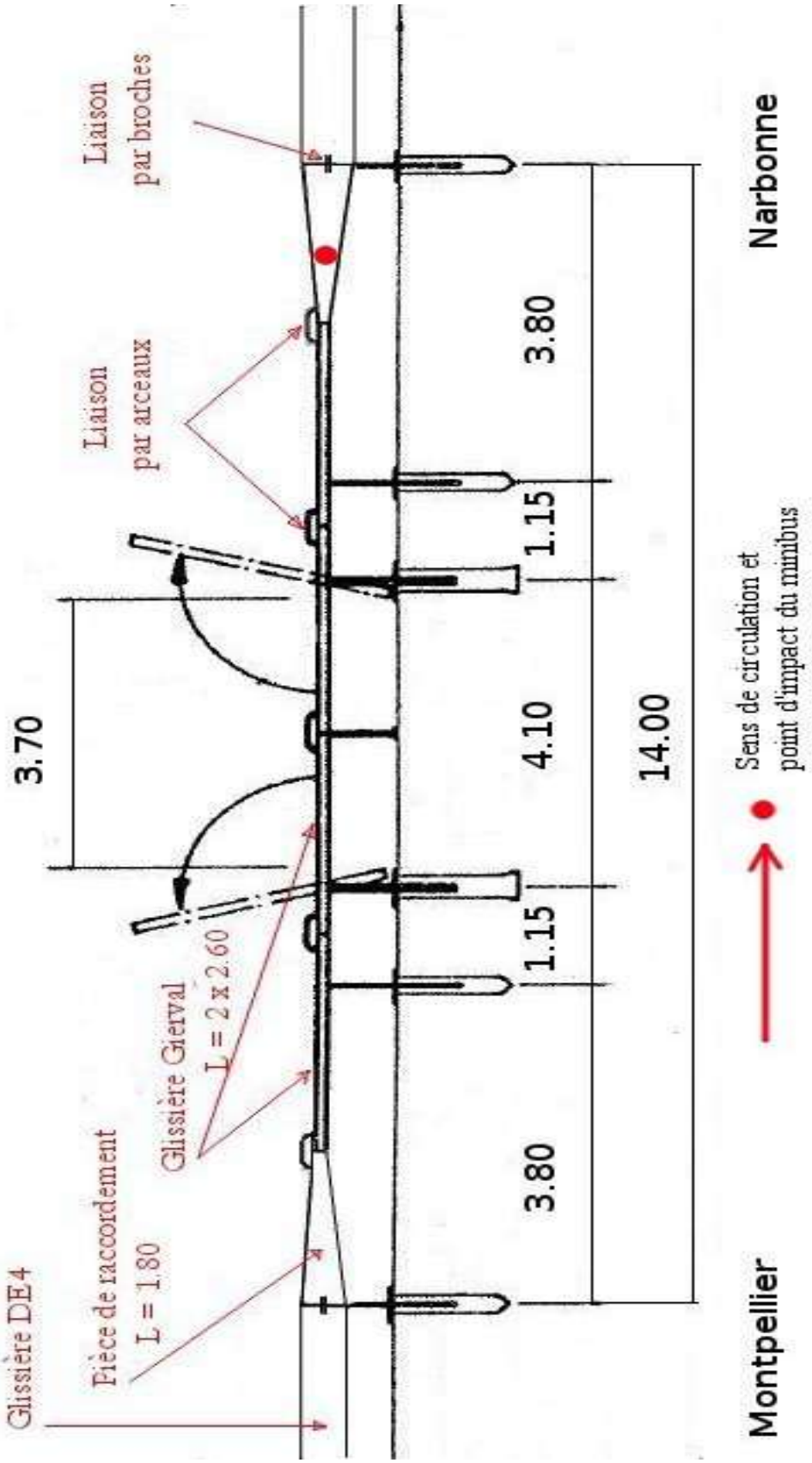
Minibus et Peugot 206 après le choc

Annexe 4 : Schéma du dispositif d'ITPC

4-1 : Vue en plan

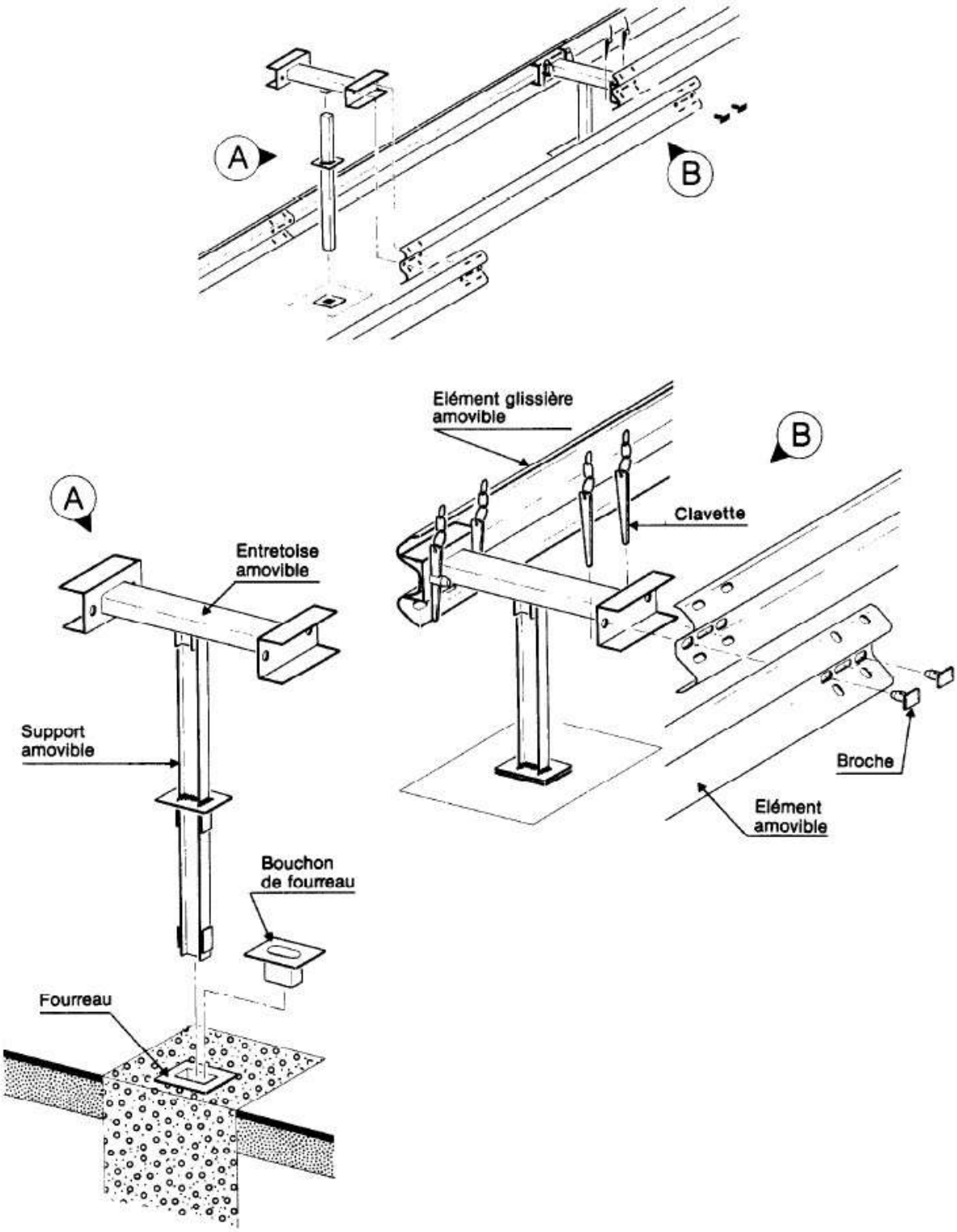


4-2 : Détail du passage d'urgence « Gierval »



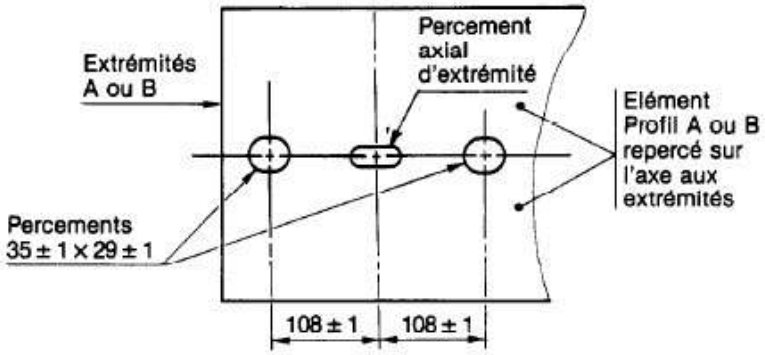
Annexe 5 : Schéma des glissières démontables (Extrait de circulaire N° 88-49 du 9 mai 1988)

5 - 1 : Schéma général

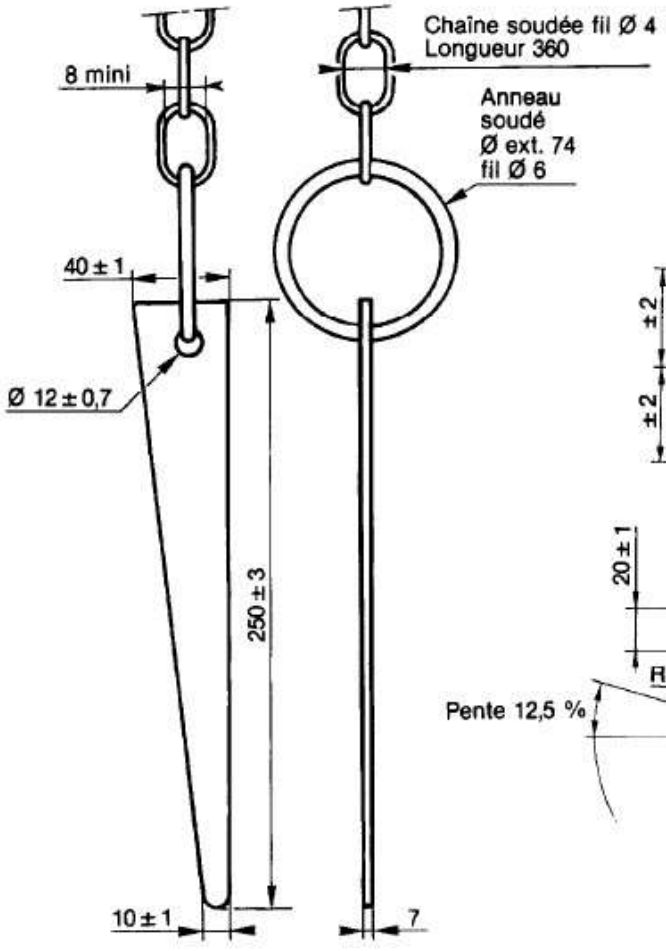


5- 2 : Pièces de fixation

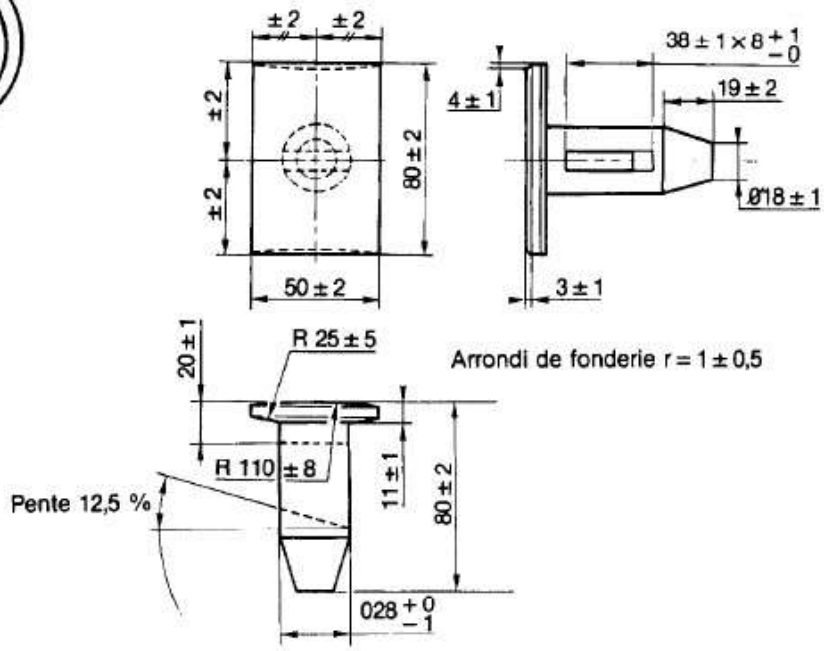
ELEMENT AMOVIBLE



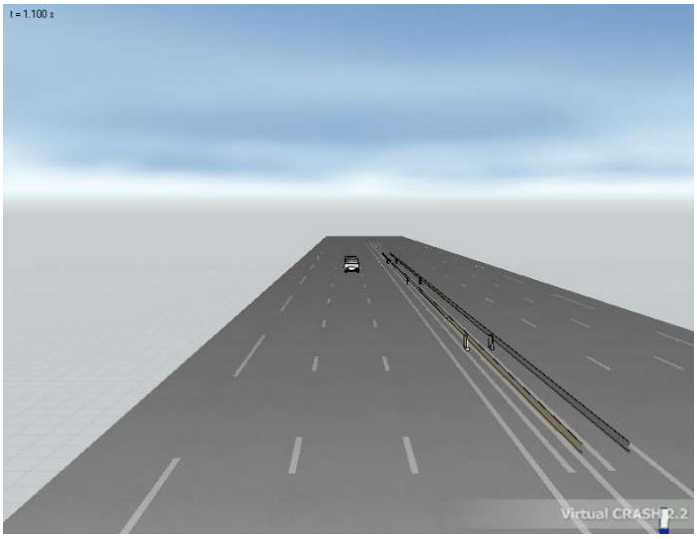
CLAVETTE



BROCHE

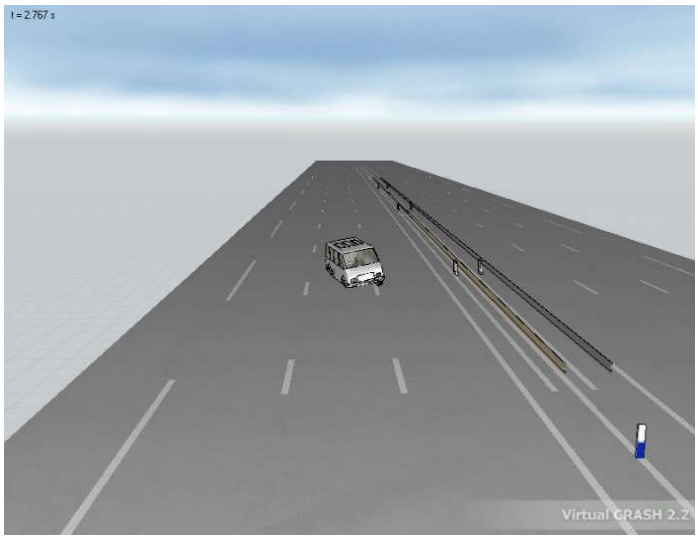


Annexe 6 : Simulation numérique de l'accident



Vue 1

Le minibus roule sur la voie centrale de l'autoroute à une vitesse proche de 120 km/h.



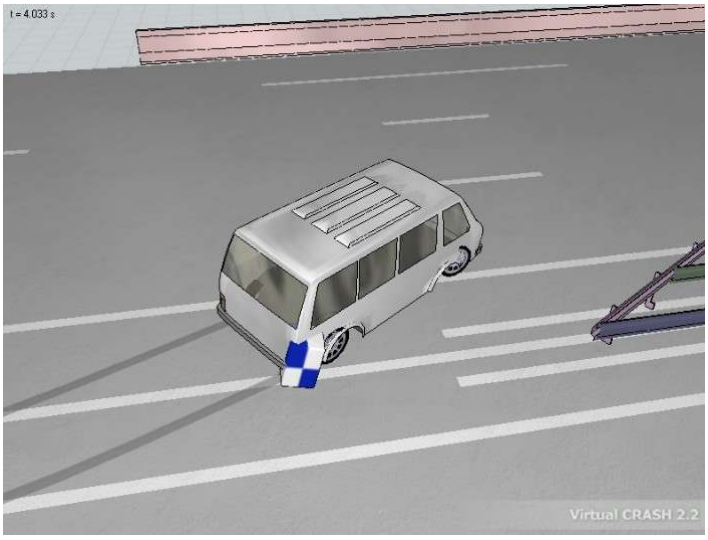
Vue 2

Après avoir fait un léger écart sur sa droite, il part brusquement vers la gauche et devient incontrôlable.

Vue 3

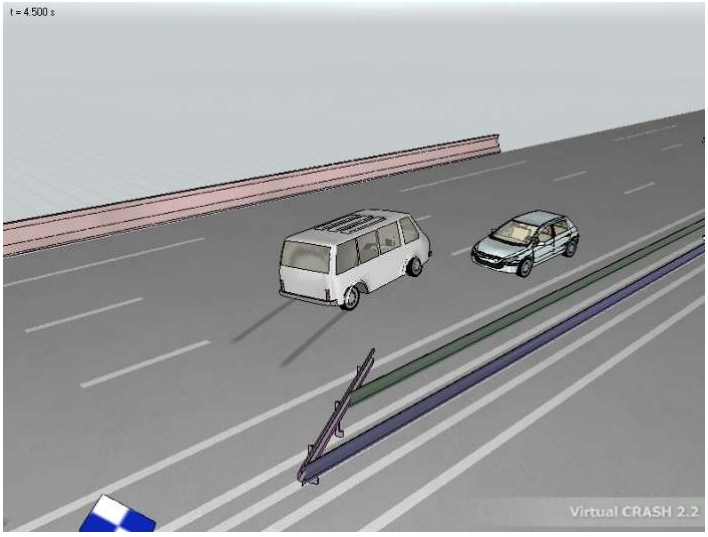
Le minibus part en dérapage et heurte la glissière de sécurité.

(Le logiciel ne permettant pas de simuler la rupture de la glissière,celle-ci est représentée déjà ouverte).



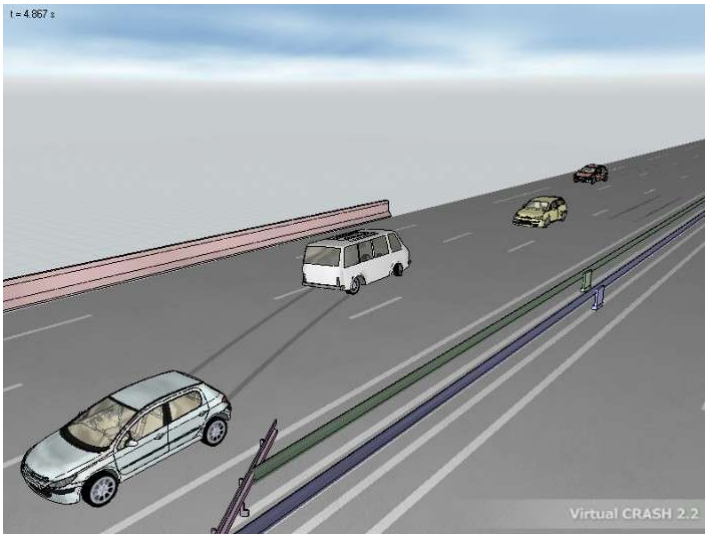
Vue 4

La glissière de sécurité a cédé et le minibus passe sur la chaussé du sens inverse.



Vue 5

Le minibus passe devant le véhicule C (Peugeot 306) qui circule sur la voie de gauche à 130 km/h environ.



Vue 6

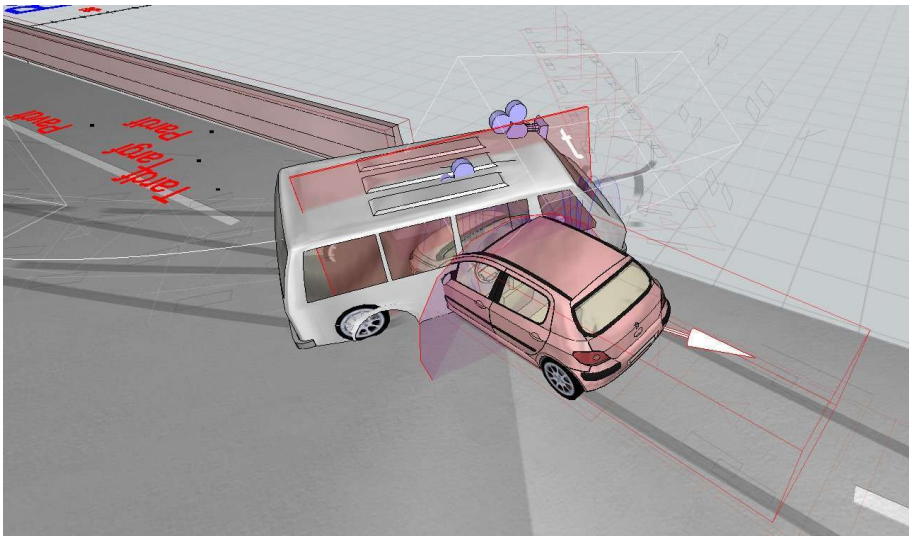
Le minibus a évité le véhicule C et passe devant un autre véhicule qui arrive sur la voie centrale.

Vue 7

Le minibus évite ce deuxième véhicule.

Vue 8

Le minibus passe sur la voie de droite ; le véhicule B (Peugeot 206) qui circule sur cette voie, à une vitesse d'environ 120 km/h, ne parvient pas à l'éviter.



Vue 9

Choc final.

La vue 9 est la dernière représentation du choc final qui a pu être obtenue, dans la mesure où le logiciel ne permet pas de simuler le passage de la 206 rouge (avec rotation sur elle-même) au dessus du minibus et la montée de celui-ci sur le muret.

Annexe 7 : Étude du phénomène de rupture de la glissière de sécurité

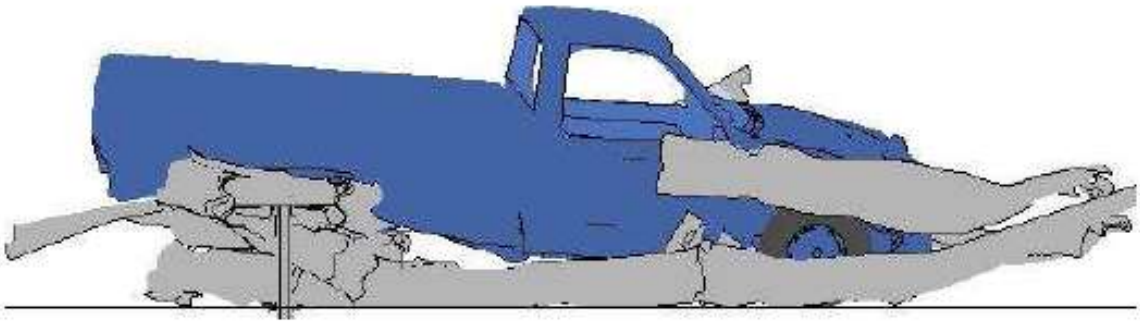
7 – 1 : Reconstitution de la rupture de la glissière par le minibus

Reconstitution d'un franchissement de TPC

Référence : RBEA20090717-A
Rapport d'étude

BEA-TT
Juillet 2009

Clément GOUBEL
Ingénieur Etudes et Développements



L.I.E.R

Laboratoire d'essais Inrets Equipements de la Route

Auteur

Personne	Fonction	Organisme	Visa	Date du visa
Clément GOUBEL	Ingénieur Etudes et Développements	LIER		

Approbation

Personne	Fonction	Organisme	Visa	Date du visa
Jean BLOCH	Directeur Général	LIER		

Diffusion

Personne	Organisme
Jean-Louis HUMBERT	BEA-TT

Liste des versions et révisions

Version	Date	Objet
R8EA20090717-A	17/07/2009	Version de travail
R8EA20090717-B	21/07/2009	Ajout de compléments d'information à la demande du BEA-TT
R8EA20090717-C	22/07/2009	Ajout de compléments d'information à la demande du BEA-TT

Sommaire

I. Objectif et méthodes 4

II. Dispositif 4

III. Conditions d'impact 5

IV. Reconstitution du franchissement 6

V. Comparaison de la déformée du dispositif 7

VI. Comparaison des traces de roues 8

VII. Etude des modes de ruine du dispositif 9

VIII. Etude des broches 10

A. Essais de traction sur éprouvettes 10

B. Simulations d'essais de traction sur broches 12

B.1. Broche saine 12

B.2. Broche avec défaut 13

B.3. Résultats 14

IX. Conclusions 15

I. Objectif et méthodes

Cette étude vise à reproduire par le calcul le franchissement de TPC ayant eu lieu en mars 2008 sur l'autoroute A9.
Dans ce but, un modèle éléments finis du dispositif concerné à été réalisé et les conditions d'impact ont été reconstituées. Plusieurs simulations ont été effectuées jusqu'à obtenir une corrélation satisfaisante.
Les calculs ont été effectués à l'aide du solveur explicite Ls-Dyna®.

II. Dispositif

Le dispositif concerné est une zone de raccordement démontable entre une zone d'ITPC de type GIERVAL et une section courante de DE4.

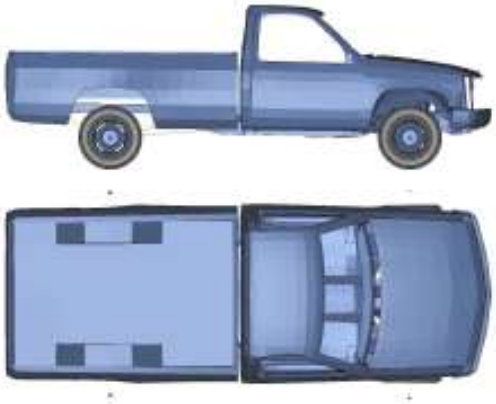
Soixante et onze mètres sont modélisés par environ 140 000 éléments finis répartis de la manière suivante :

- 24m de section courante DE4 encastrée à son extrémité pour représenter une file infinie
- 17,5m de biseau de raccordement de chaque côté de l'ITPC
- 12m d'ITPC de type GIERVAL

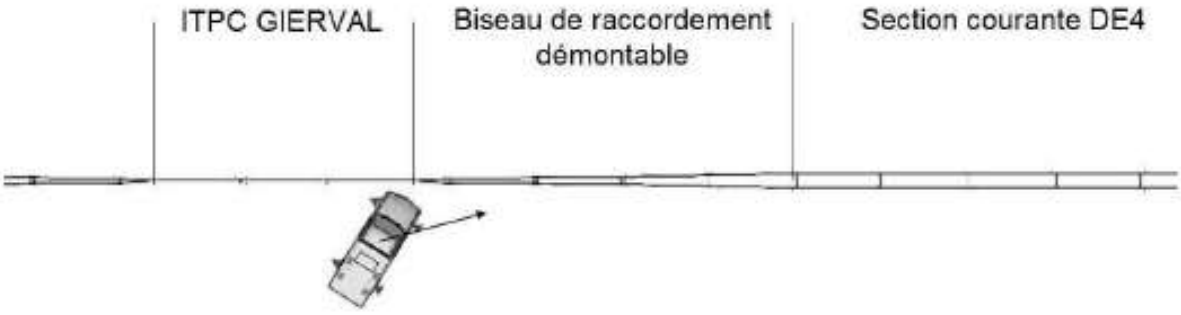
ITPC GIERVAL		Lisses GIERVAL manchonnées Supports IPE80 dans fourreaux Entraxe 4m
Biseau de raccordement		Lisses GSA liaisonnées par assemblage broche/clavettes Entretoise démontrable de longueur variable Supports IPE80 dans fourreaux Entraxe 4m
Section courante DE4		Lisses GSA boulonnées Entretoise type DE Support C100 Entraxe 4m

III.Conditions d'impact

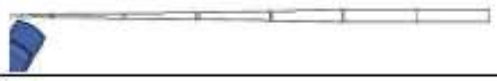
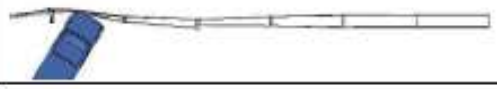
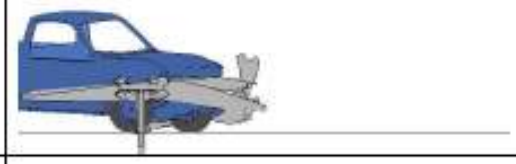
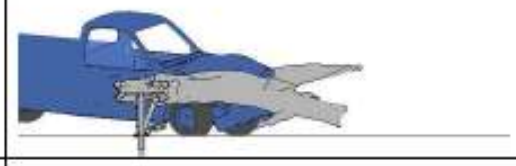
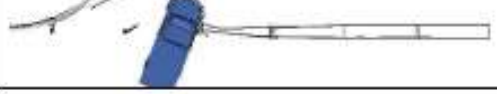
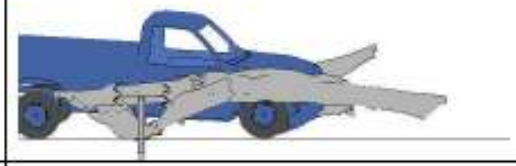
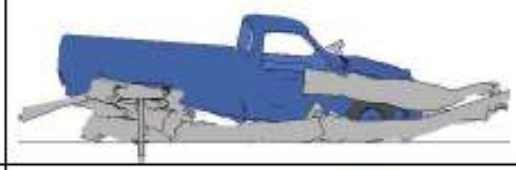
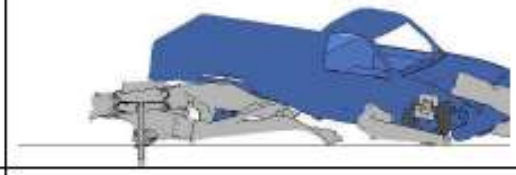
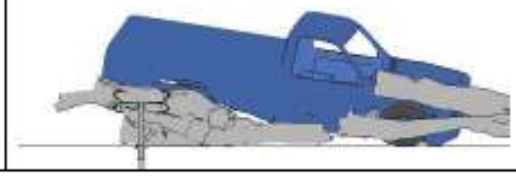
Ne disposant du modèle numérique du véhicule impliqué dans l'accident, un modèle de pick-up, présentant des caractéristiques dimensionnelles proches a été utilisé. Le véhicule a été lesté afin d'obtenir une masse totale et une position de centre de gravité correspondante.



Angle véhicule/barrière : 58°
Vitesse : 120 km/h,
Trajectoire : 15°
Masse du véhicule : 2,3t

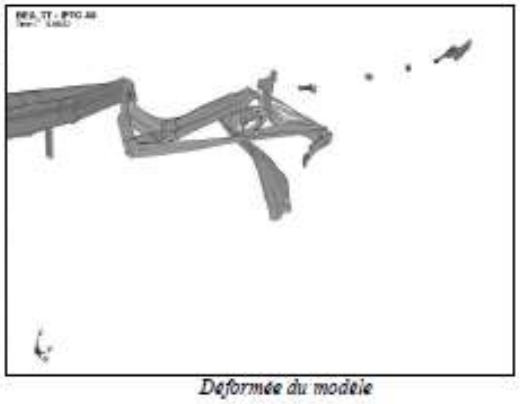


IV. Reconstitution du franchissement

t=0s		
t=0.1s		
t=0.2s		
t=0.3s		
t=0.4s		
t=0.5s		
t=0.6s		
t=0.7s		
t=0.8s		

V. Comparaison de la déformée du dispositif

Déformée réelle

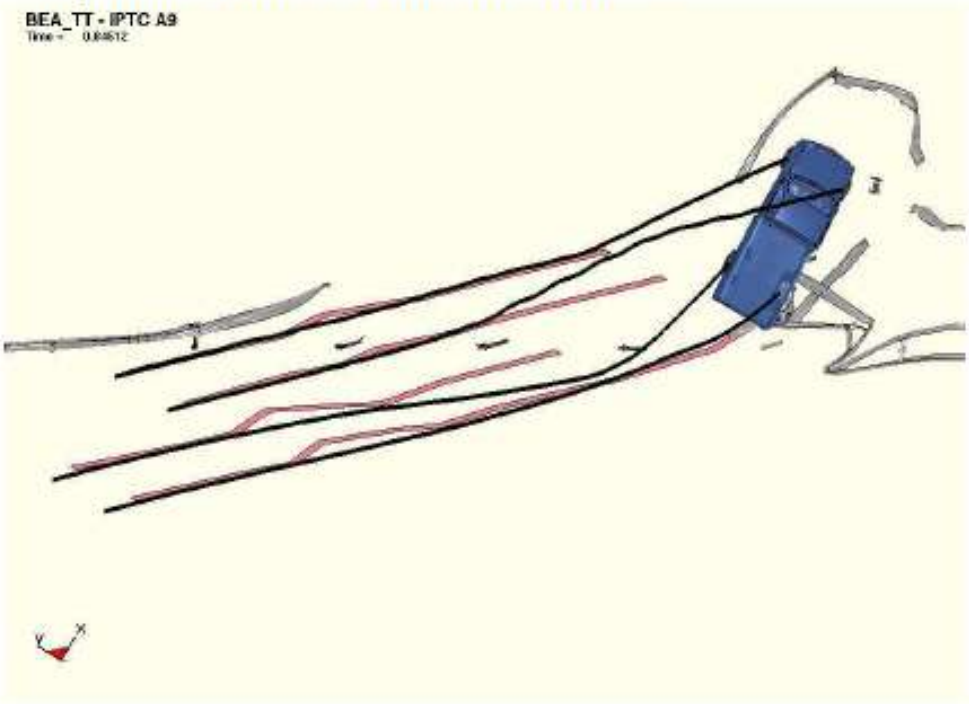


Déformée du modèle

Superposition des déformées

La déformée obtenue est très proche de celle observée sur la zone accidentée comme l'attestent les images ci-dessus.

VI. Comparaison des traces de roues



Les traces de roues relevées par les experts ont été modélisées (en rouge) et superposées aux trajectoires des 4 roues du modèle de véhicule (en noir)

La superposition révèle une corrélation acceptable entre le modèle et l'accident compte tenu du fait que certaines parties des traces ont été extrapolées en raison du roulis du véhicule et de la perte de contact roue/sol lors de la traversée du TPC.

VII. Etude des modes de ruine du dispositif

Un mode de ruine est une séquence d'évènement qui permet de décrire mécaniquement le comportement d'un dispositif lors de l'impact d'un véhicule.

Par exemple, une section courante de DE4 présente le mode de ruine suivant :

- Déformation plastique de la lisse
- Transfert des efforts vers les supports adjacents
- Plastification des supports (formation d'une charnière plastique en pied de support)
- Rupture de la liaison support/entretoise

Cet enchainement permet la mise en tension de la lisse qui redirige progressivement le véhicule comme illustré ci-dessous :

Dans le cas de la zone de raccordement démontable, ce fonctionnement idéal est perturbé par 2 phénomènes :

- La présence de fourreaux dans lesquels les supports coulissent modifiant le comportement du support et donc, la rupture de la liaison fusible support/entretoise

- La liaison des lisses entre elles, assurée habituellement par 8 boulons M16, est remplacée dans les zones démontables par deux ensembles broches/clavettes permettant un démontage rapide de la section concernée.

S'il est difficile de quantifier l'influence de la première perturbation, l'effet de la deuxième est immédiat. En effet, c'est la rupture de cet assemblage et donc la rupture de la continuité de la lisse qui a pour conséquence la non-redirection du véhicule.

La rupture de ces éléments est confirmée par la présence dans les pièces retrouvées sur la zone de l'accident de plusieurs broches cassées.

Une attention particulière a donc été portée sur la modélisation de cette liaison et des analyses matériaux ont été effectuées afin de caractériser l'alliage utilisé et ont permit d'obtenir une bonne corrélation avec l'accident.

VIII. Etude des broches

La documentation trouvée faisait mention d'un « bronze d'aluminium ».
Il était impossible de connaître les caractéristiques mécaniques de cet élément qui n'est pas normalisé et qu'aucun cahier des charges ne spécifie. Un Bronze désigne par définition un alliage de cuivre et d'étain. Il existe des alliages cuivre-aluminium (Cupro-Alu) qui présentent des caractéristiques mécaniques très différentes en fonction des proportions des différents constituants.
Il était important de connaître plus spécifiquement les caractéristiques mécaniques du matériau constituant cet organe responsable du dysfonctionnement observé.

A. Essais de traction sur éprouvettes

Afin d'obtenir les caractéristiques mécaniques du matériau, 3 broches ont été utilisées : 2 provenant d'un stock fournisseur et une provenant du scellé.
Des éprouvettes cylindriques ont été usinées dans une partie de la broche supposée saine et homogène. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	Scellé	Stock_1	Stock_2	moyenne Stock
Re [MPa]	253	237	243	240
Rm [MPa]	467	593	568	580.5
A%	20%	27%	21%	24%
E [MPa]	n.c.	65992	61386	63689
Rth [N]	182 948	232 309	222 515	227 412

Re : Contrainte d'écoulement (ou Limite élastique) exprimée en Méga Pascal [MPa]
Rm : Contrainte à rupture exprimée en Méga Pascal [MPa]
A% : Déformation à rupture exprimée en %
E : Module de Young (ou module élastique) exprimé en Méga Pascal [MPa]
Rth : Resistance théorique exprimée en Newton [N]

On remarque une différence sensible entre les caractéristiques obtenues pour la broche issue du scellé et les broches issues du stock fournisseur pour lesquelles les caractéristiques sont plus élevées et présentent peu de dispersion.
Cette différence se traduit en termes de résistance théorique (Rth) par un écart de 20% en moyenne.
Cette résistance théorique est calculée en multipliant la section résistante de la broche (diamètre 28mm diminué de la section de la gorge) par la valeur de la contrainte à rupture (Rm).
Cette résistance théorique multipliée par deux (car deux broches assurent la liaison) est à comparer à la résistance des 8 boulons M16 assurant habituellement la liaison des éléments de glissement entre eux. Pour une boulonnerie standard de classe 4.6, la résistance minimale serait de 8*62 800 N = 502 400 N soit, au minimum, environ 10% plus importante que la résistance de deux broches.
L'écart maximum observé entre des boulons ayant une résistance équivalente au minimum de la classe 5.6 et des broches présentant des caractéristiques minimales est supérieur à 40%.

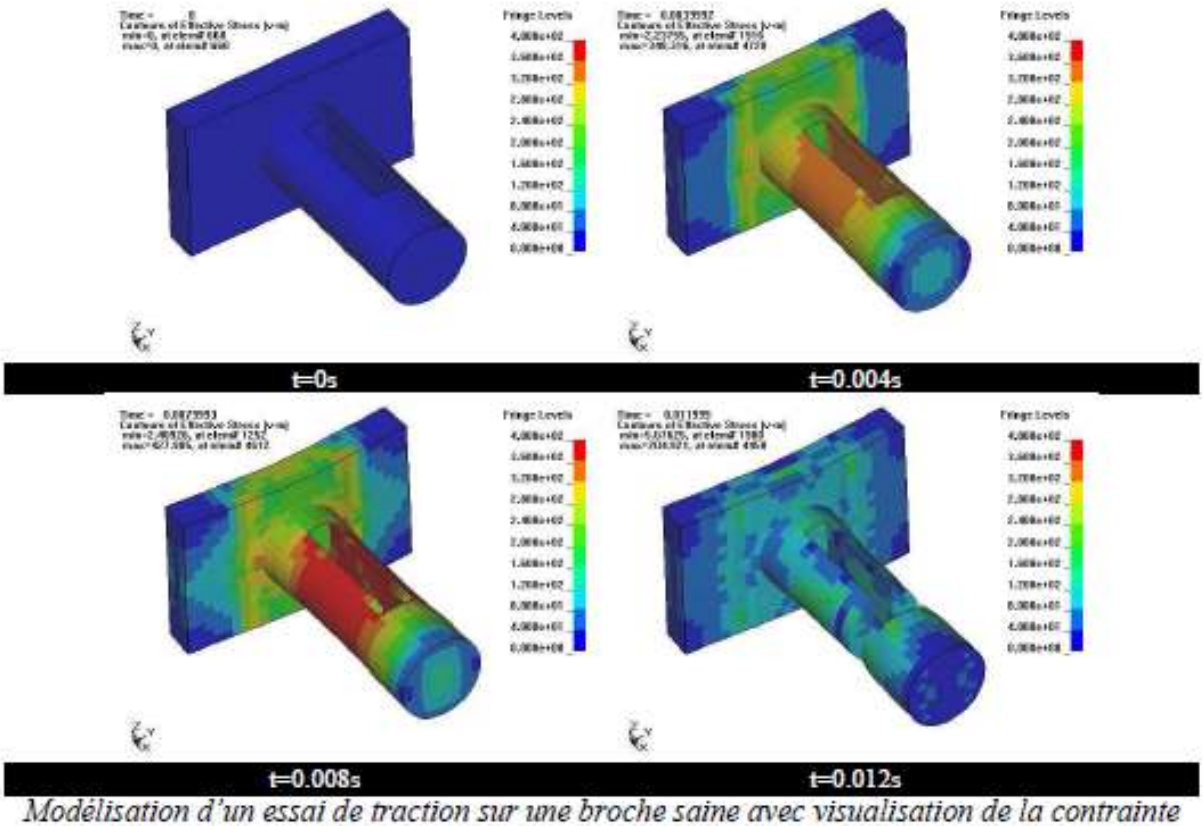
Défaut de moulage

De plus, la résistance théorique de ces broches est largement supérieure à la résistance effective en raison de la conception même de la pièce qui présente de nombreux facteurs de concentration de contraintes (gorge, rupture de géométrie sans rayon de raccordement, …) ainsi que des retassures constatées lors de l'usinage des éprouvettes nécessaires aux essais de caractérisation effectués en laboratoire. Il s'agit de défauts liés au mode d'obtention par moulage (formation de bulles d'air) qui ont pour conséquence une diminution sensible de la section résistante)

B. Simulations d'essais de traction sur broches

Afin d'évaluer la résistance de la broche, un modèle local de broche a été réalisé en incluant les valeurs des caractéristiques mécaniques obtenues lors des essais en laboratoire. Des essais de traction sur la pièce ont été simulés afin d'évaluer l'incidence des concentrations de contraintes dans un premier temps sur une pièce saine puis sur une pièce avec défaut de moulage.

B.1. Broche saine

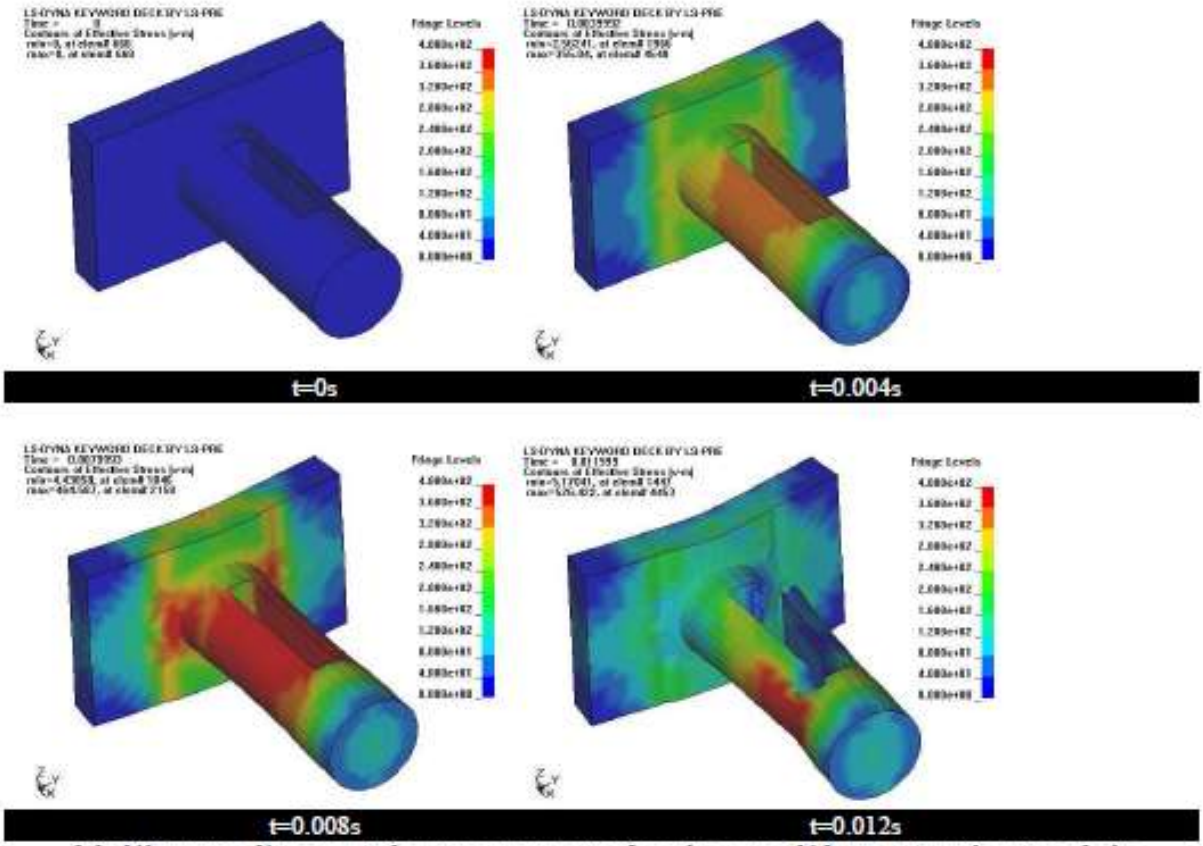


Modélisation d'un essai de traction sur une broche saine avec visualisation de la contrainte équivalente de Von Misses

Lors de cet essai, (encastrement de la face arrière et traction sur l'extrémité cylindrique) on observe une augmentation progressive et localisée de la contrainte autour de la gorge destinée à recevoir la clavette. Lorsque cette contrainte atteint la contrainte à rupture (à t=0.8s), la pièce se casse et on observe le relâchement des contraintes.

B.2. Broche avec défaut

L'ajout d'un défaut de moulage dans le modèle change la répartition des contraintes et la localisation de la rupture qui apparaît au niveau du défaut :



Modélisation d'un essai de traction sur une broche avec défaut et visualisation de la contrainte équivalente de Von Misses

B.3. Résultats

Le tableau ci-dessous présente les paramètres utilisés dans les modèles ainsi que les résultats obtenus lors des simulations de ces essais de traction (avec et sans défaut) :

	Caractéristiques mécaniques	
	Scellé	**Moyenne Stock**
Re [MPa]	253	240
Rm [MPa]	467	580.5
A%	20%	0.24
E [MPa]	63689	63689
Rth [N]	**182 948**	**227 412**
Rsimulation1 [N] (sans défaut)	**138 060**	**155 600**
Ecart par rapport à Rth [%]	-25%	-33%
Rsimulation2 [N] (avec défaut)	**136 910**	**151 630**
Ecart par rapport à Rth [%]	-25%	-32%

La résistance théorique des broches présentée précédemment est, en moyenne, 30% plus élevée que la valeur obtenue en simulation. Cette différence est due aux concentrations de contraintes. La présence d'un défaut dans le modèle modifie la répartition des contraintes et la localisation de la rupture sans cependant modifier de manière significative la résistance de la pièce. Cependant, Lors d'une sollicitation réelle, les efforts appliqués sur la broche sont localisés en amont de la gorge, au niveau du défaut, ce qui augmentera son incidence.
Une liaison boulonnée standard est donc, au minimum, 40% plus résistante qu'une liaison par broche.

IX. Conclusions

Cette étude a permis la reconstitution du franchissement du TPC conformément aux observations effectuées sur la zone accidentée.

L'ITPC de type GIERVAL n'est que peu impliqué dans le franchissement qui a motivé cette étude, l'impact ayant eu lieu en aval de ce dispositif.

Il a été mis en évidence que c'est la liaison par broche, qui offre une résistance bien plus faible qu'une liaison habituellement utilisée en section courante, qui est à l'origine du mode de ruine observé.

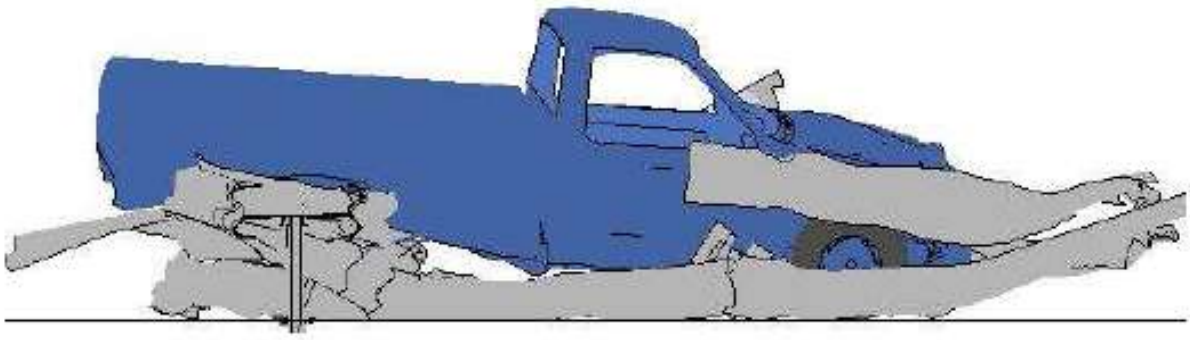
De plus, la conception de cette broche (favorisant les concentrations de contraintes), ainsi que son mode d'obtention (générant des défauts importants), sont à l'origine d'un affaiblissement supplémentaire de cette pièce qui joue un rôle essentiel dans le fonctionnement du dispositif.

Evaluation de différents dispositifs implantés en TPC

Référence : RBEA20090917-A
Rapport d'étude

BEA-TT
Eptembre 2009

Clément GOUBEL
Ingénieur Etudes et Développements



Laboratoire d'essais Inrets Equipements de la Route

Auteur

Personne	Fonction	Organisme	Visa	Date du visa
Clément GOUBEL	Ingénieur Etudes et Développements	LIER		

Approbation

Personne	Fonction	Organisme	Visa	Date du visa
Jean BLOCH	Directeur Général	LIER		

Diffusion

Personne	Organisme
Jean-Louis HUMBERT	BEA-TT

Liste des versions et révisions

Version	Date	Objet
RBEA20090917-A	17/09/2009	Version de travail

B. Section courante de DE4

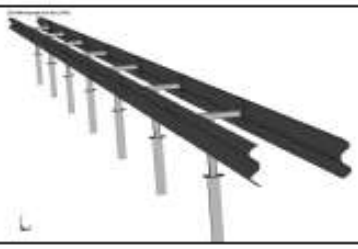
Soixante douze mètres de section courante de DE4 (19 supports) sont modélisés par environ 141 000 éléments finis.

Section courante DE4		Lisses GSA boulonnées Entretoise type DE Support C100 Entraxe 4m

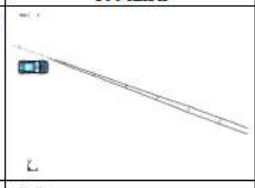
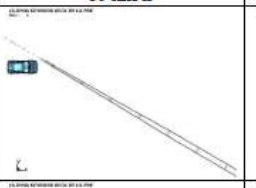
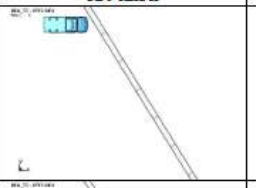
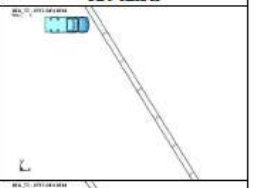
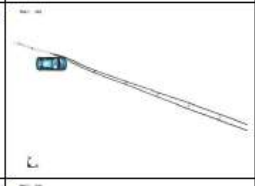
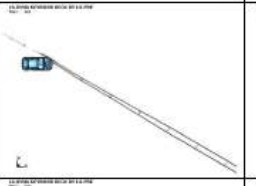
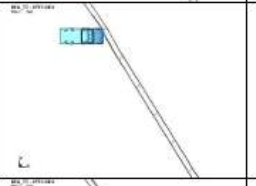
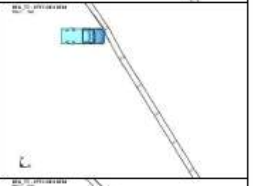
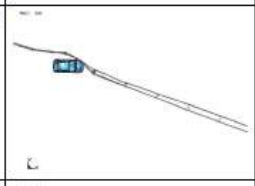
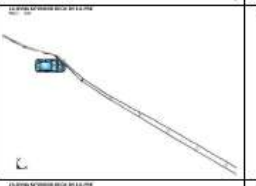
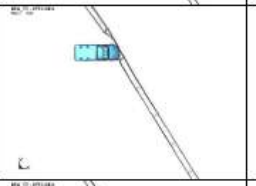
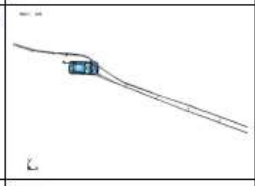
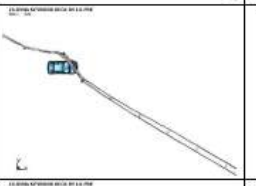
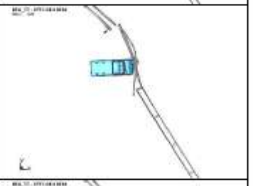
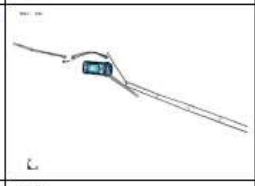
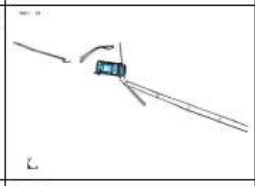
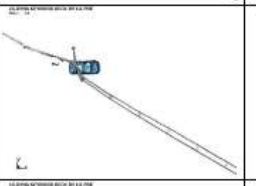
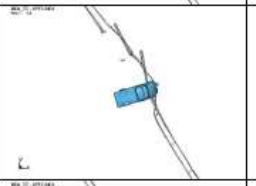
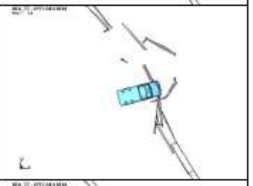
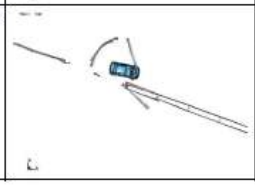
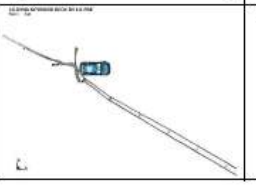
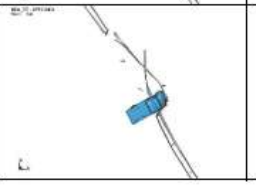
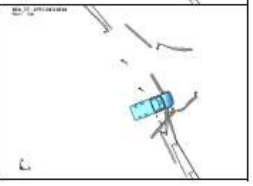
C. Section de DE4 courante avec zone démontable

Quatre-vingt mètres :sont modélisés par environ 162 000 élémentys finis répartis de la manière suivante :

- 7 supports démontables
- 7 supports DE4 standards de chaque côté de la zone démontable

Section courante DE4		Lisses GSA boulonnées Entretoise type DE Support C100 Entraxe 4m
Section DE4 démontable		Lisses GSA liaisonnées par assemblage broche/clavettes Entretoise type DE Supports IPE80 dans fourreaux Entraxe 4m

III.Résultats

Calcul	001	002	003	004
Dispositif	TPC A9	TPC A9	DE4 – section courante	DE4 – section démontable
Véhicule	1 250 kg	1 250 kg	2 300 kg	2 300 kg
Angle véhicule/barrière	20°	30°	58°	58°
Trajectoire	20°	30°	15°	15°
Vitesse	100 km/h	80 km/h	120 km/h	120 km/h
t=0.0s				
t=0.08s				
t=0.16s				
t=0.24s				
t=0.32s				
t=0.40s				
t=0.48s				

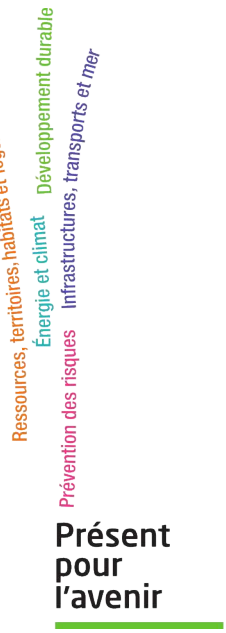
IV. Conclusions

Le TPC A9, a été testé dans les deux configurations préconisées dans la circulaire N° 88-49 du 9 mai 1988. avec une modélisation de la liaison par broches ayant permis la reconstitution du franchissement constaté lors de l'accident.

La section courante de DE4 a été testée dans les conditions d'impact de l'accident avec des liaisons boulonnées ayant les caractéristiques mécaniques minimales de la classe 5.6.

La section de DE4 démontable a été testée dans les conditions d'impact de l'accident avec une modélisation de la liaison par broche ayant permis la reconstitution du franchissement constaté lors de l'accident.

Toutes les configurations simulées conduisent à une ouverture du dispositif.



BEA-TT – Bureau d'enquêtes sur les Accidents de transport terrestre

Tour Voltaire – 92055 LA DEFENSE CEDEX
Tél. : +33(0)1 40 81 21 83 – Fax : + 33(0)1 40 81 21 50

cgpc.beatt@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr