

Département de la Sécurité, du Trafic et de la
Télématique routière
DGO1.20

NOTE A :

- IG
- Directeurs
- Chefs de districts

Conseil et expertise

☎ : 081-77 27 44

☎ : 081-77 36 66

Courrier WEB :

Namur, le

O.S.DGO1.20 – 17.1 (Version 1)

relatif au choix des dispositifs de retenue à placer
sur le réseau routier régional wallon

Cet OS est d'application pour tous les nouveaux marchés publiés à partir du 1/11/2017. Pour les marchés en cours le chef de projet évaluera en accord avec sa hiérarchie (directeur et inspecteur général) la possibilité d'appliquer dès à présent cet OS moyennant éventuellement un décompte. En cas d'impossibilité pratique, une justification motivée écrite sera établie.

Le Directeur général

ir Etienne WILLAME

Objet de l'OS.

Le présent document contient un ensemble de consignes à l'attention du gestionnaire de la voirie pour mettre en œuvre des dispositifs de retenue lors de l'installation de nouveaux dispositifs de retenue routiers ou 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 existants, dans le cadre des normes EN 1317.

TABLE DES MATIERES.

AVANT-PROPOS.....	6
CHAPITRE 1 – Performances d’un dispositif de retenue routier linéaire.	8
A. Niveau de retenue.....	8
A.1. Notion de géométrie défavorable.....	9
A.2. Notion de risque pour des tiers.....	9
B. Déformation du dispositif.	10
B.1. Largeur de fonctionnement.....	11
B.2. Indice d’intrusion du véhicule.	11
C. Indice de sévérité de choc.....	12
CHAPITRE 2 – Caractéristiques d’un dispositif de retenue routier linéaire.	13
A. Type de dispositif de retenue.....	13
A.1. Glissières métalliques.....	13
A.2. Glissières mixtes.....	13
A.3. Séparateurs béton coulé en place.....	13
A.4. Séparateurs en béton préfabriqué.....	13
B. Equipements ne répondant pas à la EN 1317.	14
B.1. Bordures hautes en béton préfabriqué non ou peu solidarises.....	14
B.2. Bordures basses en béton préfabriqué ou coulées en place.	14
B.3. Dispositifs en matières synthétiques.	14
B.4. Murets en maçonnerie.....	15
B.5. Barrières en bois.....	15
B.6. Barrières en aluminium.	15
C. Influence des caractéristiques du sol.	16
C.1. Dispositifs en acier.....	16
C.2. Dispositifs en béton.....	16
D. Implantation du dispositif de retenue.	16
D.1. Implantation en accotement.....	18
D.2. Implantation en terre-plein central.	18
E. Hauteur du dispositif de retenue.	20
F. Longueur minimale du dispositif de retenue.....	20
F.1. Longueur de la barrière « $L_{Barrière}$ ».	20
F.1.1. Longueur avant l’obstacle « L_{Av} ».	23
F.1.2. Longueur de l’obstacle « L_{Obst} ».	23
F.1.3. Longueur après l’obstacle « L_{Ap} ».	24
F.1.3.1. Voirie à un seul sens de circulation.	24
F.1.3.2. Voirie à double sens de circulation.	24
F.2. Traitement des virages de faible rayon.	24
F.2.1. Notion de « Runout Length ».	25

F.2.2. Obstacle situé à l'extérieur de la courbe.	25
F.2.2.1. Voirie à un seul sens de circulation.	26
F.2.2.2. Voirie à deux sens de circulation.	26
F.2.3. Obstacle situé à l'intérieur de la courbe.	27
F.2.3.1. Voirie à un seul sens de circulation.	27
F.2.3.2. Voirie à deux sens de circulation.	27
G. Eviter le risque de contournement du dispositif de retenue.	28
H. Longueur d'un dispositif de retenue sur un ouvrage d'art.	29
H.1. Dispositif de retenue « isolé » sur ouvrage d'art.	30
H.1.1. Voirie à un seul sens de circulation.	30
H.1.2. Voirie à double sens de circulation.	31
H.2. Dispositif de retenue sur ouvrage d'art ayant un niveau de retenue identique à ceux en section courante. .	31
H.3. Dispositif de retenue sur ouvrage d'art ayant un niveau de retenue supérieur à ceux en section courante. .	31
I. Traitement des ouvertures en terre-plein central (passage police).	32
J. Traitement des arbres.	33
K. Dispositifs de retenue avec équipement intégré.	34
CHAPITRE 3 – Extrémités.	35
A. Extrémités abaissées dans le sol.	35
B. Extrémités écartées de l'axe du dispositif.	36
C. Extrémités testées selon les Normes EN 1317.	38
C.1. Caractéristiques des extrémités.	38
C.1.1. Classe de performance.	38
C.1.2. Classe de déplacement latéral permanent de l'extrémité « x » ou « y ».	39
C.1.3. Classe de zone de sortie du véhicule « Z ».	40
C.1.4. Niveau de sévérité de choc.	41
C.2. Choix des performances de l'extrémité testée.	41
C.2.1. Classe de performance.	41
C.2.2. Classe de déplacement latéral permanent.	41
C.2.3. Classe de zone de sortie du véhicule.	41
C.2.4. Niveau de sévérité de choc.	41
D. Traitement des carrefours et des accès.	41
CHAPITRE 4 – Atténuateurs de choc.	44
A. Caractéristiques des atténuateurs de choc.	44
A.1. Type d'atténuateurs de choc.	44
A.2. Classe de vitesse.	44
A.3. Déplacement latéral permanent d'un atténuateur de choc – « D ».	45
A.4. Zone de sortie « Z ».	46
A.5. Sévérité de choc.	46
B. Choix des performances de l'atténuateur de choc.	47
B.1. Classe de vitesse.	47

B.2. Déplacement latéral permanent.	47
B.3. Zone de réorientation.	47
B.4. Niveau de sévérité de choc.	47
C. Traitement des échangeurs.	48
CHAPITRE 5 – Raccordements.	50
A. Introduction.	50
B. Exigences.	50
B.1. Niveau de retenue.	51
B.2. Largeur de fonctionnement.	51
B.3. Niveaux de sévérité de choc.	51
C. Choix d'un raccordement.	51
D. Raccordement « acier-béton » non testé.	52
CHAPITRE 6 – Systèmes de protection motocycliste.	54
A. Spécification Technique TS 1317-8.	55
A.1. Classe de performance.	55
A.1.1. Classe de vitesse.	55
A.1.2. Niveau de sévérité de choc.	56
A.2. Déformation du système de protection motocycliste.	56
A.3. Performance au choc du véhicule.	57
B. Choix des performances du système de protection motocycliste.	57
B.1. Classe de vitesse.	57
B.2. Sévérité de choc.	57
C. Endroits à équiper.	57
D. Longueur de la protection motocycliste.	58
D.1. Traitement d'une courbe.	58
D.2. Traitement d'un échangeur de sortie.	60
D.3. Traitement d'une voirie d'accès sur autoroute ou sur route à voiries séparées.	60
E. Points d'attention particulière.	61
ANNEXES.....	62
ANNEXE 1 - Détermination de l'indice de risque de sortie.....	63
A. Notion de géométrie défavorable.	63
A.1. Influence du rayon de courbure.	63
A.2. Influence de la pente de la voirie.	64
A.3. Indice de risque de sortie de route.	64
ANNEXE 2 - Table des illustrations.	65
ANNEXE 3 - Table des tableaux.	67
ANNEXE 4 - Liste des variables.	68
ANNEXE 5 - Liens « internet ».	70

Avant-propos.

Les dispositifs de retenue sont des éléments essentiels de la sécurité routière car ils permettent d'isoler un obstacle dangereux et de retenir les véhicules en cas de sortie de route. Parce qu'ils réduisent la violence du choc, ils limitent la gravité des accidents et permettent de sauver des vies.

Parfois, c'est le véhicule en perdition qui devient un danger pour un tiers (traversée de terre-plein central, chute d'un pont, ...). Le dispositif de retenue a alors pour but d'empêcher les accidents secondaires.

Depuis 1998, il existe une série de normes européennes qui concernent les dispositifs de retenue. Celles-ci fixent les critères de fonctionnement de ces dispositifs. Par contre, elles ne disent rien sur les endroits à équiper ni sur les niveaux de performances à atteindre compte tenu du site à équiper. Il revient au gestionnaire de voirie de répondre à ces deux questions.

Au niveau de la DGO1, nous disposons pour le faire de deux documents.

Le premier de ces documents est le guide « *Obstacles latéraux – Pistes pour un traitement efficace* » qui décrit la méthode « S.D.F.I. » : **S**upprimer l'obstacle, le **D**éplacer, le **F**ragiliser ou l'**I**soler.

Selon cette méthode, un obstacle dangereux doit être traité si les trois conditions suivantes sont rencontrées :

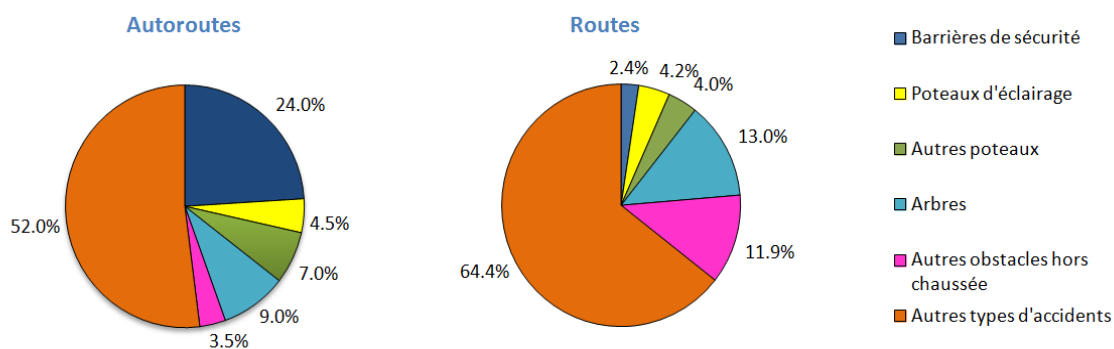
- La limitation de vitesse est supérieure à 50 km/h ;
- L'obstacle est situé dans la zone de sécurité ;
- L'obstacle est considéré comme un obstacle agressif.

C'est à l'aide de ce guide qu'est déterminée l'opportunité de placer un dispositif de retenue.



Le second document est le présent OS qui vous aidera à déterminer les performances du dispositif à mettre en place. On considère ici comme hypothèse de départ qu'il n'a pas été possible de protéger l'usager d'un obstacle latéral dangereux avec les trois premières étapes de la méthode « S.D.F.I. » et qu'il est donc nécessaire de placer un dispositif de retenue routier.

Sur la période 2012-2016, le nombre de tués contre des obstacles latéraux le long des routes est en moyenne de 118 par an. Cela représente approximativement 37 % de l'ensemble des tués sur nos routes. Les graphiques ci-dessous donnent la répartition du nombre de tués sur routes et sur autoroutes selon le type d'accident (contre obstacle latéral et autre).



Source : AWSR et SPF Economie DG Statistiques / Statistics Belgium

Figure 1 – Répartition du nombre de tués (2012-2016)

Le traitement des obstacles latéraux le long des voiries constitue donc un enjeu primordial pour l'amélioration de la sécurité routière.

Un dispositif de retenue est aussi considéré comme un obstacle pouvant être dangereux pour les usagers. Celui-ci ne doit donc être envisagé que pour isoler un obstacle plus dangereux que lui-même. Placé de manière appropriée, il peut fortement réduire la gravité d'un accident en cas de sortie de route.

Le présent document contient un ensemble de consignes à l'attention du gestionnaire de la voirie pour mettre en œuvre ces dispositifs de retenue lors de l'installation de nouveaux dispositifs de retenue routiers ou 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 supérieur à une longueur de 50 m.

Exceptionnellement, le chef de projet peut déroger à ces consignes moyennant une justification motivée, approuvée par sa hiérarchie (directeur et inspecteur général) établissant de quelle manière la configuration des lieux (topographie, encombrement, ...) empêche d'appliquer l'une ou l'autre consigne.

Cet OS abroge l'OSDG1.06.51(01) et la circulaire n° W/A/ 271 90/.

Dans son contenu, l'O.S.DGO1.20-17.1 (version 1) se réfère aux documents suivants :

- PTV 869 – Dispositifs de retenue routiers ;
- PTV 124 – Eléments préfabriqués en béton pour dispositifs de retenue routiers.
- Qualiroutes – SPW ;
- Obstacles latéraux – Pistes pour un traitement efficace – SPW ;
- CT.98.12(01) – Caractéristiques routières et autoroutières – SPW ;
- Recommandations pour la prise en compte des deux-roues motorisés dans les aménagements et la gestion des infrastructures – SPW ;
- European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads – RISER Project ;
- Richtlinien für passiven Schutz an Strasse durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme – RPS 2009 – Allemagne ;
- Vehicle Restraint Systems and Roadside Areas – Manual N101E – Norvège ;
- NRA TD 19/15 – Safety Barriers – Volume 2 – Highway Structures : Design (Substructures and special structures) Materials Section 2 Special structures – Irlande ;
- Collection Génie Civil - Guide SETRA – France.

CHAPITRE 1 – Performances d'un dispositif de retenue routier linéaire.

Un dispositif de retenue routier linéaire se caractérise par trois critères définis dans les normes EN1317 :

- Le niveau de retenue (T, N, H, L) ;
- La largeur de fonctionnement (W) ;
- L'indice de sévérité du choc (A, B ou C).

Pour le choix d'un dispositif de retenue, il est important de déterminer ces caractéristiques dans l'ordre indiqué.

Dans le cas de véhicule de grande hauteur ($h = 4,00$ m), on ajoute à ces trois critères le niveau d'intrusion du véhicule « VI ».

Les dispositifs de retenue routier ponctuels (atténuateurs) sont traités au « CHAPITRE 4 – Atténuateurs de choc. » page 44.

A. Niveau de retenue.

La première étape consiste à déterminer le niveau de retenue du dispositif qui doit être installé, que l'on soit en accotement ou en terre-plein central.

Les paramètres retenus pour déterminer le niveau de retenue d'un dispositif sont :

- La vitesse ;
- La géométrie de la voirie ;
- Le risque important pour des tiers en cas de sortie de route.

Certains de ces facteurs peuvent fortement augmenter la probabilité de sortie de route ou les conséquences de celle-ci. C'est ainsi que l'implantation d'un dispositif ayant un niveau de retenue supérieur est envisagée dans certains cas particuliers :

- lorsque les risques de sortie de route des usagers sont plus importants en raison de la **géométrie défavorable** de la voirie ;
- lorsque la sortie de route induit un **danger important pour des tiers**.

Le niveau de retenue est déterminé à partir du Tableau 1.

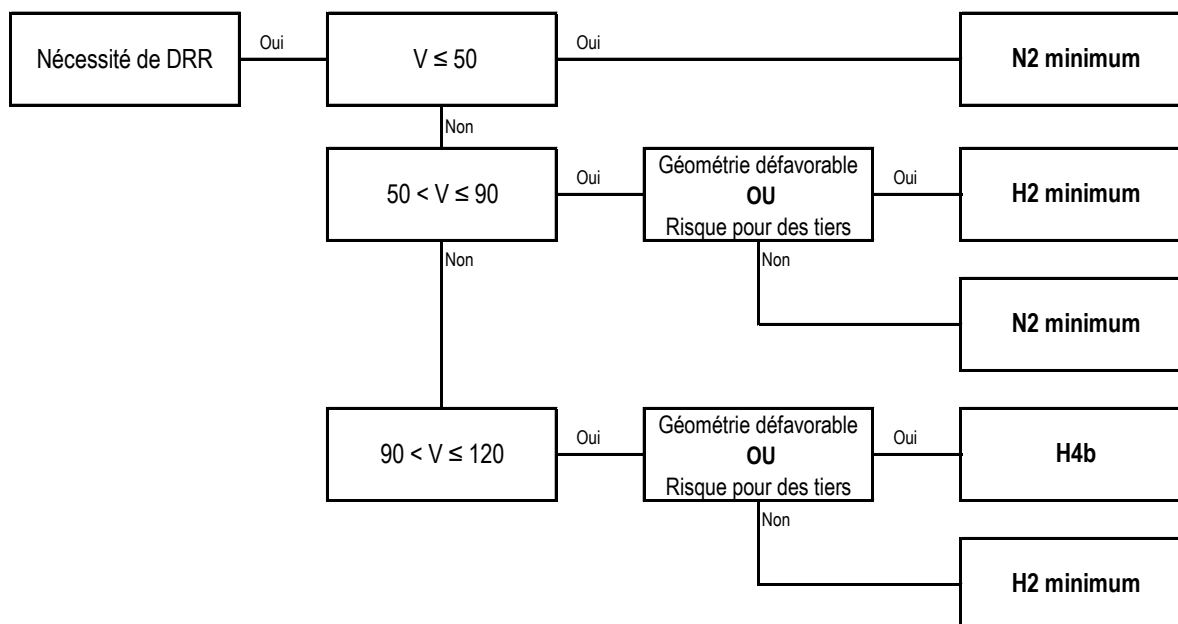


Tableau 1 – Détermination du niveau de retenue.

Il est à noter que le critère « Géométrie défavorable ou Risque pour des tiers » est une condition « **OU** ». Il est donc vérifié si la géométrie est considérée comme défavorable ou s'il existe un risque important pour des tiers.

En fonction de la largeur disponible en terre-plein central, le dispositif de retenue est soit composé d'une seule barrière pouvant être heurtée des deux côtés (cas d'un terre-plein central étroit) ou de deux barrières placées de part et d'autre de l'axe de ce terre-plein central.

A.1. Notion de géométrie défavorable.

Parmi les paramètres qui caractérisent une voirie, son rayon de courbure et sa pente longitudinale peuvent fortement augmenter le risque de sortie de route.

Afin de pouvoir déterminer l'influence de ces paramètres géométriques, un indice de risque combiné de sortie de route a été défini.

Il est constitué de la somme des points de deux sous-indices relatifs au rayon de courbure et à la pente de la voirie.

La géométrie est considérée comme **défavorable** quand l'indice de risque combiné **est ≥ 5** .

Le Tableau 2 donne l'indice de risque combiné de sortie de route en fonction du rayon de courbure et de la pente longitudinale. Ce tableau s'inspire de la méthode de l'indice de danger décrite dans la « Collection du guide technique GC » édité par le SETRA – France.

La procédure qui a mené à cet indice est décrite en « ANNEXE 1 - Détermination de l'indice de risque de sortie. » page 63 de ce document.

		Indices de risque partiel	Rayon R			
			Gamme 1	Gamme 2	Gamme 3	Gamme 4
			4	3	1	0
P e n t e p	Sens montant	-2	2	1	-1	-2
	< 4%	0	4	3	1	0
	$\geq 4\%$	2	6	5	3	2
	$\geq 7\%$	4	8	7	5	4
	$\geq 10\%$	6	10	9	7	6
	$\geq 13\%$	8	12	11	9	8

Tableau 2 – Indice de risque combiné de sortie de route.

A.2. Notion de risque pour des tiers.

Lors d'une sortie de route, les conséquences de l'intrusion d'un véhicule dans une zone occupée ou fréquentée par des tiers peuvent être graves.

Afin d'éviter des accidents secondaires importants, on peut être amené à placer un dispositif de retenue de niveau plus élevé.

Les risques importants pour des tiers sont :

- Le risque d'effondrement de la structure en cas de collision (suspente de pont, portique, ...)
- La présence d'une voie ferrée ;
- La présence humaine (habitations, commerces, industries, ...)
- Le croisement d'une autre voirie à niveau séparé, **SI** les trois conditions suivantes sont vérifiées :
 - La voie inférieure est au minimum de type « 2x2 » ;
 - ET** Le trafic journalier total sur la voie inférieure est supérieur à 6.000 véh./j ;
 - ET** Le trafic journalier total sur la voie supérieure est supérieur à 3.000 véh./j.

Le risque pour des tiers est à prendre en considération quand ceux-ci se trouvent dans la zone de sécurité, telle que définie dans le guide « Obstacles latéraux – Pistes pour un traitement efficace ».

Cette zone est élargie dans les 2 cas particuliers suivants :

- En présence de talus de remblai important, la zone est élargie à 20 m au-delà du pied de talus.

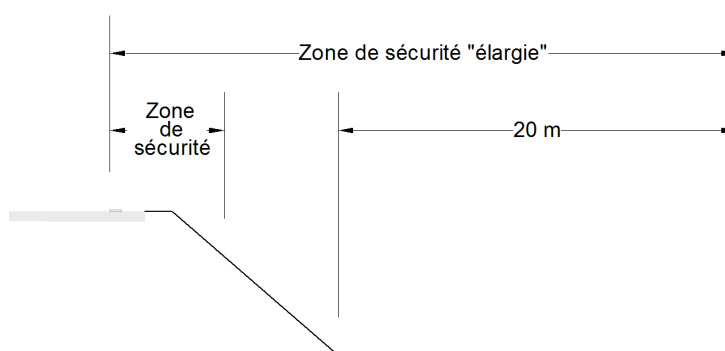
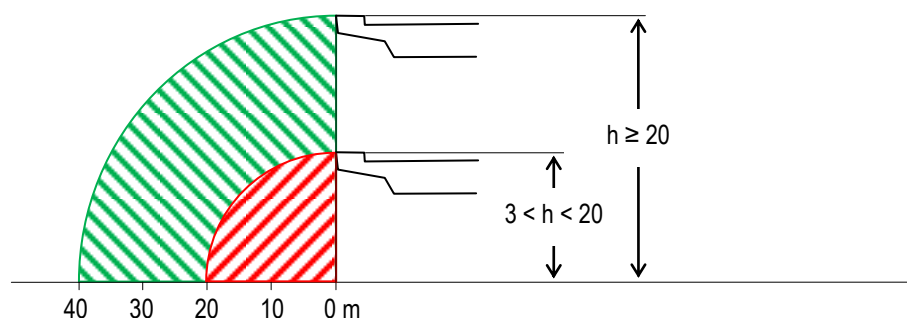


Figure 2 – Élargissement de la zone de sécurité en présence d'un talus de remblai important.

- Dans le cas des ouvrages d'art supérieurs, l'auteur de projet tient compte d'une bande de terrain de part et d'autre de l'ouvrage dont la largeur est :
 - de 20 m pour une hauteur de chute « h » de 3 à 20 m ;
 - de 40 m pour une hauteur de chute « h » supérieure à 20 m.



Source : Collection du guide technique – SETRA - France

Figure 3 – Élargissement de la zone de sécurité au droit d'un ouvrage d'art.

B. Déformation du dispositif.

Après avoir choisi le niveau de retenue, il faut déterminer la déformation admissible du dispositif de retenue. En effet, lors d'un choc, le dispositif de retenue subit une déformation qui doit être compatible avec l'espace disponible derrière lui.

B.1. Largeur de fonctionnement.

La déformation du dispositif est caractérisée par sa largeur de fonctionnement « W ». Il revient à l'auteur de projet de déterminer la valeur maximale qu'il autorise compte tenu de l'obstacle à isoler et des conditions d'implantation du dispositif.

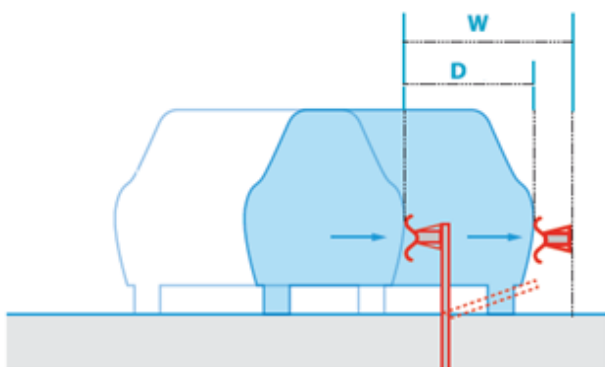


Figure 4 – Déflexion dynamique et largeur de fonctionnement

Classes	Niveaux de largeur de fonctionnement normalisée
W1	$W_N \leq 0,6 \text{ m}$
W2	$W_N \leq 0,8 \text{ m}$
W3	$W_N \leq 1,0 \text{ m}$
W4	$W_N \leq 1,3 \text{ m}$
W5	$W_N \leq 1,7 \text{ m}$
W6	$W_N \leq 2,1 \text{ m}$
W7	$W_N \leq 2,5 \text{ m}$
W8	$W_N \leq 3,5 \text{ m}$

Tableau 3 – Classe et niveaux de largeur de fonctionnement normalisée.

Comme on peut le voir sur la Figure 4, la largeur de fonctionnement comprend la largeur du dispositif de retenue.

D'une manière générale, les dispositifs souples entraînent des chocs moins sévères pour les véhicules et leurs occupants. Ils possèdent cependant une largeur de fonctionnement plus importante que les dispositifs rigides.

Il faut également noter que les dispositifs trop déformables (W7 et W8) engendrent des profondeurs et des longueurs de poche importantes. **Cet O.S. interdit leur utilisation pour les nouvelles installations et le remplacement de dispositifs existants.**

B.2. Indice d'intrusion du véhicule.

Pour les véhicules présentant une hauteur importante (camion, bus, car, ...), il faut également tenir compte de l'inclinaison de celui-ci pendant le choc. Ce facteur est caractérisé par le niveau d'intrusion du véhicule noté « VI ».

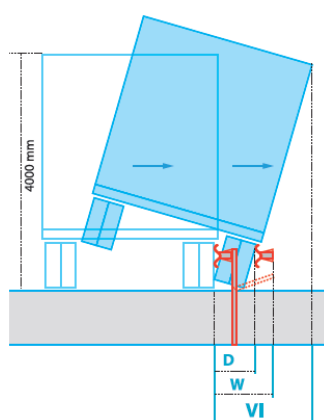


Figure 5 – Déflexion dynamique, largeur de fonctionnement et intrusion du véhicule.

Classes	Niveaux d'intrusion du véhicule normalisée
VI1	$VI_N \leq 0,6 \text{ m}$
VI2	$VI_N \leq 0,8 \text{ m}$
VI3	$VI_N \leq 1,0 \text{ m}$
VI4	$VI_N \leq 1,3 \text{ m}$
VI5	$VI_N \leq 1,7 \text{ m}$
VI6	$VI_N \leq 2,1 \text{ m}$
VI7	$VI_N \leq 2,5 \text{ m}$
VI8	$VI_N \leq 3,5 \text{ m}$
VI9	$VI_N \geq 3,5 \text{ m}$

Tableau 4 – Classes et niveau d'intrusion du véhicule normalisée.

L'auteur de projet doit porter une attention particulière à ce facteur « VI » lorsqu'il s'agit de traiter un obstacle de hauteur comparable à celle du véhicule (pile de pont, mur antibruit, montant de portique, candélabres, arbres, ...).

C. Indice de sévérité de choc.

L'indice de sévérité du choc détermine la violence du choc pour les occupants du véhicule léger. Plus l'indice est élevé, plus les risques de blessures pour les occupants du véhicule augmentent.

La norme définit 3 classes de sévérité du choc (A, B et C) en relation avec les valeurs des indices « ASI »¹ et « THIV »².

Niveau de sévérité du choc	Valeurs des indices		
A	ASI ≤ 1,0	et	THIV ≤ 33 km/h
B	ASI ≤ 1,4		
C	ASI ≤ 1,9		

Tableau 5 – Indice de sévérité de choc.

Il est toujours préférable de choisir un dispositif de retenue dont l'indice de sévérité de choc est « A » (ASI ≤ 1,0). Quand cela n'est pas possible, l'indice de sévérité de choc sera « B » (1,0 < ASI ≤ 1,4).

L'indice de sévérité « C » (1,4 < ASI ≤ 1,9) est proscrit au niveau belge (accord entre les 3 régions), car considéré comme beaucoup trop violent.

Pour un niveau de retenue identique, on préfère un indice de sévérité de choc « A » car il correspond à un moindre risque de lésions pour l'utilisateur.

¹ L'indice de sévérité de l'accélération « ASI » donne une idée de la sévérité du mouvement auquel est soumis l'occupant d'un véhicule lors d'un choc contre un dispositif de retenue. Il est calculé selon les procédures décrites dans la norme EN 1317-1.

² Le concept de vitesse d'impact théorique de la tête ou « THIV » a été mis au point pour évaluer la sévérité de choc pour les occupants d'un véhicule impliqué dans une collision avec des dispositifs de retenue routiers. Les tests ont démontré qu'en deçà d'une « THIV » ≤ 33 km/h, la probabilité de blessures graves devenait très faible.

CHAPITRE 2 – Caractéristiques d'un dispositif de retenue routier linéaire.

A. Type de dispositif de retenue.

Il existe 4 grands types de dispositifs de retenue routier :

- les glissières métalliques (en acier galvanisé),
- les glissières mixtes (bois et acier),
- les séparateurs en béton coulé en place,
- les séparateurs en béton préfabriqué.

Chacun de ces dispositifs présente des spécificités qui permettent d'apporter des réponses adaptées aux différentes situations rencontrées par le gestionnaire de voirie.

A.1. Glissières métalliques.

Utilisées en section courante, les glissières métalliques conviennent à la plupart des situations routières et présentent un niveau de sécurité élevé. Elles amortissent les chocs et sont peu agressives pour les véhicules légers et les passagers.

Du fait de leur déformation, les glissières métalliques nécessitent d'être remplacées après un choc. Les dispositifs métalliques peuvent être équipés d'une lisse moto permettant la protection des motocyclistes en cas de chute.

A.2. Glissières mixtes.

Les glissières mixtes bois/acier possèdent une qualité esthétique qui permet d'améliorer l'aspect visuel des glissières métalliques classiques. Elles présentent aujourd'hui des performances suffisantes pour équiper certaines voiries là où l'aspect esthétique est important. Elles peuvent également être équipées d'une lisse moto.

A.3. Séparateurs béton coulé en place.

Offrant un haut niveau de résistance au choc, les séparateurs en béton coulé en place constituent des dispositifs très rigides qui ne sont que très rarement endommagés lors des chocs. Ils possèdent une largeur de fonctionnement très faible, ce qui permet de les utiliser quand il y a peu de place.

Ne nécessitant que peu d'entretien, ils sont très utiles sur les voies à forte circulation, autoroutes ou voies rapides urbaines en terre-plein central et conviennent également en rive pour isoler des obstacles.

A.4. Séparateurs en béton préfabriqué.

Ces systèmes se caractérisent par leur installation simple et rapide. Ils nécessitent peu d'entretien et sont de plus en plus souvent utilisés sur les voies à forte circulation, autoroutes ou voies rapides, en terre-plein central et en accotement.

B. Equipements ne répondant pas à la EN 1317.

De nombreux équipements de retenue ont été installés avant la parution des normes EN 1317. Ceux-ci ne peuvent donc pas en respecter tous les critères. Dès lors, il convient de ne plus placer ces anciens dispositifs sur notre réseau.

Ci-après une liste non exhaustive de ces équipements « aux performances insuffisantes ».

B.1. Bordures hautes en béton préfabriqué non ou peu solidarisiées.

Ces éléments en béton n'étant pas ou peu solidarisiés entre eux, ils ne peuvent assurer efficacement un niveau de retenue.



Figure 6 – Bordures hautes en béton préfabriqué.

B.2. Bordures basses en béton préfabriqué ou coulées en place.

Vu leur hauteur relativement faible ($h < 0.5$ m), les bordures basses sont potentiellement franchissables par des véhicules légers roulant à vitesse élevée ou par des véhicules lourds. Du point de vue de la norme, elles ne peuvent être considérées comme un dispositif de retenue routier que si elles ont été testées. Actuellement, en 2017, il n'existe pas de dispositif de ce genre avec un niveau de retenue N2 minimum, elles sont donc à utiliser uniquement comme bordures ou éléments linéaires (par exemple : anneau central dans un giratoire, îlot, ...).



Figure 7 – Bordures basses en béton

B.3. Dispositifs en matières synthétiques.

Ces dispositifs n'ont aucune performance de retenue de véhicules. Ils pourront cependant être utilisés comme séparateur là où aucun niveau de retenue n'est nécessaire comme par exemple la délimitation d'îlots ou de giratoires provisoires ou pour interdire un accès.



Figure 8 – Séparateur en matière synthétique.

B.4. Murets en maçonnerie.

Ces ouvrages sont à proscrire en tant que dispositif de retenue routier.



Figure 9 – Murets en maçonnerie.

B.5. Barrières en bois.

Ces barrières tout bois ne présentent pas le niveau de retenue suffisant.



Figure 10 – Barrières en bois.

B.6. Barrières en aluminium.

Les barrières en aluminium présentent un risque de rupture fragile suite au vieillissement.

C. Influence des caractéristiques du sol.

C.1. Dispositifs en acier.

Le sol dans lequel est implanté le dispositif de retenue doit permettre l'ancrage des supports et pouvoir reprendre les efforts transmis lors d'un choc de véhicule. Si le sol présente des caractéristiques différentes de celles de l'essai de choc du dispositif de retenue, il faut adapter les supports en conséquence.

En effet, dans un sol de consistance trop faible, l'ancrage des supports est moins rigide, ce qui peut conduire à une nette augmentation de la poche de déformation du dispositif, voire des franchissements de glissière.

Pour ces systèmes, le PTV 869³ définit la procédure à suivre pour prendre en compte la différence de performance du sol dans lequel une barrière de sécurité est installée et du sol dans lequel elle a été testée. Il prévoit un essai à réaliser avec un poteau standard afin de déterminer les caractéristiques du sol.

Si la barrière de sécurité est installée dans un sol plus meuble que celui dans lequel elle a été testée, le PTV 869 définit l'adaptation de l'ancrage des supports de telle sorte que les performances de son système soient équivalentes à celles du système testé.



Figure 11 – Influence des caractéristiques du sol. ⁴

C.2. Dispositifs en béton.

L'adhérence au sol, y compris les ancrages éventuels, doit être identique à celle des essais de choc réalisés pour déterminer les performances du dispositif. Dans le cas contraire, il faut prévoir une préparation spécifique du sol support permettant de se trouver dans des conditions identiques à celle des essais de choc.

D. Implantation du dispositif de retenue.

Le schéma de la Figure 12 reprend le principe de zone de sécurité. On y trouve la zone de récupération qui permet à l'utilisateur de se rattraper en cas de déviation de trajectoire. Cette zone de récupération doit avoir le même traitement de surface que les voies de circulation. Sa largeur doit être la plus grande possible soit la distance « ZR » dont question ci-dessous.

³ PTV : Prescriptions Techniques sur les dispositifs de retenue routier.

⁴ Sources : CRR

Bien entendu, le dispositif de retenue doit au moins être placé au-delà de cette zone de récupération, soit à la distance « d ». Ces deux distances sont mesurées à partir du bord intérieur du marquage.

Dans certains cas, cette zone de récupération a aussi un rôle de bande d'arrêt d'urgence. Dans ces cas il faut que les passagers d'un véhicule immobilisé puissent sortir par le côté droit du véhicule.

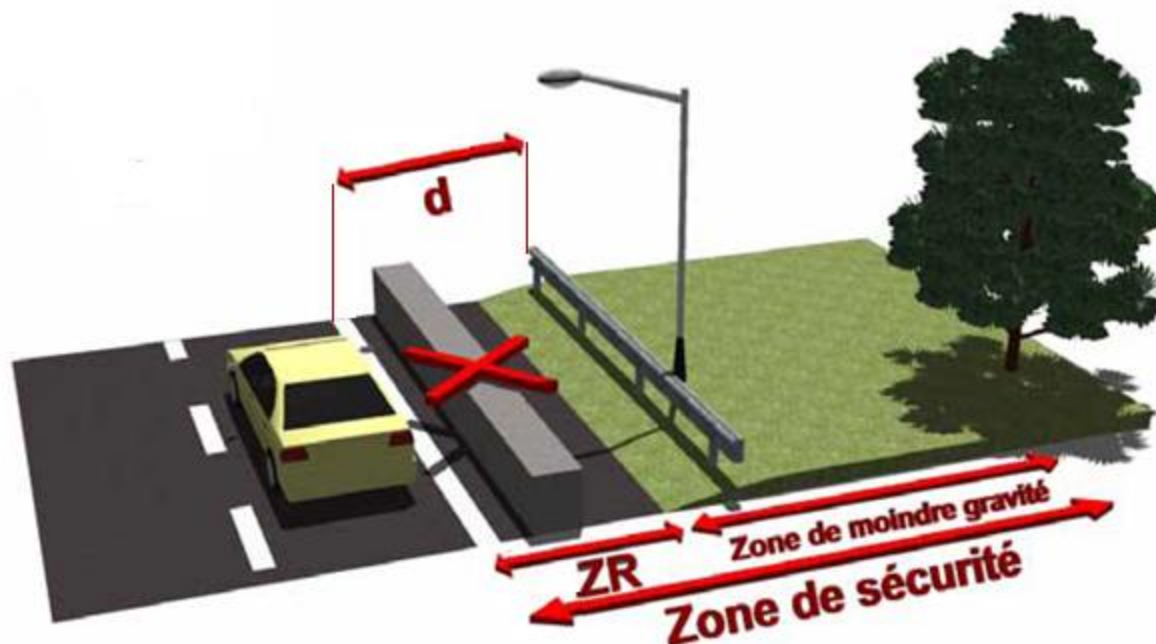


Figure 12 – Zone de récupération et distance d'implantation « d ».

L'implantation d'un dispositif de retenue routier est aussi dépendante de sa largeur de fonctionnement « W » et de la position de l'obstacle à isoler.

Quand les conditions de terrain le permettent, la distance minimale « d » recommandée pour l'implantation d'un dispositif de retenue est reprise dans le Tableau 6.

Type de routes	Distance « d »
Autoroutes et RGG avec BAU	3,50 m
Autoroutes et RGG sans BAU	1,00 m
Autres voiries	0,50 m
Terre-plein central	0,70 m

Tableau 6 – Distance d'implantation d'un dispositif de retenue par rapport au bord intérieur du marquage.

Cette distance « d » à respecter pour l'implantation du dispositif de retenue est mesurée à partir du bord intérieur du marquage continu.

En absence de marquage, la distance d'implantation latérale du DRR est mesurée à partir du bord revêtu de la chaussée, avec une distance « d » minimale maintenue à 50 cm.

Dans le cas d'une autoroute avec BAU, si la BAU fait 2,5 m, le dispositif de retenue doit être placé à 1 m de la BAU ce qui permet aux usagers de sortir par la droite d'un véhicule immobilisé.

Si les conditions de terrain ne permettent pas de respecter la distance « d », on évite autant que possible, de placer le dispositif de retenue sur la zone revêtue.

D.1. Implantation en accotement.

En accotement, les dispositifs de retenue sont implantés selon les schémas de la Figure 13.

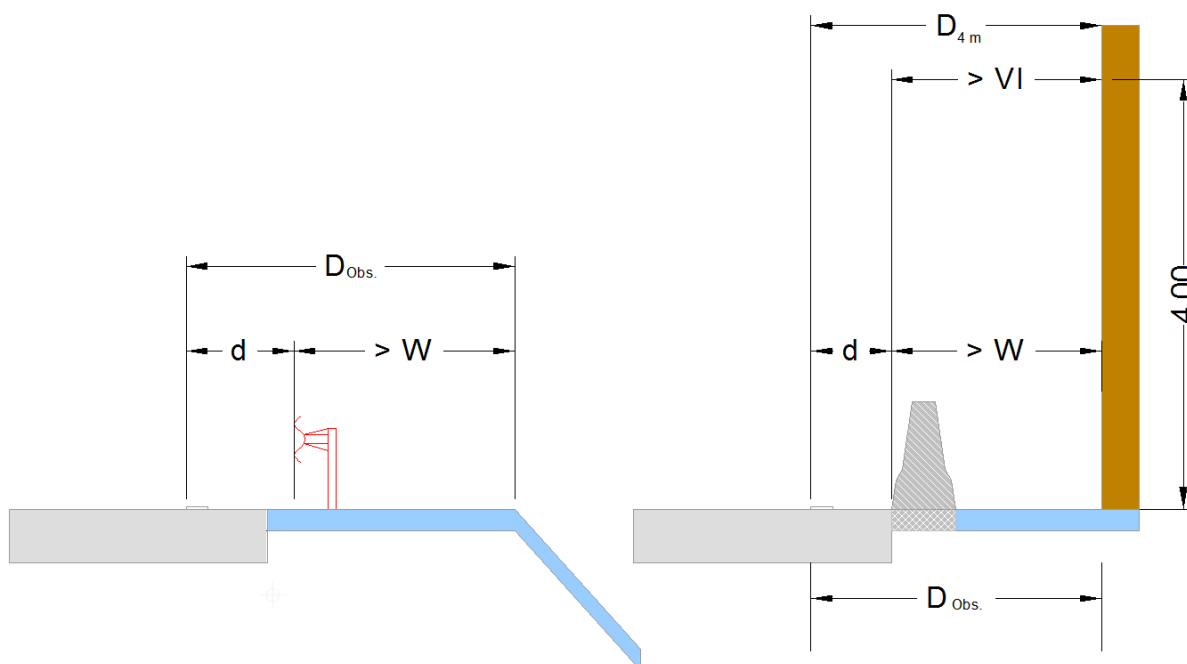


Figure 13 – Exemples de distance d'implantation d'un dispositif de retenue en accotement.

Dans le cas d'obstacles de grandes hauteurs (pile de pont, mur de soutènement, mur antibruit, candélabres, arbres, ...), il est également nécessaire de tenir compte de l'intrusion du véhicule « VI ».

D.2. Implantation en terre-plein central.

L'implantation d'un dispositif de retenue est conditionnée par la largeur du terre-plein central. En fonction de la largeur disponible et de la présence ou non d'obstacles dangereux, on place :

- soit deux dispositifs « simples », comme représenté sur les FiguresFigure 14 etFigure 15, que l'on éloignera idéalement au maximum du bord de chaussée.
- soit un seul dispositif permettant de reprendre les deux sens de circulation (barrière béton ou glissière métallique double). Celui-ci ne doit pas nécessairement être placé au centre du terre-plein central comme illustré à la Figure 16.

La position du dispositif de retenue est déterminée en suivant le même principe que celui utilisé en accotement.

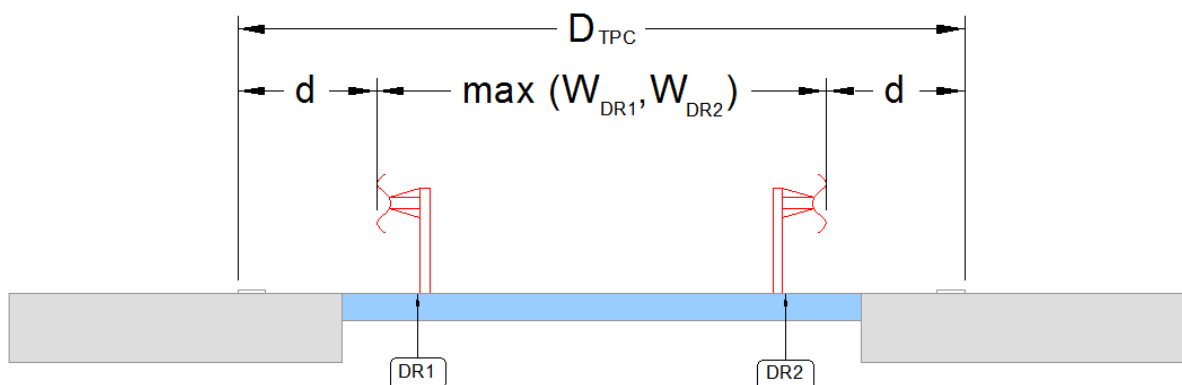


Figure 14 – Implantation de dispositifs de retenue en terre-plein central.

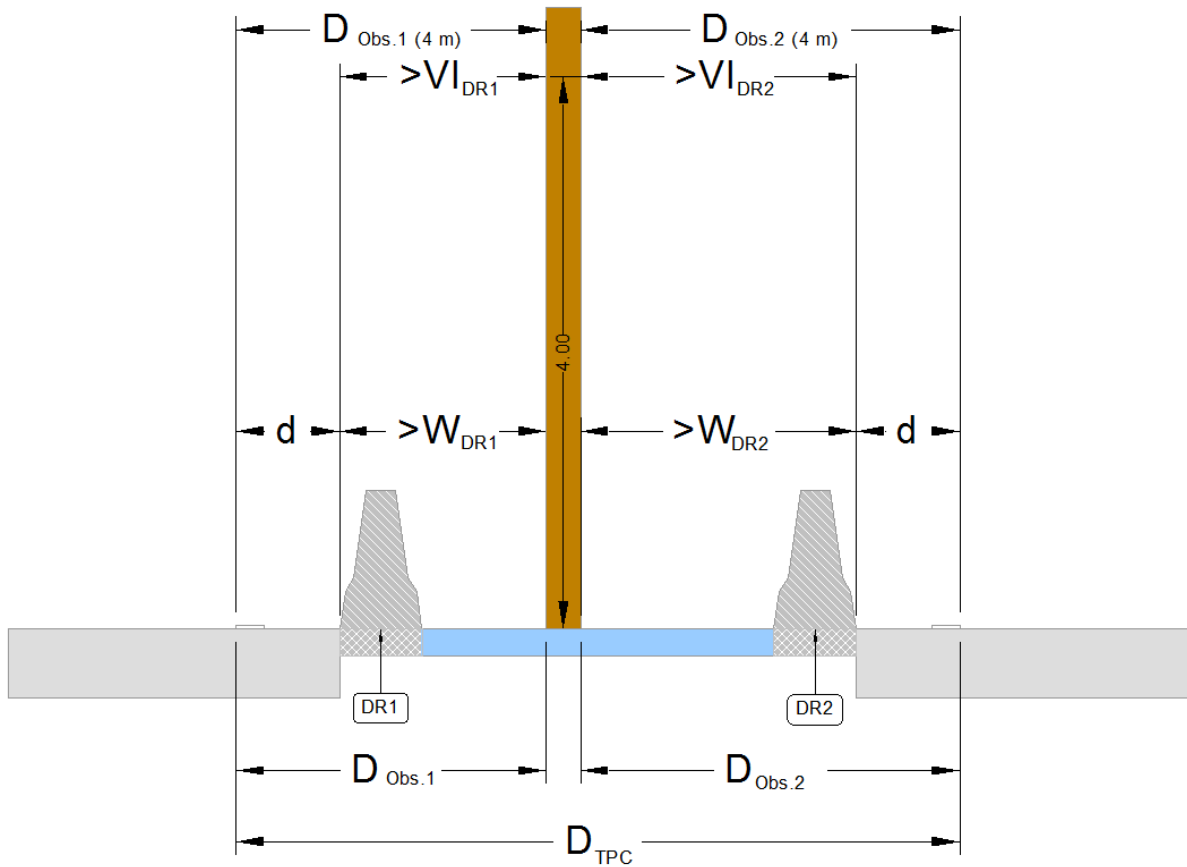


Figure 15 – Implantation de dispositifs de retenue en terre-plein central.

Comme déjà précisé pour les dispositifs en accotement, dans le cas d'obstacles de grandes hauteurs (pile de pont, mur de soutènement, mur antibruit, arbres, candélabres, signalisation, ...), il est également nécessaire de tenir compte de l'intrusion du véhicule « VI ».

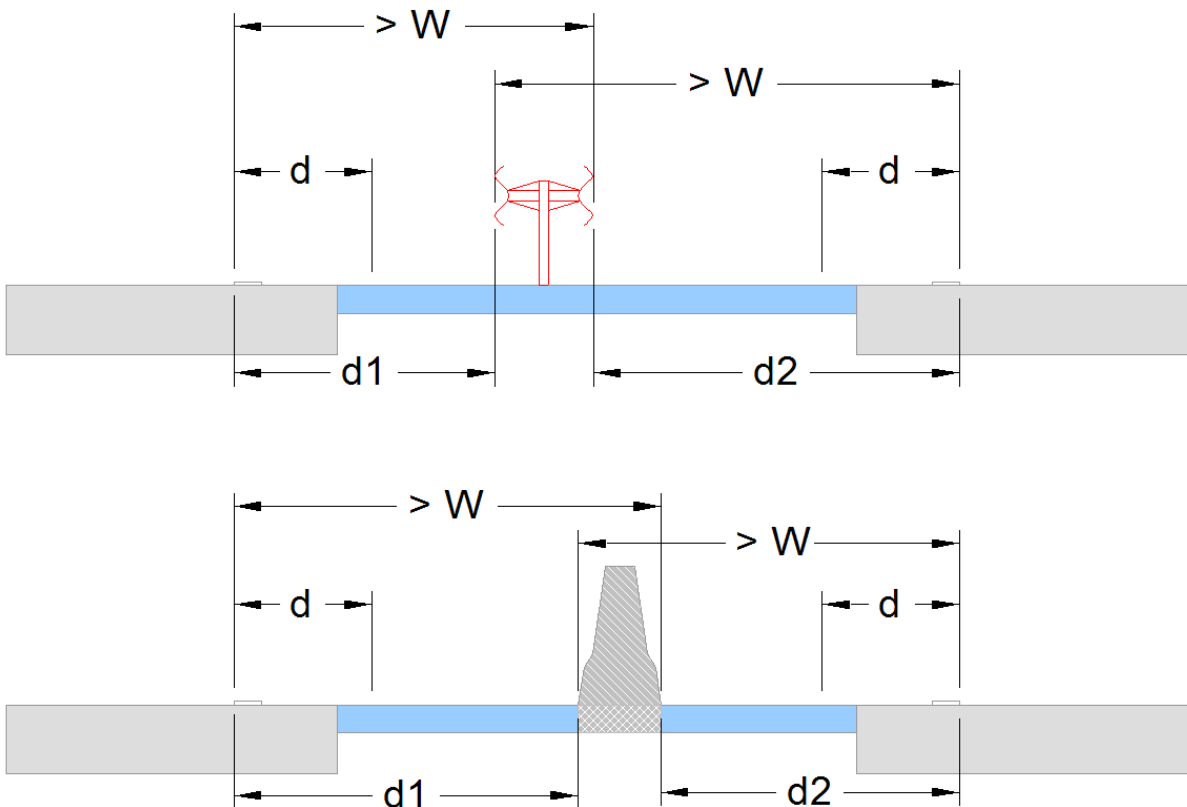
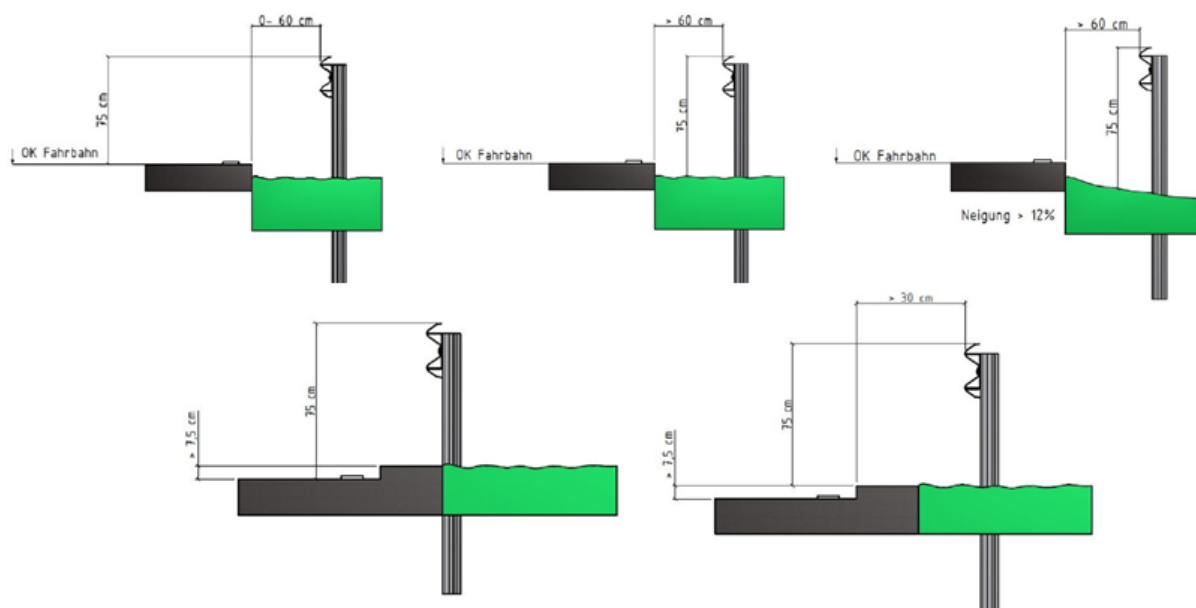


Figure 16 – Implantation d'un dispositif de retenue « double sens » en terre-plein central.

E. Hauteur du dispositif de retenue.

La hauteur du dispositif de retenue est déterminée par le fabricant pour réaliser le test du dispositif en question. Il est préconisé de respecter cette hauteur dans les tolérances indiquées par le fabricant. Ces tolérances sont généralement reprises dans le rapport de test et/ou la notice d'installation du dispositif.



Source : Rapport d'essai PSG 91 – 26.04.2012 – Heintzmann Sicherheitsystem GmbH

Figure 17 – Exemples d'instruction de pose en fonction du profil de l'accotement.

F. Longueur minimale du dispositif de retenue.

Un dispositif de retenue routier est constitué d'une barrière et de ses extrémités d'ancrage. La longueur totale « L » du dispositif comprend donc la longueur de la barrière « $L_{\text{Barrière}}$ » et la longueur des extrémités d'ancrage (origine et/ou fin) « Extr. ».

La longueur de ces extrémités d'ancrage est déterminée par le fabricant du dispositif de retenue lors du test de son produit.

La procédure décrite ci-après est d'application pour les alignements droits et pour des grands rayons de courbure. Pour les petits rayons de courbure, une autre procédure est décrite au paragraphe « F.2. Traitement des virages de faible rayon. » de ce chapitre, page 24.

F.1. Longueur de la barrière « $L_{\text{Barrière}}$ ».

La longueur d'une barrière « $L_{\text{Barrière}}$ » est décomposée comme suit :

- la longueur avant l'obstacle à isoler « L_{Av} » ;
- la longueur de l'obstacle « L_{Obst} » ;
- la longueur après l'obstacle à isoler « L_{Ap} ».

En aucun cas, la longueur de la barrière « $L_{\text{Barrière}}$ » ne peut être inférieure à la longueur de la barrière testée « L_{Test} ».

Les Figures suivantes illustrent l'ensemble des paramètres nécessaires au calcul de ces valeurs pour les voiries à un seul sens de circulation (Figure 18) et pour les voiries à double sens de circulation (Figure 19).

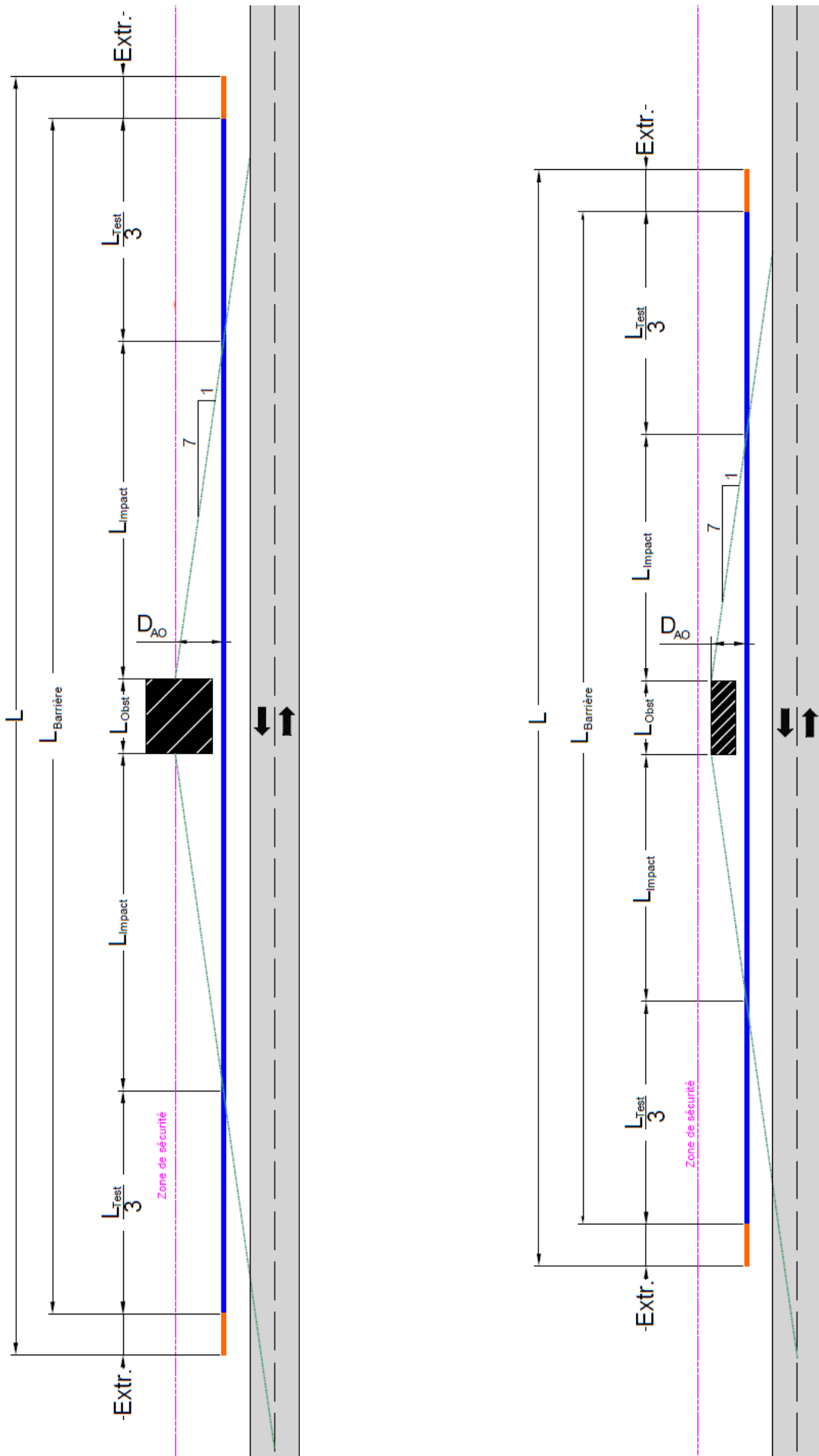


Figure 19 – Longueur des barrières sur les voiries à double sens de circulation.

F.1.1. Longueur avant l'obstacle « L_{Av} ».

La norme EN 1317-2 prévoit pour un essai de choc que le point d'impact soit situé au premier tiers de la longueur de l'installation testée « L_{Test} ». De ce fait, la longueur du dispositif avant le point d'impact est au moins égale à un tiers de la longueur testée « L_{Test} ».

Quel que soit le type de voirie (1 ou 2 sens de circulation), la position du point d'impact entre le véhicule et le dispositif de retenue est déterminée en se basant sur l'hypothèse d'un angle de sortie correspondant au rapport « 1:7 », soit un angle d'environ 8° .⁵

Ce point d'impact se trouve donc à une distance « L_{Impact} » de l'obstacle qui vaut :

$$L_{Impact} = 7 \times D_{AO}$$

Où D_{AO} = la distance entre la face avant du dispositif de retenue et soit l'arrière de l'obstacle (Figure 20-a) soit la limite de la zone de sécurité (Figure 20-b).

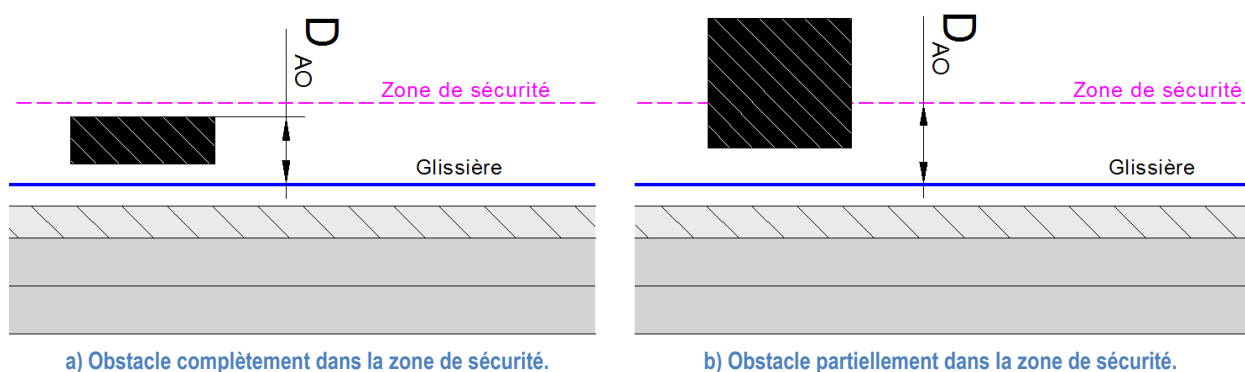


Figure 20 – Distance D_{AO} selon la position de l'obstacle.

La longueur avant l'obstacle « L_{Av} » est la somme de ces deux longueurs :

$$L_{Av} = \frac{L_{Test}}{3} + L_{Impact}$$

F.1.2. Longueur de l'obstacle « L_{Obst} ».

La longueur de l'obstacle est la longueur de sa projection sur l'axe de la glissière.

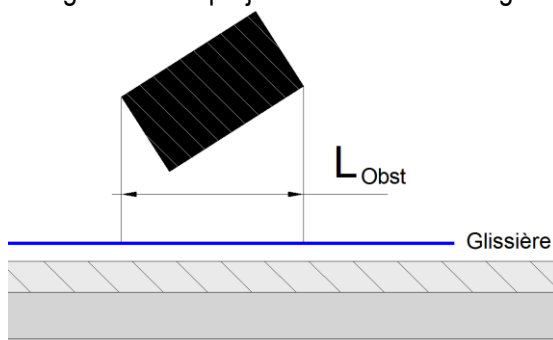


Figure 21 – Longueur de l'obstacle

⁵ NRA Design Manual for Roads and Bridges - NRA TD 19/15 – Irlande.

Un obstacle est considéré comme isolé quand il est éloigné de plus de 50 m d'un autre obstacle. Des obstacles isolés répétés et séparés de moins de 50 m sont considérés comme un obstacle unique de grande longueur (poteaux électriques, éclairage public, arbres, ...).
 Pour des obstacles éloignés de plus de 50 m, on évitera cependant d'interrompre inutilement le dispositif de retenue sur de courtes distances.

F.1.3. Longueur après l'obstacle « L_{Ap} ».

F.1.3.1. Voirie à un seul sens de circulation.

Afin de conserver ses performances sur toute la longueur de l'obstacle et d'assurer l'effet de câble, la barrière est prolongée sur une distance « L_{Ap} » égale aux deux tiers de la longueur « L_{Test} ».

$$L_{Ap} = \frac{2}{3} L_{Test}$$

F.1.3.2. Voirie à double sens de circulation.

Il convient ici d'empêcher qu'un véhicule circulant dans un sens ou dans l'autre, en ce compris lors d'une manœuvre de dépassement, ne percute l'obstacle. La longueur « L_{Ap} » est égale à la longueur « L_{Av} ».

On a donc :

$$L_{Ap} = \frac{L_{Test}}{3} + L_{Impact}$$

Afin de conserver ses performances sur toute la longueur de l'obstacle et d'assurer l'effet de câble du dispositif dans les deux sens de circulation, on vérifiera que les longueurs « L_{Av} » et « L_{Ap} » sont chacune supérieures ou égales aux deux tiers de la longueur « L_{Test} ».

Ce qui est vérifié si :

$$L_{Impact} \geq \frac{L_{Test}}{3}$$

F.2. Traitement des virages de faible rayon.

Les virages dont le rayon de courbure est inférieur au rayon « R_{nd} » sont considérés comme des virages de faible rayon.

Ce rayon « R_{nd} » est le rayon en-dessous duquel la courbe est nécessairement déversée vers l'intérieur du virage (voir [Annexe 1](#)).

Le tableau 7 reprend les valeurs de « R_{nd} » en fonction des limitations de vitesses.

V (km/h)	R_{nd} ⁶
50	140
70	310
90	570
120	1230

Tableau 7 – Seuils de rayon de courbure en plan.

⁶ Valeur arrondies à la dizaine

Tout comme en alignement droit ou pour les virages de grand rayon, la longueur d'une barrière « $L_{Barrière}$ » est décomposée comme suit :

- la longueur avant l'obstacle à isoler « L_{Av} » ;
- la longueur de l'obstacle « L_{Obst} » ;
- la longueur après l'obstacle à isoler « L_{Ap} ».

En aucun cas, la longueur de la barrière « $L_{Barrière}$ » ne peut être inférieure à la longueur de la barrière testée « L_{Test} ».

F.2.1. Notion de « Runout Length ».

La « Runout Length » est la longueur de la trajectoire de sortie rectiligne, mesurée de l'endroit où le véhicule quitte la voirie (intersection avec le bord de voirie, marquage non compris) au point d'impact avec l'obstacle projeté sur le bord de voirie.⁷

Elle est noté « L_R » et vaut :

$$L_R = 7 \times (D_{AO} + d) = 7 \times L_{AO}$$

Où L_{AO} = distance entre l'arrière de l'obstacle et le bord de voirie.

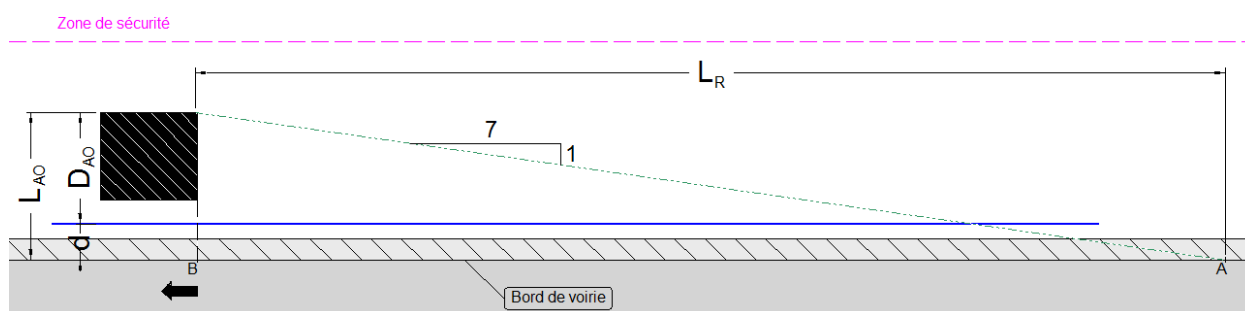


Figure 22 – Run-Out Length – « L_R ».

Cette valeur sert de référence pour les procédures suivantes.

F.2.2. Obstacle situé à l'extérieur de la courbe.

Lors d'une sortie de route du véhicule circulant à l'extérieur de la courbe, la trajectoire tangentielle à la courbe est prise en compte. Afin d'éviter que le véhicule ne percute l'obstacle dangereux se trouvant à l'extérieur du virage, il faut que le dispositif de retenue croise cette trajectoire tangentielle.

Comme précédemment, un obstacle est traité s'il se trouve totalement ou partiellement dans la zone de sécurité.

Dans les paragraphes suivants, l'obstacle est représenté totalement dans la zone de sécurité. Quand un obstacle se trouve partiellement dans cette zone, on considère que le point d'impact de la trajectoire de sortie avec l'obstacle se situe au niveau de la limite de la zone de sécurité.

⁷ NRA Design Manual for Roads and Bridges - NRA TD 19/15 – Irlande

F.2.2.1. Voirie à un seul sens de circulation.

La détermination de la longueur de dispositif à installer dans ce cas est illustrée sur la Figure 23.

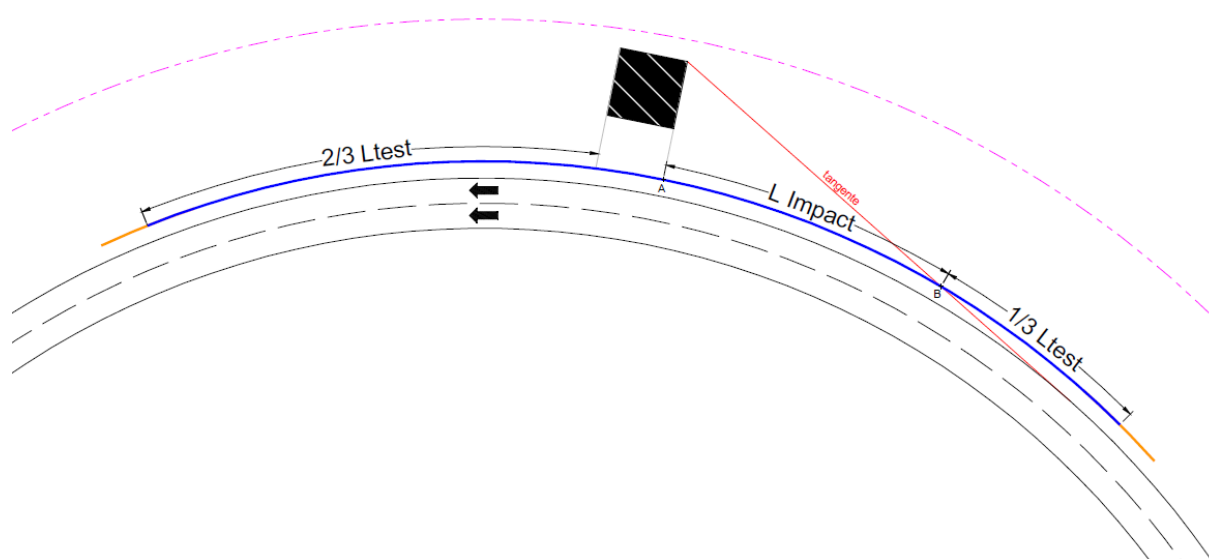


Figure 23 – Dispositif de retenue pour obstacle à l'extérieur d'une courbe sur voirie à un sens de circulation.

- Où :
- la longueur « L_{Impact} » est la longueur entre le point A, projection du point le plus en amont de l'obstacle sur l'axe de la glissière et le point B, intersection entre la trajectoire tangentielle de sortie et l'axe de la glissière.
 - la longueur avant l'obstacle « L_{Av} » est la somme de la longueur au point d'impact « L_{Impact} » et du tiers de la longueur de test « L_{Test} ».
 - la longueur de l'obstacle « L_{Obst} » est donnée par la projection de l'obstacle sur l'axe de la glissière ;
 - la longueur après l'obstacle « L_{Ap} » est égale à deux tiers de la longueur de test « L_{Test} ».

F.2.2.2. Voirie à deux sens de circulation.

La longueur du dispositif à installer dans ce cas est déterminée comme illustrée à la Figure 24.

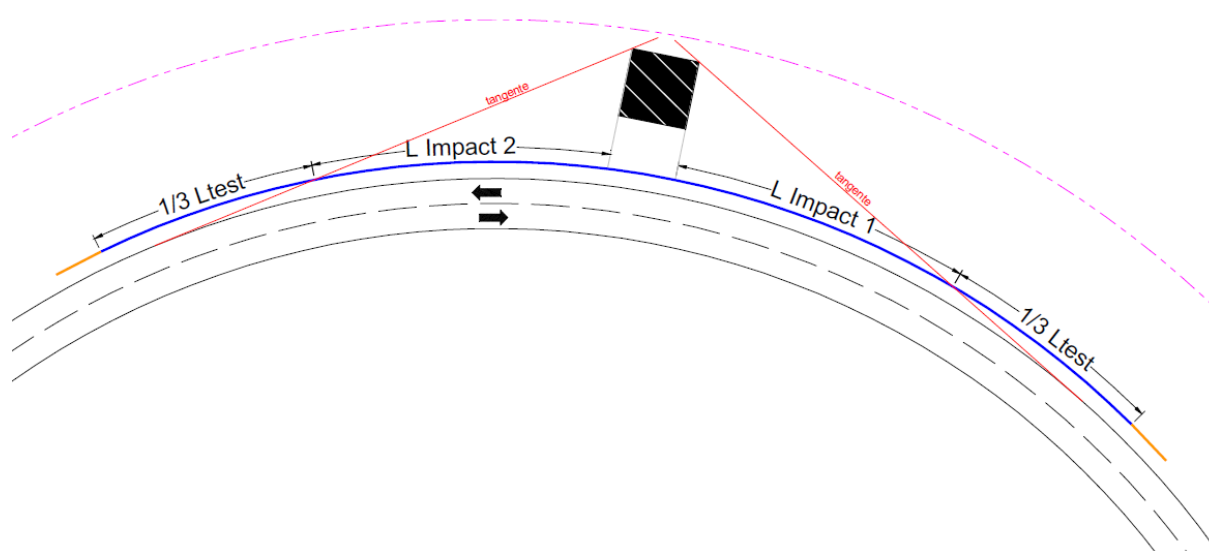


Figure 24 – Dispositif de retenue pour obstacle à l'extérieur d'une courbe sur voirie à 2 sens de circulation.

On détermine la longueur de la barrière « $L_{Barrière}$ » en appliquant le même raisonnement qu'au paragraphe « F.2.2.1. Voirie à un seul sens de circulation. », page 26, pour chaque sens de circulation, en prenant la tangente à l'extérieur de la courbe, ce qui permet de prendre en considération le cas d'une sortie de route lors d'un dépassement.

Afin d'assurer l'effet câble du dispositif de retenue, on vérifiera pour chaque sens, que les longueurs avant et après obstacle « L_{Av} » et « L_{Ap} » sont égales ou supérieures aux deux tiers de la longueur de test « L_{Test} », ce qui est vérifié si :

$$L_{Impact\ 1} \geq \frac{L_{Test}}{3}$$

et

$$L_{Impact\ 2} \geq \frac{L_{Test}}{3}$$

F.2.3. Obstacle situé à l'intérieur de la courbe.

F.2.3.1. Voirie à un seul sens de circulation.

La méthode graphique à suivre pour déterminer la longueur de barrière devant protéger d'un obstacle à l'intérieur d'une courbe est illustrée à la Figure 25.

Elle consiste à :

- Projeter le bord de l'obstacle le plus éloigné de la route sur le bord de voirie (point « A ») ;
- Dessiner un arc de rayon « L_R » à partir du point « A » projeté de l'obstacle ;
- Tracer une droite reliant le point « B », intersection de cet arc et du bord de voirie, et le point « C », point à l'arrière de l'obstacle le plus éloigné du bord de voirie.
- L'origine du dispositif se trouve au point « D », intersection de cette droite « BC » avec l'axe du dispositif de retenue.
- Ajouter $1/3$ de « L_{Test} » en amont et $2/3$ de « L_{Test} » en aval pour assurer l'effet câble.

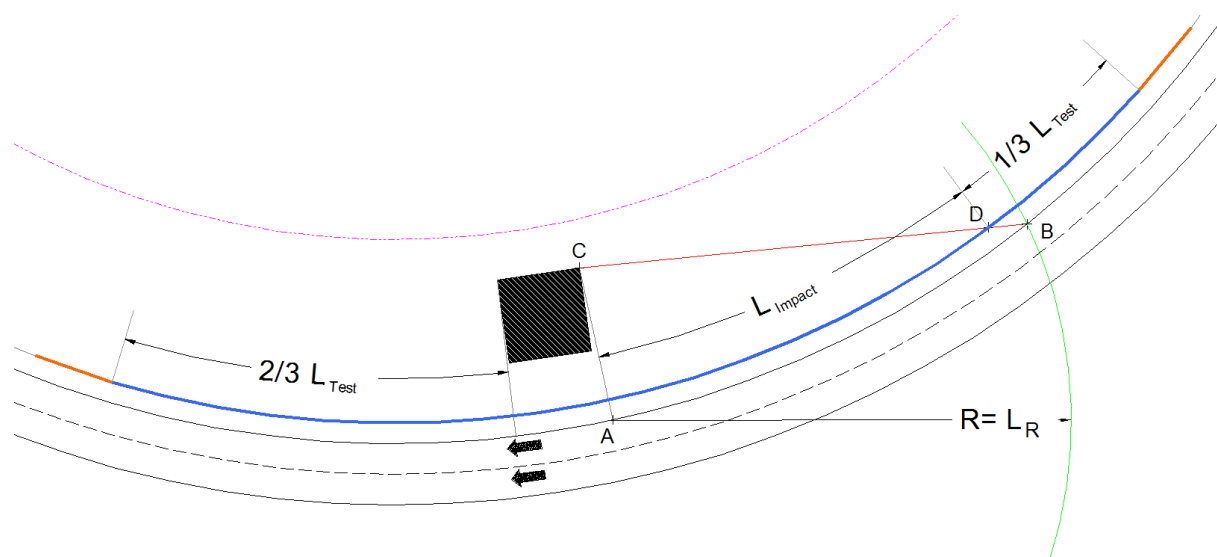


Figure 25 – Dispositif de retenue pour obstacle à l'intérieur d'une courbe sur voirie à un sens de circulation.

F.2.3.2. Voirie à deux sens de circulation.

Pour le sens de circulation le plus proche de l'obstacle, on applique le même raisonnement qu'au paragraphe « F.2.3.1. Voirie à un seul sens de circulation. ».

La longueur de dispositif à placer pour le sens de circulation le plus éloigné de l'intérieur du virage est déterminée en appliquant le même raisonnement à partir du point « A' » de projection de l'obstacle sur le bord de voirie.

Afin d'assurer l'effet câble du dispositif, on vérifie également que les deux conditions suivantes sont vérifiées :

$$L_{Impact\ 1} \geq \frac{L_{Test}}{3}$$

et

$$L_{Impact\ 2} \geq \frac{L_{Test}}{3}$$

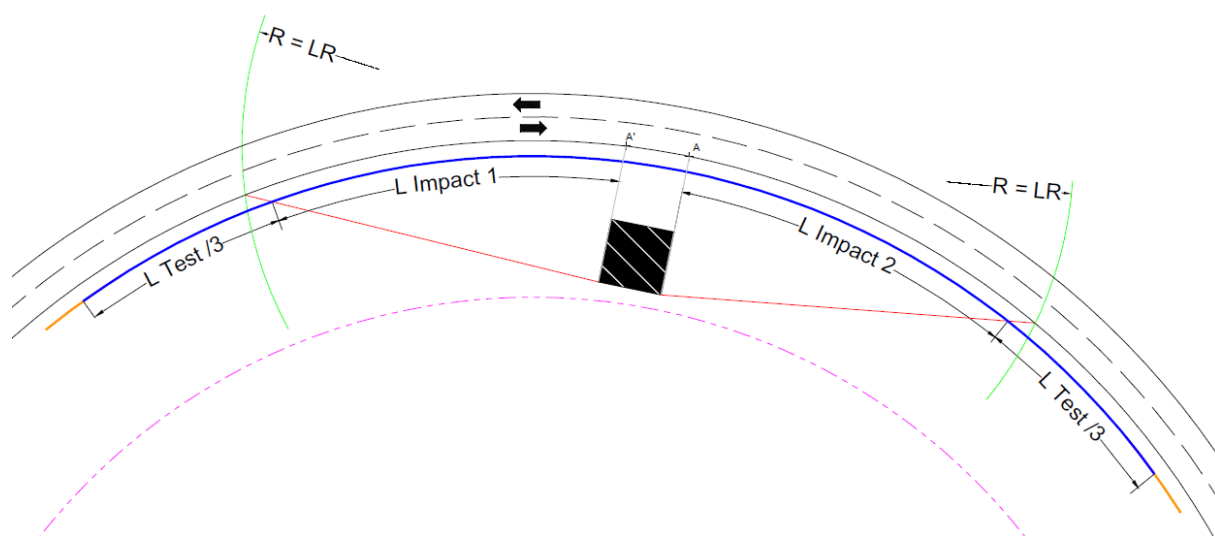


Figure 26 – Dispositif de retenue pour obstacle à l'extérieur d'une courbe sur voirie à 2 sens de circulation.

G. Eviter le risque de contournement du dispositif de retenue.

Quel que soit le sens de circulation, la longueur du dispositif avant l'obstacle doit empêcher que l'obstacle soit percuté par un véhicule en perdition circulant derrière le dispositif de retenue dans la zone de sécurité à une vitesse pouvant être dangereuse pour les occupants du véhicule.

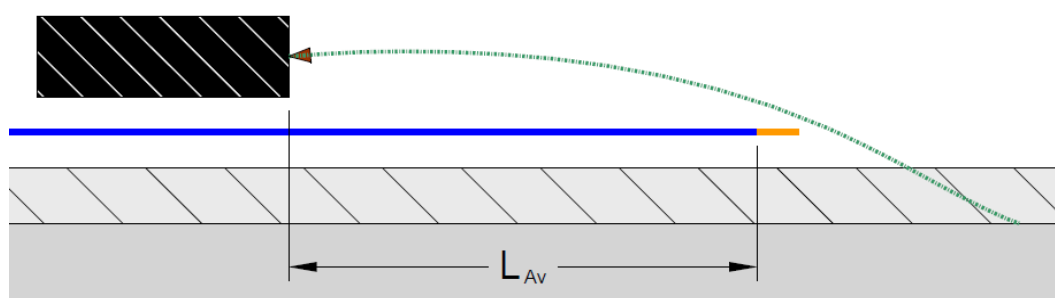


Figure 27 – Contournement du dispositif de retenue.

Il est cependant difficile d'évaluer la surlongueur « $L_{Suppl.}$ » qui empêche un tel comportement et qui varie fortement en fonction de la nature et du profil de l'accotement.

Quand le terrain est plat derrière le dispositif de sécurité, un véhicule peut parcourir une très longue distance derrière ce dispositif. Des études ont montré des cas d'accident où des dispositifs de 50-60 m de long avant l'obstacle (longueur « L_{Av} ») se sont avérés insuffisants pour empêcher la collision avec l'obstacle. La longueur « $L_{Suppl.}$ » est déterminée par l'auteur de projet en fonction des particularités de l'endroit.

Deux alternatives permettent d'éviter ce risque :

- On peut augmenter la longueur de la glissière d'une longueur « $L_{Suppl.}$ » (Figure 28). Dans ce cas, même si un véhicule venait à passer derrière le dispositif de retenue, la décélération qu'il subit est suffisante pour réduire la sévérité du choc avec l'obstacle.

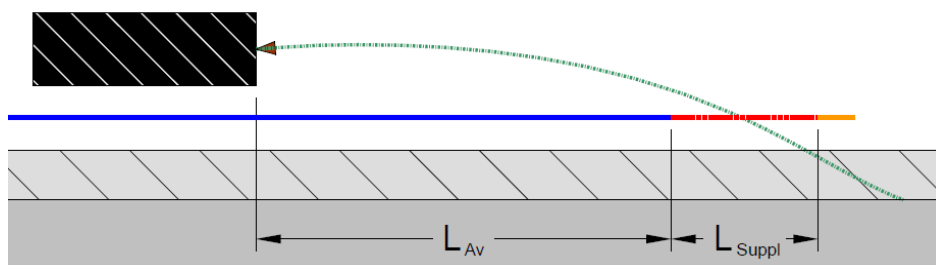


Figure 28 – Allongement du dispositif de retenue

- On peut également écarter l'origine du dispositif du bord de voirie vers l'extérieur avec un angle β (Figure 29). Dans ce cas, le choc du véhicule en perdition contre le dispositif de retenue est moins sévère que le choc contre l'obstacle.

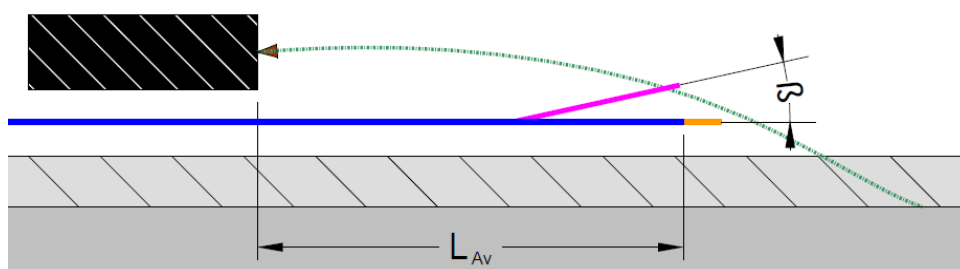


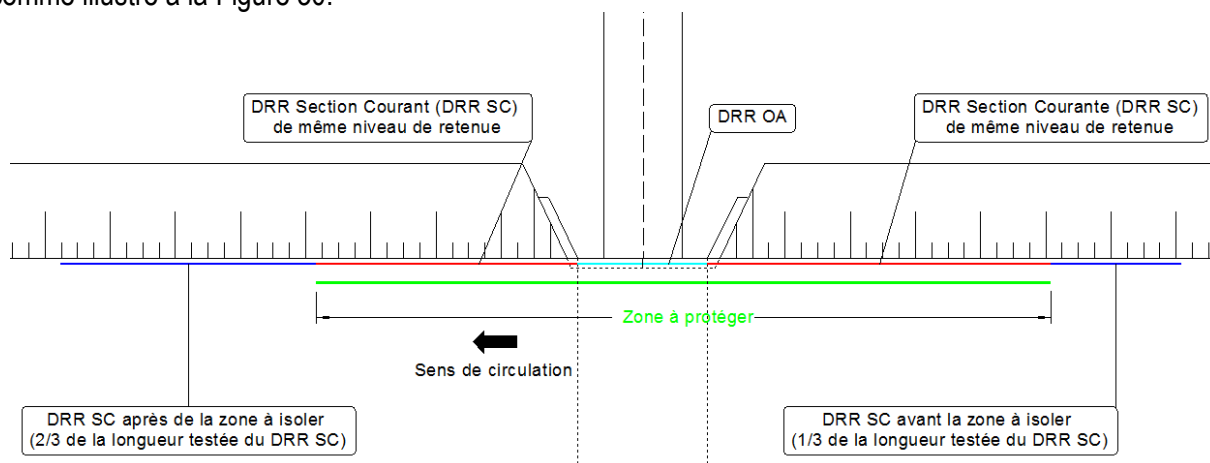
Figure 29 – Ecartement du dispositif de son axe initial.

Cette seconde solution est décrite en détail dans le CHAPITRE 3 – CHAPITRE 3 – Extrémités., page 35.

H. Longueur d'un dispositif de retenue sur un ouvrage d'art.

Un dispositif de retenue installé sur un ouvrage d'art (Barrière OA sur la Figure 30) a pour but d'empêcher tout risque de chute en contrebas de cet ouvrage. Cependant, la zone à protéger ne se limite pas toujours à l'ouvrage en lui-même mais doit également tenir compte de ses abords immédiats. En effet, le risque de chute en contrebas de l'ouvrage peut avoir son origine au niveau des remblais amont et aval de l'ouvrage. Cette zone doit donc être traitée dans la continuité de l'ouvrage avec un dispositif ayant le même niveau de retenue (Barrière en section courante SC de même niveau de retenue sur la Figure 30).

L'implantation longitudinale du dispositif de retenue sur ouvrage et ses remblais d'accès se présente donc comme illustré à la Figure 30.



On distingue 3 cas dans le traitement d'un ouvrage d'art :

- Installation d'un dispositif de retenue « isolé », quand il n'y a pas de dispositif de retenue en section courante à l'amont et à l'aval de l'ouvrage ;
- Installation d'un dispositif de retenue pour ouvrage d'art ayant un niveau de retenue identique à celui en section courante ;
- Installation d'un dispositif de retenue pour ouvrage d'art ayant un niveau de retenue supérieur à celui en section courante.

H.1. Dispositif de retenue « isolé » sur ouvrage d'art.

Dans ce cas, le dispositif sur l'ouvrage doit être prolongé par un dispositif hors de l'ouvrage qui assure l'ancrage efficace du dispositif implanté sur la zone à protéger et permet d'en traiter les extrémités.

Les dispositifs installés sur l'ouvrage et hors ouvrage ont le même niveau de retenue (voir « CHAPITRE 1 – A. Niveau de retenue. », page 8).

Pour réaliser la transition entre le dispositif sur ouvrage et le dispositif hors ouvrage, on se réfère aux prescriptions du PTV869 (Voir « CHAPITRE 5 – Raccordements. », page 50).

Pour déterminer les autres caractéristiques du dispositif de retenue pour ouvrage d'art, on renseigne les efforts maxima transmis par le dispositif de retenue à la structure de l'ouvrage. Puisqu'il faut éviter qu'un choc accidentel sur une glissière endommage l'ouvrage qui la supporte, ces efforts maxima doivent être déterminés par rapport à la robustesse des rives. On limite autant que possible les renforcements de structure.

H.1.1. Voirie à un seul sens de circulation.

La longueur de dispositif à installer avant l'ouvrage d'art « L_{Av} » est déterminée en considérant la dénivellation comme obstacle dangereux. Le point d'impact du véhicule en perte de contrôle avec l'obstacle est pris au niveau de la limite de la zone de sécurité avec une trajectoire de sortie de rapport 1:7 (environ 8°).

La longueur d'impact « L_{Impact} » est mesurée depuis le bord de l'ouvrage jusqu'à l'endroit où la trajectoire du véhicule en perte de contrôle croise l'axe du dispositif de retenue.

Afin d'assurer l'effet câble du dispositif, on prolonge ce dispositif d'un tiers de la longueur de test « L_{Test} » (Figure 31).

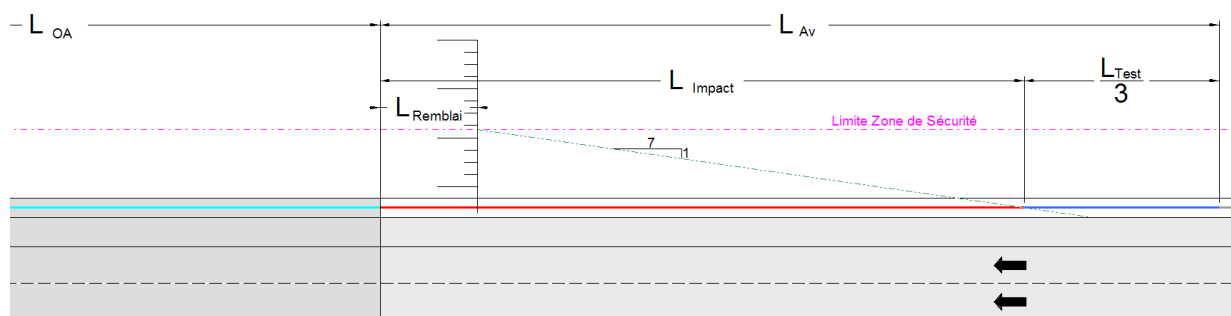


Figure 31 – Détermination de la longueur de dispositif avant l'ouvrage.

La longueur de dispositif à installer après l'ouvrage d'art « L_{Ap} » est composée d'une longueur de dispositif destinée à empêcher tout risque de chute à la sortie de l'ouvrage.

Cette longueur est déterminée en fonction du remblai à cet endroit.

Afin d'assurer l'effet câble du dispositif, on prolonge cette longueur de deux tiers de la longueur de test « L_{Test} » (Figure 32).

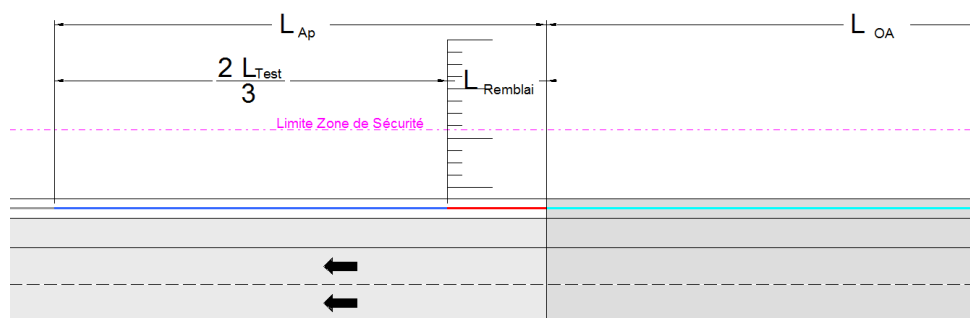


Figure 32 – Détermination de la longueur de dispositif après l'ouvrage.

H.1.2. Voirie à double sens de circulation.

Pour une voirie à deux sens de circulation, on applique le même principe que pour le traitement d'un obstacle dangereux, à savoir que l'on installe de chaque côté de l'ouvrage une longueur de barrière égale à la longueur « L_{Av} » décrite au paragraphe « H.1.1. Voirie à un seul sens de circulation. » de ce chapitre, page 30.

On vérifiera que cette longueur « L_{Av} » est égale ou supérieure aux deux tiers de la longueur de test « L_{Test} » afin d'assurer l'effet câble dans les deux sens de circulation.

H.2. Dispositif de retenue sur ouvrage d'art ayant un niveau de retenue identique à ceux en section courante.

Le dispositif de retenue sur ouvrage d'art est raccordé directement aux dispositifs installés de part et d'autre de l'ouvrage. De ce fait, l'effet câble est assuré même si le dispositif pour ouvrage d'art a une longueur inférieure à la longueur de test « L_{Test} ».

Pour réaliser la transition entre l'ouvrage et la section courante de même niveau de retenue, on se référera aux prescriptions du PTV869.

Pour déterminer les autres caractéristiques du dispositif sur ouvrage d'art, on tient compte des efforts transmis par le dispositif de retenue à la structure de l'ouvrage afin d'éviter de devoir renforcer excessivement celui-ci, en tout cas pour les ouvrages existants.

H.3. Dispositif de retenue sur ouvrage d'art ayant un niveau de retenue supérieur à ceux en section courante.

On applique dans ce cas le même raisonnement qu'au paragraphe « H.1. Dispositif de retenue « isolé » sur ouvrage d'art. » de ce chapitre, page 30, en maintenant le niveau de retenue supérieur aussi longtemps que cela est nécessaire.

Pour réaliser la transition entre les dispositifs de niveaux de retenue différents, on se réfère aux prescriptions du PTV869.

Pour déterminer les autres caractéristiques du dispositif de retenue pour ouvrage d'art, on renseigne les efforts maxima transmis par le dispositif de retenue à la structure de l'ouvrage. Puisqu'il faut éviter qu'un choc accidentel sur une glissière endommage l'ouvrage qui la supporte, ces efforts maxima doivent être déterminés par rapport à la robustesse des rives. On limite autant que possible les renforcements de structure.

I. Traitement des ouvertures en terre-plein central (passage police).

En principe toutes les ouvertures en terre-plein central doivent être fermées par un dispositif de retenue ayant le même niveau de retenue que les dispositifs présents en amont et en aval de celles-ci.

A titre d'information, lorsque la fermeture d'un passage en terre-plein central ne doit pas être définitive sur requête des services d'urgence, il est possible d'installer un dispositif amovible, c'est-à-dire une barrière spéciale susceptible d'être retirée ou déplacée rapidement tout en conservant des performances de retenue suffisantes.

Il existe sur le marché des systèmes assurant des niveaux de retenue allant de N2 à H2 que l'on peut ouvrir en cas de nécessité lors de blocage d'une section suite à un accident ou afin de basculer le trafic lors de chantiers.



Figure 33 – Exemple de système pivotant et guidant



Figure 34 – Exemple de système coulissant



Figure 35 – Exemple de système basculant

J. Traitement des arbres.

La principale difficulté pour isoler les plantations d'alignement réside dans le fait qu'elles sont souvent très proches du bord de la route. Or, pour fonctionner correctement, un dispositif de retenue doit être placé à une certaine distance de l'obstacle qu'il isole. Il convient donc dans ce cas de faire particulièrement attention au respect de cette donnée.

Il existe sur le marché divers produits métalliques renforcés soit en ajoutant un profil additionnel entre la lisse et le support, soit en réduisant l'entre distance entre les supports. Ce renforcement permet de modifier la largeur de fonctionnement du dispositif qui peut être réduite à un « W1 » dans certains cas.

En amont et/ou en aval, le raccordement avec un dispositif de retenue non renforcé doit être réalisé selon les prescriptions du PTV 869.

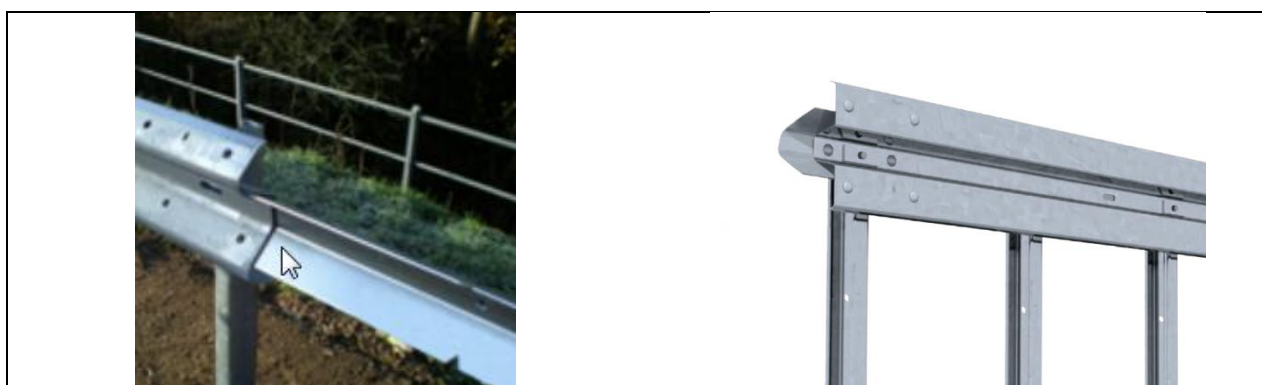


Figure 36 – Dispositif de retenue renforcé par ajout d'un profil additionnel



Figure 37 – Dispositif renforcé par diminution de l'entre distance des supports

Selon la Norme EN1317, à partir du niveau de retenue N2, un dispositif doit être testé deux fois :

- avec une petite voiture de tourisme de 900 kg (Test TB11) ;
- et avec, un véhicule plus lourd (véhicule de tourisme de 1500 kg, bus ou camion) dont la masse dépend du niveau de retenue testé.

De toute évidence, la déformation est plus faible pour la voiture de tourisme de 900 kg que pour un autre véhicule plus lourd. Or, la majorité des accidents, sur les routes régionales bordées d'arbres concernent des véhicules de tourisme.

Dès lors, pour des plantations d'alignement, un dispositif de retenue dont la largeur de fonctionnement « W » a été obtenue lors du test TB11 avec la voiture de tourisme (petite voiture), peut être utilisé.

Cette solution est préconisée dans cet OS car elle permet de placer des barrières nécessitant beaucoup moins de place et par là, de maintenir des alignements pour lesquels aucun autre traitement n'est envisageable.

K. Dispositifs de retenue avec équipement intégré.

On voit apparaître sur le marché des dispositifs de retenue sur lesquels sont installés des équipements spécifiques tel que poteau d'éclairage, mur antibruit, ...

Ce genre de dispositif peut être installé uniquement quand il n'est pas possible d'installer séparément le dispositif et l'équipement en question. Dans ce cas, **seuls les dispositifs ayant passé avec succès les essais de choc peuvent être utilisés.**

CHAPITRE 3 – Extrémités.

Les extrémités sont définies comme étant le début ou la fin d'un dispositif de retenue. Elles doivent assurer l'ancrage longitudinal des files de glissières, mais ne doivent pas représenter un danger pour les véhicules. Cet OS préconise l'utilisation de dispositifs d'extrémités spécifiques testés conformément aux normes EN 1317. Toutefois, il est possible également de traiter les extrémités sans ce genre de système testé.

C'est le fabricant du dispositif de retenue qui détermine, lors des tests prévus par la norme, le type et la longueur des extrémités de référence permettant d'assurer les niveaux de performance déclarés de son produit. L'utilisation d'autres constructions de début ou de fin est autorisée pour autant que celles-ci puissent assurer l'absorption des forces longitudinales survenant dans le dispositif lors d'un impact de la même manière que les extrémités de référence.

A. Extrémités abaissées dans le sol.

L'abaissement progressif au sol dans l'axe du dispositif de retenue a longtemps été utilisé comme traitement des extrémités d'un dispositif de retenue parallèle à la voirie.

Cette façon de faire s'est cependant révélée parfois dangereuse pour les véhicules heurtant le dispositif frontalement, pouvant causer soit son décollage soit son renversement, soit un guidage du véhicule jusqu'à l'obstacle.



Figure 38 – Conséquences d'accident contre une extrémité enfouie dans le sol.

Afin d'éviter ce genre d'accidents, **cet OS en interdit cette pratique dès à présent** comme traitement des extrémités pouvant être percutée frontalement par un véhicule pour tous les dispositifs métalliques, mixtes acier-bois et béton tant pour les nouveaux dispositifs que pour le remplacement de dispositifs existants.

De ce fait, sur une voirie à double sens de circulation, l'abaissement est interdit pour le traitement des deux extrémités du dispositif.

Par contre dans le cas d'une voirie à un seul sens de circulation, le traitement de l'extrémité aval du dispositif est libre, vu l'absence de risque de heurt dans l'axe de la file.

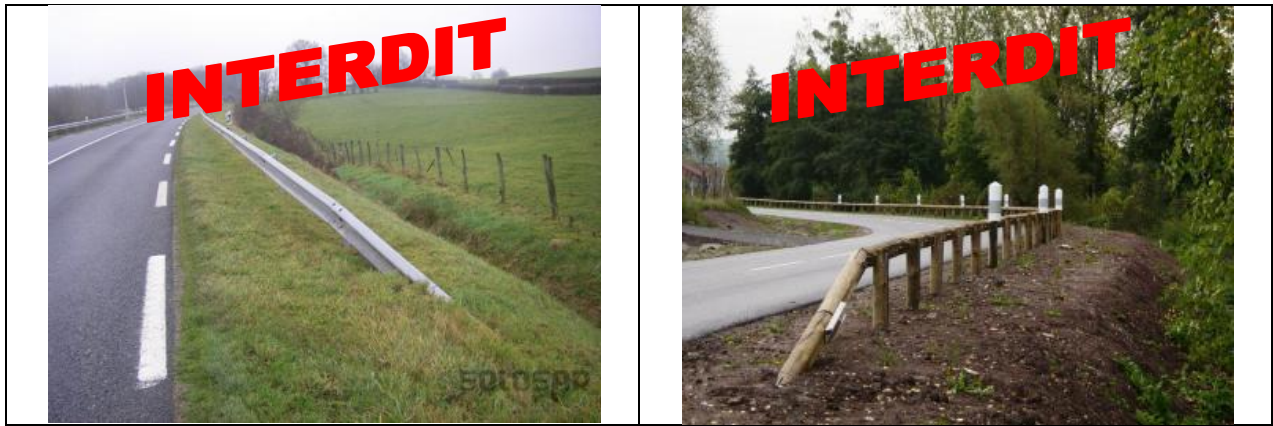


Figure 39 – Enfouissements interdits.



Figure 39 – Enfouissements interdits.

B. Extrémités écartées de l'axe du dispositif.

Une solution efficace pour traiter les extrémités d'un dispositif de retenue est de l'écarter de son axe initial à niveau constant soit avec l'extrémité ancrée dans un talus ou un merlon, soit positionnée au-delà de la zone de sécurité.

Comme mentionné dans le paragraphe « CHAPITRE 2 – G. Eviter le risque de contournement du dispositif de retenue. », page 28, cette méthode permet d'empêcher que des véhicules ne circulent dans la zone située derrière le dispositif et atteignent l'obstacle avec une vitesse pouvant être dangereuse pour les occupants du véhicule. Dans certains cas, elle a également l'avantage de diminuer la longueur de glissière avant l'obstacle tout en assurant les performances de la glissière.

Cependant, en écartant le dispositif de son axe initial, on augmente l'angle d'impact du véhicule qui la percuterait et de ce fait la sévérité du choc pour les occupants.

Il est donc important pour le gestionnaire de voirie de tenir compte de tous ces éléments dans l'application de cette méthode.

A noter que la partie écartée fait partie de la longueur de la barrière « $L_{\text{Barrière}}$ » et que l'écartement ne peut pas débiter au droit de l'obstacle. La longueur « L_1 » est de minimum 10 m.

Le schéma de la Figure 40 illustre la manière de procéder.

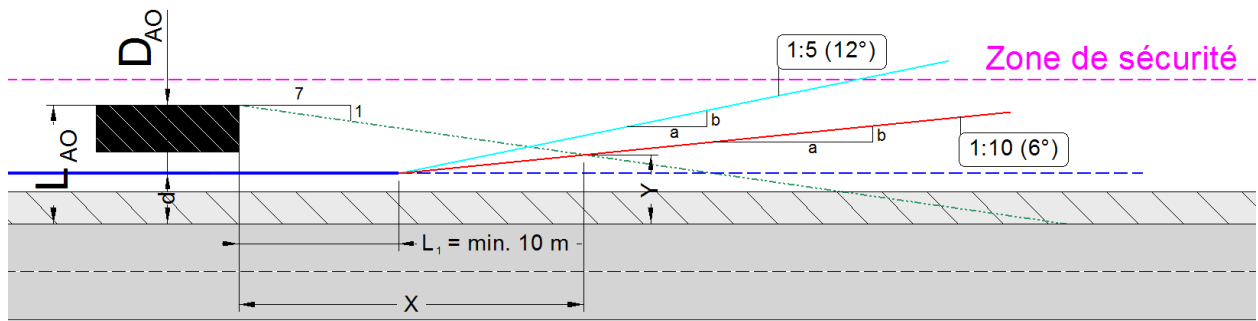


Figure 40 – Écartement du dispositif par rapport à son axe initial.

Les valeurs « X » et « Y » du point d'impact estimé sont données par les formules suivantes :

- Pour une installation sans écartement (voir « CHAPITRE 2 – F.1.2. Longueur de l'obstacle « L_{Obst} ». », page 23), on a :

$$X = L_{Impact} = 7 \cdot D_{AO} \quad \text{et} \quad Y = d$$

- Pour une installation avec écartement (figure 41), on a :

$$X = \frac{D_{AO} + \frac{L_1}{a}}{\left(\frac{b}{a} + \frac{1}{7}\right)} \quad \text{et} \quad Y = L_{AO} - \frac{1}{7X}$$

Afin de limiter au maximum l'angle d'impact du véhicule avec le dispositif de retenue écarté, le rapport « b/a » est compris entre 1:5 et 1:10. Ce qui correspond approximativement à des angles d'écartement de 12° à 6°.

L'angle d'écartement est choisi en tenant compte du fait qu'il est nécessaire d'avoir une longueur de dispositif au moins égale à 1/3 de la longueur testée avant le point d'impact pour assurer l'effet câble du dispositif et que l'extrémité doit soit être ancrée dans un talus ou un merlon, soit se trouver en dehors de la zone de sécurité.

Dans l'exemple de la Figure 40, l'écartement correspondant au rapport 1:10 ne sort pas de la zone de sécurité. Il ne peut donc être employé tel quel. Dans ce cas, si on désire garder ce rapport d'écartement, il faut, soit prolonger le dispositif de retenue jusqu'à sortir de la zone de sécurité, soit placer une extrémité testée à l'origine du dispositif écarté.

Les lisses situées de part et d'autre du sommet de l'angle formé par les sections droites du dispositif de retenue sont cintrées, afin d'assurer la continuité des performances du dispositif de retenue (Figure 41).

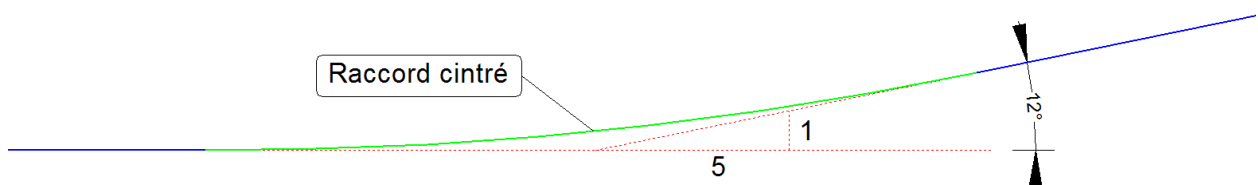


Figure 41 – Détail de l'écartement du dispositif de retenue.

C. Extrémités testées selon les Normes EN 1317.

Les extrémités testées sont des dispositifs placés aux extrémités exposées des dispositifs de retenue et dont le mode de fonctionnement empêche l'intrusion d'éléments du dispositif de retenue dans l'habitacle des véhicules. Elles sont également conçus pour amortir l'impact dans le cas d'une collision frontale et permettent soit de stopper le véhicule soit de le rediriger.



Figure 42 – Exemples d'extrémités testées.

Les extrémités sont caractérisées par les critères suivants :

- Classes de performance (P1 à P4) ;
- Classes de déplacement latéral permanent (x, y) ;
- Classes de zone de sortie « Z » ;
- Niveau de sévérité du choc (A ou B).

Les exigences de performances sont décrites dans la partie 4 de la norme EN 1317 (actuellement la ENV 1317-4).

C.1. Caractéristiques des extrémités.

C.1.1. Classe de performance.

La norme prévoit 4 classes de performance repris dans le Tableau 8.

Classe de performance	Emplacement		Essais				
			Approche	Réf. de l'approche	Masse du véhicule (kg)	Vitesse (km/h)	Code de l'essai
P1	A		Frontal décalé d'1/4 par rapport au bord de la route	2	900	80	TT 2.1.80
P2	A	U	Frontal décalé d'1/4 par rapport au bord de la route	2	900	80	TT 2.1.80
			Latéral, 15°, 2/3 L	4	1300	80	TT 4.2.80
		D	Latéral, 165°, 1/2 L	5	900	80	TT 5.1.80

A : Choc dans les 2 sens de circulation **U** : choc par l'amont. **D** : Choc par l'aval

Tableau 8 – Critères d'essai de choc d'un véhicule et classes de performance des extrémités.

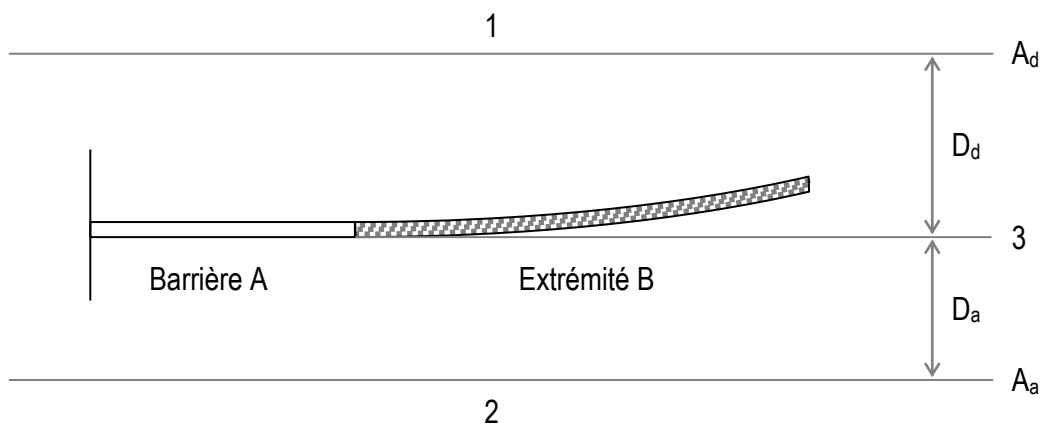
Classe de performance	Emplacement		Essais				
			Approche	Réf. de l'approche	Masse du véhicule (kg)	Vitesse (km/h)	Code de l'essai
P3	A	U	Frontal décalé d'1/4 par rapport au bord de la route	2	900	100	TT 2.1.100
			Frontal centré	1	1300	100	TT 1.2.100
			Latéral 15°, 2/3 L	4	1 300	100	TT 4.2.100
		D	Latéral 165°, 1/2 L	5	900	100	TT 5.1.100
P4	A	U	Frontal décalé d'1/4 par rapport au bord de la route	2	900	100	TT 2.1.100
			Frontal centré	1	1 500	110	TT.1.3.110
			Latéral 15°, 2/3 L	4	1 500	110	TT 4.3.110
		D	Latéral 165°, 1/2 L	5	900	100	TT.5.1.100

A : Choc dans les 2 sens de circulation **U** : choc par l'amont. **D** : Choc par l'aval

Tableau 8 – Critères d'essai de choc d'un véhicule et classes de performance des extrémités.

C.1.2. Classe de déplacement latéral permanent de l'extrémité « x » ou « y » :

Le déplacement latéral permanent de l'extrémité est mesuré perpendiculairement au côté de la barrière exposé à la circulation. Ce déplacement est nommé « D_a » du côté approche et « D_d » du côté départ selon que la déformation se trouve à l'avant ou à l'arrière de l'axe de la barrière de sécurité.



Légende

- 1 – Côté opposé à l'approche
- 2 – Côté d'approche
- 3 – Face de la barrière côté circulation
- A_a – droite représentant la distance D_a
- A_d – droite représentant la distance D_d

Figure 43 – Zones de déplacement latéral permanent de l'extrémité.

La norme prévoit que pour être conforme à la classe « x » ou « y », l'extrémité doit rester dans les limites des distances « D_a » et « D_d » lors des essais de choc, comme indiqué dans le Tableau 9.

Code de classe		Déplacement (m)	
x	1	D _a	< 0,5
	2		< 1,5
	3		< 3,0
y	1	D _d	< 1,0
	2		< 2,0
	3		< 3,5
	4		≥ 3,5

Tableau 9 – Zones de déplacement latéral permanent des extrémités.

C.1.3. Classe de zone de sortie du véhicule « Z ».

La norme définit également une zone de sortie au-delà de laquelle le véhicule ne peut aller après le choc. Cette zone de sortie est représentée par la Figure 44.

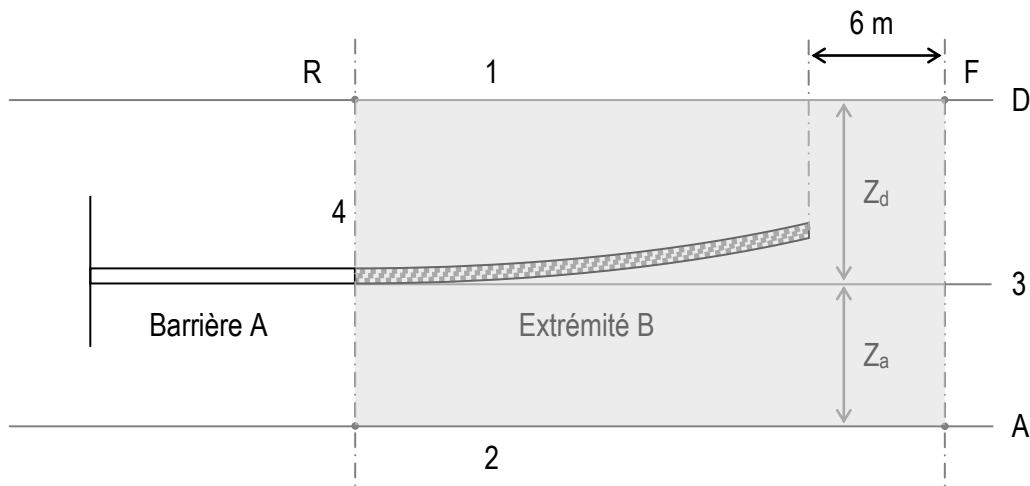


Figure 44 – Zone de sortie du véhicule.

Légende

- | | |
|--|--|
| 1 – Côté opposé à l'approche | A – droite représentant la distance Z_a |
| 2 – Côté d'approche | D – droite représentant la distance Z_d |
| 3 – Face de la barrière côté circulation | F – Ligne de rebond |
| 4 – fin de l'extrémité | R – droite perpendiculaire à la barrière à la fin de l'extrémité |

La norme définit les 4 classes des extrémités allant de Z_1 à Z_4 en fonction des distances Z_a et Z_d données dans le Tableau 10.

Classes de Z	Côté approche Z_a (m)	Côté départ Z_d (m)
Z1	4	4
Z2	6	6
Z3	4	Aucune limite
Z4	6	Aucune limite

Tableau 10 – Dimensions Z_a et Z_d de la zone de sortie.

C.1.4. Niveau de sévérité de choc.

Un niveau de sévérité « A » offre un meilleur niveau de sécurité pour les passagers d'un véhicule en perte de contrôle qu'un niveau de sévérité « B ».

C.2. Choix des performances de l'extrémité testée.

Les extrémités testées doivent fournir certaines performances requises par rapport au choc et ne peuvent représenter un danger pour les véhicules lors d'un impact. Elles peuvent en outre assurer un ancrage de la barrière.

Dans le cas de dispositifs de retenue en béton, présentant une largeur plus importante, on équipera de préférence l'extrémité du dispositif par un atténuateur de choc.

C.2.1. Classe de performance.

Les performances de retenue exigées pour les extrémités sont fonction de la limitation de vitesse en vigueur sur la section où l'extrémité est installée :

- Si $V \leq 90$ km/h, la classe de performance est P2 minimum.
- Si $90 < V \leq 120$ km/h, la classe de performance est P4.

C.2.2. Classe de déplacement latéral permanent.

La classe de déplacement latéral permanent est déterminée en fonction de la situation de terrain en tenant compte du fait que, suite à un choc, l'extrémité ne peut en aucun cas empiéter sur la voirie.

C.2.3. Classe de zone de sortie du véhicule.

La classe de zone de sortie du véhicule est choisie en fonction de la situation de terrain afin de réduire au mieux le risque d'accident secondaire. Les classes « Z1 » et « Z2 » sont préférées aux classes « Z3 » et « Z4 ».

C.2.4. Niveau de sévérité de choc.

Un niveau de sévérité « A » offre un meilleur niveau de sécurité pour les passagers d'un véhicule en perte de contrôle qu'un niveau de sévérité « B ».

D. Traitement des carrefours et des accès.

Les carrefours et les accès sont traités de manière à ce que les extrémités ne représentent pas de dangers pour les usagers. Il convient également de ne pas nuire à la bonne visibilité des usagers dans le carrefour.

S'il n'y a pas de dispositif de retenue sur la voirie secondaire, on place une extrémité testée début et à la fin du dispositif interrompu (Figure 45).

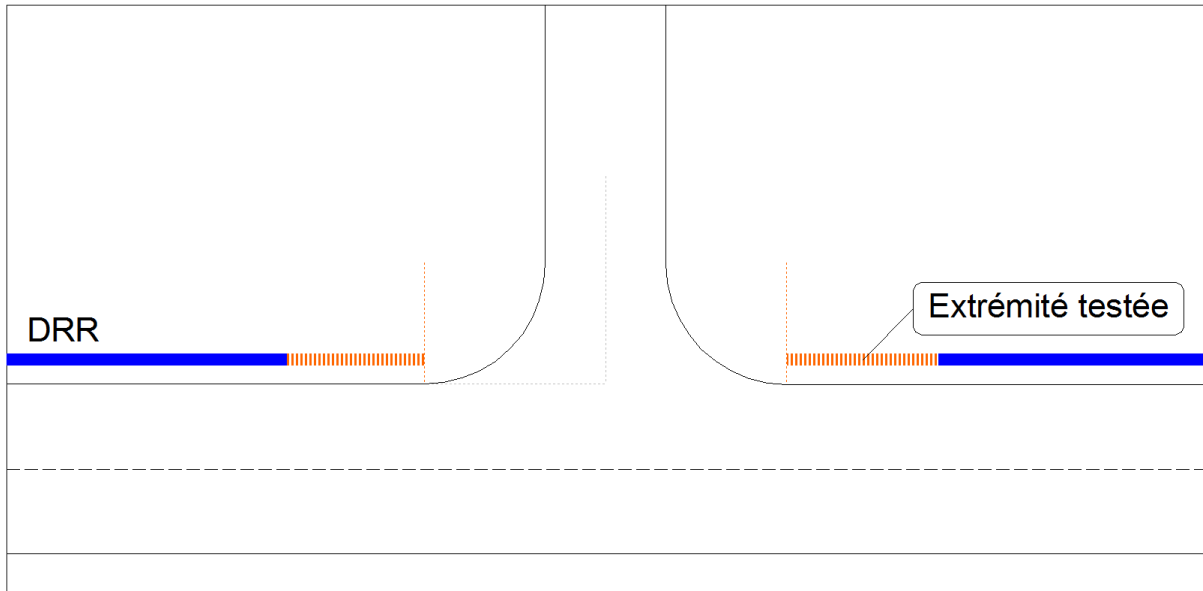


Figure 45 – Interruption du DRR avec extrémités testées dans l'axe du dispositif.

Lorsque la courbe du carrefour doit être traitée par un dispositif de retenue, celui-ci est prolongé sur la voirie secondaire et équipé d'une extrémité testée où prolongé par le dispositif de retenue placé sur la voirie secondaire (Figure 46).

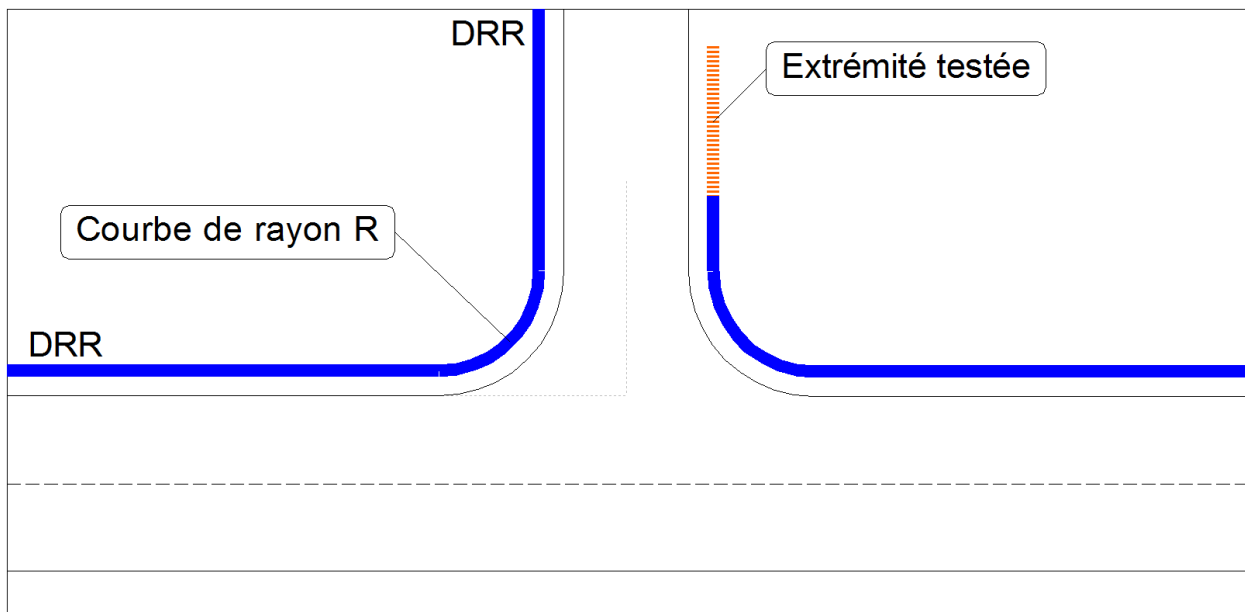


Figure 46 – Interruption du DRR avec courbe.

Quand les conditions de terrain le permettent, on peut préalablement écarter le dispositif avant de se raccorder sur le dispositif de la voie secondaire (Figure 47). Cette façon de procéder a l'avantage de diminuer l'angle d'impact avec le dispositif en cas de sortie de route dans le carrefour.

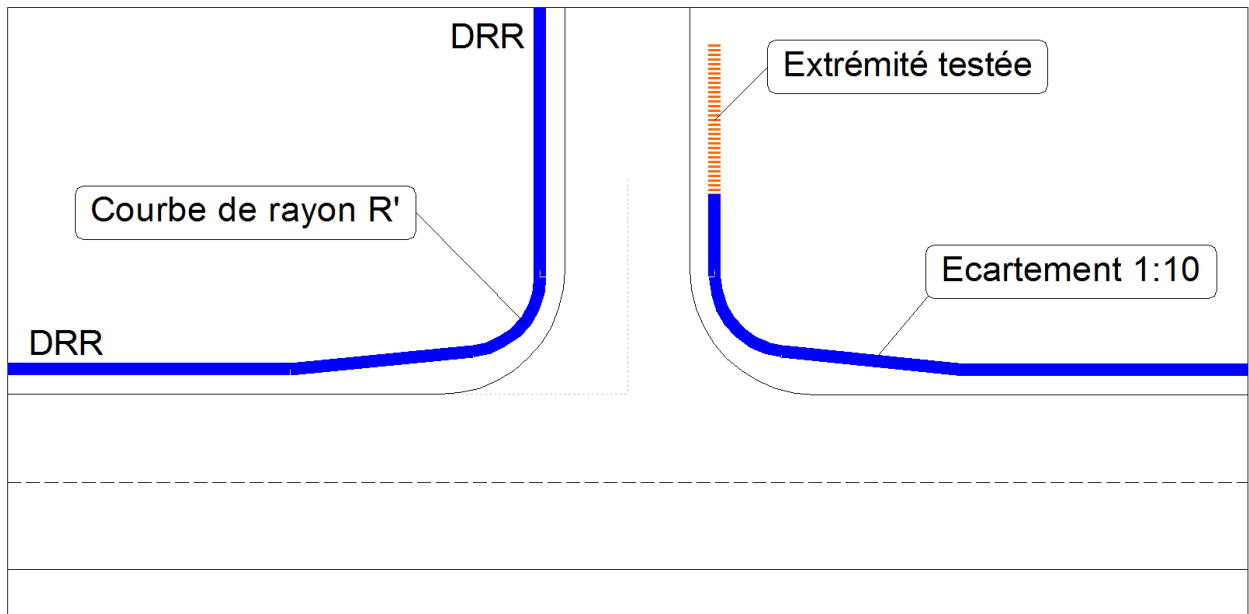


Figure 47 – Interruption du DRR avec écartement et courbe.

Le choix de la solution appliquée dépend de la configuration du terrain rencontrée.

CHAPITRE 4 – Atténuateurs de choc.

Un atténuateur de choc est un dispositif d'absorption d'énergie installé avant un obstacle rigide pour diminuer la sévérité du choc.



Figure 48 – Exemples d'atténuateurs de choc.

Il est conçu pour la protection des usagers dans l'éventualité de chocs sur des obstacles fixes comme les piles de ponts, les extrémités de glissière béton et métallique.

Les performances des atténuateurs de choc sont définies dans la norme EN 1317-3 :

- Classe de vitesse (50, 80, 80/1, 100, 110) ;
- Classe de déplacement latéral permanent « D » ;
- Classe de zone de réorientation « Z » ;
- Niveau de sévérité de choc (A ou B).

A. Caractéristiques des atténuateurs de choc.

A.1. Type d'atténuateurs de choc.

Il existe deux types d'atténuateurs de choc :

- **Non Redirectif (NR)** : atténuateur de choc qui retient mais ne redirige pas les véhicules.
- **Redirectif (R)** : atténuateur de choc qui retient et redirige les véhicules.

Pour un atténuateur redirectif, on déterminera une zone de redirection « Z » qui caractérisera ce critère.

A.2. Classe de vitesse.

Les différentes classes de vitesse des atténuateurs de choc sont reprises dans le Tableau 11.

Niveaux	Essais d'acceptation ⁽¹⁾					
	TC 1.1.50	---	---	---	TC 4.2.50 ⁽²⁾	---
80/1	---	TC 1.2.80	TC 2.1.80	---	TC 4.2.80 ⁽²⁾	---
80	TC 1.1.80	TC 1.2.80	TC 2.1.80	TC 3.2.80	TC 4.2.80 ⁽²⁾	TC 5.2.80 ⁽²⁾
100	TC 1.1.100	TC 1.2.100	TC 2.1.100	TC 3.2.100	TC 4.2.100 ⁽²⁾	TC 5.2.100 ⁽²⁾
110	TC 1.1.100	TC 1.3.110	TC 2.1.100	TC 3.3.110	TC 4.3.110 ⁽²⁾	TC 5.3.110 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Les essais d'acceptations sont décrits dans la norme EN 1317.

⁽²⁾ Valable uniquement pour les atténuateurs de choc redirectifs

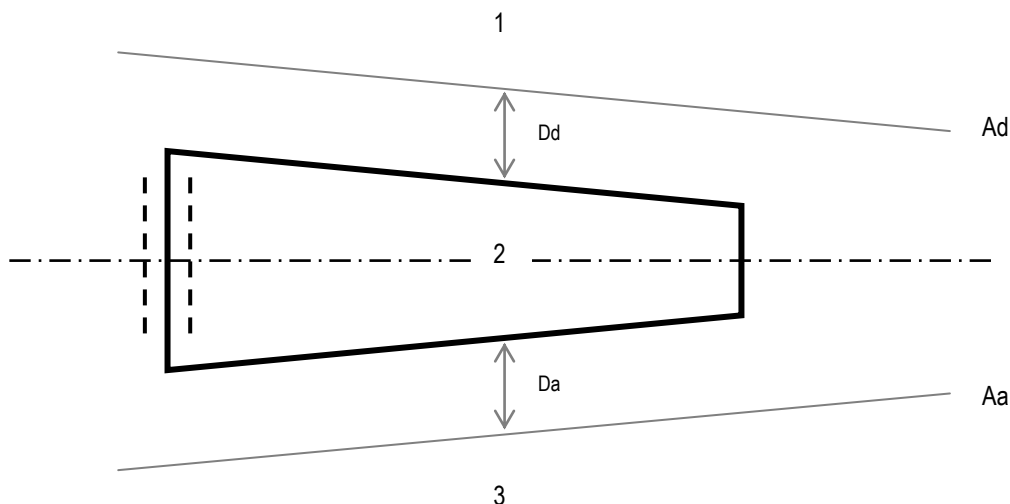
Tableau 11 – Classes de vitesse des atténuateurs de choc.

Il est considéré qu'un atténuateur de choc soumis à l'essai avec succès à un niveau de performance donné remplit les conditions d'essai des niveaux inférieurs.

A.3. Déplacement latéral permanent d'un atténuateur de choc – « D ».

Les classes D1 à D8 sont définies en fonction du déplacement latéral permanent de l'atténuateur de choc en fonction des paramètres « Da » et « Dd » représentés à la Figure 49.

Elles sont reprises dans le Tableau 12.



Légende

1 – Côté sortie

2 – Enveloppe trapézoïdale englobant l'atténuateur de choc

3 – Côté approche

Figure 49 – Limite de déplacement permanent d'un atténuateur de choc.

Sur cette Figure 49, la ligne discontinue représente la face avant de l'obstacle à protéger. Cette ligne peut se trouver à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enveloppe de l'atténuateur de choc et doit être spécifiée à la conception de ce dernier.

Classes de l'atténuateur de choc	Côté « approche » - Da (m)	Côté « Sortie » - Dd (m)
D1	0,5	0,5
D2	1,0	1,0
D3	2,0	2,0
D4	3,0	3,0
D5	0,5	≥ 0,5 (essai 3)
D6	1,0	≥ 1,0 (essai 3)
D7	2,0	≥ 2,0 (essai 3)
D8	3,0	≥ 3,0 (essai 3)

Tableau 12 – Zones de déplacement latéral permanent pour les atténuateurs de choc.

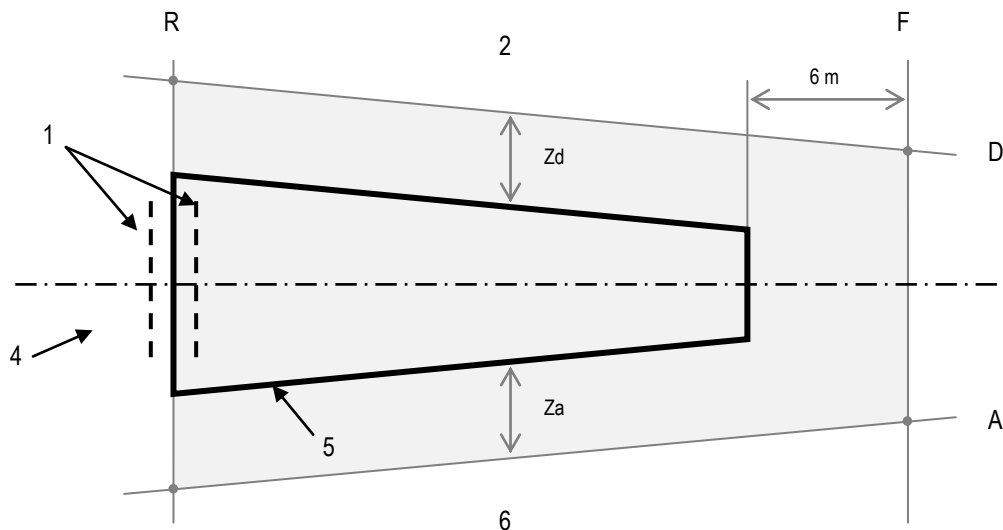
Pour les classes D5 à D8, l'atténuateur de choc doit remplir les mêmes conditions d'essai que pour les essais D1 à D4, si ce n'est que pour l'essai 3, l'atténuateur de choc peut se déplacer sur une distance non spécifiée du côté sortie.

Pour répondre aux critères d'une classe donnée, l'atténuateur de choc doit rester à l'intérieur des distances « Da » et « Dd » dont les déplacements sont représentés par les droites Aa et Ad (Figure 49).

A.4. Zone de sortie « Z ».

Dans le cas d'un atténuateur redirectif, on déterminera une zone de redirection (ou de réorientation) « Z » qui caractérise cet atténuateur.

Lors de l'essai, le véhicule ne peut pas se renverser ni pendant ni après le choc. La trajectoire du véhicule après le choc doit rester dans une boîte de sortie représentée à la Figure 50.



Légende

- | | |
|---|--|
| 1 – Emplacements possibles de la face avant de l'obstacle | 4 – Zone de sortie |
| 2 – Côté sortie | 5 – Enveloppe trapézoïdale englobant l'atténuateur de choc |
| 3 – Axe longitudinal de l'atténuateur de choc | 6 – Côté approche |

Figure 50 – Plan de référence au sol d'un atténuateur pour les critères d'acceptation des essais de choc.

La norme définit quatre classes d'atténuateur Z1 à Z4 selon le Tableau 13.

Classes Z de l'atténuateur de choc	Côté « approche » Za (m)	Côté « Sortie » Zd (m)
Z1	4	4
Z2	6	6
Z3	4	≥ 4 (essai 3)
Z4	6	≥ 6 (essai 3)

Tableau 13 – Dimensions de la zone de redirection (Za et Zd).

Pour les classes Z3 et Z4, l'atténuateur de choc doit remplir les mêmes conditions d'essai que pour les classes Z1 et Z2, si ce n'est pour l'essai 3 où la boîte de sortie du véhicule n'est pas limitée côté sortie.

A.5. Sévérité de choc.

La sévérité de choc pour les occupants du véhicule est évaluée au moyen des indices « ASI » et « THIV » et déterminée selon le Tableau 14.

Niveaux de sévérité de choc	Valeurs des indices		
A	ASI ≤ 1,0	et	THIV ≤ 44 km/h lors des essais 1, 2 et 3 THIV ≤ 33 km/h lors des essais 4 et 5
B	1,0 < ASI ≤ 1,4		THIV ≤ 44 km/h lors des essais 1, 2 et 3 THIV ≤ 33 km/h lors des essais 4 et 5

Tableau 14 – Valeur de sévérité du choc des véhicules.

B. Choix des performances de l'atténuateur de choc.

Un atténuateur de choc peut être envisagé dans les cas suivants :

- à la rencontre de deux glissières de sécurité latérales, en remplacement des extrémités testées ;
- là où il faut protéger l'usager contre un obstacle fixe (pile de pont, signalisation au droit d'un musoir, ...).

La géométrie de l'atténuateur (parallèle ou trapézoïdale) dépend de la configuration des dispositifs de retenue en place.

Le raccordement de l'atténuateur aux dispositifs de retenue qui le suivent ne peut en aucun cas altérer les performances de ces éléments.

B.1. Classe de vitesse.

Le présent OS définit la classe de vitesse en fonction de la limitation de vitesse en vigueur. Elles sont reprises dans le Tableau 15:

Limitation de vitesse	Classe de vitesse
$50 < V \leq 70$	80 minimum
$70 < V \leq 90$	100 minimum
$90 < V \leq 120$	110

Tableau 15 – Classes de vitesse d'un absorbeur de choc.

B.2. Déplacement latéral permanent.

La classe de déplacement latéral permanent est déterminée en fonction de la situation de terrain en tenant compte du fait que, suite à un choc, l'absorbeur de choc ne peut en aucun cas empiéter sur la voirie.

B.3. Zone de réorientation.

Qu'il soit redirectif ou non, un atténuateur retient et ralentit de manière efficace un véhicule en perdition. Un atténuateur redirectif a l'avantage de diriger le véhicule après le choc comme le fait un dispositif de retenue heurté en section courante.

Lorsque le choix se porte vers un atténuateur « redirectif », il est nécessaire d'en préciser la classe de réorientation « Z ».

Les classes « Z1 » ou « Z2 » sont préférées. Elles permettent de s'assurer de la direction prise après le choc tant du côté avant que du côté arrière de la barrière.

B.4. Niveau de sévérité de choc.

Un niveau de sévérité « A » offre un meilleur niveau de sécurité pour les passagers d'un véhicule en perdition qu'un niveau de sévérité « B ».

C. Traitement des échangeurs.

Un obstacle agressif se trouvant en aval de la séparation des voies de l'échangeur doit être isolé s'il se trouve dans la zone de sécurité d'au moins une des deux voies.

Si l'obstacle se trouve en dehors de la zone de sécurité d'une des deux voies, il n'est pas nécessaire de placer un dispositif de retenue au bord de celle-ci pour isoler cet obstacle comme illustré à la Figure 51.

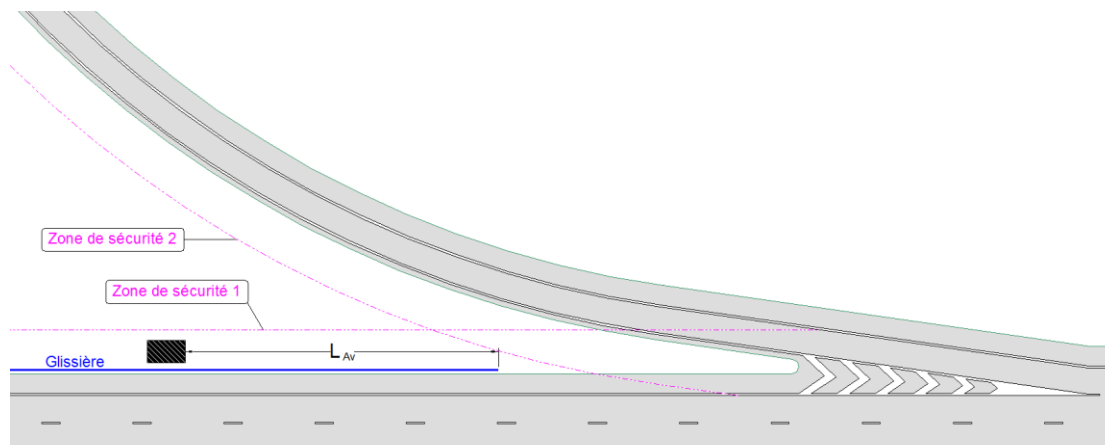


Figure 51 – Obstacle dans un échangeur traité sur une seule voie.

Par contre si l'obstacle agressif se trouve dans la zone de sécurité des deux voies, il est nécessaire d'installer un dispositif de retenue sur chaque voie.

Dans ce cas, en fonction de la position de l'obstacle par rapport à l'endroit de la séparation des deux voies, on doit traiter les origines des dispositifs :

- soit indépendamment l'une de l'autre par une extrémité testée (Figure 52), à condition que l'ouverture « b » entre les deux dispositifs soit supérieure ou égale à 3 mètres et que le dispositif d'une voie ne soit pas à l'intérieur de la zone de sécurité de l'autre voie.

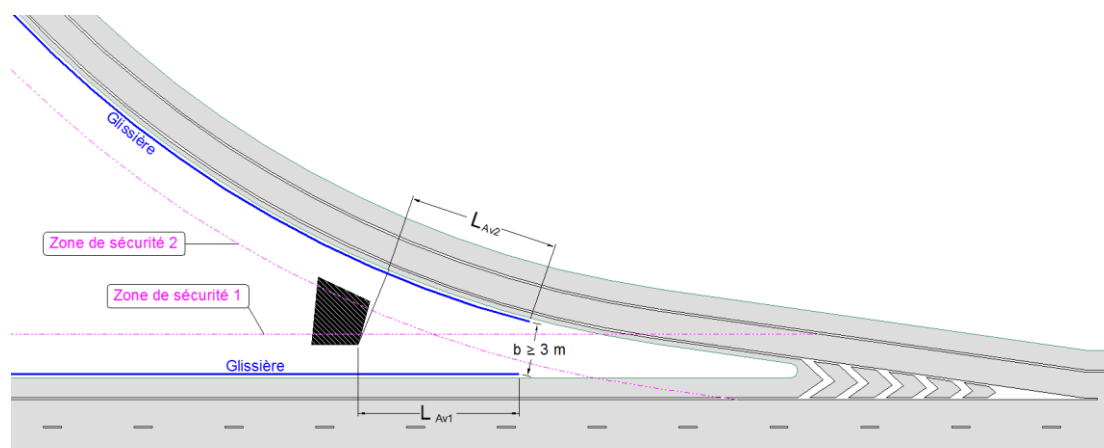


Figure 52 – Obstacle dans un échangeur traité sur les 2 voies.

- soit simultanément par l'installation d'un absorbeur de choc (Figure 53).
Même si l'obstacle se trouve en dehors de la zone de sécurité d'une des voies, l'installation d'un dispositif de retenue peut s'avérer nécessaire du fait que le dispositif d'une des voies débute dans la zone de sécurité de l'autre voie.

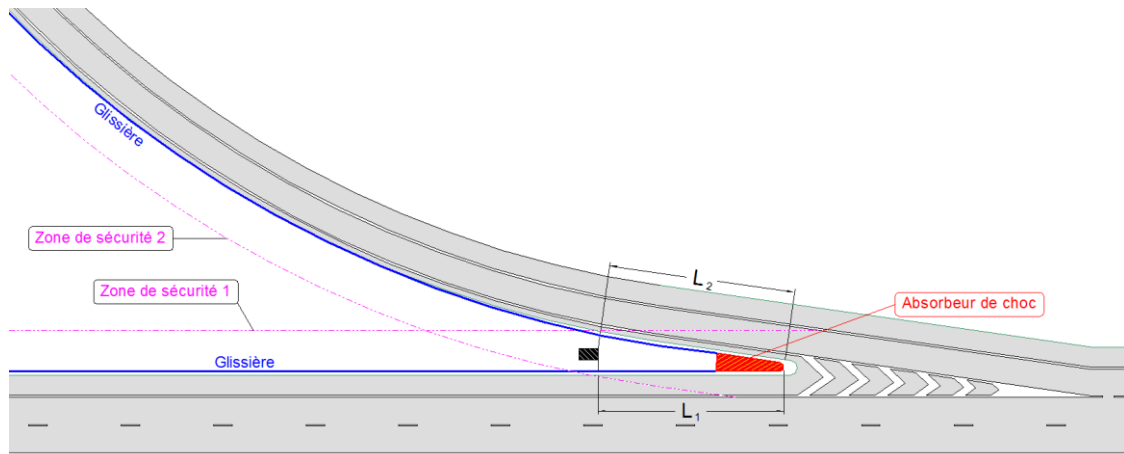


Figure 53 – Obstacle dans un échangeur avec absorbeur de choc.

CHAPITRE 5 – Raccordements.

A. Introduction.

Un raccordement est la transition entre deux barrières de sécurité de section différente ou de rigidité latérale différente lorsque la retenue doit être continue. Il a pour but d'assurer une liaison progressive entre les deux barrières et ainsi éviter les risques de variation brutale.

La longueur d'un raccordement « L » est la distance séparant les extrémités des deux barrières reliées par le raccordement.

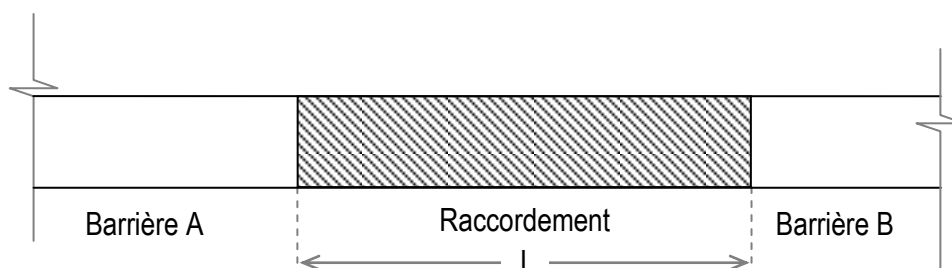


Figure 54 – Longueur d'un raccordement.

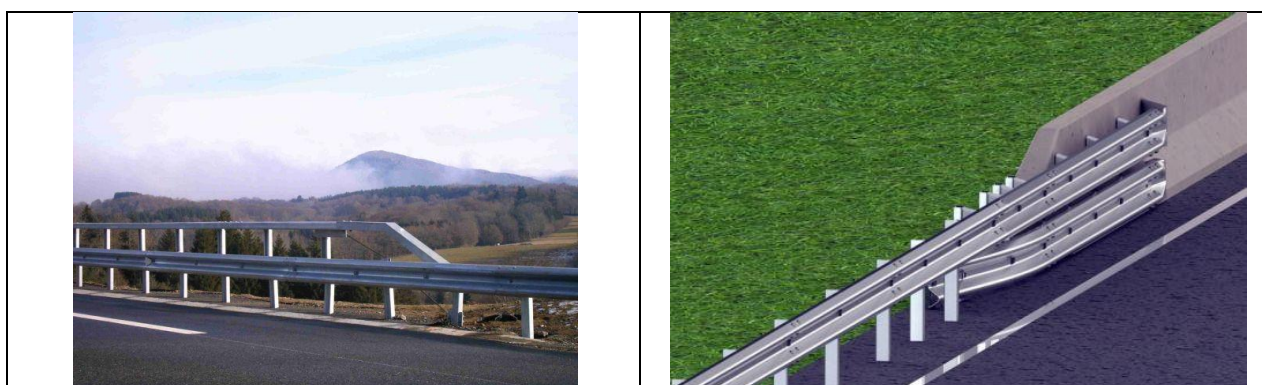


Figure 55 – Exemples de raccords.

B. Exigences.

La norme se réfère à la partie relative aux barrières de sécurité (soit le chapitre 1 du présent document) pour définir les différents critères demandés aux raccords ;

- Niveaux de retenue (T, N, H ou L) ;
- Largeur de fonctionnement « W » ;
- Déflexion dynamique « D » ;
- Niveau de sévérité de choc (A, B ou C) ;

En 2017, c'est l'ENV 1317-4 qui définit les performances des raccords. Il est envisagé de reprendre ces performances dans une prochaine version de la EN 1317.

Une situation potentiellement dangereuse peut apparaître quand deux barrières ayant des caractéristiques différentes sont raccordées ensemble.

Le Tableau 16 issu du PTV869 v.4.0 illustre les risques en cas de raccords entre deux dispositifs de retenue dont la largeur de fonctionnement et/ou le niveau de retenue sont différents.

	Niveau de retenue réduit	Niveau de retenue reste inchangé	Niveau de retenue augmente
Largeur de fonctionnement augmente	Sans danger en cas de montage correct	Sans danger en cas de montage correct	Inconnu, peut être dangereux
Largeur de fonctionnement reste inchangée	Sans danger en cas de montage correct	Sans danger en cas de montage correct	Inconnu, peut être dangereux
Largeur de fonctionnement réduit	Inconnu, peut être dangereux	Inconnu, peut être dangereux	Dangereux

Tableau 16 – Risques en cas de raccordement.

B.1. Niveau de retenue.

Le niveau de retenue du raccord n'est ni inférieur au niveau de retenue le plus faible des dispositifs à raccorder et ni supérieur au niveau de retenue le plus élevé de ces mêmes dispositifs.

B.2. Largeur de fonctionnement.

La largeur de fonctionnement du raccord n'est pas supérieure à la largeur de fonctionnement la plus élevée des deux dispositifs.

B.3. Niveaux de sévérité de choc.

Pour les raccordements, les indices de choc A, B et C sont autorisés. Le niveau C est autorisé, la préférence allant aux raccordements de niveau A ou B.

C. Choix d'un raccordement.

Le PTV869 v4.0 donne un aperçu des actions à entreprendre dans le cas où deux barrières de sécurité différentes doivent être raccordées.

Famille de produit ⁽¹⁾	Niveau de retenue	Exemple (indicatif)	ΔDm TB51 ⁽²⁾	ΔDm TB11 ⁽³⁾	Pièce de liaison ⁽⁴⁾	Action
Identique	Identique	H2 W5 sur H2 W4	< 0,4 m	/	Non	Aucune action
		H2 W6 sur H2 W3				
	Différent ⁽³⁾	H2 W4 sur H4b W4	/	< 0,2 m	Non	Aucune action
		H1 W4 sur H2 W5				
		H2 W6 sur H4b W3				
Différent	Identique	H2 W5 3-w sur H2 W4	< 0,4 m	/	Non	Aucune action
					Oui	Simulation ⁽⁵⁾
		H2 W6 sur H2 W3 3-w			> 0,4 m	/
	Différent	H1 W4 - H2 W5	/	/	/	Simulation ⁽⁵⁾
		H2 W4 - H4b W4				
		H2 W6 - H4b W4				

Tableau 17 – Actions à entreprendre dans le cas où deux barrières de sécurité différentes doivent être raccordées.

(1)	Barrières de sécurité appartenant à la même famille de produit, ont : - la même mise en forme quant à la lisse ; - une différence de hauteur (calculée à partir du dessus de la lisse jusqu'au sol) ≤ 10 cm ; - des éléments qui entrent en contact avec le véhicule TB11 qui ne diffèrent pas d'un système à l'autre ; - le même mécanisme de fonctionnement.
(2)	ΔDm Différence absolue dans la déviation dynamique normalisée des deux barrières de sécurité déterminée pour le véhicule approprié.
(3)	Pour un raccord entre des barrières de sécurité avec un niveau de retenue différent dans la même famille de produit, la déviation dynamique maximale (Dm) de l'essai de choc TB11 est considérée.
(4)	L'élément qui ne fait pas partie d'une des deux barrières de sécurité mais qui est spécialement utilisé pour garantir la continuité géométrique et mécanique du raccord.
(5)	La conformité du raccord doit être démontrée par une simulation numérique d'après CEN/TR 16303.

Tableau 17 – Actions à entreprendre dans le cas où deux barrières de sécurité différentes doivent être raccordées.

Il revient au gestionnaire de voir de vérifier que ces données restent valables dans les versions ultérieures du PTV869.

D. Raccordement « acier-béton » non testé.

La transition entre une glissière métallique et un dispositif en béton peut s'avérer problématique. En effet, les dispositifs en acier ont généralement une largeur de fonctionnement plus importante que les dispositifs en béton.

Si la déformation du dispositif en acier est trop importante par rapport au dispositif en béton, le véhicule qui le heurte risque de subir un blocage au niveau de la transition « acier-béton », comme cela est illustré à la Figure 56.



Figure 56 – Blocage d'un véhicule au niveau de la transition de deux dispositifs différents.

Bien qu'il existe en 2017 des raccords testés, ceux-ci ne sont pas toujours applicables aux dispositifs déjà en place.

A défaut de produits testés disponibles sur le marché, on réalise la transition en procédant de la manière décrite et illustrée ci-dessous.

A hauteur du dispositif en béton, la glissière métallique est progressivement ramenée contre le dispositif en béton jusqu'à être en contact avec celui-ci (Figure 57). Cette manière de procéder permet de rigidifier progressivement la glissière métallique et d'éviter le risque de blocage du véhicule qui la heurte.

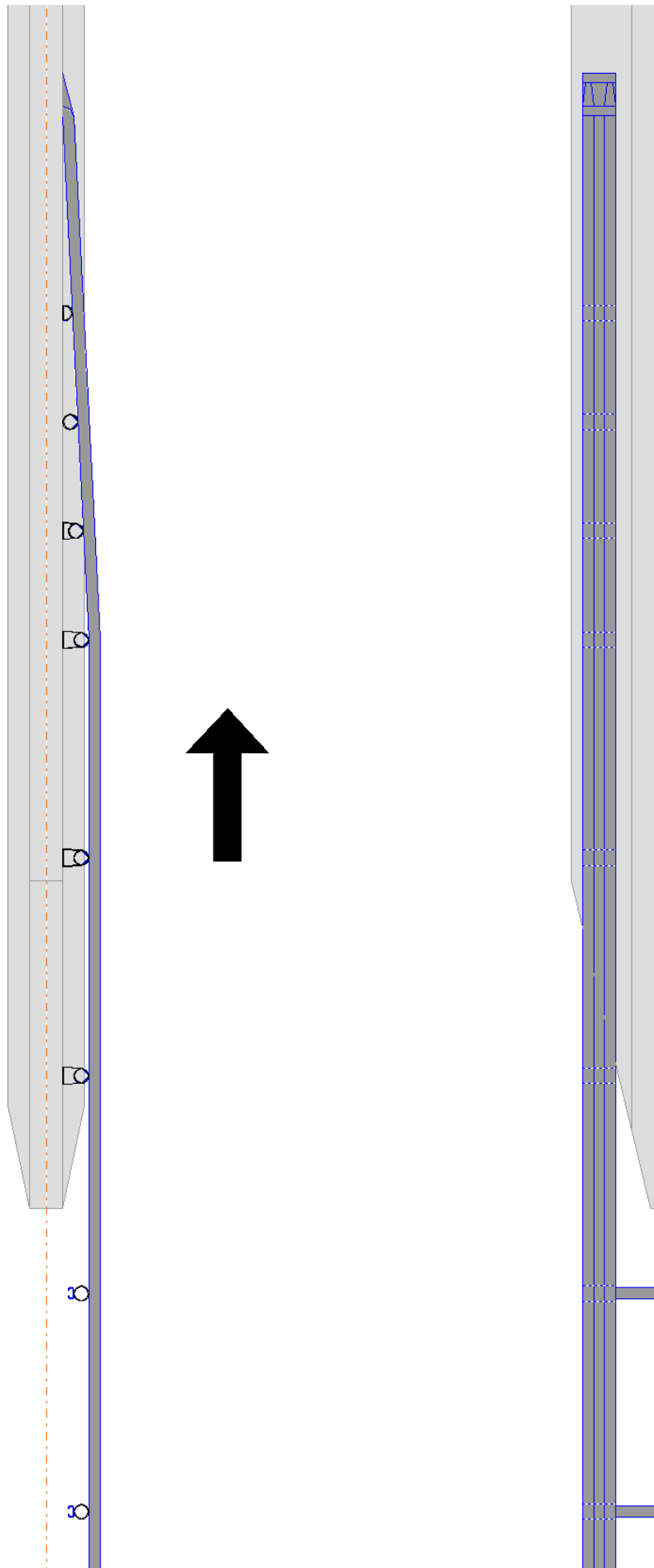


Figure 57 – Principe de raccordement entre dispositif acier et dispositif béton.

CHAPITRE 6 – Systèmes de protection motocycliste.

Les systèmes de retenue routiers ont été conçus à l'origine pour retenir et diriger les voitures, bus et camions. Si les dispositifs en béton avec surface égale continue ne sont pas à considérer comme dangereux pour les motocyclistes en cas de chute, il n'en est pas de même pour les dispositifs métalliques ou mixtes dont les poteaux en acier auxquels sont fixées les glissières représentent un obstacle pouvant s'avérer dangereux, voire mortel.

Dans différents pays, des équipements de protection appelés « lisses de protection » ou « lisses motos » ont été conçus pour prémunir les motocyclistes de tout choc contre les bords coupants des profilés métalliques lors d'une chute. Ces lisses sont généralement réalisées par assemblages d'éléments en acier installés sous la lisse de retenue des véhicules.

On peut trouver des systèmes de protection motocycliste continus (S.P.M.C.) ou discontinus (S.P.M.D.).

La mise en place de systèmes discontinus n'est pas autorisée par cet OS.

	
<i>Système continu en acier</i>	<i>Système continu pour DR mixte acier-bois</i>
	
<i>Système continu synthétique</i>	<i>Système continu « en toile »</i>
	
<i>Système discontinu en acier</i>	<i>Système discontinu synthétique</i>

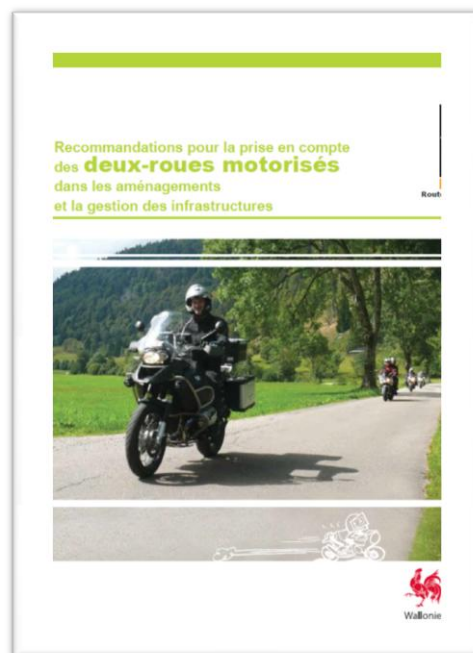
Figure 58 – Exemples de système de protection motocycliste.

La DGO1 dispose d'une équipe de « Correspondants Moto » composée d'au moins un agent par Direction territoriale et d'un agent coordinateur régional.

En 2014, cette équipe a rédigé un guide méthodologique intitulé « Recommandations pour la prise en compte des deux-roues motorisés dans les aménagements et la gestion des infrastructures ».

Cet ouvrage présente au lecteur, qu'il soit concepteur, gestionnaire de voirie ou responsable politique, des pistes d'aménagements, des suggestions, des solutions pratiques à tout un ensemble de problèmes liés à l'infrastructure routière et ses abords vis-à-vis des deux-roues motorisés.

Il traite notamment le sujet des dispositifs de retenue en acier et peut fournir des éléments de réflexion, des recommandations techniques qui prennent en compte leurs spécificités.



A. Spécification Technique TS 1317-8.

Actuellement, c'est la Spécification Technique TS 1317-8 qui est d'application pour déterminer les essais des dispositifs de retenue pour motocycliste. A cela s'ajoute les exigences et les conditions d'installation du PTV869.

A.1. Classe de performance.

La performance d'un Système de Protection Motocycliste « S.P.M. » est déterminée par deux critères :

- La classe de vitesse ;
- Le niveau de sévérité.

A.1.1. Classe de vitesse.

La classe de vitesse est la vitesse d'impact lors des essais réalisés. Deux classes de vitesse sont définies dans le Tableau 18.

Niveaux	Essais requis	
C60	TM 1.60	TM 3.60
C70	TM 1.70	TM 3.70

Tableau 18 – Classe de vitesse des « S.P.M.C. ».

Le « S.P.M. » soumis à l'essai conformément aux exigences de la présente Spécification Technique doit être identique pour chacun des essais réalisés à une classe de vitesse donnée.

A.1.2. Niveau de sévérité de choc.

La sévérité du choc donne le risque de blessure physique auquel est soumis un conducteur suite à un choc.

Le niveau de sévérité d'un « SPM » est déterminé par les valeurs maximales des indices biomécaniques :

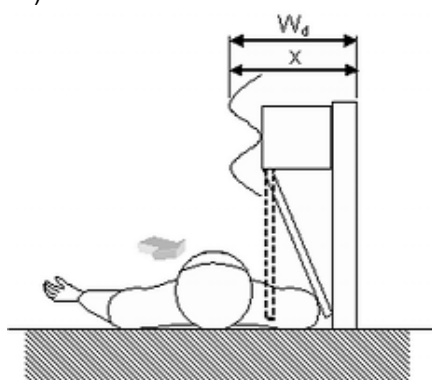
- Le critère de blessures à la tête : HIC_{36} ;
- Le risque de blessure au cou.

Pour chaque essai, deux niveaux de sévérité sont définis en fonction des valeurs maximales indiquées au point 7.3 de la Spécification Technique 1317-8 :

- Niveau I pour lequel le $HIC \leq 650$;
- Niveau II pour lequel le $HIC \leq 1000$.

A.2. Déformation du système de protection motocycliste.

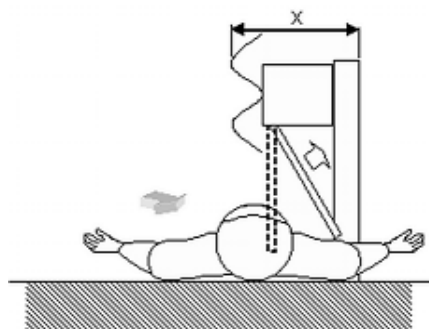
Pour les « S.P.M.C. » et les « S.P.M. » intégré uniquement, la déformation dynamique de l'objet d'essai est caractérisée par la largeur de déformation « W_d ». Il s'agit de la distance entre la partie la plus en avant d'un système non déformé et la position latérale dynamique maximale d'une partie quelconque du système (Figure 59).



a) barrière + SPM

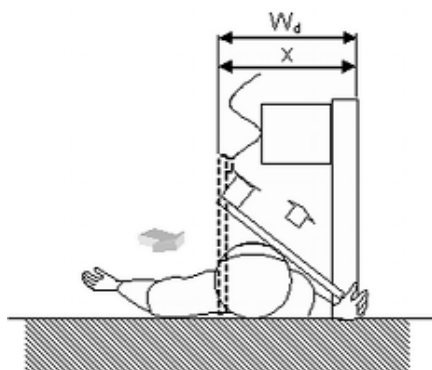
Aucun dépassement à l'arrière du système complet
⇒ Performance ACCEPTABLE

W_d déterminée par la partie la plus à l'arrière du système



b) barrière + SPM

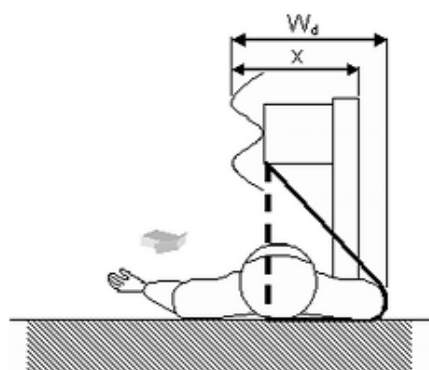
Dépassement du bras à l'arrière du système complet
⇒ ECHEC du système lors de l'essai



c) barrière + SPM

Dépassement de la main à l'arrière du système complet
Mais pas de coincement dans le système après l'essai
⇒ Performance ACCEPTABLE

W_d déterminée par la partie la plus à l'arrière du système



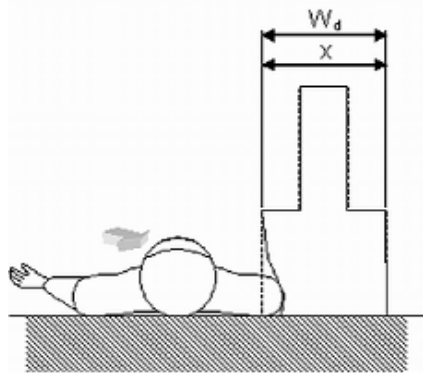
d) barrière + SPM flexible

DAE retenu par le « SPM » et dépassement du DAE derrière la barrière

⇒ Performance ACCEPTABLE

W_d déterminée par la partie la plus à l'arrière du « SPM » déformé

Figure 59 – Détermination du W_d .



e) « SPM » intégré ou barrière modulaire ou barrière de type mur

Aucun dépassement à l'arrière du système complet

⇒ Performance ACCEPTABLE

W_d déterminée par la partie la plus à l'arrière du système

Figure 59 – Détermination du W_d .

A.3. Performance au choc du véhicule.

Toute barrière munie d'un « S.P.M. » additionnel ou tout système intégré doit être conforme aux exigences de l'EN 1317-2 pour le niveau de retenue approprié.

C'est donc l'ensemble du système « barrière + S.P.M. » qui doit subir les essais de choc et satisfaire aux exigences de l'EN 1317-2 pour le niveau de retenue testé tout en satisfaisant aux exigences de la TS 1317-8.

B. Choix des performances du système de protection motocycliste.

B.1. Classe de vitesse.

La classe de vitesse est fixée à C70 pour les systèmes continus.

B.2. Sévérité de choc.

Comme indiqué dans la PTV869, seuls les systèmes ayant un indice de sévérité « I » tel que visés par la CEN/TS 1317-8 sont autorisés.

C. Endroits à équiper.

Avant d'envisager la pose de lisses motos, il convient de s'assurer que le dispositif de retenue pour véhicule est bien nécessaire selon la méthode « S.D.F.I. ». Si ce dispositif ne peut être enlevé, on peut protéger les motocyclistes en posant une lisse moto sous la glissière existante.

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que l'utilisation de dispositifs spéciaux pour les deux-roues motorisés peut entraîner des difficultés pour déneiger et pour faucher la végétation. Ils peuvent constituer en outre une barrière pour la petite faune.

Des lisses motos peuvent être mises en place dans les zones sensibles où les chutes d'usagers deux-roues motorisés sont statistiquement plus fréquentes qu'ailleurs.

C'est ainsi que les courbes extérieures sont à équiper :

- sur autoroutes et routes à chaussées séparées, quand le rayon $R \leq 400$ m,
- sur les autres routes, quand le rayon $R \leq 250$ m ;
- sur tout type de route quel que soit le rayon quand la zone est considérée dangereuse pour les motocyclistes, en présence :
 - d'une succession de courbes ;
 - d'un tracé non homogène (modification du rayon en cours de virage ou forte courbe après une longue section droite) ;
 - d'un dévers vers l'extérieur ;
 - d'un manque de visibilité de la sortie d'un virage ou au-delà du haut d'une côte ;
 - d'un changement de revêtement ;
 - d'une zone accidentogène pour les motos ;
 - d'un parcours à grand trafic motos
- ...

En collaboration avec l'asbl FEDEMOT, la DGO1 a réalisé en 2012 le recensement des glissières de sécurité à adapter avec une lisse moto inférieure. Ce recensement sert de référence pour la mise en place de ce genre d'équipement.

En principe, l'intérieur d'une courbe ne nécessite aucun traitement particulier, si ce n'est dans le cas d'une succession de courbes, où il peut s'avérer nécessaire d'intervenir.

D. Longueur de la protection motocycliste.

D.1. Traitement d'une courbe.

Dans le cas d'une voirie à deux sens de circulation, on prolonge la lisse moto de 50 m de part et d'autre de la courbe comme illustré à la Figure 61.

Dans le cas d'une autoroute ou d'une route à chaussées séparées, l'amont de la courbe est équipé d'une lisse moto sur 20 m et l'aval sur 50 m comme illustré à la Figure 62.

Une attention particulière est donnée aux extrémités des glissières de sorte qu'elles ne présentent pas de face anguleuse. Les extrémités des profilés inférieurs de protection des motocyclistes sont éloignées en arrière de la glissière en prenant la forme d'un quart de cercle (Figure 60).



Figure 60 – Extrémité d'un S.P.M.C.

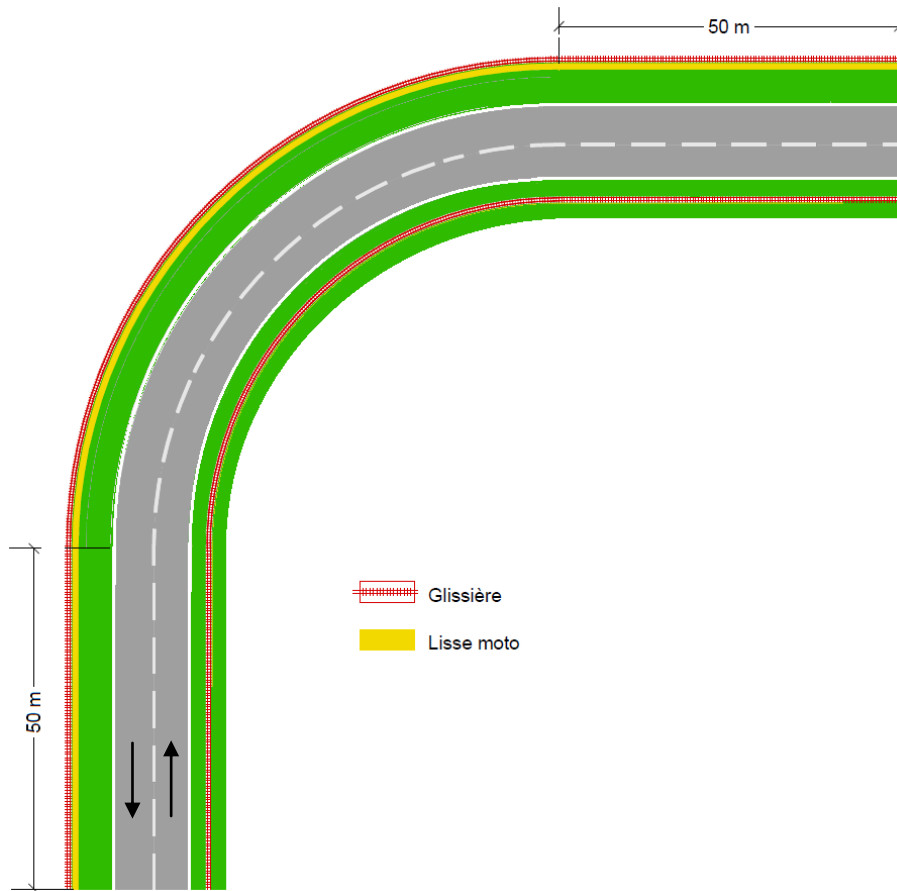


Figure 61 – Lisse moto sur une voirie à double sens de circulation.

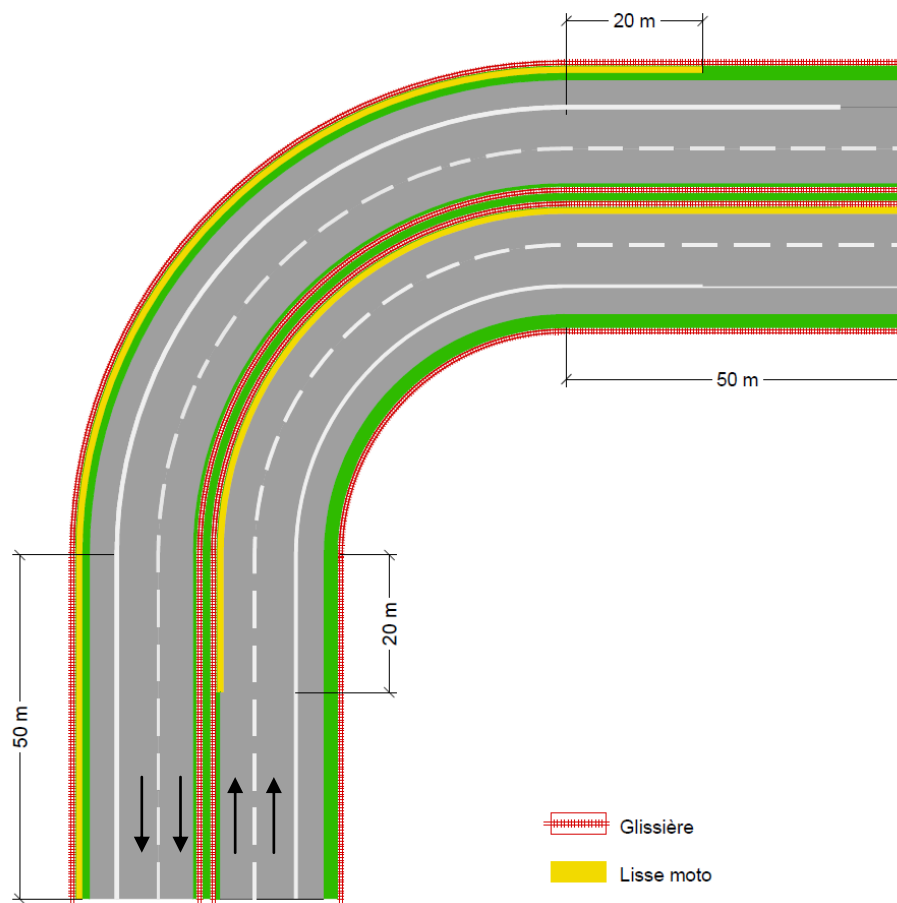


Figure 62 – Lisse moto sur une voirie à double sens de circulation.

D.2. Traitement d'un échangeur de sortie.

La courbe extérieure de l'échangeur de sortie est traitée sur l'entièreté du dispositif de retenue pour véhicule par une lisse moto comme illustré à la Figure 63. Si la bretelle de sortie se termine par un alignement droit, on applique le même principe qu'au paragraphe « D1 – Traitement d'une courbe extérieure », en prolongeant la lisse moto sur 50 m au-delà du début de la section droite.

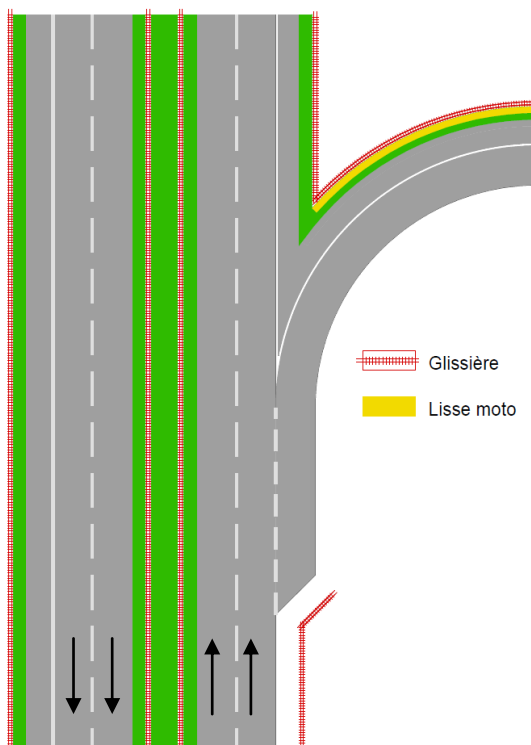


Figure 63 – Lisse moto dans un échangeur de sortie.

Une attention particulière est donnée à l'endroit où les deux glissières métalliques se séparent, d'autant plus si cet endroit n'est pas équipé d'un absorbeur de choc.

D.3. Traitement d'une voirie d'accès sur autoroute ou sur route à voiries séparées.

La zone à protéger se détermine selon le principe repris à la Figure 64.

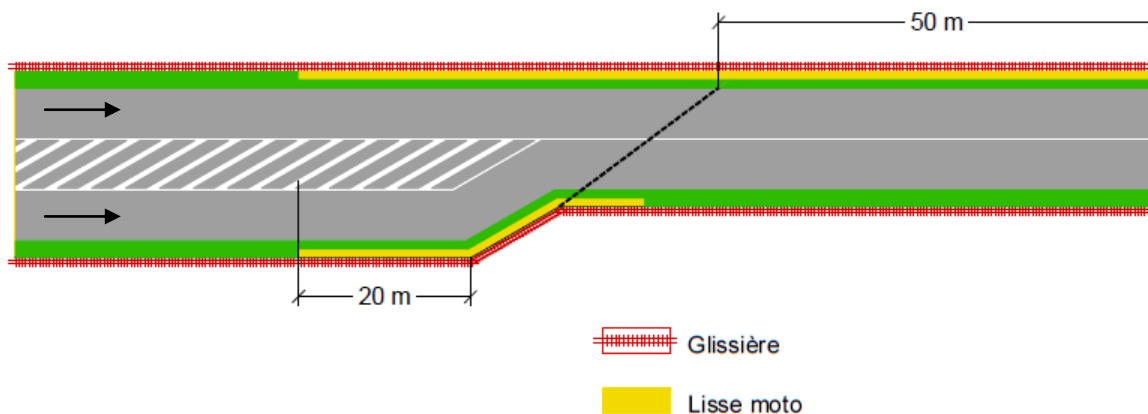


Figure 64 – Lisse moto dans un échangeur d'accès.

E. Points d'attention particulière.

Lors de l'installation de dispositifs de retenue pour moto, une attention particulière doit être portée sur les points suivants (liste non exhaustive) :

- S'assurer de la mise en œuvre correcte de la lisse moto afin de garantir son efficacité et ne pas représenter de risque supplémentaire pour les usagers deux-roues motorisés.
- Traiter l'origine de la lisse moto afin qu'elle ne présente pas de face anguleuse pouvant être dangereuse pour les usagers.



Figure 65 – Origine d'un S.P.M.C dangereuse.

- Eviter le « décollement » de la lisse moto. En cas de chute, un membre du motard pourrait passer entre la glissière et le sol.



Figure 66 – Espace sous la lisse moto trop grand.

- Si le dispositif de retenue pour véhicule est équipé d'une extrémité testée, celle-ci ne devra pas entraîner de risque pour les deux-roues motorisés.

ANNEXES

ANNEXE 1 - Détermination de l'indice de risque de sortie.

A. Notion de géométrie défavorable.

Parmi les paramètres qui caractérisent une voirie, son rayon de courbure et sa pente longitudinale influencent fortement le risque de sortie de route.

Afin de pouvoir déterminer l'influence de ces paramètres géométriques, un indice de risque de sortie a été défini. Il est constitué de la somme des points de deux sous-indices relatifs au rayon de courbure et à la pente de la voirie.

A.1. Influence du rayon de courbure.

Selon la circulaire technique « CT.98.12(01) – Caractéristiques routières et autoroutières », le rayon minimum d'un arc de cercle pouvant être parcouru en toute sécurité à la vitesse V est déterminé par la formule :

$$R \geq \frac{V^2}{127 \left[i + \frac{2}{3} \sqrt{0,75\phi_c^2 + p\phi_c - p^2} \right]}$$

Où : V = vitesse (km/h)

i = dévers (m/m)

p = pente (m/m)

$\phi_c = 0,45(1 - 0,05\sqrt{V})$ = coefficient de frottement longitudinal calculé.

Afin de chiffrer l'influence du rayon de courbure, trois seuils ont été choisis :

R_{min} = Rayon minimum = Rayon qui assure la stabilité des véhicules à la vitesse de référence quand il est associé au dévers de 7 %. ⁸

R_{nd} = Rayon non déversé = Rayon en-dessous duquel la courbe est nécessairement déversée vers l'intérieur du virage.

1,5 R_{nd} = Valeur recommandée pour améliorer le confort de l'utilisateur dans la courbe. ⁹

Le tableau 19 reprend les valeurs de ces seuils en fonction des limitations de vitesses.

V (km/h)	R _{min} *	R _{nd} *	1,5 R _{nd} *
50	80	140	210
70	170	310	470
90	310	570	860
120	600	1230	1850

* Valeurs arrondies à la dizaine

Tableau 19 – Seuils de rayon de courbure en plan.

Le Tableau 20 donne les points à attribuer au **sous-indice de rayon** en fonction de la valeur du rayon de courbure par rapport aux seuils ainsi définis.

⁸ Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route. Aménagement des routes principales – A.R.P. – Guide technique. SETRA.

⁹ CT.98.12(01) – Caractéristiques routières et autoroutières – SPW.

Rayon R	$\infty > R \geq 1.5 R_{nd}$	$1.5 R_{nd} > R \geq R_{nd}$	$R_{nd} > R \geq R_{min}$	$R_{min} > R$
Indice partiel « R »	0	1	3	4

Tableau 20 – Cotation du sous-index de rayon.

A.2. Influence de la pente de la voirie.

Le tableau 21 ci-dessous reprend les points attribués au **sous-index de pente** de la voirie.

Pente de la voirie p (sans signe)	Indice partiel « p »
Voirie circulée dans le sens montant	- 2
Pente < 4% sur au moins 300 m	0
Pente \geq 4% sur au moins 300 m	2
Par tranche de 3% supplémentaire	+ 2

Tableau 21 – Sous-index de pente

La valeur de la pente est donnée en « % », **sans signe**. Pour une voie circulée dans le sens montant, le sous-index est fixé à la valeur « -2 ».

A noter que l'on ne retient que la partie la plus défavorable de la zone à traiter au vu de l'analyse « S.D.F.I. », c'est-à-dire celle qui peut être à l'origine d'une sortie de route.

A.3. Indice de risque de sortie de route.

L'**indice de risque de sortie** est la somme des deux sous-indices définis ci-dessus. Le tableau 22 reprend les combinaisons possibles en fonction des seuils de ces deux sous-indices.

La géométrie est considérée comme défavorable quand l'indice de risque est \geq 5.

		Rayon R				
		Gamme 1	Gamme 2	Gamme 3	Gamme 4	
		$R \leq R_{min}$	$R \leq R_{nd}$	$R \leq 1,5 R_{nd}$	$R \leq \infty$	
		Indices de risque partiel	4	3	1	0
P e n t e p	Sens montant	-2	2	1	-1	-2
	p < 4%	0	4	3	1	0
	p \geq 4%	2	6	5	3	2
	p \geq 7%	4	8	7	5	4
	p \geq 10%	6	10	9	7	6
	p \geq 13%	8	12	11	9	8

Tableau 22 – Indice de risque combiné de sortie de route.

ANNEXE 2 - Table des illustrations.

Figure 1 – Répartition du nombre de tués (2011-2015)	6
Figure 2 – Elargissement de la zone de sécurité en présence d'un talus de remblai important.	10
Figure 3 – Elargissement de la zone de sécurité au droit d'un ouvrage d'art.	10
Figure 4 – Déflexion dynamique et largeur de fonctionnement	11
Figure 5 – Déflexion dynamique, largeur de fonctionnement et intrusion du véhicule.....	11
Figure 6 – Bordures hautes en béton préfabriqué.....	14
Figure 7 – Bordures basses en béton	14
Figure 8 – Séparateur en matière synthétique.	15
Figure 9 – Murets en maçonnerie.	15
Figure 10 – Barrières en bois.....	15
Figure 11 – Influence des caractéristiques du sol.	16
Figure 12 – Zone de récupération et distance d'implantation « d ».....	17
Figure 13 – Exemples de distance d'implantation d'un dispositif de retenue en accotement.	18
Figure 14 – Implantation de dispositifs de retenue en terre-plein central.	18
Figure 15 – Implantation de dispositifs de retenue en terre-plein central.	19
Figure 16 – Implantation d'un dispositif de retenue « double sens » en terre-plein central.....	19
Figure 17 – Exemples d'instruction de pose en fonction du profil de l'accotement	20
Figure 18 – Longueur des barrières sur les voiries à un seul sens de circulation.	21
Figure 19 – Longueur des barrières sur les voiries à double sens de circulation.....	22
Figure 20 – Distance D_{AO} selon la position de l'obstacle.....	23
Figure 21 – Longueur de l'obstacle	23
Figure 22 – Run-Out Length – « L_R ».....	25
Figure 23 – Dispositif de retenue pour obstacle à l'extérieur d'une courbe sur voirie à un sens de circulation.	26
Figure 24 – Dispositif de retenue pour obstacle à l'extérieur d'une courbe sur voirie à 2 sens de circulation. ...	26
Figure 25 – Dispositif de retenue pour obstacle à l'intérieur d'une courbe sur voirie à un sens de circulation. .	27
Figure 26 – Dispositif de retenue pour obstacle à l'extérieur d'une courbe sur voirie à 2 sens de circulation. ...	28
Figure 27 –Contournement du dispositif de retenue.	28
Figure 28 – Allongement du dispositif de retenue	29
Figure 29 – Ecartement du dispositif de son axe initial.	29
Figure 30 – Principe d'implantation.....	29
Figure 31 – Détermination de la longueur de dispositif avant l'ouvrage.....	30
Figure 32 – Détermination de la longueur de dispositif après l'ouvrage.....	31
Figure 33 – Exemple de système pivotant et guidant.....	32
Figure 34 – Exemple de système coulissant.....	32
Figure 35 –Exemple de système basculant	32

Figure 36 – Dispositif de retenue renforcé par ajout d'un profil additionnel.....	33
Figure 37 – Dispositif renforcé par diminution de l'entre distance des supports.....	33
Figure 38 – Conséquences d'accident contre une extrémité enfouie dans le sol.....	35
Figure 39 – Enfouissements interdits.....	36
Figure 40 – Ecartement du dispositif par rapport à son axe initial.....	37
Figure 41 – Détail de l'écartement du dispositif de retenue.....	37
Figure 42 – Exemples d'extrémités testées.....	38
Figure 43 – Zones de déplacement latéral permanent de l'extrémité.....	39
Figure 44 – Zone de sortie du véhicule.....	40
Figure 45 – Interruption du DRR avec extrémités testées dans l'axe du dispositif.....	42
Figure 46 – Interruption du DRR avec courbe.....	42
Figure 47 – Interruption du DRR avec écartement et courbe.....	43
Figure 48 – Exemples d'atténuateurs de choc.....	44
Figure 49 – Limite de déplacement permanent d'un atténuateur de choc.....	45
Figure 50 – Plan de référence au sol d'un atténuateur pour les critères d'acceptation des essais de choc.....	46
Figure 51 – Obstacle dans un échangeur traité sur une seule voie.....	48
Figure 52 – Obstacle dans un échangeur traité sur les 2 voies.....	48
Figure 53 – Obstacle dans un échangeur avec absorbeur de choc.....	49
Figure 54 – Longueur d'un raccordement.....	50
Figure 55 – Exemples de raccords.....	50
Figure 56 – Blocage d'un véhicule au niveau de la transition de deux dispositifs différents.....	52
Figure 57 – Principe de raccordement entre dispositif acier et dispositif béton.....	53
Figure 58 – Exemples de système de protection motocycliste.....	54
Figure 59 – Détermination du W_d	57
Figure 60 – Extrémité d'un S.P.M.C.....	58
Figure 61 – Lisse moto sur une voirie à double sens de circulation.....	59
Figure 62 – Lisse moto sur une voirie à double sens de circulation.....	59
Figure 63 – Lisse moto dans un échangeur de sortie.....	60
Figure 64 – Lisse moto dans un échangeur d'accès.....	60
Figure 65 – Origine d'un S.P.M.C dangereuse.....	61
Figure 66 – Espace sous la lisse moto trop grand.....	61

ANNEXE 3 - Table des tableaux.

Tableau 1 – Détermination du niveau de retenue.	8
Tableau 2 – Indice de risque combiné de sortie de route.....	9
Tableau 3 – Classe et niveaux de largeur de fonctionnement normalisée.	11
Tableau 4 – Classes et niveau d'intrusion du véhicule normalisée.	11
Tableau 5 – Indice de sévérité de choc.....	12
Tableau 6 – Distance d'implantation d'un dispositif de retenue par rapport au bord intérieur du marquage.	17
Tableau 7 – Seuils de rayon de courbure en plan.....	24
Tableau 8 – Critères d'essai de choc d'un véhicule et classes de performance des extrémités.	39
Tableau 9 – Zones de déplacement latéral permanent des extrémités.....	40
Tableau 10 – Dimensions Za et Zd de la zone de sortie.	40
Tableau 11 – Classes de vitesse des atténuateurs de choc.	44
Tableau 12 – Zones de déplacement latéral permanent pour les atténuateurs de choc.	45
Tableau 13 – Dimensions de la zone de redirection (Za et Zd).....	46
Tableau 14 – Valeur de sévérité du choc des véhicules.	46
Tableau 15 – Classes de vitesse d'un absorbeur de choc.	47
Tableau 16 – Risques en cas de raccordement.	51
Tableau 17 – Actions à entreprendre dans le cas où deux barrières de sécurité différentes doivent être raccordées.	51
Tableau 18 – Classe de vitesse des « S.P.M.C. ».	55
Tableau 19 – Seuils de rayon de courbure en plan.....	63
Tableau 20 – Cotation du sous-indice de rayon.....	64
Tableau 21 – Sous-indice de pente	64
Tableau 22 – Indice de risque combiné de sortie de route.....	64

ANNEXE 4 - Liste des variables.

b	Ouverture entre deux dispositifs de retenue installés dans un échangeur.
D	Déflexion dynamique.
d	Distance recommandée entre le bord de voirie et l'avant du dispositif de retenue, mesurée à partir du bord intérieur du marquage.
D_{4m}	Distance entre le bord de voirie et la face avant de l'obstacle, à 4 m de hauteur.
D_a	Déplacement permanent maximum du côté approche (à l'avant de l'obstacle) d'une extrémité testée ou d'un atténuateur de choc.
D_{AO}	Distance entre l'avant du dispositif de retenue et soit l'arrière de l'obstacle (si celui-ci est complètement dans la zone de sécurité) soit la limite de la zone de sécurité (si l'obstacle se prolonge au-delà de la zone de sécurité).
D_d	Déplacement permanent maximum du côté départ (à l'arrière de l'obstacle) d'une extrémité testée ou d'un atténuateur de choc.
D_{Obs}	Distance entre le bord de voirie (marquage non compris) et la face avant de l'obstacle, au niveau du sol.
D_{Obs (4m)}	Distance entre le bord de voirie (marquage non compris) et la face avant de l'obstacle, à 4 m de hauteur.
D_{TPC}	Largeur du Terre-plein central marquages compris.
Extr.	Longueur de l'extrémité d'ancrage.
i	Dévers de la voirie (m/m).
L	Longueur totale du dispositif de retenue, extrémités d'ancrage comprises.
L_{AO}	Distance entre l'intérieur du marquage et soit l'arrière de l'obstacle (si celui-ci est complètement dans la zone de sécurité) soit la limite de la zone de sécurité (si l'obstacle se prolonge au-delà de la zone de sécurité).
L_{Ap}	Longueur du dispositif après l'obstacle à traiter.
L_{Av}	Longueur du dispositif avant l'obstacle à traiter.
L_{Barrière}	Longueur effective du dispositif de retenue sans extrémités d'ancrage.
L_{Impact}	Longueur de dispositif située entre le point d'impact du véhicule et le début de l'obstacle.
L_{Obst}	Longueur de l'obstacle projeté sur l'axe du dispositif de retenue.
L_R	Runout Length = longueur de la trajectoire de sortie rectiligne, mesurée de l'endroit où le véhicule quitte la voirie (intersection avec le bord de voirie, marquage non compris) au point d'impact avec l'obstacle projeté sur le bord de voirie.
L_{Remblai}	Longueur entre le début du remblai et le bord de l'ouvrage d'art.

L_{Suppl}	Longueur supplémentaire de dispositif destinée à empêcher le contournement du dispositif.
L_{Test}	Longueur du dispositif utilisée lors du test de celui-ci.
p	Pente longitudinale de la voirie (m/m).
R_{nd}	Rayon non déversé = rayon en-dessous duquel la courbe est nécessairement déversée vers l'intérieur du virage.
VI	Indice d'intrusion du véhicule
VI_m	Indice d'intrusion du véhicule mesurée.
VI_N	Indice d'intrusion du véhicule normalisée.
W	Largeur de fonctionnement.
W_m	Largeur de fonctionnement mesurée.
W_N	Largeur de fonctionnement normalisée.
x	Classe de déplacement latéral permanent côté approche d'une extrémité testée.
y	Classe de déplacement latéral permanent côté départ d'une extrémité testée.
Z	Classe de zone de sortie d'une extrémité testée ou d'un atténuateur de choc.
Z_a	Limite avant de la zone de sortie au-delà de laquelle le véhicule ne peut aller après le choc.
Z_d	Limite arrière de la zone de sortie au-delà de laquelle le véhicule ne peut aller après le choc.
β	Angle d'écartement du dispositif de retenue.

ANNEXE 5 - Liens « internet ».

- Etude sur le rapport entre « ASI » ou « THIV » et le risque de blessure des occupants :
http://www.google.be/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwIuqc3mzanNAhXDI8AKHT--Bh8QFqgeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.betoninfra.nl%2Fnl%3Fcm%3D472%252C476%26mf_id%3D239&usq=AFQjCNH8jOVnEDPUiLCbLZ7vumznerQGQA
- Glissières à câble de la société Gibraltar - <http://gibraltarus.com/fr/highway-cable-barrier/european-en-1317/en-1317-h1-w5-4-cable>
- Vidéo – Câbles de retenue : <https://www.youtube.com/watch?v=qp-AkaQ15iY>
<https://www.youtube.com/watch?v=RkovjsSHK-g>
<https://www.youtube.com/watch?v=-zGJYVe-qms>
- Vidéo – Choc sur atténuateur : <https://www.youtube.com/watch?v=Afz3SbBw0fc>
- Vidéo – Crash test bordure basse béton préfabriqué n° TRL068 : <https://www.youtube.com/watch?v=G-B-urqTkk>
Site du fabricant : www.brettpaving.co.uk
Produit testé : Trief GST2A Kerb : <http://www.brettpaving.co.uk/commercial/specialist-kerbs/trief-containment-kerb/trief-gst2a-kerb/>
- Vidéo crash test moto : <http://nordicroads.com/less-sharp-guardrails-can-save-motorcyclists/>
- Vidéo simulation accident moto sur barrière sans et avec SDM :
<https://www.youtube.com/watch?v=VCZkhZv-bll>
- Vidéo tête d'aqueduc non protégée - https://youtu.be/C_zJGYMAGyE
- Vidéo comparatif entre choc acier et béton avec bus - <https://vimeo.com/159347577>
Avec VL et PL - <https://www.youtube.com/watch?v=6hpNVfk6fWI>
- Vidéo – Crash test bus sur DRR OA - <https://www.youtube.com/watch?v=TJiJcKsrJ50>
- Vidéo – Crash test TB32 - <https://www.youtube.com/watch?v=Wo4ndlfHI-k>
- Vidéo – Crash test TB42, TB51, TB32, TB11 - <https://www.youtube.com/watch?v=EOTPdLlqbHI>
- Vidéo – Comparatif entre les profils Neaw-Jersey, F-shape et vertical (USA) –
<https://www.youtube.com/watch?v=CBrPVmuGp2U>
- Vidéo – Crash test réussis et d'autres non... - <https://www.youtube.com/watch?v=XXJqEY-sXk>
- Vidéo protection arbre proche voirie système ESP BOS
Sans arbre - https://www.youtube.com/watch?v=3RgWbSl_mz0
Avec arbre - <https://www.youtube.com/watch?v=-0k7yoO8oaw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=PSDHdLaSjQe>
- Vidéo – Reportage ROADIS sur extrémités et atténuateur –
<https://www.youtube.com/watch?v=q6W6JLKspXw>
- Vidéo – test absorbeur de chocs - https://www.youtube.com/watch?v=q_r0H5IWt5g
- Vidéo – test atténuateur de chocs SMA
- https://www.youtube.com/watch?v=8HQS62ni-T0&feature=player_embedded (EN 1317)
- https://www.youtube.com/watch?v=BcmJOpLrQfM&feature=player_embedded (EN 1317)
- https://www.youtube.com/watch?v=rfHWIMOMTbk&feature=player_embedded (NCHRP USA)
- https://www.youtube.com/watch?v=hH3FadX7Gio&feature=player_embedded (NCHRP USA)

- https://www.youtube.com/watch?v=1srb1kvxujl&feature=player_embedded (arbres)
- Vidéo – Comparatif choc bus contre acier et béton : <https://vimeo.com/159347577>
- Vidéo – test atténuateur « cushion tank system » - Shindo Industry (Korea) –
<https://www.youtube.com/watch?v=vevWRR2BSLY>
- Vidéo – Atténuateur – baril de sable - <https://www.youtube.com/watch?v=bhifYpN21Dg> (USA)
- Vidéo – chute moto – glissières SDM à 8 :23 - https://www.youtube.com/watch?v=Lk8t7XLJh_w
- Vidéo – accident moto-glissières - <https://www.youtube.com/watch?v=nBxH3fbhCr8>
- <https://youtu.be/PiZEgNY4tQ>
- Vidéo – Simulation moto-glissières - <https://www.youtube.com/watch?v=VCZkhZv-bII>
- Vidéo – DRR « Roller System » - <http://www.bfmtv.com/mediaplayer/video/des-glissieres-de-securite-rebondissantes-pour-reduire-les-degats-en-cas-d-accident-0712-892385.html>
Et <http://www.foozine.com/le-crash-test-des-glissieres-de-securite-du-futur-20855>
- Vidéo – Absorbeur de choc TAU TUBE : <https://vimeo.com/146113586>
- Vidéo – Effet câble - https://www.dailymotion.com/video/x5I2hyc_rally-islas-canarias-2017-crash-tomasz-kasperczyk_people#tab_embed ou <https://www.youtube.com/watch?v=1FXfCIBq5MQ>